Capítulo 3.3.1.
Calidad de Agua y Sedimentos

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN 1
B. OBJETIVOS 3
B.1. General 3
B.2. Específicos 3
C. METODOLOGÍA 4
C.1. Determinación del área de estudio y revisión de antecedentes bibliográficos 4
C.2. Trabajo de campo 4
C.3. Trabajo de gabinete 14
D. RESULTADOS 15
D.1. Área de estudio 15
D.2. Estaciones de muestreo 17
D.3. Calidad del agua 41
D.4. Estructura del hábitat 53
E. CONCLUSIONES 64
F. BIBLIOGRAFÍA 69
G. APÉNDICE 1 71

TABLAS

Tabla 1. Ubicación (Coordenadas UTM, Datum WGS84, 18H), elevación (metros sobre el nivel del mar) y relación con el proyectode cada estación de muestreo. 5
Tabla 2. Fecha y hora de muestreo de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio durante las épocas muestreadas. 8
Tabla 3. Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática, según la Norma Chilena 1.333. Of. 78. 12
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio en el área de estudio (primavera de 2018, verano de 2019, otoño de 2019 e invierno de 2019). 42
Tabla 5. Parámetros físico-químicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio durante las campañas de otoño e invierno de 2020. (-) sin agua en el cauce. 51
Tabla 6. Parámetros físico-químicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio durante la campaña de otoño de 2021. 52
Tabla 7. Caracterización de la estructura del hábitat acuático para cada una de las estaciones de muestreo y épocas (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019). (-) sin datos. 54
Tabla 8. Caracterización de la estructura del hábitat acuático de las estaciones muestreadas durante las campañas de otoño e invierno de 2020. (-) sin agua en el cauce. 56
Tabla 9. Caracterización de la estructura del hábitat acuático de las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021. (-) sin agua en el cauce. 57
Tabla 10. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) en cada una

de las estaciones de muestreo del área de estudio y épocas (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019)..... 59
Tabla 11. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) de las estaciones durante las campañas de otoño e invierno de 2020. 62
Tabla 12. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) de las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021. 63

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico Rinconada..... 1
Figura 2. Área de influencia de Calidad de aguas y sedimentos..... 2
Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo..... 7
Figura 4. Subsubcuencas hidrográficas presentes en el área de estudio..... 17
Figura 5. Temperatura (°C) de las aguas superficiales del área de estudio registradas *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019..... 44
Figura 6. Registros *in situ* de pH de las aguas superficiales del área de estudio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019. 45
Figura 7. Conductividad eléctrica (µS/cm) de las aguas superficiales del área de estudio registrada *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019..... 46
Figura 8. Concentración de Sólidos Totales Disueltos (mg/L) de las aguas superficiales del área de estudio registrados *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019. 47
Figura 9. Concentración de Oxígeno Disuelto (mg/L) de las aguas superficiales del área de estudio registrados *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019. 48
Figura 10 Turbiedad (NTU) de las aguas superficiales del área de estudio medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019. 49
Figura 11. Alcalinidad total (mg $CaCO_3$/L) de las aguas superficiales del área de estudio medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019..... 50
Figura 12. Granulometría promedio (para todas las épocas muestreadas) de los sedimentos de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio. 58
Figura 13. Materia orgánica (mg/Kg) presente en los sedimentos de las estaciones de muestreo medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019. 61

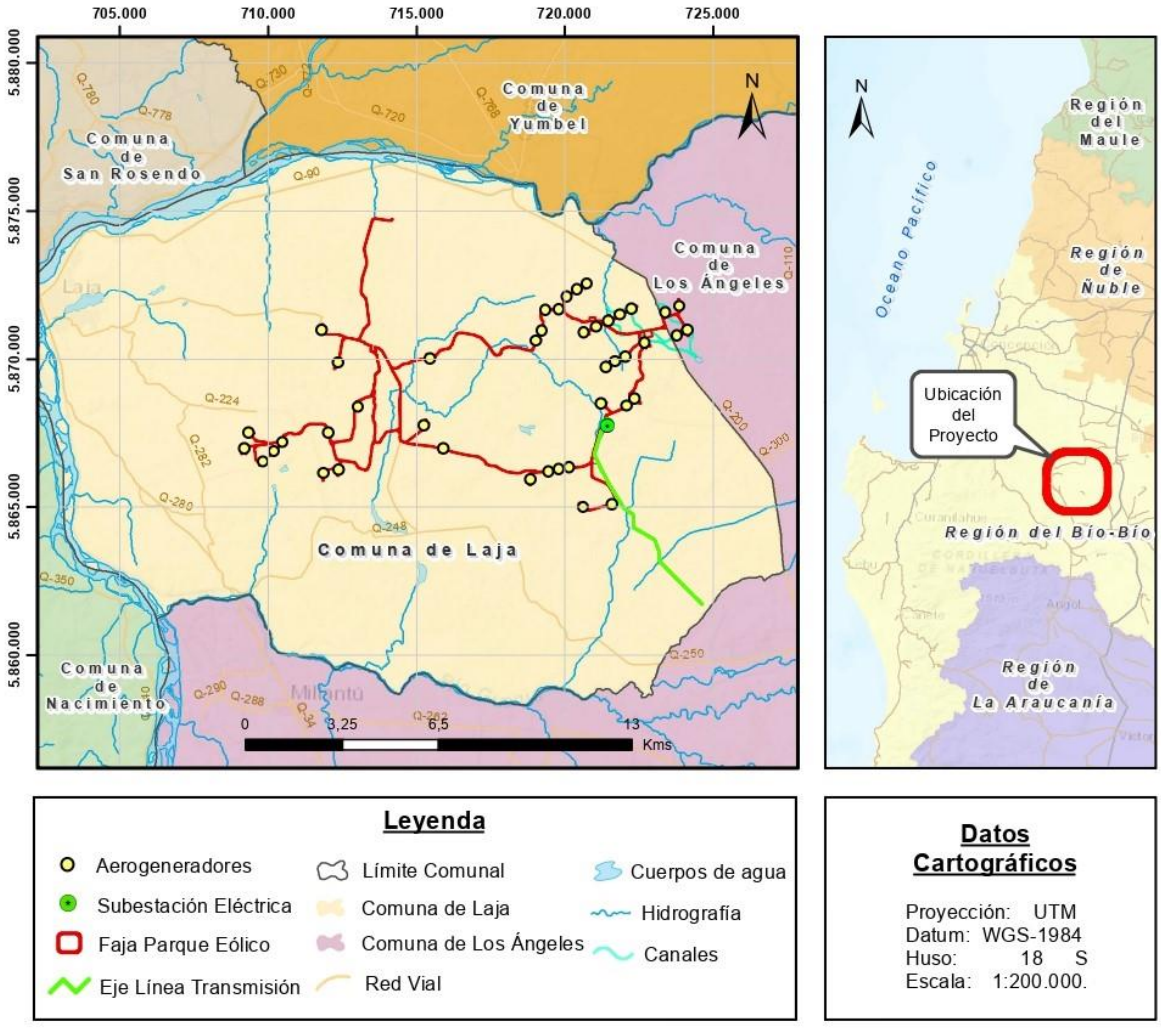
FOTOS

Foto 1. Procedimiento de desinfección de equipos y aparejos para evitar la propagación del alga invasora Didymo. 5
Foto 2. Set de medidores multiparamétricos *in situ* de parámetros de calidad del agua. 10
Foto 3. Toma de muestras de agua superficial para análisis en laboratorio (Hidrolab S.A.) de parámetros de calidad del agua. 11
Foto 4. Set de envases de polietileno con tapa y contratapa y etiquetas codificadas para identificación de muestra y análisis específico. 11
Foto 5. Vista de la estación de muestreo E1 (Laguna Potreada) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 18
Foto 6. Vista de la estación de muestreo E2 (Laguna Postahue) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 19
Foto 7. Vista de la estación de muestreo E3 (Estero Pantanillos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 20
Foto 8. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E4 (Estero Chivato) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 21
Foto 9. Vista de la estación de muestreo E5 (Laguna Coyanco) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 22
Foto 10. Vista de la estación de muestreo E6 (Laguna El Desagüe) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 23
Foto 11. Vista de la estación de muestreo E7 (Laguna Los Álamos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 24
Foto 12. Vista de la estación de muestreo E8 (Estero Villuco) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 25
Foto 13. Vista de la estación de muestreo E9 (Estero Cachapoal) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 26
Foto 14. Vista de la estación de muestreo E10 (Laguna Sin Nombre) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 27
Foto 15. Vista de la estación de muestreo E11 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020. 28
Foto 16. Vista de la estación de muestreo E12 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020. 29
Foto 17. Vista de la estación de muestreo E13 (Estero Villuco) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020. 30
Foto 18. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E14 (Desagüe Cachapoal). 31
Foto 19. Vista de la estación de muestreo E15 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021. 32
Foto 20. Vista de la estación de muestreo E16 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021. 33
Foto 21. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E17 (Canal Quilales II). 34
Foto 22. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E18 (Canal Quilales II). 35
Foto 23. Vista de la estación de muestreo E19 (Canal Quilales I) durante la campaña de muestreo de otoño de 2021. 36

Foto 24. Medición *in situ* de parámetros de calidad de agua en el sifón bajo el camino del Canal Quilales I (E19)..... 37
Foto 25. Vista de la estación de muestreo E20 (Canal Quilales I) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021..... 38
Foto 26. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E21 (Quebrada Sin Nombre). . 39
Foto 27. Vista de la estación de muestreo E22 (Estero Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021. 40

A. PRESENTACIÓN

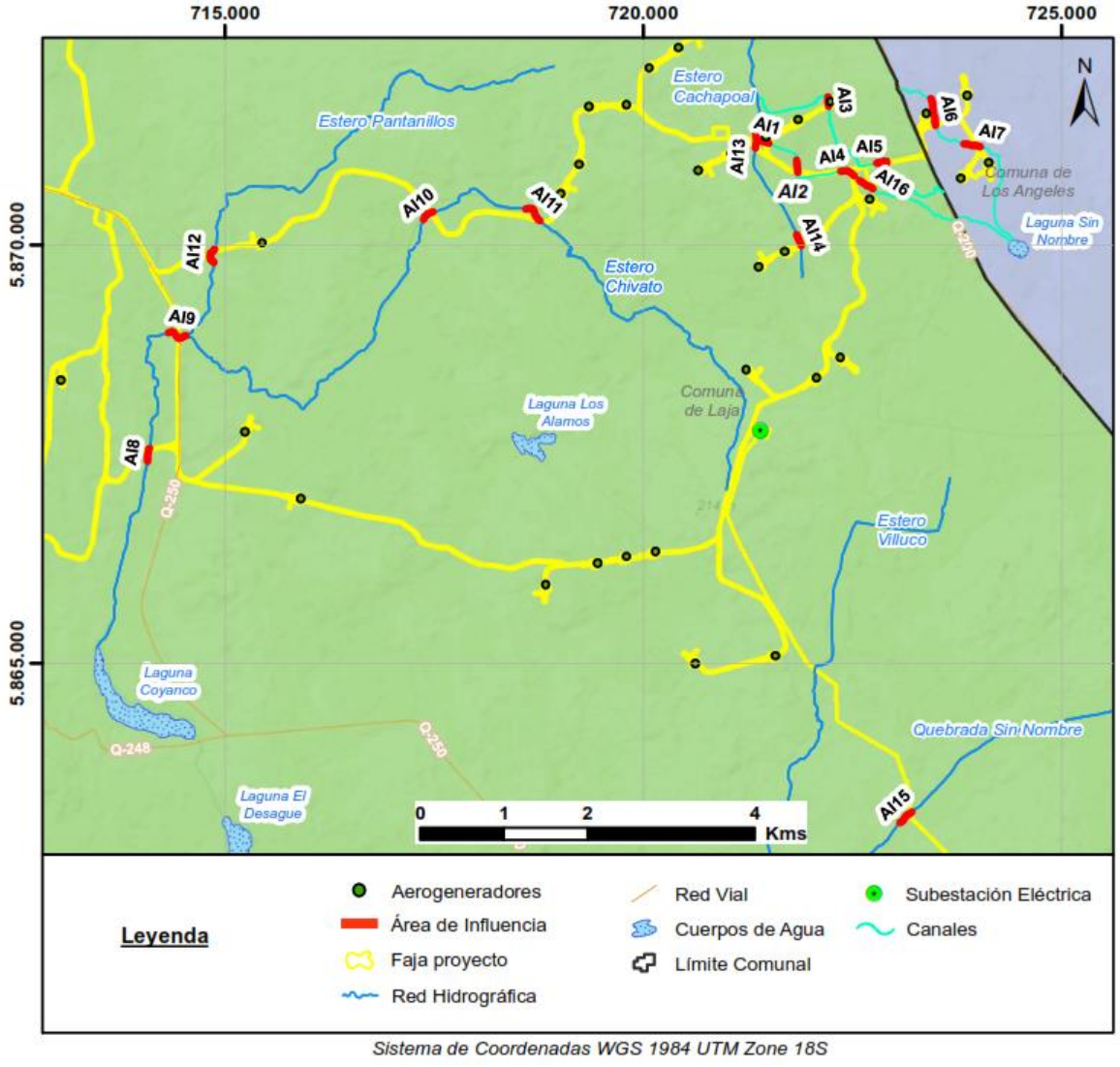
En cumplimiento con lo reglamentado por el Sistema de Evaluación Ambiental (DS 40/2012 en el RSEIA), y la Ley 19.300 de Bases de Medio Ambiente, el presente capítulo describe la condición basal de la Calidad de agua y sedimentos de los ecosistemas acuáticos continentales presentes en el proyecto Parque Eólico Rinconada, ubicado en la comuna de Laja y Los Ángeles, provincia del Biobío, Región del Biobío (**Figura 1**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico Rinconada.

En particular, este estudio comprendió una revisión bibliográfica del contexto ambiental del área de estudio, con énfasis en los procesos de cambio de uso de suelo de las cuencas hidrográficas y sus potenciales impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales, particularmente sobre parámetros de calidad del agua y sedimentos, cuya área de influencia se presenta en la (**Figura 2**), sin embargo, su justificación y determinación se encuentra detallada en el **Capítulo 2 del presente EIA**.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Área de influencia de Calidad de aguas y sedimentos.

Además, se realizó un trabajo de campo que contempló la realización de siete campañas de terreno, obteniendo datos de parámetros de calidad de agua *in situ* y laboratorio, una caracterización sedimentaria y, complementariamente, una descripción semicuantitativa de la estructura del hábitat acuático (tasas de relleno, ancho del cauce, presencia de fango en el lecho, presencia de vegetación acuática, etc.) y terrestre aledaño (uso de suelo, presencia de vegetación ribereña, etc.). A continuación, se describe el área estudiada para su determinación y la condición basal del componente. Los resultados de este capítulo comprenden campañas realizadas en primavera de 2018 (19 diciembre), verano 2019 (4 y 5 de marzo), otoño 2019 (10 de mayo), invierno de 2019 (28 de agosto y 6 de septiembre), otoño de 2020 (13 de mayo), invierno de 2020 (10 de septiembre) y otoño de 2021 (14 de abril).

Dado lo anterior, a continuación, se describe el área estudiada para su determinación y la condición basal del componente Calidad y aguas y sedimentos para el proyecto Parque Eólico Rinconada.

B. OBJETIVOS

B.1. General

Establecer la Línea Base de la calidad de aguas continentales y sedimentos de los ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio del proyecto Parque Eólico Rinconada.

B.2. Específicos

- Determinación del área de estudio.
- Describir los principales factores ambientales que caracterizan los ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio, incluyendo parámetros de calidad de agua, caracterización de sedimentos y, complementariamente, una descripción semicuantitativa de la estructura del hábitat acuático y terrestre aledaño.
- Caracterizar la calidad de agua de los ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio, y comparar los resultados con los rangos establecidos en la Norma Chilena Oficial N°1.333, Of. 78, requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática.

C. METODOLOGÍA

C.1. Determinación del área de estudio y revisión de antecedentes bibliográficos

Mediante el uso de imágenes satelitales (Google Earth Pro v.7.3.2.5776, 64-bit), la superposición de capas de la red hídrica de la Región del Biobío[1] y la ubicación del proyecto, fue posible determinar el área de estudio. Esta correspondió a las subsubcuencas sobre las que se emplaza el proyecto, particularmente aquellas subsubcuencas en cuyos cursos de agua se proyecten cruces fluviales u obras que pudiesen generar impactos sobre los ecosistemas acuáticos aledaños, lo que permitió contextualizar ambientalmente a diferentes escalas geográfica: macroescala (entre cuencas) y mesoescala (dentro de la cuenca). Para ello, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, consultando artículos científicos y técnicos. Además, se consultó la "Guía para la descripción del área de influencia" (SEA, 2017), la ley de Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones (Leyes N° 19.300/1994 y N° 20.417/2010 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia) y la Norma Chilena 1333 (NCh 1333, 1978) "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos".

C.2. Trabajo de campo

En general, los procedimientos para el trabajo de campo consistieron en primer lugar, constatar las óptimas condiciones de seguridad respecto de la accesibilidad a cada una de las estaciones de muestreo (áreas despejadas de vegetación, riberas estables, pendiente suave, etc.). Luego, verificar la presencia de áreas de muestreo óptimas, caracterizados por una baja profundidad (<1 m) y una baja velocidad de corriente (<0,5 m/s). Una vez determinada el área de muestreo, se realizaron los procedimientos de toma de muestras (agua y sedimento) y una caracterización de las variables estructurales del hábitat acuático, descritos más adelante.

Cabe señalar que se siguieron los procedimientos preventivos de propagación de Didymo indicados por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (**Foto 1**): 1) remover, 2) lavar, 3) secar.

[1] Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE) del Ministerio de Bienes Nacionales.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 1. Procedimiento de desinfección de equipos y aparejos para evitar la propagación del alga invasora Didymo.

(a) Estaciones de muestreo

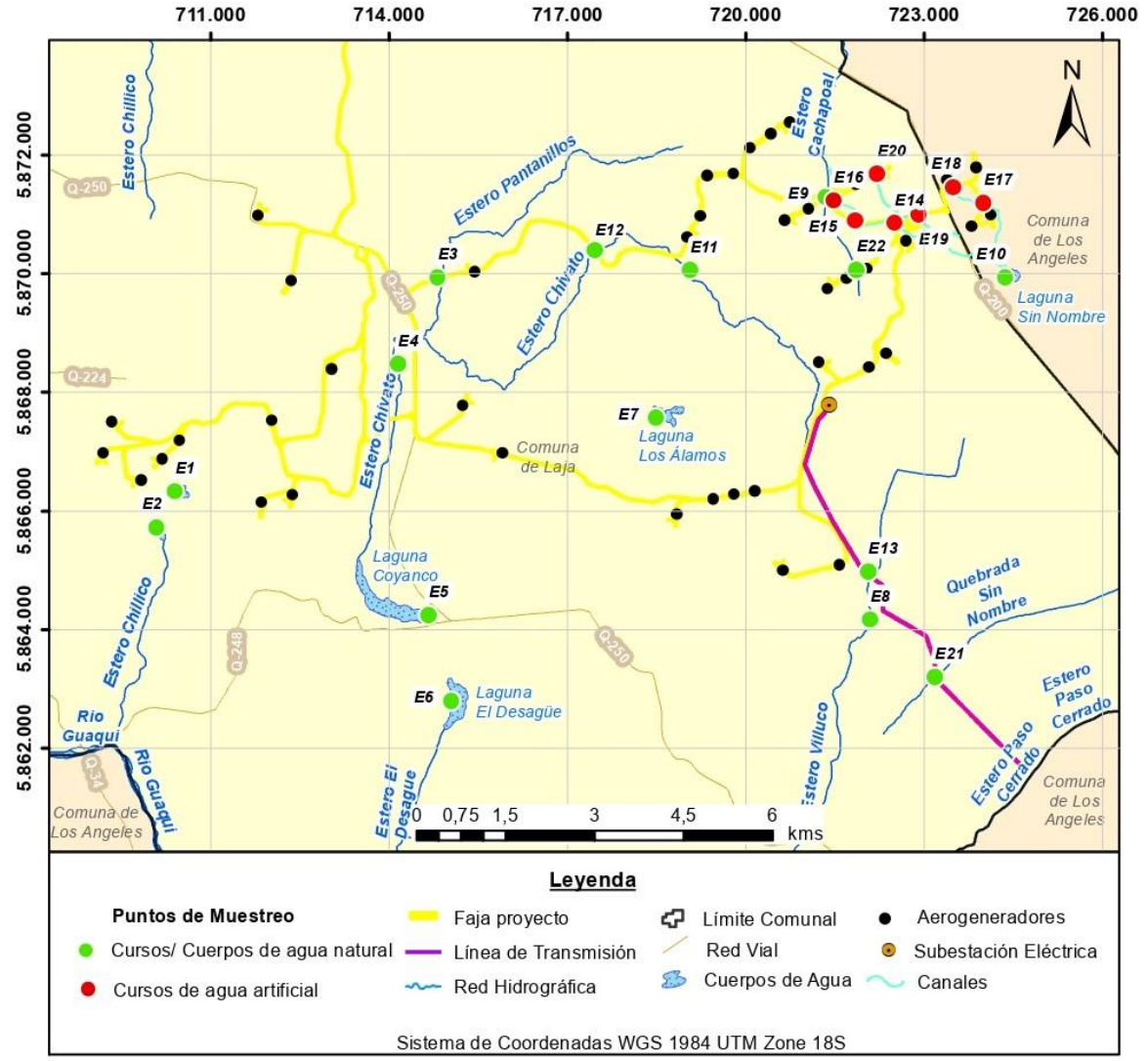
El trabajo de campo para el área de estudio se realizó sobre 22 estaciones de muestreo (**Tabla 1, Figura 3**), distribuidas en 9 esteros (puntos en color verde, **Figura 3**), 6 en lagunas (puntos en color verde, **Figura 3**) y 7 en canales de riego (puntos en color rojo, **Figura 3**), a través del área de estudio, en la comuna de Laja, excepto las estaciones E10 (Laguna Sin Nombre), E17 (Canal Quilales II) y E18 (Canal Quilales II), ubicadas en la comuna de Los Ángeles. Su localización fue determinada por la cercanía a alguna estructura del parque eólico o la línea de transmisión y su accesibilidad.

Tabla 1. Ubicación (Coordenadas UTM, Datum WGS84, 18H), elevación (metros sobre el nivel del mar) y relación con el proyecto de cada estación de muestreo.

Estación de muestreo	Curso o cuerpo de agua	UTM (18H)		Elevación (m.s.n.m.)	Relación con el proyecto (Parque eólico o LT)
		Este	Norte		
E1	Laguna Potreada	710.397	5.866.322	88	Parque Eólico
E2	Laguna Postahue	710.095	5.865.720	78	Parque Eólico
E3	Estero Pantanillos	714.821	5.869.931	108	Parque Eólico
E4	Estero Chivato	714.151	5.868.476	89	Parque Eólico
E5	Laguna Coyanco	714.666	5.864.240	87	-

Estación de muestreo	Curso o cuerpo de agua	UTM (18H)		Elevación (m.s.n.m.)	Relación con el proyecto (Parque eólico o LT)
		Este	Norte		
E6	Laguna El Desagüe	715.053	5.862.790	80	-
E7	Laguna Los Álamos	718.497	5.867.569	119	-
E8	Estero Villuco	722.094	5.864.166	118	LT
E9	Estero Cachapoal	721.356	5.871.279	117	Parque Eólico
E10	Laguna Sin Nombre	724.375	5.869.928	120	Parque Eólico
E11	Estero Chivato	719.066	5.870.056	105	Parque Eólico
E12	Estero Chivato	717.466	5.870.390	94	Parque Eólico
E13	Estero Villuco	722.070	5.864.974	118	LT
E14	Desagüe Cachapoal	722.507	5.870.848	114	Parque Eólico
E15	Desagüe Cachapoal	721.843	5.870.884	111	Parque Eólico
E16	Desagüe Cachapoal	721.485	5.871.222	113	Parque Eólico
E17	Canal Quilales II	724.006	5.871.183	128	Parque Eólico
E18	Canal Quilales II	723.494	5.871.450	125	Parque Eólico
E19	Canal Quilales I	722.911	5.870.998	119	Parque Eólico
E20	Canal Quilales I	722.214	5.871.676	114	Parque Eólico
E21	Quebrada Sin Nombre	723.187	5.863.202	114	LT
E22	Estero Cachapoal	721.862	5.870.062	110	Parque Eólico

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo**.**

De las 22 estaciones de muestreo, 4 (E1, E4, E5 y E6) fueron muestreadas en un ciclo anual (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019), 6 (E2, E3, E7, E8, E9 y E10) fueron muestreadas en las épocas de verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019,3 (E11, E12 y E13) fueron muestreadas en la época de otoño de 2020 e invierno de 2020 y 9 (E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21 y E22) fueron muestreadas en la época de otoño de 2021 (**Tabla 2**). Cabe señalar que el proyecto originalmente contemplaba la instalación de 103 aerogeneradores, por lo que el diseño de muestreo (localización y número de estaciones de muestreo) durante la primera campaña (primavera de 2018) fue modificado en las sucesivas campañas (verano 2019, otoño 2019, invierno 2019) en concordancia con la reducción del número de aerogeneradores y sensibilidades ambientales. De igual manera, el trazado de la

faja del parque eólico y de la línea de transmisión experimentó modificaciones que forzaron el levantamiento de información de base sobre 3 estaciones de muestreo adicionales (E11, E12 y E13) en otoño e invierno del año 2020 y las 9 estaciones muestreadas en otoño del 2021. Por lo anterior, es que dichos resultados se presentan en forma independiente a las campañas realizadas entre el periodo 2018-2019.

Cabe señalar que, las estaciones de muestreo E11 y E12, durante la campaña de otoño 2020, se encontraron sin agua en su cauce, revelando un régimen semipermanente en estos tramos evaluados. Del mismo modo, las estaciones E15, E16, E20 y E22 durante la campaña de otoño de 2021, correspondientes a canales de regadío, se encontraban secos.

Tabla 2. Fecha y hora de muestreo de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio durante las épocas muestreadas.

Nombre estación	Curso o cuerpo de agua	Primavera 2018		Verano 2019		Otoño 2019		Invierno 2019		Otoño 2020		Invierno 2020		Otoño 2021	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
E1	Laguna Potreada	19-12-2018	9:35	04-03-2019	13:05	10-05-2019	7:50	28-08-2019	9:16	-	-	-	-	-	-
E2	Laguna Postahue	-	-	04-03-2019	14:25	10-05-2019	8:40	28-08-2019	10:00	-	-	-	-	-	-
E3	Estero Pantanillos	-	-	04-03-2019	19:30	10-05-2019	11:00	06-09-2019	11:50	-	-	-	-	-	-
E4	Estero Chivato	19-12-2018	16:00	04-03-2019	20:10	10-05-2019	11:45	28-08-2019	12:46	-	-	-	-	-	-
E5	Laguna Coyanco	19-12-2018	13:30	04-03-2019	17:40	10-05-2019	10:20	28-08-2019	11:50	-	-	-	-	-	-
E6	Laguna El Desagüe	19-12-2018	14:55	04-03-2019	16:40	10-05-2019	9:40	28-08-2019	11:15	-	-	-	-	-	-
E7	Laguna Los Álamos	-	-	05-03-2019	11:55	10-05-2019	12:35	06-09-2019	12:40	-	-	-	-	-	-
E8	Estero Villuco	-	-	05-03-2019	13:00	10-05-2019	13:30	06-09-2019	13:43	-	-	-	-	-	-
E9	Estero Cachapoal	-	-	05-03-2019	15:10	10-05-2019	15:10	06-09-2019	15:35	-	-	-	-	-	-
E10	Laguna Sin Nombre	-	-	05-03-2019	14:10	10-05-2019	14:20	06-09-2019	14:40	-	-	-	-	-	-
E11	Estero Chivato	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	11:00	10-09-2020	12:00	-	-

Nombre estación	Curso o cuerpo de agua	Primavera 2018		Verano 2019		Otoño 2019		Invierno 2019		Otoño 2020		Invierno 2020		Otoño 2021	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
E12	Estero Chivato	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	11:45	10-09-2020	13:40	-	-
E13	Estero Villuco	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	13:30	10-09-2020	15:00	-	-
E14	Desagüe Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	14:15
E15	Desagüe Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:46
E16	Desagüe Cachapoal3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	13:35
E17	Canal Quilales II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	11:00
E18	Canal Quilales II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:00
E19	Canal Quilales I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	13:10
E20	Canal Quilales I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	11:33
E21	Quebrada Sin Nombre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	15:30
E22	Estero Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:25

Fuente: Elaboración propia. (-) sin muestreo.

(b) Caracterización de calidad del agua, estructura de hábitat y análisis de sedimentos

En cada estación de muestreo se reconocieron los principales hábitats acuáticos presentes, que luego fueron muestreados con métodos apropiados según sus características físicas. Se realizó una detallada caracterización del hábitat acuático en cada estación de muestreo. Esta caracterización incluyó las siguientes variables ambientales: calidad del agua, estructura de hábitat y sedimentos.

i. Calidad del agua

Se registraron variables de calidad del agua *in situ* con un equipo para la medición de oxígeno disuelto ExStik DO600, de ExTech Instruments, de 0,1 mg/L de resolución y un equipo multiparamétrico pH/CE/STD y temperatura ExStik EC500, de ExTech

Instruments, de 0,1 unidad de precisión (**Foto 2**). Los instrumentos fueron calibrados al comienzo de la jornada y en cada estación para el caso del oxigenómetro.

Los parámetros de calidad del agua medidas *in situ*, fueron:

- Oxígeno disuelto (mg O^2/L)
- pH
- Temperatura (°C)
- Conductividad eléctrica (µS/cm)
- Sólidos disueltos totales (mg/L)



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 2. Set de medidores multiparamétricos *in situ* de parámetros de calidad del agua.

Además, se realizó la observación directa de la presencia de colores artificiales, sólidos flotantes, espumas no naturales y cualquier tipo de hidrocarburo presente en el agua.

Para cada una de las campañas se colectaron muestras de agua superficial (**Foto 3**), las que fueron transportadas en frascos de polietileno debidamente etiquetados (**Foto 4**), e ingresadas al laboratorio HIDROLAB, antes de 24 horas. Estas fueron analizadas por el laboratorio según la Norma Chilena 1.333-1978, requisitos generales de aguas destinadas a vida acuática (**Tabla 3**).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 3. Toma de muestras de agua superficial para análisis en laboratorio (Hidrolab S.A.) de parámetros de calidad del agua.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 4. Set de envases de polietileno con tapa y contratapa y etiquetas codificadas para identificación de muestra y análisis específico.

Tabla 3. Requisitos generales de aguas destinadas a la vida acuática, según la Norma Chilena 1.333. Of. 78.

Características	Requisito
Oxígeno disuelto, mg/l	5 mínimo
pH	6,0 a 9,0
Alcalinidad total, mg/l de $CaCO_3$	20 mínimo
Turbiedad debido a descarga, unidades Escala 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
Sólidos flotantes visibles y espumas no naturales	Ausentes
Sólidos sedimentables	No deben exceder del 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: Extraído de la Norma Chilena 1.333. Of. 78.

El procedimiento consistió, una vez en la estación de muestreo e identificadas sus coordenadas geográficas, se realizó una inspección visual para evaluar la accesibilidad del tramo y un sitio de muestreo seguro. Posteriormente, se realizó la toma de las muestras según procedimiento de la norma NCH 411/10 en los esteros por medio de la extracción manual de una muestra puntual de agua (2 L) en cada estación. Para ello se sumergió un recipiente debajo de la superficie, evitando la extracción de películas superficiales. El frasco se abrió inmediatamente antes de tomar la muestra, cuidando que la tapa y el cuello de este no se contamine con la mano; enseguida se llenó la botella sin enjuagar y se cerró lo más pronto posible. Al extraer la muestra, la botella se sostuvo por la base y sumergida, con el cuello hacia abajo, hasta una profundidad de unos 0,3 m por debajo de la superficie. Luego, se inclinó la botella de manera que el cuello apunte ligeramente hacia arriba, con la boca dirigida hacia el flujo. Los frascos no fueron llenados hasta el tope y se cerraron herméticamente, permaneciendo sellados hasta su apertura en el laboratorio.

Cabe señalar que las muestras fueron transportadas en cajas de poliestireno, de manera de prevenir cambios súbitos en la temperatura.

Para la toma de muestras para análisis físicos y químicos de aguas y sedimentos fueron utilizados recipientes de polietileno. El material para la toma de muestras fue entregado por el laboratorio acreditado junto con los protocolos para la obtención de muestra de acuerdo con cada tipo de análisis que se realizó posteriormente en el laboratorio. Cabe señalar que la toma de muestras de sedimentos se realizó en tramos con baja velocidad de corriente y remansos previamente identificados en la estación de muestreo.

ii. Estructura de hábitat

Para la caracterización de las variables estructurales del hábitat, se realizó una descripción semi-cuantitativa de parámetros relevantes para la biota acuática obtenidos a través de observación directa en el área de muestreo, según se indica a continuación:

- Inundación del hábitat o presencia de hábitat terrestre inundado en la zona de muestreo.
- Presencia de sombreado de la orilla.
- Tipo de sustrato predominante, caracterizado según la granulometría que predomina en el sitio de muestreo. Se consideran seis intervalos para la definición de sustrato: Sustrato fino (<0,75 mm), Arenas (0,75-2 mm), Gravas (2-75 mm), Cantos (75-300 mm), Piedras (300-600 mm), Bolones: (>600 mm), pasto.
- Tasa de relleno del sustrato predominante, caracterizada según la proporción que posee cada tipo de sustrato en el sitio de muestreo. Se consideran cuatro intervalos para la definición de este parámetro: Matriz compuesta de sustrato grueso homogéneo (muy baja), matriz de gruesos con parches de finos (baja), matriz de finos con parches de gruesos (alta) y matriz compuesta de sustrato fino homogéneo (muy alta).
- Tipo de vegetación en el entorno directo (<20 m) a la zona de muestreo: Matorral o bosque nativo, matorral no nativo, plantaciones forestales, cultivo o pastizal, etc.
- Tipo de vegetación en el entorno indirecto (>20 m) a la zona de muestreo.
- Vegetación acuática. Caracterizada por la presencia o ausencia de vegetación acuática dentro del área de muestreo. Generalmente macrófitas, pero también puede corresponder a vegetación terrestre en planicies de inundación.

- Vegetación ribereña. Se indica la presencia o ausencia de vegetación terrestre de tipo arbustiva o arbórea en la ribera inmediata al área de muestreo.
- Grado de enfangamiento del ambiente. Se describe la presencia de sedimentos finos (fango/limo/arcilla) depositados sobre el sustrato en el área de muestreo.
- Porcentaje de cobertura vegetal. Estimación de la superficie cubierta por vegetación acuática.
- Ancho del cauce (m).

iii. Caracterización de sedimentos

Para el análisis de sedimentos se tomaron muestras de sedimentos finos (2 Kg aprox.), en zonas de depositación del cauce en el área de muestreo. El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio HIDROLAB e incluyó las siguientes variables:

- Granulometría a <63 um (%), 63 um(%), 125 um(%), 212 um(%), 500um (%), 1mm (%), 2mm (%).
- Materia orgánica (mg/Kg).
- Potencial óxido-Reducción (mV).
- Porcentaje de humedad (%).

C.3. Trabajo de gabinete

Se generaron tres matrices con los datos obtenidos tanto *in situ* como en laboratorio: 1) parámetros de calidad de agua *in situ* y en laboratorio, 2) estructura de hábitat y 3) caracterización de sedimentos. Las matrices fueron ingresadas a planillas Excel (Microsoft© Excel© para Office 365 MSO 16.0.112228.20100 32 bits) con el propósito de visualizar sus variaciones espaciales (estaciones de muestreo) y temporales (épocas muestreadas) y calcular sus valores promedio.

D. RESULTADOS

D.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza en la zona media-baja de la cuenca del río Biobío, delimitada naturalmente por el río Laja por el norte, el río Biobío por el oeste, el río Guaqui por el sur y río Caliboro por el este. La confluencia del río Biobío con el río Laja se identifica como el principal hito natural del área geográfica, siendo este último, el principal afluente del río Biobío en su recorrido desde la Cordillera de los Andes hasta su desembocadura. La presencia de cerros pertenecientes a la Cordillera de la Costa modela el paisaje fluvial en el área de estudio, con esteros de bajo orden (*sensu* Strahler) que drenan la parte alta, hacia los ríos de mayor orden en la parte baja. También se identifican sistemas lacustres que forman parte de las redes hídricas locales.

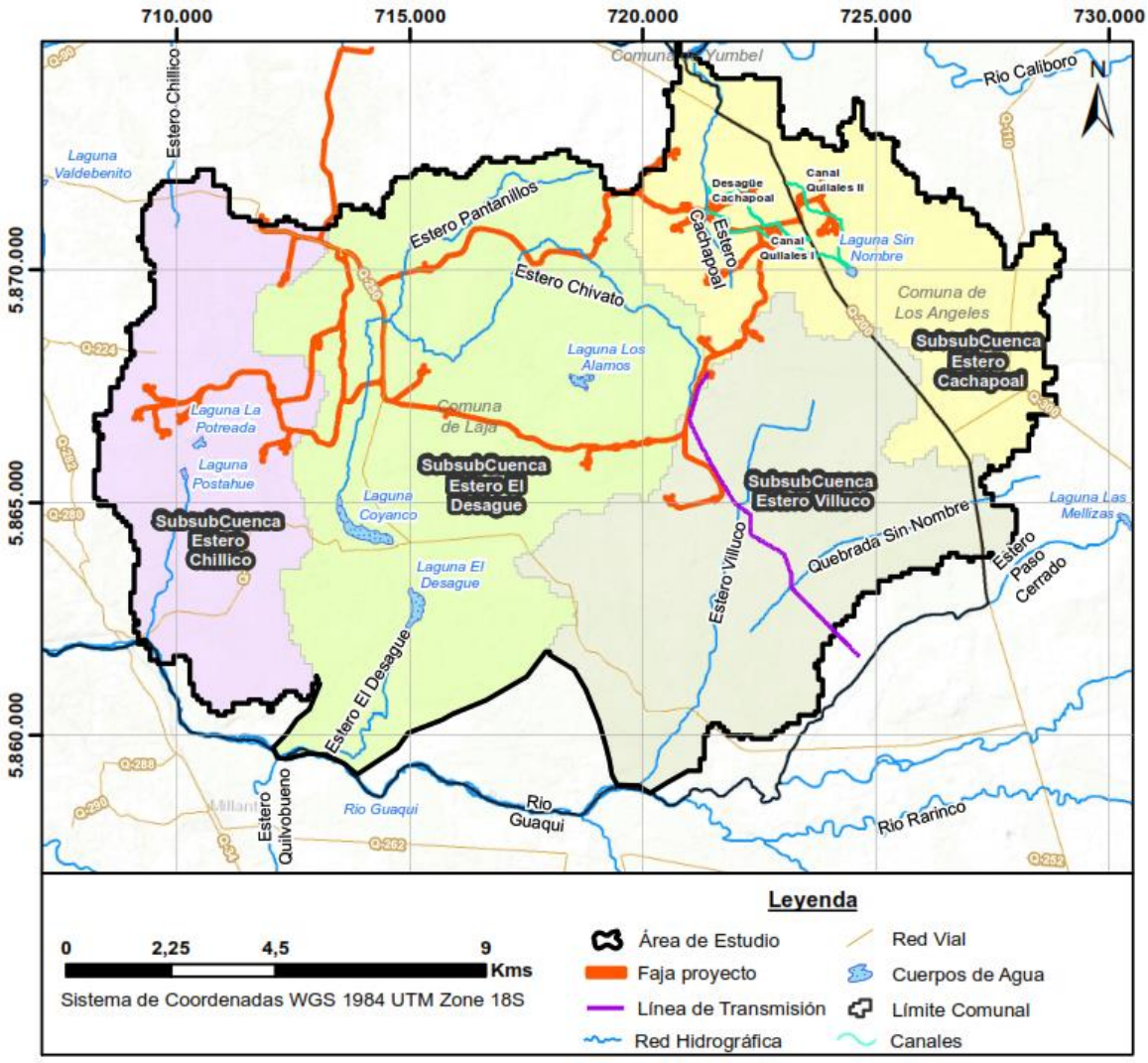
Los sistemas fluviales chilenos se caracterizan por una clara zonación longitudinal determinado por el fuerte cambio de pendiente desde la parte alta de la cuenca (o zona ritral) hacia la parte baja de la cuenca (o zona potamal) (Welcome 1992). Producto de ello, parámetros como la velocidad de corriente, temperatura y conductividad, presentan marcadas diferencias espaciales en el sentido de la corriente, así como también, las comunidades biológicas que albergan estas zonas. Por otra parte, los lagos o lagunas representan ecosistemas lénticos cuya calidad de agua se encuentra determinada principalmente por su geomorfología (superficie, profundidad máxima, volumen, desarrollo de línea de costa, etc.) y uso de suelo de su cuenca.

La zona centro sur de Chile, incluida la Región del Biobío, ha experimentado durante su historia procesos en el cambio de uso de suelo, caracterizada principalmente por el reemplazo de la cubierta vegetal nativo (bosque esclerófilo) por elementos propios de la actividad antrópica. El más importante en términos de superficie, ligada al desarrollo de la industria forestal y la actividad agrícola. En este sentido, Torrejón & Cisterna (2002) han descrito parte de los procesos de alteración del paisaje "Araucano" entre los siglos XVI y XVII, período que marca el comienzo de este proceso de reemplazo y degradación ambiental. Una evidencia de ello es la diferencia entre la superficie vegetal nativa y la reemplazada por plantaciones forestales, zonas agrícolas, praderas y zonas urbanas (Arroyo *et al*., 2008). En conjunto, ocupan un 58% de la zona sur mediterránea chilena (del Biobío). Este deterioro ambiental asociado al cambio vegetacional es particularmente importante en algunas cuencas hidrográficas de la Región del Biobío, alcanzando

proporciones cercanas al 100% de reemplazo de bosque nativo a monocultivo de pino y eucaliptus (Lara *et al.,* 2010).

La provincia de Concepción, y en particular la comuna de Laja registra un alto porcentaje de reemplazo de la cobertura vegetal nativa. Así, entre áreas urbanas-industriales, terrenos agrícolas, praderas y matorrales y plantaciones de monocultivo forestal alcanzan casi un 90% de la superficie total de la comuna de Laja; mientras que las áreas sin vegetación, cuerpos de agua y humedales y el bosque nativo, no superan el 4% de la superficie total en la comuna de Laja (SIT/CONAF 2016). Esto implica un alto grado de alteración de las cuencas aportantes a los cursos y cuerpos acuáticos presentes en esta comuna.

El área de estudio corresponde a cuatro subsubcuencas hidrográficas (**Figura 4**): Estero Chillico, Estero El Desagüe, Estero Villuco y Estero Cachapoal. Las cuatro subsubcuencas presentan orientación norte-sur, de las cuales tres drenan en dirección norte-sur (Estero Chillico, Estero El Desagüe y Estero Villuco) y la subsubcuenca del Estero Cachapoal con drenaje en dirección sur-norte.



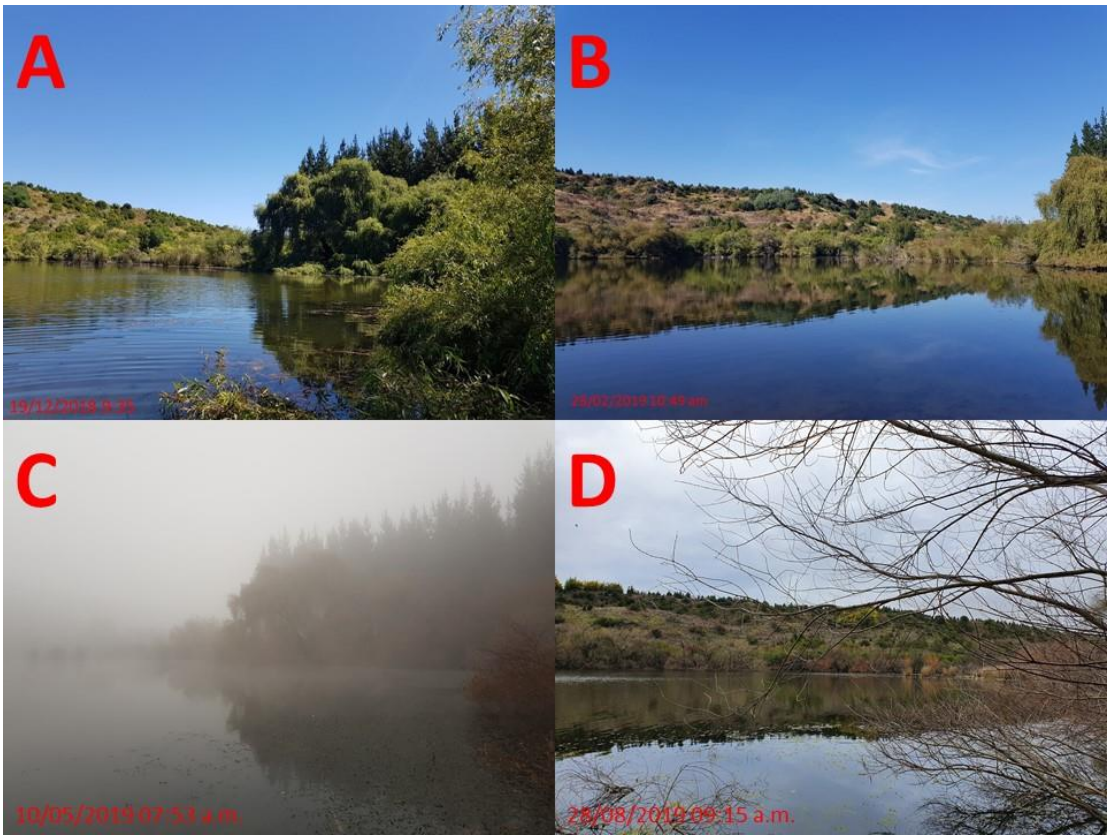
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Subsubcuencas hidrográficas presentes en el área de estudio.

D.2. Estaciones de muestreo

A continuación, se entrega una caracterización de cada una de las estaciones de muestreo. En **Apéndice 1** se resume en fichas para cada estación.

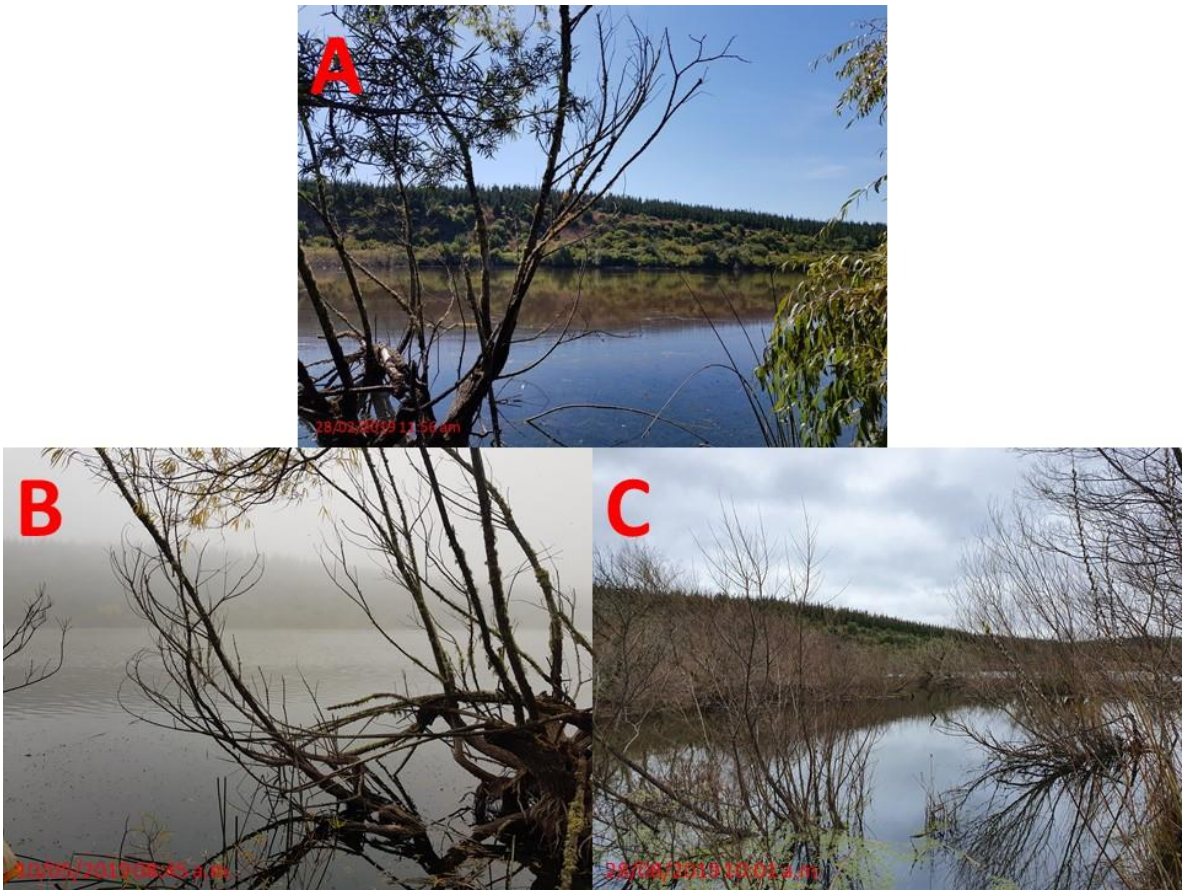
E1 (Laguna Potreada): estación localizada en la Laguna Potreada, en la parte alta del Estero Chillico (**Foto 5**). Corresponde a un lago caracterizado por presencia de vegetación nativa y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m). Se observaron sedimentos finos en su ribera.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 5. Vista de la estación de muestreo E1 (Laguna Potreada) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

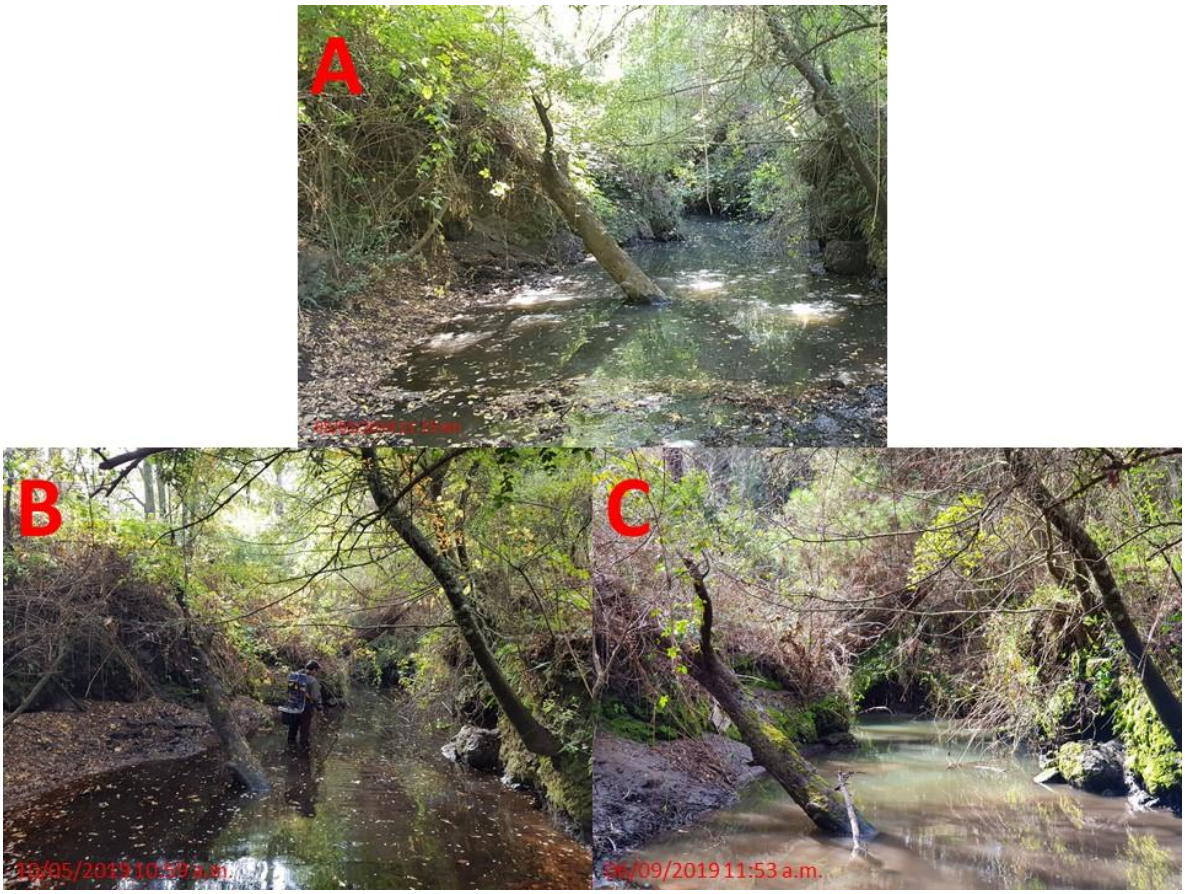
E2 (Laguna Postahue (E2)**:** estación localizada en la Laguna Postahue a 400 m de la Laguna Potreada (**Foto 6**). No se observa conexión hidrológica superficial entre ambas lagunas. En su ribera y el entorno directo (<20 m) la vegetación terrestre estuvo conformada principalmente por vegetación no nativa, sauces particularmente, cuyas densas raíces constituyeron el fondo de la ribera. El entorno indirecto (>20 m) se caracterizó por la presencia de vegetación no nativa y plantaciones forestales.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 6. Vista de la estación de muestreo E2 (Laguna Postahue) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

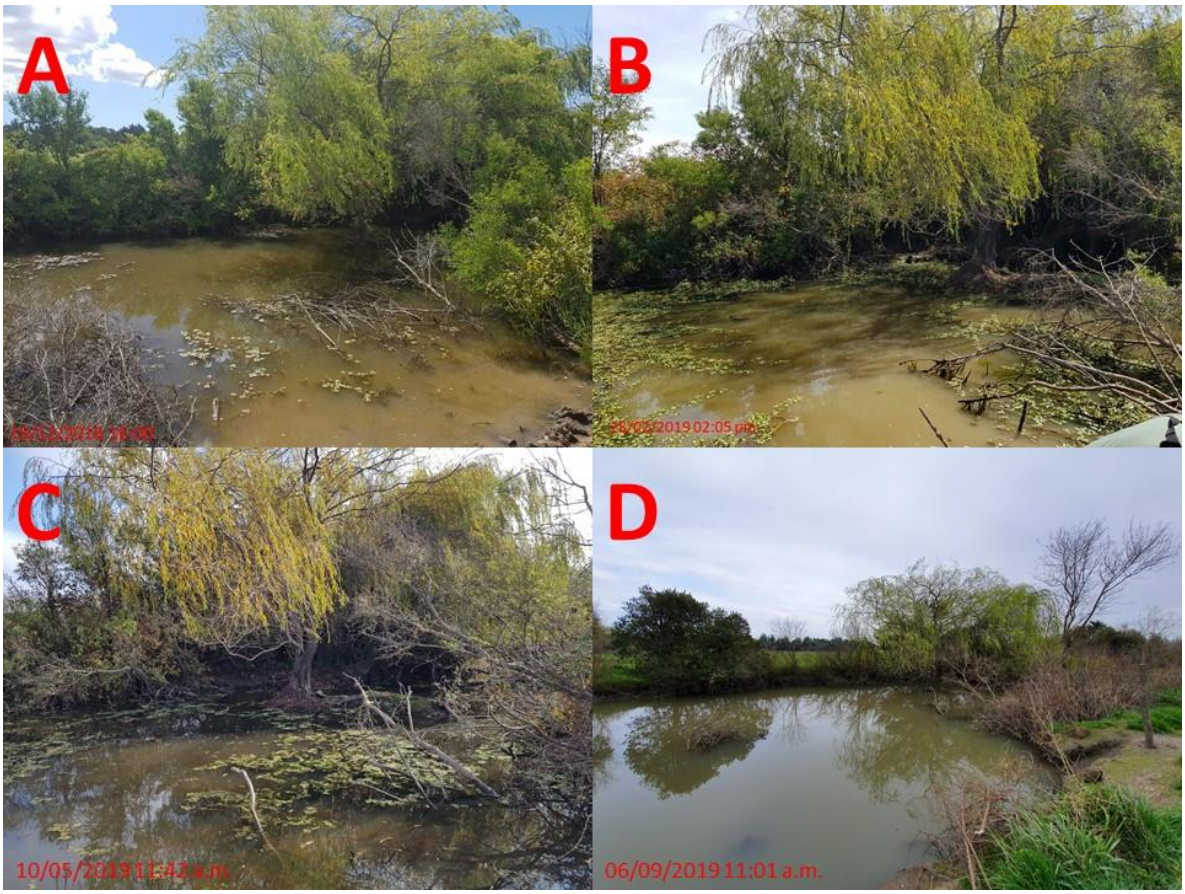
E3 (Estero Pantanillos)**:** estación localizada en el Estero Pantanillos, en la subsubcuenca del Estero El Desagüe, cuyo flujo es de orientación norte-sur. Esta estación corresponde al punto localizado más arriba en la subcuenca, 1.000 m aguas arriba de su confluencia con el Estero Chivato (**Foto 7**). El entorno directo del estero (<20 m) estuvo caracterizado por presencia de vegetación nativa en galería, mientras que su entorno indirecto (>20 m) estuvo constituido por terrenos agrícolas y pastizales destinados a ganadería. El ancho promedio del cauce fue de 6 m, con baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 7. Vista de la estación de muestreo E3 (Estero Pantanillos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E4 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, 2.000 m aguas abajo de la estación "Estero Pantanillos" (E3). Se ubicó en una zona de valle, caracterizada por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y praderas de uso ganadero en su entorno indirecto (<20 m) (**Foto 8**). Se constató tránsito de ganado vacuno por su cauce. Ancho promedio del cauce de 6 m y baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 8. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E4 (Estero Chivato) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

