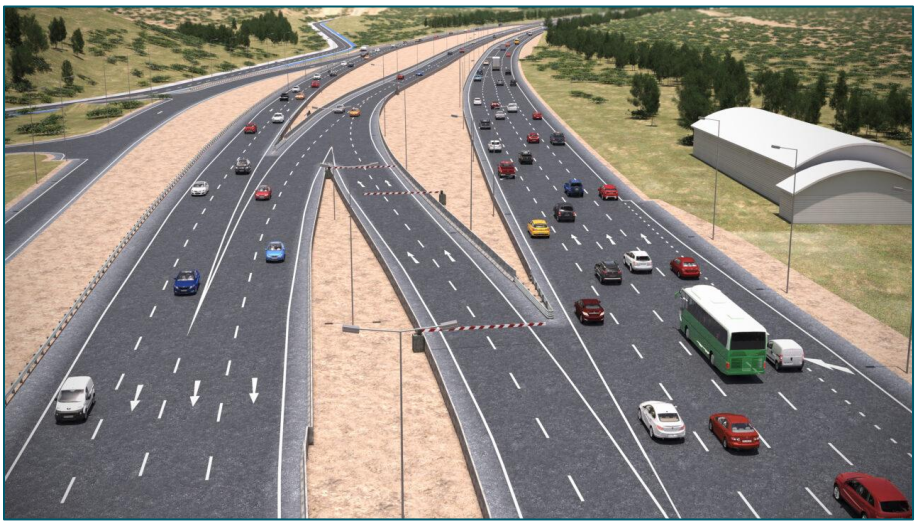
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MEJORAMIENTO RUTA 68: SANTIAGO – PEAJE LO PRADO



Anexo 3-13 Línea de base Ecosistemas Acuáticos Continentales

FECHA	28-09-2026	VERSIÓN	B
DOCUMENTO	Anexo 3-13 Línea de Base Ecosistemas Acuáticos Continentales		
CODIFICACIÓN	677-TU-MA-AN-EIA03-042-A		
ELABORACIÓN	GAC		
REVISIÓN	ESPECIALISTA MEDIO AMBIENTE Noelia Barco		
	GERENTE TÉCNICO Eduardo Barrios		
APROBACIÓN	GERENTE GENERAL Jose Ricardo González		

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 6
2 OBJETIVOS 6
2.1 Objetivo General 6
2.2 Objetivos Específicos 7
3 ÁREA DE INFLUENCIA 7
3.1 Determinación del área de influencia 7
3.2 Justificación del área de influencia 8
4 METODOLOGÍA 8
4.1 Información bibliográfica 8
4.2 Información de terreno 9
4.2.1 Área de estudio y estaciones de muestreo 9
4.2.2 Caracterización de los Parámetros Físicos 10
4.2.3 Calidad Química del Agua 11
4.2.4 Parámetros Biológicos 15
5 RESULTADOS 17
5.1 Revisión bibliográfica 17
5.1.1 Caracterización general de la cuenca 17
5.1.2 Caracterización Fisicoquímica del Agua 18
5.1.3 Caracterización Biológica 19
5.1.4 Consideraciones sobre Cambio Climático 21
5.2 Campaña terreno primavera 2025 22
5.2.1 Caracterización del hábitat 22
5.2.2 Parámetros Físicos 26
5.2.3 Calidad del agua 27
5.2.4 Relación con la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Río Maipo 30
5.2.5 Sedimentos 31
5.2.6 Caracterización de la Biota Acuática 32
5.3 Campaña terreno invierno 2026 40
5.3.1 Caracterización del hábitat 40
5.3.2 Parámetros Físicos 43

5.3.3 Calidad del agua 44
5.3.4 Relación con la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Río Maipo 47
5.3.5 Sedimentos 48
5.3.6 Caracterización de la Biota Acuática 50
6 CONCLUSIONES 55
7 BIBLIOGRAFÍA 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 4.1: Coordenadas (WGS 84 y Huso 19H) de las estaciones de muestreo 10
Tabla N° 4.2: Caracterización del sustrato predominante. 11
Tabla N° 4.3: Concentraciones máximas de elementos químicos permitidos para agua de riego (Tabla 1 NCh 1.333) 11
Tabla N° 4.4: Requisitos del agua para recreación con contacto directo (Tabla 3 NCh 1.333) 13
Tabla N° 4.5: Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática (Tabla 4 NCh 1.333) 13
Tabla N° 4.6: Calidad del Agua en función del D.S. Nº 53/2013 MMA 14
Tabla N° 5.1: Estaciones químicas DGA para Calidad del Agua. 18
Tabla N° 5.2: Niveles de Calidad Ambiental para las Áreas de Vigilancia MP-2 del río Mapocho de acuerdo con la NSCA Cuenca del Río Maipo. 19
Tabla N° 5.3: Especies ícticas nativas potenciales de la Cuenca del Río Maipo. 20
Tabla N° 5.4: Parámetros Físicos cuantificados en las estaciones de muestreo. 27
Tabla N° 5.5: Concentración de Macroelementos cuantificados en las estaciones de muestreo. 28
Tabla N° 5.6: Concentraciones de metales cuantificados en las estaciones de muestreo. 29
Tabla N° 5.7: Concentración de elementos cuantificados en las estaciones de muestreo. 30
Tabla N° 5.8:. Comparación de los parámetros de la NSCA Río Maipo con los valores registrados en las estaciones de muestreo. 30
Tabla N° 5.9: Concentración de COT y MOT cuantificados en los sedimentos en el área de estudio 31
Tabla N° 5.10: Composición Granulométrica registrada en las estaciones de muestreo. 32
Tabla N° 5.11: Estado de Conservación de la ictiofauna registrada 32
Tabla N° 5.12: Composición y abundancia de Ictiofauna en las estaciones de muestreo 35
Tabla N° 5.13: Parámetros morfométricos y factor de condicione de los peces registrados en las estaciones de

muestreo. 35

Tabla N° 5.14: Composición y abundancia (Cel/cm^2) de células fitobentónicas registradas en las estaciones de muestreo. 36

Tabla N° 5.15: Composición y abundancia (Cel/ml) de células fitoplanctónicas registradas en las estaciones de muestreo. 37

Tabla N° 5.16: Composición y abundancia (Ind/m^2) de Macroinvertebrados registradas en las estaciones de muestreo. 39

Tabla N° 5.17: Composición y abundancia de zooplancton (Ind/L) registradas en las estaciones de muestreo. 39

Tabla N° 5.18: Presencia de Macrófitas registradas en las estaciones de muestreo. 40

Tabla N° 5.19: Parámetros Físicos cuantificados en las estaciones de muestreo. 43

Tabla N° 5.20: Concentración de Macroelementos cuantificados en las estaciones de muestreo. 44

Tabla N° 5.21: Concentraciones de metales cuantificados en las estaciones de muestreo. 45

Tabla N° 5.22: Concentración de elementos cuantificados en las estaciones de muestreo. 46

Tabla N° 5.23:. Comparación de los parámetros de la NSCA Río Maipo con los valores registrados en las estaciones de muestreo. 47

Tabla N° 5.24: Concentración de COT y MOT cuantificados en los sedimentos en el área de estudio 48

Tabla N° 5.25: Composición Granulométrica registrada en las estaciones de muestreo. 49

Tabla N° 5.26: Estado de Conservación de la ictiofauna registrada 50

Tabla N° 5.27: Composición y abundancia de Ictiofauna en las estaciones de muestreo 51

Tabla N° 5.28: Composición y abundancia (Cel/cm^2) de células fitobentónicas registradas en las estaciones de muestreo. 51

Tabla N° 5.29: Composición y abundancia (Cel/ml) de células fitoplanctónicas registradas en las estaciones de muestreo. 52

Tabla N° 5.30: Composición y abundancia (Ind/m^2) de Macroinvertebrados registradas en las estaciones de muestreo. 53

Tabla N° 5.31: Composición y abundancia de zooplancton (Ind/L) registradas en las estaciones de muestreo. 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 3.1: Área de influencia de los Ecosistemas Acuáticos Continentales 8

Figura N° 4.1: Ubicación de las estaciones de muestreo 10

Figura N° 5.1: Mapa de relevancia de ecosistemas acuáticos 21
Figura N° 5.2: Estación de Muestreo EAC-1 22
Figura N° 5.3: Estación de Muestreo EAC-2 24
Figura N° 5.4: Estación de muestreo EAC-3 25
Figura N° 5.5: Estación de muestreo EAC-4 26
Figura N° 5.6: Concentración de Nitrógeno y Fósforo Total en las cuatro estaciones de muestreo 31
Figura N° 5.7: Registro fotográfico de *Trichomycterus areolatus* 33
Figura N° 5.8: Registro fotográfico de *Gambusia holbrooki* 33
Figura N° 5.9: Registro fotográfico de *Cnesterodon decemmaculatus* 33
Figura N° 5.10: Registro fotográfico de *Jenynsia multidentata* 34
Figura N° 5.11: Estación de Muestreo EAC-1 40
Figura N° 5.12: Estación de Muestreo EAC-2 41
Figura N° 5.13: Estación de muestreo EAC-3 41
Figura N° 5.14: Estación de muestreo EAC-4 42
Figura N° 5.15: Concentración de Nitrógeno y Fósforo Total en las cuatro estaciones de muestreo 48
Figura N° 5.16: Registro fotográfico de *Cheirodon pisciculus* 50

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe da cuenta de una revisión bibliográfica y de los resultados obtenidos en una campaña de terreno, ejecutadas en primavera del año 2025 (noviembre) e invierno del año 2026 (julio), como parte de la Línea de Base Ambiental de Ecosistemas Acuáticos Continentales (en adelante, “EAC”), en el marco del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del “Proyector Ruta 68 Tramo Urbano” (en adelante, el “Proyecto”).

El Proyecto se emplaza en la cuenca del río Maipo, la que abarca la Región Metropolitana (DGA, 2014) y consiste en la concesión vial para la ampliación y mejoramiento de la Ruta 68 en el tramo Urbano comprendido entre el enlace Pajaritos y el Peaje Lo Prado, sectorizando al trazado en diferentes tramos denominados:

- Subsector A: desde Dm 470 hasta Dm 9500
- Subsector B, desde Dm 9500 hasta Dm 11500
- Subsector C, desde Dm 11500 hasta Dm 17900
- Subsector H, desde Dm -420 hasta Dm 5200
- Subsector I, desde Dm -420 hasta Dm -1060

Solamente en el subsector B,el Proyecto interactúa con el componente EAC principalmente referidas a obras tales de ampliación y mejoramiento de los puentes ubicados en el Estero Colina y Río Mapocho.

En este sentido, este informe presenta una revisión bibliográfica con información disponible para el sector descrito y los resultados de las campañas de terreno del componente EAC durante la temporada de primavera del año 2025 (noviembre) y de invierno (agosto), incluyendo una descripción de sus subcomponentes biótico y abiótico. En relación con la variable biológica, se consideró el estudio de las comunidades de macrófitas, microalgas bentónicas (perifiton) y planctónicas (fitoplancton), macroinvertebrados bentónicos (zoobentos), zooplancton, crustáceos y fauna íctica. El estudio del subcomponente abiótico consideró un análisis de parámetros descriptores de la calidad del agua superficial en virtud de los parámetros de la NCh 1.333 para los usos de Riego y Vida Acuática, y los parámetros de la NSCA de la Cuenca del Río Maipo (D.S. N° 53/2013 del Ministerio de Medio Ambiente). Por último, se realizó una caracterización del sedimento mediante un análisis granulométrico y contenido de materia orgánica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Elaborar una Línea de Base Ambiental que permita caracterizar los Ecosistemas Acuáticos Continentales presentes en el Área de Influencia del Proyecto.

2.2 Objetivos Específicos

- Definir el área de influencia del Proyecto sobre el componente EAC.
- Realizar una caracterización general del área de influencia a partir de una revisión bibliográfica.
- Realizar una caracterización fisicoquímica del subcomponente abiótico (agua superficial y sedimento acuático) a partir de una revisión bibliográfica y la ejecución de dos campañas de terreno (primavera 2025 e invierno 2026)
- Realizar una caracterización del subcomponente biótico (comunidades biológicas) a partir de una revisión bibliográfica y la ejecución de dos campañas de terreno (primavera 2025 e invierno 2026).
- Identificar y listar las categorías de conservación de las especies nativas que componen las comunidades hidrobiológicas de acuerdo con la normativa oficial vigente.

3 ÁREA DE INFLUENCIA

3.1 Determinación del área de influencia

De acuerdo con los criterios establecidos en la "Guía sobre el Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" (SEA, 2026), se deben considerar criterios geográficos, los objetos de protección ambientales identificados, la naturaleza del Proyecto y los factores que determinan los impactos ambientales, sean éstos significativos o no. En función de dichos criterios, a continuación, se determina el AI para el componente ambiental Ecosistemas Acuáticos Continentales (EAC) bajo un contexto limnológico, los que derivan del RSEIA, en las Guías emitidas por él SEA y, en particular, de la “Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres” (SEA, 2024) y la “Guía Área de Influencia de humedales en el SEIA” (SEA, 2023).