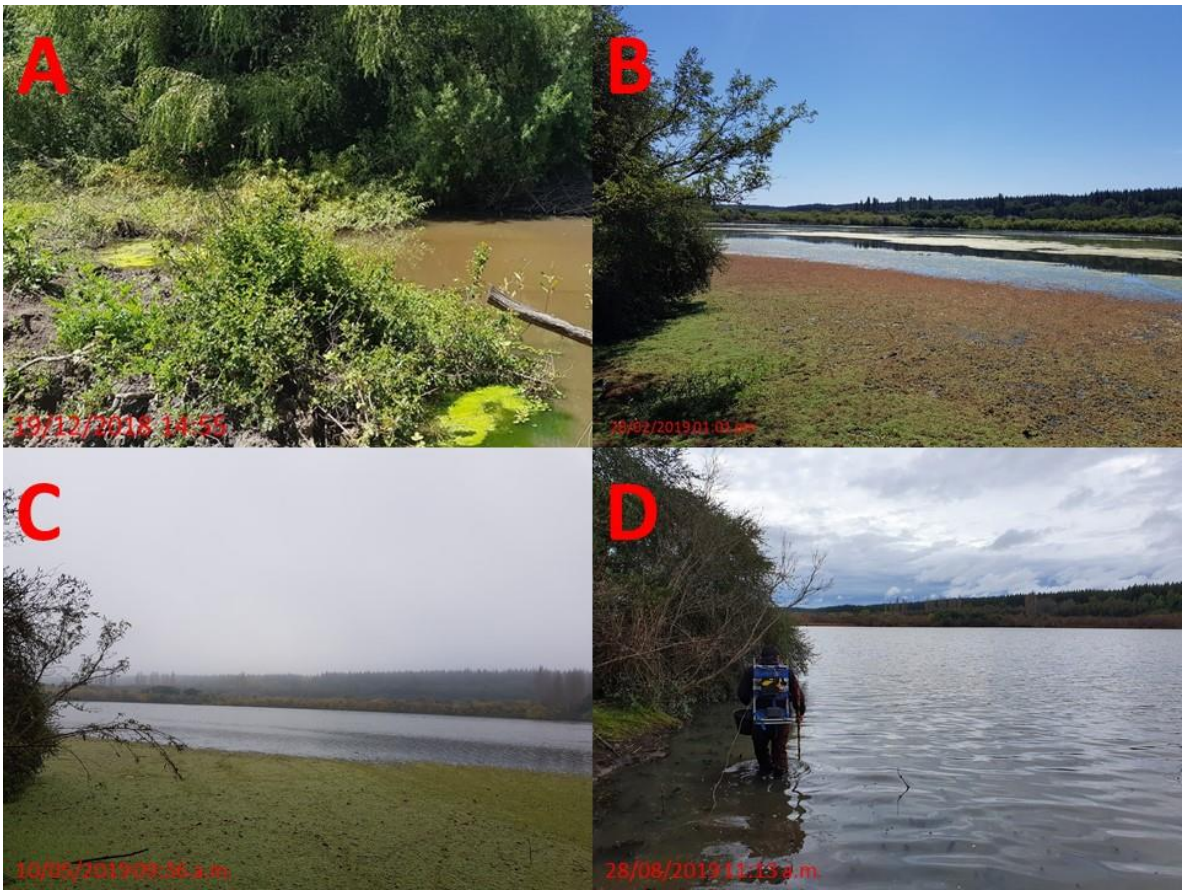
E5 (Laguna Coyanco)**:** estación localizada en la ribera sur-este Laguna Coyanco, 5 km aguas abajo de la estación en E4 (Estero Chivato) (**Foto 9**). Su principal afluente es el Estero Chivato en su ribera norte. En su orilla se observó sedimentos finos y oscuros (hipóxicos). Se caracterizó por la presencia de matorral nativo y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y praderas de uso ganadero en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 9. Vista de la estación de muestreo E5 (Laguna Coyanco) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

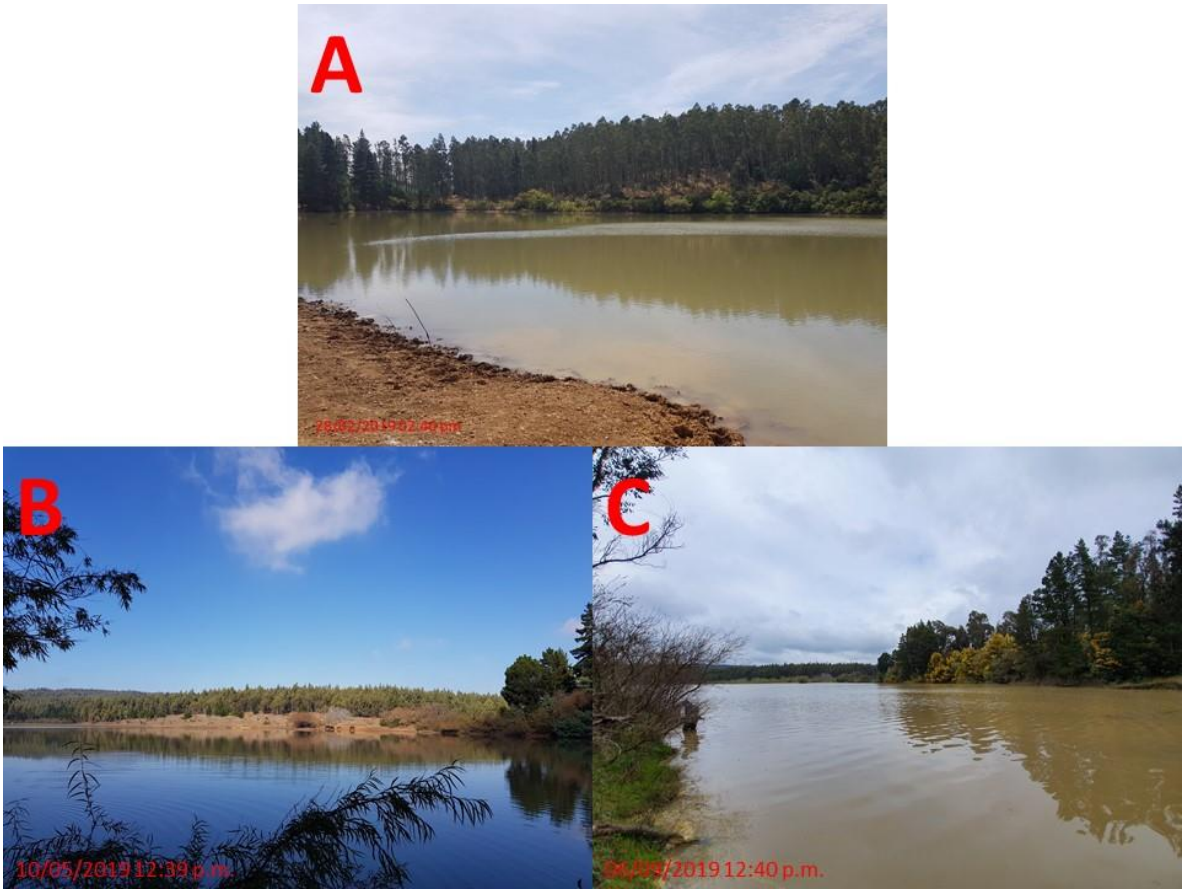
E6 (Laguna El Desagüe)**:** estación localizada en la Laguna El Desagüe, a1.500 m aguas abajo de la Laguna Coyanco, las que se conectan hidrológicamente mediante un estero que desagua la Laguna Coyanco por el sur y desemboca en la Laguna El Desagüe por el norte. El lecho de su orilla estuvo caracterizado por una espesa capa de fango, cuyo olor y color dan cuenta de procesos anóxicos (**Foto 10**). Su entorno directo (<20 m) se caracterizó por la presencia de vegetación no nativa y plantaciones forestales y su entorno indirecto (>20 m) por praderas de uso ganadero.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 10. Vista de la estación de muestreo E6 (Laguna El Desagüe) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

E7 (Laguna Los Álamos)**:** esta estación se localizó en la ribera oeste de la Laguna Los Álamos, cuyo entorno directo (<20 m) e indirecto (>20 m) estuvo caracterizada por plantaciones forestales y procesos erosivos asociados a la deforestación (**Foto 11**). Sus aguas presentaron un color propio del suelo arcilloso de su cuenca, expuesto a la escorrentía superficial.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 11. Vista de la estación de muestreo E7 (Laguna Los Álamos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E8 (Estero Villuco)**:** Estación localizada en el Estero Villuco, que corresponde a un estero de bajo orden con flujo norte-sur, el que desemboca en el Río Guaqui (**Foto 12**). La estación de muestreo se localizó 1.000 metros aguas abajo de su origen, en una zona de valle con baja pendiente y entorno caracterizado por presencia de zarza mora y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y terrenos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). El ancho del cauce promedio fue de 1,5 m y una baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 12. Vista de la estación de muestreo E8 (Estero Villuco) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

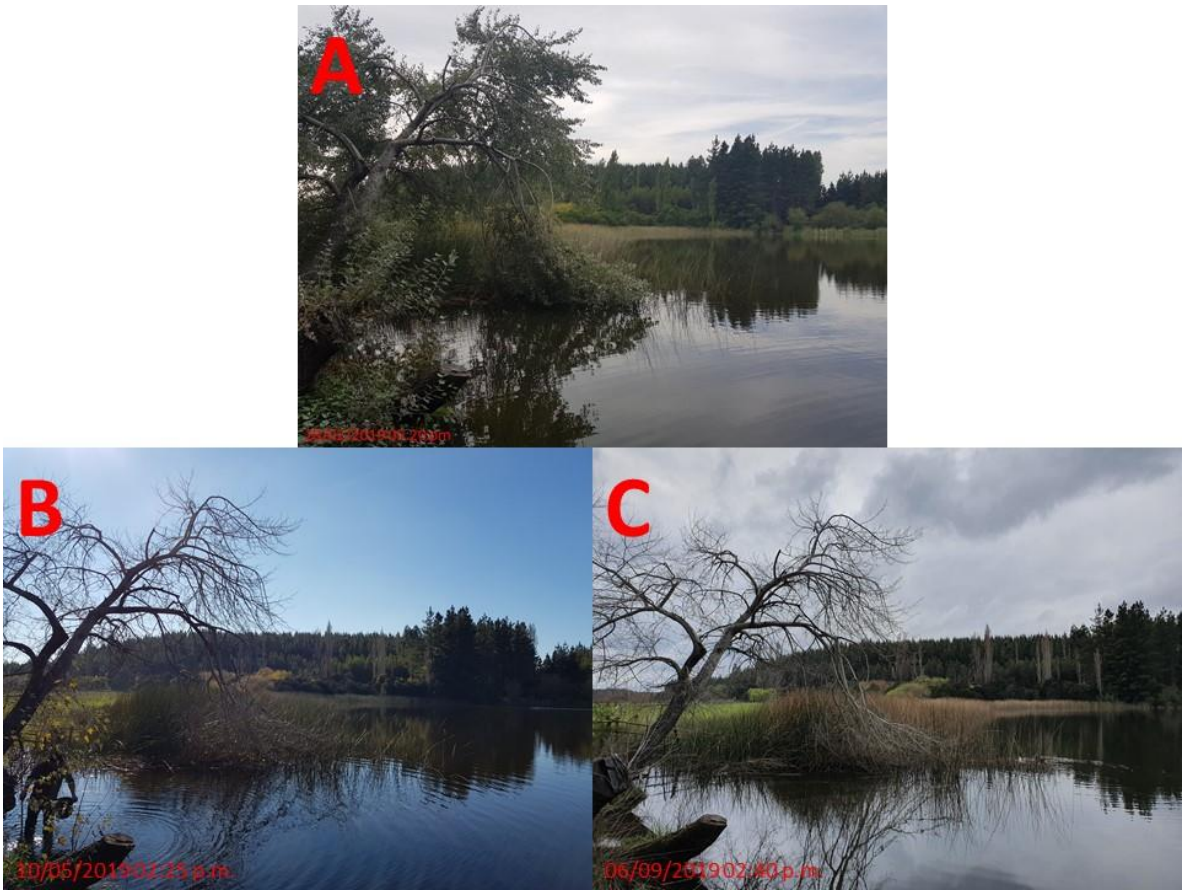
E9 (Estero Cachapoal): la estación de muestreo se ubicó en el Estero Cachapoal al interior del fundo Quilales, cuya actividad ganadera y agrícola caracterizó el entorno indirecto (>20 m) de este curso de agua (**Foto 13)**. Su vegetación ribereña se caracterizó por una angosta faja de árboles nativos (<5 m) y en su entorno directo (<20 m) predominó la vegetación no nativa. Su ancho del cauce promedio fue de 5 m y una baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 13. Vista de la estación de muestreo E9 (Estero Cachapoal) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E10 (Laguna Sin Nombre)**:** estación ubicada en la Laguna Sin Nombre, la cual se emplaza en una zona del valle, caracterizado por la presencia de asentamientos rurales y actividad agrícola y forestal (**Foto 14**). Su entorno directo (<20 m) estaba constituido por vegetación no nativa y su entorno indirecto (>20 m) por plantaciones forestales. Se constató un uso recreativo de sus aguas por parte de la población local.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 14. Vista de la estación de muestreo E10 (Laguna Sin Nombre) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E11 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, en la parte alta de la subsubcuenca del Estero El Desagüe. Se caracterizó por presentar en su entorno directo (<20 m) vegetación no nativa y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m)(**Foto 15**). Durante la campaña de otoño de 2020 no presentó agua en su cauce, mientras que, en la campaña de invierno de 2020, sí registró caudal, revelando que en este tramo el estero presenta escurrimiento temporal.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 15. Vista de la estación de muestreo E11 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

E12 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, a 1.700 m aguas abajo de la estación E11, en la parte alta de la subsubcuenca del Estero El Desagüe. Se caracterizó por presentar en su entorno directo (<20 m) vegetación no nativa y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 16**). Al igual que la estación E11, este tramo presenta escurrimiento temporal, observándose sin agua en su cauce durante la campaña de otoño de 2020, mientras que, en la campaña de invierno de 2020, sí registró caudal.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 16. Vista de la estación de muestreo E12 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

E13 (Estero Villuco)**:** estación localizada en el Estero Villuco, el cual corresponde a un estero de bajo orden con flujo norte-sur, el que desemboca en el río Guaqui (**Foto 17**). La estación se caracterizó por presencia de zarza mora y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Durante la campaña de invierno de 2020 se observó el cauce intervenido recientemente por maquinaria pesada.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 17. Vista de la estación de muestreo E13 (Estero Villuco) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

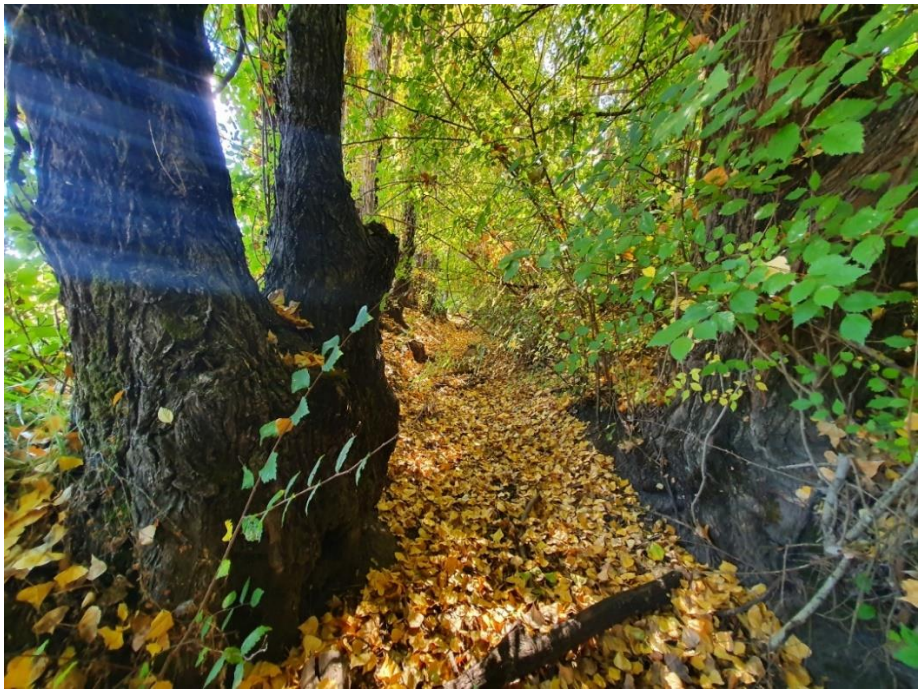
E14 (Desagüe Cachapoal)**:** estación ubicada en un canal de regadío denominado Desagüe Cachapoal que nace en la Laguna Sin Nombre. El flujo de su cauce es de sureste a noroeste con un ancho promedio de 3 metros y desemboca en el estero Cachapoal. La estación de muestreo presentaba rocas de tamaño variado (5 a 30 cm), zonas de remanso y rápidos turbulentos, además zarzamora creciendo directamente sobre el canal en su rivera (**Foto 18**). Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 18. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E14 (Desagüe Cachapoal).

E15 (Desagüe Cachapoal)**:** estación localizada en el canal de riego Desagüe Cachapoal, a 670 metros aguas abajo de la estación E14. Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 19**). Durante la campaña de otoño de 2021 este tramo del canal no presentó agua en su cauce.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 19. Vista de la estación de muestreo E15 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E16 (Desagüe Cachapoal)**:** estación localizada en el canal de riego Desagüe Cachapoal, a 500 metros aguas abajo de la estación E15. Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 20**). Durante la campaña de otoño de 2021 este tramo del canal no presentó agua en su cauce.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 20. Vista de la estación de muestreo E16 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E17 (Canal Quilales II): estación localizada en el Canal Quilales II, el cual corresponde a un canal de regadío que nace en la Laguna Sin Nombre. El flujo de su cauce es de sureste a noroeste con un ancho promedio de su cauce de 1 metro (**Foto 21**). Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 21. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E17 (Canal Quilales II).

E18 (Canal Quilales II): estación localizada en el Canal Quilales II, 570 metros aguas abajo de la estación E17. El ancho promedio de su cauce fue de 1 metro (**Foto 22**) y se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 22. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E18 (Canal Quilales II).

E19 (Canal Quilales I)**:** estación ubicada en el Canal Quilales I, que corresponde a un canal de regadío que fluye de sureste a noroeste que y se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 23**). No obstante, se identificó una sección del canal bajo el camino que se encontraba con agua estancada, donde se constató la presencia de ictiofauna nativa retenida (**Capítulo 3.3.2 del EIA, Línea de base Biota Acuática**). El muestreo de calidad de aguas se realizó en el sifón del canal (**Foto 24**). Dado que este tramo del canal corresponde a una obra de concreto, no se obtuvo muestras de sedimentos para su caracterización. El canal se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 23. Vista de la estación de muestreo E19 (Canal Quilales I) durante la campaña de muestreo de otoño de 2021.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 24. Medición *in situ* de parámetros de calidad de agua en el sifón bajo el camino del Canal Quilales I (E19).

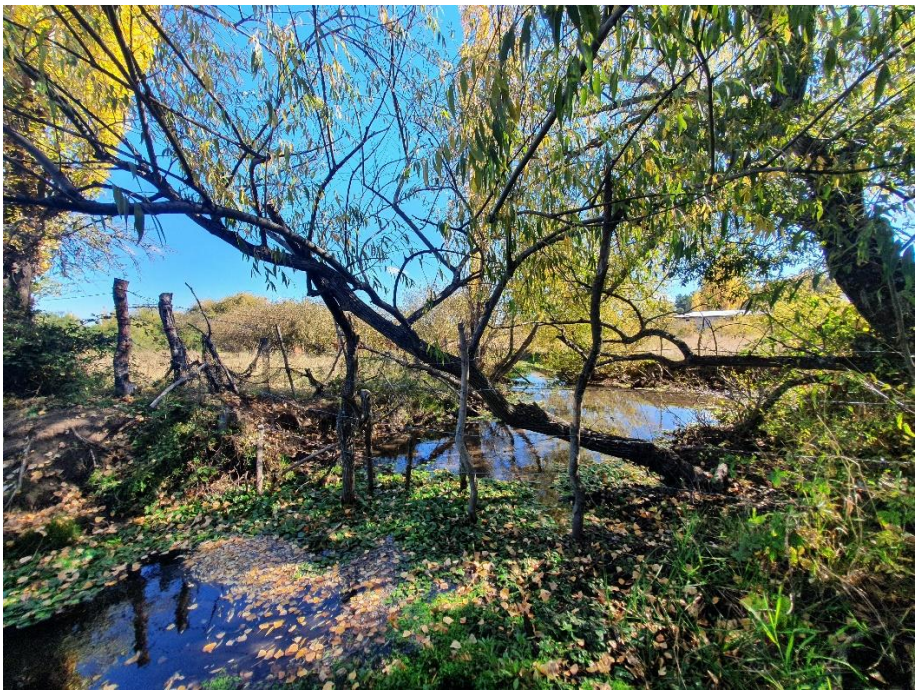
E20 (Canal Quilales I)**:** estación localizada en el canal de riego Canal Quilales I, a 970 metros aguas abajo de la estación E19. Se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 25**).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 25. Vista de la estación de muestreo E20 (Canal Quilales I) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E21 (Quebrada Sin Nombre): estación ubicada en un estero denominado Quebrada Sin Nombre, que fluye de noreste a suroeste (**Foto 26**). Su vegetación acuática era del tipo flotante y emergida. Su ancho de cauce promedio fue de 2 m y con baja velocidad de corriente. Se caracterizó por presentar matorral nativo y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y actividad ganadera en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 26. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E21 (Quebrada Sin Nombre).

E22 (Estero Cachapoal)**:** estación localizada en el Estero Cachapoal, a 1.300 m aguas arriba de la estación E9. Se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 27**).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 27. Vista de la estación de muestreo E22 (Estero Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

Los resultados que se entregan a continuación fueron separados para las campañas que completaron un ciclo anual 2018-2019 (10 estaciones de muestreo), aquellas realizadas durante el año 2020 (3 estaciones de muestreo) y la campaña de otoño de 2021 (9 estaciones).

D.3. Calidad del agua

A continuación, se describen los resultados de los parámetros físico-químicos de calidad del agua obtenidos durante las campañas. Las variables analizadas incluyeron parámetros medidos *in situ* (temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto) y en laboratorio (alcalinidad total, sólidos sedimentables, turbiedad).

Los resultados fueron comparados con los rangos establecidos en la Norma Chilena 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática (**Tabla 3**). Cabe señalar que los parámetros contemplados en la Norma son: oxígeno disuelto (≥ 5 mg/L), pH (6,0-9,0 ud), alcalinidad total (≥ 20 mg $CaCO_3$/L), turbiedad debido a descarga (no debe aumentar el valor natural en más de 30 unidades), temperatura (no debe aumentar el valor natural en más de 3°C), color (ausencia de colorantes artificiales), sólidos flotantes visibles y espumas no naturales (ausentes), sólidos sedimentables (no deben exceder del valor natural), petróleo o cualquier tipo de hidrocarburos (no debe haber detección visual, cubrimiento de fondo, orilla o ribera, ni olor perceptible).

En la **Tabla 4** se entrega el detalle de los resultados por estación y época muestreada en el área de estudio. Las celdas sin información en la campaña de primavera de 2018 corresponden a estaciones que no fueron incluidas debido a las modificaciones que ha sufrido el layout original del proyecto.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio en el área de estudio (primavera de 2018, verano de 2019, otoño de 2019 e invierno de 2019).

Época	Estación	Oxígeno Disuelto *in situ* (mg O_2/L)	pH *in situ*	Temperatura *in situ* (°C)	Conductividad Eléctrica *in situ* (µS/cm)	Sólidos Totales Disueltos *in situ* (mg/L)	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)	Sólidos Sedimentables (ml/L)	Turbiedad (UNT)
Primavera 2018	E1 (Laguna Potreada)	8,0	6,2	15,7	335,0	224,0	173,0	<0,1	3,6
	E2 (Laguna Postahue)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E3 (Estero Pantanillos)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E4 (Estero Chivato)	4,4	8,2	25,5	515,0	310,0	195,0	0,2	13,0
	E5 (Laguna Coyanco)	6,5	8,5	25,0	348,0	256,0	119,0	<0,1	12,5
	E6 (Laguna El Desagüe)	7,0	7,0	22,1	400,0	280,0	127,0	0,4	3,7
	E7 (Laguna Los Álamos)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E8 (Estero Villuco)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E9 (Estero Cachapoal)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E10 (Laguna Sin Nombre)	-	-	-	-	-	-	-	-
Verano 2019	E1 (Laguna Potreada)	4,7	8,8	24,2	527,0	410,0	170,0	<0,1	0,8
	E2 (Laguna Postahue)	10,1	9,9	22,5	363,0	254,0	144,0	0,1	5,2
	E3 (Estero Pantanillos)	3,0	7,5	15,6	484,0	335,0	63,9	0,3	3,2
	E4 (Estero Chivato)	4,5	7,7	18,0	679,0	477,0	230,0	1,5	8,2
	E5 (Laguna Coyanco)	5,9	9,0	22,7	368,0	255,0	121,0	0,3	1,9
	E6 (Laguna El Desagüe)	7,6	9,5	21,6	368,0	257,0	96,0	1,0	10,0
	E7 (Laguna Los Álamos)	3,5	8,8	16,6	267,0	189,0	53,5	0,2	26,1
	E8 (Estero Villuco)	5,0	7,9	16,6	274,0	194,0	57,2	<0,1	6,3
	E9 (Estero Cachapoal)	5,1	7,7	17,9	373,0	260,0	122,0	0,1	4,9
	E10 (Laguna Sin Nombre)	4,9	7,8	19,7	291,0	203,0	57,0	<0,1	2,7
Otoño 2019	E1 (Laguna Potreada)	6,9	9,3	10,6	355,0	248,5	173,0	<0,1	2,3
	E2 (Laguna Postahue)	3,2	9,8	7,9	354,0	247,8	162,0	<0,1	1,2
	E3 (Estero Pantanillos)	4,8	6,9	8,5	296,0	207,2	134,0	<0,1	7,6
	E4 (Estero Chivato)	4,6	7,1	9,5	395,0	276,5	186,0	<0,1	7,5
	E5 (Laguna Coyanco)	4,6	8,2	11,0	248,0	173,6	124,0	<0,1	5,8
	E6 (Laguna El Desagüe)	4,5	8,7	9,9	318,0	222,6	140,0	50,0	141,0
	E7 (Laguna Los Álamos)	4,7	7,2	15,3	132,0	92,4	53,4	<0,1	18,0
	E8 (Estero Villuco)	6,1	6,0	12,7	174,0	121,8	77,8	<0,1	19,4

	E9 (Estero Cachapoal)	4,6	4,9	13,4	163,0	114,1	70,2	0,2	7,7
	E10 (Laguna Sin Nombre)	4,6	5,6	16,0	156,0	109,2	63,4	<0,1	3,5
Invierno 2019	E1 (Laguna Potreada)	5,9	8,8	9,3	312,0	218,4	169,0	0,1	6,3
	E2 (Laguna Postahue)	5,1	7,5	9,8	335,0	234,5	161,0	1,2	22,0
	E3 (Estero Pantanillos)	4,4	7,9	10,6	429,0	300,3	208,0	0,1	18,0
	E4 (Estero Chivato)	4,2	7,7	10,9	377,0	263,9	172,0	0,1	18,0
	E5 (Laguna Coyanco)	4,2	7,5	11,2	202,0	141,4	83,5	0,2	31,0
	E6 (Laguna El Desagüe)	5,3	7,5	11,0	237,0	165,9	109,0	0,7	19,0
	E7 (Laguna Los Álamos)	6,0	8,1	13,0	94,0	65,8	39,5	0,4	7,2
	E8 (Estero Villuco)	5,3	7,6	12,9	342,0	239,4	159,0	0,1	9,4
	E9 (Estero Cachapoal)	5,2	8,1	12,1	208,0	145,6	99,8	0,1	4,9
	E10 (Laguna Sin Nombre)	6,1	8,7	12,9	174,0	121,8	79,1	0,1	2,9

Fuente: Elaboración propia.

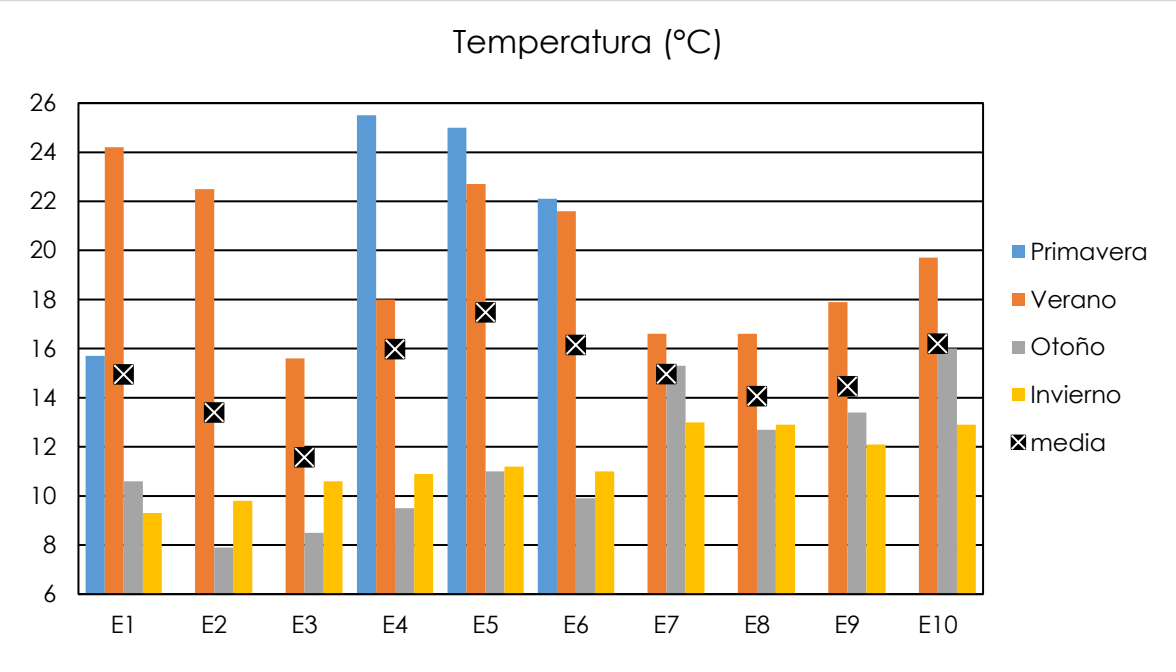
Notas:

1)En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

2) Límites Norma Chilena 1.333-1978: aguas destinadas a vida acuática: 5 mg/L oxígeno disuelto (límite mínimo); rango 6-9 pH; 20 mg CaCO3/L (límite mínimo de alcalinidad total).

.

Las aguas del área de estudio presentaron una heterogeneidad entre las estaciones de muestreo (**Tabla 4**, **Figura 5**), con registros mínimos de temperatura en la estación E3 (Estero Pantanillos) (promedio ± desviación estándar= 11,6°C ± 3,6) y máximos en la estación E5 (Laguna Coyanco) (promedio ± desviación estándar= 17,5°C ± 7,4). Se observó un incremento de la temperatura en el sentido de la corriente en el continuo hidrológico Estero Pantanillos (E3)-Estero Chivato (E4)-Laguna Coyanco (E5). En términos temporales, se observaron las temperaturas más bajas durante la época de invierno (promedio ± desviación estándar= 11,4°C ± 1,3), mientras que en primavera ocurrieron las temperaturas más altas (promedio ± desviación estándar= 22,1°C ± 4,5).

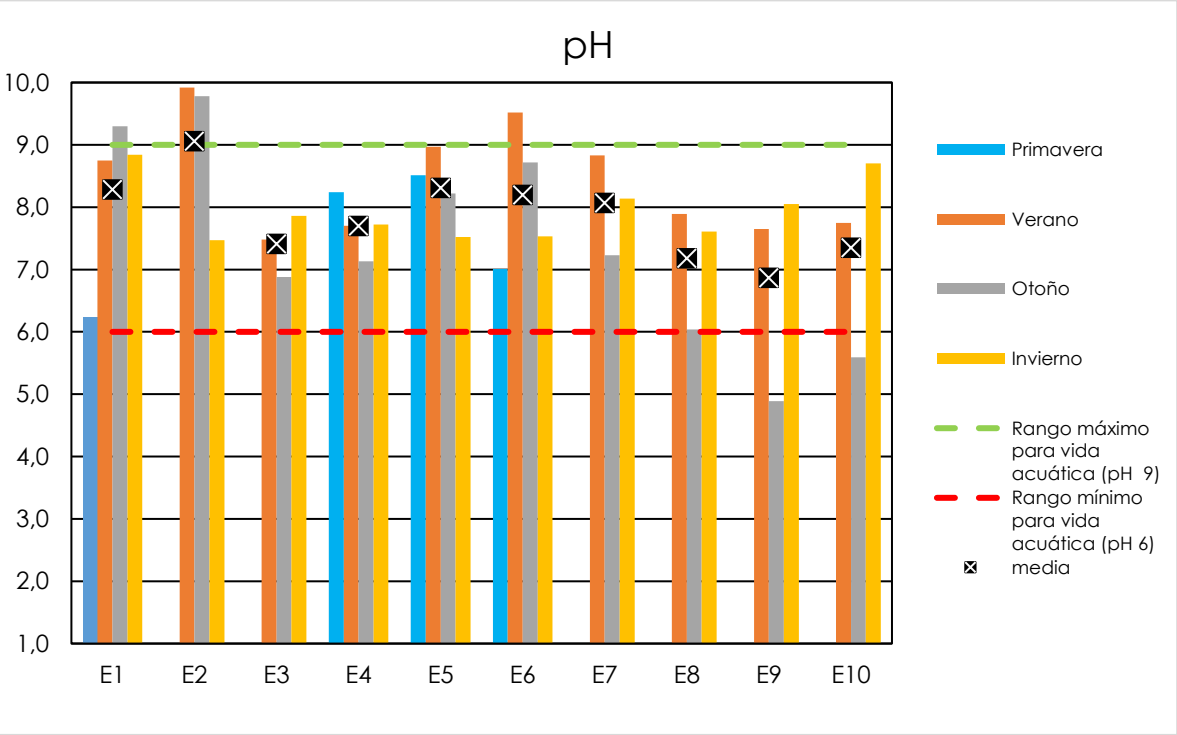


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Temperatura (°C) de las aguas superficiales del área de estudio registradas *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

Los registros *in situ* de pH revelaron que, en general, las estaciones representativas de ambientes lacustres presentaron valores más altos que las estaciones fluviales (**Tabla 4, Figura 6**), alcanzando un valor máximo promedio de 9,1 ± 1,4 ud en la estación E2 (Laguna Postahue). La estación E9 (Estero Cachapoal) registró los valores medios mínimos de pH entre todas las estaciones de muestreo (promedio ± desviación estándar= 6,9 ± 1,7 ud). En términos temporales, en época de otoño se observó los menores valores de pH (promedio ± desviación estándar= 7,4 ± 1,6 ud), mientras que en época de verano se registraron los valores máximos (promedio ± desviación estándar= 8,4 ± 0,9 ud).

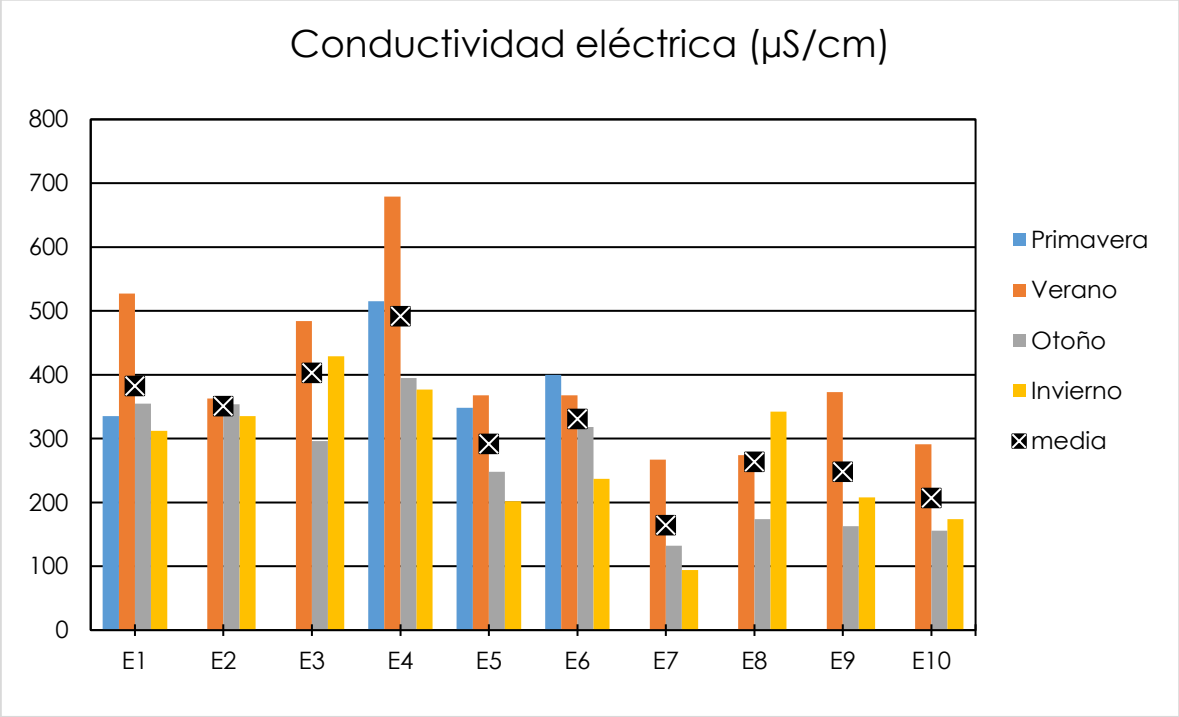
Cabe señalar que la mayoría de los registros estuvieron dentro del rango establecido por la NCh. 1.333, of 78 (6 – 9 ud pH). Los registros por sobre la norma (>9 ud de pH) ocurrieron en las estaciones E1 (Laguna Potreada) en otoño, E2 (Laguna Postahue) en verano y otoño y E6 (Laguna El Desagüe) en verano, mientras que bajo la norma (<6 ud de pH) ocurrieron en E9 (Estero Cachapoal) y E10 (Laguna Sin Nombre), en época de otoño.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Registros *in situ* de pH de las aguas superficiales del área de estudio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

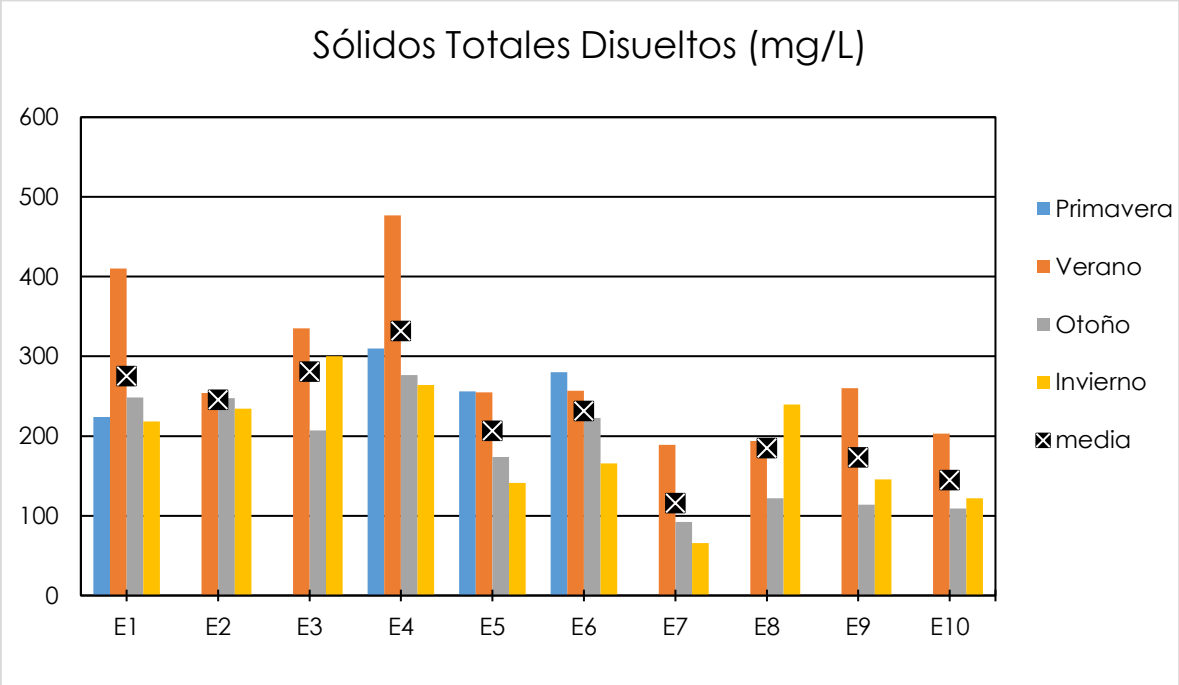
La conductividad eléctrica**, (Tabla 4, Figura 7)** presentó los valores más altos en la estación E4 (Estero Chivato) (promedio ± desviación estándar= 491,5 ± 139,2 µS/cm), mientras que la estación E7 (Laguna Los Álamos) presentó los valores más bajos (promedio ± desviación estándar= 164,3 ± 90,9 µS/cm). En términos temporales, durante la época de verano se observaron los mayores valores (promedio ± desviación estándar= 399,5 ± 82,0 µS/cm), mientras que en otoño se observaron los registros mínimos (promedio ± desviación estándar= 259,1 ± 97,1 µS/cm).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Conductividad eléctrica (µS/cm) de las aguas superficiales del área de estudio registrada *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

La concentración de sólidos totales disueltos (**Tabla 4, Figura 8**) presentó los valores más altos en la estación E4 (Estero Chivato) (promedio ± desviación estándar= 331,9 ± 98,7 mg/L), mientras que la estación E7 (Laguna Los Álamos) presentó los valores más bajos (promedio ± desviación estándar= 115,7 ± 64,8 mg/L). En términos temporales, durante la época de verano se observaron los mayores valores (promedio ± desviación estándar= 283,4 ± 95,7 mg/L), mientras que en otoño se observaron los registros mínimos (promedio ± desviación estándar= 181,4 ± 68,0 mg/L).

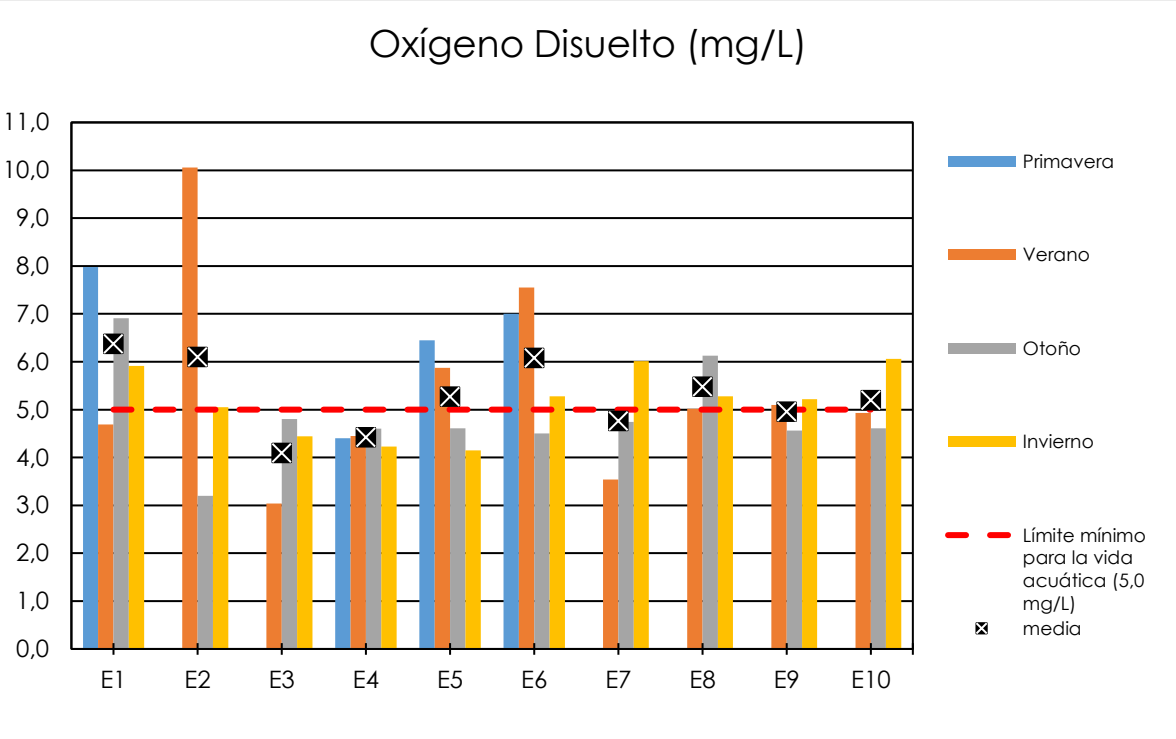


Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Concentración de Sólidos Totales Disueltos (mg/L) de las aguas superficiales del área de estudio registrados *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

Los registros de concentración de oxígeno disuelto *in situ* (**Figura 9**, **Tabla 4**) revelaron valores bajo 5 mg/L en 9 de las 10 estaciones de muestreo en al menos una de las épocas muestreadas (otoño, invierno, primavera o verano) (**Tabla 4**), correspondiente al límite mínimo establecido en la NCh. 1.333, of. 78. También fue posible observar en términos temporales que los valores más altos ocurrieron en estaciones lacustres, durante el verano en las estaciones E2 (Laguna Postahue) y E6 (Laguna El Desagüe) y durante el invierno en las estaciones E1(Laguna Potreada),

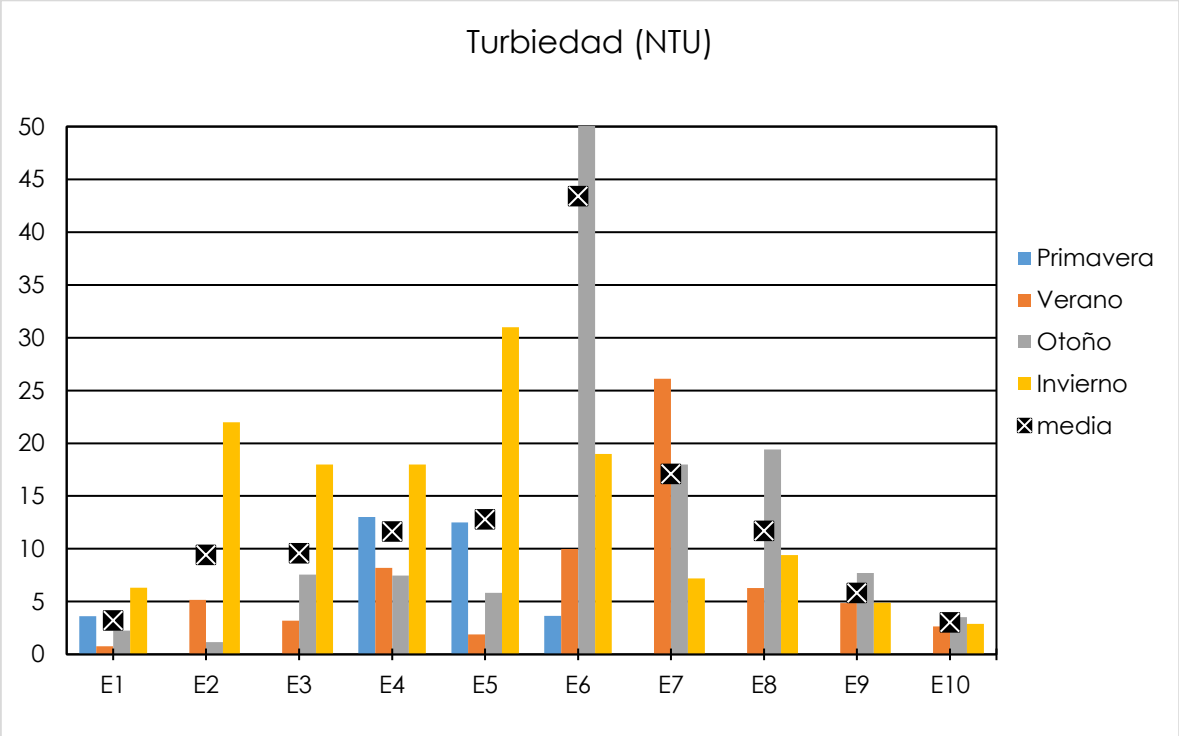
E5(Laguna Coyanco) y E6 (Laguna El Desagüe). La mayor frecuencia de valores bajo 5 mg/L, en términos temporales, se observaron durante la época de otoño (8 de las 10 estaciones de muestreo), y una mayor amplitud de rango en las estaciones lacustres, presentando los valores más altos durante la época de primavera y valores menores en otoño.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Concentración de Oxígeno Disuelto (mg/L) de las aguas superficiales del área de estudio registrados *in situ* durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

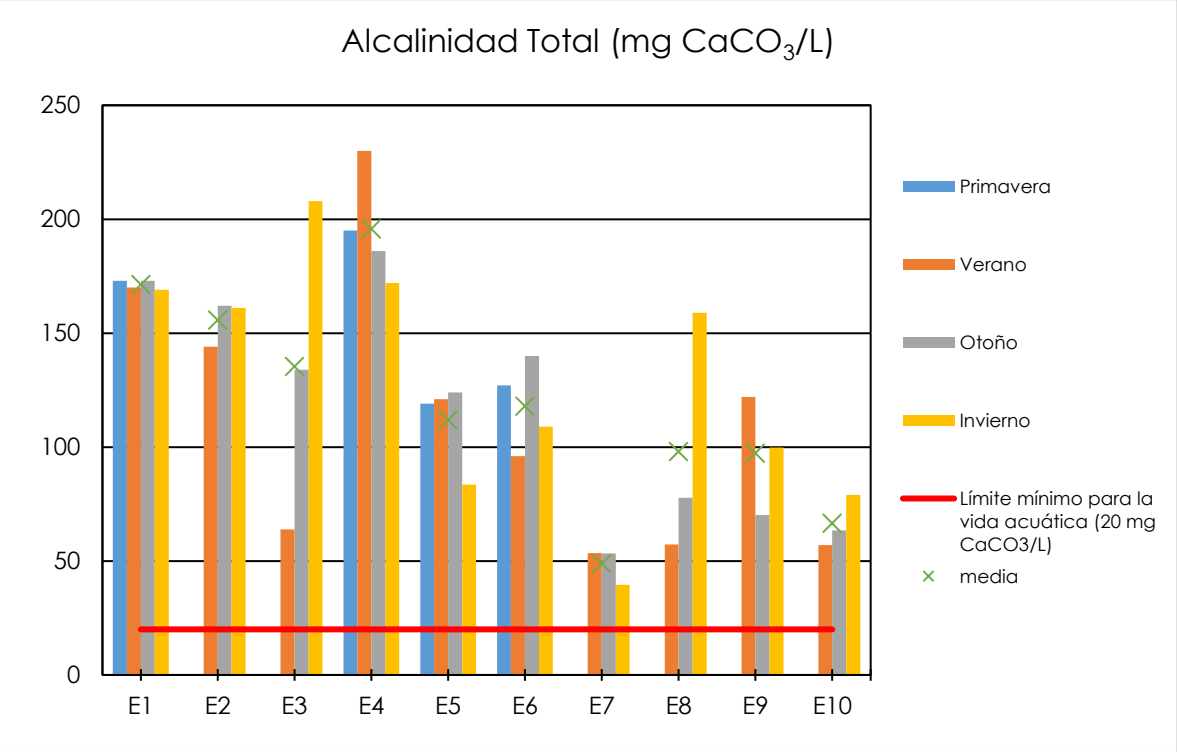
La turbiedad en tanto (**Figura 10, Tabla 4**), presentó valores que van desde los 0,8 NTU para la estación E1 (laguna Potreada) durante el verano, hasta los 141,0 NTU alcanzados en la estación E6 (Laguna El Desagüe) durante la época de otoño. Los valores máximos promedio se registraron en la estación E6 (Laguna El Desagüe) y E7 (Laguna Los Álamos) (promedio ± desviación estándar= 43,4 ± 65,4 NTU y 17,1 ± 9,5 NTU, respectivamente), mientras que los valores mínimos fueron registrados en la E10 (Laguna Sin nombre) y E1 (Laguna Potreada) (promedio ± desviación estándar= 3,0 ± 0,4 NTU y 3,2 ± 2,4 NTU, respectivamente). En términos temporales, la turbiedad alcanzó valores máximos medios durante la época de otoño (promedio ± desviación estándar= 21,4 ± 42,5 NTU), mientras que los valores mínimos se registraron durante verano (promedio ± desviación estándar=6,9 ± 7,3 NTU).



Fuente: Elaboración propia.
Nota: Con el fin de observar de mejor forma la variabilidad entre las estaciones y épocas, el valor de turbiedad en la estación Laguna El Desagüe en época de otoño (141,0 UNT) quedó fuera de la escala.

Figura 10 Turbiedad (NTU) de las aguas superficiales del área de estudio medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

La alcalinidad total (**Figura 11, Tabla 4**) registró valores máximos medios en la estación E4 (Estero Chivato) (promedio ± desviación estándar= 195,8 ± 24,7 mg $CaCO_3$/L), mientras que los registros mínimos medios ocurrieron en la estación E7 (Laguna Los Álamos) (promedio ± desviación estándar= 48,8 ± 8,1 mg $CaCO_3$/L). Cabe señalar que todas las concentraciones registradas en las estaciones de muestreo durante las cuatro épocas obtuvieron valores sobre el límite mínimo para la vida acuática establecido en la NCh. 1.333, of. 78 (20 mg $CaCO_3$/L).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Alcalinidad total (mg $CaCO_3$/L) de las aguas superficiales del área de estudio medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

Del análisis visual, no se identificó la presencia de colorantes artificiales, sólidos flotantes, espumas no naturales, petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo, en ninguna de las estaciones durante las cuatro épocas muestreadas. Por lo tanto, entre todos los parámetros contemplados en la NCh 1.333, Of. 78 (**Tabla 3**), la concentración de oxígeno disuelto y el pH presentaron valores fuera de los rangos establecidos en la norma, en distintas épocas y estaciones, los que ya fueron descritos anteriormente. El resto de los parámetros cumplieron con los requerimientos establecidos en dicha norma, en todas las estaciones y todas las épocas.

A continuación, se entregan los resultados obtenidos durante las campañas de otoño e invierno de 2020 (**Tabla 5**).

Tabla 5. Parámetros físico-químicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio durante las campañas de otoño e invierno de 2020. (-) sin agua en el cauce.

Época	Estación	Oxígeno Disuelto in situ (mg O_2/L)	pH in situ	Temperatura in situ (°C)	Conductividad Eléctrica in situ (µS/cm)	Sólidos Totales Disueltos in situ (ppm)	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)	Sólidos Sedimentables (ml/L)	Turbiedad (UNT)
Otoño	E 11 (Estero Chivato)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E 12 (Estero Chivato)	-	-	-	-	-	-	-	-
	E 13 (Estero Villuco)	6,5	7,4	11,0	180,2	124,8	77,8	<0,1	1,3
Invierno	E 11 (Estero Chivato)	7,5	7,0	11,4	402,0	201,0	174,0	2,5	60,0
	E 12 (Estero Chivato)	3,9	7,0	13,6	463,0	232,0	110,0	<0,1	4,3
	E 13 (Estero Villuco)	6,1	7,5	10,7	391,0	195,0	146,0	0,1	190,0

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Valores referenciales de la NCh 1.333, Of 78, requisitos para la vida acuática: 5 mg/L OD (valor mínimo), 6-9 pH (rango mínimo y máximo), 20 mg $CaCO_3$/L (valor mínimo). En rojo, valores fuera de los límites referenciados en la norma.

Al contrastar los valores de los parámetros de calidad de agua obtenidos durante las campañas de otoño e invierno de 2020 con los valores considerados en la NCh 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática, la concentración de oxígeno disuelto de la estación E12 (Estero Chivato), presentó un valor bajo el límite mínimo (3,9 mg/L OD) durante la campaña de invierno de 2020. Los resultados revelan que la estación E13 (Estero Villuco) presentó un severo incremento de la turbiedad, con un valor de 1,3 UNT durante la campaña de otoño de 2020 y 190,0 UNT durante la campaña de invierno de 2020.

Del análisis visual, no se identificó la presencia de colorantes artificiales, sólidos flotantes, espumas no naturales, petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo en ninguna de las estaciones durante las dos épocas muestreadas.

A continuación, se entregan los resultados obtenidos durante la campaña de otoño de 2021 (**Tabla 6**).

Tabla 6. Parámetros físico-químicos del agua registrados *in situ* y en laboratorio durante la campaña de otoño de 2021.

Estación	Oxígeno Disuelto *in situ* (mg O_2/L)	pH *in situ*	Temperatura *in situ* (°C)	Conductividad Eléctrica *in situ* (µS/cm)	Sólidos Totales Disueltos *in situ* (mg/L)	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)	Sólidos Sedimentables (ml/L)	Turbiedad (UNT)
Desagüe Cachapoal 1 (E14)	10,5	7,5	15,5	126	63	58,7	0,2	5,3
Canal Quilales II 1 (E17)	11,8	7,6	13,9	96	48	44,9	0,1	2,1
Canal Quilales II 2 (E18)	11,7	7,7	14,0	95	47	43,8	0,1	2,1
Canal Quilales I 1 (E19)	3,7	6,9	14,3	187	94	101	0,6	8,3
Quebrada Sin Nombre (E21)	10,3	7,6	16,5	113	56	59,5	0,1	1,1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Valores referenciales de la NCh 1.333, Of 78, requisitos para la vida acuática: 5 mg/L OD (valor mínimo), 6-9 pH (rango mínimo y máximo), 20 mg $CaCO_3$/L (valor mínimo). En rojo, valores fuera de los límites referenciados en la norma.

Al contrastar los valores de los parámetros de calidad de agua obtenidos durante la campaña de otoño de 2021 con los valores considerados en la NCh 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática, todos se encontraban dentro del estándar de la norma a excepción del valor de la concentración de oxígeno disuelto en la estación E19 (Canal Quilales I) que presento un valor bajo el límite mínimo (<5 mg/L).

Del análisis visual, no se identificó la presencia de colorantes artificiales, sólidos flotantes, espumas no naturales, petróleo o cualquier tipo de hidrocarburo en ninguna de las estaciones durante la época muestreada.

D.4. Estructura del hábitat

De los resultados presentados en la **Tabla 7**, se desprende que, en época de alto caudal (invierno), la estación E2 (Laguna Postahue) presentó un ambiente terrestre ribereño inundado, mientras que la estación E7 (Laguna Los Álamos) se caracterizó por escasa o nula presencia de vegetación ribereña. El entorno directo (<20 m) estuvo caracterizado en la mayoría de las estaciones por matorral no nativo, con presencia de vegetación nativa sólo en 3 de las 10 estaciones de muestreo, mientras que el entorno indirecto (>20 m) estuvo caracterizado por presencia de plantaciones forestales, pastizales y ganadería. El tipo de sustrato más frecuente fue el sedimento fino, las tasas de relleno altas y medias.

Las estaciones fluviales presentaron una variabilidad del ancho del cauce entre las épocas asociado a las variaciones de caudal: mayor ancho promedio en invierno, menor en verano y otoño. Las estaciones de muestreo localizadas en el continuo Estero Chivato (E4, E11 Y E12)-Laguna Coyanco (E5)-Laguna El Desagüe (E6) y las estaciones E10 (Laguna Sin Nombre) y E9(Estero Cachapoal) presentaron fondo enfangado. Por último, se observó una drástica disminución de la cobertura de vegetación acuática durante la época de invierno.

Tabla 7. Caracterización de la estructura del hábitat acuático para cada una de las estaciones de muestreo y épocas (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019). (-) sin datos.

Época	Estación	Ambiente	Sombreado	Tipo de sustrato	Tasa de relleno	Entorno directo	Entorno indirecto	Vegetación acuática	Vegetación ribereña	Tipo de Ambiente	% Cobertura Vegetal	Ancho del cauce
Primavera 2018	E1 (Laguna Potreada)	2	1	1	1	3 y 4	5	1 y 3	1	2	15	No aplica
	E2 (Laguna Postahue)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E3 (Estero Pantanillos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E4 (Estero Chivato)	2	2	1	1	4	7	4	1	1	0	6
	E5 (Laguna Coyanco)	2	2	1	1	1	7	1	1	1	15	No aplica
	E6 (Laguna El Desagüe)	2	1	1	1	4	5	4	1	1	0	No aplica
	E7 (Laguna Los Álamos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E8 (Estero Villuco)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E9 (Estero Cachapoal)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E10 (Laguna Sin Nombre)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verano 2019	E1 (Laguna Potreada)	2	2	1	1	3 y 4	5	1 y 3	1	2	70	No aplica
	E2 (Laguna Postahue)	2	1	1	1	4	4 y 5	1	1	1	80	No aplica
	E3 (Estero Pantanillos)	2	1	1	2	3	7	4	1	2	0	4
	E4 (Estero Chivato)	2	1	1	1	4	7	1	1	1	40	3
	E5 (Laguna Coyanco)	2	2	1	1	1 y 4	7	1	1	1	80	No aplica
	E6 (Laguna El Desagüe)	2	2	1	1	4 y 5	5	1	1	1	100	No aplica
	E7 (Laguna Los Álamos)	2	2	1	1	5	5	4	2	1	0	No aplica
	E8 (Estero Villuco)	2	1	5	2	4	6	4	1	2	0	2
	E9 (Estero Cachapoal)	2	1	1	2	4	6 y 7	4	1	1	0	4
	E10 (Laguna Sin Nombre)	2	2	1	1	4	5	3	1	2	50	No aplica
Otoño 2019	E1 (Laguna Potreada)	2	2	1	1	3 y 4	5	1 y 3	1	2	20	No aplica
	E2 (Laguna Postahue)	2	1	1	1	4	4 y 5	1	1	1	100	No aplica
	E3 (Estero Pantanillos)	2	1	1	2	3	7	4	1	2	0	4
	E4 (Estero Chivato)	2	1	1	1	4	7	1	1	1	20	2
	E5 (Laguna Coyanco)	2	2	1	1	1 y 4	7	1	1	1	85	No aplica

Época	Estación	Ambiente	Sombreado	Tipo de sustrato	Tasa de relleno	Entorno directo	Entorno indirecto	Vegetación acuática	Vegetación ribereña	Tipo de Ambiente	% Cobertura Vegetal	Ancho del cauce
	E6 (Laguna El Desagüe)	2	2	1	1	4 y 5	5	1	1	1	100	No aplica
	E7 (Laguna Los Álamos)	2	2	1	1	5	5	4	2	1	0	No aplica
	E8 (Estero Villuco)	2	1	5	2	4	6	4	1	2	0	2
	E9 (Estero Cachapoal)	2	1	1	2	4	6 y 7	4	1	1	0	4
	E10 (Laguna Sin Nombre)	2	2	1	1	4	5	3	1	2	50	No aplica
Invierno 2019	E1 (Laguna Potreada)	2	2	1	1	3 y 4	5	1 y 3	1	2	10	No aplica
	E2 (Laguna Postahue)	1	2	1	1	4	4 y 5	1	1	2	50	No aplica
	E3 (Estero Pantanillos)	2	1	1	2	3	7	4	1	2	0	5
	E4 (Estero Chivato)	2	1	1	1	4	7	4	1	1	0	4
	E5 (Laguna Coyanco)	2	2	1	1	1 y 4	7	4	1	1	0	No aplica
	E6 (Laguna El Desagüe)	2	2	1	1	4 y 5	5	4	1	1	0	No aplica
	E7 (Laguna Los Álamos)	2	2	1	1	5	5	4	2	1	0	No aplica
	E8 (Estero Villuco)	2	1	5	2	4	6	4	1	2	0	3
	E9 (Estero Cachapoal)	2	1	1	2	4	6 y 7	4	1	1	0	5
	E10 (Laguna Sin Nombre)	2	2	1	1	4	5	3	1	1	50	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Tipo Ambiente:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

De los resultados presentados en la **Tabla 8**, se desprende que las secciones evaluadas del Estero Chivato (estaciones E11 y E12) presentaron vegetación no nativa en su ribera, plantaciones forestales en su cuenca aledaña y un ancho de cauce de 3 metros en promedio. La estación E13 (Estero Villuco) presentó una ribera con vegetación no nativa (zarza mora), cultivos agrícolas en su cuenca aledaña y lecho enfangado en ambas campañas (otoño e invierno de 2020), presentando un aumento del ancho promedio del cauce (3 a 5 metros), la desaparición de la vegetación acuática y ribereña y un aumento de la tasa de relleno (media a alta), entre las campañas de otoño 2020 e invierno 2020.

Tabla 8. Caracterización de la estructura del hábitat acuático de las estaciones muestreadas durante las campañas de otoño e invierno de 2020. (-) sin agua en el cauce.

Época	Estación de muestreo	Ambiente	Sombreado	Tipo de sustrato	Tasa de relleno	Entorno directo	Entorno indirecto	Vegetación acuática	Vegetación ribereña	Tipo de Ambiente	% Cobertura Vegetal	Ancho del cauce
Otoño	E11 (Estero Chivato)	-	2	-	-	4	5	-	1	-	-	3
	E12 (Estero Chivato)	-	1	-	-	4	5	-	1	-	-	3
	E13 (Estero Villuco)	2	1	1	2	4	6	1	1	1	20	3
Invierno	E11 (Estero Chivato)	2	2	1	1	4	5	4	1	2	0	3
	E12 (Estero Chivato)	2	1	1	1	4	5	4	1	2	0	3
	E13 (Estero Villuco)	2	2	1	1	4	6	4	2	1	0	5

Fuente: Elaboración propia.

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Tipo Ambiente:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

De la caracterización de la estructura del hábitat realizada para las estaciones evaluadas durante la campaña de otoño de 2021 (**Tabla 9**), se desprende que el entorno directo (<20 m) entre las estaciones de muestreo estuvo compuesto predominantemente por vegetación no nativa presente en 6 de 9 estaciones (E14, E15, E16, E17, E18 y E21), mientras que en el entorno indirecto (>20 m) predominaron los cultivos agrícolas, presentes en 6 de 9 estaciones (E14, 415, E16, E19, E20 y E22). El ambiente sombreado también fue una característica común entre las estaciones de muestreo, presente en 7 de las 9 estaciones (E14, E15, E16, E17, E18, E21 y E22) al igual que la ausencia de vegetación ribereña, característica presente en 5 de las 9 estaciones (E15, E16, E19, E20 y E22).

Tabla 9. Caracterización de la estructura del hábitat acuático de las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021. (-) sin agua en el cauce.

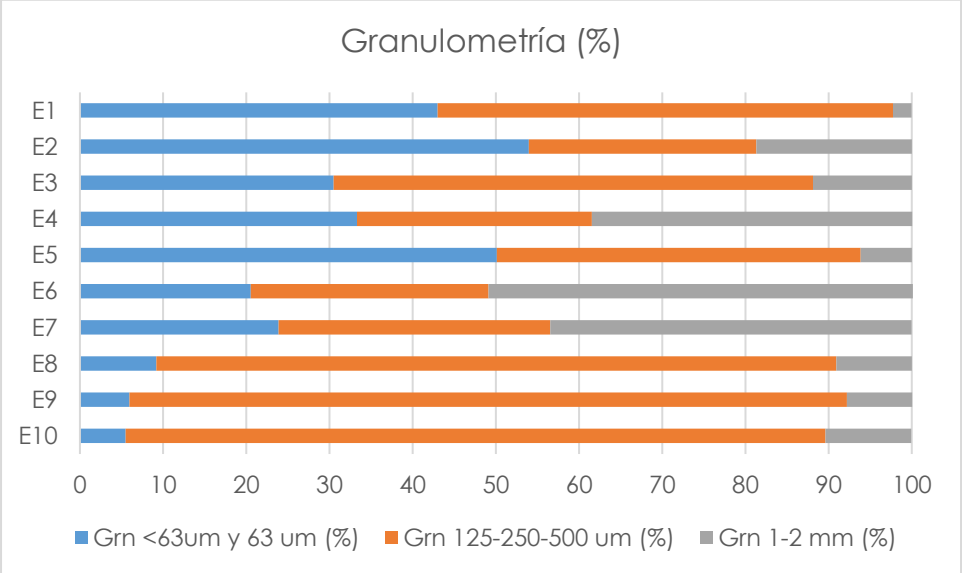
Estación de muestreo	Ambiente	Sombreado	Tipo de sustrato	Tasa de relleno	Entorno directo	Entorno indirecto	Vegetación acuática	Vegetación ribereña	Tipo de Ambiente	% Cobertura Vegetal	Ancho del cauce
E14 (Desagüe Cachapoal)	2	1	4	4	4	5 y 6	4	1	2	0	3
E15 (Desagüe Cachapoal)	-	1	-	-	4	6	-	2	-	-	1
E16 (Desagüe Cachapoal)	-	1	-	-	4	6	-	2	-	-	1
E17 (Canal Quilales II)	2	1	1	1	4 y 5	5	4	1	2	0	1
E18 (Canal Quilales II)	2	1	1	1	4 y 5	5	4	1	2	0	1
E19 (Canal Quilales I)	-	2	-	-	7	6	-	2	-	-	1
E20 (Canal Quilales I)	-	2	-	-	6 y 7	6	-	2	-	-	1
E21 (Quebrada Sin Nombre)	2	1	1	1	1 y 4	7	3	1	1	15	2
E22 (Estero Cachapoal)	-	1	-	-	6 y 7	6	-	2	-	-	2

Fuente: Elaboración propia.

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Tipo Ambiente:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

D.3. Caracterización de sedimentos

Los resultados de los análisis granulométricos (**Figura 12**) revelaron que en las estaciones E2 (Laguna Postahue) y E5 (Laguna Coyanco), los sedimentos predominantes (>50% del total) fueron aquellos de la fracción fina, menor o igual a 63 um de diámetro. Las estaciones E1 (Laguna Potreada), E3 (Estero Pantanillos), E8 (Estero Villuco), E9 (Estero Cachapoal) y E10 (Laguna Sin Nombre), los sedimentos predominantes fueron aquellos de la fracción intermedia, entre 125 y 500 um de diámetro. Por último, en la estación E6 (Laguna El Desagüe) predominaron los sedimentos de la fracción más gruesa, entre 1 y 2 mm de diámetro. Las estaciones E7 (Laguna Los Álamos) y E4 (Estero Chivato) presentaron una granulometría de proporciones similares en las diferentes fracciones.



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Granulometría promedio (para todas las épocas muestreadas) de los sedimentos de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio.

En la **Tabla 10** se entregan los resultados de la caracterización de los sedimentos en cuanto a su granulometría, materia orgánica, potencial óxido-reducción y porcentaje de humedad, para las estaciones muestreadas en el ciclo anual 2018-2019.

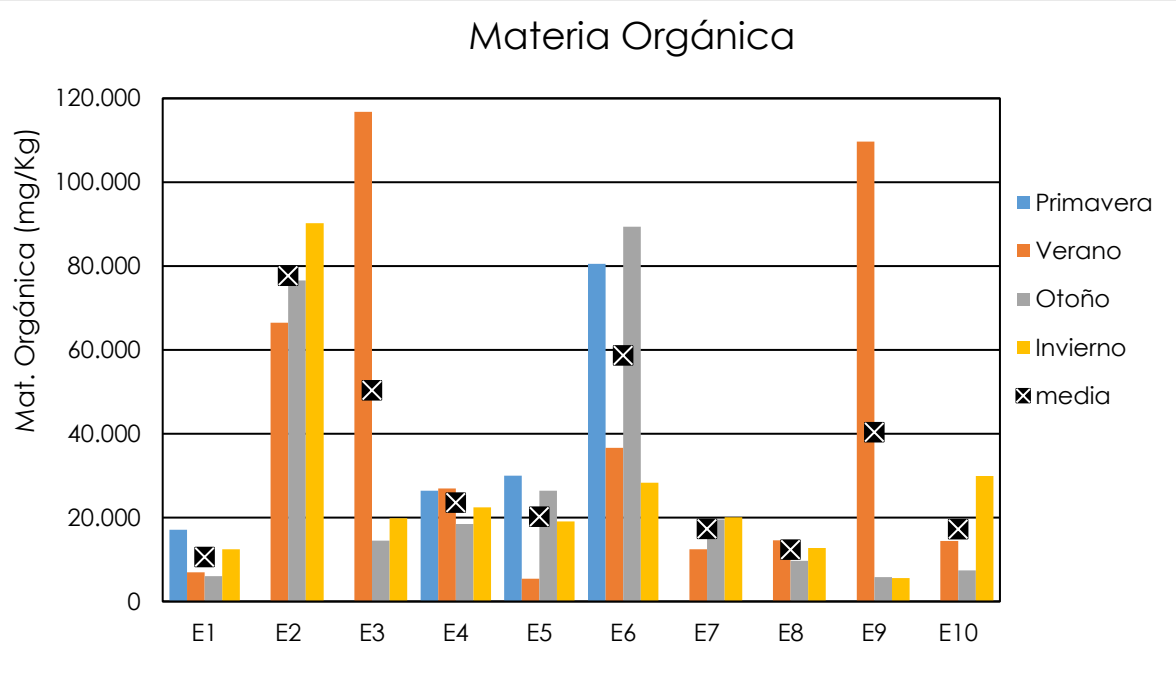
Tabla 10. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) en cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio y épocas (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019).

Época	Estación	Grn <63um (%)	Grn 63um (%)	Grn 125um (%)	Grn 212um (%)	Grn 500um (%)	Grn1mm (%)	Grn2mm (%)	Materia Orgánica (mg/Kg)	Potencial Óxido Reducción (mV)	Porcentaje de Humedad (%)
Primavera	E1 (Laguna Potreada)	13,3	39,1	29,2	12,3	3,2	1,7	1,2	17.072	<0,1	34,9
	E2 (Laguna Postahue)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E3 (Estero Pantanillos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E4 (Estero Chivato)	10,7	11,5	4,6	2,7	2,5	7,3	60,8	26.381	<0,1	36,7
	E5 (Laguna Coyanco)	6,6	40,1	37,3	11,5	2,6	0,9	1,1	29.991	<0,1	50,8
	E6 (Laguna El Desagüe)	7,5	9,7	3,7	4,8	5,2	8,1	61,6	80.499	123,0	51,0
	E7 (Laguna Los Álamos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E8 (Estero Villuco)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E9 (Estero Cachapoal)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E10 (Laguna Sin Nombre)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verano	E1 (Laguna Potreada)	6,3	23,4	31,5	28,9	6,9	2,5	0,5	6.917	122,0	29,2
	E2 (Laguna Postahue)	8,4	24,5	10,7	8,4	8,2	4,9	35,0	66.465	95,6	60,4
	E3 (Estero Pantanillos)	6,6	32,5	35,5	12,9	6,0	3,7	2,8	116.800	30,2	32,8
	E4 (Estero Chivato)	3,4	5,9	2,9	2,0	3,0	7,6	75,2	26.936	172,0	39,5
	E5 (Laguna Coyanco)	6,0	34,2	40,1	15,5	3,6	0,6	0,1	5.452	191,0	28,9
	E6 (Laguna El Desagüe)	1,4	2,9	1,8	3,5	6,5	9,4	74,0	36.616	131,0	52,4
	E7 (Laguna Los Álamos)	2,8	2,1	2,3	4,4	3,5	5,1	79,9	12.445	120,0	30,7
	E8 (Estero Villuco)	3,8	3,8	15,9	50,6	13,7	4,9	7,5	14.560	133,0	39,0
	E9 (Estero Cachapoal)	0,5	2,2	11,8	49,1	29,2	6,2	1,0	109.676	252,0	27,8
	E10 (Laguna Sin Nombre)	0,4	2,1	9,3	40,0	33,8	12,9	1,5	14.421	122,0	34,5
Otoño	E1 (Laguna Potreada)	5,7	22,0	34,1	29,3	6,0	2,4	0,5	6.068	124	25,2
	E2 (Laguna Postahue)	28,8	34,4	10,7	10,1	6,8	6,5	2,6	76.536	7	70,8
	E3 (Estero Pantanillos)	1,9	11,9	28,1	26,3	16,6	8,5	6,8	14.490	31	26,7
	E4 (Estero Chivato)	7,0	35,9	39,2	12,5	3,8	1,4	0,3	18.478	15	40,2
	E5 (Laguna Coyanco)	23,2	30,3	13,6	6,1	7,0	10,7	9,0	26.397	<0,1	36,2
	E6 (Laguna El Desagüe)	21,5	22,6	10,3	12,4	12,4	12,0	9,0	89.399	4	73,6
	E7 (Laguna Los Álamos)	29,5	20,8	16,8	11,3	8,5	7,7	5,4	19.520	131	36,2
	E8 (Estero Villuco)	0,4	1,0	5,4	49,4	38,5	3,8	1,5	9.722	168	27,2
	E9 (Estero Cachapoal)	3,7	9,6	20,1	41,7	19,1	5,4	0,5	5.841	16	22,3
	E10 (Laguna Sin Nombre)	0,4	5,4	24,9	48,6	17,0	3,3	0,2	7.420	205	26,4
Invierno	E1 (Laguna Potreada)	17,7	44,4	26,8	9,7	1,3	0,1	0,0	12.462	210	25,6
	E2 (Laguna Postahue)	28,2	37,6	11,8	8,9	6,4	4,7	2,5	90.229	<0,1	61,4
	E3 (Estero Pantanillos)	6,7	31,9	28,3	13,0	6,3	5,1	8,8	19.856	175	26,0

Época	Estación	Grn <63um (%)	Grn 63um (%)	Grn 125um (%)	Grn 212um (%)	Grn 500um (%)	Grn1mm (%)	Grn2mm (%)	Materia Orgánica (mg/Kg)	Potencial Óxido Reducción (mV)	Porcentaje de Humedad (%)
	E4 (Estero Chivato)	26,3	32,5	23,3	14,9	1,6	1,0	0,4	22.475	66	29,3
	E5 (Laguna Coyanco)	14,9	45,2	27,1	6,8	3,8	2,1	0,1	19.059	<0,1	32,8
	E6 (Laguna El Desagüe)	5,9	10,6	9,8	15,8	28,1	23,5	6,4	28.298	51	30,2
	E7 (Laguna Los Álamos)	8,1	8,4	9,4	21,5	20,3	17,2	15,1	20.112	218	31,6
	E8 (Estero Villuco)	9,2	9,5	17,1	37,4	17,2	5,2	4,4	12.733	65	28,0
	E9 (Estero Cachapoal)	0,5	1,4	7,6	48,6	31,6	9,6	0,8	5.611	176	24,6
	E10 (Laguna Sin Nombre)	2,2	6,0	13,9	38,9	26,0	10,9	2,2	29.895	213	44,1

Fuente: Elaboración propia.

La concentración de materia orgánica presentó valores máximos promedio, considerando todas las épocas, en las estaciones E2 (Laguna Postahue) y E6 (Laguna El Desagüe) (**Figura 13**). No obstante, es destacable que los máximos valores entre todas las épocas y estaciones fueron registrados en la estación E3 (Estero Pantanillos) y E9 (Estero Cachapoal) en época de verano. El potencial redox obtuvo valores más bajos durante la época de otoño (**Tabla 10**), mientras los valores más altos ocurrieron en época de verano.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Materia orgánica (mg/Kg) presente en los sedimentos de las estaciones de muestreo medidas en laboratorio durante las campañas de primavera de 2018, verano de 2019, otoño 2019 e invierno de 2019.

Los resultados de los análisis granulométricos (**Tabla 11**) para las estaciones de muestreo evaluadas durante las campañas de otoño e invierno de 2020 revelaron que los sedimentos predominantes (>50% del total) en la estación E13 (Estero Villuco) fueron aquellos de la fracción igual a 212 um de diámetro para la campaña de otoño de 2020, mientras que para la campaña de invierno de 2020 fue compartida entre la fracción igual a 125 um y 212 um de diámetro. Para los tramos evaluados del Estero Chivato (E11 y E12) durante la campaña de invierno 2020, predominaron los sedimentos de la fracción igual a 2 mm de diámetro. La estación E11 (Estero Chivato) presentó una alta concentración de materia orgánica respecto de las otras dos estaciones de muestreo, El porcentaje de humedad para todas las estaciones fue menor al 50%.

Tabla 11. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) de las estaciones durante las campañas de otoño e invierno de 2020.

Época	Estación	Grn <63um (%)	Grn 63um (%)	Grn 125um (%)	Grn 212um (%)	Grn 500um (%)	Grn1mm (%)	Grn2mm (%)	Materia Orgánica (mg/Kg)	Potencial Óxido Reducción (mV)	Porcentaje de Humedad (%)
Otoño	E11 (Estero Chivato)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E12 (Estero Chivato)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	E13 (Estero Villuco)	2,3	4,4	22,8	58,1	11,8	0,4	0,2	26.518	-111,8	24,3
Invierno	E11 (Estero Chivato)	3,4	1,4	1,1	2,0	2,3	3,7	86,1	101.152	-176,7	41,2
	E12 (Estero Chivato)	7,1	4,5	4,2	6,0	4,3	4,5	69,5	29.245	-117,0	26,0
	E13 (Estero Villuco)	6,7	8,9	34,7	38,9	3,6	1,6	5,6	27.617	-116,5	24,5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los análisis granulométricos (**Tabla 12, Tabla 11**) para las estaciones de muestreo evaluadas durante la campaña de otoño de 2021 revelaron que las fracciones de sedimentos predominantes (>50% del total) en todas las estaciones estuvo compuesto por las fracciones igual a 125 um y 212 um de diámetro.

Las estaciones pertenecientes al "Canal Quilales II" (E17 y E18) registraron los valores más altos de materia orgánica. En contraposición, la estación E21 (Quebrada sin Nombre) registro los valores más bajos para este mismo parámetro. El porcentaje de humedad para todas las estaciones fue menor al 50%.

Tabla 12. Caracterización de sedimentos (Granulometría, Porcentaje de Materia Orgánica, Potencial Óxido-Reducción y Porcentaje de Humedad) de las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021.

Estación	Grn <63um (%)	Grn 63um (%)	Grn 125um (%)	Grn 212um (%)	Grn 500um (%)	Grn1mm (%)	Grn2mm (%)	Materia Orgánica (mg/Kg)	Potencial Óxido Reducción (mV)	Porcentaje de Humedad (%)
E14 (Desagüe Cachapoal)	16,0	26,1	25,2	12,3	9,7	7,4	3,23	16.897	-124,2	28,6
E 17 (Canal Quilales II)	19,6	29,7	26,8	14,4	11,3	2,1	0,2	31.239	-267,2	30,0
E18 (Canal Quilales II)	14,6	22,7	35,4	14,5	9,0	3,6	0,1	31.430	-132,2	32,7
E21 (Quebrada Sin Nombre)	20,5	32,5	26,0	12,2	7,1	1,5	0,1	3.384	-116,8	27,5

Fuente: Elaboración propia.

E. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este informe entregan una visión sobre el estado de la calidad del agua, la estructura del hábitat acuático y una caracterización de los sedimentos de los ecosistemas acuáticos continentales presentes en el área de estudio. Las conclusiones se entregan en relación a las diferentes campañas de muestreo:

Ciclo anual 2018-2019: corresponden a 4 campañas en un ciclo anual (primavera, verano, otoño e invierno) sobre 10 estaciones de muestreo (esteros y lagunas).
Otoño e invierno 2020: corresponden a 3 estaciones de muestreo sobre esteros.
Otoño 2021: corresponde a 9 estaciones de muestreo sobre 7 canales de regadío, 1 estero y 1 quebrada.

En general, en el área de estudio fue posible constatar una degradación de la cuenca adyacente a los ecosistemas acuáticos, principalmente debido al cambio de uso de suelo (plantaciones forestales, uso agrícola y ganadero).

Las principales conclusiones de los resultados de la calidad del agua, sedimentos y de la estructura del hábitat de los ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio fueron las siguientes:

Campañas ciclo anual 2018-2019 (E1 a E10)

1. En términos espaciales, la temperatura del agua fue mayor en las estaciones de muestreo en el continuo hidrológico Estero Pantanillos-(E3)Estero Chivato- (E4)Laguna Coyanco- (E5)Laguna El Desagüe, (E6) particularmente en las últimas tres estaciones donde se observó un incremento respecto de lo registrado en la estación E3(Estero Pantanillos). Este incremento se relaciona con un aumento de la radiación solar asociado el cambio de la vegetación ribereña en galería por pastizales bajos destinados a ganadería.
2. De igual forma, se registraron valores de pH sobre 9 ud, en estaciones correspondientes a lagunas, y bajo 6 ud, en estaciones fluviales de bajo orden. Lo anterior se relaciona con la dinámica temporal de los ecosistemas lacustres y fluviales, asociados a la variación de la radiación solar (fotosíntesis) e ingreso aguas con alto contenido de sustancias

ácidas de origen vegetal (ácidos húmicos), respectivamente. En términos temporales el pH fue más básico en verano.

3. Al analizar los registros de temperatura y pH del agua de la Laguna Potreada durante la primavera, es posible inferir que los bajos valores de ambos parámetros estarían asociados al aporte de aguas subsuperficiales hacia la Laguna.
4. La conductividad eléctrica y la concentración de sólidos totales disueltos revelaron un comportamiento similar, con valores máximos en la estación E4 (Estero Chivato) y máximos más frecuentes durante el verano. Lo anterior asociado a los bajos caudales de los ríos y menores niveles de agua en las lagunas.
5. La concentración de oxígeno disuelto en el agua registró valores por debajo del límite mínimo establecido en la Norma (5 mg/L) en 1 estación de muestreo durante la campaña de primavera de 2018, 5 estaciones durante la campaña de verano de 2019, 8 estaciones durante la campaña de otoño de 2019 y 3 estaciones de muestreo en invierno de 2019. La baja concentración de oxígeno disuelto durante la época de verano y otoño estaría relacionada con un alto consumo de oxígeno en la columna de agua por actividad bacteriana, y/o una mayor temperatura del agua, mientras que en época de otoño sería exclusivamente por un aumento de la temperatura.
6. La turbiedad alcanzó valores máximos más frecuentes durante la época de invierno, particularmente sobre las estaciones de muestreo en la estación (Laguna Postahue) y el continuo hidrológico Estero Pantanillos (E3)-Estero Chivato (E4)-Laguna Coyanco (E5), asociado a la mayor escorrentía superficial. Es destacable el registro en la estación E6 (Laguna El Desagüe) durante la campaña de otoño, el que representó 4 veces lo alcanzado por el segundo registro más alto (E6 (Laguna Coyanco) en invierno).
7. En referencia a la NCh 1.333, Of. 78., requisitos para aguas destinadas a vida acuática, las aguas del área de estudio presentaron condiciones heterogéneas entre las estaciones de muestreo y entre épocas del año, revelando condiciones adversas para la mantención de la vida acuática en el continuo Estero Chivato (E4)-Laguna Coyanco (E5)-Laguna El Desagüe (E6) y durante las épocas de bajo caudal (verano-otoño).
8. Respecto a la estructura de hábitat, la mayor parte de los ambientes estudiados presentaron un grado de alteración por actividad humana directa, debido al reemplazo de la vegetación nativa por pastizales y plantaciones forestales, y a la actividad ganadera. Esto se vio reflejado

en altas tasa de sedimentación (predominancia de matriz fina de sedimentos) y fondos enfangados. Las estaciones fluviales presentaron una variabilidad del ancho del cauce entre las épocas asociado a las variaciones de caudal: mayor ancho promedio en invierno, menor en verano y otoño.

9. Los sedimentos presentaron características heterogéneas en el área de estudio, caracterizados por la predominancia de fracciones más finas en 2 de las estaciones de muestreo, intermedias en 7 de las estaciones, y más gruesa en 1 de las estaciones. La mayor concentración de materia orgánica ocurrió en la estación E2 (Laguna Postahue) (considerando las 3 épocas muestreadas), E3(Estero Pantanillos) y E8 (Estero Villuco) en verano, y en la estación E6 (Laguna El Desagüe) en primavera y otoño. Se observó un potencial redox más bajo durante la época de otoño, la que estaría relacionada con procesos de disminución temporal de oxígeno disponible en los sedimentos.

Campañas otoño e invierno 2020 (E11 a E13)

10. Durante la campaña de muestreo en otoño de 2020, las dos estaciones de muestreo del estero Chivato (E11 y E12) se encontraron sin agua en su cauce, mientras que durante la época de invierno de 2020 sí registraron caudal, por lo tanto, estos tramos corresponden a esteros con escurrimiento temporal asociados a épocas de alta pluviosidad (época invernal), típico de esteros de bajo orden localizados en la parte alta de las cuencas hidrográficas. De hecho, en estos tramos no se registró la presencia de peces ni de fauna nativa en alguna categoría de conservación (**Capítulo 3.3.2 del EIA, Línea de base Biota Acuática**).
11. Durante la campaña de invierno de 2020, se constató una disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el sentido de la corriente, entre las estaciones de muestreo E11 (Estero Chivato) y E12 (Estero Chivato), presentando un valor menor al límite mínimo considerado en la NCh 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática, en la estación aguas abajo ("Estero Chivato 2" (E12)). La alta concentración de materia orgánica de los sedimentos en la estación E11 (Estero Chivato) estaría relacionado con la disminución de la concentración de oxígeno disuelto del agua, asociado a un aumento de la actividad bacteriana dependiente de oxígeno.
12. La estructura de hábitat en las estaciones de muestreo E11 (Estero Chivato) y E12 (Estero Chivato) se caracterizaron por presentar actividad forestal en su cuenca aledaña y vegetación no nativa en su ribera.

13. La estación de muestreo E13 (Estero Villuco) presentó agua en su cauce durante las dos campañas realizadas (otoño 2020 e invierno 2020). Desde el análisis de sus resultados se presentan las siguientes conclusiones:
    a. Existió un severo aumento de la turbiedad, aumento de la conductividad eléctrica y concentración de sólidos totales disueltos, reflejando un detrimento de la calidad de sus aguas entre la época de otoño e invierno. Esto estaría asociado con la intervención del cauce comprendido en este tramo del estero Villuco, el que había sido objeto de ensanchamiento mediante el uso de maquinaria pesada según observaciones realizadas en terreno.
    b. Se constató una degradación de su hábitat ribereño y ambiente aledaño, debido a la presencia de vegetación introducida invasora (zarza mora) y uso agrícola del entorno indirecto (>20 m). Además, el sustrato estuvo caracterizado por sedimentos finos y fango.

Campaña otoño 2021 (E14 a E22)

14. Durante la campaña de muestreo de otoño de 2021, 5 de las 9 estaciones de muestreo (E15, E16, E19, E20 Y E22) se encontraban sin agua en su cauce, de las cuales cuatro correspondieron a canales de riego y una a un estero (Estero Cachapoal, E22), lo que evidencia la estacionalidad del Estero Cachapoal en ese tramo y de los canales de riego en los tramos muestreados.
15. Para los valores de los parámetros establecidos en la NCh 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática, sólo el valor de oxígeno disuelto en la estación E19 (Canal Quilales I) presentó valor bajo lo establecido (<5 mg/L). Esto se explica porque la muestra de agua fue tomada del sifón del canal de riego ubicado bajo el camino que mantenía agua estancada debido a que el canal se encontraba sin agua al momento del muestreo. Se evaluaron los parámetros de agua en el sifón porque se detectó la presencia de fauna íctica nativa retenida en él (**Capítulo 3.3.2 del EIA, Línea de base Biota Acuática**).
16. Los resultados de los parámetros de calidad del agua revelan que respecto de la NCh 1.333, Of. 78, requisitos para aguas destinadas a vida acuática, la condición basal de los canales de regadío evaluados (artificiales) y la Quebrada Sin Nombre (natural) son aptas para albergar biota. La caracterización de la biota acuática realizada sobre las mismas estaciones de muestreo revela que los canales de regadío albergan

peces nativos, incluyendo especies en categoría de conservación (**Capítulo 3.3.2 del EIA, Línea de base Biota Acuática**).

17. La estructura de hábitat predominante para en el entorno directo (<20 m) e indirecto (>20 m) en las estaciones de muestreo de la campaña de otoño de 2021 fue la vegetación no nativa y los cultivos agrícolas, respectivamente.
18. Los sedimentos presentaron características homogéneas en el área de estudio, caracterizados por la predominancia de fracciones más finas en todas las estaciones muestreadas en otoño de 2021.

Finalmente, dados los resultados y las características de cada una de las estaciones de muestreo, es posible inferir que los cursos y cuerpos de agua estudiados, se ven permanentemente afectados por la actividad forestal y agrícola presente en la zona. Existe amplia evidencia científica de los efectos que produce sobre el ecosistema acuático el reemplazo de bosque nativo. Estos efectos dicen relación con el aumento de la entrada de sólidos sedimentables y materia orgánica producto del aumento de la escorrentía superficial y los procesos de tala de las plantaciones (Cisternas et al., 1999; Huber et al., 2010). Precisamente, las altas tasas de relleno, predominancia de sedimentos finos y alto grado de enfangamiento en el lecho de los cursos y cuerpos de agua estudiados, es evidencia de una alteración en la estructura del hábitat acuático. Este cambio finalmente impacta negativamente sobre las comunidades acuáticas que se encuentran adaptadas a condiciones ambientales naturales (Habit et al., 2003).

Los resultados obtenidos en este estudio de condición basal, permiten la identificación de las zonas potencialmente sensibles a sufrir cambios o efectos de algunas de las acciones u obras proyectadas en el área de estudio, las cuales corresponden al área de influencia. La delimitación de esta área y su justificación se describe en el **Capítulo 2. Determinación y justificación del área de influencia del presente EIA**.

F. BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, M. T. K., P. A. Marquet, C. Marticorena, J. Simonetti, L. Cavieres, F. Squeo, R. Rozzi, and F. Massardo 2008. El Hotspot chileno: Prioridad Mundial Para La Conservación. Páginas 90-95 en J. Rovira, J. Ugalde and M. Stutzin, editores. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. CONAMA, Santiago.

Cisternas, M., Martínez, P., Oyarzún, C. & Debels, P. 1999. Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 72: 541-556

CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 2016. Sistema de Información Territorial de CONAF. Disponible en http://sit.conaf.cl

Habit, E., P. Victoriano & A. Rodríguez-Ruiz. 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamble de peces de un sistema fluvial de bajo orden del centro - sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 76: 3-14.

Huber, A., Iroume, A., Mohr, C. Frêne C. 2010. Efecto de plantaciones de Pinus radiata y Eucalyptus globulus sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la Región del Biobío, Chile. Bosque (Valdivia). 31: 219-230.

Lara, A., Solari, M., Prieto, M. & Peña, M. 2010. Reconstrucción de la cobertura de la vegetación y uso del suelo hacia 1550 y sus cambios a 2007 en la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos de Chile (35º - 43º 30´ S). Bosque (Valdivia). 33, 13-23.

NCh 1.333, Of.78. 1978. Norma Chilena Oficial "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos". Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile. 9 pp.

Strahler, A.N. 1957. "Quantitative analysis of watershed geomorphology" Transactions of the American Geophysical Union 38 (6): 913-920.

Torrejón, F. & M Cisternas. 2002. Alteraciones del paisaje ecológico araucano por la asimilación mapuche de la agroganadería hispano-mediterránea (siglos XVI-XVII). Revista Chilena de Historia Natural 75: 729-736.

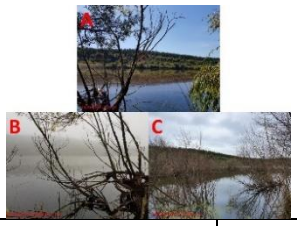
Welcome, R.L. 1992. Pesca fluvial. FAO Documento Técnico de Pesca. 303 pp.

G. APÉNDICE 1

FICHAS POR ESTACIÓN DE MUESTREO

Estación	"Laguna Potreada" (E1)					
Ubicación	Coordenadas UTM E 710.397/ N 5.866.322		Figura 			
	Elevación 88 m.s.n.m.					
Calidad del agua			Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		8,0	4,7	6,9	5,9
	pH		6,2	8,8	9,3	8,8
	Temperatura (°C)		15,7	24,2	10,6	9,3
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		335,0	527,0	355,0	312,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		224,0	410,0	248,5	218,4
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		173,0	170,0	173,0	169,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		<0,1	<0,1	<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		3,6	0,8	2,3	6,3
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2	2
	Sombreado		1	2	2	2
	Sustrato predominante		1	1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1	1
	Entorno directo		3 y 4	3 y 4	3 y 4	3 y 4
	Entorno indirecto		5	5	5	5
	Vegetación acuática		1 y 3	1 y 3	1 y 3	1 y 3
	Vegetación ribereña		1	1	1	1
	Enfangamiento		2	2	2	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		15	70	20	10
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	13,3	6,3	5,7	17,7
		63um (%)	39,1	23,4	22,0	44,4
		125um (%)	29,2	31,5	34,1	26,8
		212um (%)	12,3	28,9	29,3	9,7
		500um (%)	3,2	6,9	6,0	1,3
		1mm (%)	1,7	2,5	2,4	0,1
		2mm (%)	1,2	0,5	0,5	0,0
	Materia orgánica (mg/Kg).		17.072	6.917	6.068	12.462
	Potencial óxido-Reducción (mV)		<0,1	122,0	124	210
	Porcentaje de humedad (%)		34,9	29,2	25,2	25,6

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Laguna Postahue" (E2)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 710.095/ N 5.865.720		Figura 		
	Elevación 78 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		10,1	3,2	5,1
	pH		9,9	9,8	7,5
	Temperatura (°C)		22,5	7,9	9,8
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		363,0	354,0	335,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		254,0	247,8	234,5
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		144,0	162,0	161,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,1	<0,1	1,2
	Turbiedad (UNT)		5,2	1,2	22,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	1
	Sombreado		1	1	2
	Sustrato predominante		1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1
	Entorno directo		4	4	4
	Entorno indirecto		4 y 5	4 y 5	4 y 5
	Vegetación acuática		1	1	1
	Vegetación ribereña		1	1	1
	Enfangamiento		1	1	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		80	100	50
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	8,4	28,8	28,2
		63um (%)	24,5	34,4	37,6
		125um (%)	10,7	10,7	11,8
		212um (%)	8,4	10,1	8,9
		500um (%)	8,2	6,8	6,4
		1mm (%)	4,9	6,5	4,7
		2mm (%)	35,0	2,6	2,5
	Materia orgánica (mg/Kg).		66.465	76.536	90.229
	Potencial óxido-Reducción (mV)		95,6	7	<0,1
	Porcentaje de humedad (%)		60,4	70,8	61,4

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Estero Pantanillos" (E3)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 714.821/ N 5.869.931		Figura 		
	Elevación 108 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		3,0	4,8	4,4
	pH		7,5	6,9	7,9
	Temperatura (°C)		15,6	8,5	10,6
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		484,0	296,0	429,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		335,0	207,2	300,3
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		63,9	134,0	208,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,3	<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		3,2	7,6	18,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2
	Sombreado		1	1	1
	Sustrato predominante		1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		2	2	2
	Entorno directo		3	3	3
	Entorno indirecto		7	7	7
	Vegetación acuática		4	4	4
	Vegetación ribereña		1	1	1
	Enfangamiento		2	2	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		0	0	0
	Ancho de Cauce (m)		4	4	5
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	6,6	1,9	6,7
		63um (%)	32,5	11,9	31,9
		125um (%)	35,5	28,1	28,3
		212um (%)	12,9	26,3	13,0
		500um (%)	6,0	16,6	6,3
		1mm (%)	3,7	8,5	5,1
		2mm (%)	2,8	6,8	8,8
	Materia orgánica (mg/Kg).		116.800	14.490	19.856
	Potencial óxido-Reducción (mV)		30,2	31	175
	Porcentaje de humedad (%)		32,8	26,7	26,0

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Estero Chivato 3" (E4)					
Ubicación	Coordenadas UTM E 714.151/ N 5.868.476		Figura 			
	Elevación 89 m.s.n.m.					
Calidad del agua			Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		4,4	4,5	4,6	4,2
	pH		8,2	7,7	7,1	7,7
	Temperatura (°C)		25,5	18,0	9,5	10,9
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		515,0	679,0	395,0	377,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		310,0	477,0	276,5	263,9
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		195,0	230,0	186,0	172,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,2	1,5	<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		13,0	8,2	7,5	18,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2	2
	Sombreado		2	1	1	1
	Sustrato predominante		1	1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1	1
	Entorno directo		4	4	4	4
	Entorno indirecto		7	7	7	7
	Vegetación acuática		4	1	1	4
	Vegetación ribereña		1	1	1	1
	Enfangamiento		1	1	1	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		0	40	20	0
	Ancho de Cauce (m)		6	3	2	4
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	10,7	3,4	7,0	26,3
		63um (%)	11,5	5,9	35,9	32,5
		125um (%)	4,6	2,9	39,2	23,3
		212um (%)	2,7	2,0	12,5	14,9
		500um (%)	2,5	3,0	3,8	1,6
		1mm (%)	7,3	7,6	1,4	1,0
		2mm (%)	60,8	75,2	0,3	0,4
	Materia orgánica (mg/Kg).		26.381	26.936	18.478	22.475
	Potencial óxido-Reducción (mV)		<0,1	172,0	15	66
	Porcentaje de humedad (%)		36,7	39,5	40,2	29,3

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Laguna Coyanco" (E5)					
Ubicación	Coordenadas UTM E 714.666/ N 5.864.240		Figura 			
	Elevación 87 m.s.n.m.					
Calidad del agua			Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		6,5	5,9	4,6	4,2
	pH		8,5	9,0	8,2	7,5
	Temperatura (°C)		25,0	22,7	11,0	11,2
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		348,0	368,0	248,0	202,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		256,0	255,0	173,6	141,4
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		119,0	121,0	124,0	83,5
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		<0,1	0,3	<0,1	0,2
	Turbiedad (UNT)		12,5	1,9	5,8	31,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2	2
	Sombreado		2	2	2	2
	Sustrato predominante		1	1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1	1
	Entorno directo		1	1 y 4	1 y 4	1 y 4
	Entorno indirecto		7	7	7	7
	Vegetación acuática		1	1	1	4
	Vegetación ribereña		1	1	1	1
	Enfangamiento		1	1	1	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		15	80	85	0
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	6,6	6,0	23,2	14,9
		63um (%)	40,1	34,2	30,3	45,2
		125um (%)	37,3	40,1	13,6	27,1
		212um (%)	11,5	15,5	6,1	6,8
		500um (%)	2,6	3,6	7,0	3,8
		1mm (%)	0,9	0,6	10,7	2,1
		2mm (%)	1,1	0,1	9,0	0,1
	Materia orgánica (mg/Kg).		29.991	5.452	26.397	19.059
	Potencial óxido-Reducción (mV)		<0,1	191,0	<0,1	<0,1
	Porcentaje de humedad (%)		50,8	28,9	36,2	32,8

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Laguna El Desagüe" (E6)					
Ubicación	Coordenadas UTM E 715.053/ N 5.862.790		Figura 			
	Elevación 80 m.s.n.m.					
Calidad del agua			Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		7,0	7,6	4,5	5,3
	pH		7,0	9,5	8,7	7,5
	Temperatura (°C)		22,1	21,6	9,9	11,0
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		400,0	368,0	318,0	237,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		280,0	257,0	222,6	165,9
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		127,0	96,0	140,0	109,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,4	1,0	50,0	0,7
	Turbiedad (UNT)		3,7	10,0	141,0	19,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2	2
	Sombreado		1	2	2	2
	Sustrato predominante		1	1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1	1
	Entorno directo		4	4 y 5	4 y 5	4 y 5
	Entorno indirecto		5	5	5	5
	Vegetación acuática		4	1	1	4
	Vegetación ribereña		1	1	1	1
	Enfangamiento		1	1	1	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		100	100	100	0
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	7,5	1,4	21,5	5,9
		63um (%)	9,7	2,9	22,6	10,6
		125um (%)	3,7	1,8	10,3	9,8
		212um (%)	4,8	3,5	12,4	15,8
		500um (%)	5,2	6,5	12,4	28,1
		1mm (%)	8,1	9,4	12,0	23,5
		2mm (%)	61,6	74,0	9,0	6,4
	Materia orgánica (mg/Kg).		80.499	36.616	89.399	28.298
	Potencial óxido-Reducción (mV)		123,0	131,0	4	51
	Porcentaje de humedad (%)		51,0	52,4	73,6	30,2

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Laguna Los Álamos" (E7)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 718.497/ N 5.867.569		Figura 		
	Elevación 119 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		3,5	4,7	6,0
	pH		8,8	7,2	8,1
	Temperatura (°C)		16,6	15,3	13,0
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		267,0	132,0	94,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		189,0	92,4	65,8
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		53,5	53,4	39,5
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,2	<0,1	0,4
	Turbiedad (UNT)		26,1	18,0	7,2
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2
	Sombreado		2	2	2
	Sustrato predominante		1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1
	Entorno directo		5	5	5
	Entorno indirecto		5	5	5
	Vegetación acuática		4	4	4
	Vegetación ribereña		2	2	2
	Enfangamiento		1	1	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		0	0	0
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	2,8	29,5	8,1
		63um (%)	2,1	20,8	8,4
		125um (%)	2,3	16,8	9,4
		212um (%)	4,4	11,3	21,5
		500um (%)	3,5	8,5	20,3
		1mm (%)	5,1	7,7	17,2
		2mm (%)	79,9	5,4	15,1
	Materia orgánica (mg/Kg).		12.445	19.520	20.112
	Potencial óxido-Reducción (mV)		120,0	131	218
	Porcentaje de humedad (%)		30,7	36,2	31,6

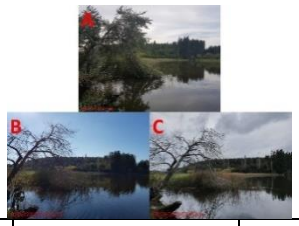
Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Estero Villuco 2" (E8)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.094/ N 5.864.166		Figura 		
	Elevación 118 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		5,0	6,1	5,3
	pH		7,9	6,0	7,6
	Temperatura (°C)		16,6	12,7	12,9
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		274,0	174,0	342,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		194,0	121,8	239,4
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		57,2	77,8	159,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		<0,1	<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		6,3	19,4	9,4
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2
	Sombreado		1	1	1
	Sustrato predominante		5	5	5
	Tasa de relleno de sustrato		2	2	2
	Entorno directo		4	4	4
	Entorno indirecto		6	6	6
	Vegetación acuática		4	4	4
	Vegetación ribereña		1	1	1
	Enfangamiento		2	2	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		0	0	0
	Ancho de Cauce (m)		2	2	3
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	3,8	0,4	9,2
		63um (%)	3,8	1,0	9,5
		125um (%)	15,9	5,4	17,1
		212um (%)	50,6	49,4	37,4
		500um (%)	13,7	38,5	17,2
		1mm (%)	4,9	3,8	5,2
		2mm (%)	7,5	1,5	4,4
	Materia orgánica (mg/Kg).		14.560	9.722	12.733
	Potencial óxido-Reducción (mV)		133,0	168	65
	Porcentaje de humedad (%)		39,0	27,2	28,0

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Estero Cachapoal 1" (E9)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 721.356/ N 5.871.279		Figura 		
	Elevación 117 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		5,1	4,6	5,2
	pH		7,7	4,9	8,1
	Temperatura (°C)		17,9	13,4	12,1
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		373,0	163,0	208,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		260,0	114,1	145,6
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		122,0	70,2	99,8
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,1	0,2	0,1
	Turbiedad (UNT)		4,9	7,7	4,9
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2
	Sombreado		1	1	1
	Sustrato predominante		1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		2	2	2
	Entorno directo		4	4	4
	Entorno indirecto		6 y 7	6 y 7	6 y 7
	Vegetación acuática		4	4	4
	Vegetación ribereña		1	1	1
	Enfangamiento		1	1	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		0	0	0
	Ancho de Cauce (m)		4	4	5
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	0,5	3,7	0,5
		63um (%)	2,2	9,6	1,4
		125um (%)	11,8	20,1	7,6
		212um (%)	49,1	41,7	48,6
		500um (%)	29,2	19,1	31,6
		1mm (%)	6,2	5,4	9,6
		2mm (%)	1,0	0,5	0,8
	Materia orgánica (mg/Kg).		109.676	5.841	5.611
	Potencial óxido-Reducción (mV)		252,0	16	176
	Porcentaje de humedad (%)		27,8	22,3	24,6

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Laguna Sin Nombre" (E10)				
Ubicación	Coordenadas UTM E 724.375/ N 5.869.928		Figura 		
	Elevación 120 m.s.n.m.				
Calidad del agua			Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		4,9	4,6	6,1
	pH		7,8	5,6	8,7
	Temperatura (°C)		19,7	16,0	12,9
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		291,0	156,0	174,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		203,0	109,2	121,8
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		57,0	63,4	79,1
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		<0,1	<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		2,7	3,5	2,9
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2	2
	Sombreado		2	2	2
	Sustrato predominante		1	1	1
	Tasa de relleno de sustrato		1	1	1
	Entorno directo		4	4	4
	Entorno indirecto		5	5	5
	Vegetación acuática		3	3	3
	Vegetación ribereña		1	1	1
	Enfangamiento		2	2	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		50	50	50
	Ancho de Cauce (m)		No aplica	No aplica	No aplica
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	0,4	0,4	2,2
		63um (%)	2,1	5,4	6,0
		125um (%)	9,3	24,9	13,9
		212um (%)	40,0	48,6	38,9
		500um (%)	33,8	17,0	26,0
		1mm (%)	12,9	3,3	10,9
		2mm (%)	1,5	0,2	2,2
	Materia orgánica (mg/Kg).		14.421	7.420	29.895
	Potencial óxido-Reducción (mV)		122,0	205	213
	Porcentaje de humedad (%)		34,5	26,4	44,1

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Estero Chivato 1" (E11)			
Ubicación	Coordenadas UTM E 719.066/ N 5.870.056		Figura 	
	Elevación 105 m.s.n.m.			
Calidad del agua			Otoño	Invierno
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-	7,5
	pH		-	7,0
	Temperatura (°C)		-	11,4
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-	402,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-	201,0
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-	174,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-	2,5
	Turbiedad (UNT)		-	60,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-	2
	Sombreado		2	2
	Sustrato predominante		-	1
	Tasa de relleno de sustrato		-	1
	Entorno directo		4	4
	Entorno indirecto		5	5
	Vegetación acuática		-	4
	Vegetación ribereña		1	1
	Enfangamiento		-	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		-	0
	Ancho de Cauce (m)		3	3
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-	3,4
		63um (%)	-	1,4
		125um (%)	-	1,1
		212um (%)	-	2,0
		500um (%)	-	2,3
		1mm (%)	-	3,7
		2mm (%)	-	86,1
	Materia orgánica (mg/Kg).		-	101.152
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-	-176,7
	Porcentaje de humedad (%)		-	41,2

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Estero Chivato 2" (E12)			
Ubicación	Coordenadas UTM E 717.466/ N 5.870.390		Figura 	
	Elevación 94 m.s.n.m.			
Calidad del agua			Otoño	Invierno
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-	3,9
	pH		-	7,0
	Temperatura (°C)		-	13,6
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-	463,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-	232,0
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-	110,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-	<0,1
	Turbiedad (UNT)		-	4,3
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-	2
	Sombreado		1	1
	Sustrato predominante		-	1
	Tasa de relleno de sustrato		-	1
	Entorno directo		4	4
	Entorno indirecto		5	5
	Vegetación acuática		-	4
	Vegetación ribereña		1	1
	Enfangamiento		-	2
	Porcentaje Cobertura vegetal		-	0
	Ancho de Cauce (m)		3	3
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-	7,1
		63um (%)	-	4,5
		125um (%)	-	4,2
		212um (%)	-	6,0
		500um (%)	-	4,3
		1mm (%)	-	4,5
		2mm (%)	-	69,5
	Materia orgánica (mg/Kg).		-	29.245
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-	-117,0
	Porcentaje de humedad (%)		-	26,0

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado). **Nota**: En rojo se destacan valores fuera de los límites según Norma Chilena 1333-1978, requisitos de aguas destinadas a vida acuática.