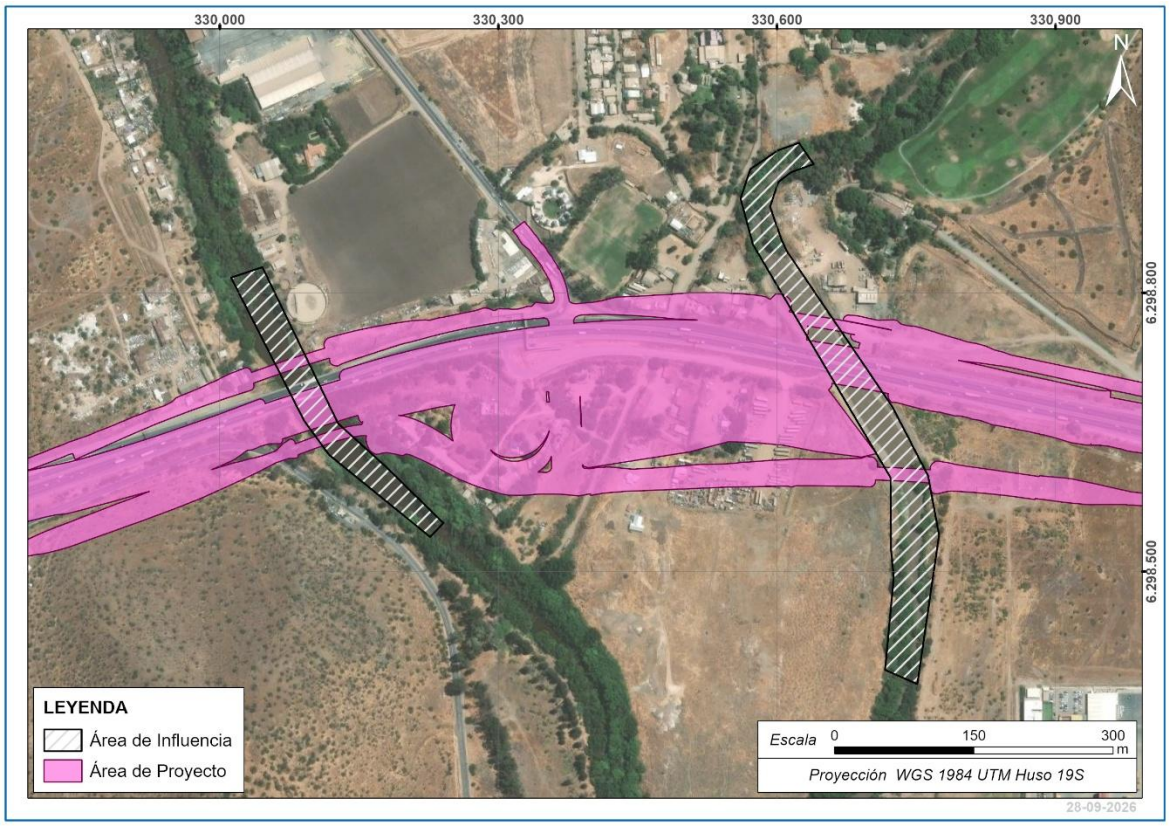
Considerando estos antecedentes, la determinación del área de influencia del Proyecto, se basó en los siguientes criterios:

- **Criterio 1**: Red hidrográfica en donde se emplazarán las obras, partes y actividades del Proyecto.
- **Criterio 2**: Espacio físico específico en río, estero, quebrada o cualquier cuerpo de agua continental, donde obras, partes y acciones del Proyecto interactúen con los elementos que conforman los atributos fisicoquímicos del agua, sedimentos y con la biota acuática que pueda estar presente en estos ambientes.
- **Criterio 3**: Normativa aplicable y umbrales de referencia, como la NCh 1.333 que define los elementos máximos en el agua para riego, los requisitos del agua para recreación con contacto directo y requisitos generales del agua para sostener la vida acuática. Para lo que no esté cubierto por normativa vigente, se deben utilizar rangos de referencia según lo que indica el Artículo 11 del RSEIA.

3.2 Justificación del área de influencia

Sobre la base de los criterios antes señalados, la justificación del área de influencia del Proyecto para el componente Ecosistemas Acuáticos Continentales, corresponde al espacio geográfico definido por un área que comprende el ancho de cada cauce, más 200 metros aguas arriba y 200 m aguas abajo, desde el punto donde el Proyecto interactúa con estos cursos de agua para el desarrollo de sus obras, partes y acciones, que puedan alterar las características hidrográficas de manera localizada, en una superficie que fue calculada en 1 há para el estero Colina y 2 há en el rio Mapocho (Figura N° 3.1).

Figura N° 3.1: Área de influencia de los Ecosistemas Acuáticos Continentales



Fuente: GAC

4 METODOLOGÍA

4.1 Información bibliográfica

Se realizó una revisión de los antecedentes que den cuenta del estado de los Ecosistemas Acuáticos Continentales en las áreas donde intervendrá el trazado del Proyecto, lo que permitió describir el comportamiento de variables hidrológicas, la calidad del agua superficial (caracterización fisicoquímica), y las potenciales especies de flora y fauna acuática presentes (caracterización biológica), en virtud de la información disponible en distintas fuentes, cuando fuera posible.

La estrategia general para la presentación de la información bibliográfica, según su disponibilidad, sigue el siguiente esquema general:

- Descripción general de la cuenca hidrográfica, indicando ubicación, superficie, regímenes hidrológicos y morfología.
- Caracterización hidrológica, describiendo el régimen de caudales observados en el área de estudio, además, se analiza el riesgo de sequía hidrológica según lo dictado por la DGA o bien en la plataforma ARClim del MMA.
- Caracterización fisicoquímica, describiendo la calidad de agua superficial del área de estudio mediante el análisis de parámetros registrados en estaciones de calidad química vigentes dependientes de la DGA.
- Caracterización biológica, describiendo las comunidades acuáticas potenciales que habitan el área de estudio, con especial énfasis en aquellas especies listadas en categoría de conservación.
- Consideraciones sobre cambio climático, donde se incluye la valoración de los ecosistemas a estudiar según los mapas de relevancia de la plataforma SIMBIO del MMA, así como las amenazas climáticas según la herramienta ARClim, ambos a partir de lo indicado en la “Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA” (SEA, 2023).

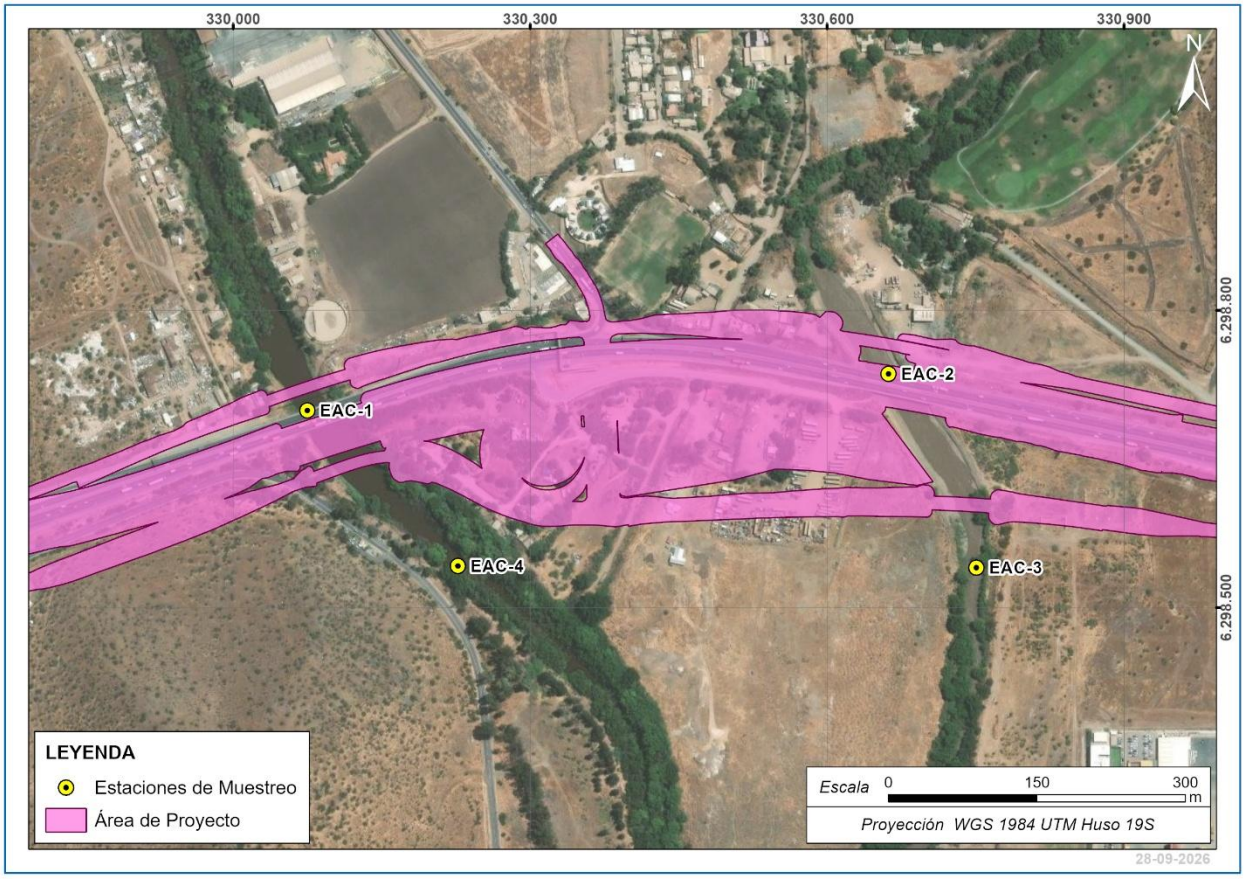
4.2 Información de terreno

4.2.1 Área de estudio y estaciones de muestreo

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos continentales en el área de influencia del Proyecto, se seleccionaron 4 estaciones de muestreo durante dos campañas de terreno en primavera 2025 e invierno 2026, las cuales se seleccionaron en gabinete de acuerdo con la información de la red hidrográfica disponible para la zona, proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA). La ubicación geográfica de las estaciones de muestreo se presenta en la Figura N° 4.1 y el detalle de las coordenadas se describen en la Tabla N° 4.1.

Todas las actividades que a continuación se detallan, se realizaron con la respectiva autorización de la Subsecretaría de Pesca, la cual consta en la Res. Ex. N° E-2025-637 con fecha de 5 de septiembre de 2025, que adjuntan en el Apéndice 3-13.1

Figura N° 4.1: Ubicación de las estaciones de muestreo



Fuente: GAC.

Tabla N° 4.1: Coordenadas (WGS 84 y Huso 19H) de las estaciones de muestreo

Cauce	Estación	Coordenada E	Coordenada N
Estero Colina	EAC-1	330.074	6.298.698
	EAC-4	330.227	6.298.542
Río Mapocho	EAC-2	330.662	6.298.735
	EAC-3	330.750	6.298.540

Fuente: GAC.

4.2.2 Caracterización de los Parámetros Físicos

Debido a que algunos parámetros de calidad de agua experimentan rápidamente variaciones en su composición, es necesario determinarlos *in situ* en el momento en que se monitorean. Estos parámetros fueron: Temperatura, pH, Conductividad y Oxígeno Disuelto, los que fueron medidos con un equipo multiparamétrico marca SANXIN, Modelo L0160667, siguiendo su instructivo de uso, mantención y verificación, registrando todos los valores en un formulario de terreno. La caracterización del sustrato de cada estación se realizó de acuerdo con la

metodología descrita por Bain *et al*. (1985), desarrollada para el análisis de hábitat de organismos acuáticos, donde se muestran las clases de tamaños de los distintos tipos de sustrato (Tabla N° 4.2).

Tabla N° 4.2: Caracterización del sustrato predominante.

Tipo de Sustrato	Clase de Tamaño	Tamaño (cm)
Superficie Lisa	Roca Madre Plana	-
	Arena	<0,2
Superficie Rugosas	Grava	0,2 – 1,6
	Guijarros	1,7 – 6,4
	Piedra	6,5 – 25,6
	Bolones	>25,6
	Roca Madre Irregular	-

Fuente: extraído de Bain *et al.* (1985).

GAC.

4.2.3 Calidad Química del Agua

4.2.3.1 NCh 1333

Para el muestreo de la calidad física, química y microbiológica, de forma referencial, se consideraron los parámetros estipulados en la NCh 1.333 Requisitos de calidad del agua para diferentes usos, específicamente lo señalado en su Tabla 1 (Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego) (Tabla N° 4.3), así como lo estipulado en la Tabla 3 (Usos para Contacto Directo o Recreación) (

Tabla N° 4.4) y en la Tabla 4 de dicha Norma (Requisitos generales para la vida acuática) (Tabla N° 4.5).

Tabla N° 4.3: Concentraciones máximas de elementos químicos permitidos para agua de riego (Tabla 1 NCh 1.333)

Elemento	Unidad	Límite Máximo NCh 1.333
Aluminio (Al)	mg/l	5
Arsénico (As)	mg/l	0,1
Bario (Ba)	mg/l	4
Berilio (Be)	mg/l	0,1

Elemento	Unidad	Límite Máximo NCh 1.333
Boro (B)	mg/l	0,75
Cadmio (Cd)	mg/l	0,01
Cianuro (CN-)	mg/l	0,2
Cloruro (Cl-)	mg/l	200
Cobalto (Co)	mg/l	0,05
Cobre (Cu)	mg/l	0,2
Cromo (Cr)	mg/l	0,1
Fluoruro (F-)	mg/l	1
Hierro (Fe)	mg/l	5
Litio (Li)	mg/l	2,5
Manganeso (Mn)	mg/l	0,2
Mercurio (Hg)	mg/l	0,001
Molibdeno (Mo)	mg/l	0,01
Níquel (Ni)	mg/l	0,2
Plata (Ag)	mg/l	0,2
Plomo (Pb)	mg/l	5
Selenio (Se)	mg/l	0,02
Sodio Porcentual (Na)	%	35
Sulfato (SO4=)	mg/l	250
Vanadio (V)	mg/l	0,1
Zinc (Zn)	mg/l	2
Alcalinidad	Pt-Co	20
Turbiedad	UNT	30
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1000

Fuente: GAC.

Tabla N° 4.4: Requisitos del agua para recreación con contacto directo (Tabla 3 NCh 1.333)

Elemento	Unidad	Límite Máximo NCh 1.333
pH	Unidades de pH	6,5 a 8,3
Temperatura	C	30
Claridad mínima	m	Visualización Disco Secchi
Solidos Flotantes visibles y espumas no naturales	-	Ausentes
Aceite Flotantes y Grasas	mg/L	5
Aceite y grasas emulsificadas	mg/L	10
Color	Pt-Co	10
Turbiedad	SiO	100
Coliformes Fecales	100NMP/100 ml	1000
Sustancias de produzcan olor o sabor	-	Ausentes

Fuente: GAC.

Tabla N° 4.5: Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática (Tabla 4 NCh 1.333)

Elemento	Unidad	Límite Máximo NCh 1.333
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5,0
pH	Unidades de pH	6,0 a 9,0
Alcalinidad Total	mg/L	>20
Turbiedad debido a descarga	SiO	No debe aumentar valor natural
Temperatura	°C	No debe aumentar en más de 30 unidades
Color	-	Ausentes
Solidos flotantes - espumas	-	Ausentes
Sólidos Sedimentables	-	No debe aumentar valor natural
Petróleo o derivado	-	Ausencia

Fuente: GAC.

4.2.3.2 Norma Secundaria Calidad de Agua Río Maipo

Por otra parte, se revisaron los parámetros asociados a la Tabla Nº 2 del D.S. Nº 53/2013 del Ministerio de Medio Ambiente, que corresponde a la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Maipo utilizando para efectos comparativos los datos disponibles para la estación MP-2 ubicada en el río Mapocho (Tabla N° 4.6).