Estación	"Estero Villuco 1" (E13)			
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.070/ N 5.864.974		Figura 	
	Elevación 118 m.s.n.m.			
Calidad del agua			Otoño	Invierno
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		6,5	6,1
	pH		7,4	7,5
	Temperatura (°C)		11,0	10,7
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		180,2	391,0
	Sólidos disueltos totales (ppm)		124,8	195,0
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		77,8	146,0
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		<0,1	0,1
	Turbiedad (UNT)		1,3	190,0
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2	2
	Sombreado		1	2
	Sustrato predominante		5	1
	Tasa de relleno de sustrato		2	1
	Entorno directo		4	4
	Entorno indirecto		6	6
	Vegetación acuática		4	4
	Vegetación ribereña		1	1
	Enfangamiento		2	1
	Porcentaje Cobertura vegetal		20	0
	Ancho de Cauce (m)		3	5
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	2,3	6,7
		63um (%)	4,4	8,9
		125um (%)	22,8	34,7
		212um (%)	58,1	38,9
		500um (%)	11,8	3,6
		1mm (%)	0,4	1,6
		2mm (%)	0,2	5,6
	Materia orgánica (mg/Kg).		26.518	27.617
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-90,8	-116,5
	Porcentaje de humedad (%)		24,3	24,5

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Desagüe Cachapoal 1" (E14)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.507/ N 5.870.848		Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		10,5
	pH		7,5
	Temperatura (°C)		15,5
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		126
	Sólidos disueltos totales (ppm)		63
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		58,7
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,2
	Turbiedad (UNT)		5,3
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		4
	Tasa de relleno de sustrato		4
	Entorno directo		4
	Entorno indirecto		5 y 6
	Vegetación acuática		4
	Vegetación ribereña		1
	Enfangamiento		2
	Porcentaje Cobertura vegetal		0
	Ancho de Cauce (m)		3
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	16
		63um (%)	26,1
		125um (%)	25,2
		212um (%)	12,3
		500um (%)	9,7
		1mm (%)	7,4
		2mm (%)	3,23
	Materia orgánica (mg/Kg).		16.897
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-124,2
	Porcentaje de humedad (%)		28,6

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Desagüe Cachapoal 2" (E15)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 721.843/ N 5.870.884		Figura 
	Elevación 111 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-
	pH		-
	Temperatura (°C)		-
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-
	Turbiedad (UNT)		-
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		-
	Tasa de relleno de sustrato		-
	Entorno directo		4
	Entorno indirecto		6
	Vegetación acuática		-
	Vegetación ribereña		2
	Enfangamiento		-
	Porcentaje Cobertura vegetal		-
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-
		63um (%)	-
		125um (%)	-
		212um (%)	-
		500um (%)	-
		1mm (%)	-
		2mm (%)	-
	Materia orgánica (mg/Kg).		-
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-
	Porcentaje de humedad (%)		-

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Desagüe Cachapoal 3" (E16)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 721.485/ N 5.871.222		Figura 
	Elevación 113 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-
	pH		-
	Temperatura (°C)		-
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-
	Turbiedad (UNT)		-
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		-
	Tasa de relleno de sustrato		-
	Entorno directo		4
	Entorno indirecto		6
	Vegetación acuática		-
	Vegetación ribereña		2
	Enfangamiento		-
	Porcentaje Cobertura vegetal		-
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-
		63um (%)	-
		125um (%)	-
		212um (%)	-
		500um (%)	-
		1mm (%)	-
		2mm (%)	-
	Materia orgánica (mg/Kg).		-
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-
	Porcentaje de humedad (%)		-

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Canal Quilales II 1" (E17)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 724.006/ N 5.871.183		Figura 
	Elevación 128 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		11,8
	pH		7,6
	Temperatura (°C)		13,9
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		96
	Sólidos disueltos totales (ppm)		48
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		44,9
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,1
	Turbiedad (UNT)		2,1
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		1
	Tasa de relleno de sustrato		1
	Entorno directo		4 y 5
	Entorno indirecto		5
	Vegetación acuática		4
	Vegetación ribereña		1
	Enfangamiento		2
	Porcentaje Cobertura vegetal		0
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	19,6
		63um (%)	29,7
		125um (%)	26,8
		212um (%)	14,4
		500um (%)	11,3
		1mm (%)	2,1
		2mm (%)	0,2
	Materia orgánica (mg/Kg).		31.239
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-267,2
	Porcentaje de humedad (%)		30

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Canal Quilales II 2" (E18)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 723.494/ N 5.871.450		Figura 
	Elevación 125 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		11,6
	pH		7,7
	Temperatura (°C)		14
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		95
	Sólidos disueltos totales (ppm)		47
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		43,8
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,1
	Turbiedad (UNT)		2,1
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		1
	Tasa de relleno de sustrato		1
	Entorno directo		4 y 5
	Entorno indirecto		5
	Vegetación acuática		4
	Vegetación ribereña		1
	Enfangamiento		2
	Porcentaje Cobertura vegetal		0
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	14,6
		63um (%)	22,7
		125um (%)	35,4
		212um (%)	14,5
		500um (%)	9
		1mm (%)	3,6
		2mm (%)	0,1
	Materia orgánica (mg/Kg).		31.430
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-132,2
	Porcentaje de humedad (%)		32,7

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Canal Quilales I 1" (E19)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.911/ N 5.870.998		Figura 
	Elevación 119 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		3,7
	pH		6,9
	Temperatura (°C)		14,3
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		187
	Sólidos disueltos totales (ppm)		94
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		101
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,6
	Turbiedad (UNT)		8,3
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-
	Sombreado		2
	Sustrato predominante		-
	Tasa de relleno de sustrato		-
	Entorno directo		7
	Entorno indirecto		6
	Vegetación acuática		-
	Vegetación ribereña		2
	Enfangamiento		-
	Porcentaje Cobertura vegetal		-
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-
		63um (%)	-
		125um (%)	-
		212um (%)	-
		500um (%)	-
		1mm (%)	-
		2mm (%)	-
	Materia orgánica (mg/Kg).		-
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-
	Porcentaje de humedad (%)		-

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Canal Quilales I 2" (E20)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.214/ N 5.871.676		Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-
	pH		-
	Temperatura (°C)		-
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-
	Turbiedad (UNT)		-
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-
	Sombreado		2
	Sustrato predominante		-
	Tasa de relleno de sustrato		-
	Entorno directo		6 y 7
	Entorno indirecto		6
	Vegetación acuática		-
	Vegetación ribereña		2
	Enfangamiento		-
	Porcentaje Cobertura vegetal		-
	Ancho de Cauce (m)		1
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-
		63um (%)	-
		125um (%)	-
		212um (%)	-
		500um (%)	-
		1mm (%)	-
		2mm (%)	-
	Materia orgánica (mg/Kg).		-
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-
	Porcentaje de humedad (%)		-

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Quebrada Sin Nombre" (E21)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 723.187/ N 5.863.202		Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		10,3
	pH		7,6
	Temperatura (°C)		16,5
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		113
	Sólidos disueltos totales (ppm)		56
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		59,5
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		0,1
	Turbiedad (UNT)		1,1
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		2
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		1
	Tasa de relleno de sustrato		1
	Entorno directo		1 y 4
	Entorno indirecto		7
	Vegetación acuática		3
	Vegetación ribereña		1
	Enfangamiento		1
	Porcentaje Cobertura vegetal		15
	Ancho de Cauce (m)		2
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	20,5
		63um (%)	32,5
		125um (%)	26
		212um (%)	12,2
		500um (%)	7,1
		1mm (%)	1,5
		2mm (%)	0,1
	Materia orgánica (mg/Kg).		3.384
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-116,8
	Porcentaje de humedad (%)		27,5

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Estación	"Estero Cachapoal 2" (E22)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 721.862/ E 5.870.062		Figura 
	Elevación 110 m.s.n.m.		
Calidad del agua			Otoño
	Oxígeno disuelto (mg O^2/L)		-
	pH		-
	Temperatura (°C)		-
	Conductividad eléctrica (µS/cm)		-
	Sólidos disueltos totales (ppm)		-
	Alcalinidad Total (mg $CaCO_3$/L)		-
	Sólidos Sedimentables (ml/L)		-
	Turbiedad (UNT)		-
Estructura del hábitat	Ambiente inundación		-
	Sombreado		1
	Sustrato predominante		-
	Tasa de relleno de sustrato		-
	Entorno directo		6 y 7
	Entorno indirecto		6
	Vegetación acuática		-
	Vegetación ribereña		2
	Enfangamiento		-
	Porcentaje Cobertura vegetal		-
	Ancho de Cauce (m)		2
Sedimentos	Granulometría	<63um (%)	-
		63um (%)	-
		125um (%)	-
		212um (%)	-
		500um (%)	-
		1mm (%)	-
		2mm (%)	-
	Materia orgánica (mg/Kg).		-
	Potencial óxido-Reducción (mV)		-
	Porcentaje de humedad (%)		-

Ambiente: 1 (Inundado), 2 (No inundado). **Sombreado:** 1 (Presente), 2 (Ausente). **Tipo Sustrato:** 1 (Finos), 2 (Arenas), 3 (Gravas), 4 (Cantos), 5 (Piedras), 6 (Bolones), 7 (pasto). **Tasa Relleno:** 1 (Alto), 2 (Medio), 3 (Bajo), 4 (Muy bajo). **Entorno Directo/Indirecto:** 1 (Matorral nativo), 2 (Cactáceas), 3 (Bosque nativo), 4 (Vegetación no nativo), 5 (Plantaciones Forestales), 6 (Cultivo agrícola), 7 (Pastizal, ganadería), 8 (Urbano), 9 (Áridos). **Vegetación Acuática:** 1 (sumergida), 2 (sobre rocas), 3 (emergida), 4 (ausente). **Vegetación Ribereña:** 1 (presente), 2 (Ausente). **Enfangamiento:** 1 (Enfangado), 2 (No enfangado).

Capítulo 3.3.2.
Línea de Base Biota acuática

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN 1
B. OBJETIVOS 3
B.1. General 3
B.2. Específicos 3
C. METODOLOGÍA 4
C.1. Determinación del área de estudio y revisión de antecedentes bibliográficos 4
C.2. Trabajo de campo 4
C.3. Trabajo de gabinete y análisis de laboratorio 17
D. RESULTADOS 21
D.1. Área de estudio 21
D.2. Estaciones de muestreo 25
D.1. Ictiofauna 47
D.2. Macroinvertebrados bentónicos 60
D.3. Fitobentos 69
D.4. Fitoplancton 80
D.5. Zooplancton 87
D.6. Vegetación acuática 92
E. CONCLUSIONES 93
F. BIBLIOGRAFÍA 99
G. APÉNDICES 102
Apéndice 1: Permisos de pesca de investigación 102
Apéndice 2: Fichas por estación de muestreo 118
Apéndice 3: Registro fotográfico de especies capturadas 140
Apéndice 4: Datos morfométricos peces 151
Apéndice 5: Tablas de abundancia 165

TABLAS

Tabla 1. Ubicación, elevación (metros sobre el nivel del mar) y relación con el proyecto de cada estación de muestreo 8
Tabla 2. Fecha y hora de muestreo de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio durante las épocas muestreadas. 10
Tabla 3 Listado de especies de peces presentes en la cuenca del río Biobío y su presencia potencial en el área de estudio. 21
Tabla 4. Listado de especies de peces y su estado de conservación, registradas en el área de estudio. 49
Tabla 5 Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie nativa y estación de muestreo del área del parque eólico perteneciente al área de estudio, durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019). 54
Tabla 6. Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie introducida y estación de muestreo del área de emplazamiento del parque eólico durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019). 56

Tabla 7. Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie y estación de muestreo durante la campaña de muestreo de otoño de 2021. 59
Tabla 8. Composición del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) registrados en cada estación muestreada en el área de estudio durante las campañas de muestreo (acumuladas). 61
Tabla 9. Abundancia total (individuos/0,09 m^2) del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) registrados en las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño e invierno de 2020. 67
Tabla 10. Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos durante las campañas de otoño e invierno de 2020. 68
Tabla 11. Abundancia total (individuos/0,09 m^2) del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) registrados en las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021. 68
Tabla 12. Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos durante la campaña de otoño de 2021. 69
Tabla 13. Composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en cada estación de muestreo durante las campañas (acumuladas). 71
Tabla 14. Abundancia total (organismos/mm^2) y composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en las estaciones de muestreo durante las campañas de otoño e invierno de 2020. 78
Tabla 15. Índices de diversidad del ensamble fitobentónico registrados en las estaciones de muestreo durante las campañas de otoño e invierno de 2020. 79
Tabla 16. Abundancia total (organismos/mm^2) y composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en las estaciones de muestreo durante la campaña de otoño de 2021. 79
Tabla 17. Índices de diversidad del ensamble fitobentónico registrados en las estaciones de muestreo durante la campaña de otoño de 2021. 80
Tabla 18. Composición del ensamble fitoplanctónico (microalgas planctónicas) registrado en cada estación de muestreo durante las cuatro campañas (2018-2019). 82
Tabla 19. Composición del ensamble zooplanctónico registrado en cada estación de muestreo lacustre detectado durante las cuatro campañas (acumuladas) del ciclo anual (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019). 88

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico Rinconada. 1
Figura 2. Área de influencia de Ecosistemas Acuáticos Continentales. 2
Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo. 9
Figura 4. Subsubcuencas hidrográficas presentes en el área de estudio. 24
Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las cuatro especies nativas registradas en el área de estudio. 51
Figura 6. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para especies introducidas. 52
Figura 7. Abundancia total (ind/0,09 m^2) de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo durante las cuatro épocas (2018-2019). 64

Figura 8. Riqueza (S), diversidad (H') y equidad (J') de macroinvertebrados bentónicos por estación de muestreo (arriba) y por época del ciclo anual 2018-2019 (abajo). 65
Figura 9. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de macroinvertebrados bentónicos por estación de muestreo y época muestreada del ciclo anual 2018-2019. 66
Figura 10. Abundancia total (células/mm^2) de microalgas perifíticas (fitobentos) en las estaciones de muestreo durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019). 75
Figura 11. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de microalgas perifíticas (fitobentos) en el área de estudio (10 estaciones, campañas 2018-2019), por estación de muestreo (arriba) y por campaña (abajo). 76
Figura 12. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microalgas bentónicas por estación de muestreo (10 estaciones) y época muestreada (campañas 2018-2019). 77
Figura 13. Abundancia total (cel/L) de microalgas planctónicas (fitoplancton) en las seis estaciones de muestreo lacustres durante las campañas de muestreo (2018-2019). 84
Figura 14. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de microalgas planctónicas (fitoplancton) en el área de estudio, por estación de muestreo lacustre (arriba) y por campaña (abajo). . 85
Figura 15. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microalgas planctónicas (fitoplancton) por estación de muestreo y época muestreada (2018-2019). 86
Figura 16. Abundancia total (ind/L) de organismos zooplanctónicos (zooplancton) en las seis estaciones de muestreo lacustres detectado durante las campañas de muestreo. 89
Figura 17. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de organismos zooplanctónicas (zooplancton) en el área de estudio, por estación de muestreo lacustre (arriba) y por campaña (abajo). 90
Figura 18. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microorganismos planctónicos (zooplancton) por estación de muestreo y época muestreada. 91
Figura 19. Porcentaje de cobertura de vegetación acuática por estación de muestreo y época muestreada. 92

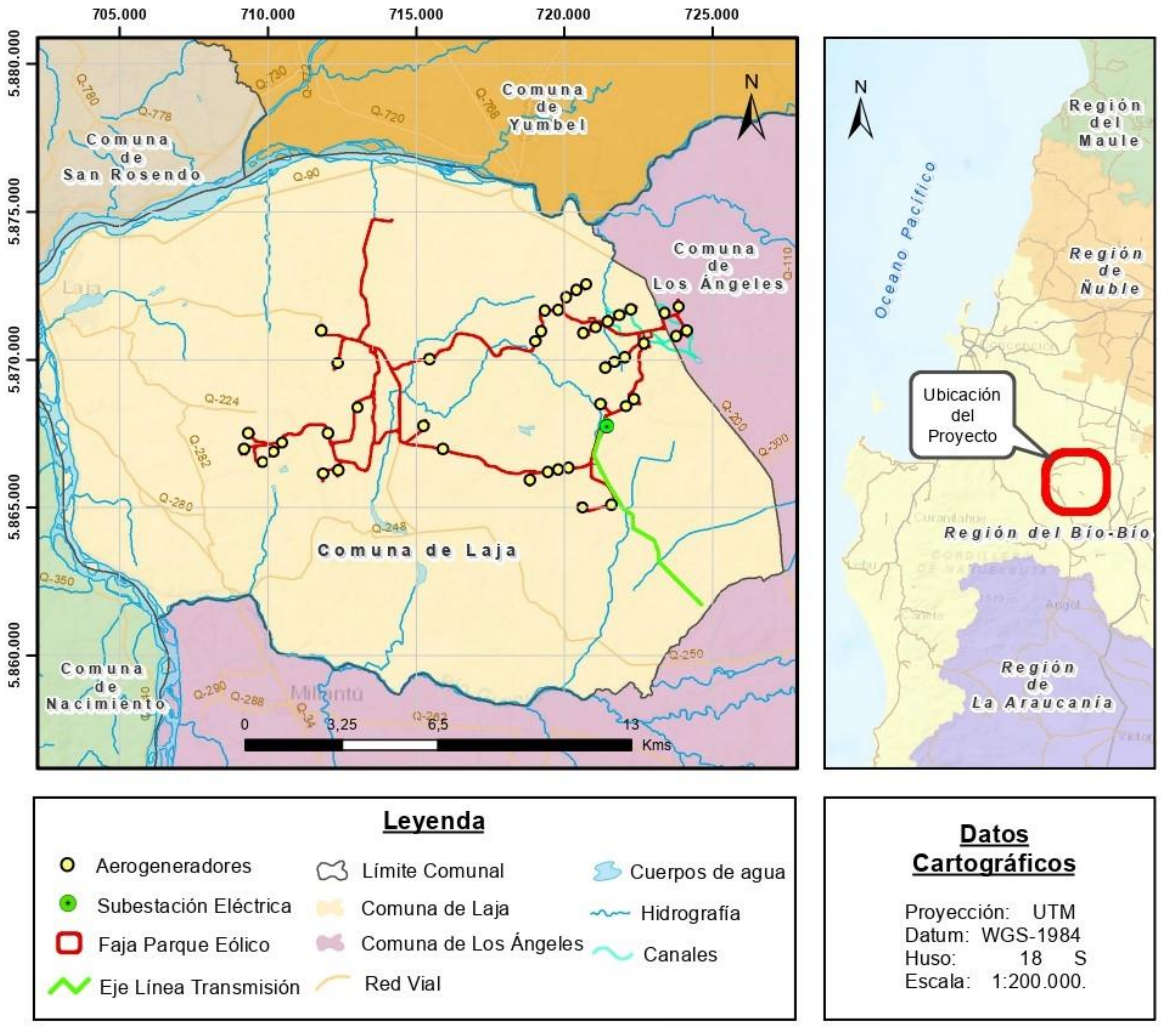
FOTOS

Foto 1. Fiscalización del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura durante la campaña de primavera de 2018. 6
Foto 2. Procedimiento de desinfección de equipos y aparejos para evitar la propagación del alga invasora *Didymo*. 7
Foto 3. Pesca eléctrica utilizada como arte de pesca para el muestreo de peces. 12
Foto 4. Anestésico aplicado a los peces capturados para su manipulación durante la toma de datos morfométricos. 13
Foto 5. Devolución de ejemplares en la estación de muestreo Laguna Coyanco. 13

Foto 6. Red Surber utilizada para la colección de macroinvertebrados bentónicos durante las campañas de muestreo. 14
Foto 7. Raspaje de sustrato utilizada para la colección de microalgas bentónicas durante las campañas de muestreo. 15
Foto 8. Red de plancton utilizada para la obtención de muestras de fitoplancton y zooplancton de las estaciones lacustres. 16
Foto 9. Vista de la estación de muestreo E1 (Laguna Potreada) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 25
Foto 10. Vista de la estación de muestreo E2 (Laguna Postahue) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 26
Foto 11. Vista de la estación de muestreo E3 (Estero Pantanillos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 27
Foto 12. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E4 (Estero Chivato) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019..... 28
Foto 13. Vista de la estación de muestreo E5 (Laguna Coyanco) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 29
Foto 14. Vista de la estación de muestreo E6 (Laguna El Desagüe) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019. 30
Foto 15. Vista de la estación de muestreo E7 (Laguna Los Álamos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 31
Foto 16. Vista de la estación de muestreo E8 (Estero Villuco) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 32
Foto 17. Vista de la estación de muestreo E9 (Estero Cachapoal) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019. 33
Foto 18. Vista de la estación de muestreo E10 (Laguna Sin Nombre) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019..... 34
Foto 19. Vista de la estación de muestreo E11 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020..... 35
Foto 20. Vista de la estación de muestreo E12 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020..... 36
Foto 21. Vista de la estación de muestreo E13 (Estero Villuco) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020..... 37
Foto 22. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E14 (Desagüe Cachapoal)..... 38
Foto 23. Vista de la estación de muestreo E15 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021..... 39
Foto 24. Vista de la estación de muestreo E16 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021..... 40
Foto 25. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E17 (Canal Quilales II)..... 41
Foto 26. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E18 (Canal Quilales II)..... 42
Foto 27. Vista de la estación de muestreo E19 (Canal Quilales I) durante la campaña de muestreo de otoño de 2021. 43
Foto 28. Vista de la estación de muestreo E20 (Canal Quilales I) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021..... 44
Foto 29. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E21 (Quebrada Sin Nombre)..45
Foto 30. Vista de la estación de muestreo E22 (Estero Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021..... 46

A. PRESENTACIÓN

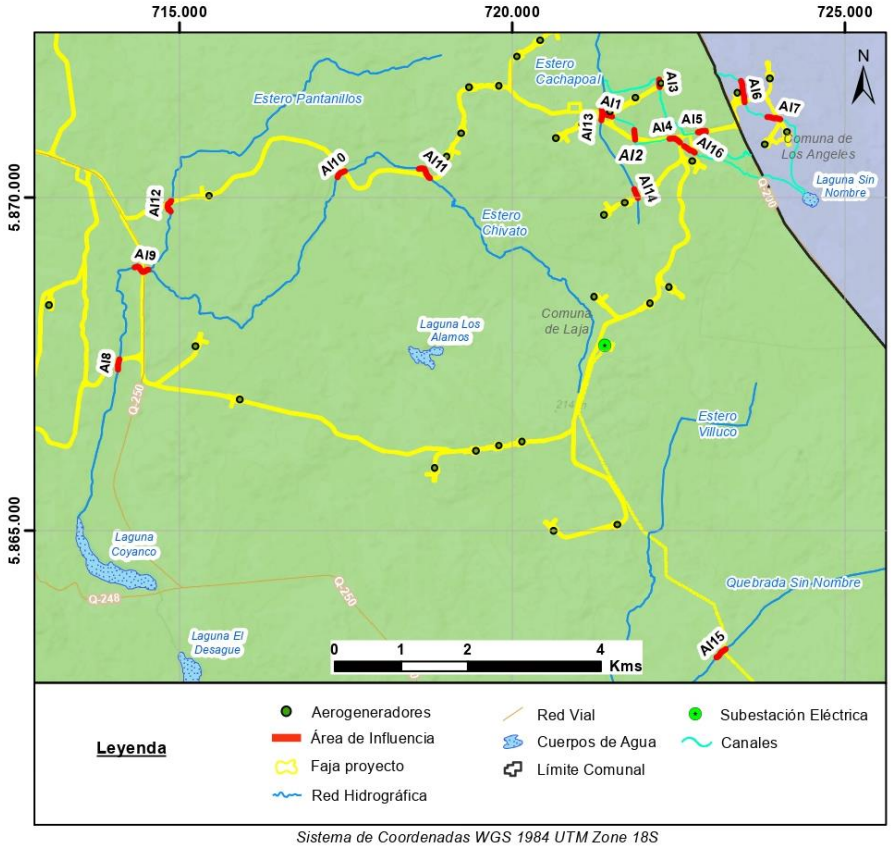
En cumplimiento con lo reglamentado por el Sistema de Evaluación Ambiental (DS 40/2012 en el RSEIA), y la Ley 19.300 de Bases de Medio Ambiente, el presente capítulo describe la condición basal de la biota acuática que albergan los ecosistemas acuáticos continentales presentes en el proyecto Parque Eólico Rinconada, ubicado en las comunas de Laja y Los Ángeles, provincia del Biobío, Región del Biobío (**Figura 2**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico Rinconada.

En particular, este estudio de línea de base comprendió una revisión bibliográfica de los principales grupos taxonómicos acuáticos presentes en el área de estudio, y una caracterización ambiental, especialmente respecto de las alteraciones que podrían afectar a los ecosistemas acuáticos, cuya área de influencia se presenta en la **Figura 2,** sin embargo, su justificación y determinación se encuentra detallada en el **Capítulo 2 del presente EIA**.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Área de influencia de Ecosistemas Acuáticos Continentales.

Complementariamente, para caracterizar la biota en el área de estudio, se realizó un trabajo de campo que contempló la realización de siete campañas de terreno, cuyos resultados fueron contrastados con aquellos obtenidos en la revisión bibliográfica. Cabe señalar, que los resultados de este capítulo comprenden campañas realizadas en primavera de 2018 (19 diciembre), verano 2019 (4 y 5 de marzo), otoño 2019 (10 de mayo), invierno de 2019 (28 de agosto y 6 de septiembre), otoño de 2020 (13 de mayo), invierno de 2020 (10 de septiembre) y otoño de 2021 (14 de abril).

Dado lo anterior, a continuación, se describe el área estudiada para su determinación y la condición basal del componente Biota acuática para el proyecto Parque Eólico Rinconada.

B. OBJETIVOS

B.1. General

Establecer una línea base de los ecosistemas acuáticos continentales, respecto de su biota acuática, presentes en el área de emplazamiento del proyecto Parque Eólico Rinconada.

B.2. Específicos

- Determinar el área de estudio.
- Describir la distribución, abundancia y riqueza de especies, durante un ciclo anual (primavera, verano, otoño e invierno), de los componentes biológicos que habitan en los ecosistemas acuáticos presentes en el área de estudio (peces, macroinvertebrados bentónicos, fitobentos, fitoplancton, zooplancton y vegetación acuática), y complementarla con aquella disponible en la literatura científica e informes técnicos.
- Elaborar un listado de las especies presentes en el área de estudio, poniendo especial énfasis en aquellas con estados de conservación que ameriten una preocupación mayor.

C. METODOLOGÍA

C.1. Determinación del área de estudio y revisión de antecedentes bibliográficos

Mediante el uso de imágenes satelitales (Google Earth Pro v.7.3.2.5776, 64-bit), la superposición de capas de la red hídrica de la región del Biobío[1] y la ubicación de del proyecto, fue posible determinar el área de estudio. Esta correspondió a las subsubcuencas sobre las que se emplaza el proyecto, particularmente aquellas subsubcuencas cuyos cursos o cuerpos de agua cercanos a alguna obra del proyecto, lo que permitió contextualizar ambientalmente a diferentes escalas geográfica: macroescala (entre cuencas) y mesoescala (dentro de la cuenca). Para ello, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, consultando artículos científicos y técnicos. Además, se consultó la "Guía para la descripción del área de influencia" (SEA, 2017), la ley de Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones (Leyes N° 19.300/1994 y N° 20.417/2010 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia) y la Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile (Proyecto FIPA N° 2016-46; Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura)".

C.2. Trabajo de campo

En general, los procedimientos para el trabajo de campo consistieron en primer lugar, constatar las óptimas condiciones de seguridad respecto de la accesibilidad a cada una de las estaciones de muestreo (áreas despejadas de vegetación, riberas estables, pendiente suave, etc.). Luego, verificar la presencia de áreas de muestreo óptimas, caracterizados por una baja profundidad (<1 m) y una baja velocidad de corriente (<0,5 m/s). Una vez definida el área de muestreo, se realizó una caracterización de las variables estructurales del hábitat mediante una descripción semi-cuantitativa de parámetros relevantes para la biota acuática obtenidos a través de observación directa, según se indica a continuación:

- Inundación del hábitat o presencia de hábitat terrestre inundado en la zona de muestreo.
- Presencia de sombreado de la orilla.
- Tipo de sustrato predominante, caracterizado según la granulometría que predomina en el sitio de muestreo. Se consideran seis intervalos para la definición de sustrato: Sustrato fino (<0,75 mm), Arenas (0,75-2 mm), Gravas

[1] Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE) del Ministerio de Bienes Nacionales.

(2-75 mm), Cantos (75-300 mm), Piedras (300-600 mm), Bolones: (>600 mm), pasto.

- Tasa de relleno del sustrato predominante, caracterizada según la proporción que posee cada tipo de sustrato en el sitio de muestreo. Se consideran cuatro intervalos para la definición de este parámetro: Matriz compuesta de sustrato grueso homogéneo (muy baja), matriz de gruesos con parches de finos (baja), matriz de finos con parches de gruesos (alta) y matriz compuesta de sustrato fino homogéneo (muy alta).
- Tipo de vegetación en el entorno directo (<20 m) a la zona de muestreo: Matorral o bosque nativo, matorral no nativo, plantaciones forestales, cultivo o pastizal, etc.
- Tipo de vegetación en el entorno indirecto (>20 m) a la zona de muestreo.
- Vegetación acuática. Caracterizada por la presencia o ausencia de vegetación acuática dentro del área de muestreo. Generalmente macrófitas, pero también puede corresponder a vegetación terrestre en planicies de inundación.
- Vegetación ribereña. Se indica la presencia o ausencia de vegetación terrestre en la ribera inmediata al área de muestreo.
- Grado de enfangamiento del ambiente. Se describe la presencia de sedimentos finos (fango/limo/arcilla) depositados sobre el sustrato en el área de muestreo.
- Porcentaje de cobertura vegetal. Estimación de la superficie cubierta por vegetación acuática.
- Ancho del cauce (m).

Además, se registraron parámetros de calidad de agua (*in situ* y en laboratorio) y se realizó una caracterización de sus sedimentos en cada una de las estaciones de muestreo. La descripción de estos resultados se entrega en el **Capítulo 3.3.1. Calidad de agua y sedimentos del presente EIA.**

Por último, se realizó un muestreo de los principales ensambles biológicos que habitan en los ecosistemas acuáticos mediante técnicas *ad-hoc*, las que se describen en detalle más adelante.

Para realizar el muestreo biológico para las campañas 2018-2019, se utilizó un "Permiso de Pesca de Investigación" emitido mediante Resolución Exenta N° 3.722 de la Subsecretaría de Pesca, del 26 de octubre de 2018 (**Apéndice 1**). Para cada muestreo se notificó al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA) con al menos 48 horas de antelación. Durante la campaña de primavera, el personal de terreno fue fiscalizado por SERNAPESCA (**Foto 1**). De igual forma, para las

campañas 2020 y 2021, se utilizó un "Permiso de Pesca de Investigación" emitido mediante Resolución Exenta E-2020-277 de la Subsecretaría de Pesca, del 13 de mayo de 2020 (**Apéndice 1**), El muestreo fue notificado con 7 días hábiles de antelación a SERNAPESCA, dando cumplimiento a la resolución correspondiente.

Cabe señalar que se siguieron los procedimientos preventivos de propagación de Didymo indicados por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (**Foto 2**): 1) remover, 2) lavar, 3) secar.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 1. Fiscalización del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura durante la campaña de primavera de 2018.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 2. Procedimiento de desinfección de equipos y aparejos para evitar la propagación del alga invasora Didymo.

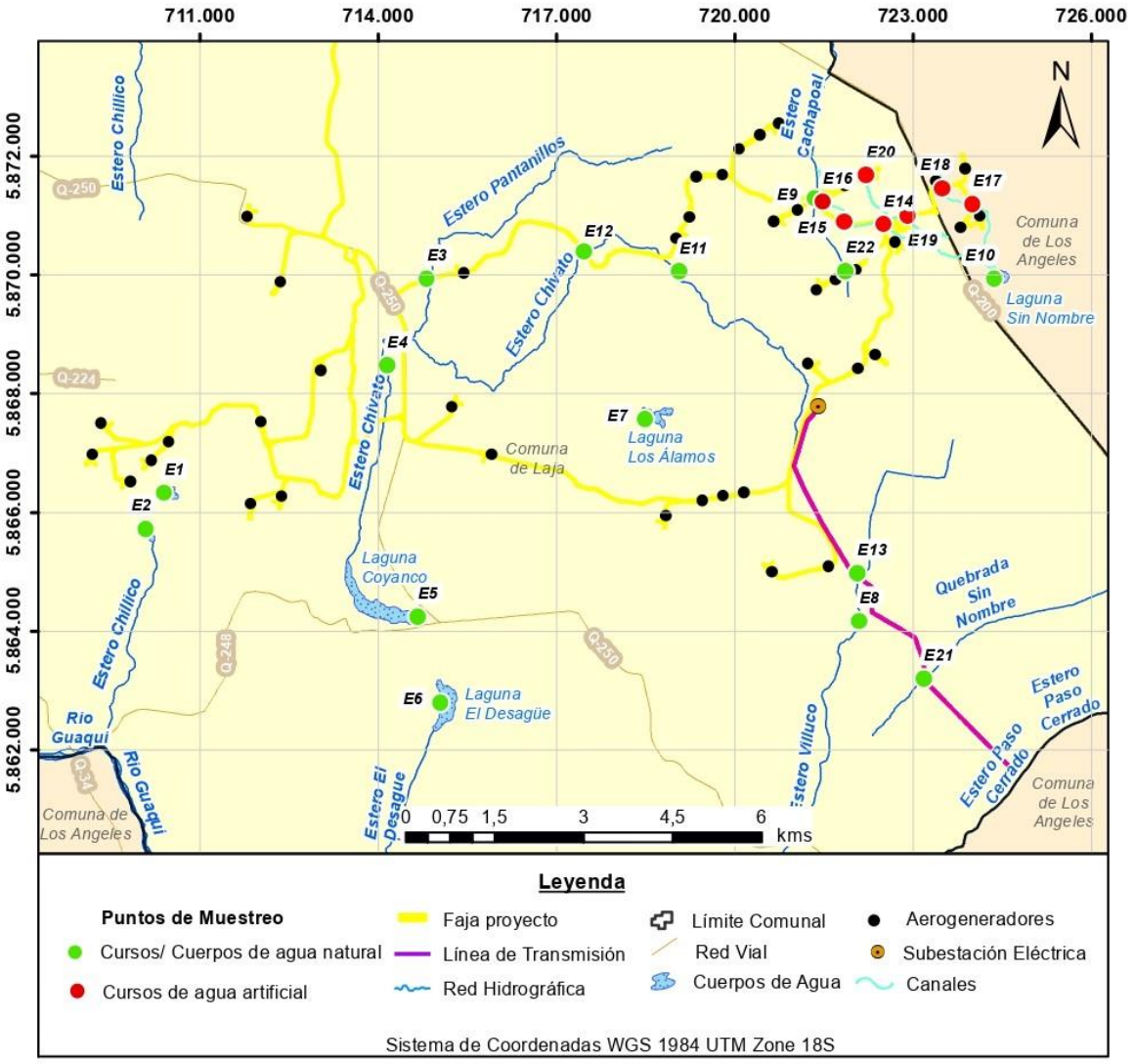
(a) Estaciones de muestreo

El trabajo de campo para el área de estudio se realizó sobre 22 estaciones de muestreo (**Tabla 1, Figura 3**), distribuidas 9 en esteros (puntos en color verde, **Figura 3**), 6 lagunas (puntos en color verde, **Figura 3**) y 7 (puntos en color rojo, **Figura 3**) en canales de riego, a través del área de estudio, en la comuna de Laja, excepto la estación E10 (Laguna Sin Nombre), E17 (Canal Quilales II) y E18 (Canal Quillales II), ubicadas en la comuna de Los Ángeles. Su localización fue determinada por la cercanía a alguna estructura del parque Eólico o la línea de transmisión (LT) y su accesibilidad.

Tabla 1. Ubicación, elevación (metros sobre el nivel del mar) y relación con el proyecto de cada estación de muestreo .

Nombre estación	Curso o cuerpo de agua	Tipo de drenaje	Coordenadad UTM Datum WGS84, 18H		Elevación (m.s.n.m.)	Relación con el proyecto (Parque Eólico o LT)
			Este	Norte		
E1	Laguna Potreada	Natural	710.397	5.866.322	88	Parque Eólico
E2	Laguna Postahue	Natural	710.095	5.865.720	78	Parque Eólico
E3	Estero Pantanillos	Natural	714.821	5.869.931	108	Parque Eólico
E4	Estero Chivato	Natural	714.151	5.868.476	89	Parque Eólico
E5	Laguna Coyanco	Natural	714.666	5.864.240	87	-
E6	Laguna El Desagüe	Natural	715.053	5.862.790	80	-
E7	Laguna Los Álamos	Natural	718.497	5.867.569	119	-
E8	Estero Villuco	Natural	722.094	5.864.166	118	LT
E9	Estero Cachapoal	Natural	721.356	5.871.279	117	Parque Eólico
E10	Laguna Sin Nombre	Natural	724.375	5.869.928	120	Parque Eólico
E11	Estero Chivato	Natural	719.066	5.870.056	105	Parque Eólico
E12	Estero Chivato	Natural	717.466	5.870.390	94	Parque Eólico
E13	Estero Villuco	Natural	722.070	5.864.974	118	LT
E14	Desagüe Cachapoal	Artificial	722.507	5.870.848	114	Parque Eólico
E15	Desagüe Cachapoal	Artificial	721.843	5.870.884	111	Parque Eólico
E16	Desagüe Cachapoal	Artificial	721.485	5.871.222	113	Parque Eólico
E17	Canal Quilales II	Artificial	724.006	5.871.183	128	Parque Eólico
E18	Canal Quilales II	Artificial	723.494	5.871.450	125	Parque Eólico
E19	Canal Quilales I	Artificial	722.911	5.870.998	119	Parque Eólico
E20	Canal Quilales I	Artificial	722.214	5.871.676	114	Parque Eólico
E21	Quebrada Sin Nombre	Natural	723.187	5.863.202	114	LT
E22	Estero Cachapoal	Natural	721.862	5.870.062	110	Parque Eólico

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Localización de las estaciones de muestreo.

De las 22 estaciones de muestreo, 4 (E1, E4, E5 y E6) fueron muestreadas en un ciclo anual (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019), 6 (E2, E3, E7, E8, E9 y E10) fueron muestreadas en las épocas de verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019, 3 (E11, E12 y E13) fueron muestreadas en la época de otoño de 2020 e invierno de 2020 y 9 (E14, E15, E16, E17, E18, E19, E20, E21 y E22) fueron muestreadas en la época de otoño de 2021 (**Tabla 2**). Cabe señalar que el proyecto originalmente contemplaba la instalación de 103 aerogeneradores, por lo que el diseño de muestreo (localización y número de estaciones de muestreo) durante la primera campaña (primavera de 2018) fue modificado en las sucesivas campañas (verano

2019, otoño 2019, invierno 2019) en concordancia con la reducción del número de aerogeneradores y sensibilidades ambientales. De igual manera, el trazado de la faja del parque eólico y de la línea de transmisión experimentó modificaciones que forzaron el levantamiento de información de base sobre 3 estaciones de muestreo adicionales (E11, E12 Y E13) en otoño e invierno del año 2020 y las 9 estaciones muestreadas en otoño de 2021. Por lo anterior, es que dichos resultados se presentan en forma independiente a las campañas realizadas entre el periodo 2018-2019.

Cabe señalar que, las estaciones de muestreo E11 y E12, durante la campaña de otoño 2020, se encontraron sin agua en su cauce, revelando un régimen semipermanente en estos tramos evaluados. Del mismo modo, las estaciones E15, E16, E20 y E22 durante la campaña de otoño de 2021, correspondientes a canales de regadío, se encontraban secos.

Tabla 2. Fecha y hora de muestreo de cada una de las estaciones de muestreo del área de estudio durante las épocas muestreadas.

Nombre estación	Curso o cuerpo de agua	Primavera 2018		Verano 2019		Otoño 2019		Invierno 2019		Otoño 2020		Invierno 2020		Otoño 2021	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
E1	Laguna Potreada	19-12-2018	9:35	04-03-2019	13:05	10-05-2019	7:50	28-08-2019	9:16	-	-	-	-	-	-
E2	Laguna Postahue	-	-	04-03-2019	14:25	10-05-2019	8:40	28-08-2019	10:00	-	-	-	-	-	-
E3	Estero Pantanillos	-	-	04-03-2019	19:30	10-05-2019	11:00	06-09-2019	11:50	-	-	-	-	-	-
E4	Estero Chivato	19-12-2018	16:00	04-03-2019	20:10	10-05-2019	11:45	28-08-2019	12:46	-	-	-	-	-	-
E5	Laguna Coyanco	19-12-2018	13:30	04-03-2019	17:40	10-05-2019	10:20	28-08-2019	11:50	-	-	-	-	-	-
E6	Laguna El Desagüe	19-12-2018	14:55	04-03-2019	16:40	10-05-2019	9:40	28-08-2019	11:15	-	-	-	-	-	-
E7	Laguna Los Álamos	-	-	05-03-2019	11:55	10-05-2019	12:35	06-09-2019	12:40	-	-	-	-	-	-
E8	Estero Villuco	-	-	05-03-2019	13:00	10-05-2019	13:30	06-09-2019	13:43	-	-	-	-	-	-
E9	Estero Cachapoal	-	-	05-03-2019	15:10	10-05-2019	15:10	06-09-2019	15:35	-	-	-	-	-	-
E10	Laguna Sin Nombre	-	-	05-03-2019	14:10	10-05-2019	14:20	06-09-2019	14:40	-	-	-	-	-	-

Nombre estación	Curso o cuerpo de agua	Primavera 2018		Verano 2019		Otoño 2019		Invierno 2019		Otoño 2020		Invierno 2020		Otoño 2021	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
E11	Estero Chivato	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	11:00	10-09-2020	12:00	-	-
E12	Estero Chivato	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	11:45	10-09-2020	13:40	-	-
E13	Estero Villuco	-	-	-	-	-	-	-	-	13-05-2020	13:30	10-09-2020	15:00	-	-
E14	Desagüe Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	14:15
E15	Desagüe Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:46
E16	Desagüe Cachapoal3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	13:35
E17	Canal Quilales II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	11:00
E18	Canal Quilales II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:00
E19	Canal Quilales I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	13:10
E20	Canal Quilales I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	11:33
E21	Quebrada Sin Nombre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	15:30
E22	Estero Cachapoal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14-04-2021	12:25

Fuente: Elaboración propia. (-) sin muestreo.

(b) Muestreo de las comunidades biológicas

En cada estación se realizó un muestreo biológico de los principales ensambles biológicos acuáticos: peces, macroinvertebrados bentónicos, fitobentos (perifiton) y vegetación acuática (macrófitas). Para el caso de las estaciones lacustres (6), además de los grupos señalados anteriormente, se realizó un muestreo sobre el fitoplancton y zooplancton.

i) Peces

Para el muestreo de las comunidades de peces se utilizó un equipo de pesca eléctrica Samus 735mp (**Foto 3**). El equipo de trabajo estuvo constituido por un pescador que portó la pesca eléctrica y dos pescadores con redes de mano (chinguillos o quechas) que ayudaron a extraer los peces. Con el fin de maximizar la eficacia del muestreo, se realizaron 3 pasadas sucesivas sobre el área de pesca, desde aguas abajo hacia aguas arriba.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 3. Pesca eléctrica utilizada como arte de pesca para el muestreo de peces.

Los ejemplares de peces capturados se mantuvieron en acuarios con agua del sitio de muestreo, con oxigenación continua con aireador y baja temperatura del agua (a la sombra). Cada pez capturado fue sedado con anestésico BZ-20 (Benzocaína 20%, (**Foto 4**) diluido en agua, identificado a nivel de especie, medido con ictiómetro manual de precisión 1 mm y pesado en balanza digital de precisión 0,1 g. Luego, todos los peces fueron devueltos vivos al río (**Foto 5**), en el mismo sitio de captura.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 4. Anestésico aplicado a los peces capturados para su manipulación durante la toma de datos morfométricos.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 5. Devolución de ejemplares en la estación de muestreo Laguna Coyanco.

ii) Macroinvertebrados bentónicos

Las muestras de macroinvertebrados fueron colectadas mediante una red Surber (trama 500 µm, área 900 cm^2, **Foto 6**), fijadas *in situ* en alcohol (96°) y transportadas a laboratorio para su análisis. Se efectuaron un total de 3 muestras o réplicas por estación de muestreo, intentando capturar la variabilidad de microhábitats presentes en cada sitio.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 6. Red Surber utilizada para la colección de macroinvertebrados bentónicos durante las campañas de muestreo.

iii) Fitobentos (perifiton)

Para caracterizar las microalgas perifíticas del área de estudio se colectó una muestra mediante el raspado de una superficie de 1 cm^2 (**Foto 7**) de sustrato sumergido (rocas o material vegetal) en cada estación de muestreo. Este raspaje se realizó con una hoja de bisturí, completando un total de 3 réplicas por estación de muestreo, intentando abarcar la mayor variabilidad de microhábitats presentes. Las muestras fueron fijadas con Lugol y transportadas al laboratorio para su posterior análisis.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 7. Raspaje de sustrato utilizada para la colección de microalgas bentónicas durante las campañas de muestreo.

iv) Fitoplancton

Se recolectaron tres muestras aleatorias en seis estaciones de muestreo, correspondientes a los sistemas lacustres (Laguna Potreada, Laguna Postahue, Laguna Coyanco, Laguna El Desagüe, Laguna Los Álamos, Laguna Sin Nombre), las que fueron preservadas con una solución de Lugol. La toma de muestras se realizó mediante lances de una red de plancton (**Foto 8**) y la filtración de la columna de agua subsuperficial en una distancia de 4 m aproximadamente. El volumen filtrado por la red se calculó considerando el producto del área de la red y la distancia del lance.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 8. Red de plancton utilizada para la obtención de muestras de fitoplancton y zooplancton de las estaciones lacustres.

v) Zooplancton

Se caracterizó la comunidad zooplanctónica recolectando 3 réplicas aleatorias en seis estaciones de muestreo, correspondientes a los sistemas lacustres (Laguna

Potreada, Laguna Postahue, Laguna Coyanco, Laguna El Desagüe, Laguna Los Álamos, Laguna Sin Nombre). La toma de muestras se realizó mediante lances de una red de plancton y la filtración de la columna de agua subsuperficial en una distancia de 4 m aproximadamente. El volumen filtrado por la red se calculó considerando el producto del área de la red y la distancia del lance. Las muestras se fijaron con alcohol al 95% para su posterior análisis en el laboratorio.

La red de zooplancton consiste en un cono y red contenedora de la muestra con una apertura de malla de 60 µm.

vi) Vegetación acuática (macrófitas)

Para la caracterización de la vegetación acuática se realizó una estimación de la superficie cubierta por plantas acuáticas en cada estación de muestreo, identificando las especies presentes mediante la utilización de literatura especializada.

C.3. Trabajo de gabinete y análisis de laboratorio

i) Peces

Para cada especie identificada, se indicó su categoría o estado de conservación a nivel nacional, según último registro del 16° proceso de clasificación de especies, del Ministerio del Medio Ambiente (www.mma.cl).

A partir de los registros biométricos, se generó una matriz de datos con la longitud total (cm) y peso total (g) de los individuos capturados en cada sitio de muestreo. Se calculó el índice de condición (K) de los individuos como: (peso/longitud^3) x 100. Además, para tener una estimación de la abundancia de cada especie, se calculó la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) según la siguiente fórmula:

$$CPUE=N_x*100/s*a$$

Donde, "N_x" corresponde al número de individuos capturados de la especie "x", "s" corresponde al tiempo de pesca expresado en segundos, y "a" corresponde al área de pesca expresada en metros cuadrados.

Para el análisis de los parámetros comunitarios obtenidos se utilizó el programa estadístico PRIMER v.6. Se determinaron los parámetros de diversidad: Riqueza (S,

número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) por estación de muestreo.

ii) Macroinvertebrados bentónicos

Las muestras obtenidas fueron analizadas en laboratorio, identificando los individuos a nivel de especies o grupo taxonómico con ayuda de literatura especializada. Para el análisis de los datos obtenidos se calculó la abundancia mediante el promedio del número de individuos de las 3 réplicas, por el área de la red Surber.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa estadístico PRIMER v.6. donde se determinaron los parámetros de diversidad: Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) por estaciones de muestreo.

Para la comparación de la abundancia y composición entre épocas, se realizó un ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) y un análisis estadístico ANOSIM (Clarke & Gorley, 2005), que trabaja sobre una matriz de similitud. La matriz de similitud se calculó con el índice de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia transformada (raíz cuarta) por estación de muestreo/época y por *taxa*. Para evaluar diferencias entre épocas, se realizaron test pareados (pairwise test[2]).

iii) Fitobentos (perifiton)

Las muestras obtenidas fueron analizadas en laboratorio, identificando las microalgas presentes en la muestra a nivel de especie o género con ayuda de literatura especializada. Para su posterior análisis se calculó la abundancia promedio de las 3 réplicas, expresada como individuos por mm^2. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico PRIMER v.6. Se determinaron los parámetros de diversidad: Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) para fitobentos por estaciones de muestreo.

Para la comparación de la abundancia y composición entre épocas, se realizó un ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) un análisis estadístico ANOSIM (Clarke & Gorley, 2005), que trabaja sobre una matriz de similitud. La matriz de similitud se calculó con el índice de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia transformada (raíz cuarta) por estación de muestreo/época y por *taxa*. Para evaluar diferencias entre épocas, se realizaron test pareados (pairwise test).

[2] Clarke & Gorley 2005.

Además, se buscó determinar la presencia del alga Didymo (*Didymosphenia geminata*), como un parámetro relevante en el área de estudio.

iv) Fitoplancton

Las muestras obtenidas fueron analizadas en laboratorio mediante microscopia óptica, identificando las microalgas presentes en la muestra a nivel de especie o género con ayuda de literatura especializada. Se cuantificó la densidad de organismos fitoplanctónicos a través de transectos en un volumen de 1 ml. El número de transectos contados es función de la precisión deseada y el número de células, colonias o filamentos por transecto. El recuento de fitoplancton se realizó en una cámara Sedgwick-Rafter.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico PRIMER v.6. Se determinaron los parámetros de diversidad: Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) para fitoplancton por estaciones de muestreo. Para la comparación de la abundancia y composición entre épocas, se realizó un ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) un análisis estadístico ANOSIM (Clarke & Gorley, 2005), que trabaja sobre una matriz de similitud. La matriz de similitud se calculó con el índice de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia transformada (raíz cuarta) por estación de muestreo/época y por *taxa*. Para evaluar diferencias entre épocas, se realizaron test pareados (pairwise test).

v) Zooplancton

Se analizó una alícuota de la muestra en el laboratorio mediante microscopía óptica, se realizó un recuento de organismos y se identificaron hasta el nivel taxonómico de especie. Los resultados se expresaron en la unidad de volumen de individuos por litro.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico PRIMER v.6. Se determinaron los parámetros de diversidad: Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) para zooplancton por estaciones de muestreo. Para la comparación de la abundancia y composición entre épocas, se realizó un ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) un análisis estadístico ANOSIM (Clarke & Gorley, 2005), que trabaja sobre una matriz de similitud. La matriz de similitud se calculó con el índice de Bray-Curtis sobre la matriz de abundancia transformada (raíz cuarta) por estación de muestreo/época y por *taxa*. Para evaluar diferencias entre épocas, se realizaron test pareados (pairwise test).

vi) Vegetación acuática

Luego de identificadas las especies de plantas acuáticas presentes en cada una de las estaciones de muestreo, se realizó un análisis del porcentaje de cobertura vegetal del área de muestreo mediante la elaboración de gráficos de barras (Microsoft© Excel© para Office 365 MSO 16.0.112228.20100 32 bits), visualizando su variabilidad en términos espaciales (entre estaciones de muestreo) y temporales (entre épocas de muestreo).

D. RESULTADOS

D.1. Área de estudio

El Proyecto se localiza en la cuenca hidrográfica del río Biobío, que, en términos biogeográficos, corresponde a una región de alta diversidad biológica y alto grado de endemismo respecto a otras zonas biogeográficas en Chile (Dyer, 2000). Un ejemplo de ello son los peces dulceacuícolas, grupo que en la cuenca del Biobío alcanza 17 especies nativas de las 44 descritas para Chile y 4 especies introducidas (Campos *et al*., 1993a; Campos *et al*., 1993b; Ruiz & Berra, 1994, **Tabla 3**), presentando la riqueza específica más alta a nivel nacional (Vila *et al*., 1999), además de un alto porcentaje de endemismo (> 65%, 11 especies) y un 80% consideradas vulnerables (7 especies) o en peligro de extinción (7 especies; *sensu* Campos *et al*., 1998).

Tabla 3 Listado de especies de peces presentes en la cuenca del río Biobío y su presencia potencial en el área de estudio.

Familia	Especie	Origen	Zona río	Presencia potencial
Diplomystidae	*Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia, 1987	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
Trichomycteridae	*Trichomycterus areolatus*, Eigenmann, 1927	Nativa	Zona superior y media del río	Sí
	Trichomycterus chiltoni Eigenmann, 1927	Nativa	Zona superior y media del río	Sí
	Bullockia maldonadoi (Eigenmann, 1927)	Nativa	Afluentes asociados a Cordillera de la Costa	Sí
Nematogenyidae	*Nematogenys inermis* (Guichenot 1848)	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
Galaxiidae	*Galaxias maculatus* (Regan, 1908)	Nativa	Afluentes asociados a Cordillera de la Costa	Sí
	Brachygalaxias bullocki (Regan, 1908)	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
Characidae	*Cheirodon pisciculus* Eigenmann 1927	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
	Cheirodon galusdae Eigenmann 1927	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
Atherinidae	*Basilichthys australis* Steindachner, 1898	Nativa	A lo largo del sistema	Sí
	Odontesthes mauleanum Steindachner, 1898	Nativa	Afluentes asociados a Cordillera de la Costa	Sí
Aplochitonidae	*Aplochiton zebra* Jenyns, 1842	Nativa	Sistemas lacustres	Sí
Percichthyidae	*Percichthys trucha* Eigenmann, 1927	Nativa	Zona superior y media del río	Sí
	Percichthys melanops Eigenmann, 1927	Nativa	Afluentes asociados a Cordillera de la Costa	Sí
	Percilia irwini Eigenmann, 1927	Nativa	Zona superior y media del río	Sí
Petromyzontidae	*Geotria australis* Gray 1851	Nativa	Afluentes asociados a Cordillera de la Costa	Sí
Nototheniide	*Eleginops maclovinus* (Cuvier, 1830)	Nativa	Desembocadura del río	No
Mugilidae	*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758	Nativa	Desembocadura del río	No
Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792)	Introducida		
	Salmo trutta (Linnaeus, 1758)	Introducida		

Familia	Especie	Origen	Zona río	Presencia potencial
Poeciliidae	*Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)	Introducida		
Cichlidae	*Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)	Introducida		

Fuente: Elaboración propia basado en Vila *et al*., 1999.

Los estudios de la distribución de los peces en el área muestran una distribución diferencial para algunas de las especies, mientras que otras se distribuyen a lo largo del sistema (Ruiz & Berra, 1994; Vila *et al*., 1996). En particular, el Proyecto se localiza en el límite oriental de la cordillera de la Costa, en la zona media y baja de la cuenca del río Biobío, por lo tanto, de las 17 especies nativas descritas para el río Biobío, se descarta la presencia potencial de *E. maclovinus* y *M. cephalus*, cuya distribución es únicamente estuarina (**Tabla 3**).

El mismo patrón descrito para los peces, se repite para grupos taxonómicos acuáticos como macroinvertebrados bentónicos, con 89 especies en total para la cuenca del río Biobío (Valdovinos & Parra, 2006), la mayor parte de los cuales corresponde a estados inmaduros de insectos acuáticos. Los órdenes dominantes dentro de los insectos son los Plecoptera con 16 especies, Diptera con 15 especies, Trichoptera con 14 especies, Ephemeroptera con 12 especies y Coleoptera con 12 especies. Las algas más importantes, como componentes del fitobentos del río Biobío, pertenecen generalmente a las clases Bacillariophyceae (diatomeas), Chiorophyceae (algas verdes) y Cyanophyceae (algas verde azules). En el río Biobío se ha identificado un total de 252 taxa de fitoplancton y fitobentos, de las cuales las Bacillariophyceae constituyeron el grupo de mayor riqueza específica con 115 especies, seguidas por las Chiorophyceae con 104; Cyanophyceae con 22, Cryptophyceae con 4, Euglenophyceae con 4, Chrysophyceae con 2 y Xantophyceae con 1. La mayoría de las diatomeas se encuentran habitando en el fitobentos y el fitoplancton; no ocurre lo mismo con los otros grupos taxonómicos que aparecen más selectivos (Valdovinos & Parra, 2006).

En la cuenca hidrográfica del río Biobío el zooplancton consta de unas pocas especies de copépodos, cladóceros y rotíferos (Valdovinos & Parra, 2006). Los principales grupos presentes son: copépodos pertenecientes al Suborden Cyclopoida, cladóceros tales como *Daphnia ambigua* (Familia Daphnidae), *Cerodaphnia dubia* (Familia Daphnidae), *Eubosmina hagmanni* (Familia Bosminidae), *Alona guttata* (Familia Chidoridae) y *Chydorus sphaericus* (Familia Chidoridae).

Por último, respecto de las macrófitas acuáticas, en algunos sectores de la parte baja del río Biobío se puede identificar una secuencia que es bastante típica; las

aguas costeras más profundas han sido invadidas por una población de *Egeria densa*, hidrófita sumergida, arraigadas al substrato. Sucede a ellas especialmente en áreas menos profundas, una población de plantas de hojas flotantes constituidas por *Limnobium laevigatum*, *Hydrocotyle* sp., *Ludwigia stolonífera*, *Azolla filiculoides* y como plantas emergentes, los junquillos, totorales y batros, *Scirpus californicus*, *Juncus* sp., *Thypa dominguensis* (Valdovinos & Parra, 2006).

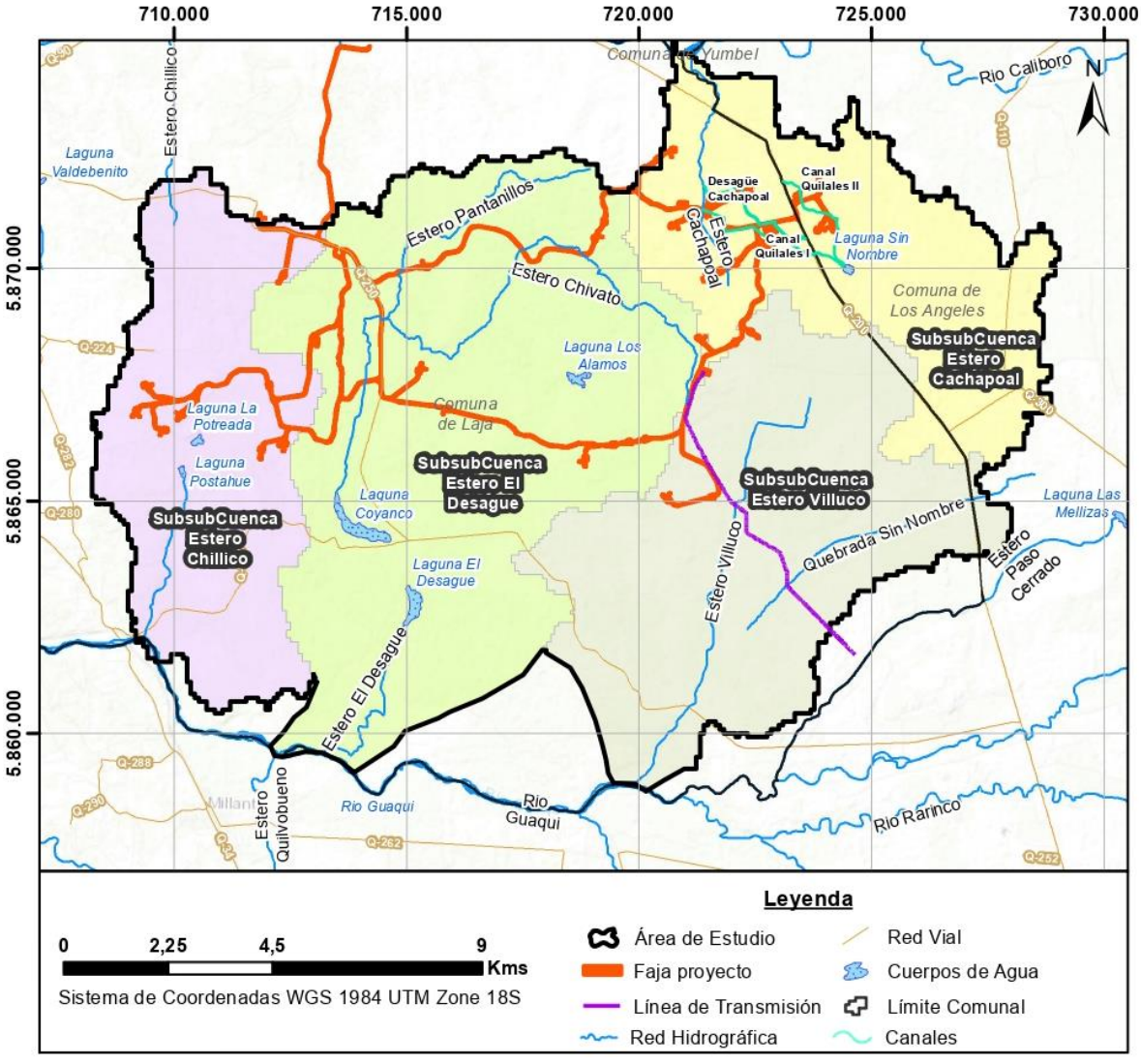
Esta condición natural esta superpuesta geográficamente con una de las áreas de mayor deterioro ambiental, contexto que sitúa a Chile central como uno de los 34 "hotspot" de biodiversidad con prioridad de conservación (Mittermeier *et al.,* 2004). Entre las principales amenazas para los ecosistemas acuáticos continentales presentes en el río Biobío son referidas a la alteración de hábitat se encuentran la construcción de embalses para centrales hidroeléctricas, la extracción de agua para riego, el vertido de residuos líquidos industriales y aguas servidas, la extracción de áridos, la canalización o semicanalización de los cauces, sustitución de bosque nativo por plantaciones forestales y contaminación difusa por pesticidas (Habit *et al*., 2006a; Habit *et al*., 2006b). La provincia de Concepción, y en particular la comuna de Laja, donde se emplaza el proyecto, registra un alto porcentaje de reemplazo de la cobertura vegetal nativa. Así, entre áreas urbanas-industriales, terrenos agrícolas, praderas y matorrales y plantaciones de monocultivo forestal alcanzan casi un 90% de la superficie total de la comuna de Laja; mientras que las áreas sin vegetación, cuerpos de agua y humedales y el bosque nativo, no superan el 4% de la superficie total en la comuna de Laja (SIT/CONAF 2016).

En cuanto a las amenazas biológicas, la de mayor impacto es el efecto de especies introducidas, para las que en la mayoría de los casos se desconoce su real efecto sobre la biodiversidad acuática (Habit *et al*., 2006a). La presencia de 4 especies de peces introducidos en la cuenca del Biobío (**Tabla 3**) constituye una amenaza para los ecosistemas acuáticos y las especies que albergan. Es importante señalar que, además de las especies ícticas introducidas, existe actualmente una Declaración de Emergencia de Plaga por presencia de la microalga *Didymosphenia geminata* en Alto Biobío, Región del Biobío (Res.Ex. N° 1133- 26.03.2019).

Considerando estos antecedentes, el proyecto se emplaza en un área de alto valor de conservación.
El área de estudio correspondió a cuatro subsubcuencas hidrográficas (**Figura 4**): Estero Chillico, Estero El Desagüe, Estero Cachapoal y Estero Villuco. Las cuatro

subsubcuencas presentan orientación norte-sur, de las cuales tres drenan en dirección norte-sur (Estero Chillico, Estero El Desagüe y Estero Villuco) y la subsubcuenca del Estero Villuco con drenaje en dirección sur-norte.

El área de estudio fue definida de acuerdo a los cuerpos y cursos de agua que podrían verse afectados por obras asociadas a cruces aéreos y/o terrestres. Por tanto, las obras del proyecto que se ubican en áreas donde no se presentan cursos o cuerpos de agua serán excluidas del área a estudiar.



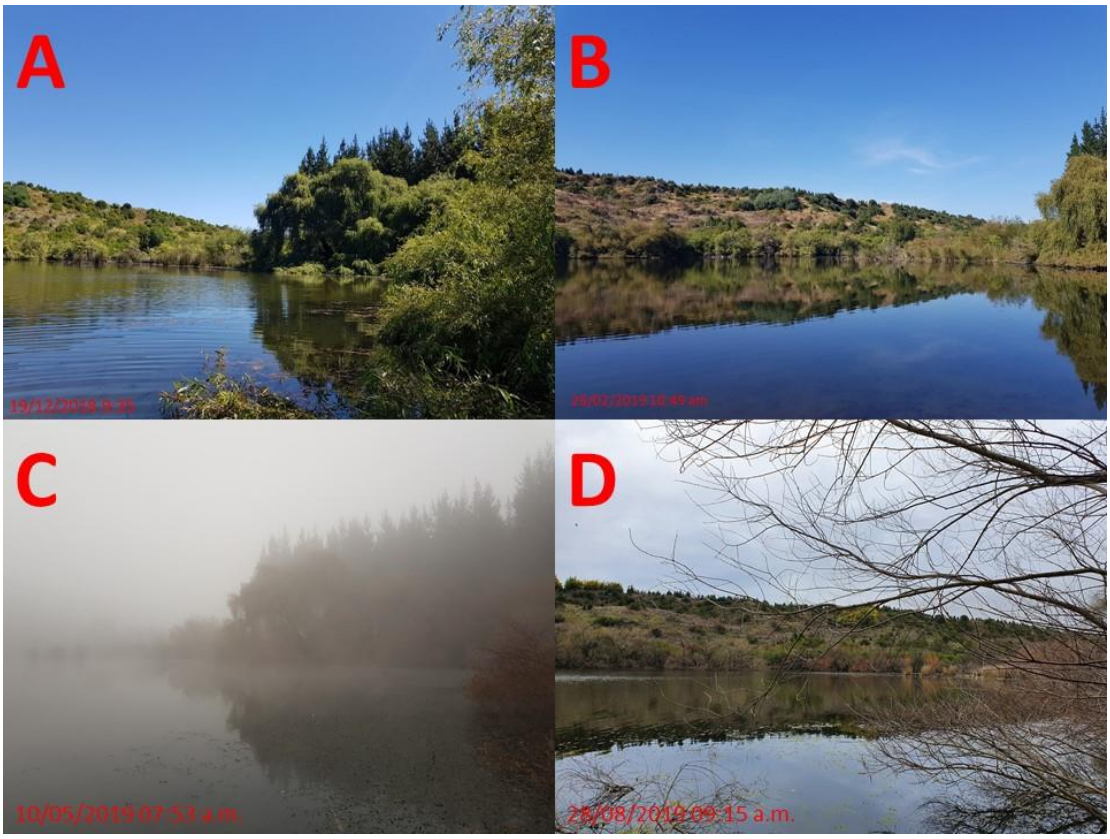
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Subsubcuencas hidrográficas presentes en el área de estudio.

D.2. Estaciones de muestreo

A continuación, se entrega una caracterización de cada una de las estaciones de muestreo y en el **Apéndice 2**, se encuentran las fichas resumen de cada estación.

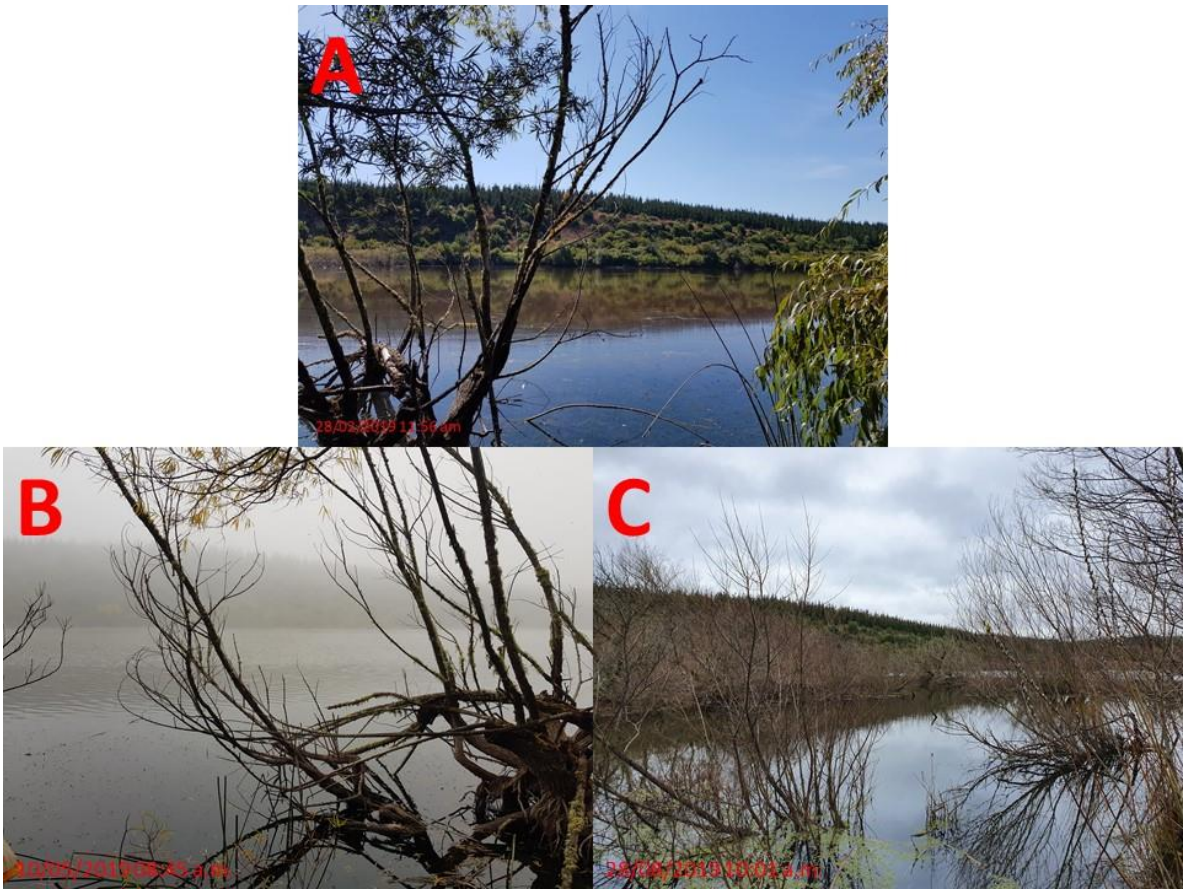
E1 (Laguna Potreada): estación localizada en la Laguna Potreada, en la parte alta del Estero Chillico (**Foto 9**). Corresponde a un lago caracterizado por presencia de vegetación nativa y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m). Se observaron sedimentos finos en su ribera.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 9. Vista de la estación de muestreo E1 (Laguna Potreada) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

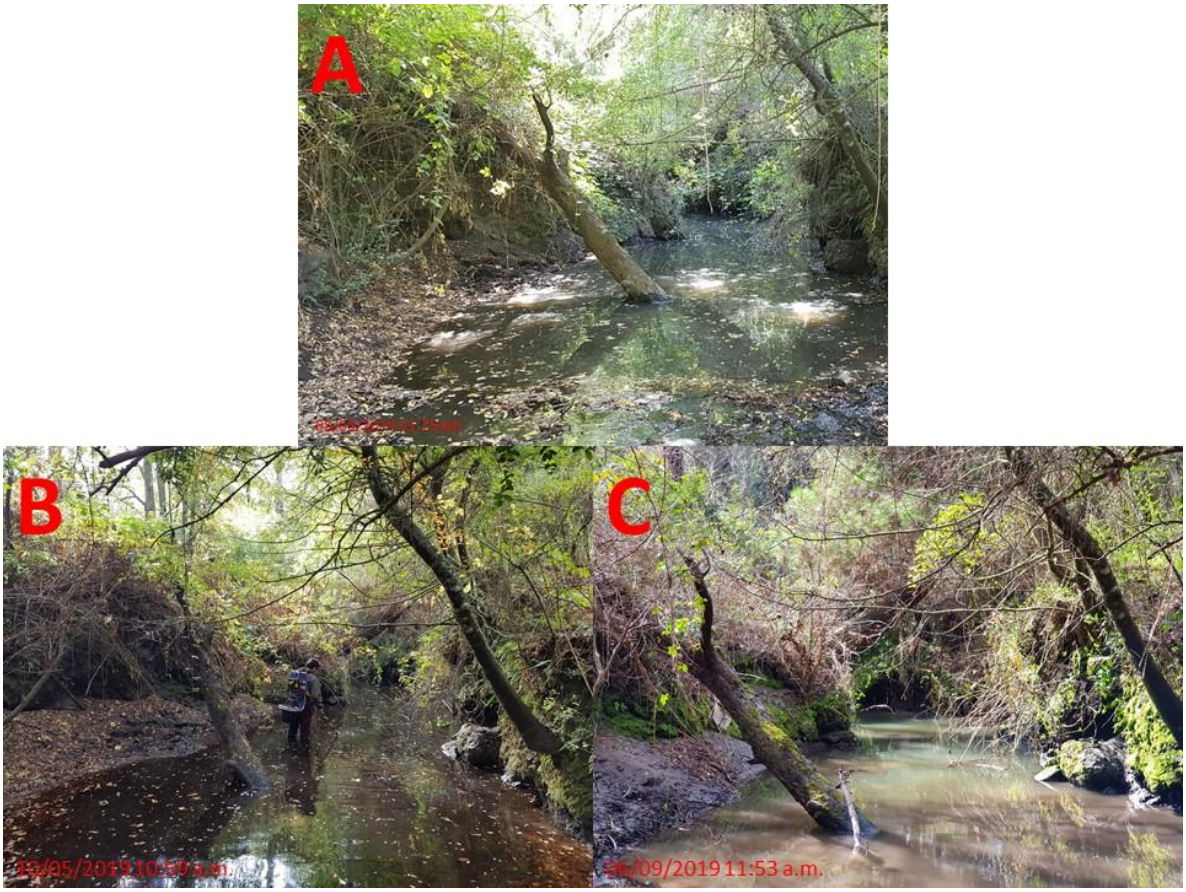
E2 (Laguna Postahue)**:** estación localizada en la Laguna Postahue a 400 m de la Laguna Potreada (**Foto 10**). No se observa conexión hidrológica superficial entre ambas lagunas. En su ribera y el entorno directo (<20 m) la vegetación terrestre estuvo conformada principalmente por vegetación no nativa, sauces particularmente, cuyas densas raíces constituyeron el fondo de la ribera. El entorno indirecto (>20 m) se caracterizó por la presencia de vegetación no nativa y plantaciones forestales.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 10. Vista de la estación de muestreo E2 (Laguna Postahue) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

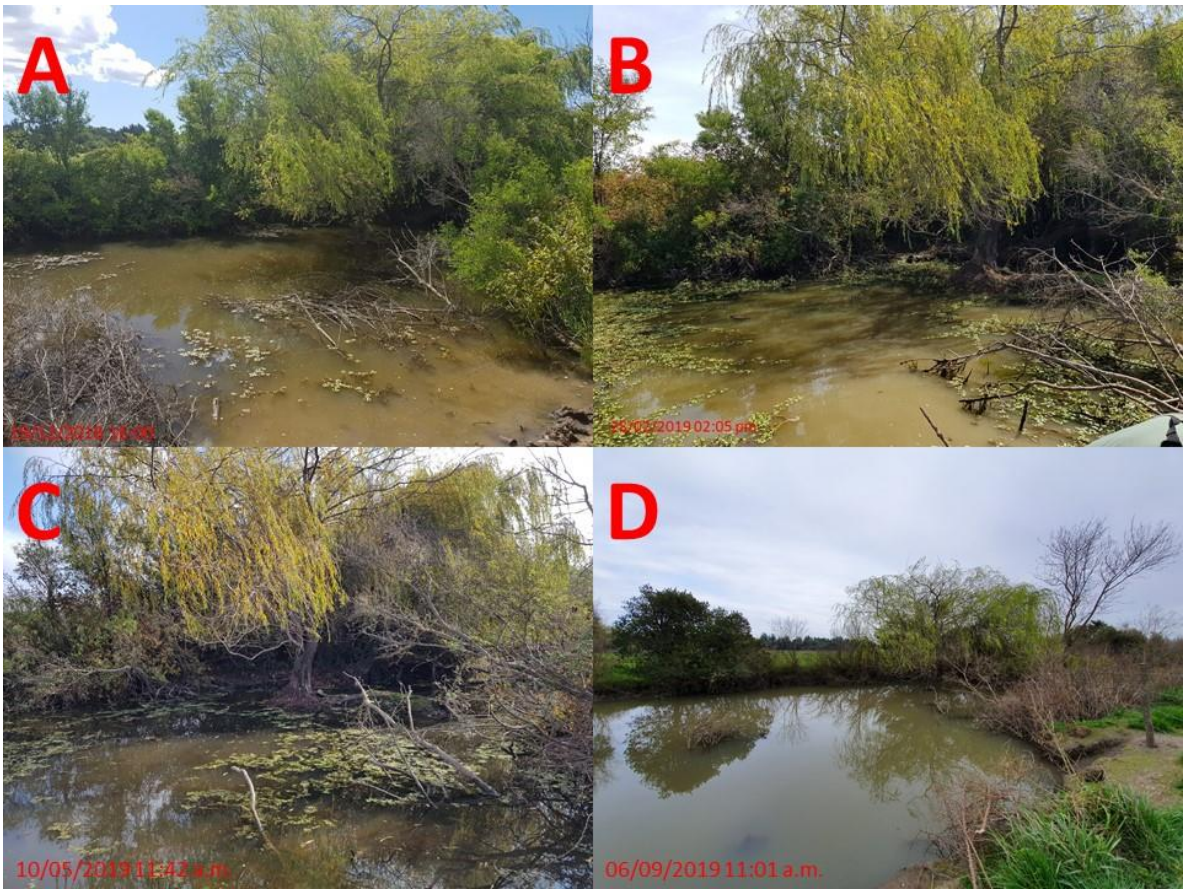
E3 (Estero Pantanillos)**:** estación localizada en el Estero pantanillos, en la subsubcuenca del Estero El Desagüe, cuyo flujo es de orientación norte-sur. Esta estación corresponde al punto localizado más arriba en la subcuenca, 1.000 m aguas arriba de su confluencia con el Estero Chivato (**Foto 11**). El entorno directo del estero (<20 m) estuvo caracterizado por presencia de vegetación nativa en galería, mientras que su entorno indirecto (>20 m) estuvo constituido por terrenos agrícolas y pastizales destinados a ganadería. El ancho promedio del cauce fue de 6 m, con baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 11. Vista de la estación de muestreo E3 (Estero Pantanillos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E4 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, 2.000 m aguas abajo de la estación "Estero Pantanillos" (E3). Se ubicó en una zona de valle, caracterizada por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y praderas de uso ganadero en su entorno indirecto (<20 m) (**Foto 12**). Se constató tránsito de ganado vacuno por su cauce. Ancho promedio del cauce de 6 m y baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 12. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E4 (Estero Chivato) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

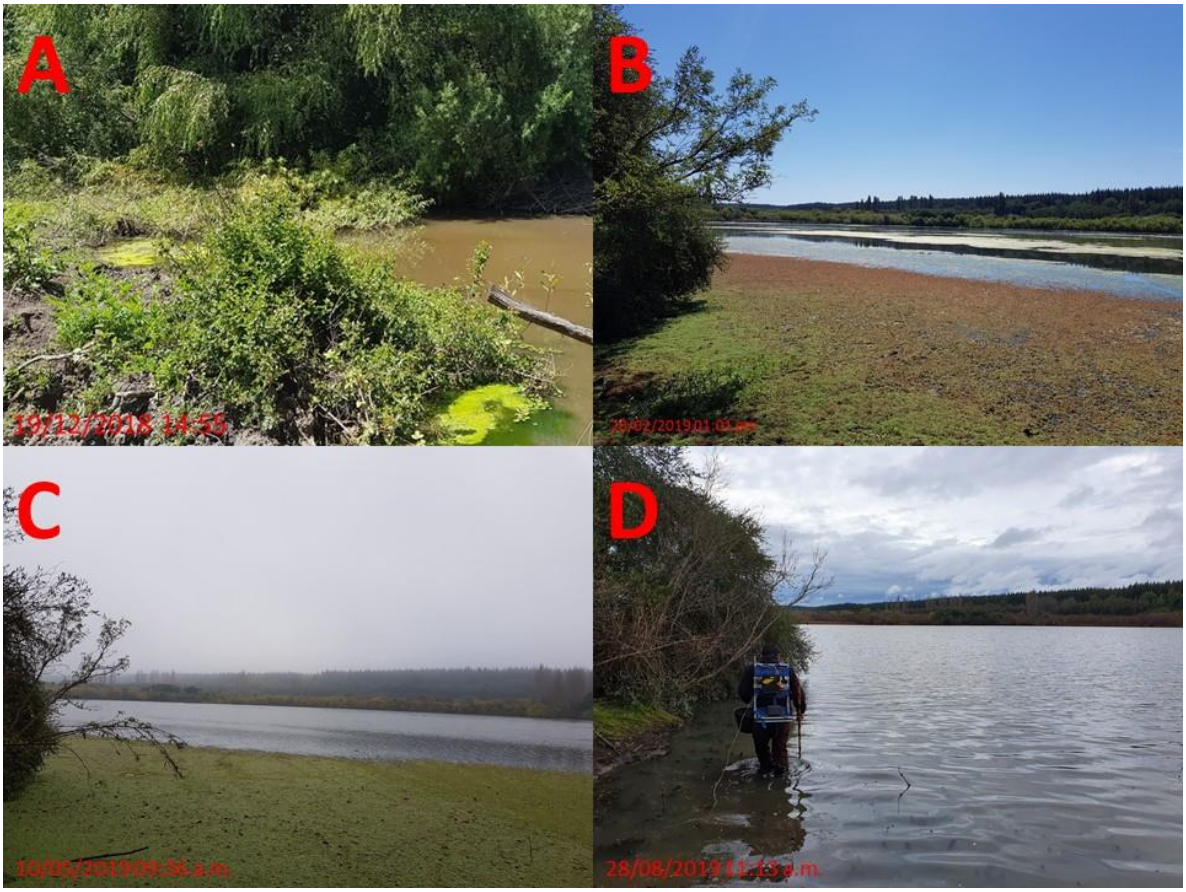
E5 (Laguna Coyanco)**:** estación localizada en la ribera sur-este Laguna Coyanco, 5 km aguas abajo de la estación en E4 (Estero Chivato) (**Foto 13**). Su principal afluente es el Estero Chivato en su ribera norte. En su orilla se observó sedimentos finos y oscuros (hipóxicos). Se caracterizó por la presencia de matorral nativo y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y praderas de uso ganadero en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 13. Vista de la estación de muestreo E5 (Laguna Coyanco) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

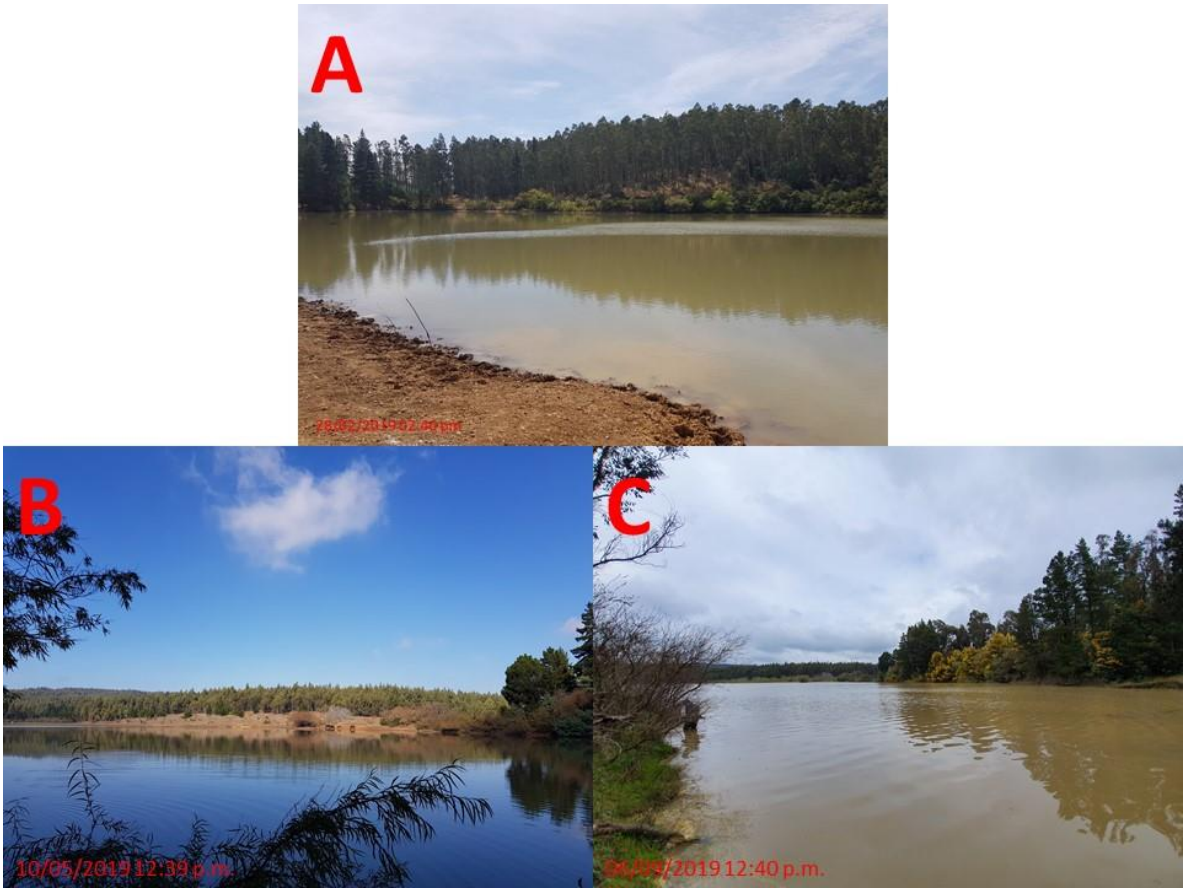
E6 (Laguna El Desagüe)**:** estación localizada en la Laguna El Desagüe, a1.500 m aguas abajo de la Laguna Coyanco, las que se conectan hidrológicamente mediante un estero que desagua la Laguna Coyanco por el sur y desemboca en la Laguna El Desagüe por el norte. El lecho de su orilla estuvo caracterizado por una espesa capa de fango, cuyo olor y color dan cuenta de procesos anóxicos (**Foto 14**). Su entorno directo (<20 m) se caracterizó por la presencia de vegetación no nativa y plantaciones forestales y su entorno indirecto (>20 m) por praderas de uso ganadero.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 14. Vista de la estación de muestreo E6 (Laguna El Desagüe) durante las cuatro épocas muestreadas; A= primavera 2018, B= verano 2019, C= otoño 2019, D= invierno 2019.

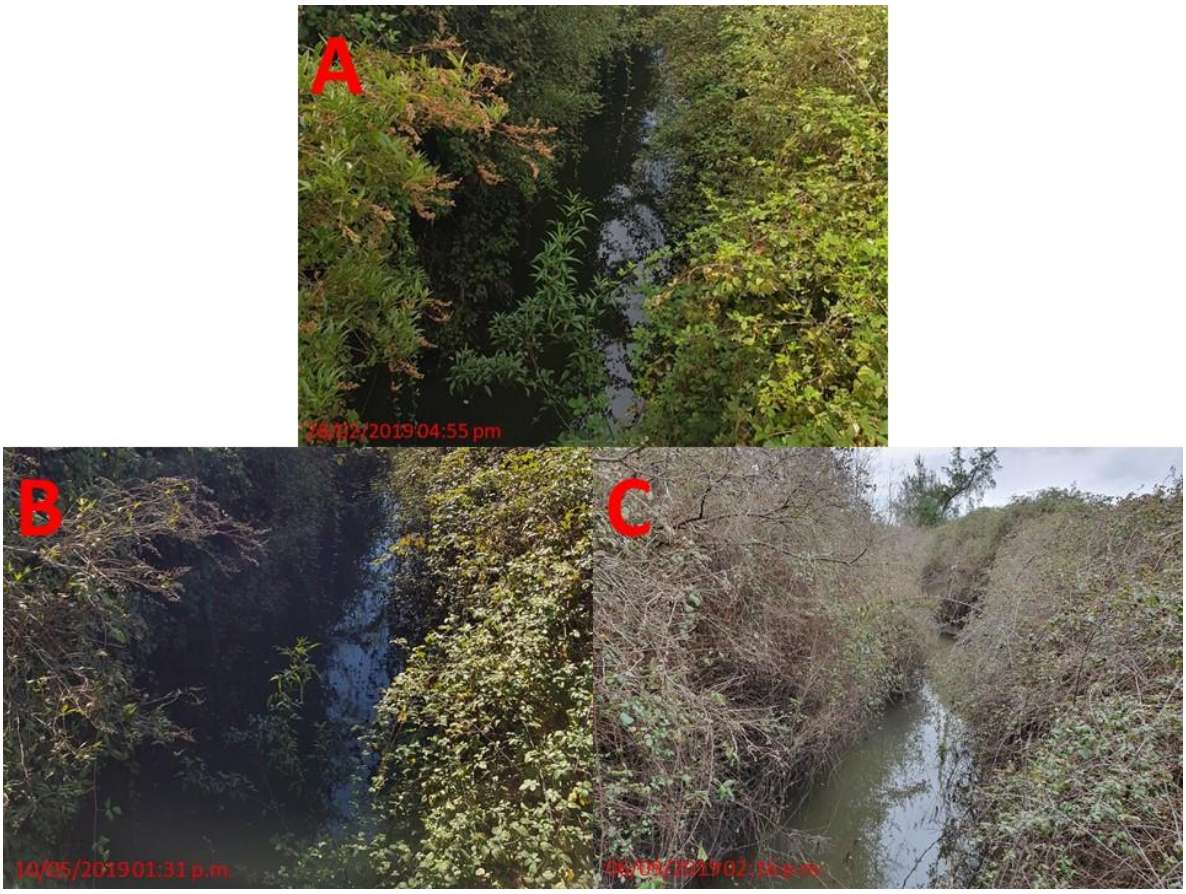
E7 (Laguna Los Álamos)**:** esta estación se localizó en la ribera oeste de la Laguna Los Álamos, cuyo entorno directo (<20 m) e indirecto (>20 m) estuvo caracterizada por plantaciones forestales y procesos erosivos asociados a la deforestación (**Foto 15**). Sus aguas presentaron un color propio del suelo arcilloso de su cuenca, expuesto a la escorrentía superficial.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 15. Vista de la estación de muestreo E7 (Laguna Los Álamos) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E8 (Estero Villuco)**:** Estación localizada en el Estero Villuco, que corresponde a un estero de bajo orden con flujo norte-sur, el que desemboca en el Río Guaqui (**Foto 16**). La estación de muestreo se localizó 1.000 metros aguas abajo de su origen, en una zona de valle con baja pendiente y entorno caracterizado por presencia de zarza mora y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y terrenos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). El ancho del cauce promedio fue de 1,5 m y una baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 16. Vista de la estación de muestreo E8 (Estero Villuco) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

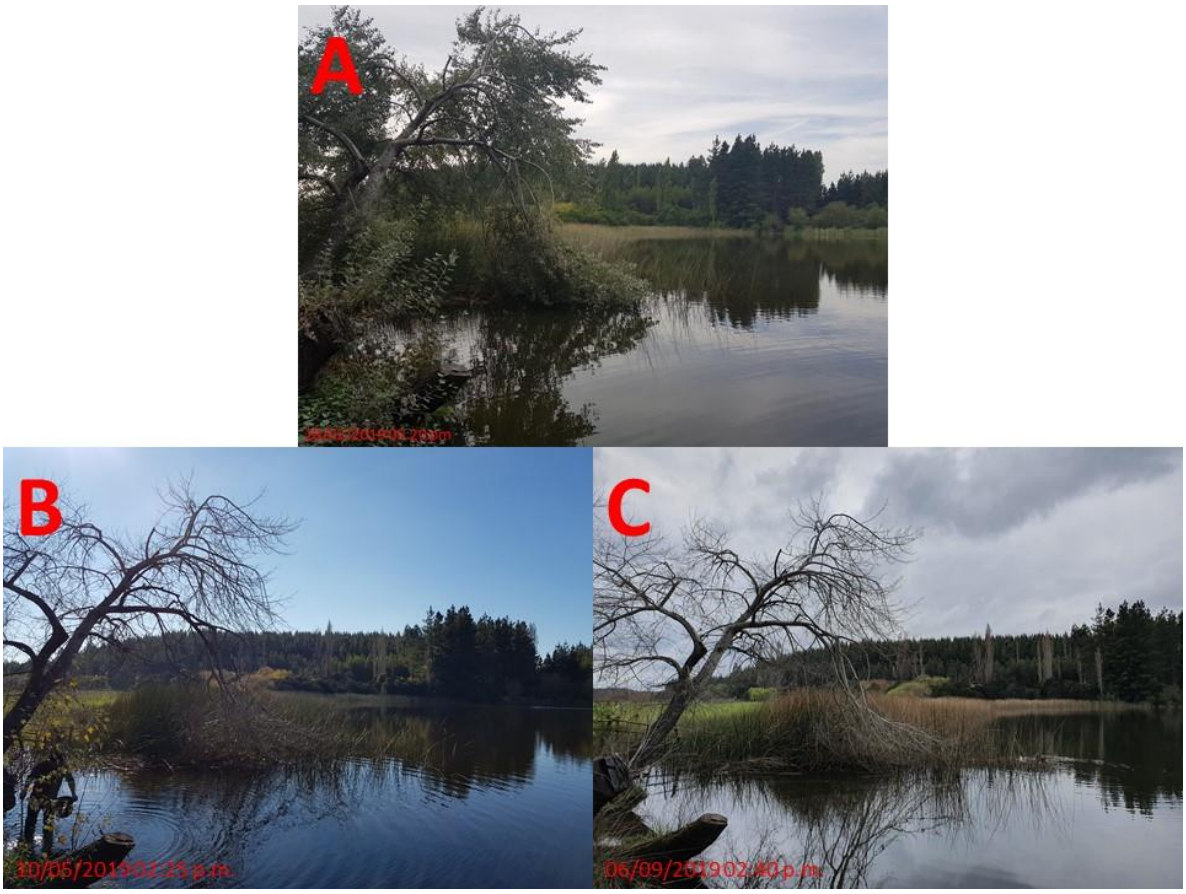
E9 (Estero Cachapoal): la estación de muestreo se ubicó en el Estero Cachapoal al interior del fundo Quilales, cuya actividad ganadera y agrícola caracterizó el entorno indirecto (>20 m) de este curso de agua (**Foto 17)**. Su vegetación ribereña se caracterizó por una angosta faja de árboles nativos (<5 m) y en su entorno directo (<20 m) predominó la vegetación no nativa. Su ancho del cauce promedio fue de 5 m y una baja velocidad de corriente.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 17. Vista de la estación de muestreo E9 (Estero Cachapoal) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E10 (Laguna Sin Nombre)**:** estación ubicada en la Laguna Sin Nombre, la cual se emplaza en una zona del valle, caracterizado por la presencia de asentamientos rurales y actividad agrícola y forestal (**Foto 18**). Su entorno directo (<20 m) estaba constituido por vegetación no nativa y su entorno indirecto (>20 m) por plantaciones forestales. Se constató un uso recreativo de sus aguas por parte de la población local.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 18. Vista de la estación de muestreo E10 (Laguna Sin Nombre) durante las tres épocas muestreadas; A= verano 2019, B= otoño 2019, C= invierno 2019.

E11 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, en la parte alta de la subsubcuenca del estero El Desagüe. Se caracterizó por presentar en su entorno directo (<20 m) vegetación no nativa y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 19**). Durante la campaña de otoño de 2020 no presentó agua en su cauce, mientras que, en la campaña de invierno de 2020, sí registró caudal, revelando que en este tramo el estero presenta escurrimiento temporal.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 19. Vista de la estación de muestreo E11 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

E12 (Estero Chivato)**:** estación localizada en el Estero Chivato, a 1.700 m aguas abajo de la estación E11, en la parte alta de la subsubcuenca del estero El Desagüe. Se caracterizó por presentar en su entorno directo (<20 m) vegetación no nativa y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 20**). Al igual que la estación E11, este tramo presenta escurrimiento temporal, observándose sin agua en su cauce durante la campaña de otoño de 2020, mientras que, en la campaña de invierno de 2020, sí registró caudal.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 20. Vista de la estación de muestreo E12 (Estero Chivato) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

E13 (Estero Villuco)**:** estación localizada en el Estero Villuco, el cual corresponde a un estero de bajo orden con flujo norte-sur, el que desemboca en el río Guaqui (**Foto 21**). La estación se caracterizó por presencia de zarza mora y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Durante la campaña de invierno de 2020 se observó el cauce intervenido recientemente por maquinaria pesada.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 21. Vista de la estación de muestreo E13 (Estero Villuco) durante las dos épocas muestreadas; A= otoño 2020, B= invierno 2020.

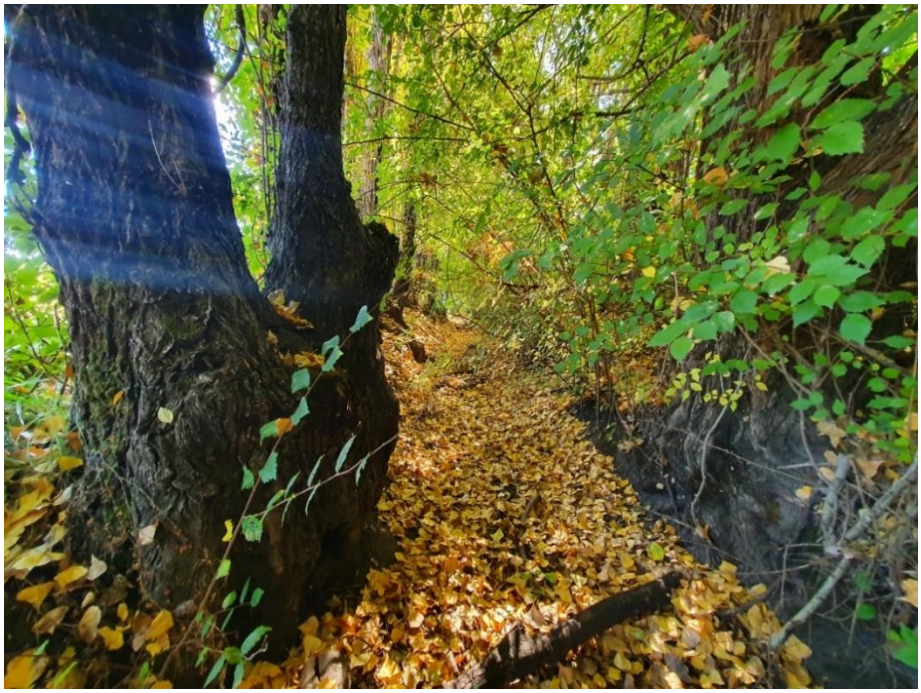
E14 (Desagüe Cachapoal)**:** estación ubicada en un canal de regadío denominado Desagüe Cachapoal que nace en la Laguna Sin Nombre. El flujo de su cauce es de sureste a noroeste con un ancho promedio de 3 metros y desemboca en el estero Cachapoal. La estación de muestreo presentaba rocas de tamaño variado (5 a 30 cm), zonas de remanso y rápidos turbulentos, además zarzamora creciendo directamente sobre el canal en su ribera (**Foto 22**). Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 22. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E14 (Desagüe Cachapoal).

E15 (Desagüe Cachapoal)**:** estación localizada en el canal de riego Desagüe Cachapoal, a 670 metros aguas abajo de la estación E14. Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 23**). Durante la campaña de otoño de 2021 este tramo del canal no presentó agua en su cauce.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 23. Vista de la estación de muestreo E15 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E16 (Desagüe Cachapoal)**:** estación localizada en el canal de riego Desagüe Cachapoal, a 500 metros aguas abajo de la estación E15. Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m) (**Foto 24**). Durante la campaña de otoño de 2021 este tramo del canal no presentó agua en su cauce.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 24. Vista de la estación de muestreo E16 (Desagüe Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E17 (Canal Quilales II): estación localizada en el Canal Quilales II, el cual corresponde a un canal de regadío que nace en la Laguna Sin Nombre. El flujo de su cauce es de sureste a noroeste con un ancho promedio de su cauce de 1 metro (**Foto 25**). Se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 25. Vista aguas arriba de la estación de muestreo E17 (Canal Quilales II).

E18 (Canal Quilales II): estación localizada en el Canal Quilales II, 570 metros aguas abajo de la estación E17. El ancho promedio de su cauce fue de 1 metro (**Foto 26**) y se caracterizó por presentar vegetación ribereña no nativa en su entorno directo (<20 m) y plantaciones forestales en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 26. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E18 (Canal Quilales II).

E19 (Canal Quilales I): corresponde a un canal de regadío que fluye de sureste a noroeste que se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 27**). No obstante, se identificó una sección del canal bajo el camino que se encontraba con agua estancada, donde se constató la presencia de ictiofauna nativa retenida y se realizo el muestreo de biota acuática. El canal se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 27. Vista de la estación de muestreo E19 (Canal Quilales I) durante la campaña de muestreo de otoño de 2021.

E20 (Canal Quilales I)**:** estación localizada en el canal de riego Canal Quilales I, a 970 metros aguas abajo de la estación E19. Se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 28**).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 28. Vista de la estación de muestreo E20 (Canal Quilales I) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

E21 (Quebrada Sin Nombre): estación ubicada en un estero denominado Quebrada Sin Nombre, que fluye de noreste a suroeste (**Foto 29**). Su vegetación acuática era del tipo flotante y emergida. Su ancho de cauce promedio fue de 2 m y con baja velocidad de corriente. Se caracterizó por presentar matorral nativo y vegetación no nativa en su entorno directo (<20 m) y actividad ganadera en su entorno indirecto (>20 m).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 29. Vista aguas abajo de la estación de muestreo E21 (Quebrada Sin Nombre).

E22 (Estero Cachapoa)**:** estación localizada en el Estero Cachapoal, a 1.300 m aguas arriba de la estación E9. Se caracterizó por presentar pastizales en su entorno directo (<20 m) y cultivos agrícolas en su entorno indirecto (>20 m). Se encontraba seco durante la campaña de otoño de 2021 (**Foto 30**).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto 30. Vista de la estación de muestreo E22 (Estero Cachapoal) que se encontraba seca durante la campaña de terreno en otoño de 2021.

Los resultados que se entregan a continuación fueron separados para las campañas que completaron un ciclo anual 2018-2019 (10 estaciones de muestreo), aquellas realizadas el año 2020 (3 estaciones de muestreo) durante otoño e invierno, y aquellas realizadas durante otoño del año 2021 (9 estaciones de muestreo), excepto para el listado de especies o *taxa,* que se consideraron todas las campañas. Se excluyen de los resultados las estaciones que se encontraban sin agua durante la campaña de otoño de 2021, que corresponden a la estación E15 (Desagüe Cachapoal), E16 (Desagüe Cachapoal), E20 (Canal Quilales I) y E22 (Estero Cachapoal).
Se incluyen los resultados de la estación E19 (Canal Quilales I), la cual, a pesar de que el canal de riego se encontraba sin agua, fue muestreada en su tramo subterráneo (bajo el camino), el que se encontraba con agua (estancada) y con presencia de fauna íctica nativa.

D.3. Ictiofauna

En total, considerando todas las estaciones y épocas muestreadas, se capturaron 9 especies en toda el área de estudio (**Tabla 4**). De ellas, 5 son especies nativas y 4 especies introducidas (registro fotográfico en **Apéndice 3**). Todas las especies nativas se encuentran en alguna categoría de conservación (en la **Tabla 4** se indica su categoría de conservación a nivel nacional, según último registro del 16º proceso de clasificación de especies). Cabe señalar que las estaciones de muestreo E11 (Estero Chivato) y E12 (Estero Chivato) no presentaron capturas de peces.

Destaca la presencia de una especie clasificada como "En Peligro", la "Carmelita de Concepción" *Percilia irwini* (DS N° 51/2008 Ministerio Secretaría General de la Presidencia) presente sólo en la estación de muestreo E14 (Desague Cachapoal) y de dos especies clasificadas como "Vulnerable", la "Pocha" *Cheirodon galusdae* (DS N° 51/2008 Ministerio Secretaría General de la Presidencia) ampliamente distribuida, presente en 15 de las 18 estaciones de muestreo con agua en el cauce, y el "puye" o "peladilla" *Brachygalaxias bullocki* (DS N° 38/2015 Ministerio de Medio Ambiente), presente en 5 de las 18 estaciones de muestreo, asociada exclusivamente a sistemas fluviales (esteros). Las dos especies nativas restantes son el "pejerrey chileno" *Basilichthys australis*, clasificada como "Casi Amenazada" (DS N° 19/2012 Ministerio de Medio Ambiente), y el "puye" *Galaxias maculatus*, clasificada como "Preocupación menor" (DS N° 19/2012 Ministerio de Medio Ambiente). Ambas especies fueron registradas únicamente en sistemas lacustres (lagunas): E1 (Laguna Potreada) sólo con registro de *G. maculatus* y E5 (Laguna Coyanco) con registro de *G. maculatus* y *B. australis*.

Sin considerar las estaciones de muestreo que no presentaron capturas E11 (Estero Chivato) y E12 (Estero Chivato), las especies introducidas estuvieron presentes en 10 de las 18 estaciones de muestreo que presentaron agua en su cauce (**Tabla 4**).

Tabla 4. Listado de especies de peces y su estado de conservación, registradas en el área de estudio.

Especies	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	E1 (Laguna Potreada)	E2 (Laguna Postahue)	E3 (Estero Pantanillos)	E4 (Estero Chivato)	E5 (Laguna Coyanco)	E6 (Laguna El Desagüe)	E7 (Laguna Los Álamos)	E8 (Estero Villuco)	E9 (Estero Cachapoal)	E10 (Laguna Sin Nombre)	E11 (Estero Chivato)	E12 (Estero Chivato)	E13 (Estero Villuco)	E14 (Desagüe Cachapoal)	E15 (Desagüe Cachapoal)	E16 (Desagüe Cachapoal)	E17 (Canal Quilales II)	E18 (Canal Quilales II)	E19 (Canal Quilales I)	E20 (Canal Quilales I)	E21 (Quebrada Sin Nombre)	E22 (Estero Cachapoal)
Percilia irwini (Eigenmann, 1927)	Carmelita de Concepción	N	En Peligro, DS 51 MINSEGPRES 2008 (3er Proceso RCE)														X								
Galaxias maculatus (Jenyns, 1842)	Puye, puyen	N	Preocupación menor (desde región del Biobío al sur), DS 19 MMA 2012 (8vo proceso RCE)	X				X																	
Cheirodon galusdae (Eigenmann, 1927)	Pocha de los lagos	N	Vulnerable, DS 51 MINSEGPRES 2008 (3er Proceso RCE)	X	X		X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X	X		X	
Basilichthys australis (Eigenmann, 1928)	Pejerrey, Pejerrey chileno, cauque	N	Casi amenazada (desde Región del Biobío al sur), DS 19 MMA					X																	

Especies	Nombre común	Origen	Categoría de Conservación	E1 (Laguna Potreada)	E2 (Laguna Postahue)	E3 (Estero Pantanillos)	E4 (Estero Chivato)	E5 (Laguna Coyanco)	E6 (Laguna El Desagüe)	E7 (Laguna Los Álamos)	E8 (Estero Villuco)	E9 (Estero Cachapoal)	E10 (Laguna Sin Nombre)	E11 (Estero Chivato)	E12 (Estero Chivato)	E13 (Estero Villuco)	E14 (Desagüe Cachapoal)	E15 (Desagüe Cachapoal)	E16 (Desagüe Cachapoal)	E17 (Canal Quilales II)	E18 (Canal Quilales II)	E19 (Canal Quilales I)	E20 (Canal Quilales I)	E21 (Quebrada Sin Nombre)	E22 (Estero Cachapoal)
			2012 (8vo proceso RCE)																						
Brachygalaxias bullocki (Regan, 1908)	Puye, Peladilla	N	Vulnerable, DS 38 MMA 2015 (11mo proceso)			X	X				X	X												X	
Australoheros facetus (Jenyns, 1842)	Chanchito, palometa	I	No aplica				X	X																	
Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)	Carpa	I	No aplica	X	X			X																	
Carassius carassius (Linnaeus, 1758)	Carpín	I	No aplica				X			X															
Gambusia holbrooki Girard, 1859	Pez mosquito	I	No aplica								X	X	X			X	X								

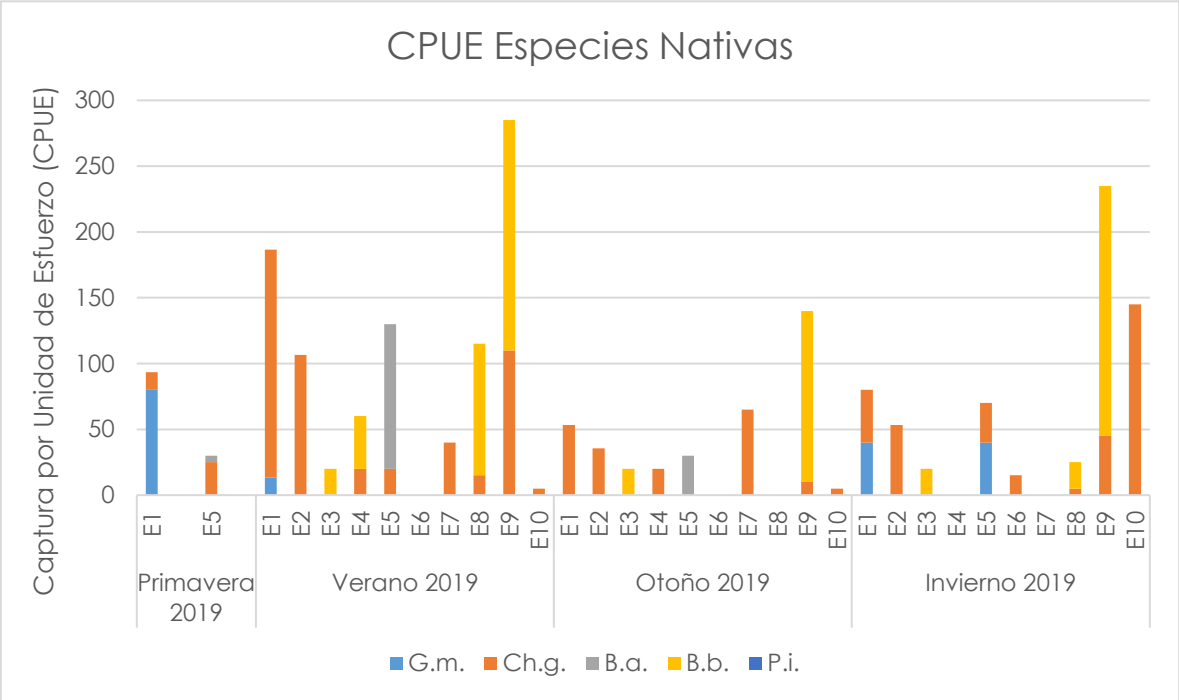
X: indica la presencia en cada una de las estaciones. Origen: N=Nativa; I=Introducida.