Tabla N° 4.6: Calidad del Agua en función del D.S. Nº 53/2013 MMA

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MP-2
Oxígeno disuelto	mg/l	6
Cond. eléctrica	uS/cm	1.600
pH	unidad	6,5 – 8,5
Sulfato	mg/l	380
Cloruro	mg/l	240
DBO_5	mg/l	10
Nitrato	mg/l	10
Ortofosfato	mg/l	2,5
Plomo disuelto	mg/l	0,007
níquel disuelto	mg/l	0,02
Zinc disuelto	mg/l	0,03
Cromo total	mg/l	0,05

Fuente: GAC.

Las muestras de calidad de agua, obtenidas en terreno, fueron derivadas a las dependencias del Laboratorio HIDROLAB, en la ciudad de Santiago, el cual se encuentra debidamente acreditado como laboratorio de ensayo NCh - ISO 17.025. Los certificados de los análisis se entregan en el Apéndice 3-13.2

La obtención de las muestras y preservación de los parámetros de calidad de agua y los sedimentos se realizó de acuerdo con las Normas Chilenas NCh411/1. Of96, NCh411/2. Of96, NCh411/3. Of96, NCh411/4. Of97 y NCh411/6. Of98.

4.2.4 Parámetros Biológicos

4.2.4.1 Ictiofauna

El muestreo se llevó a cabo mediante un equipo de pesca eléctrica portátil, modelo SAMUS-725G. La regulación del voltaje y/o amperaje del equipo se determinó en terreno, de acuerdo con la conductividad del agua y de las especies objetivos de peces presentes en el sector. Por ejemplo, cuando se detectaba la presencia de especies siluriformes, la frecuencia y amperaje se disminuía, para evitar la mortalidad por pesca, dado que estos organismos al presentar un cuerpo desnudo (sin presencia de escamas) son más sensibles al campo eléctrico. Por otro lado, al cuantificar la presencia sólo de especies salmoniformes, la frecuencia y voltaje era aumentada, dado que estos organismos tienen una mayor capacidad de nado y pueden escapar del campo eléctrico generado por el equipo.

Se recolectaron todos los individuos en transectos de 100 m por cada estación de monitoreo, por un tiempo de 30 minutos aproximadamente, dependiendo de las condiciones morfológicas de cada estación (profundidad, cubierta vegetacional y velocidad del agua en el cauce entre otros). La actividad, fue desarrollada por 2 profesionales, donde uno portaba el equipo de pesca, además de una red de mano, mientras el otro profesional también disponía de una red de mano y además transportaba una cubeta con agua fresca, donde fueron retenidos los organismos capturados. Cabe indicar que este tipo de metodología permite capturar con vida un alto porcentaje de los organismos, por lo que no es necesario el uso de anestésicos o tranquilizantes para la captura o manipulación de estos. La abundancia fue expresada como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) expresada como Individuos capturados en un tiempo de 30 minutos. Todos los ejemplares recolectados, se identificaron *in situ* hasta el nivel taxonómico de especie, siguiendo las referencias indicadas por Habit *et al.* (2006). Además, se procedió a determinar la longitud total (LT) y peso total (PT) de los individuos capturados, para posteriormente liberarlos en la misma estación donde fueron obtenidos. Las medidas de longitud y peso totales permitieron, además, la estimación del Factor de Condición (Kc) o robustez de los peces de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Kc = (PT/LT^3) * 100 \qquad \text{(Lagler, 1956)}$$

El estado de conservación de las especies de fauna acuática presente en el área de emplazamiento se determinó de acuerdo con las listas oficiales de especies con problemas de conservación para la zona sur de Chile (CONAMA 2009; D.S: N° 5/98), Informe técnico (R. PESQ.) N° 48/2011 Veda extractiva para fauna íctica nativa amenazada de aguas continentales y los D.S. Nº 151/07, D.S. N° 50/08, D.S.N°51/08, D.S. N°23/09, D.S N° 33/11, D.S. N°41/12, D.S. N°42/12, todos del MINSEGPRES, y D.S. N°19/12 y D.S. N°13/2013, todos del Ministerio del Medio Ambiente; que oficializan del primer al último proceso de clasificación de especies respectivamente, dictados según lo

establecido en el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (D.S. N° 75 del MINSEGPRES de 2006, reemplazado por el D.S. N° 29 del MMA de 2011).

4.2.4.2 Fitobentos

En cada sitio de muestreo, se recolectó una piedra o sustrato similar desde el fondo del cuerpo de agua (resulta esencial que esta piedra o bolón se encuentre totalmente sumergida). Posteriormente, con la ayuda de un cepillo de cerdas suaves, se raspó la cara expuesta a la columna del agua del bolón. El área para muestrear (raspado), correspondió a 4 cm^2. Lo obtenido a través del raspado, fue depositado en frascos con una leve cantidad de agua, para luego ser fijado con una solución de Lugol para su posterior identificación de las taxa en el laboratorio. El ensamble fitobentónico fue caracterizado en base a los parámetros comunitarios densidad total (cel/cm^2), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits) (Krebs 1989). La clasificación de las microalgas siguió los trabajos de Simonsen (1987), Round *et al.* (1996), Rumrich *et al.* (2000).

4.2.4.3 Macroinvertebrados

Para la caracterización de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se obtuvieron dos muestras desde una zona con sustrato duro primordialmente, utilizando una red tipo "Surber" de 0,09 m^2 de área y de 200 µm de apertura de malla. Esta red, se sumerge hasta el fondo del río (profundidad promedio 25 cm) a contracorriente. Las piedras y/o bolones asociados al área de muestreo de la red, son removidas levemente con las manos, para soltar los macroinvertebrados adosados a este tipo de sustrato. De esta forma, los organismos son arrastrados por la corriente y atrapados en la malla de la red. Posteriormente, las muestras son fijadas en una solución con alcohol al 90% y trasladadas al laboratorio, donde cada muestrea es limpiada (extracción de sedimento en exceso, hojas, ramas) para luego identificar la totalidad de los individuos presentes, con la ayuda de una Microscopio estereoscópico con luz fría, con aumento de 0,7x a 4,5x. La clasificación de los organismos se hizo en base a los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto y Tell (1995), Lugo-Ortiz y McCafferty (1999a, 1999b) y Merrit y Cummins (1996). El ensamble, fue caracterizado mediante los parámetros densidad total (ind/m^2), riqueza total (número de taxa) y diversidad biológica (bits), que en este caso se calculó utilizando el índice de Shannon-Wiener (Krebs 1989).

4.2.4.4 Fitoplancton

El fitoplancton se obtuvo mediante el filtrado de unos 40 litros de agua, mediante el uso de un tamiz de 40 µm de tamaño de malla, la cual posteriormente se fijó con Lugol. El recuento cuantitativo se realizó en el laboratorio según la metodología de Utermöhl. Se usó un microscopio invertido marca Motic modelo A31 equipado con contraste de fase e interferencia. Para la identificación taxonómica se utilizaron los trabajos de Parra et al. (1982-83), Simonsen (1987), Rivera (1983), Round *et al.* (1996), Rumrich *et al.* (2000) y Lange-Bertalot y Krammer (1989). Los resultados se expresan en número de células por mililitros (N° células /ml).

4.2.4.5 Zooplancton

El zooplancton se obtuvo mediante la recolección de una muestra de agua superficial de 40 litros en cada curso de agua, la cual fue filtrada mediante un tamiz de 55 µm de tamaño la malla. La muestra se transportó en un frasco de 500 ml fijado con alcohol al 95%. El recuento cuantitativo en el laboratorio se efectuó usando cámaras

Bogorov. Para la identificación taxonómica se usaron los trabajos de Araya y Zúñiga (1985) y Pennak (1989). Los resultados se expresaron en número de individuos por litro (N° Ind/L).

4.2.4.6 Macrófitas

Se realizó un recorrido pedestre por las riberas de las estaciones que mostraron un flujo de agua superficial, donde identificaron las macrófitas presentes en cuadrantes al azar (3) de medidas 50 x 50 cm.

5 RESULTADOS

5.1 Revisión bibliográfica

5.1.1 Caracterización general de la cuenca

El área de estudio forma parte de la cuenca hidrográfica del río Maipo. En este sentido, conviene indicar que los ecosistemas acuáticos estudiados corresponden al ecotipo “Humedal Continental tipo Escorrentía”, de acuerdo con la nomenclatura indicada en la “Guía Área de Influencia de humedales en el SEIA” (SEA, 2023).

La cuenca del río Maipo se encuentra situada en la zona central de Chile, entre 32°55’-34°15’ de latitud Sur y 69°46’-71°43’ de longitud Oeste, siendo prácticamente coincidente en sus límites con la Región Metropolitana, aunque también cubre una mínima superficie de las regiones de Valparaíso (provincia de San Antonio y Valparaíso) y del Libertador Bernardo O’Higgins (provincia de Cachapoal), drenando una superficie aproximada de 15.304 km^2. Su régimen hidrológico general es nivo-pluvial. En la zona alta y media de la cuenca, el río Maipo es de régimen marcadamente nival, con mayores caudales en primavera producto de los deshielos cordilleranos, mientras que en la zona baja posee un régimen pluvial con crecidas asociadas a las precipitaciones invernales. Con una longitud de 250 km, el río Maipo es la principal fuente de agua de la Región Metropolitana, satisface un 70% de las demandas de agua potable, un 90% de las demandas de aguas de regadío y una activa e intensa actividad hidroeléctrica.

El clima en la parte baja de la cuenca (área de estudio) es templado del tipo mediterráneo, con estación seca prolongada y un invierno bien marcado con temperaturas que esporádicamente llegan a cero grados. La precipitación media anual en el sector costero de la cuenca alcanza valores que bordean los 400 mm/año, mientras que en el sector medio se presentan áreas con mayor sequedad y precipitaciones cercanas a los 300 mm/año.

El río Mapocho y estero Colina son los principales cauces involucrados en el área de estudio del Proyecto, debido a la extensión de sus recorridos, caudales asociados y a los usos que estos tienen. El río Mapocho, principal tributario del río Maipo, nace de los aportes del río Molina y de los esteros Yerba Loca y Arrayán, en la comuna de Lo Barnechea, y recorre cerca de 96 km hasta su confluencia con el río Maipo. La mayor parte del río Mapocho se desarrolla en el sector urbano de la ciudad de Santiago, presentándose como un sistema acuático altamente intervenido por las distintas obras de canalización. En aquellas porciones menos alteradas, cercanas a la confluencia con el río Maipo, el río Mapocho presenta un sustrato de arena y clastos, con una morfología ritrónica, pero mantiene su turbiedad y color oscuro por su alta tasa de arrastre sedimentario. Respecto al régimen hidrológico, el río Mapocho corresponde a un cauce natural con gran intervención antrópica (CADE-IDEPE, 2004), de régimen pluvio-nival (CENIA, 2012) que se caracteriza por una importante influencia pluvial. Los

mayores caudales se observan entre julio y octubre, mientras que el período de menores caudales ocurre entre febrero y abril. El estero Puangue, principal tributario del río Mapocho, se abastece de recursos propios provenientes de precipitaciones ocurridas en la cuenca, es decir mantiene un régimen pluvial, así como también recibe retornos de riego de las áreas servidas por los canales Las Mercedes (7.732 hectáreas) y Mallarauco (6.275 hectáreas), ambos servidos con recursos del río Mapocho.

5.1.2 Caracterización Fisicoquímica del Agua

Para desarrollar la caracterización bibliográfica de las características fisicoquímicas del agua se recurrió a información en línea ofrecida por la Dirección General de Aguas (DGA), referida al registro histórico de algunos parámetros fisicoquímicos en las estaciones químicas “Río Mapocho en El Monte” para el río Mapocho y “Estero Puangue en Ruta 78” para el caso del estero Puangue, durante los años 2018 y 2023. Estas estaciones son las más próximas a los puntos de muestreo definidos sobre el área de estudio, por lo que la información entregada es la más representativa de las concentraciones habituales recientes de los parámetros y sus distintas variaciones, y corresponderían a los valores esperados durante las campañas de terreno ejecutadas por el consultor. En virtud de lo anterior, se revisaron las estaciones DGA más representativas de los cauces estudiados, considerando sus datos recientes como representativos de la condición actual. En la Tabla N° 5.1: se presenta el período de registro, coordenadas geográficas y código DGA de ambas estaciones utilizadas.

Tabla N° 5.1: Estaciones químicas DGA para Calidad del Agua.

ESTACIÓN DGA	INICIO DE REGISTROS	CÓDIGO CUENCA	COORDENADAS WGS84 19S	
			UTM E	UTM N
Río Mapocho en El Monte	1969 - Vigente	057	316.947	6.271.389

Fuente: DGA.

Los parámetros que son analizados por la red de monitoreo de la DGA en las estaciones del río Mapocho y estero Puangue son Arsénico, Cloruro, Calcio, Cobre, Conductividad eléctrica, Cromo, DBO, Hierro, Magnesio, Níquel, Oxígeno disuelto (OD), pH, Plomo, Sulfato, Temperatura y Zinc. A estos se suman Boro, Cadmio, Cobalto, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Plata, Potasio, Selenio.

Los resultados de los parámetros informados por la DGA durante los períodos anteriormente señalados, los cuales son analizados en consideración a los límites establecidos en la NCh. 1.333 Of.78 para los usos de Riego y Vida Acuática, norma de referencia que es utilizada por el consultor para analizar los resultados.

A partir de los registros en el río Mapocho, es posible indicar que, de los parámetros listados por la DGA, los sulfatos y cloruros mantienen de forma permanente concentraciones elevadas o superando el límite máximo definido en la NCh. 1.333 Of.78. Destacan también un par de registros con valores elevados que no cumplen la normativa en el parámetro pH.

Cabe indicar que la caracterización fisicoquímica también considera los parámetros de calidad de agua de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) de la Cuenca del Río Maipo. De acuerdo con esta norma, el área

de estudio sobre el río Mapocho forma parte del Área de Vigilancia identificada como MP-2, que se encuentra delimitada por el río Mapocho en la confluencia con el estero Arrayán (límite superior) hasta la confluencia con el río Maipo (límite inferior). Los niveles de calidad ambiental para las Áreas de Vigilancia MP-2, destacan los sulfatos y cloruros, ya que la NSCA indica una concentración máxima de 380 mg/l, concentraciones superiores al límite máximo definido en la NCh. 1.333 Of.78 para riego (250 y 200 mg/l respectivamente). De igual manera ocurre con el oxígeno disuelto en MP-2, que aumenta la exigencia en la concentración mínima definida en la NCh. 1.333 Of.78, pasando de 5 mg/l a 6 mg/l.

Tabla N° 5.2: Niveles de Calidad Ambiental para las Áreas de Vigilancia MP-2 del río Mapocho de acuerdo con la NSCA Cuenca del Río Maipo.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE NCH 1333/78	LÍMITE MP-2
Oxígeno disuelto	mg/l	5	6
Cond. eléctrica	uS/cm	Máximo depende del tipo de cultivo	1.600
pH	unidad	6,0 – 9,0	6,5 – 8,5
Sulfato	mg/l	250	380
Cloruro	mg/l	200	240
DBO_5	mg/l	-	10
Nitrato	mg/l	-	10
Ortofosfato	mg/l	-	2,5
Plomo disuelto	mg/l	-	0,007
níquel disuelto	mg/l	-	0,02
Zinc disuelto	mg/l	-	0,03
Cromo total	mg/l	0,1	0,05

Fuente: GAC en base a Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo (D.S. Nº 53/2013); -: Parámetro no normado.

5.1.3 Caracterización Biológica

La Cuenca del río Maipo ha sido ampliamente analizada, con diversos estudios desarrollados en el marco de proyectos de inversión (minería y centrales hidroeléctricas en la parte alta y extracciones de áridos en la parte media-baja, principalmente), investigación científica e iniciativas públicas como, por ejemplo, las relacionadas

con la elaboración de la NSCA para la cuenca. Lo anterior ha permitido contar con un amplio espectro de estudios de distinta índole sobre la flora y fauna acuática que habita la cuenca del río Maipo.

Debido a la extensión del Proyecto, que consiste en la concesión vial para la Ruta 68 por un tramo de que atraviesan la cuenca en la Región Metropolitana, y que, además, el área de estudio involucra distintos cauces que no necesariamente se encuentran conectados hidrológicamente, es que los resultados de esta revisión bibliográfica se componen de estudios sobre flora y fauna acuática que hacen referencia en forma general a toda la cuenca del río Maipo.

Con relación a la flora acuática, DGA (2004) da cuenta de 53 especies de macrófitas descritas para la cuenca, siendo la familia Juncaceae la de mayor relevancia con 6 especies, seguida por Scrophulariaceae y Asteraceae con cuatro cada una. Respecto de las comunidades zoobentónicas, DGA (2004) señala la presencia de cinco clases (Crustacea, Insecta, Mollusca, Nematoda y Platyhelminthes), siendo Insecta la más representativa con 23 taxa, aunque la mayor parte de ellos no pudieron ser clasificados a nivel de especie.

Por otra parte, el CEA (2004) identificó 36 taxa para la cuenca, mencionando a las clases Mollusca, Annelida, Crustacea e Insecta como las de mayor relevancia. Finalmente, EULA (2008) menciona la presencia de 27 familias de insectos, gastrópodos, oligoquetos, anfípodos y ácaros, siendo las de mayor presencia las familias del orden Díptera. Si bien la comunidad bentónica descrita no se encuentra exclusivamente conformada ni dominada por ellas, destaca que se mencionan familias con un bajo grado de tolerancia a la contaminación orgánica de las aguas, según la clasificación de Figueroa *et al*. (2003).

Finalmente, refiriéndose a la fauna íctica, Duarte *et al*. (1971) señalan la presencia de 10 especies nativas además de seis especies introducidas. DGA (2004) da cuenta de la presencia de al menos 15 especies de peces para la cuenca, de las cuales cinco son introducidas. Dentro de los estudios considerados en el marco de la elaboración de la NSCA para la cuenca del río Maipo, Quantitativa (2004) señala que las especies *Diplomystes chilensis, Mordacia lapicida, Geotria australis, Nematogenys inermis y Percichthys trucha* no han vuelto a ser colectadas por varios años, y que la distribución de las especies *Percichthys melanops, Trichomycterus areolatus* y *Percilia gillisi* se ha restringido significativamente dentro de la cuenca. GESAM Consultores (2006), indica la presencia de 8 especies nativas y además señala que varias de ellas no han sido colectadas por varios años, sin incluir a la familia a Dyplomystidae, condición que reafirma Muñoz-Ramírez *et al*. (2010), confirmando la extinción de la familia en esta cuenca. Finalmente, Zunino *et al*. (2009) también indica la presencia de 10 especies nativas para la cuenca del río Maipo, señalando sin embargo que las especies más abundantes en la zona estudiada corresponden a especies introducidas.

Estos resultados son coherentes con lo presentado por Habit *et al.* (2006), Vila & Habit (2015) y Link & Habit (2015). En consecuencia, a continuación, se listan en la Tabla N° 5.3: las especies de fauna íctica nativa descritas para la cuenca del río Maipo con el potencial de habitar los cauces involucrados en el área de estudio.

Tabla N° 5.3: Especies ícticas nativas potenciales de la Cuenca del Río Maipo.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Basilichthys australis	Pejerrey chileno	Vulnerable
Cheirodon pisciculus	Pocha	Vulnerable

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE CONSERVACIÓN
Diplomystes chilensis	Tollo de agua dulce	En Peligro - Rara
Galaxias maculatus	Puye	Vulnerable
Geotria australis	Lamprea de bolsa	Vulnerable
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce	En Peligro
Nematogenys inermis	Bagre grande	En Peligro
Percichthys melanops	Perca negra	Vulnerable
Percichthys trucha	Perca trucha	Casi Amenazada
Percilia gillissi	Carmelita,	En Peligro
Trichomycterus areolatus	Bagrecito	Vulnerable

Fuente: Categorías de conservación vigentes según RCE MMA.

5.1.4 Consideraciones sobre Cambio Climático

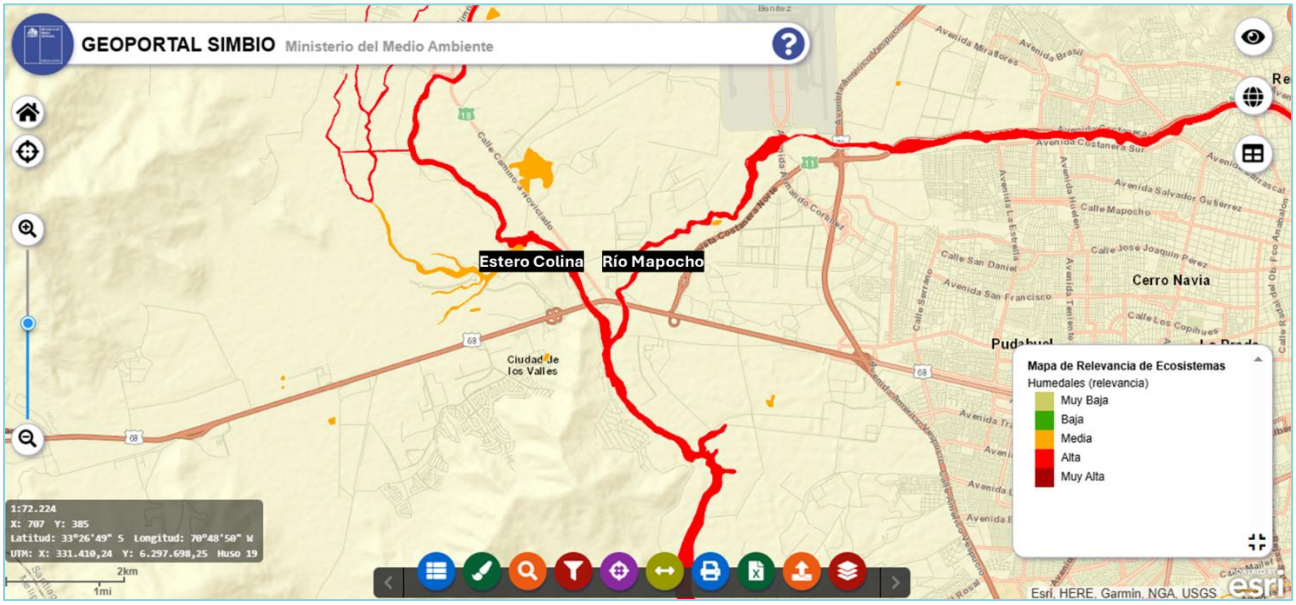
Considerando las recomendaciones de la “Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA” (SEA, 2024), conviene indicar que tanto el río Mapocho y el estero Puangue, y presumiblemente sus afluentes (aunque para ellos no necesariamente exista información específica), presentan un Riesgo Alto si consideramos las amenazas en torno a la falta de disponibilidad de agua a futuro. En efecto, utilizando la información contenida en el Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim), se observa que la mayoría de las comunas de las provincias de Talagante y Melipilla, donde se concentran los cursos fluviales naturales afectados por el Proyecto, presentan riesgos de sequías severas o muy severas en el futuro proyectado (escenario RCP8.5) para “sequías hidrológicas”, y riesgos moderados y altos para “Aprovechamiento de Agua Superficial en Riego.” Esto es coherente, además, con lo establecido en el Decreto MOP N° 161 de septiembre 2022, que indica que los tramos del río Mapocho y estero Puangue que se emplazan en las comunas de la Provincia de Talagante, constituyen Zonas de Escasez hídrica.

Por otro lado, según el Mapa de Relevancia de Ecosistemas Acuáticos disponible en el Geoportal SIMBIO (https://apps.mma.gob.cl/visorsimbio), muestra que los humedales del río Mapocho y el estero Colina, tanto por sus características actuales considerando variables físicas, químicas y biológicas, como por su riesgo futuro debido al cambio climático, presentan una relevancia Alta (rojo en la siguiente

Figura N° 5.1).

Evidenciando los riesgos de sequía y escasez hídrica como una amenaza real para estos cursos de agua y sus ecosistemas y hábitat asociados. La relevancia Alta de estos ecosistemas según SIMBIO, por ejemplo, refuerza la importancia de tomar en cuenta estos factores en la planificación y evaluación de obras o acciones que puedan afectarlos.

Figura N° 5.1: Mapa de relevancia de ecosistemas acuáticos



Fuente: Geoportal SIMBIO (https://apps.mma.gob.cl/visorsimbio).

5.2 Campaña terreno primavera 2025

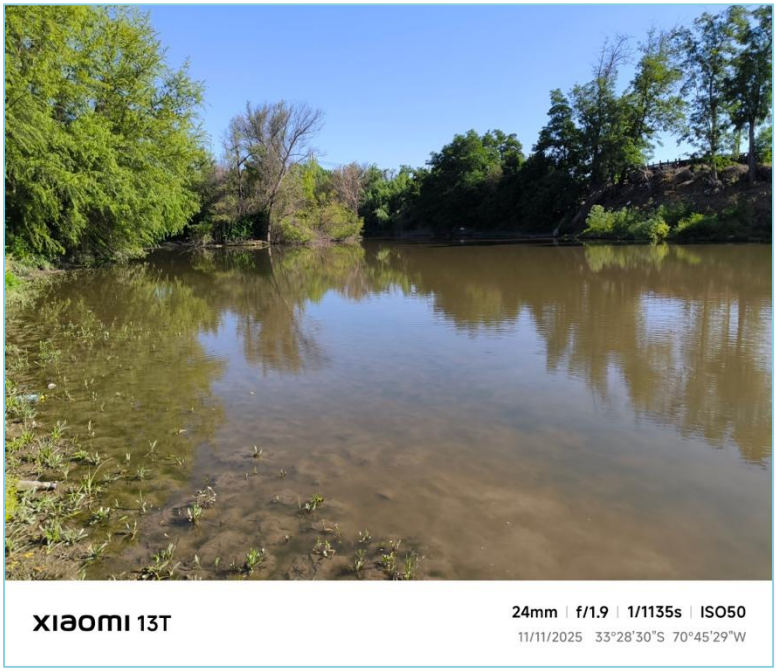
5.2.1 Caracterización del hábitat

5.2.1.1 Estación EAC-1 (Estero Colina)

Estación de muestreo ubicada en el estero Colina, que presentó un cauce con un caudal de 0,21 m/s, agua con 50% de transparencia, un ancho de 11 m y una profundidad de 40 cm, con un sustrato predominante de arenas finas (

Figura N° 5.2).

Figura N° 5.2: Estación de Muestreo EAC-1



Fuente: GAC.

5.2.1.2 Estación EAC-4 (Estero Colina)

Estación de muestreo ubicada en el estero Colina que presentó aguas con 50% de transparencia y un caudal de 0,25 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 10 m y una profundidad de 50 cm, con un sustrato donde predominaron las arenas finas (

Figura N° 5.3).

Figura N° 5.3: Estación de Muestreo EAC-4



Fuente: GAC.

5.2.1.3 Estación EAC-3 (Río Mapocho)

Estación de muestreo ubicada en el río Mapocho, que presentó aguas con 50% de transparencia y un caudal de 0,36 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 7 m y una profundidad de 35 cm, con un sustrato donde predominaron las arenas gruesas (

Figura N° 5.4).

Figura N° 5.4: Estación de muestreo EAC-2



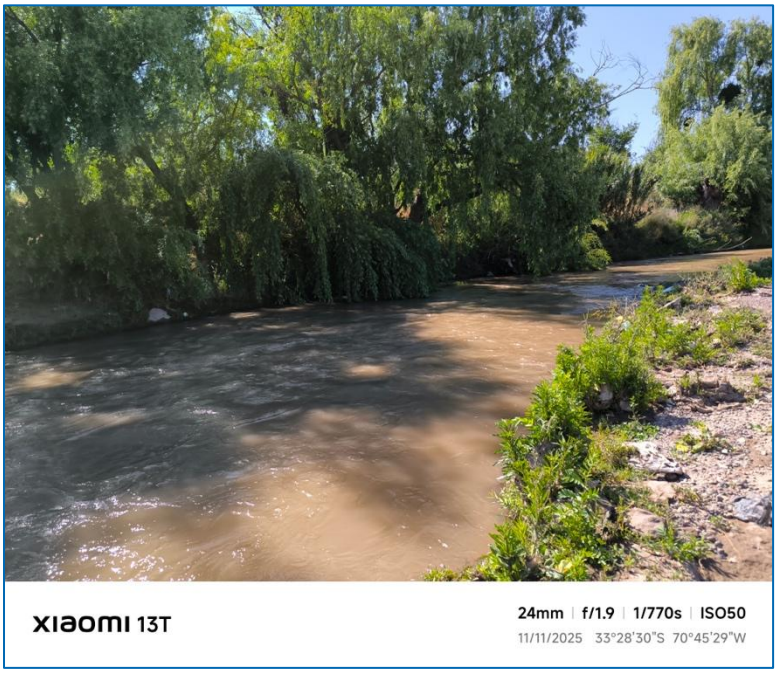
Fuente: GAC.