Fuente: Elaboración propia.

Para las campañas del ciclo anual 2018-2019 (estaciones E1-E10), al analizar la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de las especies nativas en el área de estudio (**Tabla G.1., Apéndice 5**), se observaron diferencias entre las estaciones de muestreo y entre especies (**Figura 5**). Considerando la CPUE total de especies nativas, las estaciones que registraron la mayor abundancia de especies nativas fueron la estación E9 (Estero Cachapoal) y E1 (Laguna Potreada), mientras que la estación E6 (Laguna El Desagüe) registraron la menor abundancia. El resto de las estaciones de muestreo exhibieron valores de CPUE variables entre épocas muestreadas.

Entre todas las especies capturadas, *Ch. galusdae* y *B. bullocki* fueron las más abundantes, mientras que *B. australis* fue la menos abundante (**Figura 5**).

En términos temporales, las mayores abundancias de especies nativas ocurrieron en época de verano (**Figura 5**).



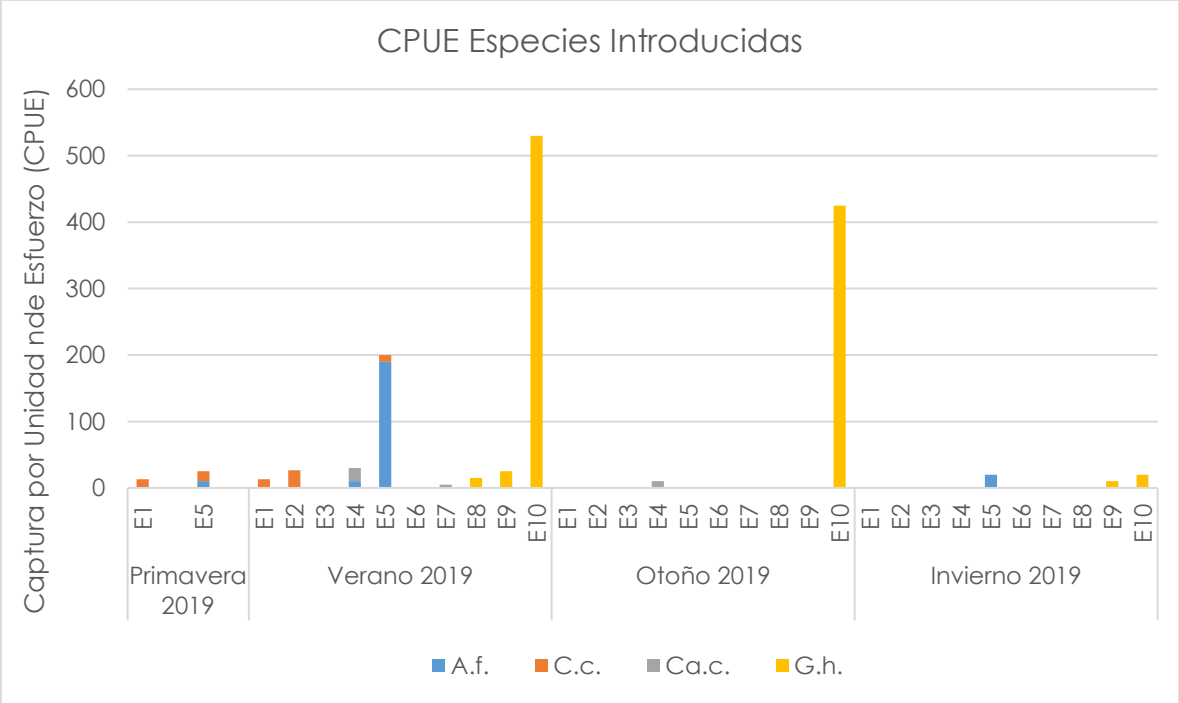
(B.b.= *Brachygalaxias bullocki*; B.a.: *Basilichtlhys australis*; Ch.g.= *Cheirodon galusdae*; G.m.= *Galaxias maculatus*)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las cuatro especies nativas registradas en el área de estudio.

Al analizar la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de las especies introducidas en el área de estudio del parque eólico (**Tabla G.1., Apéndice 5**), el "Pez mosquito" *Gambusia holbrooki*, presentó mayor abundancia, particularmente en la estación de muestreo E10 (Laguna Sin Nombre), en época de verano y otoño (**Figura 6**). Durante la época de invierno su abundancia se redujo a un 4% respecto de lo registrado en verano y otoño. La segunda especie más abundante correspondió al "Chanchito o Palometa" *Australoheros facetus,* particularmente en la estación E5 (Laguna Coyanco) en época de verano.

En términos temporales, las mayores abundancias de especies introducidas ocurrieron en época de verano (**Figura 6**).



G.h.= Gambusia holbrooki; Ca.c.= Carassius carassius; C.c.= Cyprinus carpio; A.f.= Australoheros facetus

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para especies introducidas.

En la **Tabla 5** se entregan los resultados de los datos biométricos de las especies nativas (longitud total, peso total y factor de condición) en términos de valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar por especie, estación de

muestreo y época. Estos datos revelaron que los individuos capturados correspondían a estadios juveniles y adultos.

En la **Tabla 6** se entregan los resultados de los datos biométricos de las especies introducidas (longitud total, peso total y factor de condición) en términos de valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar por especie, estación de muestreo y época. Del mismo modo que para las especies nativas, estos datos revelaron que los individuos capturados correspondían a estadios juveniles y adultos.

Los datos morfométricos de cada individuo capturado (largo total, peso total y factor de condición) son entregados en el **Apéndice 4** de este documento.

Tabla 5 Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie nativa y estación de muestreo del área del parque eólico perteneciente al área de estudio, durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019).

Época	Estación	Especies	n	Longitud total (cm)				Peso total (g)				K	
				Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Promedio	DE
Primavera 2018	E1 (Laguna Potreada)	*G.m.*	6	6,3	5,3	5,7	0,4	1,2	0,6	0,8	0,2	0,449	0,059
		Ch.g.	1			3,4				0,4		1,018	
	E5 (Laguna Coyanco)	*Ch.g.*	5	3,6	3,4	3,5	0,1	0,4	0,3	0,4	0,0	0,918	0,109
		B.a.	1			3,0				0,1		0,370	
Verano 2019	E1 (LagunaPotreada)	*Ch.g.*	13	2,9	1,7	2,2	0,4	0,4	0,1	0,1	0,1	1,311	0,416
		G.m.	1			6,4				1,0		0,381	
	E2 (Laguna Postahue)	*Ch.g.*	12	5,0	1,6	2,3	1,0	1,1	0,1	0,2	0,3	1,905	0,901
	E3 (Estero Pantanillos)	*B.b.*	8	5,9	4,5	5,0	0,5	1,8	0,9	1,2	0,3	0,928	0,069
	E4 (Estero Chivato)	*Ch.g.*	2	5,1	2,5	3,8	1,8	1,7	0,1	0,9	1,1	0,961	0,454
		B.m.	4	3,1	2,6	3,0	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,756	0,366
	E5 (Laguna Coyanco)	*Ch.g.*	2	5,5	5,0	5,3	0,4	1,9	1,2	1,6	0,5	1,051	0,129
	E7 (Laguna Los Álamos)	*Ch.g.*	8	3,7	2,0	3,1	0,5	0,5	0,1	0,2	0,1	0,592	0,422
	E8 (Estero Villuco)	*B.b.*	20	3,9	2,6	3,1	0,3	0,5	0,1	0,2	0,1	0,564	0,316
		Ch.g.	3	5,0	2,7	3,7	1,2	2,5	0,3	1,1	1,2	1,546	0,444
	E9 (Estero Cachapoal)	*B.b.*	35	4,2	1,9	3,2	0,5	2,5	0,1	0,2	0,1	0,612	0,261
		Ch.g.	22	5,2	3,6	4,7	0,4	2,2	0,6	1,4	0,4	1,309	0,604
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*Ch.g.*	2	2,6	2,5	2,6	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	1,493	0,302
Otoño 2019	E1 (Laguna Potreada)	*Ch.g.*	9	6,0	1,7	3,4	1,5	1,3	0,1	0,6	0,5	1,602	1,438
	E2 (Laguna Postahue)	*Ch.g.*	5	5,0	1,7	2,8	1,3	1,3	0,1	0,6	0,6	2,294	1,656
	E3 (Estero Pantanillos)	*B.b.*	8	5,6	4,4	5,2	0,4	1,6	0,8	1,2	0,2	0,851	0,057
	E4 (Estero Chivato)	*Ch.g.*	2	6,4	4,4	5,4	1,4	3,7	0,9	2,3	2,0	1,234	0,251
	E5 (Laguna Coyanco)	*B.a.*	3	8,0	6,6	7,3	0,7	2,8	2,0	2,5	0,4	0,655	0,095
	E7 (Laguna Los Álamos)	*Ch.g.*	13	4,5	2,5	3,6	0,5	1,0	0,3	0,6	0,2	1,309	0,293
	E9 (Estero Cachapoal)	*B.b.*	26	5,0	2,5	3,1	0,6	1,2	0,1	0,2	0,2	0,643	0,246
		Ch.g.	2	5,6	4,7	5,2	0,6	1,7	1,5	1,6	0,1	1,246	0,554
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*Ch.g.*	1			2,5				0,2		1,280	

Época	Estación	Especies	n	Longitud total (cm)				Peso total (g)				K	
				Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Promedio	DE
Invierno 2019	E1 (Laguna Potreada)	*Ch.g.*	3	2,1	2,1	2,1	0,0	0,3	0,1	0,2	0,1	1,800	1,247
		G.m.	3	6,2	5,0	5,5	0,6	1,7	0,5	1,0	0,6	0,537	0,160
	E2 (Laguna Postahue)	*Ch.g.*	6	5,0	3,3	3,9	0,6	1,6	0,2	0,8	0,5	1,328	0,753
	E3 (Estero Pantanillos)	*B.b.*	8	5,5	4,2	5,1	0,5	3,0	0,8	1,5	0,7	1,066	0,311
	E5 (Laguna Coyanco)	*Ch.g.*	3	4,5	2,4	3,2	1,1	0,9	0,2	0,5	0,4	1,267	0,245
		G.m.	4	7,0	5,5	6,1	0,7	1,4	0,8	1,1	0,3	0,502	0,080
	E6 (Laguna El Desagüe)	*Ch.g.*	3	3,6	2,5	3,1	0,6	0,6	0,2	0,4	0,2	1,134	0,259
	E8 (Estero Villuco)	*B.b.*	4	4,5	3,7	4,0	0,3	1,8	0,5	0,9	0,6	1,331	0,439
	E9 (Estero Cachapoal)	*Ch.g.*	9	5,7	3,0	4,7	0,9	2,2	0,2	1,3	0,7	1,135	0,263
		B.b.	38	4,0	2,5	3,1	0,5	0,9	0,1	0,3	0,2	0,864	0,433
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*Ch.g.*	29	4,5	2,8	3,6	0,4	1,4	0,1	0,6	0,3	1,249	0,343

(G.m.= Galaxias maculatus; Ch.g.= Cheirodon galusdae; B.a.: Basilichtlhys australis; B.b.= Brachygalaxias bullocki)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie introducida y estación de muestreo del área de emplazamiento del parque eólico durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019).

Época	Estación	Especies	n	Longitud total (cm)				Peso (g)				K	
				Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Promedio	DE
Primavera 2018	E1 (Laguna Potreada)	*C.c.*	1			2,0				0,1		1,250	
	E5 (Laguna Coyanco)	*C.c.*	3	3,4	2,7	3,1	0,4	0,5	0,1	0,3	0,2	0,864	0,501
		A.f.	2	9,4	7,3	8,4	1,5	15,5	8,1	11,8	5,2	1,974	0,153
Verano 2019	E1 (Laguna Potreada)	*C.c.*	1			1,6				0,1		2,441	
	E2 (Laguna Postahue)	*C.c.*	3	8,0	2,7	4,7	2,9	8,9	0,3	3,2	4,9	1,512	0,233
	E4 (Estero Chivato)	*Ca.c.*	2	7,5	7,1	7,3	0,3	10,5	10,1	10,3	0,3	2,655	0,235
		A.f.	1			10,5				26,5		2,289	
	E5 (Laguna Coyanco)	*A.f.*	28	8,1	2,6	4,0	1,4	11,7	0,2	1,9	2,8	1,995	0,345
	E7 (Laguna Los Álamos)	*C.c.*	1			8,0				1,0		0,195	
	E8 (Estero Villuco)	*G.h.*	3	3,0	2,5	2,8	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,489	0,138
	E9 (Estero Cachapoal)	*G.h.*	5	3,1	2,1	2,4	0,4	0,4	0,1	0,2	0,1	1,029	0,218
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*G.h.*	106	5,0	2,0	3,6	0,8	1,7	0,1	0,6	0,4	1,230	0,381
Otoño 2019	E4 (Estero Chivato)	*Ca.c.*	1			7,7				8,2		1,796	
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*G.h.*	85	5,0	2,0	3,7	1,0	1,7	0,1	0,8	0,5	1,228	0,413
Invierno 2019	E5 (Laguna Coyanco)	*A.f.*	2	4,0	3,0	3,5	0,7	1,2	0,5	0,9	0,5	1,863	0,016
	E8 (Estero Villuco)	*G.h.*	1			3,4				0,2		0,509	
	E10 (Laguna Sin Nombre)	*G.h.*	4	5,0	4,5	4,8	0,3	1,7	1,1	1,4	0,3	1,289	0,397

(A.f.= Australoheros facetus; C.c.= Cyprinus carpio; Ca.c.= Carassius carassius; G.h.= Gambusia holbrooki)

Fuente: Elaboración propia.

Durante la campaña de otoño de 2020 en la estación de muestreo E13 (Estero Villuco), la CPUE de la especie introducida *Gambusia holbrooki* (pez mosquito) fue igual a 225. Se capturó un total de 45 individuos (n), un largo total con promedio 2,7 ± 0,1 cm y un peso total promedio de 0,1± 0,1 g. En la campaña de invierno de 2020, se capturaron dos especies en la estación de muestreo E13 (Estero Villuco): 1 individuo (n) de *Gambusia holbrooki* (2,5 cm largo total y 0,1 g peso total) y 1 individuo de *Cheirodon galusdae* (5,1 cm largo total y 3,2 g peso total), equivalente a una CPUE igual a 5 para cada especie.

Cabe señalar que las estaciones E11 y E12 (Estero Chivato) se encontraron sin agua en el cauce durante la campaña de otoño de 2020 y no se capturaron especies ícticas durante la campaña de invierno de 2020.

Durante la campaña de muestreo de otoño de 2021, se registraron 3 especies nativas y 1 especie introducida, entre las 5 estaciones muestreadas (E14, E17, E18, E19 y E21). Sólo en la estación E14 (Desagüe Cachapoal) se registro la presencia de ictiofauna introducida, correspondiente a la especie *Gambusia holbrooki* (Pez mosquito), la cual registró el mayor numero de capturas (**Tabla 7**) para esa estación. Además, en esta misma estación se registraron 2 individuos de la especie nativa *percilia irwini* (Carmelita de Concepción), la cual se encuentra clasificada en la categoría de conservación "En Peligro" (DS 51 MINSEGPRES 2008, 3er Proceso RCE) y es el único registro de esta especie en toda el área de estudio. La especie mas ampliamente distribuida entre las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021 fue *Cheirodon galusdae* (Pocha), la cual estuvo presente en todas las estaciones muestreadas (**Tabla 7**). La especie *Brachygalaxias bullocki* (Puye, Peladilla) correspondea a la última especie nativa registrada en la campaña, con presencia sólo en la estación E21 (Quebrada Sin Nombre) con 2 individuos capturados.

La CPEU para la especie *Percilia irwini* presente sólo en en la estación E14 (Desagüe Cachapoal) fue de 19, para la especie *brachygalaxias bullocki* presente solo en la estación E21 (Quebrada Sin Nombre) fue de 53 y para la especie introducida *Gambusia holbrooki* presente solo en la estación E14 (Desagüe Cachapoal) fue de 134. El valor de la CPUE para la especie *Cheirodon galuedae* presente en todas las estaciones muestreadas fue de 57, 120, 132, 13.220 y 133 para las estaciones E14, E17, E18, E19 y E21, respectivamente. El elevado valor de CPUE en la estación E19 (Canal Quilales I) se debe a las altas capturas en relación al bajo esfuerzo de pesca realizado, ya que los peces se encontraban concentrados en el sifón del canal Quilales I, bajo el camino.

En la **Tabla 7** se entregan los resultados de los datos biométricos (longitud total, peso total y factor de condición) de las especies capturadas durante la campaña de otoño de 2021, en términos de valores máximos y mínimos, promedio y desviación estándar por especie y estación de muestreo.

Tabla 7. Número total de individuos capturados (n), longitud total, peso total y factor de condición (K) por especie y estación de muestreo durante la campaña de muestreo de otoño de 2021.

Estación	Especies	n	Longitud total (cm)				Peso (g)				K	
			Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Máximo	Mínimo	Promedio	DE	Promedio	DE
Desagüe Cachapoal 1(E14)	*P.i.*	2	8,9	4,0	6,5	3,46	7,3	0,8	4,0	4,61	1,1	0,13
	Ch.g.	6	4,1	4,0	4,0	0,04	0,8	0,6	0,7	0,06	1,1	0,06
	G.h.	14	4,8	1,9	2,9	0,67	1,2	0,1	0,3	0,31	0,8	0,51
Canal Quilales II (E17)	*Ch.g.*	10	4,1	2,6	3,7	0,51	0,7	0,1	0,5	0,19	0,9	0,13
Canal Quilales II (E18)	*Ch.g.*	11	4,1	2,5	3,5	0,50	0,8	0,1	0,4	0,21	0,9	0,18
Canal Quilales I (E19)	*Ch.g.*	11	4,1	2,0	3,3	0,80	0,8	0,1	0,4	0,24	1,0	0,28
Quebrada Sin Nombre (E21)	*Ch.g.*	5	6,3	3,0	4,4	1,31	2,8	0,2	1,1	1,08	0,9	0,20
	B.b.	2	3,5	3,4	3,5	0,07	0,3	0,3	0,3	0,04	0,8	0,06

(P.i.= Percilia irwini; Ch.g.= *Cheirodon galusdae;* B.b.= *Brachygalaxias bullocki;* G.h.= *Gambusia holbrooki)*

Fuente: Elaboración propia.

D.4. Macroinvertebrados bentónicos

En la **Tabla 8** se entrega la composición del ensamble de macroinvertebrados bentónicos para las distintas estaciones de muestreo durante las campañas realizadas.

En total, considerando todas las estaciones muestreadas con agua (18) y las siete campañas realizadas, se registraron 40 especies y/o grupos de macroinvertebrados (**Tabla 8**), abarcando un amplio espectro taxonómico, incluyendo anélidos, platelmintos, crustáceos, moluscos y estados larvales de insectos. La mayor cantidad de *taxa* ocurrió en la estación E1 (Laguna Potreada), con 19 *taxa*, mientras que la estación E12 (Estero Chivato) sólo registró 1 *taxon*.

Para las estaciones evaluadas durante el ciclo anual 2018-2019 (E1 a E 10), de todos los grupos taxonómicos presentes, las larvas de la familia Chironomidae fueron los más frecuentes, presente en todas las estaciones muestreadas. La familia Chironomidae, los oligoquetos del género *Tubifex* y los anfípodos del género *Hyallella,* fueron los más abundantes, alcanzando, en conjunto, el 65% de la abundancia total entre todos los *taxa*. Las abundancias totales por estación de muestreo y época muestreada se entregan en la **Tabla G.2, Apéndice 5** de este documento.

Tabla 8. Composición del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) y categorías de conservación registrados en cada estación muestreada en el área de estudio durante las campañas de muestreo (acumuladas).

Phylum	Clase (u Orden)	Familia	Especie (o grupo)	Categoría de Conservación	Estaciones de muestreo																
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
Annelida	Oligochaeta	Lumbriculidae	Lumbriculidae indet.	Sin categoría	x			x		x							x		x			
		Tubicidae	*Tubifex sp.*	Sin categoría	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
		Naididae	*Nais sp.*	Sin categoría			x	x						x		x		x	x			
	Hirudinea		*Hirudinea indet.*	Sin categoría					x	x	x	x							x	x		
Platyhelminthes	Tricalida	Planaridae	Planaridae indet.	Sin categoría	x				x													
			Dugesia sp.	Sin categoría		x			x		x	x		x			x					
Mollusca	Gastropoda	Hidrobiidae	*Littoridina* sp.	Sin categoría															x			
		Planorbidae	*Biomphalaria chilensis*	Sin categoría				x	x													
		Physidae	*Physa chilensis*	Sin categoría	x				x	x	x	x		x	x		x				x	
		Ancylidae	*Gundlachia* sp.	Sin categoría														x				
			Ancylidae indet.	Sin categoría	x			x	x	x		x										
		Sphaeriidae	Sphaeriidae indet.	Sin categoría			x			x		x	x				x					
	Bivalvia	Hyriidae	*Diplodon chilensis*	Sin categoría																		x
Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla araucaniensis*	Preocupación menor (LC), DS 52 MMA 2014 (10mo Proceso)	x													x				
		Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	Preocupación menor (LC), DS 52 MMA 2014 (10mo Proceso)			x					x			x		x	x				x
	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella* sp.	Sin categoría															x		x	x
	Ostracoda	Cyprididae	Cipridídae indet.	Sin categoría				x	x													

Phylum	Clase (u Orden)	Familia	Especie (o grupo)	Categoría de Conservación	Estaciones de muestreo																	
					E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E1 0	E1 1	E1 2	E1 3	E1 4	E1 7	E1 8	E1 9	E2 1
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella* sp.	Sin categoría	x		x	x	x	x		x	x	x			x					
Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	Dytiscidae indet.	Sin categoría	x		x															
	Odonata	Lestidae	Lestidae indet.	Sin categoría	x	x		x	x		x	x					x					
		Aeshnidae	Aeshnidae indet.	Sin categoría	x				x		x	x		x			x					
		Coenagrionidae	Coenagrionidae indet.1	Sin categoría	x				x		x											
		Gomphidae	Gomphidae Indet. 1	Sin categoría	x			x	x			x									x	x
	Diptera	Cullicidae	Cullicidae indet.	Sin categoría	x		x			x												
		Chironomidae	Chironomidae indet.	Sin categoría	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x
		Simuliidae	Simuliidae indet.	Sin categoría														X				
		Tipulidae	Tipulidae indet.	Sin categoría	x				x													
	Hemiptera	Corixidae	Corixidae indet.	Sin categoría		x		x			x	x		x								
		Belostomatidae	Belostomatidae indet.	Sin categoría								x									x	x
		Gerridae	Gerridae indet.	Sin categoría									x									
	Ephemeroptera	Beatidae	*Andesiops peruvianus*	Sin categoría	x								x									
			Batidae indet.	Sin categoría	x								x									
		Leptophlebiidae	*Massartelopsis irarrazavali*	Sin categoría																		x
			Penaphlebia chilensis	Sin categoría														x				
			Meridialaris sp.	Sin categoría	x																	
		Nesameletidae	*Metamonius anceps*	Sin categoría										x								
	Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptilidae indet.	Sin categoría				x	x													

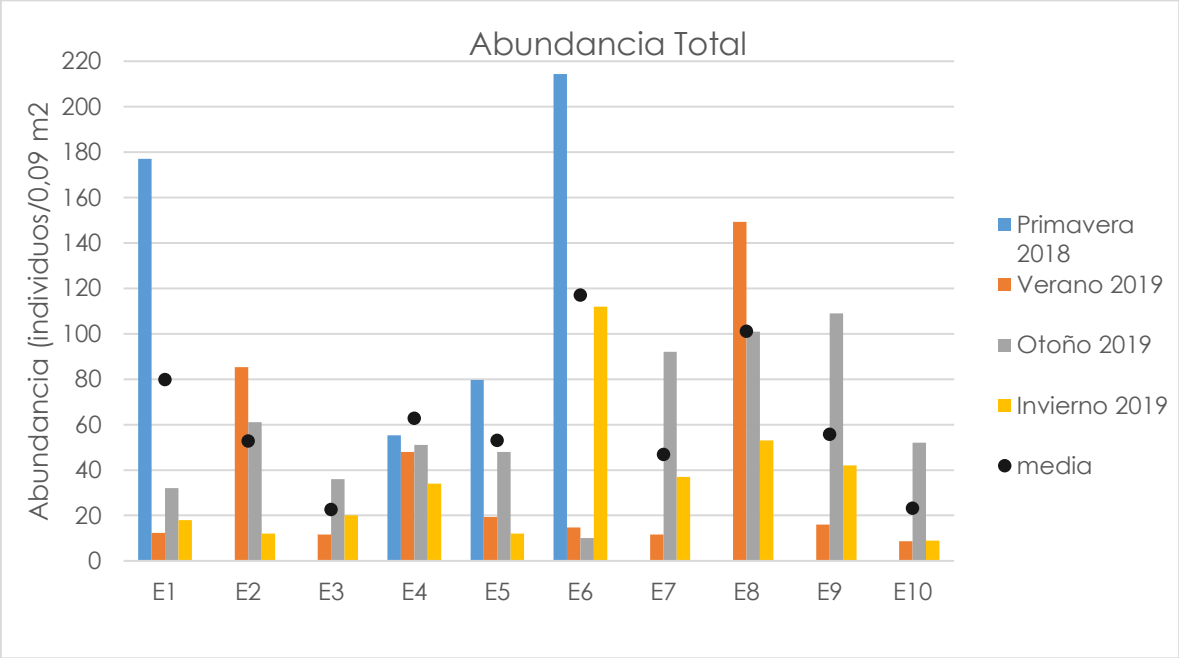
Phylum	Clase (u Orden)	Familia	Especie (o grupo)	Categoría de Conservación	Estaciones de muestreo																	
					E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
			Metricia sp.	Sin categoría													x					
		Limnophilidae	Limnophilidae indet.	Sin categoría											x							
		Hydropsychidae	*Smicridea* sp.	Sin categoría	x																	

X: indica la presencia en cada una de las estaciones; Las estaciones E15, E16, E20 y E22 no se incluyen en la tabla porque se encontraban sin agua durante la campaña en terreno y no fueron muestreadas.

E1= Laguna Potreada; E2= Laguna Postahue; E3= Estero Pantanillos; E4= Estero Chivato; E5= Laguna Coyanco; E6= Laguna El Desagüe; E7= Laguna Los Álamos; E8= Estero Villuco; E9= Estero Cachapoal; 1E10= Laguna Sin Nombre; E11 y E12= Estero Chivato; E13= Estero Villuco; E14= Desagüe Cachapoal; E17 y E18= Canal Quilales II; E19= Canal Quilales I; E21= Quebrada Sin Nombre.

Fuente: Elaboración propia.

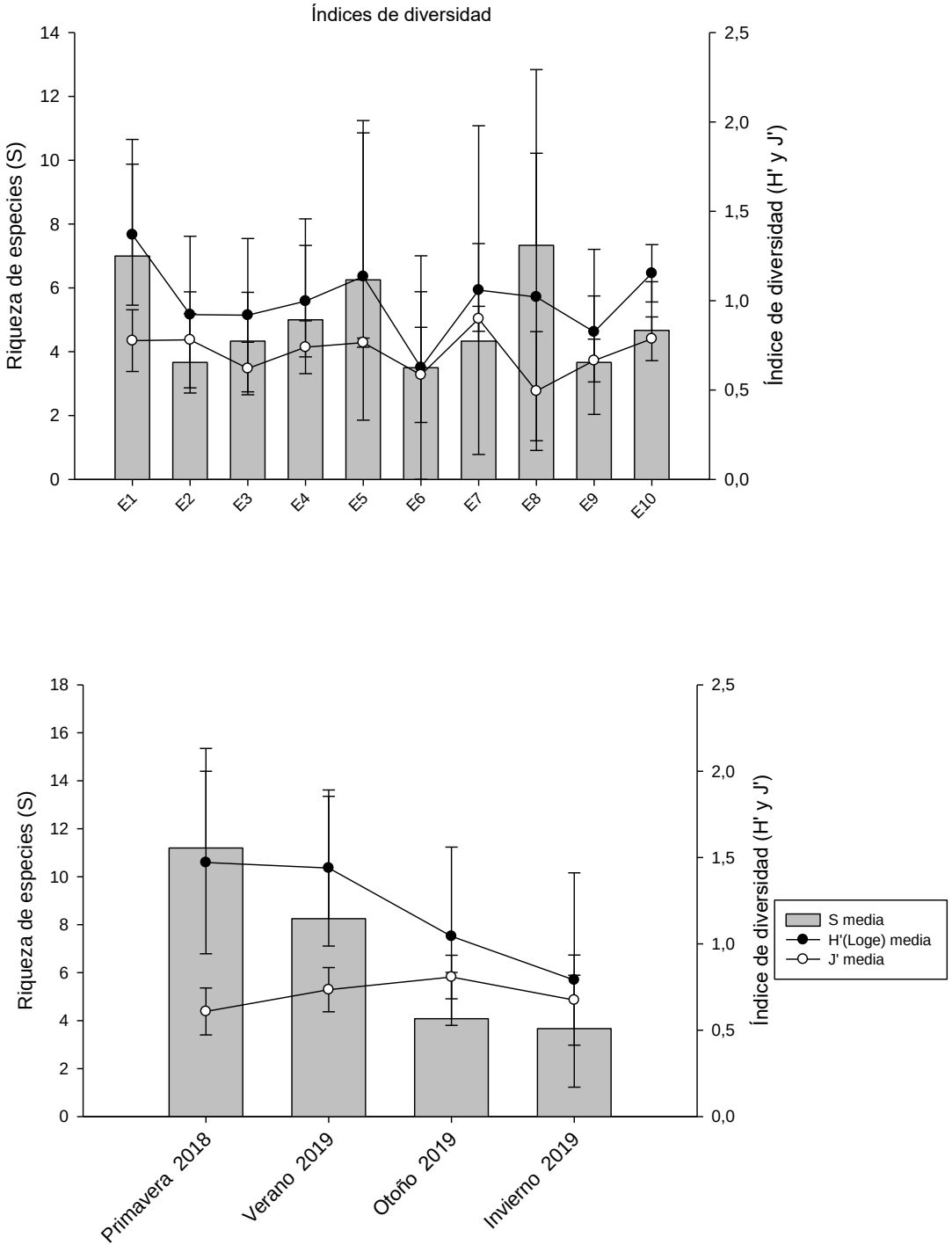
En términos espaciales, se observó que las estaciones E6 (Laguna El Desagüe) y E8 (Estero Villuco), presentaron las mayores abundancias promedio (>100 ind/0,09 m^2), mientras que las estaciones E3 (Estero Pantanillos) y E10 (Laguna Sin Nombre) registraron las abundancias promedio más bajas (<25 ind/0,09 m^2) (**Figura 7**). La máxima abundancia ocurrió en la estación E6 (Laguna El Desagüe) durante la campaña de primavera de 2018 (**Tabla G.2, Apéndice 5**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Abundancia total (ind/0,09 m^2) de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo durante las cuatro épocas (2018-2019).

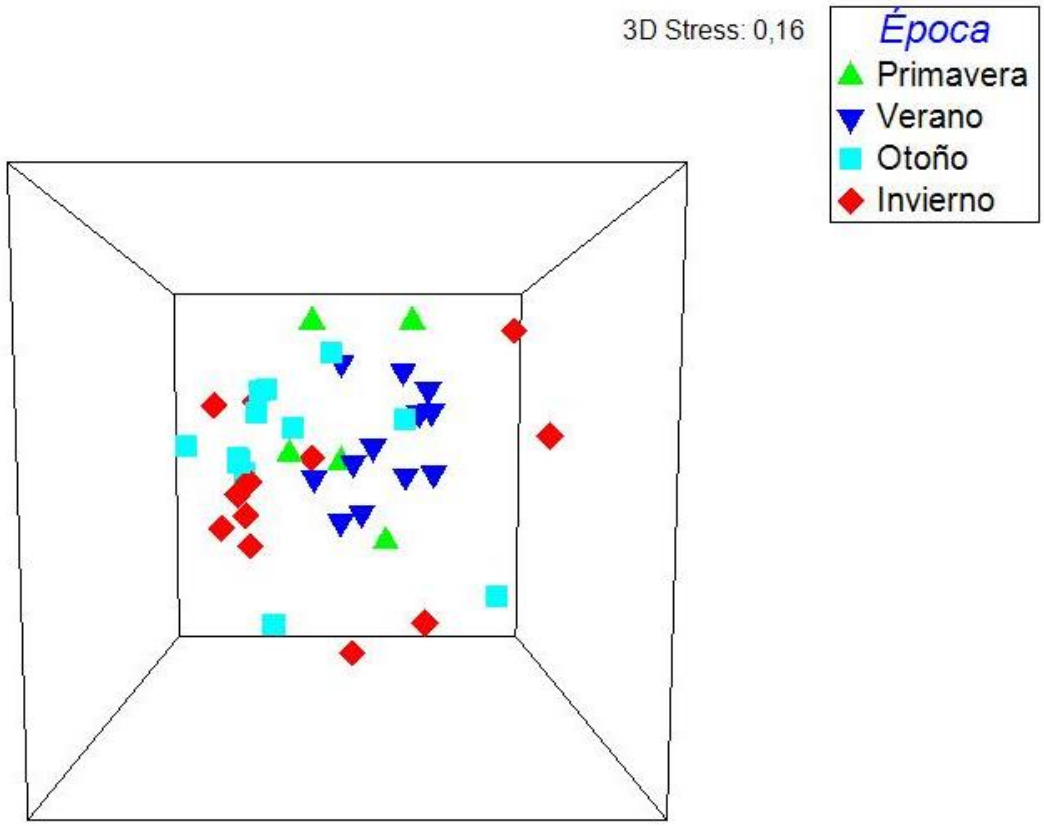
Respecto de los índices de diversidad (S, H' y J') fue posible observar que los valores más altos ocurrieron en las estaciones localizadas la E1 (Laguna Potreada), mientras que la estación E6 (Laguna El Desagüe) presentó los menores valores de diversidad entre todas las estaciones (**Figura 8**). En términos temporales, fue posible evidenciar una disminución en los valores de los índices de diversidad desde la primavera hacia el invierno (**Figura 8**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Riqueza (S), diversidad (H') y equidad (J') de macroinvertebrados bentónicos por estación de muestreo (arriba) y por época del ciclo anual 2018-2019 (abajo).

Al comparar la composición y abundancia de macroinvertebrados bentónicos entre las 4 campañas (primavera, verano, otoño e invierno), se observó una estructuración del ensamble entre las campañas (R Global= 0,183; p= 0,03%) (**Figura 9**). No obstante, los resultados de las comparaciones pareadas (pairwise test), revelaron que existieron diferencias significativas entre las épocas de primavera-verano (R= 0,454; p= 0,1%), entre las épocas de verano-otoño (R= 0,285; p= 0,01%) y verano-invierno (R= 0,248; p= 0,06%). El resto de las comparaciones pareadas no resultó significativo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de macroinvertebrados bentónicos por estación de muestreo y época muestreada del ciclo anual 2018-2019.

La estación de muestreo E13 (Estero Villuco) registró la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos (en la época de otoño), con un valor de 323 ind/0,09 m^2, correspondientes a 8 *taxa* (3 Phylum, 8 Clases, 8 familias). Destaca la presencia de *Samastacus spinifrons* especie clasificada como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA). En la **Tabla 9,** se entregan la composición y abundancia del ensamble zoobentónico para la campaña de otoño en invierno de 2020.

Tabla 9. Abundancia total (individuos/0,09 m^2) del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) registrados en las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño e invierno de 2020.

Phylum	Clase/Orden	Familia	Especie	Otoño 2020			Invierno 2020		
				E11	E12	E13	E11	E12	E13
Platyhelminthes	Tricladida	Dugesiidae	*Dugesia* sp.	-	-	17	0	0	0
Annelidae	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae Indet	-	-	0	0	0	3
	Haplotaxida	Naididae	*nais* sp.	-	-	0	0	7	0
Mollusca	Gastropoda	Physidae	*Physa* sp.	-	-	22	4	0	4
	Bivalvia	Sphaeriidae	Sphaeriidae indet	-	-	136	0	0	6
Arthropoda	Decapoda	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	-	-	1	3	0	0
	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella* sp.	-	-	82	0	0	45
	Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae Indet	-	-	4	0	0	2
		Lestidae	Lestidate Indet	-	-	0	0	0	1
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Indet	-	-	56	0	0	0
	Trichoptera	Hydroptilidae	*Metricia* sp.	-	-	5	0	0	0
		Limnophilidae	Limnophilidae Indet 1	-	-	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Los índices de diversidad para el ensamble zoobentónico para las campañas de otoño e invierno de 2020 se entregan a continuación, en la **Tabla 10.**

Tabla 10. Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos durante las campañas de otoño e invierno de 2020.

Índices de diversidad	Otoño 2020	Invierno 2020		
	E11	E11	E12	E13
Riqueza (S)	8	3	1	6
Div. Shannon (H' Log_e)	1,491	0,974	0	0,959
Equidad (J')	0,718	0,887	-	0,535

E11 y E12 sin agua durante la campaña de otoño 2020. E11 y E12= Estero Chivato; E13= Estero Villuco.

Fuente: Elaboración propia.

Durante la campaña de otoño de 2021, la estación E14 (Desagüe Cachapoal), registró la mayor abundancia de macroinvertebrados bentónicos con un valor de 110 ind/0,09 m^2, mientras que la menor abundancia se registró en la estación E18 (Canal Quilales II) con 31 ind/0,09 m^2 (**Tabla 11**). La estación E21 (Quebrada Sin Nombre) presentó los valores de índices de diversidad más altos (Riqueza de especies, Diversidad de Shannon y Equidad de Pielou), mientras que, la estación E18 (Canal Quilales II) presentó los valores más bajos para los índices de diversidad (**Tabla 12**).

Tabla 11. Abundancia total (individuos/0,09 m^2) del ensamble zoobentónico (macroinvertebrados) registrados en las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021.

Clase	Orden	Familia	Especie	Estaciones muestreadas				
				E14	E17	E18	E19	E21
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculidae Indet. 1	0	1	0	0	0
	Haplotaxida	Naididae	*Nais sp.*	12	3	0	0	0
	Arhynchobdellida	Hirudinidae	Hirudinea Indet. 1	0	4	2	0	0
Gastropoda	Mesogastropoda	Hidrobiidae	*Littoridina sp.*	0	3	0	0	0
	Basommatophora	Physidae	*Physa chilensis*	0	0	0	52	0
		Ancylidae	*Gundlachia sp.*	1	0	0	0	0
Bivalvia	Paleoheterodonta	Hyriidae	*Diplodon chilensis*	0	0	0	0	1
Crustacea	Decapoda	Aeglidae	*Aegla araucaniesis*	1	0	0	0	0
		Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	3	0	0	0	8
	Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella sp.*	0	7	0	3	5
Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomidae Indet.	64	36	29	0	17
		Simuliidae	Simuliidae Indet. 1	29	0	0	0	0
	Odonata	Gomphidae	Gomphidae Indet. 1	0	0	0	1	1
	Hemiptera	Belostomatidae	Belostomatidae Indet. 1	0	0	0	12	3

Clase	Orden	Familia	Especie	Estaciones muestreadas				
				E14	E17	E18	E19	E21
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Massartelopsis irarrazavali	0	0	0	0	4
			Penaphlebia chilensis	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Índices de diversidad de macroinvertebrados bentónicos durante la campaña de otoño de 2021.

Índices de diversidad	Estaciones de muestreo				
	E14	E17	E18	E19	E21
Riqueza (S)	7	6	2	4	7
Div. Shannon (H' Log_e)	1,09	1,12	0,24	0,71	1,57
Equidad (J')	0,61	0,63	0,35	0,51	0,81

E14= Desagüe Cachapoal; E17 y E18 = Canal Quilales II; E19= Canal Quilales I; E21= Quebrada Sin Nombre.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que, entre todas las especies de macroinvertebrados, 2 cuentan con categoría vigente en su estado de conservación: los decápodos *Aegla araucaniensis,* presentes en la estación E1 (Laguna Potreada) y en la estación E14 (Desagüe Cachapoal), y *Samastacus spinifrons*, presente en las estaciones E3 (Estero Pantanillos), E8 (Estero Villuco), E11 (Estero Chivato), E13 (Estero Villuco), E14 (Desagüe Cachapoal) y E21 (Quebrada Sin Nombre). Ambas especies categorizados como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA) (**Tabla 8**).

D.5. Fitobentos

Un total de 90 especies de microalgas fueron identificadas en el área de estudio (**Tabla 13**), correspondientes a 7 Clases: Zygnematophyceae (8 especies), Chlorophyceae (13 especies), Bacillariophyceae (60 especies) y Cyanophyceae (6 especies), Dinophyceae (1 especie), Euglenophyceae (1 especie), Trebouxiophyceae (1 especie). Cabe destacar que no se registró la presencia de células del alga invasora Didymo (*Didymosphenia geminata*) en toda el área de estudio.

Entre todas las especies identificadas, considerando todas las campañas, la especie más frecuente fue *Ulnaria ulna,* presente en las 18 estaciones con agua en su cauce (**Tabla 13**).

Los resultados de las abundancias de fitobentos para el ciclo anual 2018-2019 (E1-E10) son entregados en **Tabla G.3, Apéndice 5**, en términos de organismos por milímetro cuadrado para cada estación de muestreo y especie identificada. La **Tabla 14** entrega las abundancias registradas durante las campañas de otoño e invierno de 2020 (E11-E13), mientras que la **Tabla 16** entrega los resultados de la campaña de otoño de 2021 (E14-E22).

Las siguientes especies obtuvieron las mayores abundancias totales considerando las cuatro épocas muestreadas durante los años 2018-2019: *Melosira varians* (23% de la abundancia total), *Navicula* sp. 1 (9% de la abundancia total) y *Fragilaria* sp. 1 (7% de la abundancia total) (**Tabla G.3, Apéndice 5**).

Tabla 13. Composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en cada estación de muestreo durante las campañas (acumuladas).

Clase	Especie	Estaciones de muestreo																	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
Zygnematophyceae	*Cosmarium ovale*		x			x	x												
	Closterium moniliferum		x	x								x	x						
	Closterium parvulum			x															
	Cosmarium biretum		x																
	Mougeotia sp.	x			x														
	Spirogyra sp.	x			x	x	x						x						
	Staurastrum gracile	x		x															
	Staurastrum johnsonii	x					x				x								
Chlorophyceae	*Ankistrodesmus sp.*		x																
	Desmodesmus quadricauda																x		x
	Desmodesmus microspina	x	x			x	x												
	Oedogonium sp.	x	x		x	x	x												
	Pediastrum boryanum	x			x														
	Pediastrum tetras	x	x																
	Scenedesmus acutus		x																
	Scenedesmus ecornis	x																	
	Scenedesmus acuminatus	x																	
	Scenedesmus quadricauda	x	x		x		x	x			x								
	Scenedesmus sp.																		x
	Sphaerocystis sp.	x																	
	Stigeoclonium sp.											x							
Bacillariophyceae	*Achnnanthidium sp.*				x				x										
	Achnanthidium minutissimum				x							x							
	Amphora sp.	x				x						x							
	Amphipleura pellucida			x						x	x								x
	Asterionella formosa	x	x			x				x	x				x	x			
	Aulacoseira distans													x					

Clase	Especie	Estaciones de muestreo																	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
	Aulacoseira granulata	x		x	x	x	x			x	x				x	x	x		x
	Cavinula sp.					x													
	Cavinula coconeiformis	x																	
	Cocconeis placentula	x	x			x	x		x	x	x			x					
	Cocconeis lineata														x	x	x	x	
	Cyclotella sp.				x	x	x												
	Cyclotella meneghiniana	x	x		x		x		x	x									x
	Cymatopleura solea	x		x	x			x	x	x				x					x
	Cymbella cistula	x	x	x	x	x	x	x		x	x			x					x
	Diatoma vulgaris											x		x					
	Diploneis ovalis	x		x							x								x
	Encyonopsis sp.											x							
	Encyonema sp.				x		x												
	Encyonema silesiacum	x	x		x		x	x						x					x
	Epithemia adnata	x	x	x	x	x	x	x		x	x								x
	Epithemia sorex	x	x		x	x	x			x	x						x		
	Eunotia binularis				x		x					x	x	x					
	Eunotia sp.											x	x						x
	Fragilaria sp. 1	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x
	Fragilaria sp. 2	x		x	x	x	x			x	x								
	Fragilaria crotonensis					x					x				x				
	Frustulia vulgaris			x															
	Frustulia saxonica																		x
	Geissleria decussis										x								
	Gomphoneis minuta	x			x						x					X			
	Gomphonema acuminatum	x	x	x	x	x	x	x			x			x					x
	Gomphonema truncatum	x					x												
	Gomphonema sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x		x
	Gyrosigma sp.			x				x	x	x		x	x	x	x				

Clase	Especie	Estaciones de muestreo																	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
	Hantzschia amphyoxis											x							
	Melosira varians	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x
	Meridion circulare											x							
	Navicula sp. 1	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x
	Navicula sp. 2				x	x	x	x		x				x	x	x	x	x	x
	Navicula viridulacalcis																x		x
	Nitzschia sp. 1	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x		
	Nitzschia sp. 2				x		x										x		
	Nitzschia acicularis	x	x	x	x		x			x		x		x					
	Nitzschia dissipata									x									
	Nitzschia reversa								x	x									
	Nitzschia sigmoidea	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x				x
	Nitzschia cf. palea											x		x					
	Pinnularia sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x					X
	Pleurosigma sp.				x		x	x	x										
	Rhoicosphenia abbreviata	x			x	x			x	x				x	x	x	x		x
	Rhopalodia gibba	x				x	x	x			x								
	Stauroneis sp.			x	x								x						x
	Staurosirella pinnata								x										
	Surirella delicatissima	x			x					x									
	Surirella linearis	x										x	x	x					
	Surirella sp.														x				X
	Tabellaria floculosa													x			x		
	Ulnaria acus			x	x				x										
	Ulnaria ulna	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x
Cyanophyceae	*Merismopedia sp.*	x																	
	Anabaena sp.	x	x																
	Pseudoanabaena sp.	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x	x					
	Dolichospermum sp.															x	x	x	x
	Oscillatoria sp.														x	x			

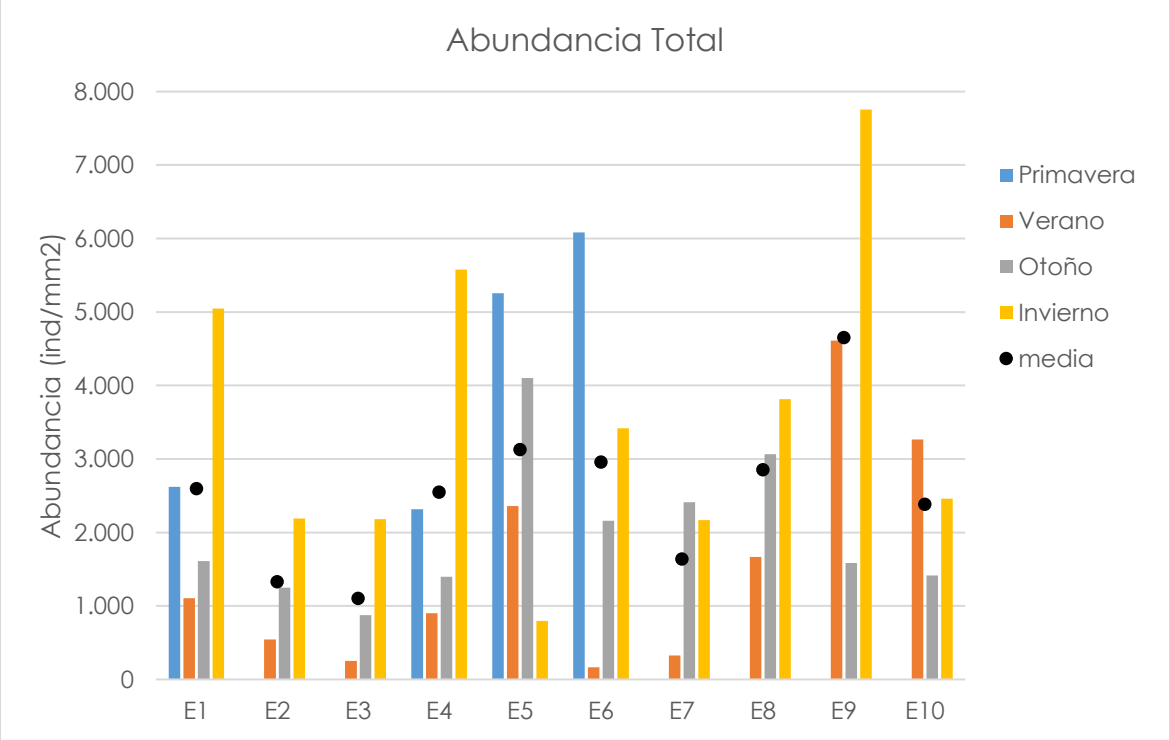
Clase	Especie	Estaciones de muestreo																	
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
	Oscillatoria sp.	x		x	x	x	x	x	x										
Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	x		x		x		x		x	x								
Euglenophyceae	*Euglena sp.*													x					
Trebouxiophyceae	*Cruigeniella sp.*		x																

X: indica la presencia en cada una de las estaciones**;** Las estaciones E15, E16, E20 y E22 no se incluyen en la tabla porque se encontraban sin agua durante la campaña en terreno y no fueron muestreadas**.**

E1= Laguna Potreada; E2= Laguna Postahue; E3= Estero Pantanillos; E4= Estero Chivato; E5= Laguna Coyanco; E6= Laguna El Desagüe; E7= Laguna Los Álamos; E8= Estero Villuco; E9= Estero Cachapoal; 1E10= Laguna Sin Nombre; E11 y E12= Estero Chivato; E13= Estero Villuco; E14= Desagüe Cachapoal; E17 y E18= Canal Quilales II; E19= Canal Quilales I; E21= Quebrada Sin Nombre.

Fuente: Elaboración propia.

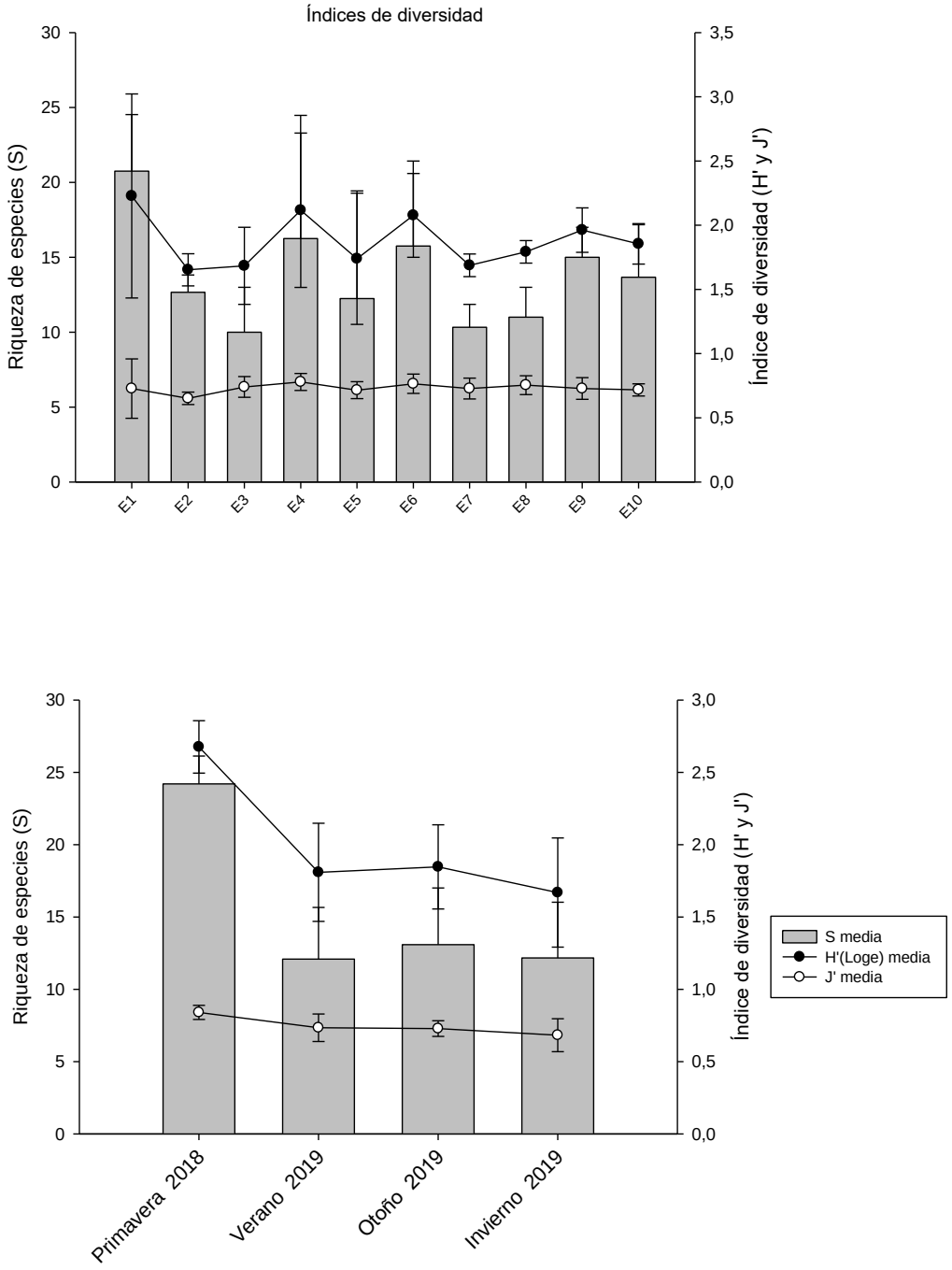
En términos espaciales, la mayor abundancia promedio (>4.000 cel/mm^2) entre las estaciones de muestreo, durante el ciclo anual 2018-2019, fue registrada en la estación E9 (Estero Cachapoal) (**Figura 10**), mientras que la estación con la menor abundancia promedio fue registrada en la estación E3 (Estero Pantanillos) (**Figura 10**). Se evidenció un aumento de la abundancia en el sentido de la corriente en el continuo Estero Pantanillos (E3)-Estero Chivato (E4)-Laguna Coyanco (E5).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Abundancia total (células/mm^2) de microalgas perifíticas (fitobentos) en las estaciones de muestreo durante las cuatro campañas de muestreo (2018-2019).

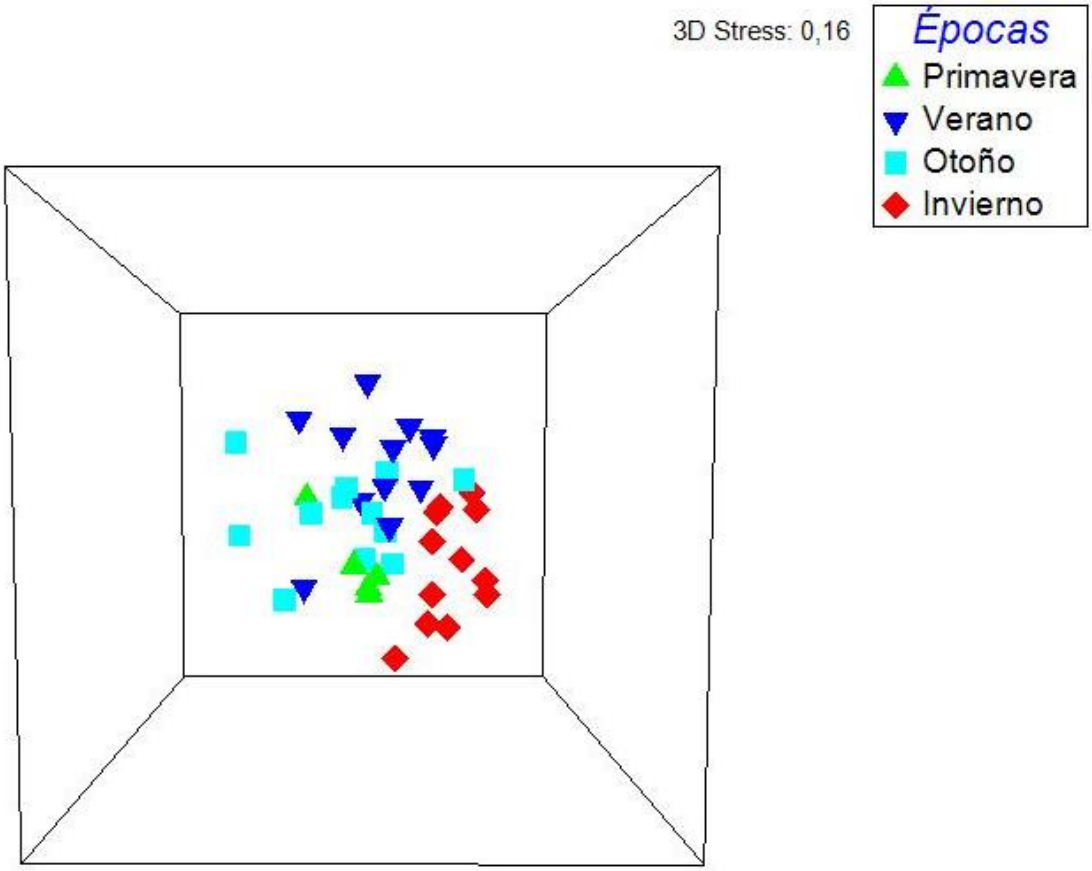
En términos de índices de diversidad (S, H' y J'), la estación E1 (Laguna Potreada) evidenció los mayores valores de diversidad (**Figura 11**), mientras que la E2 (Laguna Postahue) obtuvo los menores valores. Temporalmente, los índices de diversidad alcanzaron un valor mayor en época de primavera, mientras que en el resto de las épocas se mantuvieron homogéneos (**Figura 11**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de microalgas perifíticas (fitobentos) en el área de estudio (10 estaciones, campañas 2018-2019), por estación de muestreo (arriba) y por campaña (abajo).