5.2.1.4 Estación EAC-3 (Río Mapocho)

Estación de muestreo ubicada en el río Mapocho, que presentó aguas turbias con 0% de transparencia y un caudal de 0,44 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 5 m y una profundidad de 90 cm, con un sustrato donde predominaron las arenas finas (

Figura N° 5.5).

Figura N° 5.5: Estación de muestreo EAC-3



Fuente: GAC.

5.2.2 Parámetros Físicos

Durante la campaña de terreno, la temperatura de la columna de agua fluctuó entre 9,7°C en la estación EAC-4 (río Mapocho) y 10,5°C en estación EAC-2 (estero Colina). Para el pH, la menor concentración se registró en la estación EAC-3 (río Mapocho) con 7,9 unidades de pH, mientras que en la estación EAC-1 (estero Colina) alcanzó 8,3 unidades de pH. La concentración de Oxígeno Disuelto varió entre los 5,2 mg/L en la estación EAC-1 (estero Colina) y 5,8 mg/L en la estación EAC-4 (río Mapocho). Finalmente, la conductividad Eléctrica, las concentraciones fluctuaron entre 10,17 µS/cm en estación EAC-4 en el río Mapocho y 1145 µS/cm en la estación EAC-1 ubicada en el estero Colina (

Tabla N° 5.4).

Tabla N° 5.4: Parámetros Físicos cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Temperatura (°C)	10,3	10,5	9,9	9,7	<30ºC
Oxígeno Disuelto (mg(/L)	5,2	5,3	5,7	5,8	>5 mg/L
pH (Unidades de pH)	8,3	8,25	7,9	8,1	<6,0 – 9,0
Conductividad (µS/cm)	1.145	1.143	1.015	1.017	< 750 µS/cm
TDS (mg/L)	806	760	634	656	2000 < 5000

Fuente: GAC.

5.2.3 Calidad del agua

5.2.3.1 Relación con la Norma Chilena Nº 1333

Los valores de temperatura registrados en el área de estudio se encontraron dentro de los límites establecidos NCh. 1.333 (requisitos del agua para recreación con contacto directo, estipulados en la Tabla N°3) utilizados como referencia, donde se establece un valor máximo de 30°C para aguas que puedan ser usadas con contacto directo. Para el caso de la concentración de Oxígeno disuelto, la misma norma en su Tabla Nº 4, que indica los requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática, establece como límite un valor mínimo de 5 mg/L. En base a lo anterior, las cuatro estaciones muestreadas durante esta campaña cumplirían con el requisito establecido en dicha norma. Los valores de pH en esta campaña cumplen con los límites establecidos de la Tabla Nº 4 de la NCh 1.333, la cual establece como requisito un rango desde los 6,0 hasta las 9,0 unidades de pH.

De acuerdo con lo estipulado en la Tabla Nº 2 de la NCh 1.333 (Clasificación de aguas para riego según su salinidad), la concentración de la conductividad eléctrica para las cuatro estaciones de muestreo se clasifica como "Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles", dado que las concentraciones cuantificadas en estas estaciones de muestreo fueron mayores a 750 µS/cm.

5.2.3.2 Macroelementos

En relación con los macroelementos cuantificados en el área de influencia, fue posible establecer que todos los parámetros indicados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia, a excepción de la concentración de Sodio Porcentual, en las estaciones EAC-1, EAC-4 ubicadas en el estero Colina y la estación EAC-2 del río Mapocho (Tabla N° 5.5). Para los parámetros Potasio, Magnesio, Sodio y Fluoruro, no aplicaría la Norma Chilena NCh 1.333, ya que esta no los incluye. Sin perjuicio de lo anterior, estos parámetros han sido comparado con literatura internacional u otras normas que podrían ser usadas como referencia (*e.g.* México, Costa Rica, España y la NCh 409). En base a lo anterior, todas las concentraciones cuantificadas cumplirían los requisitos establecidos en la literatura revisada y comparada. Los resultados de los análisis de laboratorio se adjuntan en el Apéndice 3-13.2.

Tabla N° 5.5: Concentración de Macroelementos cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Cloruros (mg/L)	149	133	147	136	<200
Sulfatos (mg(/L)	199,8	192,1	186,2	209,6	<250
Sodio (%)	43,27	35,69	43,08	34,57	<35
Cianuro (mg/L)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,2
Calcio (mg/L)	79,8	112	101	114	<100*
Potasio (mg/L)	8,87	3,11	11,1	2,78	<20**
Magnesio (mg/L)	12,8	12,8	15,6	12,4	125*
Sodio (mg/L)	92,3	85,8	115	82,4	1-300*
Fluoruro (mg/L)	0,18	0,2	0,18	0,18	<1,5***

Valores en color rojo indica concentraciones sobre lo establecido en la NCh 1.333.

*Zamora J. 2009. Parámetros fisicoquímicos de dureza Total en Calcio y Magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las asociaciones administrativas del Acueducto. Rev. Pensamiento Actual. Universidad de Costa Rica. Vol 9 (12-13).

** NCh 409 (Norma Chilena Agua Potable)

*** OMS. 2006. Guías para la Calidad del Agua Potable.

Fuente: GAC.

5.2.3.3 Metales

La concentración de los metales, establecidos específicamente en la Tabla 1 de la NCh 1.333 (Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego), mostró que sólo la concentración de Molibdeno en la estación EAC-1 sobrepasó el límite establecido (0,01 mg/L). El resto de los parámetros cumplieron con los requisitos establecidos (

Tabla N° 5.6).

Tabla N° 5.6: Concentraciones de metales cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4	
Cromo (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,1
Cadmio (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01
Cobre(mg/l)	0,017	0,023	0,126	< 0,005	0,2
Mercurio (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
Plomo (mg/l)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	5
Hierro (mg/l)	0,179	1,07	1,72	< 0,020	5
Boro (mg/l)	0,199	0,224	0,196	0,206	0,75
Manganeso (mg/l)	0,02	0,173	0,123	< 0,002	0,2
Molibdeno(mg/l)	0,037	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01
Aluminio (mg/l)	0,128	0,899	0,936	< 0,020	5
Arsénico (mg/l)	0,0048	0,0155	0,0223	0,0083	0,1
Bario (mg/l)	0,024	0,029	0,026	0,021	4
Berilio (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,1
Cinc (mg/l)	0,017	0,047	0,055	< 0,010	2
Cobalto (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
Litio cítrico (mg/l)	0,023	0,029	0,037	0,04	2,5
Níquel (mg/l)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,2
Plata (mg/l)	< 0,002	0,003	0,003	0,003	0,2
Vanadio (mg/l)	0,006	0,009	< 0,005	< 0,005	0,1

Valores en color rojo indica concentraciones sobre lo establecido en la NCh 1.333

Fuente: GAC.

5.2.3.4 Otros Elementos

Los parámetros Alcalinidad, Aceites y Grasas Emulsificadas y Flotantes, cumplieron con los requisitos establecido en NCh 1.333. Mientras que, la concentración de la Razón de Adsorción de Sodio (RAS) cumple con los requisitos establecidos en la norma y de la Guía CONAMA utilizada como referencia, en las estaciones de muestreo del río Mapocho, ya que en el estero Colina supera esta normativa. Finalmente, para el caso de la concentración de

Coliformes Fecales, todas las estaciones cumplirían con el requisito establecido en la norma de referencia (Tabla N° 5.7).

Tabla N° 5.7: Concentración de elementos cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Alcalinidad (mg/L)	129	127	82,7	83,8	>20
RAS (-)	2,53	2,81	1,96	2,05	<2,4*
Aceites y Grasas (mg//L)	< 5	< 5	< 5	< 5	<5
Turbiedad UNT	55	40	60	70	<50
Colif. Fecales (NMP/100 ml)	110	33	< 1,8	7,8	<1000

*Valor establecido de acuerdo con lo establecido en la Tabla Nº 1 “Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”.

Fuente: GAC.

5.2.4 Relación con la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Río Maipo

De todos los valores listados, ninguno sobrepasó la normativa de la NSCA del Maipo (Tabla N° 5.8).

Tabla N° 5.8:. Comparación de los parámetros de la NSCA Río Maipo con los valores registrados en las estaciones de muestreo.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MP-2	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
Oxígeno disuelto	mg/l	6	5,2	5,3	5,7	5,8
Cond. eléctrica	µS/cm	1.600	1.145	1.143	1.015	10,17
pH	unidad	6,5 – 8,5	8,3	8,25	7,9	8,1
Sulfato	mg/l	380	199,8	186,2	209,6	192,1
Cloruro	mg/l	240	149	147	136	133
Nitrato	mg/l	10	1,34	1,62	0,84	0,94
Ortofosfato	mg/l	2,5	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Plomo disuelto	mg/l	0,007	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
níquel disuelto	mg/l	0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Zinc disuelto	mg/l	0,03	0,02	0,027	0,024	0,026
Cromo total	mg/l	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Fuente: GAC.

5.2.5 Sedimentos

5.2.5.1 Materia Orgánica Total (MOT) – Carbono Orgánico Total (COT)

En relación con los elementos orgánicos presentes en las estaciones de muestreo del área de influencia, es posible señalar que la máxima concentración de Materia Orgánica Total (MOT) se cuantificó en la estación EAC-2 con 54.143 mg/kg, mientras que en la estación EAC-3 se registró un valor de 6.705 mg/kg, ambas ubicadas en el río Mapocho. El Carbono Orgánico Total (COT), registró la máxima concentración fue de 22.715 mg/kg en la estación EAC-1 (estero Colina), mientras que en la estación EAC-3 (río Mapocho) se cuantificaron 3.805 mg/kg (Tabla N° 5.9).

Tabla N° 5.9: Concentración de COT y MOT cuantificados en los sedimentos en el área de estudio

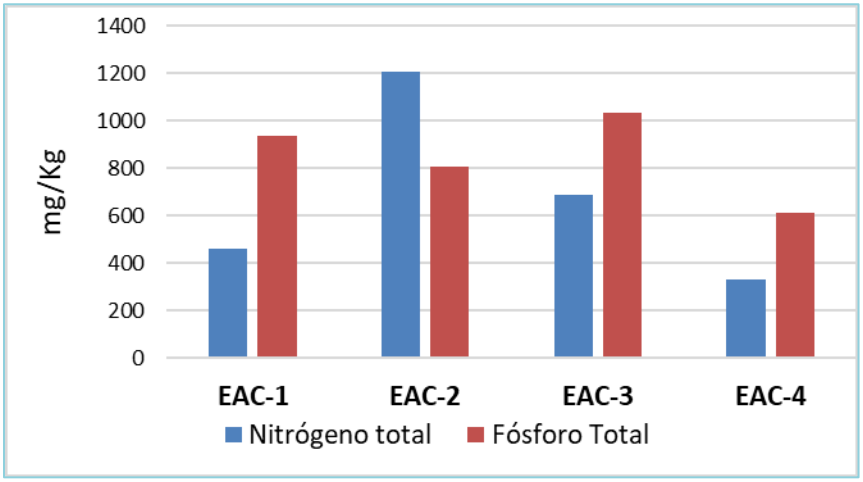
Cauce	Estación	Carbono orgánico total (mg/kg)	Materia orgánica (mg/kg)
Estero Colina	EAC-1	22.715	29.835
	EAC-4	4.206	17.449
Río Mapocho	EAC-2	15.667	54.143
	EAC-3	3.805	6.705

Fuente: GAC.

5.2.5.2 Nutrientes

La concentración de Nitrógeno total alcanzó un valor máximo de 1.205 mg/kg en la estación EAC-2 (estero Colina), y un valor mínimo de 333 mg/kg en la estación EAC-4 (río Mapocho). Para la concentración de Fósforo Total, la mayor concentración se registró en EAC-3 con 1.032 mg/kg), mientras que el menor valor se registró en la estación EAC-4 un valor de 615 mg/kg ambos casos en el río Mapocho (Figura N° 5.6).

Figura N° 5.6: Concentración de Nitrógeno y Fósforo Total en las cuatro estaciones de muestreo



Fuente: GAC.

5.2.5.3 Composición Granulométrica

La composición granulométrica de las estaciones de muestreo se caracterizó por ser del tipo "Arenas Finas" en las estaciones EAC-1, EAC-2 y EAC-3, mientras que en la estación EAC-4 se caracterizó por la presencia de un sustrato del tipo "Grava" (Tabla N° 5.10).

Tabla N° 5.10: Composición Granulométrica registrada en las estaciones de muestreo.

Estación	Limo	Arenas Muy Finas	Arenas Finas	Arenas Medias	Arenas Gruesas	Arenas Muy Gruesas	Grava
	< 63 µm (%)	63 µm (%)	125 µm (%)	212 µm (%)	500 µm (%)	1 mm (%)	2 mm (%)
EAC-1	0,33	8,06	35,74	18,25	13,68	13,70	10,24
EAC-2	0,30	8,59	36,50	18,61	13,92	10,83	11,25
EAC-3	0,29	7,69	38,59	17,82	13,40	12,10	10,11
EAC-4	0,47	1,32	1,61	6,75	13,57	11,92	64,37

Valores en color rojo, indica fracción predominante en cada estación de muestreo

Fuente: GAC.

5.2.6 Caracterización de la Biota Acuática

5.2.6.1 Ictiofauna

Durante la campaña de terreno, se registró la presencia de 4 especies de ictiofauna. Una especie nativa conocida como Bagrecito (*Trichomycterus areolatus*) catalogada en estado Vulnerable (D.S. 51/2008) registrada solo en el río Mapocho y tres especies de origen introducidas como se puede ver en la Tabla N° 5.11.

Tabla N° 5.11: Estado de Conservación de la ictiofauna registrada

Especie	Nombre común	Origen	Estado de Conservación
Trichomycterus areolatus	Bagre	Nativo	Vulnerable (D.S. 51/2008)
Gambusia holbrooki	Pez Mosquito	Introducido	-
Cnesterodon decemmaculatus	Madrecita	Introducido	-
Jenynsia multidentata	10 manchas	Introducido	-

Fuente: GAC.

A continuación, se presentan registros fotográficos de las especies registradas durante la campaña de terreno.

Figura N° 5.7: Registro fotográfico de *Trichomycterus areolatus*



Fuente: GAC.

Figura N° 5.8: Registro fotográfico de *Gambusia holbrooki*



Fuente: GAC.