Al comparar la composición y abundancia de microalgas bentónicas entre las 4 épocas muestreadas durante el ciclo anual 2018-2019 (**Figura 12**), se observó una estructuración del ensamble entre las épocas (R Global= 0,283; p= 0,01%). Los resultados de las comparaciones pareadas (pairwise test) revelaron que existieron diferencias significativas entre todos los pares de épocas (p< 5%), excepto entre primavera-verano (R= 0,101; p= 21,1%) y primavera-otoño (R= 0,156; p= 14,3%).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microalgas bentónicas por estación de muestreo (10 estaciones) y época muestreada (campañas 2018-2019).

En la estación de muestreo E13 (Estero Villuco), durante la campaña de otoño de 2020, la abundancia total de fitobentos fue de 7.229 organismos/mm^2. Cabe señalar que las estaciones de muestreo E11 y E12 (Estero Chivato) no presentaron agua en su cauce. Los resultados de la campaña de invierno de 2020 arrojaron que la abundancia total de fitobentos fue de 2.032 ind/mm^2 y 1.343 ind/mm^2 en las estaciones E11 y E12 (Estero Chivato), respectivamente, mientras que en la estación E8 (Estero Villuco) alcanzó 925 ind/mm^2.

En la **Tabla 14,** se entregan la composición y abundancia del ensamble fitobentónico.

Tabla 14. Abundancia total (organismos/mm^2) y composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en las estaciones de muestreo durante las campañas de otoño e invierno de 2020.

		Otoño 2020	Invierno 2020		
Clase	**Especie**	**E13**	**E11**	**E12**	**E13**
Bacillariophyceae	*Achnanthidium minutissimum*	0	116	0	0
	Amphora sp.	0	19	0	0
	Aulacoseira distans	169	0	0	0
	Cocconeis placentula	56	0	0	0
	Cymatopleura solea	19	0	0	0
	Cymbella cistula	38	0	0	0
	Diatoma vulgaris	00	87	0	13
	Encyonopsis sp.	00	10	0	0
	Encyonema silesiacum	113	0	0	0
	Eunotia bilunaris	38	168	16	25
	Eunotia sp.	0	377	42	0
	Fragilaria sp.	864	0	194	13
	Gomphonema acuminatum	225	0	0	0
	Gomphonema sp.	94	715	465	13
	Gyrosigma sp.	113	19	17	0
	Hantzschia amphyoxis	0	19	0	0
	Melosira varians	3.342	39	0	63
	Meridion circulare	0	48	0	0
	Navicula sp. 1	620	0	169	89
	Navicula sp. 2	225	0	0	25
	Nitzschia sp.	225	39	118	152
	Nitzschia acicularis	188	48	0	0
	Nitzschia sigmoidea	56	19	17	89
	Nitzschia cf. palea	0	87	0	152
	Pinnularia sp.	19	0	25	13
	Rhoicosphenia abbreviata	451	0	0	0
	Stauroneis sp.	0	0	34	0
	Surirella linearis	94	87	68	25
	Tabellaria floculosa	0	0	0	152
	Ulnaria ulna	244	68	68	89
Chlorophyceae	*Stigeoclonium sp.*	0	39	0	0
Cyanophyceae	*Pseudoanabaena sp.*	38	0	59	0
Euglenophyceae	*Euglena sp.*	0	0	0	13
Zygnematophyceae	*Closterium moniliferum*	0	29	34	0
	Spyrogira sp.	0	0	17	0

Clase	Especie	Otoño 2020	Invierno 2020		
		E13	E11	E12	E13
	Abundancia Total	**7.229**	**2.032**	**1.343**	**925**

Fuente: Elaboración propia.

Los índices de diversidad para el ensamble fitobentónico (perifiton) de las estaciones muestreadas durante las campañas de otoño e invierno de 2020 se entregan a continuación en la **Tabla 15.**

Tabla 15. Índices de diversidad del ensamble fitobentónico registrados en las estaciones de muestreo durante las campañas de otoño e invierno de 2020.

Índices de diversidad	Otoño 2020	Invierno 2020		
	E13	E11	E12	E13
Riqueza (S)	21	19	15	15
Diversidad de Shannon (H' Log_e)	2,047	2,234	2,147	2,338
Equidad (J')	0,672	0,759	0,793	0,863

Fuente: Elaboración propia.

Para la campaña de otoño de 2021, la mayor abundancia de fitobentos se registró en la estación E14 (Desagüe Cachapoal) con 2.833 organismos/mm^2, mientras que, la menor abundancia se registró en la estación E19 (Canal Quilales I) con 73 organismos/mm^2 (**Tabla 16**).

Tabla 16. Abundancia total (organismos/mm^2) y composición del ensamble fitobentónico (perifiton) registrado en las estaciones de muestreo durante la campaña de otoño de 2021.

Clase	Especie	Estaciones				
		E14	E17	E18	E19	E21
Bacillariophyceae	*Amphipleura* pellucida	0	0	0	0	9
	Asterionella formosa	54	6	0	0	0
	Cocconeis lineata	0	10	72	12	131
	Cimbella cistula	0	0	0	0	19
	Cymatopleura solea	0	0	0	0	9
	Diploneis ovalis	0	0	0	0	19
	Epithemia adnata	0	0	0	0	19
	Epithemia sorex	0	0	5	0	0
	Encyonema silesiacum	0	0	0	0	28
	Eunotia sp.	0	0	0	0	216
	Frustulia saxonica	0	0	0	0	9
	Gyrosigma sp.	11	0	0	0	0
	Gomphoneis minuta	0	1	0	0	0
	Gomphonema acuminatum	0	0	0	0	9
	Gomphonema sp.	451	9	51	0	103

Clase	Especie	Estaciones				
		E14	E17	E18	E19	E21
	Navicula sp. 1	418	0	8	9	75
	Navicula sp. 2	236	3	19	4	113
	Navicula sp. 3	54	0	0	0	0
	Navicula viridulacalcis	0	0	5	0	38
	Nitzschia sp. 1	150	0	35	0	0
	Nitzschia sp. 2	0	0	13	0	0
	Nitzschia sigmoidea	21	0	0	0	75
	Pinnularia sp.	0	0	0	0	28
	Rhoicosphenia abbreviata	54	1	30	0	28
	Stauroneis sp.	0	0	0	0	19
	Surirella sp.	21	0	0	0	28
	Fragilaria crotonensis	236	0	0	0	0
	Fragilaria sp. 1	0	32	115	46	423
	Tabellaria floculosa	0	0	35	0	0
	Ulnaria ulna	86	0	21	0	85
	Aulacoseira granulata	193	6	59	0	338
	Cyclotella meneghiniana	0	0	0	0	38
	Melosira varians	783	6	105	0	254
Chlorophyceae	*Scenedesmus* sp.	0	0	0	0	9
	Desmodesmus quadricauda	0	0	5	0	28
Cyanophyceae	*Dolichospermum* sp.	0	1	3	2	0
	Oscillatoria sp.	64	1	0	0	0
Abundancia total		**2.833**	**77**	**582**	**73**	**2.150**

Fuente: Elaboración propia.

Los índices de diversidad para el ensamble fitobentónico (perifiton) de las estaciones muestreadas durante la campaña de otoño de 2021 se entregan a continuación en la **Tabla 17.**

Tabla 17. Índices de diversidad del ensamble fitobentónico registrados en las estaciones de muestreo durante la campaña de otoño de 2021.

Índices de diversidad	Estaciones de muestreo				
	E14	E17	E18	E19	E21
Riqueza (S)	15	11	16	5	26
Diversidad de Shannon (H' Log_e)	2,20	1,89	2,36	1,10	2,64
Equidad (J')	0,81	0,79	0,85	0,68	0,81

Fuente: Elaboración propia.

D.6. Fitoplancton

Para las campañas del ciclo anual 2018-2019, las seis estaciones lacustres en el área de estudio, obtuvieron un total de 64 especies (**Tabla 18**), pertenecientes a 9 Clases: Chlorophyceae (9 especies), Zygnematophyceae (8 especies), Bacillariophyceae (34 especies), Chrysophyceae (2 especies), Cyanophyceae (4 especies),

Dinophyceae (2 especies), Synurophyceae (2 especies), Trebouxiophyceae (1 especie) y Euglenoidea (2 especies).

Entre las especies identificadas, considerando todas las campañas, las más abundantes correspondieron a: *Asterionella formosa* (42% de la abundancia total), *Aulacoseira granulata* (14% de la abundancia total) y *Fragilaria* sp. 1 (8% de la abundancia total). Cabe señalar que las abundancias totales de cada especie y estación de muestreo por época son entregadas en la **Tabla G.4, Apéndice 5** de este documento.

Las especies más frecuentes (**Tabla 18**), presentes en las seis estaciones de muestreo lacustres fueron: *Asterionella formosa, Aulacoseira granulata, Melosira varians, Ulnaria ulna* y *Ceratium hirundinella*.

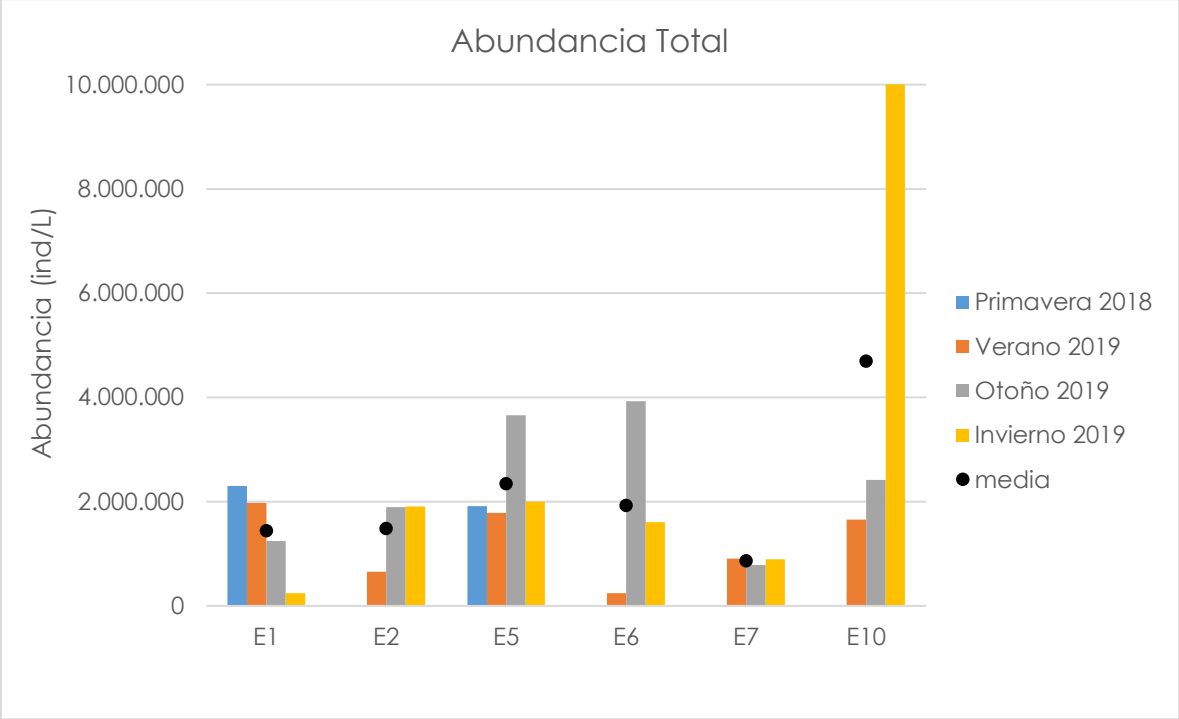
Tabla 18. Composición del ensamble fitoplanctónico (microalgas planctónicas) registrado en cada estación de muestreo durante las cuatro campañas (2018-2019).

Clase	Especies	Estaciones de muestreo					
		E1	E2	E5	E6	E7	E10
Chlorophyceae	*Ankistrodesmus falcatus*	X					
	Eudorina elegans				X	X	
	Demodesmus microspina		X		X		
	Pediastrum boryanum	X		X	X		
	Pediastrum duplex			X			
	Pediastrum tetras		X		X		
	Scenedesmus acutus		X				
	Scenedesmus quadricauda	X	X		X		
	Sphaerocystis sp.		X		X		X
Zygnematophyceae	*Mougeotia sp.*	X				X	
	Closterium moniliferum	X	X				
	Closterium parvulum		X				
	Cosmarium biretum		X			X	X
	Cosmarium connatum		X				
	Staurastrum johnsonii	X	X			X	
	Staurastrum tetracerum	X	X	X	X		X
	Spirogyra sp.	X					X
Bacillariophyceae	*Amphipleura pellucida*	X					X
	Amphora sp.	X					
	Asterionella formosa	X	X	X	X	X	X
	Aulacoseira granulata	X	X	X	X	X	X
	Aulacoseira itálica			X	X		X
	Craticula sp.				X		
	Cocconeis sp.	X			X		
	Cocconeis placentula		X	X	X		
	Cyclotella meneghiniana	X					
	Cymatopeura solea	X		X			X
	Cymbella cistula	X	X		X	X	X
	Cymbella tumida	X					
	Epithemia adnata	X	X	X	X	X	
	Epithemia sorex	X	X	X	X		X
	Fragilaria sp. 1		X	X	X	X	
	Fragilaria sp. 2			X			X
	Fragilaria capucina	X			X		
	Fragilaria crotonensis						X
	Gomphoneis minuta	X					
	Gomphonema sp.	X	X		X		
	Gomphonema truncatum	X			X		
	Melosira varians	X	X	X	X	X	X
	Navicula sp.	X		X			
	Nitzschia acicularis	X					X

Clase	Especies	Estaciones de muestreo lacustres					
		E1	E2	E5	E6	E7	E10
	Nitzschia reversa	X				X	
	Nitzschia sigmoidea	X	X		X		
	Nitzschia sp.	X					
	Pinnularia sp.	X					
	Rhopalodia gibba	X				X	
	Staurosirella sp.	X		X			
	Surirella delicatissima	X			X		
	Tabellaria floculosa						X
	Ulnaria acus	X					X
	Ulnaria ulna	X	X	X	X	X	X
Chrysophyceae	*Dinobryon divergens*	X	X		X	X	X
	Cryptomonas ovata					X	
Cyanophyceae	*Dolichospermum spiroides*		X				
	Dolichospermum planctonicum	X				X	
	Merismopedia sp.			X			
	Oscillatoria sp.		X				X
Dinophyceae	*Ceratium hirundinella*	X	X	X	X	X	X
	Peridinium sp.		X				
Synurophyceae	*Mallomonas sp.*	X	X				
	Synura sp.		X	X			
Trebouxiophyceae	*Cruigeniella sp.*		X				
Euglenoidea	*Anisonema sp.*				X		
	Euglena sp.						X

Fuente: Elaboración propia.

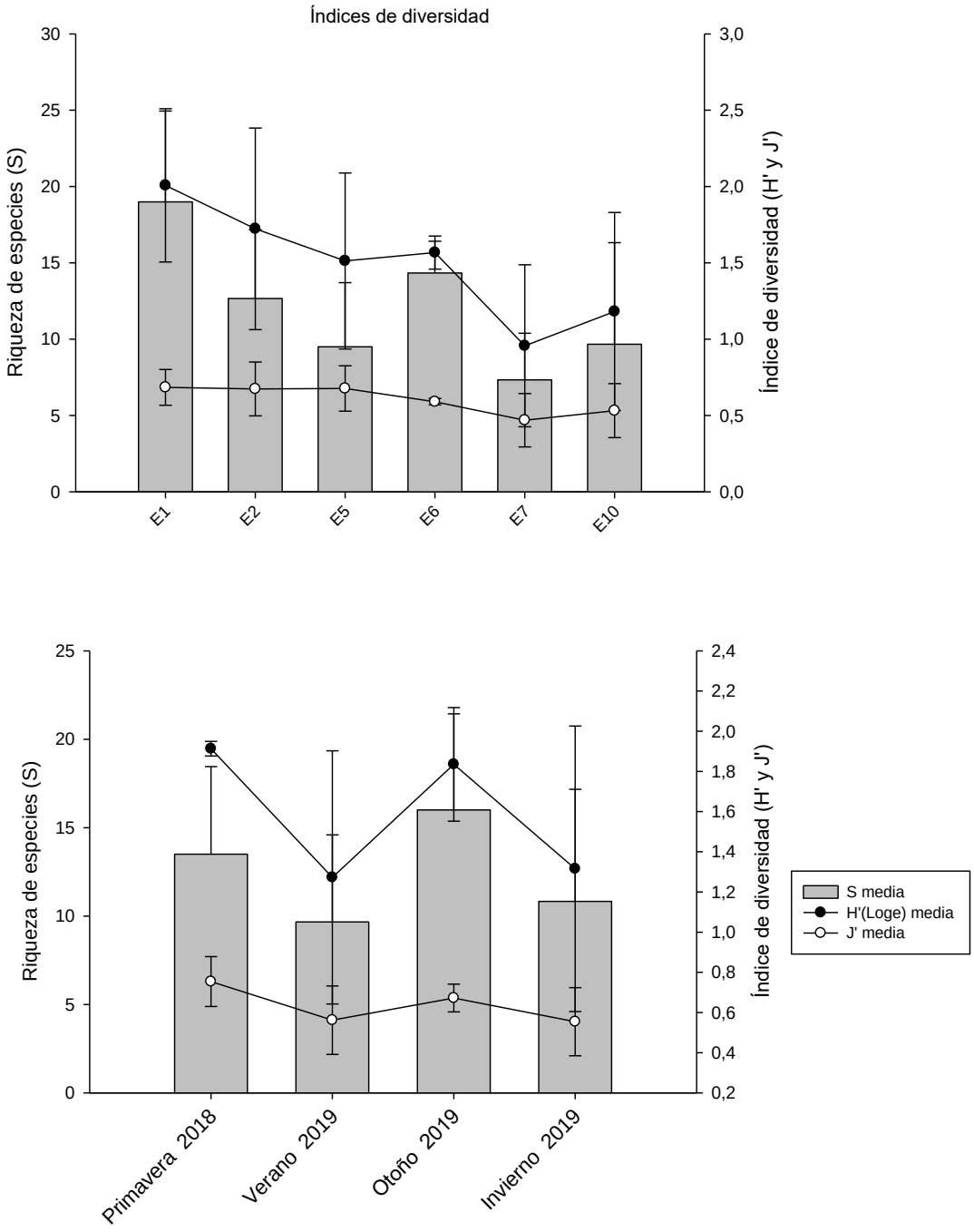
En términos espaciales, la mayor abundancia promedio (>4.000.000 cel/L) entre todas las estaciones de muestreo lacustres fue registrada en la estación E10 (Laguna Sin Nombre) (**Figura 13**), mientras que la estación con la menor abundancia promedio fue registrada en la estación E7 (Laguna Los Álamos) (**Figura 13**). Entre todas las estaciones lacustres y épocas muestreadas, destaca la abundancia registrada durante la campaña de invierno de 2019 en la estación E10 (Laguna Sin Nombre), superando las 10.000.000 de células/L en total, explicado por la alta abundancia de *Asterionella formosa* (>8.500.000 cel/L).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Abundancia total (cel/L) de microalgas planctónicas (fitoplancton) en las seis estaciones de muestreo lacustres durante las campañas de muestreo (2018-2019).

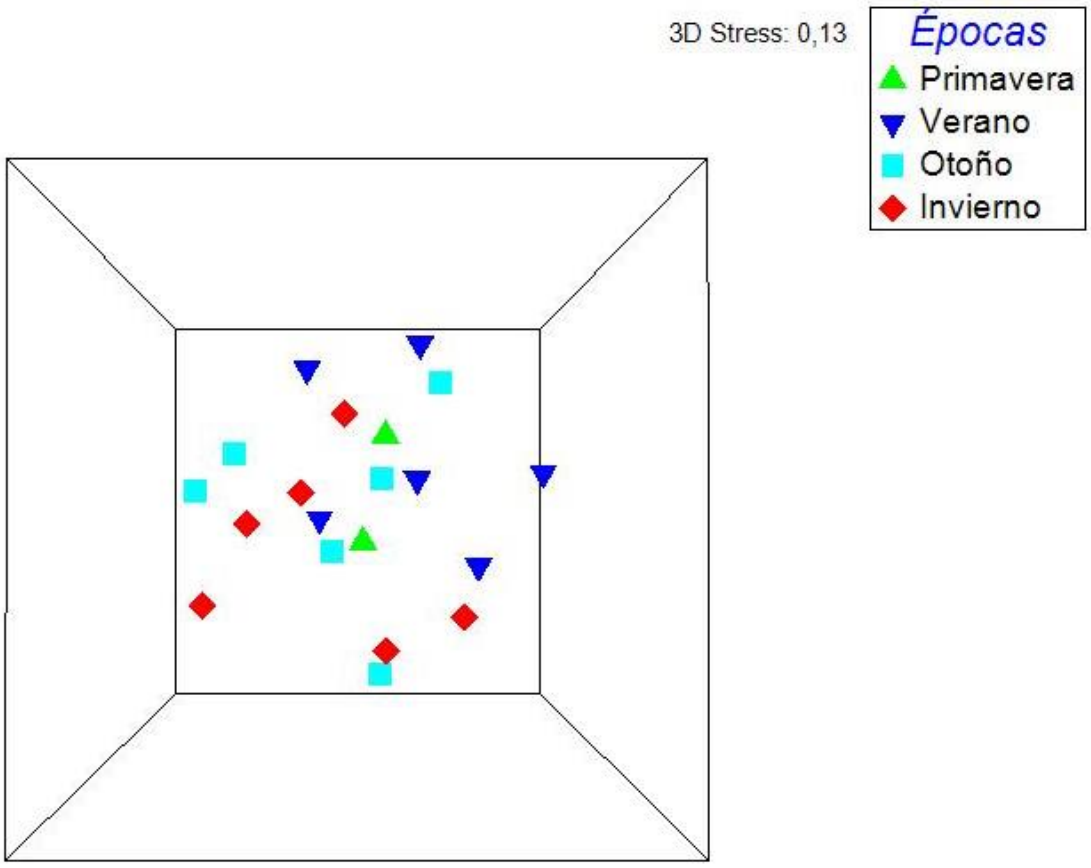
En términos de índices de diversidad (S, H' y J'), la estación E1 (Laguna Potreada) evidenció los mayores valores de diversidad (**Figura 14**), mientras que la estación E7 (Laguna Los Álamos) obtuvo los menores valores. Temporalmente, los índices de diversidad alcanzaron un valor mayor en época de otoño, mientras que en época de verano se obtuvieron los menores valores (**Figura 14**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de microalgas planctónicas (fitoplancton) en el área de estudio, por estación de muestreo lacustre (arriba) y por campaña (abajo).

Al comparar la composición y abundancia de microalgas planctónicas entre las 4 épocas muestreadas (2018-2019, **Figura 15**), se observó una estructuración del ensamble entre las épocas (R Global= 0,155; p= 3,8%). Los resultados de las comparaciones pareadas (pairwise test) revelaron que existieron diferencias significativas (p< 5%) entre épocas de verano-otoño, verano-invierno y otoño-invierno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microalgas planctónicas (fitoplancton) por estación de muestreo y época muestreada (2018-2019).

D.7. Zooplancton

Para las campañas del ciclo anual 2018-2019, respecto del ensamble zooplanctónico (**Tabla 19**) en las estaciones lacustres en el área de estudio, fue posible identificar un total de 18 especies, correspondientes a 4 Phyllum: Arthropoda (5 especies), Rotifera (9 especies), Amoebozoa (3 especies), Gastrotricha (1 especie).

Entre todas las especies identificadas, 6 de ellas fueron registradas en las seis estaciones lacustres: *Chydorus* sp., *Cyclops* sp., *Keratella cochlearis, Lepadella* spp., *Lecane* spp. *y Polyarthra remata*.

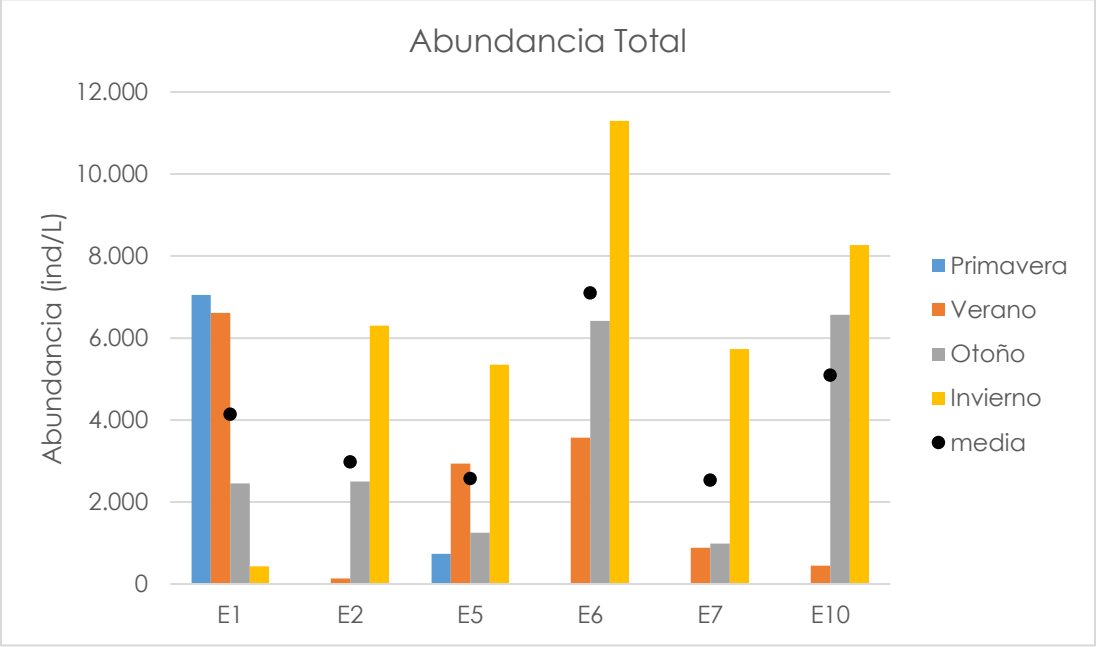
Las especies más abundantes, considerando las cuatro campañas de muestreo, fueron: *Keratella cochlearis* (42% de la abundancia total), *Cyclops* sp. (13% de la abundancia total) y *Chydorus* sp. (11% de la abundancia total). Cabe señalar que las abundancias totales de cada especie y estación de muestreo por época son entregadas en la **Tabla G.5, Apéndice 5,** de este documento.

Tabla 19. Composición del ensamble zooplanctónico registrado en cada estación de muestreo lacustre detectado durante las cuatro campañas (acumuladas) del ciclo anual (primavera 2018, verano 2019, otoño 2019 e invierno 2019).

Phylum	Clase	SubClase	Orden	Familia	Especie	E1	E2	E5	E6	E7	E10
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Anomopoda	Chydoridae	*Bosmina longirostris*	X	X	X		X	X
					Alona sp.		X	X	X		
					Chydorus sp.	X	X	X	X	X	X
			Cladocera	Daphniidae	*Daphnia* sp.	X		X			
	Maxillopoda	Copepoda	Cyclopoida	Cyclopidae	*Cyclops* sp.	X	X	X	X	X	X
Rotifera	Eurotatoria	Monogononta	Ploima	Brachionidae	*Keratella cochlearis*	X	X	X	X	X	X
					Kellicottia sp.		X	X	X		X
					Brachionus sp.		X	X	X	X	X
					Trichotria sp.				X	X	
				Lepadellidae	*Colurella* sp.	X	X	X	X	X	
					Lepadella spp.	X	X	X	X	X	X
				Lecanidae	*Lecane* spp.	X	X	X	X	X	X
				Notommatidae	*Cephalodella* sp.	X	X	X		X	X
				Synchaetidae	*Polyarthra remata*	X	X	X	X	X	X
Amoebozoa	Tubulinea		Arcellinida	Arcellidae	*Arcella dentata*	X	X	X	X	X	
				Netzeliidae	*Netzelia tuberculata*	X	X	X	X	X	
				Helioperidae	*Heliopera* sp.	X	X				
Gastrotricha			Chaetonotida	Chaetonidae	*Chaetonus* sp.	X			X		

Fuente: Elaboración propia.

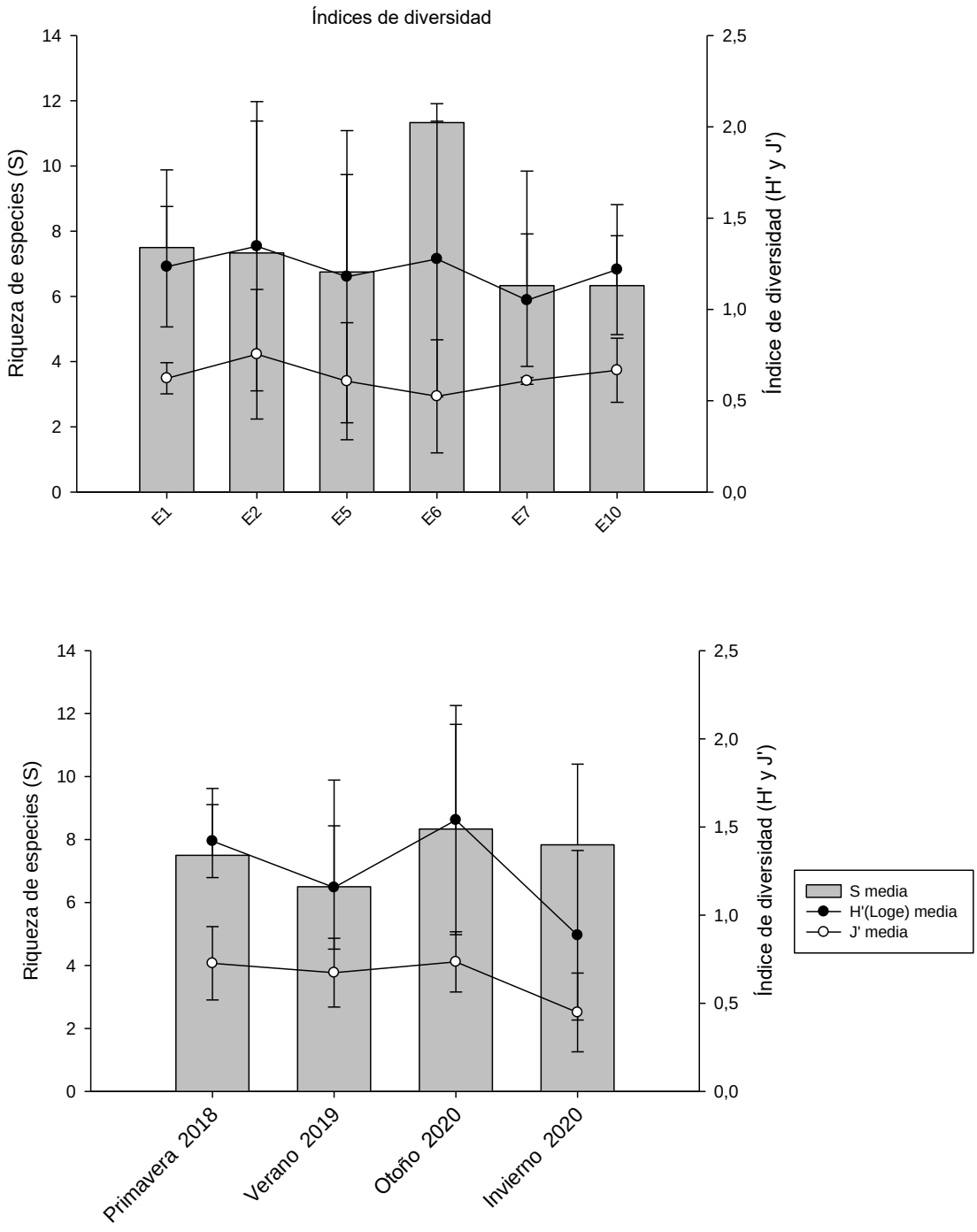
En términos espaciales, la mayor abundancia promedio (>6.000 ind/L) entre todas las estaciones de muestreo lacustre fue registrada en la E6 (Laguna El Desagüe) (**Figura 16**), mientras que la estación con la menor abundancia promedio fue registrada en la estación E7 (Laguna Los Álamos) (**Figura 16**). Entre todas las estaciones y épocas muestreadas, destaca la abundancia registrada durante la campaña de invierno de 2019 en la estación E6 (Laguna El Desagüe), superando los 11.000 ind/L en total, explicado por la alta abundancia de *Keratella cochlearis* (>10.000 ind/L).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Abundancia total (ind/L) de organismos zooplanctónicos (zooplancton) en las seis estaciones de muestreo lacustres detectado durante las campañas de muestreo.

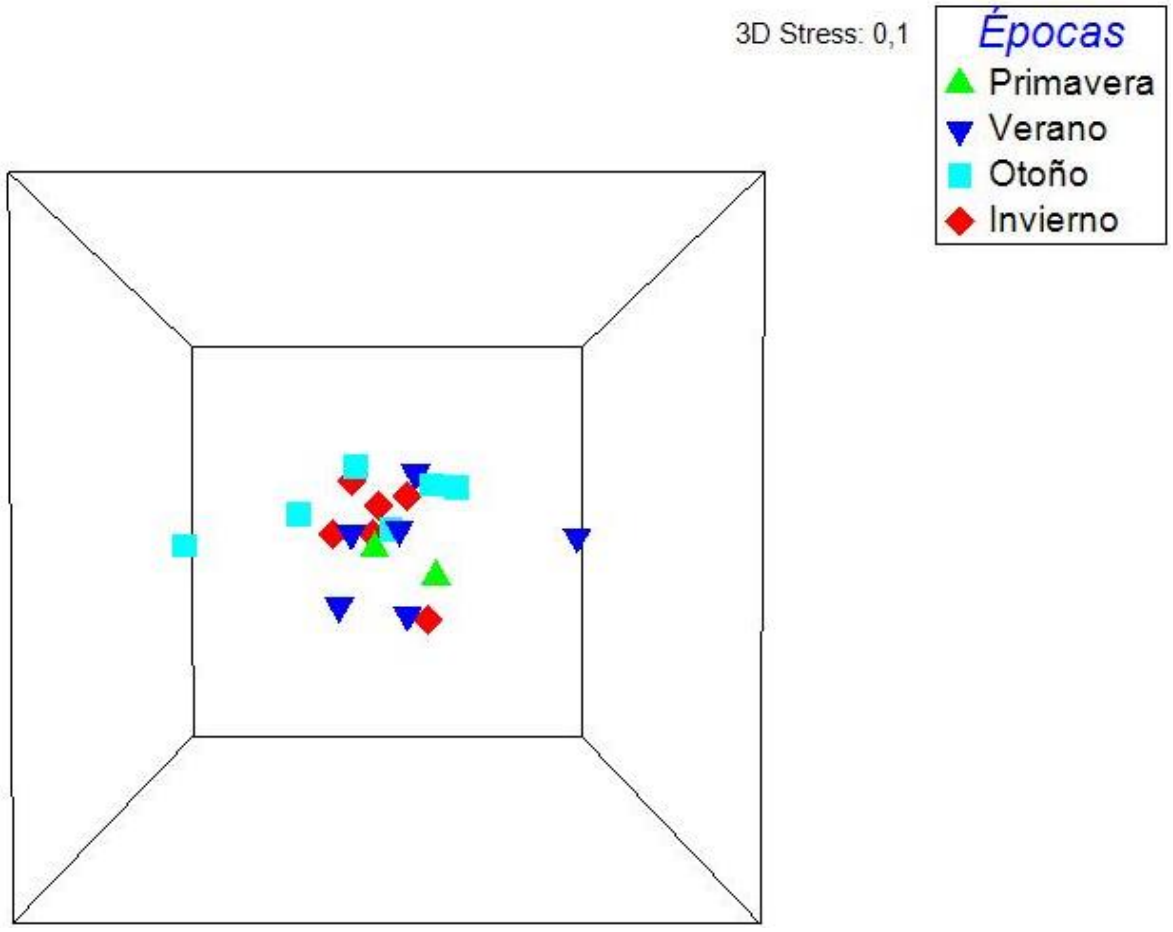
En términos de índices de diversidad (S, H' y J'), la estación E6 (Laguna El Desagüe) evidenció los mayores valores de diversidad (**Figura 17**), mientras que la estación E7 (Laguna Los Álamos) obtuvo los menores valores. Temporalmente, los índices de diversidad alcanzaron un valor mayor en época de otoño, mientras que en época de verano se obtuvieron los menores valores (**Figura 17**).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Riqueza (S, número de especies), diversidad (H', índice de Shannon) y equidad (J', índice de Pielou) de organismos zooplanctónicas (zooplancton) en el área de estudio, por estación de muestreo lacustre (arriba) y por campaña (abajo).

Al comparar la composición y abundancia de microorganismos zooplanctónicos entre las 4 épocas muestreadas (**Figura 18**), no se observó una estructuración del ensamble entre las épocas (R Global= 0,072; p= 18,7%). No obstante, los resultados de las comparaciones pareadas (pairwise test) revelaron que existió diferencias significativas (p< 5%) entre épocas de otoño-invierno.

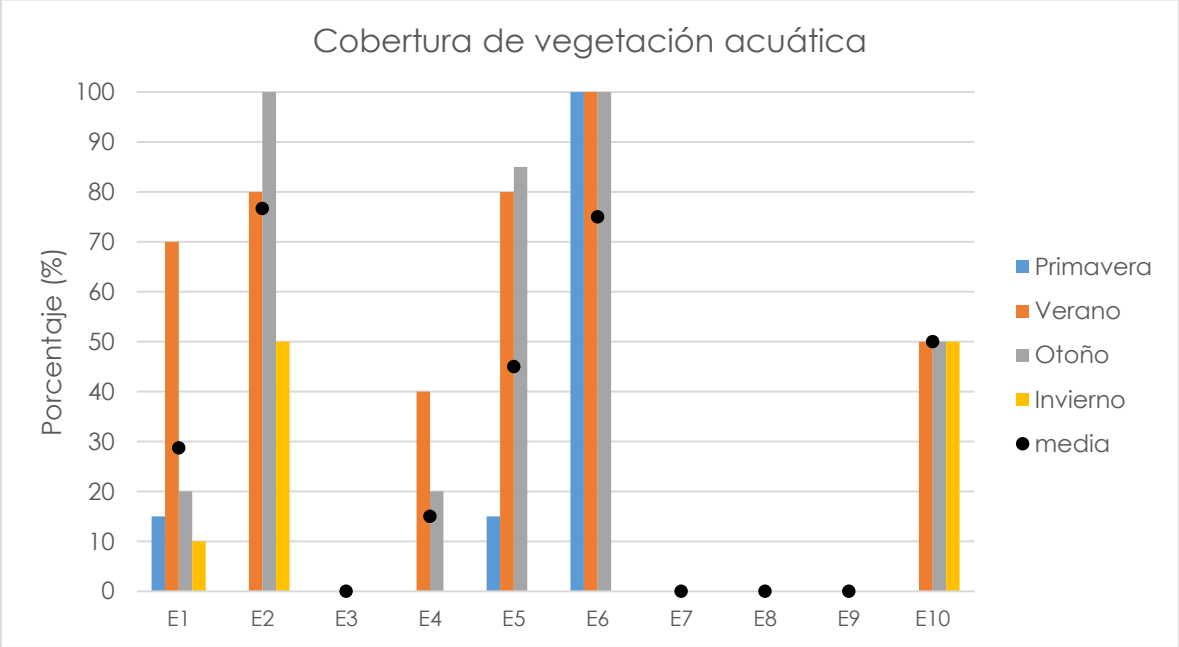


Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Ordenamiento multidimensional no paramétrico (nMDS) basado en las abundancias de microorganismos planctónicos (zooplancton) por estación de muestreo y época muestreada.

D.8. Vegetación acuática

Considerando las campañas del ciclo anual 2018-2019, se observó la presencia de plantas emergidas y sumergidas en las seis estaciones lacustres (E1, E2, E5, E6, E7 y E10) y en el Estero Chivato (E4) (**Figura 19**). Cabe señalar que la mayor superficie cubierta por vegetación acuática ocurrió en la estación Laguna Postahue en época de otoño y en Laguna El Desagüe en época de verano y otoño, alcanzando el 100% del área muestreada. Durante la época de invierno se observó la desaparición de la vegetación acuática en las estaciones E4 (Estero Chivato), E5 (Laguna Coyanco) y E6 (Laguna El Desagüe), evidenciando un claro patrón temporal.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19. Porcentaje de cobertura de vegetación acuática por estación de muestreo y época muestreada.

Se identificaron 2 *taxa* (1 especie y 1 género) de plantas acuáticas emergidas, *Juncus effusus* y *Cyperus* sp., las que se observaron establecidas en riberas con baja velocidad de corriente.

Durante la campaña de otoño de 2020, en la estación de muestreo Estero Villuco 1, se observó la presencia de plantas sumergidas de la especie *Egeria densa*, la que presentó una cobertura de un 20% de la superficie muestreada, mientras que

en la campaña de invierno de 2020, no se observó vegetación acuática en ninguna de las estaciones muestreadas.

Durante la campaña de otoño de 2021, sólo se observó presencia de vegetación acuática en la estación E21 (Quebrada Sin Nombre), con 3 especies registradas: 2 especies libre flotante; *Azolla filiculoides* (Flor del pato) y *Limnobium laevigatum* (Hierba guatona o Trébol de agua), y una especie emergente *Ludwigia peploides* (Duraznillo de agua), las cuales cubrían un 10% de la superficie muestreada en la estación.

E. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este informe entregan una visión sobre el estado de las comunidades acuáticas presentes en el área de emplazamiento del proyecto Parque Eólico Rinconada. Las conclusiones se entregan en relación a las diferentes campañas de muestreo:

> Ciclo anual 2018-2019 (E1-E10): corresponden a 4 campañas en un ciclo anual (primavera, verano, otoño e invierno) sobre 10 estaciones de muestreo (esteros y lagunas).
> Otoño e invierno 2020 (E11-E13): corresponden a 3 estaciones de muestreo sobre esteros.
> Otoño 2021 (E14-E22): corresponde a 9 estaciones de muestreo sobre 7 canales de regadío, 1 estero y 1 quebrada.

En general, fue posible constatar una degradación de la cuenca adyacente a los ecosistemas acuáticos, principalmente debido al cambio de uso de suelo (plantaciones forestales, uso agrícola y ganadero).

Las principales conclusiones del presente estudio fueron las siguientes:

Campañas ciclo anual 2018-2019 (E1 a E10)

- La ictiofauna estuvo representada por 4 especies nativas: la "Pocha" *Cheirodon galusdae,* el "Puye" *Brachygalaxias bullocki*, el "Pejerrey" *Basilichthys australis* y el "Puyen" *Galaxias maculatus.*
- Dos de las cuatro especies nativas se encuentran clasificadas como "Vulnerable". *Cheirodon galusdae,* ampliamente distribuida, presente en 9 de las 10 estaciones de muestreo, y *B. bullocki*, presente en 4 de las 10 estaciones de muestreo, asociada exclusivamente a sistemas fluviales (esteros).

- Las dos especies nativas *B. australis* (pejerrey) y *G. maculatus* (puyen), se encuentran clasificadas como "Casi Amenazada" y "Preocupación menor", respectivamente. Ambas especies fueron registradas únicamente en sistemas lacustres (lagunas).
- Fue posible constatar la presencia de 4 especies exóticas o introducidas, correspondientes a las especies *Australoheros facetus, Cyprinus carpio, Carassius carassius, Gambusia holbrooki*. Estas estuvieron presentes en 8 de las 10 estaciones de muestreo.
- Las estaciones que registraron la mayor abundancia de especies nativas fueron E9 (Estero Cachapoal) y E1(Laguna Potreada), mientras que la que registró menor abundancia fue la E6 (Laguna El Desagüe). En época de verano en particular, se registraron las mayores capturas de especies nativas. Esto se puede explicar dada la mayor densidad producto del bajo caudal.
- Entre todas las especies nativas de ictiofauna capturadas, *Ch. galusdae* y *B. bullocki* fueron las más abundantes, mientras que *B. australis* fue la menos abundante.
- De las especies introducidas de ictiofauna en el área de estudio el "Pez mosquito" *G. holbrooki* presentó mayor abundancia, particularmente en la estación E10 (Laguna Sin Nombre) en época de verano y otoño. Durante la época de invierno su abundancia se redujo a un 4% respecto de lo registrado en verano y otoño. La segunda especie más abundante correspondió al "Chanchito o Palometa" *Australoheros facetus,* particularmente en la estación E5 (Laguna Coyanco) en época de verano.
- La composición de macroinvertebrados estuvo constituida por un amplio espectro taxonómico (33 *taxa*), incluyendo anélidos, platelmintos, crustáceos, moluscos y estados larvales de insectos.
- Cabe señalar que, entre todas las especies de macroinvertebrados, 2 crustáceos decápodos cuentan con categoría vigente en su estado de conservación: *Aegla araucaniensis* y *Samastacus spinifrons*, categorizados como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA).
- Los oligoquetos del género *Tubifex* sp. y las larvas de la familia Chironomidae fueron los más frecuentes, presente en todas las estaciones de muestreo. Estos mismos *taxa*, junto con los anfípodos del género *Hyallella* fueron los más abundantes.
- Los valores más altos de los índices de diversidad para macroinvertebrados ocurrieron en la estación E1 (Laguna Potreada), mientras que la estación E6 (Laguna El Desagüe) presentó los menores valores de diversidad entre todas las estaciones. En términos temporales, fue posible evidenciar una

disminución en los valores de los índices de diversidad desde la primavera hacia el invierno.

- El ensamble fitobentónico estuvo compuesto por 82 especies y siete Clases de microalgas, siendo las microalgas de la clase Bacillariophyceae las más ampliamente representadas (56 especies).
- No se registró la presencia de la microalga invasora Didymo (*Didymosphenia geminata)* en ninguna de las estaciones muestreadas.
- Se evidenció un aumento de la abundancia de microalgas perifíticas en el sentido de la corriente en el continuo E3-E4-E5 (Estero Pantanillos-Estero Chivato-Laguna Coyanco). Esto se relaciona con la pérdida de la vegetación en galería y mayor penetración de radiación solar aguas abajo.
- Para las estaciones lacustres se registraron un total de 64 especies de microalgas planctónicas, evidenciando un Bloom algal de la especie *Asterionella formosa* en la estación E10 (Laguna Sin Nombre) durante invierno. La presencia del género *Euglena* en la misma estación (E10), es indicadora de contaminación por nutrientes y materia orgánica.
- Fueron identificadas un total de 18 especies zooplanctónicas correspondientes a 4 Phyllum: Arthropoda (5 especies), Rotifera (9 especies), Amoebozoa (3 especies), Gastrotricha (1 especie).
- La estación de muestreo E7 (Laguna Los Álamos) evidenció los menores valores de abundancia y diversidad de fitoplancton y zooplancton.
- La mayor superficie cubierta por vegetación acuática ocurrió en la estación E1 (Laguna Postahue) en época de otoño y en E6 (Laguna El Desagüe) en época de verano y otoño, alcanzando el 100% del área muestreada. Durante la época de invierno se observó la desaparición de la vegetación acuática en las estaciones E4 (Estero Chivato), E5 (Laguna Coyanco) y E6 (Laguna El Desagüe), evidenciando un claro patrón temporal.

<u>Campañas otoño e invierno 2020 (E11 a E13)</u>

- Durante la campaña de muestreo en otoño de 2020, las dos estaciones de muestreo E11 y E12, en el estero Chivato, se encontraron sin agua en su cauce, mientras que durante la época de invierno de 2020 sí registraron caudal. Por lo tanto, estos tramos corresponden a esteros con escurrimiento temporal asociados a épocas de alta pluviosidad (época invernal), típico de esteros de bajo orden localizados en la parte alta de las cuencas hidrográficas.
- Los resultados obtenidos durante la campaña de invierno de 2020 para las estaciones de muestreo E11 y E12, revelan que estos tramos del estero

Chivato no albergan ictiofauna y los macroinvertebrados presentan una baja diversidad: 3 *taxa* en E11 y 1 *taxa* en E12.

- La estación de muestreo E13 (Estero Villuco), a diferencia de las estaciones de muestreo E11y E12, presentó agua en su cauce en ambas campañas de muestreo (otoño 2020 e invierno 2020) y las conclusiones respecto de su biota acuática fueron:
    - La ictiofauna estuvo representada por la especie nativa *Cheirodon galusdae* "pocha", capturada durante la campaña de invierno de 2020, y la especie introducida *Gambusia holbrooki* "pez mosquito", capturada en ambas campañas.
    - La composición de macroinvertebrados estuvo constituida por 8 y 6 *taxa*, para las campañas de otoño e invierno, respectivamente, incluyendo platelmintos, crustáceos, moluscos y estados larvales de insectos.
    - Cabe señalar que, entre todas las especies de macroinvertebrados, *Samastacus spinifrons* cuenta con categoría vigente en su estado de conservación, categorizada como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA).
    - El ensamble fitobentónico estuvo compuesto por 21 y 15 especies, para las campañas de otoño e invierno, respectivamente, siendo las microalgas de la clase Bacillariophyceae las más ampliamente representadas.
    - No se registró la presencia de la microalga invasora Didymo *(Didymosphenia geminata)*.
    - Durante la campaña de otoño de 2020, se registró la presencia de vegetación sumergida, la que cubrió un 20% de la superficie muestreada, correspondiente a la especie *Egeria densa*. Durante la campaña de invierno, no se registró presencia de vegetación acuática.

<u>Campaña otoño 2021 (E14 a E22)</u>

- Durante la campaña de muestreo de otoño de 2021, 5 de las 9 estaciones de muestreo (E15, E16, E19, E20 y E22) se encontraban sin agua en su cauce, de las cuales cuatro correspondieron a canales de riego y una a un estero (Estero Cachapoal, E22), lo que evidencia la estacionalidad del Estero Cachapoal en ese tramo y de los canales de riego en los tramos muestreados.
- Las estaciones de muestreo sobre canales de riego (E14, E17, E18, E19), que se encontraban con agua, albergaron ictiofauna nativa, destacando el

hallazgo de la especie categorizada "En Peligro", *Percilia irwini* "Carmelita de Concepción", en la estación E14 (Desagüe Cachapoal). Ampliamente distribuida, la especie nativa *Ch. galusdae*, fue registrada en todas las estaciones sobre canales de riego con agua (E14, E17, E18 y E19). También se registraron 13 taxa de macroinvertebrados, incluyendo el decápodo *Aegla araucaniensis*, clasificado como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA) y *Samastacus spinifrons*, clasificado como "Preocupación menor" (DS 52/2014 MMA).

- La estación E22 (Quebrada Sin Nombre) registró dos especies de peces nativas, *Ch. galusdae* y *B. bullocki* y 7 *taxa* de macroinvertebrados bentónicos.
- Los resultados revelan que los canales de regadío albergan peces nativos y macroinvertebrados bentónicos, confirmando que la biota acuática usa estos ambientes como refugio y hábitat para sus ciclos de vida (Habit et al., 2005; Habit & Parra, 2001).

Se constató la presencia de un total de 5 especies nativas de peces en el área de estudio, reflejando una baja riqueza de especies respecto de las 15 especies potencialmente presentes en la zona media del río Biobío. Esto estaría relacionado con el alto grado de intervención de la cuenca, afectado principalmente por el extensivo cambio de uso de suelo en reemplazo de la vegetación nativa y otros factores antropogénicos (canalización, contaminación puntual y difusa, etc.). Los efectos sobre la ictiofauna nativa de múltiples estresores ambientales en la cuenca del río Biobío ha sido abordado en algunos estudios (Habit et al., 2006b; Habit et al., 2010; García *et al*., 2011), evidenciando una disminución en la abundancia y rango de distribución de las especies nativas. La amplia distribución en el área de estudio de la especie nativa *Ch. galusdae* estaría relacionada con su mayor tolerancia a perturbaciones ambientales (Habit *et al*., 2006b).

Del mismo modo, en este estudio fue posible evidenciar la presencia de 4 especies introducidas de peces, las que pueden habitar en ambientes degradados y aguas de baja calidad. Es importante destacar la presencia de la especie *Carassius carassius*, que hasta el momento no ha sido descrita para la cuenca del río Biobío, por lo que su hallazgo constituye una novedad y objeto de preocupación respecto de la conservación biológica.

Respecto del resto de ensambles comunitarios, su composición y riqueza de especies se encuentra en la misma dirección de lo planteado respecto de los peces. Existe una baja riqueza de especies de macroinvertebrados bentónicos en relación con lo descrito para esta zona del río Biobío, 31 especies en este estudio y

89 para el río Biobío. La ausencia de grupos taxonómicos indicadores de buena calidad del agua, tales como Plecoptera, es indicativo de hábitats degradados y categorías bajas de calidad del agua (Figueroa *et al*., 2003). En particular, respecto de la actividad forestal, existe amplia evidencia científica de los efectos que produce sobre el ecosistema acuático el reemplazo de bosque nativo. Estos efectos dicen relación con el aumento de la entrada de sólidos sedimentables y materia orgánica producto del aumento de la escorrentía superficial y los procesos de tala de las plantaciones (Cisternas *et al.*, 1999; Huber *et al*., 2010). Precisamente, y como es descrito en el **Capítulo 3.3.1. Calidad de agua y sedimentos del presente EIA**, las altas tasas de relleno, predominancia de sedimentos finos y alto grado de enfangamiento en el lecho de los cursos y cuerpos de agua estudiados, es evidencia de una alteración en la estructura del hábitat acuático. Este cambio finalmente impacta negativamente sobre las comunidades acuáticas que se encuentran adaptadas a condiciones ambientales naturales (Habit *et al*., 2003).

Por último, respecto de los sistemas lacustres, estos presentaron diferencias en su estado ecológico. La baja abundancia y diversidad de los ensambles planctónicos en la Laguna Los Álamos, podría constituir una evidencia de los efectos de la alta turbidez de sus aguas producto de la entrada directa de sedimentos desde su cuenca adyacente, altamente intervenida por la actividad forestal, mientras que la Laguna Sin Nombre evidenció una dominancia de *G. holbrooki*, especie introducida e invasora. En contraste, la Laguna Potreada alberga una población residente de *G. maculatus*, especie nativa de pez, y la mayor diversidad de macroinvertebrados bentónicos, lo que refleja una buena condición ecológica.

Los resultados obtenidos en esta línea de base permiten la descripción de las zonas potencialmente sensibles a sufrir cambios o efectos por alguna de las acciones u obras proyectadas en el área de estudio, la cual corresponde al área de influencia. La delimitación de esta área y su justificación se describe en el **Capítulo 2. Determinación y justificación del área de influencia,** del presente **EIA**.

F. BIBLIOGRAFÍA

Campos H., Ruiz V.H., Gavilán J.F. & Alay F. 1993a. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del río Biobío. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río Biobío. (Eds Faranda F.& O. Parra), pp. 249–278. Monografías Científicas EULA, Vol. 12. Universidad De Concepción, Chile.

Campo H., Gavilán J.F., Alay F. & Ruiz V.H. 1993b. Peces del Río Biobío. Serie Publicaciones de Divulgación EULA. 5, 1–100.