Figura N° 5.9: Registro fotográfico de *Cnesterodon decemmaculatus*



Fuente: GAC.

Figura N° 5.10: Registro fotográfico de *Jenynsia multidentata*



Fuente: GAC.

Con relación a la abundancia, expresada como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), se registró un total de 24 individuos. En términos de abundancia, la especie nativa *T. areolatus* registró 5 individuos solo en la estación EAC-2 (río Mapocho), mientras que en EAC-3 se registraron solo 2 individuos de *G. holbrooki*. En términos espaciales, en la estación EAC-1 y EAC-4 (estero Colina) se registró solo la presencia de las 3 especies introducidas, con abundancias 10 y 7 peces en total como se puede ver en la Tabla N° 5.12.

Tabla N° 5.12: Composición y abundancia de Ictiofauna en las estaciones de muestreo.

Especie	Estero Colina		Río Mapocho		Total
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
T. areolatus	-	-	5	-	5
G. holbrooki	4	4	-	2	10
C. decemmaculatus	3	1	-	-	4
J. multidentata	3	2	-	-	5
Total	10	7	5	2	24

Fuente: GAC.

Para cada uno de los individuos retenidos (y luego devueltos vivos al cauce) encontrados en las estaciones descritas, se obtuvieron los parámetros morfológicos y se calculó en factor de condición de los peces, con valores que variaron entre 0,87 (*T. areolatus)* y 1,2 (*G. holbrooki)* tal como se describe en la Tabla N° 5.13.

Tabla N° 5.13: Parámetros morfométricos y factor de condicione de los peces registrados en las estaciones de muestreo.

Estación	Especie	Biomasa (g)	Longitud (cm)	Kc Promedio
EAC-1	*G. holbrooki*	0,41	3,4	0,99
	C. decemmaculatus	0,52	3,1	1,15
	J. multidentata	0,34	2,7	1,15
EAC-4	*G. holbrooki*	0,4	3,5	1,02
	C. decemmaculatus	0,51	3,2	1,11
	J. multidentata	0,43	2,8	1,18

Estación	Especie	Biomasa (g)	Longitud (cm)	Kc Promedio
EAC-2	*T. areolatus*	5,3	9,3	0,87
EAC-3	*G. holbrooki*	0,55	1,8	1,2

Fuente: GAC.

5.2.6.2 Fitobentos

Se registró la presencia de 48 taxones de células fitobentónicas en total. Destacando en abundancia *Melosira varians* con una abundancia promedio de 24,73 cel/cm^2 en la estación EAC-2 (Rio Mapocho). En términos espaciales, la estación EAC-3 registró un total de 36 taxa, mientras que en las estaciones EAC-1 y EAC-4 se registró un total de 26 taxa (Tabla N° 5.14).

Tabla N° 5.14: Composición y abundancia (Cel/cm^2) de células fitobentónicas registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	0,31	1,03	0,54	0,15
	Aulacoseira granulata	0,15	0,60	0,28	0,30
	Caloneis amphisbaena	0,05	-	0,10	0,10
	Cavinula cocconeiformis	-	0,05	-	-
	Cocconeis placentula	0,05	0,10	0,08	0,10
	Craticula sp.	-	0,50	-	-
	Cyclotella meneghiniana	-	0,03	-	-
	Cymatopleura solea	0,05	-	-	-
	Cymbopleura naviculiformis	-	-	-	0,15
	Diatoma vulgaris	-	-	0,15	13,75
	Ephitemia turgida	0,03	-	0,31	1,41
	Eunotia paludosa	1,03	0,31	0,28	0,10
	Fragilaria acus	8,95	10,32	3,40	3,25
	Fragilaria rumpens	0,15	7,50	0,05	0,25
	Fragilaria sp.	1,50	1,31	-	0,50
	Fragilariforma virescens	3,33	2,31	1,25	8,31
	Frustulia saxonica	2,95	2,31	0,63	1,35
	Gomphoneis minuta	-	-	0,15	0,10
	Gomphonema angustatum	-	-	0,08	-
	Hannaea arcus	-	0,05	-	0,03
	Karayevia clevei	0,31	-	-	0,15
	Melosira varians	2,63	2,12	24,73	17,31
	Navicula angusta	-	-	1,68	0,40
	Navicula cryptocephala	2,03	4,23	7,88	11,41

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
	Navicula viridula	1,05	0,65	1,38	1,75
	Navicula sp.	-	-	0,70	-
	Neidium affine	-	-	-	0,03
	Nitzschia linearis	-	0,05	-	0,30
	Nitzschia sigmoidea	2,45	0,95	0,03	1,15
	Rhophalodia gibba	-	-	-	0,05
	Stauroneis sp.	-	-	-	0,35
	Surirella ovalis	-	0,35	-	0,05
	Pantocsekiella ocellata	-	-	1,03	-
	Pinnularia viridis	0,05	0,05	-	0,10
	Pleurosigma spencerii	1,05	0,73	1,10	1,75
	Ulnaria ulna	10,20	2,04	1,33	2,25
Charophyta	*Closterium lunula*	-	0,05	0,13	0,05
	Mougeotia sp.	-	-	-	0,40
	Pleurotaenium sp.	-	-	0,15	-
	Spirogyra sp.	-	0,35	-	0,60
	Staurastrum paradoxum	0,03	-	-	-
Cryptophyta	*Rhodomonas lacustris*	0,15	-	0,98	-
Cyanophyta	*Oscillatoria* sp.	10,31	14,31	5,51	2,65
	Spirulina major	-	-	-	0,53
Chlorophyta	*Ulothrix* sp.	1,03	1,54	2,66	8,51
Euglenophyta	*Euglena viridis*	-	-	0,05	-
Ciliophora	*Paramecium* sp.	0,05	-	-	0,43
	Vorticella sp.	1,05	-	-	-
	Riqueza (S´)	26	26	28	36
	Diversidad (H´)	2,38	2,35	2,09	2,45

Fuente: GAC.

5.2.6.3 Fitoplancton

Durante la campaña de terreno se registró la presencia 39 taxones de células planctónicas, asociada a la columna de agua. El género de mayor abundancia y representatividad correspondió a *Ulnaria ulna* con 28,20 Cel/mL en la estación EAC-1 (estero Colina). En términos espaciales en la estación EAC-2 se registró un total de 15 taxones, mientras que en la estación EAC-4 se registró un total de 21 taxa (Tabla N° 5.15).

Tabla N° 5.15: Composición y abundancia (Cel/ml) de células fitoplanctónicas registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
Bacillariophyta	*Achnanthidium minutissimum*	-	-	1,03	0,97
	Aulacoseira granulata	-	0,31	2,31	-

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
	Caloneis amphisbaena	24,44	5,88	8,42	8,16
	Cocconeis placentula	-	-	4,21	-
	Cyclotella meneghiniana	-	-	-	16,33
	Cymatopleura solea	3,76	-	-	-
	Cymbella cistula	-	5,88	-	-
	Denticula elegans	-	1,35	25,26	16,33
	Diatoma vulgare	1,88	-	16,84	-
	Encyonema minutum	1,88	5,88	-	0,31
	Ephitemia turgida	-	-	-	1,31
	Eunotia paludosa	-	1,64	-	-
	Fragilaria acus	5,64	2,31	1,03	-
	Fragilaria rumpens	10,31	7,31	4,21	-
	Fragilaria sp.	1,88	11,76	37,89	10,31
	Fragilariforma virescens	3,31	5,88	1,31	8,31
	Frustulia saxonica	9,40	6,31	8,42	-
	Gomphoneis minuta	-	-	16,84	32,65
	Gomphonema angustatum	3,76	-	-	-
	Karayevia clevei	3,76	-	4,21	16,33
	Melosira varians	3,76	2,65	1,03	0,84
	Navicula angusta	5,64	-	1,26	-
	Navicula cryptocephala	1,03	2,03	0,64	3,31
	Navicula viridula	-	11,76	4,64	5,04
	Navicula sp.	2,04	-	7,31	-
	Nitzschia acicularis	2,31	-	4,21	-
	Nitzschia linearis	5,64	-	-	-
	Nitzschia sigmoidea	3,03	1,88	0,88	1,31
	Rhophalodia gibba	-	0,31	-	-
	Surirella ovalis	3,76	2,03	21,05	1,03
	Pinnularia viridis	-	5,88	-	-
	Pleurosigma spencerii	1,93	3,53	8,42	3,93
	Ulnaria ulna	28,20	11,76	12,63	8,16
Charophyta	*Closterium acutum*	3,76	-	-	-
Cyanophyta	*Anabaena sp.*	-	-	-	3,54
	Oscillatoria sp.	8,31	1,04	9,31	2,54
Chlorophyta	*Ulothrix sp.*	-	-	-	2,03
Euglenophyta	*Euglena viridis*	-	-	2,47	0,31
Ciliophora	*Paramecium sp.*	-	-	-	0,31
	Riqueza (S´)	23	21	25	22
	Diversidad (H´)	2,71	2,74	2,72	2,51

Fuente: GAC.

5.2.6.4 Macroinvertebrados

La composición de la comunidad zoobentónica estuvo representada por la presencia de 8 taxa en total, en donde destaca en abundancia y representatividad, la familia *Chironomidae*, presente en todas las estaciones de muestreos, con una abundancia máxima promedio de 133,33 ind/m^2 en la estación EAC-2 (río Mapocho) En términos espaciales, en la estación EAC-4 (estero Colina) y EAC-2 (río Mapocho) se registró la presencia de solo 3 taxa, mientras que en la estación EAC-1 (estero Colina) y EAC-3 (río Mapocho) se registraron 5 taxa respectivamente (Tabla N° 5.16).

Tabla N° 5.16: Composición y abundancia (Ind/m^2) de Macroinvertebrados registradas en las estaciones de muestreo.

Phyllum	Grupo/taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
Annelida	*Oligochaeta*	22,2	11,1	-	33,3
Nematomorpha	*Nematomorpha*	-	-	-	11,11
Insecta	Larva *Ceratopogonidae*	-	-	-	11,11
	Larva *Chironomidae*	33,33	122,22	133,33	55,56
Collembola	*Hypogastruridae*	33,33	-	-	11,1
	Isotomidae	11,11	-	11,11	-
	Sminthuridae	-	-	22,22	-
Copepoda	*Cyclopidae*	11,11	11,1	-	-
	Riqueza (S´)	5	3	3	5
	Diversidad (H´)	1,5	0,53	0,62	1,36

Fuente: GAC.

5.2.6.5 Zooplancton

El Zooplancton, registró una baja riqueza (3 taxa en total), destacando principalmente larvas de insectos (*Chironomidae*), los cuales fueron capturados a la deriva y/o por arrastre de la corriente al momento del muestreo en las estaciones EAC-1 y EAC-4 de estero Colina, mientras que en el río Mapocho en las estaciones EAC-2 y EAC-3 no se registraron larvas de insecto y solo estuvieron presentes en baja abundancia los ostrácodos y anfípodos (Tabla N° 5.17).

Tabla N° 5.17: Composición y abundancia de zooplancton (Ind/L) registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Clase/Orden	Grupo/taxa	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
Insecta	Diptera	*Chironomidae* Larva	0,025	0,075	-	-
Crustacea	Amphipoda	*Hyalella* sp.	-	-	0,05	0,025
Crustacea	Ostracoda	*Cyprididae*	-	0,15	0,1	-
		Riqueza (S´)	1	2	2	1
		Diversidad (H´)	0	0,63	0,63	0

Fuente: GAC

5.2.6.6 Macrófitas

Se registró la presencia de 2 especies de macrófitas. La presencia de *Verónica aquatica* se registró en las estaciones del río Mapocho (EAC-2 y EAC-3), mientras que en las estaciones del estero Colina se registró la presencia de *Nasturtium officinale* (Tabla N° 5.18).

Tabla N° 5.18: Presencia de Macrófitas registradas en las estaciones de muestreo.

Especie	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3
Veronica aquatica	-	-	X	X
Nasturtium officinale	X	X	-	-

Fuente: GAC.

5.3 Campaña terreno invierno 2026

5.3.1 Caracterización del hábitat

5.3.1.1 Estación EAC-1 (Estero Colina)

Estación de muestreo ubicada en el estero Colina, que presentó un ancho de 10 m y una profundidad de 40 cm, aguas turbias con 0% de transparencia, con un sustrato predominante de fango.

Figura N° 5.11: Estación de Muestreo EAC-1



Fuente: GAC.

5.3.1.2 Estación EAC-2 (Río Mapocho)

Estación de muestreo ubicada en el Río Mapocho que presentó aguas turbias con 0% de transparencia y un caudal de 0,2 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 8 m y una profundidad de 30 cm, con un sustrato donde predominaron las arenas gruesas y fango.

Figura N° 5.12: Estación de Muestreo EAC-2



Fuente: GAC.

5.3.1.3 Estación EAC-3 (Río Mapocho)

Estación de muestreo ubicada en el río Mapocho, que presentó aguas turbias con 0% de transparencia y un caudal de 0,2 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 8 m y una profundidad de 45 cm, con un sustrato donde predominó fango.

Figura N° 5.13: Estación de muestreo EAC-3



Fuente: GAC.

5.3.1.4 Estación EAC-4 (estero Colina)

Estación de muestreo ubicada en el río estero Colina, que presentó aguas turbias con 0% de transparencia y un caudal de 0,1 m/s. El ancho del cauce fue registrado en 10 m y una profundidad de 30 cm, con un sustrato donde predó fango.

Figura N° 5.14: Estación de muestreo EAC-4



Fuente: GAC.

5.3.2 Parámetros Físicos

Durante la campaña de terreno, la temperatura de la columna de agua fluctuó entre 9,6°C en la estación EAC-2 (río Mapocho) y 9,8°C en estación EAC-3 y EAC-4. Para el pH, la menor concentración se registró en la estación EAC-2 (río Mapocho) con 6,9 unidades de pH, mientras que en la estación EAC-4 (estero Colina) alcanzó 7,2 unidades de pH. La concentración de Oxígeno Disuelto varió entre los 5,2 mg/L en la estación EAC-1 y EAC-4 (estero Colina) y 5,8 mg/L en la estación EAC-2 (río Mapocho). Finalmente, la conductividad Eléctrica, las concentraciones fluctuaron entre 1180 µS/cm en estación EAC-1 en estero Colina y 1241 µS/cm en la estación EAC-2 ubicada en el Río Mapocho.

Tabla N° 5.19: Parámetros Físicos cuantificados en las estaciones de muestreo.

	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
Parámetro	**EAC-1**	**EAC-4**	**EAC-2**	**EAC-3**	
Temperatura (°C)	9,7	9,8	9,6	9,8	<30ºC
Oxígeno Disuelto (mg(/L)	5,2	5,2	5,8	5,4	>5 mg/L
pH (Unidades de pH)	7,1	7,2	6,9	6,91	<6,0 – 9,0
Conductividad (µS/cm)	1180	1190	1241	1210	< 750 µS/cm
TDS (mg/L)	806	712	748	778	2000 < 5000

Fuente: GAC.

5.3.3 Calidad del agua

5.3.3.1 Relación con la Norma Chilena Nº 1333

Los valores de temperatura registrados en el área de estudio se encontraron dentro de los límites establecidos NCh. 1.333 (requisitos del agua para recreación con contacto directo, estipulados en la Tabla N°3) utilizados como referencia, donde se establece un valor máximo de 30°C para aguas que puedan ser usadas con contacto directo. Para el caso de la concentración de Oxígeno disuelto, la misma norma en su Tabla Nº 4, que indica los requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática, establece como límite un valor mínimo de 5 mg/L. En base a lo anterior, las cuatro estaciones muestreadas durante esta campaña cumplirían con el requisito establecido en dicha norma. Los valores de pH en esta campaña cumplen con los límites establecidos de la Tabla Nº 4 de la NCh 1.333, la cual establece como requisito un rango desde los 6,0 hasta las 9,0 unidades de pH.

De acuerdo con lo estipulado en la Tabla Nº 2 de la NCh 1.333 (Clasificación de aguas para riego según su salinidad), la concentración de la conductividad eléctrica para las cuatro estaciones de muestreo se clasifica como “Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles”, dado que las concentraciones cuantificadas en estas estaciones de muestreo fueron mayores a 750 µS/cm.

5.3.3.2 Macroelementos

En relación con los macroelementos cuantificados en el área de influencia, fue posible establecer que todos los parámetros indicados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia, a excepción de la concentración de Sodio Porcentual, en las estaciones EAC-1, EAC-4 ubicadas en el estero Colina y la estación EAC-2 y EAC-3 del río Mapocho (Tabla Nº 5.20). Para los parámetros Potasio, Magnesio, Sodio y Fluoruro, no aplicaría la Norma Chilena NCh 1.333, ya que esta no los incluye. Sin perjuicio de lo anterior, estos parámetros han sido comparado con literatura internacional u otras normas que podrían ser usadas como referencia (*e.g.* México, Costa Rica, España y la NCh 409). En base a lo anterior, todas las concentraciones cuantificadas cumplirían los requisitos establecidos en la literatura revisada y comparada. Los resultados de los análisis de laboratorio se adjuntan en el 3-13.2.

Tabla N° 5.20: Concentración de Macroelementos cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Cloruros (mg/L)	163	164	181	183	<200
Sulfatos (mg(/L)	180	182	204	211	<250
Sodio (%)	44,29	43,87	41,41	41,78	<35
Cianuro (mg/L)	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	<0,2
Calcio (mg/L)	114	83,4	132	133	<100*
Potasio (mg/L)	11	8,18	4,1	3,93	<20**
Magnesio (mg/L)	18,5	13,4	16,6	16,8	125*
Sodio (mg/L)	137	98,4	131	134	1-300*
Fluoruro (mg/L)	0,12	0,13	0,18	0,15	<1,5***

Valores en color rojo indica concentraciones sobre lo establecido en la NCh 1.333.

*Zamora J. 2009. Parámetros fisicoquímicos de dureza Total en Calcio y Magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las asociaciones administrativas del Acueducto. Rev. Pensamiento Actual. Universidad de Costa Rica. Vol 9 (12-13).

** NCh 409 (Norma Chilena Agua Potable)

*** OMS. 2006. Guías para la Calidad del Agua Potable.

Fuente: GAC.

5.3.3.3 Metales

La concentración de los metales, establecidos específicamente en la Tabla 1 de la NCh 1.333 (Concentraciones máximas de elementos químicos en agua para riego), mostró que las concentraciones de Hierro, Manganeso, Molibdeno y Aluminio en la estación EAC-1 sobrepasó el límite establecido, mientras que en la estación EAC-4 la concentración de Manganeso sobrepasó el límite establecido. Para las estaciones del Río Mapocho los parámetros cumplieron con los requisitos establecidos (Tabla Nº 5.21).

Tabla N° 5.21: Concentraciones de metales cuantificados en las estaciones de muestreo.

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Cromo (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,1
Cadmio (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,01

Parámetro	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Cobre(mg/l)	0,049	0,045	0,101	0,074	0,2
Mercurio (mg/l)	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,001
Plomo (mg/l)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	5
Hierro (mg/l)	5,42	3,81	2,52	2,52	5
Boro (mg/l)	0,19	0,142	0,276	0,271	0,75
Manganeso (mg/l)	0,281	0,244	0,159	0,17	0,2
Molibdeno(mg/l)	0,013	0,006	< 0,005	0,007	0,01
Aluminio (mg/l)	6,61	4,51	1,4	1,36	5
Arsénico (mg/l)	0,006	0,005	0,0162	0,0157	0,1
Bario (mg/l)	0,041	0,031	0,033	0,032	4
Berilio (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,1
Cinc (mg/l)	0,02	0,019	0,039	0,018	2
Cobalto (mg/l)	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
Litio cítrico (mg/l)	0,025	0,02	0,044	0,046	2,5
Níquel (mg/l)	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,2
Plata (mg/l)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,2
Vanadio (mg/l)	0,014	0,01	< 0,005	< 0,005	0,1

Valores en color rojo indica concentraciones sobre lo establecido en la NCh 1.333

Fuente: GAC.

5.3.3.4 Otros Elementos

Los parámetros Alcalinidad, Aceites y Grasas Emulsificadas y Flotantes, cumplieron con los requisitos establecido en NCh 1.333. Mientras que, en las estaciones de muestreo del río Mapocho y estero Colina, la concentración de la Razón de Adsorción de Sodio (RAS) no cumple con los requisitos establecidos en la norma y de la Guía CONAMA utilizada como referencia. Finalmente, para el caso de la concentración de Coliformes Fecales, casi todas las estaciones cumplirían con el requisito establecido en la norma de referencia, con excepción de la estación EAC-1 en estero Colina (Tabla Nº 5.22).

Tabla N° 5.22: Concentración de elementos cuantificados en las estaciones de muestreo.

	Estero Colina		Río Mapocho		Límites NCh 1333
Parámetro	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Alcalinidad (mg/L)	123	125	92,6	96	>20
RAS (-)	3,14	2,64	2,86	2,91	<2,4*
Aceites y Grasas (mg//L)	< 5	< 5	< 5	< 5	<5
Turbiedad UNT	95	100	< 0,5	55	<50
Colif. Fecales (NMP/100 ml)	1300	23	790	260	<1000

*Valor establecido de acuerdo con lo establecido en la Tabla Nº 1 “Guía CONAMA para el establecimiento de las normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y marinas”.

Fuente: GAC.

5.3.4 Relación con la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Río Maipo

De todos los parámetros medidos, en ninguna estación se sobrepasó la normativa de la NSCA del Maipo (Tabla Nº 5.23).

Tabla N° 5.23:. Comparación de los parámetros de la NSCA Río Maipo con los valores registrados en las estaciones de muestreo.

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE MP-2	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
Oxígeno disuelto	mg/l	6	5,2	5,8	5,4	5,2
Cond. eléctrica	µS/cm	1.600	1.180	1.241	1.210	1190
pH	unidad	6,5 – 8,5	7,1	6,9	6,91	7,2
Sulfato	mg/l	380	180	204	211	182
Cloruro	mg/l	240	163	181	183	164
Nitrato	mg/l	10	2,1	1	1	2
Ortofosfato	mg/l	2,5	0,43	0,41	< 0,2	0,82
Plomo disuelto	mg/l	0,007	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Níquel disuelto	mg/l	0,02	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Zinc disuelto	mg/l	0,03	0,016	0,023	0,017	0,018
Cromo total	mg/l	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Fuente: GAC.

5.3.5 Sedimentos

5.3.5.1 Materia Orgánica Total (MOT) – Carbono Orgánico Total (COT)

En relación con los elementos orgánicos presentes en las estaciones de muestreo del área de influencia, es posible señalar que la máxima concentración de Materia Orgánica Total (MOT) se cuantificó en la estación EAC-4 con 14.614 mg/kg, ubicada en estero Colina, mientras que en la estación EAC-2 se registró un valor de 4.693 mg/kg, ubicada en el río Mapocho. El Carbono Orgánico Total (COT), registró valores inferiores al límite de detección del método de medición (Tabla Nº 5.24).

Tabla N° 5.24: Concentración de COT y MOT cuantificados en los sedimentos en el área de estudio

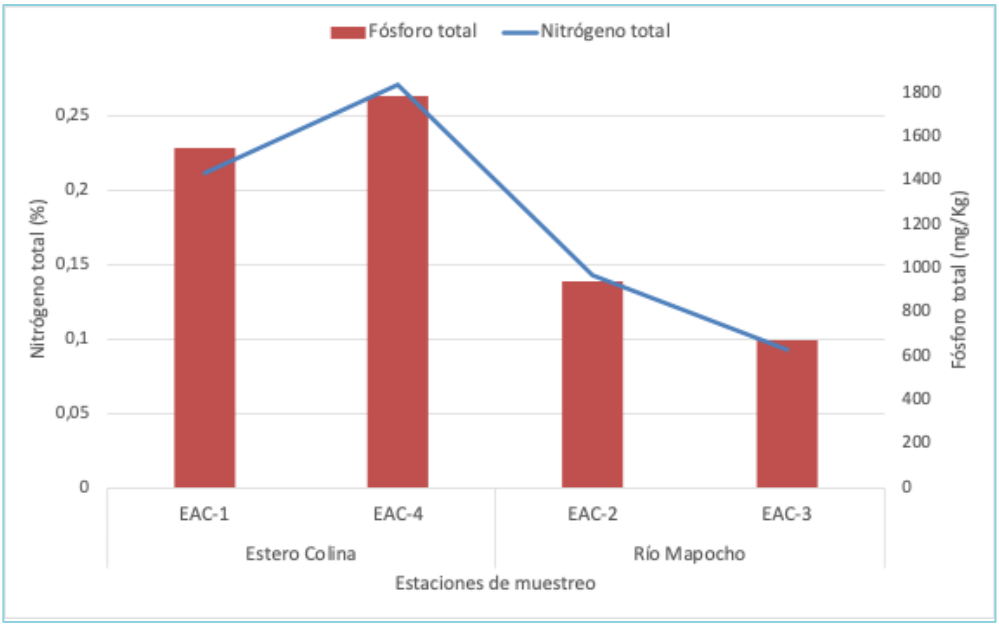
Cauce	Estación	Carbono orgánico total (mg/kg)	Materia orgánica (mg/kg)
Estero Colina	EAC-1	< 500	10539
	EAC-4	< 500	14614
Río Mapocho	EAC-2	< 500	4693
	EAC-3	< 500	5454

Fuente: GAC.

5.3.5.2 Nutrientes

La concentración de Nitrógeno total alcanzó un valor máximo de 0,271 % en la estación EAC-4 (estero Colina), y un valor mínimo de 0,093 %en la estación EAC-3 (río Mapocho). Para la concentración de Fósforo Total, la mayor concentración se registró en EAC-4 con 1.786 mg/kg en estero Colina, mientras que el menor valor se registró en la estación EAC-3 un valor de 675 mg/kg en el río Mapocho (Figura Nº 5.15).

Figura N° 5.15: Concentración de Nitrógeno y Fósforo Total en las cuatro estaciones de muestreo



Fuente: GAC.

5.3.5.3 Composición Granulométrica

La composición granulométrica de las estaciones de muestreo se caracterizó por ser del tipo “Arenas Finas” en las estaciones EAC-1, mientras que en la estación EAC-2, EAC-3 y EAC-4 se caracterizó por la presencia de un sustrato del tipo “Arenas Medias” (Tabla Nº 5.25).

Tabla N° 5.25: Composición Granulométrica registrada en las estaciones de muestreo.

Estación	Limo	Arenas Muy Finas	Arenas Finas	Arenas Medias	Arenas Gruesas	Arenas Muy Gruesas	Grava
	< 63 µm (%)	63 µm (%)	125 µm (%)	212 µm (%)	500 µm (%)	1 mm (%)	2 mm (%)
EAC-1	7,466	17,3	30,27	23,64	9,614	4,315	7,382
EAC-2	2,96	9,633	17,05	36,79	16,67	9,913	6,982
EAC-3	5,925	10,64	18,35	32,97	15,5	9,283	7,335
EAC-4	5,022	13,8	21,53	31,95	14	4,374	9,321

Valores en color rojo, indica fracción predominante en cada estación de muestreo

Fuente: GAC.

5.3.6 Caracterización de la Biota Acuática

5.3.6.1 Ictiofauna

Durante la campaña de terreno, se registró la presencia de 2 especies de ictiofauna. Una especie nativa conocida como Pocha (*Cheirodon pisciculus*) catalogada en estado Vulnerable (D.S. 38/2015) registrada solo en el río Mapocho y tres especies introducidas como se puede ver en la Tabla Nº 5.26.

Tabla N° 5.26: Estado de Conservación de la ictiofauna registrada

Especie	Nombre común	Origen	Estado de Conservación
Cnesterodon decemmaculatus	Gambusia manchada	Introducido	-
Cheirodon pisciculus	Pocha	Nativo	Vulnerable (DS 38/2015 MMA)

Fuente: GAC.

A continuación, se presentan registros fotográficos de las especies registradas durante la campaña de terreno.

Figura N° 5.16: Registro fotográfico de *Cheirodon pisciculus*



Fuente: GAC.

Con relación a la abundancia, expresada como Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), se registró un total de 58 individuos. En términos de abundancia, la especie nativa *Cheirodon pisciculus* registró 17 individuos solo en la estación EAC-4 (estero Colina), mientras que en EAC-4 se registraron solo 3 individuos de *Cnesterodon*

decemmaculatus. En términos espaciales, en la estación EAC-1 y EAC-4 (estero Colina) se registró la presencia de ambas especies, con abundancias 15 y 20 peces en total, mientras que en estación EAC-2 del Río Mapocho solo se registró la especie nativa *Cheirodon pisciculus* con 8 individuos y en EAC-3 se registraron ambas especies con una abundancia total de 15 individuos como se puede ver en la Tabla Nº 5.27.

Tabla N° 5.27: Composición y abundancia de Ictiofauna en las estaciones de muestreo.

Especie	Estero Colina		Río Mapocho		Total
	EAC-1	EAC-4	EAC-2	EAC-3	
Cnesterodon decemmaculatus	4	3	-	6	13
Cheirodon pisciculus	11	17	8	9	45
Total	15	20	8	15	58

Fuente: GAC.

5.3.6.2 Fitobentos

Se registró la presencia de 11 taxones de células fitobentónicas en total. Destacando en abundancia *Navicula spp.* con una abundancia promedio de 30,2 cel/cm^2 en la estación EAC-4 (estero Colina). En términos espaciales, la estación EAC-2 registró un total de 9 taxa, mientras que en las estaciones EAC-1 y EAC-4 se registró un total de 6 taxa. (Tabla Nº 5.28). Para la estación EAC-3 no fue posible identificación de muestra por pérdida de contenido en transporte desde terreno al laboratorio para su identificación.

Tabla N° 5.28: Composición y abundancia (Cel/cm^2) de células fitobentónicas registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
		Cel/cm²			
Bacillariophyta	*Ulnaria cf. ulna*	8,2	5,4	-	11,7
	Navicula spp.	14,7	4,7	-	30,2
	Craticula sp.	4,7	17,9	-	6,3
	Gomphonema cf. parvulum	0	3,8	-	0
	Staurosira cf. construens	29,4	17,5	-	14,4
	Gyrosigma acuminatum	0	0,4	-	0
	Melosira cf. varians	0	1,1	-	0
	Cymbella spp.	1,4	0	-	7,5

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
		Cel/cm²			
	Fragilaria crotonensis	0	1,8	-	0
	Pinnularia spp.	5,8	0	-	4,5
Cyanobacteria	*Arthrospira sp.*	0	0,4	-	0
	Riqueza (S´)	6	9	-	6
	Diversidad (H´)	1,45	1,64	-	1,58

Fuente: GAC.

5.3.6.3 Fitoplancton

Durante la campaña de terreno se registró la presencia 15 taxones de células planctónicas, asociada a la columna de agua. El género de mayor abundancia y representatividad correspondió a *Surirella brebissonii* con 2307 Cel/mL en la estación EAC-1 (estero Colina). En términos espaciales en la estación EAC-1 se registró un total de 9 taxones, mientras que en la estación EAC-3 y EAC-4 se registró un total de 6 taxa (Tabla Nº 5.29).

Tabla N° 5.29: Composición y abundancia (Cel/ml) de células fitoplanctónicas registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
		Cel/ml			
Bacillariophyta	*Ulnaria cf. ulna*	224	107	2	16
	Aulacoseira granulata	306	0	0	0
	Pantocsekiella ocellata	0	1	0	0
	Craticula sp.	0	1	3	6
	Navicula spp.	0	1	6	0
	Surirella cf. brebissonii	307	2	8	0
	Staurosira construens	64	11	0	0
	Pinnularia spp.	0	0	1	17
	Nitzschia sigmoidea	71	0	1	1
	Diatoma sp.	5	0	0	0
	Fragilaria cf. crotonensis	0	0	0	7

Phylum	Taxa	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
		Cel/ml			
	Gyrosigma cf. acuminatum	20	0	0	0
	Surirella spp.	93	0	0	18
Chlorophyta	*Ulothrix sp.*	288	0	0	0
Cyanobacteriota	*Arthrospira sp.*	0	1	0	0
	Riqueza (S´)	9	7	6	6
	Diversidad (H´)	1,85	0,56	1,52	1,58

Fuente: GAC.

5.3.6.4 Macroinvertebrados

La composición de la comunidad zoobentónica estuvo representada por la presencia de 4 taxa en total, en donde destaca en abundancia y representatividad la especie *Smicridea sp.*, presente en las estaciones de muestreo de Río Mapocho (EAC-2 y EAC-3), con una abundancia máxima de 33,33 ind/m^2 en la estación EAC-3 (río Mapocho). En términos espaciales, en la estación EAC-3 (río Mapocho) se registró la presencia de solo 4 taxa, mientras que en la estación EAC-2 (Río Mapocho) se registró solo una especie (Tabla Nº 5.30).

Tabla N° 5.30: Composición y abundancia (Ind/m^2) de Macroinvertebrados registradas en las estaciones de muestreo.

Phyllum	Especie	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
		Ind/m²			
Annelida	*Nais sp.*	-	0	66,7	-
Annelida	*Enchytraeidae indet.*	-	0	177,8	-
Arthropoda	*Cricotopus spp.*	-	0	77,8	-
Arthropoda	*Smicridea sp.*	-	11,1	33,3	-
	Riqueza (S´)	-	1	4	-
	Diversidad (H´)	-	0	1,21	-

Fuente: GAC.

5.3.6.5 Zooplancton

El Zooplancton, registró una riqueza de 7 taxa en total, destacando principalmente la especie más abundante *Ephemeroporus sp.,* presente en las estaciones EAC-2 Río Mapocho y EAC-4 de estero Colina, mientras que la especie *Cripotopus sp* se encontró en la estación EAC-1 y EAC-4 en estero Colina y EAC-3 en Río Mapocho (Tabla Nº 5.31).

Tabla N° 5.31: Composición y abundancia de zooplancton (Ind/L) registradas en las estaciones de muestreo.

Phylum	Clase	Especie	EAC-1	EAC-2	EAC-3	EAC-4
			Ind/L			
Annelida	Clitellata	*Enchytraeidae indet.*	0	0,1	0	0,05
Annelida	Clitellata	*Nais sp.*	0	0,1	0	0,05
Arthropoda	Arachnida	*Macrocheles sp.*	0	0,1	0	0
Arthropoda	Branchiopoda	*Ephemeroporus sp.*	0	5,9	0	5,65
Arthropoda	Copepoda	*Mesocyclops cf. longisetus*	0	0,1	0	0,3
Arthropoda	Insecta	*Cricotopus spp.*	0,25	0	0,3	0,05
Cercozoa	Imbricatea	*Cyphoderia sp.*	0	0,1	0	0
		Riqueza (S´)	1	6	1	5
		Diversidad (H´)	0	0,47	0	0,34

Fuente: GAC

6 CONCLUSIONES

A partir de los resultados y análisis obtenidos de las campañas de terreno, es posible concluir que:

- En ambas campañas de terreno, los valores de temperatura registrados en el área de estudio se encontraron dentro de los límites establecidos NCh. 1.333 (requisitos del agua para recreación con contacto directo, estipulados en la Tabla N°3). Para la concentración de Oxígeno disuelto, la misma norma en su Tabla Nº 4, indica que las cuatro estaciones muestreadas cumplirían con el requisito, al igual que los valores de pH.
- En campaña de primavera 2025 e invierno 2026, acuerdo con lo estipulado en la Tabla Nº 2 de la NCh 1.333 (Clasificación de aguas para riego según su salinidad), la concentración de la conductividad eléctrica para las cuatro estaciones de muestreo se clasifica como “Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles”, dado que las concentraciones cuantificadas en estas estaciones de muestreo fueron mayores a 750 µS/cm y menores a 1.500 µS/cm.
- En la campaña de primavera 2025 para los macroelementos cuantificados en el área de influencia, fue posible establecer que todos los parámetros indicados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia, a excepción de la concentración de Sodio Porcentual, en las estaciones EAC-1, EAC-4 ubicadas en el estero Colina y la estación EAC-2 del río Mapocho. Por otro lado, en la campaña de invierno 2026, los macroelementos cuantificados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia, a excepción de la concentración de Sodio Porcentual en todas las estaciones de muestreo.
- La concentración de los metales en la campaña de primavera 2025, establecidos específicamente en la Tabla 1 de la NCh 1.333, mostró que sólo la concentración de Molibdeno en la estación EAC-1 (estero Colina) sobrepasó el límite establecido (0,01 mg/L). El resto de los parámetros cumplieron con los requisitos establecidos en la norma citada. Mientras que, en la campaña de invierno 2026, las concentraciones de los siguientes metales superaron los límites establecidos en la Tabla 1 de la NCh 1.333: Hierro en EAC-1, Manganeso en EAC-1 y EAC-4, Molibdeno en EAC-1 y Aluminio en EAC-1, siendo las estaciones de estero Colina.
- Relación con la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Río Maipo se indica que todas las estaciones cumplen con lo establecido en ambas campañas de terreno.
- Respecto a los sedimentos, en la campaña de primavera 2025 predomina en EAC-4 la presencia de un sustrato tipo “Grava”, mientras que en EAC-1, EAC-2 y EAC-3 predomina el sustrato tipo “Arenas Finas”. En la campaña de invierno 2026 predomina en EAC-1 la presencia de un sustrato tipo “Arenas Finas” mientras que en las estaciones EAC-2, EAC-3 y EAC-4 predomina el sustrato tipo “Arenas medias”.
- En la campaña de primavera 2025, se registró la presencia de 36 taxones de células fitobentónicas en total. Destacando en abundancia *Melosira varians* con una abundancia promedio de 24,73 cel/cm^2 en la estación EAC-3 (Rio Mapocho). Mientras que en la campaña de invierno 2026 se registró 11 taxones, destacando en abundancia *Navicula spp.* con una abundancia promedio de 30,2 cel/cm^2 en la estación EAC-4 del estero Colina.
- En la campaña de primavera 2025, se registró un total de 36 taxones de células fitobentónicas Destacando en abundancia *Melosira varians* con una abundancia promedio de 24,73 cel/cm^2 en la estación EAC-3 (Rio Mapocho). Mientras que en la campaña de invierno 2026 se registró la presencia de 15 taxas, destacando con mayor abundancia y representatividad *Surirella brebissonii* con 2307 Cel/mL en la estación EAC-1 del estero Colina.

- Durante la campaña de terreno de primavera 2025, se registró la presencia de 4 especies de ictiofauna. Una especie nativa conocida como Bagrecito (*Trichomycterus areolatus*) catalogada en estado “Vulnerable” registrada solo en el río Mapocho (EAC-3). En la campaña de invierno 2026 se registró la presencia de 2 especies de ictiofauna. Una especie nativa conocida como Pocha (*Cheirodon pisciculus*) catalogada en estado “Vulnerable”, la cual se registró en todas las estaciones de muestreo con un total de 45 ejemplares.
- Durante la campaña de primavera 2025, la composición de la comunidad zoobentónica (macroinvertebrados) estuvo representada por la presencia de 5 taxa en total, en donde destaca en abundancia y representatividad, la familia *Chironomidae*, presente en todas las estaciones de muestreo. En la campaña de invierno de 2026, la composición de la comunidad zoobentónica estuvo representada por 4 taxa en total, donde destaca en abundancia y representatividad la especie *Smicridea sp.* Durante ambas campañas no se registraron crustáceos ni anfibios en fase acuática en ninguna de las estaciones de muestreo.
- La presencia de plantas acuáticas, sólo fue registrada en la campaña de primavera de 2025, tales como la especie *Verónica aquatica* en las estaciones del río Mapocho (EAC-3 y EAC-4), mientras que en las estaciones del estero Colina (EAC-1 y EAC-2) se registró la presencia de *Nasturtium officinale.* Durante la campaña de alto caudal (invierno 2026) no se registró la presencia de algún tipo de vegetación acuática.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Araya, J.M. & L. Zúñiga. 1985. Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Boletín Informativo Limnológico, Chile 8 :1-110.
- Bain M.B., Finn J.T. & H.E. Booke. 1985. Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. North American Journal of Fisheries Management. 5: 499-506.
- Bertrand H. 1995. Les insectes aquatiques d”Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543 pp
- Decreto Supremo N° 53/2013. Establece Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo, Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de diciembre de 2013.Decreto Supremo Nº 44/2021. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, decimoséptimo proceso. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de diciembre de 2021.
- Dirección General de Aguas. (1987). Balance Hídrico de Chile.
- Dirección General de Aguas (DGA) (2004). Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, para la Cuenca del río Maipo. CADE y DEPE Consultores en ingeniería. 201 pp
- Habit, E., B. Dyer. & I. Vila. 2006. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70(1): 100-113.
- Krebs, C. J. (1989). Ecological methodology. New York, NY: Harper and Row Publishers Inc., 654 p.
- Lagler, K.F. 1956. Freshwater Fishery Biology. 2nd Edition, Wm. C. Brown Co. Publishers, Dubuque, Iowa.
- Lange-Bertalot, H. & K.D. Krammer. 1989. Achnanthes eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung Cocconeis. Bibliotheca Diatomologica Vol. 18, 385 S. J. Cramer, Berlin & Sttutgart
- Lopretto E.C. Y G. Tell. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina
- Lugo-Ortiz, C.R. & W.P. McCafferty. 1999a. Revision of South America species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in Baetis Leach and Psudocloeon Klapàlik. Annals of Limnology 35: 257-262.
- Merrit R.W. Y K.W. Cummins. 1996. An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp
- Norma Chilena Oficial 1333. Of. 78. 1978. Requisitos de Calidad del Agua para Diferentes Usos.
- Norma Chilena Oficial 409/1. 2005. Agua Potable – Parte 1 – Requisitos.
- Parra, O., M. González, V. Dellarossa, P. Rivera & M. Orellana. 1982-1983. Manual Taxonómico del Fitoplancton de Aguas Continentales; con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Concepción. Vol. 1, 70 pp., Vol. 2, 82 pp., Vol. 3, 99 pp., Vol. 4, 97 pp. y Vol. 5, 353 pp.
- Pennak, R.W. 1989. Freshwater invertebrates of the United States. Wiley, Nueva York, Nueva York, EEUU. 803 p.
- Rivera, p. 1983. A guide for references and distribution for the class Bacillariophiceae in Chile between 18º28’s and 58ºs. Bibliotheca Diatomologica, Band 3. J. Kramer, Vaduz. 386 p.
- Round, F.E. & L. Bukhtiyarova. 1996. Four new genera based on Achnanthes (Achnanthidium) together with a re-definition of Achnanthidium. Diatom Research 11(2): 345-361.

- Rumrich, U., H. Lange-Bertalot & M. Rumrich. 2000. Diatomeen der Anden (Von Venezuela bis Patagonien/Tierra del Fuego und zwei weitere Beiträge). In: H. Lange-Bertalot (ed.). Iconographia.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2017). Guía para la Descripción del Área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2023) Guía Área de Influencia de humedales en el SEIA.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2023) Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA.
- Simonsen R. 1987. Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt, Vol. 1, Catalogue 525 pp., Vol. 2 Atlas Pls. 1-395, Vol. 3 Pls. 396-772. J. Cramer, Berlin / Stuttgart.