Campos H., Dazarola G., Dyer B. 1998. Categorías de Conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. 47, 101–122.

Cisternas, M., Martínez, P., Oyarzún, C. & Debels, P. 1999. Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile. Revista Chilena de Historia Natural. 72: 541-556.

Clarke, K.R. & Gorley, R.N. 2005. Primer-E version 6, user manual. Primer-E Ltd., Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.

CONAF (Corporación Nacional Forestal, CL). 2016. Sistema de Información Territorial de CONAF. Disponible en http://sit.conaf.cl

Dyer B. 2000. Systematic review and biogeography ofthe freshwater fishes of Chile. Estudios Oceanológicos (Chile). 19, 77–98.

Figueroa R., Valdovinos C., Araya E. & Parra, O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. Revista chilena de historia natural, 76(2), 275-285.

García A., Jorde K., Habit E., Caamaño D. & Parra O. 2011. Downstream environmental effects of dam operations: Changes in hábitat quality for native species. River Research and Applications. 27: 312-327.

Habit, E. & O. Parra. 2001. Impacto ambiental de los canales de riego sobre la fauna de peces. Ambiente y Desarrollo XVII:50-56.

Habit, E., Victoriano P. & A. Rodríguez-Ruiz. 2003. Variaciones espacio-temporales del ensamble de peces de un sistema fluvial de bajo orden del centro - sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 76: 3-14.

Habit, E., Victoriano, P. & H. Campos. 2005. Ecología trófica y aspectos reproductivos de *Trichomycterus areolatus* (Pisces, Trichomycteridae) en ambientes lóticos artificiales. Revista de Biología Tropical, 53(1-2), 195-210.

Habit, E., Dyer, B., Vila, I. 2006a. Estado de conocimiento de los peces dulceacuícolas de Chile. Gayana 70:100-112.

Habit, E., Belk, M., Tuckfield, C. & Parra, O. 2006b Response of the fish community to human-induced changes in of the Biobío River in Chile. Freshwater Biology, 51, 1–11.

Habit, E., Piedra P., Ruzzante, D., Walde, S., Belk, M., Cussac, V., Gonzalez, J., Colin, N. 2010. Changes in the distribution of native fishesin response to introduced species and other anthropogenic effects. Global Ecology and Biogeography19:697–710.

Huber, A., Iroume, A., Mohr, C. Frêne C. 2010. Efecto de plantaciones de Pinus radiata y Eucalyptus globulus sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile. Bosque (Valdivia). 31: 219-230.

Mittermeier, R. A., P. R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C. G. Mittermeier, J. Lamoreux, & G. A. B. D. Fonseca. 2004. Hotspots: Biodiversidad Amenazada.

Ruiz V.H. & Berra T. 1994. Fishes of the high Biobío river of south-central Chile with notes on diet and speculations on the origin of the ichthyofauna. Ichthyology Exploration Freshwaters. 5, 5–18.

Valdovinos & Parra, 2006. La Cuenca del Río Biobío: Historia Natural de un Ecosistema de Uso Múltiple. Publicaciones Centro EULA. 25 pp.

Vila I., M. Contreras & L. Fuentes. 1996. Reproducción de Diplomystes nahuelbutaensis Arratia (Pisces; Siluriformes). Gayana Oceanología, Concepción, Chile.

Vila I., Fuentes L. & Contreras M. 1999 Peces Liímnicos de Chile. Boletín Museo Historia Natural, Chile. 48, 61–75.

G. APÉNDICES

Apéndice 1: Permisos de pesca de investigación

DIARIO OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE CHILE
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

II SECCIÓN

DECRETOS, RESOLUCIONES, SOLICITUDES Y NORMAS DE INTERÉS PARTICULAR

Núm. 42.221 | Martes 4 de Diciembre de 2018 | Página 1 de 1

Normas Particulares

CVE 1505431

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura

AUTORIZA A NÉSTOR HUMBERTO ORTIZ ASTETE PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA

(Extracto)

Por resolución exenta Nº 3.722, de 26 de octubre de 2018, de esta Subsecretaría, autorízase a Néstor Humberto Ortiz Astete para efectuar una pesca de investigación de conformidad con el proyecto "Línea Base Limnológico del Área de Influencia del Proyecto Parque Eólico Laja, comuna de Laja, provincia del Biobío, Región del Biobío".

El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza, consiste en caracterizar la flora y fauna acuática del área de estudio (línea de base), a fin de establecer medidas que permitan evitar o mitigar posibles alteraciones en la fauna producto de cualquier actividad desarrollada en las distintas etapas del proyecto.

La pesca de investigación se efectuará en un periodo de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en cuerpos de aguas continentales en los sectores de Puente Perales y El Desagüe, comuna de Laja, provincia de Biobío, Región del Biobío, donde podrá muestrear las matrices biológicas indicadas en la resolución extractada en los términos allí señalados.

El mismo peticionario será responsable de la presente pesca de investigación.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Valparaíso, 26 de octubre de 2018.- Eduardo Riquelme Portilla, Subsecretario de Pesca y Acuicultura.

CVE 1606431 | Director: Juan Jorge Lazo Rodríguez
Sitio Web: www.diariooficial.cl | Mesa Central: +562 2486 3600 Email: consultas@diariooficial.cl
Dirección: Dr. Torres Boonen Nº511, Providencia, Santiago, Chile.

Este documento ha sido firmado electrónicamente de acuerdo con la ley Nº19.799 e incluye sellado de tiempo y firma electrónica avanzada. Para verificar la autenticidad de una representación impresa del mismo, ingrese este código en el sitio web www.diariooficial.cl

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100-V
VALPARAÍSO

DIVISION JURIDICA

AUTORIZA A NÉSTOR HUMBERTO ORTIZ ASTETE PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta Nº 3722 de esta Subsecretaría, autorízase a Néstor Humberto Ortiz Astete, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con el proyecto **"Línea Base Limnológico del Área de Influencia del Proyecto Parque Eólico Laja, comuna de Laja, provincia del Biobío, Región del Biobío"**.

El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza, consiste en caracterizar la flora y fauna acuática del área de estudio (línea de base), a fin de establecer medidas que permitan evitar o mitigar posibles alteraciones en la fauna producto de cualquier actividad desarrollada en las distintas etapas del proyecto.

La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en cuerpos de aguas continentales en los sectores de Puente Perales y el Desagüe, comuna de Laja, Provincia del Biobío, Región del Biobío, donde podrá muestrear las matrices biológicas indicadas en la resolución extractada en los términos allí señalados.

El mismo peticionario será responsable de la presente pesca de investigación.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en el sitio de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

REPÚBLICA DE CHILE
MINIST. DE ECH. F. Y TURISMO
SUBSECRETARIO DE PESCA

EDUARDO RIQUELME PORTILLA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

VALPARAÍSO, 26 OCT. 2018

MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
PINV 237-2018 LÍNEA BASE LIMNOLÓGICA, REGIÓN DEL BIOBÍO

AUTORIZA A NÉSTOR HUMBERTO ORTIZ ASTETE PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO, 26 OCT. 2018

RESOL. EXENTA Nº 3722

VISTO: Lo solicitado por Néstor Humberto Ortiz Astete, mediante C.I. SUBPESCA Nº 11.569/2018, de fecha 16 de octubre de 2018; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico Nº 237/2018, contenido en Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 237/2018, de fecha 18 de octubre de 2018; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto **"Línea Base Limnológico del Área de Influencia del Proyecto Parque Eólico Laja, comuna de Laja, provincia del Biobío, Región del Biobío"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley Nº 19.880; 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, el Decreto Exento Nº 878 de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; la Resolución Exenta Nº 332 de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

CONSIDERANDO:

Que Néstor Humberto Ortiz Astete, ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar la pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Línea Base Limnológico del Área de Influencia del Proyecto Parque Eólico Laja, comuna de Laja, provincia del Biobío, Región del Biobío".**

Que mediante Memorándum Técnico (P.INV.) Nº 235/2018, citado en Visto, la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, informa que las actividades planteadas en la solicitud califican como pesca de investigación de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2º Nº 29 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario del país.

Que la evidencia científica apunta a que los problemas de conservación de las especies ícticas de aguas continentales chilenas van en aumento. Esta situación se asocia a múltiples factores, donde el más relevante es el deterioro y fragmentación de su hábitat.

Que por lo anterior, es de especial interés para la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura contar con el mayor número de antecedentes que permitan diseñar medidas de administración que promuevan objetivos de conservación de peces nativos y asilvestrados de importancia para la pesca recreativa.

Que el uso controlado de las artes, aparejos y utensilios de pesca descritos en el presente informe permite disminuir la mortalidad no deseada y por tanto no resulta en un incremento de los riesgos de conservación de las especies señaladas.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo a 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. Nº 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

R E S U E L V O:

1.- Autorízase a Néstor Humberto Ortiz Astete, R.U.T. 14.062.074-2, con domicilio en Almirante Riveros 297, comunade Concepción, Región del Biobío, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"Línea Base Limnológico del Área de Influencia del Proyecto Parque Eólico Laja, comuna de Laja, provincia del Biobío, Región del Biobío"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que 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 caracterizar la flora y fauna acuática del área de estudio (línea de base), a fin de establecer medidas que permitan evitar o mitigar posibles alteraciones en la fauna producto de cualquier actividad desarrollada en las distintas etapas del proyecto.

3.- La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en cuerpos de aguas continentales en los sectores de Puente Perales y el Desagüe, comuna de Laja, Provincia del Biobío, Región del Biobío.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, la peticionaria podrá realizar las siguientes actividades:

a.- La captura con retención permanente de las siguientes matrices biológicas según indica:

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
Fitoplancton	Red Plancton	Red cónica de 25 cm de largo y 12,5 de diámetro, 54 µm de trama.
Zooplancton	Red Plancton	Red cónica de 25 cm de largo y 12,5 de diámetro, 54 µm de trama.
Zoobentos	Red surber	Red de mano con superficie de muestreo de área fija (0,09 m^2) en la base y con trama de malla de 500 micras.

Fitobentos	Lavado de sustrato con cepillo	Lavado de sustrato rocoso

b.- La captura con retención temporal de las siguientes especies:

Especie nativas	Nombre común
Basilichthys australis	Pejerrey chileno
Brachygalaxias bullocki	Puye
Brachygalaxias gothei	Puye
Bullockia maldonadoi	Bagrecito
Cheirodon galusdae	Pocha de los Lagos
Diplomystes nahuelbutaensis	Bagre /Tollo
Galaxias maculatus	Puye/Truchita/Coltrao
Geotria australis	Lamprea de bolsa
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce
Nematogenys inermis	Bagre grande
Odontesthes brevianalis	Cauque del norte
Odontesthes debueni	Pirihuelo
Odontesthes itatanum	Cauque de itata
Odontesthes mauleanum	Cauque /pejerrey
Odontesthes molinae	Cauque de molina
Percichthys melanops	Trucha negra o trucha criolla
Percichthys trucha	Perca trucha o trucha criolla
Percilia gillissi	Carmelita o coloradita
Percilia irwini	Carmelita de Concepción
Trichomycterus areolatus	Bagrecito
Trichomycterus chiltoni	Bagrecito
Especies introducidas	
Oncorhynchus mykiss	Trucha arcoiris

Sin perjuicio de lo anterior, las especies de *Australoheros facetum* ("chanchito"), *Gambusia* spp. ("gambusia"), *Carassius carassius* ("doradito"), *Cnesterodon decemmaculatus* ("10 manchas"), *Ameiurus nebulosus* ("pez gato"), *Jenynsia multidentata* (overito o morraja) y *Cheirodon interruptus* (pocha o morrajita) *Ctenopharyngodon idella* (carpa china) y *Cyprinus carpio* (carpa), podrán ser sacrificados en su totalidad, en consideración a su potencial invasividad y riesgo para la conservación de las especies nativas amenazadas.

Las especies nativas deberán ser devueltas una vez clasificadas a su medio en el mismo sitio de su captura, y en buenas condiciones para su sobrevivencia. Sin perjuicio de lo anterior, el consultor podrá reservar una muestra, o ejemplares de las especies ícticas que presenten signos de enfermedades o daños evidentes, para su posterior análisis patológico.

5.- Para la captura de peces se podrá utilizar un equipo de pesca eléctrica especializada para dichos fines, que no deben incluir generadores eléctricos de combustión o baterías usadas directamente al curso y cuerpo de agua. Además debe cumplir con las siguientes características y buenas prácticas:

- Interruptor en el ánodo situado en bastón de acceso rápido.
- Indicador de parámetros eléctricos básicos.
- Control de frecuencia paso a paso.
- Regulación de potencia de salida.
- Potencia máxima 400 Watt.
- Control de pulso eléctrico.
- El pescado debe ser eliminado del campo eléctrico tan pronto como sea posible.
- Donde la pesca sea posible debe llevarse a cabo utilizando los campos de corriente continua.
- Frecuencias del pulso debe mantenerse lo más bajo posible entre 30-40 Hz o inferior.
- Máximo 2 minutos de uso por evento.

6.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, la peticionaria se exceptúa del cumplimiento de las normas de administración establecidas mediante Decreto Exento Nº 878 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Para efectos de dar cumplimiento a las medidas establecidas en el programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (didymo), el peticionario deberá:

a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; en el lugar en donde se efectúen las actividades en terreno, tanto al comienzo y término de cada muestreo y en cada estación, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta Nº 332 de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e Identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata* de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras 24 horas, una vez terminadas las campañas de muestreo, a la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, en caso que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso al Servicio dentro del mismo tiempo indicado en el párrafo precedente.

8.- La peticionaria deberá informar a la oficina del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, con a lo menos dos días hábiles de anticipación, las fechas y lugares exactos en que se realizarán las jornadas de muestreo, para su control y fiscalización.

9.- La solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al Dátum WGS-84 considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, y deberá entregarse impreso por medio de una carta conductora a la cual se le deberá adjuntar un dispositivo de respaldo digital que contenga una copia del informe más la base de datos solicitada.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

10.- Desígnase al Jefe de la División de Administración Pesquera, como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

11.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

12.- El mismo solicitante será responsable de la presente pesca de investigación.

Asimismo, el Jefe de Proyecto y personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se señalan:

Nombre	RUT	Profesión	Función
Néstor Ortiz Astete	14.062.074-2	Biólogo	Jefe de Proyecto
Juan José Ortiz Sandoval	14.206.573-8	Biólogo	Asistente de Proyectos
Aliro Manosalva	16.675.184-5	Biólogo	Muestreador
Nicole Colin	14.032.271-7	Biólogo	Muestreador

13.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

14.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

15.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

16.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 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.

17.- La presente resolución deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada.

18.- 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 CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE A TEXTO ÍNTEGRO EN LOS SITIOS DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA, Y ARCHÍVESE

REPUBLICA DE CHILE

EDUARDO RIQUELME PORTILLA
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

RZR/CGS/AVT/avt

DIVISION JURIDICA

Lo que transcribo para su conocimiento.

Saluda atentamente a Ud.

JEFE DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

ROBINSON QUIERO ZARATE
Jefe Departamento Administrativo

Verificación del Documento:
- Id del Documento: 2494
- Código de verificación: 20270632066
- Verificar validez en https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar

R E P Ú B L I CA D E CHI L E
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA
CASILLA 100 – V
VALPARAÍSO

AUTORIZA A JUAN JOSÉ ORTIZ SANDOVAL PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.
(E X T R A C T O)

Por Resolución Exenta Nº E-2020-277 de fecha 13/05/2020 de esta Subsecretaría, autorízase a don Juan José Ortiz Sandoval, para efectuar una pesca de investigación de conformidad Términos Técnicos de Referencia del proyecto ***"Línea de Base de Limnológica, asociado al Proyecto Parque Eólico Rinconada, Región del Biobío"***.

El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en caracterizar la flora y fauna acuática del área de estudio, durante un ciclo anual, a fin de establecer medidas que permitan evitar o mitigar posibles alteraciones en la biota acuática producto de cualquier actividad desarrollada en las distintas etapas del proyecto "Parque Eólico Rinconada".

La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo Nº 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y se desarrollará en dos esteros, distribuidas a través del área de emplazamiento del proyecto, en la comuna de Laja, Región del Biobío, donde podrá efectuar los muestreos indicados en la resolución extractada, en los términos allí señalados.

El mismo solicitante será responsable de la presente pesca de investigación.

ROMÁN ZELAYA RÍOS
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

Verificación del Documento:
- Id del Documento: 2493
- Código de verificación: 22229281060
- Verificar validez en https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar

MINISTERIO DE ECONOMIA
FOMENTO Y TURISMO

SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

PINV E-2020-180 Línea de base

AUTORIZA A JUAN JOSÉ ORTIZ SANDOVAL PARA REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO,

R. EX. Nº **E-2020-277**

FECHA: **13/05/2020**

VISTO: Lo solicitado por don Juan José Ortiz Sandoval, mediante ingreso electrónico Subpesca E-PINV-2020-139, de fecha 10 de abril de 2020; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico N° E-2020-180, de fecha 3 de mayo de 2020; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto ***"Línea de Base de Limnológica, asociado al Proyecto Parque Eólico Rinconada, Región del Biobío"***, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; la Ley Nº 19.880; 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, el Decreto Exento N° 878 de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; y la Resolución Exenta N° 332 de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

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

Que don Juan José Ortiz Sandoval ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Línea de Base de Limnológica, asociado al Proyecto Parque Eólico Rinconada, Región del Biobío"***.

Que mediante Informe Técnico, citado en Visto, de la División de Administración Pesquera 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, por cuanto es una actividad extractiva sin fines de lucro, cuya finalidad es obtener datos e información para generar conocimiento científico, para proteger la biodiversidad y el patrimonio sanitario del país.

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo a 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. Nº 461 de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

R E S U E L V O:

1.- Autorízase a don Juan José Ortiz Sandoval, R.U.T. 14.206.573-8, con domicilio en Avenida Ricardo Lyon 1633, departamento 502, comuna de Providencia, Región Metropolitana de Santiago, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado ***"Línea de Base de Limnológica, asociado al Proyecto Parque Eólico Rinconada, Región del Biobío"***, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que 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 caracterizar la flora y fauna acuática del área de estudio, durante un ciclo anual, a fin de establecer medidas que permitan evitar o mitigar posibles alteraciones en la biota acuática producto de cualquier actividad desarrollada en las distintas etapas del proyecto "Parque Eólico Rinconada".

3.- La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el Artículo Nº 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y se desarrollará en dos esteros, distribuidos a través del área de emplazamiento del proyecto, en la comuna de Laja, Región del Biobío.

4.- En cumplimiento de los objetivos de la presente pesca de investigación, se autoriza al peticionario las siguientes actividades:

a.- El muestreo, con retención permanente, contenido en la matriz biológica según el siguiente detalle:

Matriz Biológica	Arte de Pesca, Equipos o elementos	Características
Zoobentos	Red surber	Red mano con superficie de muestreo de área fija (0,09m^2) en la base y con trama de malla de 500 micras.
Fitobentos	Raspado con un bisturí	Raspado de una superficie de 2 mm^2 del sustrato rocoso o restos leñosos.

b.- La captura, con retención temporal, de las siguientes especies:

Especie nativas	Nombre común
Brachygalaxias bullocki	Puye
Galaxias maculatus	Puye
Basilichthys australis	Pejerrey chileno
Diplomystes nahuelbutaensis	Bagre
Nematogenys inermis	Bagre grande
Bullockia maldonadoi	Bagrecito
Trichomycterus areolatus	Bagrecito
Trichomycterus chiltoni	Bagrecito
Percilia irwini	Carmelita de Concepción
Percilia gillissi	Carmelita
Odontesthes mauleanum	Cauque
Aplochiton zebra	Farionela listada
Mordacia lapicida	Lamprea de agua dulce
Basilichthys microlepidotus	Pejerrey del norte
Cheirodon killiani	Pocha
Cheirodon galusdae	Pocha de los lagos
Percichthys melanops	Trucha negra

Las especies nativas deberán ser devueltas una vez clasificadas a su medio en el mismo sitio de su captura, y en buenas condiciones para su sobrevivencia. Sin perjuicio de lo anterior, el consultor podrá reservar una muestra, o ejemplares de las especies ícticas que presenten signos de enfermedades o daños evidentes, para su posterior análisis patológico.

Las especies de Australoheros facetum ("chanchito"), Gambusia spp ("gambusia"), Carassius carassius ("doradito"), Cnesterodon decemmaculatus ("10 manchas"), Ameiurus nebulosus ("pez gato"), Jenynsia multidentata (overito o morraja) y Cheirodon interruptus (pocha o morrajita) Ctenopharyngodon idella (carpa china) y Cyprinus carpio (carpa), podrán ser sacrificados en su totalidad, en consideración a su potencial invasividad y riesgo para la conservación de las especies nativas amenazadas.

5.- Para la captura de peces se podrá utilizar un equipo de pesca eléctrica especializada para dichos fines y el uso chinguillos auxiliares.

La presente pesca de investigación deberá realizarse con equipos de pesca eléctricos especializados para investigación, los que no deberán incluir generadores eléctricos de combustión o baterías usadas directamente al curso y cuerpo de agua. Además, debe cumplir con las siguientes características y buenas prácticas:

- Interruptor en el ánodo situado en bastón de acceso rápido.
- Indicador de parámetros eléctricos básicos.
- Control de frecuencia paso a paso.
- Regulación de potencia de salida.
- Potencia máxima 400 Watt.
- Control de pulso eléctrico.
- El pescado debe ser eliminado del campo eléctrico tan pronto como sea posible.
- Donde la pesca sea posible debe llevarse a cabo utilizando los campos de corriente continua.
- Frecuencias del pulso debe mantenerse lo más bajo posible entre 30-40 Hz o inferior.
- Máximo 2 minutos de uso por evento.

6.- Para efectos de la pesca de investigación que se autoriza por la presente resolución, el peticionario se exceptúa del cumplimiento de las normas de administración establecidas mediante Decreto Exento N° 878 de 2011, del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

7.- Para efectos de dar cumplimiento a las medidas establecidas en el programa de vigilancia, detección y control establecido por el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para la plaga *Didymosphenia geminata* (Didymo), el peticionario deberá:

a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; en el lugar en donde se efectúen las actividades en terreno, tanto al comienzo y término de cada muestreo y en cada estación, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta 332 de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e Identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata* de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras 24 horas, una vez terminadas las campañas de muestreo, a la Dirección Regional del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura correspondiente, en caso que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso al Servicio dentro del mismo tiempo indicado en el párrafo precedente.

8.- El ejecutor deberá notificar al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca) con un mínimo de 7 días hábiles de anticipación, respecto de la o las fechas en que se ejecutarán las actividades autorizadas por la presente resolución de Pesca de Investigación, según las siguientes condiciones:

- La notificación deberá ser realizada mediante el envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigidas al Director Regional de Pesca y Acuicultura de la región o regiones donde se ejecutará la Pesca de Investigación. La información respecto de la dirección de envío, correos y contacto para efectos de enviar la notificación están consignadas en el sitio de dominio electrónico http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas.

- Adicionalmente, esta notificación deberá incluir el nombre del Proyecto y/o la RCA que involucra la actividad, el número de resolución de pesca de investigación, la programación de las actividades en terreno detalladas por día de trabajo incluyendo la información de las estaciones de trabajo y sus coordenadas geográficas en UTM. Así mismo, deberá señalar los nombres de los profesionales y técnicos que conforman el equipo de trabajo, así como sus datos de contacto.

- La notificación de las actividades a Sernapesca y la entrega de la información señalada es obligatoria. El Incumplimiento de estas disposiciones se sancionará de conformidad con la Ley de Pesca y Acuicultura.

9.- El solicitante deberá elaborar un informe resumido de las actividades realizadas, que contenga a lo menos información de la obtención de muestras, de los materiales y métodos ocupados. Asimismo, se deberá entregar una base de datos, en formato EXCEL, conteniendo: localización de la red o estaciones de muestreo, número de muestras, número de ejemplares capturados por especie cuando proceda o

una cuantificación de la captura y características de los individuos muestreados en el contexto de la autorización.

Además, se deberá disponer los resultados en un archivo electrónico en formato *shape* el cual deberá estar en coordenadas geográficas (grados, minutos y segundos) referida al *Dátum WGS-84* considerando como atributo la categoría antes mencionada.

Lo anterior deberá ser entregado dentro del plazo de 30 días corridos, contados desde la fecha de término del período de pesca autorizado, a través del sistema de tramitación electrónico en el ítem de resultados.

El incumplimiento de la obligación antes señalada se considerará como causal suficiente para denegar cualquier nueva solicitud de pesca de investigación.

10.- Desígnese al Jefe de la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, como funcionario encargado de velar por el oportuno y debido cumplimiento de la obligación establecida en el numeral anterior.

11.- Esta autorización es intransferible y no podrá ser objeto o instrumento de negociación o situación de privilegio alguno.

12.- El mismo solicitante será responsable de la presente pesca de investigación. Asimismo, el Jefe de Proyecto y personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se señalan, según la información indicada en el *currículum vitae* de cada uno de ellos:

Nombre	RUT	Profesión	Función
Juan Ortiz Sandoval	14.206.573-8	Biólogo	Jefe de proyecto
Néstor Ortiz Astete	14.062.074-2	Biólogo	Asistente de terreno
Aliro Manosalva Arriagada	16.675.184-5	Biólogo	Asistente de terreno

13.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. Nº 461 de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo a lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

14.- La presente resolución es sin perjuicio de las que correspondan conferir a otras autoridades, de acuerdo a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes o que se establezcan.

15.- El Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura deberá adoptar las medidas y efectuar los controles que sean necesarios para lograr un efectivo cumplimiento de las disposiciones de la presente resolución.

16.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley Nº 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de 5 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.

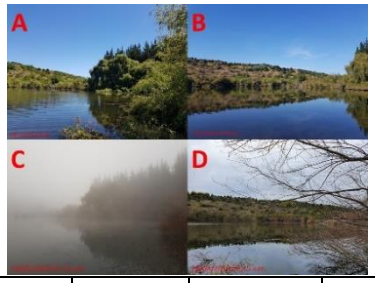
17.- La presente resolución deberá ser publicada en extracto en el Diario Oficial, por cuenta de la interesada.

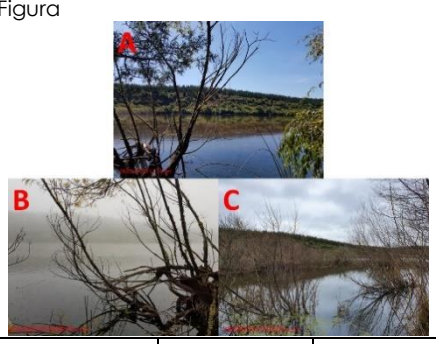
18.- Transcríbase copia de esta resolución a la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y a la División Jurídica de esta Subsecretaría.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA Y 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.

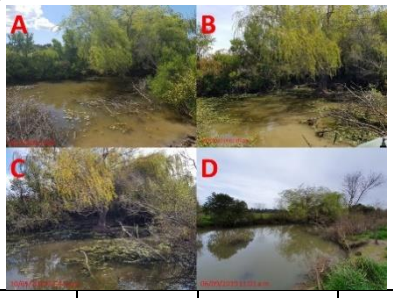
ROMÃN ZELAYA RÍOS
Subsecretario de Pesca y Acuicultura

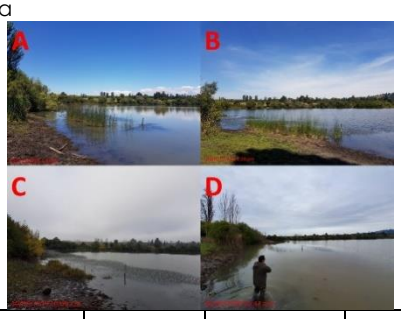
Apéndice 2: Fichas por estación de muestreo

Estación	E1 (Laguna Potreada)				
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 710.397/ N 5.866.322	Figura 			
	Elevación 65 m.s.n.m.				
		Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
Peces	Riqueza de especies (S)	3	3	1	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,736	0,485	0,000	0,693
	Equidad (J')	0,670	0,442		1,000
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)	Sí (2)	Sí (1)	Sí (2)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	11	9	3	5
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,245	1,870	0,926	1,436
	Equidad (J')	0,519	0,851	0,843	0,892
	Especies en categoría de conservación (n)	No	Si (1)	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	25	20	22	16
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,873	2,468	2,502	1,068
	Equidad (J')	0,892	0,824	0,809	0,385
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)	17	12	26	21
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,887	1,372	2,220	2,549
	Equidad (J')	0,666	0,552	0,681	0,837
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)	9	9	8	4
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,273	1,334	1,555	0,774
	Equidad (J')	0,580	0,607	0,748	0,558
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No

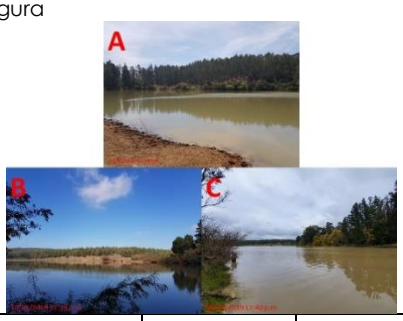
Estación	E2 (Laguna Postahue)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 710.095/ N 5.865.720	Figura 		
	Elevación 74 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	2	1	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,500	0,000	0,000
	Equidad (J')	0,722		
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	4	5	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,659	1,428	0,679
	Equidad (J')	0,475	0,887	0,980
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	12	12	14
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,512	1,750	1,696
	Equidad (J')	0,608	0,704	0,643
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)	17	13	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,241	1,948	0,979
	Equidad (J')	0,791	0,760	0,471
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)	3	11	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,082	2,237	0,720
	Equidad (J')	0,985	0,933	0,346
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E3 (Estero Pantanillos)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 714.821/ N 5.869.931	Figura 		
	Elevación 77 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	1	1	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,000	0,000	0,000
	Equidad (J')			
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6	4	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,372	0,866	0,518
	Equidad (J')	0,766	0,625	0,472
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	Sí (1)
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	10	13	7
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,919	1,787	1,345
	Equidad (J')	0,833	0,697	0,691
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E4 (Estero Chivato)				
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 714.151/ N 5.868.476	Figura 			
	Elevación 75 m.s.n.m.				
		Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
Peces	Riqueza de especies (S)	0	4	2	0
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,000	1,273	0,637	0,000
	Equidad (J')		0,918	0,918	
	Especies en categoría de conservación (n)		Sí (2)	Sí (1)	
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	9	3	2	6
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,367	0,915	0,622	1,085
	Equidad (J')	0,622	0,833	0,897	0,605
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	27	15	7	16
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,828	2,138	1,357	2,143
	Equidad (J')	0,858	0,790	0,697	0,773
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No

Estación	E5 (Laguna Coyanco)				
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 714.666/ N 5.864.240	Figura 			
	Elevación 77 m.s.n.m.				
		Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
Peces	Riqueza de especies (S)	4	4	1	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,241	0,960	0,000	1,061
	Equidad (J')	0,895	0,692		0,966
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)	Sí (1)	Sí (1)	Sí (2)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	13	13	13	13
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,890	1,890	1,890	1,890
	Equidad (J')	0,737	0,737	0,737	0,737
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	23	9	9	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,481	1,577	1,589	1,309
	Equidad (J')	0,791	0,718	0,723	0,630
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)	10	5	15	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,939	0,812	2,028	1,271
	Equidad (J')	0,842	0,505	0,749	0,611
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)	6	4	11	6
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,566	0,576	2,120	0,457
	Equidad (J')	0,874	0,416	0,884	0,255
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No

Estación	E6 (Laguna El Desagüe)				
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 715.053/ N 5.862.790	Figura 			
	Elevación 69 m.s.n.m.				
		Primavera (A)	Verano (B)	Otoño (C)	Invierno (D)
Peces	Riqueza de especies (S)	0	0	0	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,000	0,000	0,000	0,000
	Equidad (J')				
	Especies en categoría de conservación (n)				Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6	5	1	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,766	1,436	0,000	0,301
	Equidad (J')	0,428	0,892		0,434
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	24	11	14	14
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,500	1,955	2,126	1,725
	Equidad (J')	0,787	0,815	0,806	0,654
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)		12	15	16
	Diversidad de Shannon (H' loge)		1,449	1,662	1,591
	Equidad (J')		0,583	0,614	0,574
	Especies en categoría de conservación (n)		No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)		12	11	11
	Diversidad de Shannon (H' loge)		1,617	1,800	0,411
	Equidad (J')		0,651	0,751	0,171
	Especies en categoría de conservación (n)		No	No	No

Estación	E7 (Laguna Los Álamos)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 718.497/ N 5.867.569	Figura 		
	Elevación 68 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	2	1	0
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,349	0,000	0,000
	Equidad (J')	0,503		
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)	
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	7	5	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,652	1,525	0,000
	Equidad (J')	0,849	0,948	
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	9	10	12
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,787	1,655	1,620
	Equidad (J')	0,813	0,719	0,652
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)	4	10	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,388	1,439	1,042
	Equidad (J')	0,280	0,625	0,501
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)	6	3	10
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,053	0,687	1,413
	Equidad (J')	0,588	0,625	0,613
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E8 (Estero Villuco)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 722.094/ N 5.864.166	Figura 		
	Elevación 108 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	3	0	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,700	0,000	0,500
	Equidad (J')	0,637		0,722
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)		Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	13	7	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,429	1,539	0,094
	Equidad (J')	0,557	0,791	0,135
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	11	13	9
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,890	1,720	1,768
	Equidad (J')	0,788	0,671	0,805
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E9 (Estero Cachapoal)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 721.356/ N 5.871.279	Figura 		
	Elevación 108 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	3	2	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,893	0,257	0,639
	Equidad (J')	0,813	0,371	0,582
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)	Sí (2)	Sí (2)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6	2	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,289	0,365	0,822
	Equidad (J')	0,719	0,527	0,748
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	13	17	15
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,960	1,790	2,136
	Equidad (J')	0,764	0,632	0,789
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E10 (Laguna Sin Nombre)			
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 724.375/ N 5.869.928	Figura 		
	Elevación 97 m.s.n.m.			
		Verano (A)	Otoño (B)	Invierno (C)
Peces	Riqueza de especies (S)	2	2	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,053	0,063	0,369
	Equidad (J')	0,076	0,091	0,533
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6	3	5
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,172	0,984	1,303
	Equidad (J')	0,654	0,896	0,810
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	17	14	10
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,883	1,996	1,685
	Equidad (J')	0,665	0,756	0,732
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Fitoplancton	Riqueza de especies (S)	8	17	4
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,373	1,713	0,458
	Equidad (J')	0,660	0,604	0,330
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No
Zooplancton	Riqueza de especies (S)	5	6	8
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,277	0,837	1,541
	Equidad (J')	0,794	0,467	0,741
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No	No

Estación	E11 (Estero Chivato)		
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 719.066/ N 5.870.056	Figura 	
	Elevación 105 m.s.n.m.		
		Otoño (A)	Invierno (B)
Peces	Riqueza de especies (S)	-	0
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	0
	Equidad (J')	-	
	Especies en categoría de conservación (n)	-	
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	0,974
	Equidad (J')	-	0,887
	Especies en categoría de conservación (n)	-	Si (1)
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-	19
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	2,234
	Equidad (J')	-	0,759
	Especies en categoría de conservación (n)	-	No

Estación	E12 (Estero Chivato)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 717.466/ N 5.870.390	Figura 	
	Elevación 94 m.s.n.m.		
		Otoño (A)	Invierno (B)
Peces	Riqueza de especies (S)	-	0
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	0
	Equidad (J')	-	
	Especies en categoría de conservación (n)	-	
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	0
	Equidad (J')	-	
	Especies en categoría de conservación (n)	-	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-	15
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-	2,147
	Equidad (J')	-	0,793
	Especies en categoría de conservación (n)	-	No

Estación	E13 (Estero Villuco)		
Ubicación	Coordenadas UTM E 722.070/ N 5.864.974	Figura 	
	Elevación 118 m.s.n.m.		
		Otoño (A)	Invierno (B)
Peces	Riqueza de especies (S)	1	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,000	0,693
	Equidad (J')		1
	Especies en categoría de conservación (n)	No	Si (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	7	6
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,474	0,959
	Equidad (J')	0,758	0,535
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)	Sí (1)
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	21	15
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,047	2,338
	Equidad (J')	0,672	0,863
	Especies en categoría de conservación (n)	No	No

Estación	E14 (Desagüe Cachapoal)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 722.507/ N 5.870.848	Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	3
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,860
	Equidad (J')	783
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,092
	Equidad (J')	0,609
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	15
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,196
	Equidad (J')	0,811
	Especies en categoría de conservación (n)	No

Estación	E15 (Desagüe Cachapoal)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 721.843/ N 5.870.884	Figura 
	Elevación 111 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-

Estación	E16 (Desagüe Cachapoal)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 721.485/ N 5.871.222	Figura 
	Elevación 113 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-

Estación	E17 (Canal Quilales II)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 724.006/ N 5.871.183	Figura 
	Elevación 128 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0
	Equidad (J')	0
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	6
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,123
	Equidad (J')	0,627
	Especies en categoría de conservación (n)	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	11
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,887
	Equidad (J')	0,787
	Especies en categoría de conservación (n)	No

Estación	E18 (Canal Quilales II)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 723.494/ N 5.871.450	Figura 
	Elevación 125 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0
	Equidad (J')	0
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,239
	Equidad (J')	0,345
	Especies en categoría de conservación (n)	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	16
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,355
	Equidad (J')	0,849
	Especies en categoría de conservación (n)	No

Estación	E19 (Canal Quilales I)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 722.911/ N 5.870.998	Figura 
	Elevación 119 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	1
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0
	Equidad (J')	0
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	4
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,711
	Equidad (J')	0,513
	Especies en categoría de conservación (n)	No
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	5
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,102
	Equidad (J')	0,685
	Especies en categoría de conservación (n)	No

Estación	E20 (Canal Quilales I)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 723.187/ N 5.871.676	Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-

Estación	E21 (Quebrada Sin Nombre)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 723.187/ N 5.863.202	Figura 
	Elevación 114 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	2
	Diversidad de Shannon (H' loge)	0,589
	Equidad (J')	0,863
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (2)
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	7
	Diversidad de Shannon (H' loge)	1,569
	Equidad (J')	0,806
	Especies en categoría de conservación (n)	Sí (1)
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	26
	Diversidad de Shannon (H' loge)	2,636
	Equidad (J')	0,809
	Especies en categoría de conservación (n)	No

Estación	E22 (Estero Cachapoal)	
Ubicación	Coordenadas UTM/18H E 721.862/ N 5.870.062	Figura 
	Elevación 110 m.s.n.m.	
		Otoño
Peces	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Macroinvertebrados bentónicos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-
Fitobentos	Riqueza de especies (S)	-
	Diversidad de Shannon (H' loge)	-
	Equidad (J')	-
	Especies en categoría de conservación (n)	-

Apéndice 3: Registro fotográfico de especies capturadas



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.1. Individuos de la especie *Samastacus spinifrons* capturados en la red Surber durante la campaña de primavera de 2018.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.2. Individuo de la especie *Brachygalaxias bullocki* capturado durante la campaña de primavera de 2018.



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.3. Ejemplares juveniles de *Basilichthys australis* en la estación de muestreo "Laguna Coyanco" (E5).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.4. Ejemplar de *Cheirodon galusdae* en la estación de muestreo "Laguna Potreada" (E1).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.5. Ejemplar de *Galaxias maculatus* capturado en la estación de muestreo "Laguna Potreada" (E1).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.6. Ejemplar de *Australoheros facetus* en la estación de muestreo "Laguna Coyanco" (E5).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.7. Ejemplar de *Gambusia holbrooki* en la estación de muestreo "Laguna Sin Nombre" (E10).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.8. Ejemplar de *Carassius carassius* en la estación de muestreo "Estero Chivato 3" (E4).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.9. Ejemplar de *Perlicia irwini* en la estación de muestreo "Desagüe Cachapoal 1" (E14).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.10. Ejemplar de *Aegla araucanensis* en la estación de muestreo "Desagüe Cachapoal 1" (E14).



Fuente: Set fotográfico del autor.

Foto G.11. Ejemplar de *Diplodon chilensis* en la estación de muestreo "Quebrada Sin Nombre" (E21).

Apéndice 4: Datos morfométricos peces

Especies: G.m.= *Galaxias maculatus*; Ch.g.= *Cheirodon galusdae*; B.a.: *Basilichtlhys australis*; B.b.= *Brachygalaxias bullocki;* A.f.= *Australoheros facetus*; C.c.= *Cyprinus carpio*; Ca.c.= *Carassius carassius*; G.h.= *Gambusia holbrooki*

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,3	0,6	0,403
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	6,3	1,2	0,480
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,7	0,7	0,378
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,8	0,8	0,410
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,6	0,9	0,512
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,4	0,8	0,508
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,4	0,4	1,018
18-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	C.c.	2,0	0,1	1,250
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,4	0,3	0,763
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,6	0,4	0,857
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,4	0,4	1,018
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,4	0,4	1,018
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	3,5	0,4	0,933
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	B.a.	3,0	0,1	0,370
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	C.c.	2,7	0,2	1,016
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	C.c.	3,2	0,1	0,305
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	C.c.	3,4	0,5	1,272
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	A.f.	9,4	15,5	1,866
19-12-2018	E1 (Laguna Potreada)	A.f.	7,3	8,1	2,082
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,1	0,1	1,080
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,3	0,1	0,822
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,7	0,3	1,524
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	1,7	0,1	2,035
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,0	0,1	1,250
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,3	0,1	0,822
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	1,8	0,1	1,715
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	1,8	0,1	1,715
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,2	0,1	0,939
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,9	0,2	0,820
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,0	0,1	1,250
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,0	0,1	1,250
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,8	0,4	1,822
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	6,4	1,0	0,381
04-03-2019	E1 (Laguna Potreada)	C.c.	1,6	0,1	2,441
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	5,0	1,1	0,880
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,0	1,3	4,815
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,9	0,2	2,916
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,7	0,1	2,035
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,7	0,1	2,035
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,0	0,1	1,250
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,6	0,2	1,138
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,3	0,1	0,822
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,6	0,1	2,441
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,6	0,1	2,441

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,7	0,1	2,035
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,0	3,0	37,500
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	C.c.	3,4	0,5	1,272
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	C.c.	8,0	8,9	1,738
04-03-2019	E2 (Laguna Postahue)	C.c.	2,7	0,3	1,524
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,0	1,2	0,960
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,4	0,940
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,9	1,8	0,876
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,7	1,0	0,963
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,2	1,3	0,925
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,5	0,9	0,988
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,5	0,9	0,988
04-03-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,2	1,1	0,782
04-03-2019	E3 (Laguna Postahue)	Ch.g.	5,1	1,7	1,282
04-03-2019	E3 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,5	0,1	0,640
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	B.b.	2,6	0,1	0,569
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	B.b.	3,0	0,3	1,111
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	B.b.	3,1	0,3	1,007
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	B.b.	3,1	0,1	0,336
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	Ca.c.	7,1	10,1	2,822
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	Ca.c.	7,5	10,5	2,489
04-03-2019	E4 (Estero Chivato)	A.f.	10,5	26,5	2,289
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	Ch.g.	5,5	1,9	1,142
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	Ch.g.	5,0	1,2	0,960
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	8,0	10,4	2,031
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	8,1	11,7	2,202
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	6,4	4,6	1,755
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,0	1,3	2,031
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	6,0	4,1	1,898
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,0	1,5	2,344
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,1	1,6	2,321
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,5	1,1	2,566
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,7	1,0	1,974
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,3	0,9	2,504
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,3	0,8	2,226
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,2	1,5	2,025
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,1	0,6	2,014
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,5	1,8	1,975
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,5	1,0	2,332
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,4	0,8	2,035
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	2,6	0,2	1,138
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,2	0,5	1,526
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,0	0,5	1,852
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,3	0,8	2,226
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,2	1,5	2,025
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,1	0,6	2,014
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	4,5	1,8	1,975
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,5	1,0	2,332
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,4	0,8	2,035
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	2,6	0,2	1,138
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,2	0,5	1,526

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
04-03-2019	E5 (Laguna Coyanco)	A.f.	3,0	0,5	1,852
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,4	0,5	1,272
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,7	0,2	0,395
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,1	0,1	0,336
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	2,0	0,1	1,250
05-03-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ca.c.	8,0	1,0	0,195
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,4	0,5	1,272
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,6	0,4	0,857
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,1	0,4	1,343
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,2	0,2	0,610
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	2,9	0,1	0,410
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	2,9	0,1	0,410
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,9	0,4	0,674
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,1	0,1	0,336
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,4	0,1	0,254
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,1	0,3	1,007
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	Ch.g.	5,0	2,5	2,000
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	Ch.g.	3,3	0,4	1,113
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	Ch.g.	2,7	0,3	1,524
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	G.h.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E8 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	2,5	0,2	1,280
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	2,6	0,3	1,707
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,5	1,200
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,7	1,360
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,9	1,5	1,275
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,2	2,2	1,565
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,9	1,5	1,275
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,9	1,520
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,6	1,5	1,541
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,7	1,2	1,156
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,6	1,280

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,6	1,3	1,336
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,7	1,360
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,6	1,4	1,438
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,9	1,6	1,360
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	3,6	0,6	1,286
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,5	1,1	1,207
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,2	1,0	1,350
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,1	1,6	1,206
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,8	1,3	1,175
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,6	1,3	1,336
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,2	0,8	1,080
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,8	1,250
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	1,9	0,1	1,458
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,2	0,610
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,2	0,5	0,675
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,1	0,5	0,725
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,8	0,1	0,456
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,2	0,466
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,1	0,1	0,336
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,1	0,3	1,007
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,3	1,111
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,5	1,166
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,8	0,1	0,456
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	2,1	0,1	1,080
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	2,1	0,1	1,080
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	2,3	0,1	0,822

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	2,3	0,1	0,822
05-03-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	3,1	0,4	1,343
10-05-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,3	0,1	0,822
10-05-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	4,5	0,8	0,878
10-05-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	4,3	0,7	0,880
10-05-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	6,0	0,8	0,370
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	5,0	1,1	0,880
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,0	1,3	4,815
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,9	0,2	2,916
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	2,3	0,1	0,822
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	1,7	0,1	2,035
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,4	1,2	0,762
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,3	0,873
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,2	0,806
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,6	1,6	0,911
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,5	1,4	0,841
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,4	1,3	0,826
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,4	0,8	0,939
10-05-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,9	1,0	0,850
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	6,4	3,7	1,411
10-05-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	4,4	0,9	1,057
10-05-2019	E4 (Estero Chivato)	Ca.c.	7,7	8,2	1,796
10-05-2019	E5 (Laguna Coyanco)	B.a.	7,2	2,7	0,723
10-05-2019	E5 (Laguna Coyanco)	B.a.	6,6	2,0	0,696
10-05-2019	E5 (Laguna Coyanco)	B.a.	8,0	2,8	0,547
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	4,5	1,0	1,097
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,7	0,6	1,185
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	4,2	0,9	1,215
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,7	0,6	1,185
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,6	0,6	1,286
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,2	0,6	1,831
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,3	0,6	1,670
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	2,5	0,3	1,920
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E7 (Laguna Los Álamos)	Ch.g.	3,3	0,4	1,113
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,6	1,5	0,854
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,7	1,7	1,637
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,2	0,6	0,810
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,0	0,4	0,625
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,1	0,5	0,725
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,8	0,1	0,456
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,2	0,466
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,1	0,1	0,336
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,1	0,3	1,007
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,3	1,111
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	2,5	0,2	1,280
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,4	0,1	0,723
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,7	1,094
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,7	1,2	1,156
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,6	1,527
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,0	0,8	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,5	1,166
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,8	1,866
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,2	0,4	1,221
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,4	0,3	0,763
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,5	0,6	1,399
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	3,0	0,3	1,111
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,5	0,1	0,640
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,6	0,1	0,569
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,1	1,250
10-05-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	2,0	0,2	2,500
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,1	0,3	3,239

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,1	0,1	1,080
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	Ch.g.	2,1	0,1	1,080
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,2	0,7	0,498
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	6,2	1,7	0,713
28-08-2019	E1 (Laguna Potreada)	G.m.	5,0	0,5	0,400
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	5,0	1,6	1,280
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,7	1,4	2,764
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,6	0,6	1,286
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,7	0,5	0,987
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	3,3	0,2	0,557
28-08-2019	E2 (Laguna Postahue)	Ch.g.	4,0	0,7	1,094
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,5	3,0	1,803
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,3	0,873
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,5	1,008
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,3	1,6	1,075
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	5,5	1,6	0,962
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,5	0,8	0,878
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,2	0,8	1,080
28-08-2019	E3 (Estero Pantanillos)	B.b.	4,9	1,0	0,850
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	Ch.g.	4,5	0,9	0,988
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	Ch.g.	2,8	0,3	1,367
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	Ch.g.	2,4	0,2	1,447
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	G.m.	5,5	1,0	0,601
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	G.m.	7,0	1,4	0,408
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	G.m.	5,5	0,8	0,481
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	G.m.	6,3	1,3	0,520
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	C.f.	3,0	0,5	1,852
28-08-2019	E5 (Laguna Coyanco)	C.f.	4,0	1,2	1,875
28-08-2019	E6 (Laguna El Desagüe)	Ch.g.	3,6	0,6	1,286
28-08-2019	E6 (Laguna El Desagüe)	Ch.g.	3,3	0,3	0,835
28-08-2019	E6 (Laguna El Desagüe)	Ch.g.	2,5	0,2	1,280
06-09-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	4,5	1,8	1,975
06-09-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,7	0,5	0,987
06-09-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,9	0,7	1,180
06-09-2019	E8 (Estero Villuco)	B.b.	3,9	0,7	1,180
06-09-2019	E8 (Estero Villuco)	G.h.	3,4	0,2	0,509
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,7	2,2	1,188
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,8	1,5	1,356
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,5	1,200
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,4	2,0	1,270
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,3	1,2	0,806
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	3,0	0,2	0,741
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	3,2	0,3	0,916
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	5,0	1,5	1,200
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	Ch.g.	4,5	1,4	1,536
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,5	1,526
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,1	0,6	2,014
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,7	0,9	1,777
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,7	2,136
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,9	0,6	1,011
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,7	0,4	0,790

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,0	0,6	0,938
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,4	0,933
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,6	0,5	1,072
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,4	0,933
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	4,0	0,6	0,938
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,4	0,933
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,3	1,111
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,3	1,111
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,3	0,916
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,3	1,111
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,7	0,1	0,508
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,6	0,1	0,569
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,0	0,1	0,370
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	3,2	0,1	0,305
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	B.b.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	3,3	0,5	1,391
06-09-2019	E9 (Estero Cachapoal)	G.h.	2,5	0,1	0,640
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	2,8	0,1	0,456
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,2	0,2	0,610
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,7	0,9	1,777
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,7	0,9	1,777
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,9	0,9	1,517
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	4,2	1,0	1,350
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,2	0,5	1,526
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,3	0,4	1,113
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,2	0,4	1,221
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,6	1,399
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	4,2	0,9	1,215
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,4	0,3	0,763
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,7	1,633
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,7	0,8	1,579
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,4	0,933

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,2	0,5	1,526
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,3	0,4	1,113
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,2	0,4	1,221
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,6	1,399
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,5	1,166
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	4,2	0,9	1,215
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,4	0,3	0,763
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,7	1,633
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,7	0,8	1,579
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,4	0,933
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	3,5	0,4	0,933
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	Ch.g.	4,5	1,4	1,536
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,5	1,7	1,866
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,5	1,200
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	5,0	1,2	0,960
06-09-2019	E10 (Laguna Sin Nombre)	G.h.	4,6	1,1	1,130
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,7	0,1	0,508
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,7	0,1	0,508
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,7	0,1	0,508
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,7	0,1	0,508
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,7	0,1	0,508
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,640
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,6	0,1	0,569
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456
13-05-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,8	0,1	0,456

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
10-09-2020	E13 (Estero Villuco)	Ch.g.	5,1	3,2	2,412
10-09-2020	E13 (Estero Villuco)	G.h.	2,5	0,1	0,431
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	P.i.	8,9	7,3	1,036
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	P.i.	4,0	0,8	1,219
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,7	1,125
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,7	1,063
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,7	1,109
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,7	1,078
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,0	0,6	0,984
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	Ch.g.	4,1	0,8	1,161
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	3,2	0,3	1,007
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	3,1	0,7	2,350
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,5	0,1	0,384
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	4,8	1,2	1,067
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	3,1	0,3	0,839
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,6	0,1	0,455
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	3,3	0,3	0,723
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,3	0,1	0,740
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,7	0,1	0,610
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	3,0	0,2	0,889
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	1,9	0,1	1,166
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,9	0,2	0,656
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,5	0,1	0,704
15-04-2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	G.h.	2,6	0,2	0,853
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,6	0,3	0,622
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,7	0,4	0,869
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,1	0,6	0,856
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,0	0,2	0,815
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,0	0,6	0,875
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,9	0,6	1,062
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	2,6	0,1	0,740
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,1	0,7	1,016
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,1	0,6	0,914
15-04-2021	E17 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,6	0,4	0,900
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,5	0,4	0,816
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	2,5	0,1	0,832
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,1	0,8	1,219
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,5	0,5	1,073
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,7	0,5	1,027
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,0	0,5	0,828
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	4,0	0,5	0,734
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,9	0,6	0,995
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,7	0,5	1,007
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,1	0,2	0,738
15-04-2021	E18 (Canal Quilales II)	Ch.g.	3,0	0,2	0,630
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	2,1	0,2	1,620
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	4,1	0,8	1,088
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	4,0	0,6	0,984
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	3,7	0,5	0,987
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	3,0	0,3	0,926
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	3,6	0,5	1,029

Fecha	Estación	Especie	Largo Total (cm)	Peso Total (g)	K
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	4,0	0,7	1,047
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	3,8	0,4	0,765
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	3,5	0,2	0,560
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	2,3	0,1	0,658
15-04-2021	E19 (Canal Quilales I)	Ch.g.	2,0	0,1	1,125
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	Ch.g.	6,3	2,8	1,112
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	Ch.g.	5,2	1,4	1,024
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	Ch.g.	3,0	0,2	0,630
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	Ch.g.	4,0	0,5	0,734
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	Ch.g.	3,7	0,4	0,869
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	B.b.	3,5	0,3	0,793
15-04-2021	E21 (Quebrada Sin Nombre)	B.b.	3,4	0,3	0,712

Apéndice 5: Tablas de abundancia

Tabla G.1. Número de individuos capturados para cada estación de muestreo y especie íctica capturada (Especies: P.i.= *Percilia irwini*; G.m.= *Galaxias maculatus*; Ch.g.= *Cheirodon galusdae*; B.a.= *Basilichtlhys australis*; B.b.= *Brachygalaxias bullocki;* A.f.= *Australoheros facetus*; C.c.= *Cyprinus carpio*; Ca.c.= *Carassius carassius*; G.h.= *Gambusia holbrooki)* durante las cuatro campañas de muestreo.

Épocas	Estación de muestreo	Especies Nativas					Especies Introducidas			
		P.i.	G.m.	Ch.g.	B.a.	B.b.	A.f.	C.c.	Ca.c.	G.h.
Primavera 2019	E1 (Laguna Potreada)	0	80	13	0	0	0	13	0	0
	E4 (Estero Chivato)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E5 (Laguna Coyanco)	0	0	25	5	0	10	15	0	0
Verano 2019	E1 (Laguna Potreada)	0	13	173	0	0	0	13	0	0
	E2 (Laguna Postahue)	0	0	107	0	0	0	27	0	0
	E3 (Estero Pantanillos)	0	0	0	0	20	0	0	0	0
	E4 (Estero Chivato)	0	0	20	0	40	10	0	20	0
	E5 (Laguna Coyanco)	0	0	20	110	0	190	10	0	0
	E6 (Laguna El Desagüe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E7 (Laguna Los Álamos)	0	0	40	0	0	0	0	5	0
	E8 (Estero Villuco)	0	0	15	0	100	0	0	0	15
	E9 (Estero Cachapoal)	0	0	110	0	175	0	0	0	25
	E10 (Laguna Sin Nombre)	0	0	5	0	0	0	0	0	530
Otoño 2019	E1 (Laguna Potreada)	0	0	53	0	0	0	0	0	0
	E2 (Laguna Postahue)	0	0	36	0	0	0	0	0	0
	E3 (Estero Pantanillos)	0	0	0	0	20	0	0	0	0
	E4 (Estero Chivato)	0	0	20	0	0	0	0	10	0
	E5 (Laguna Coyanco)	0	0	0	30	0	0	0	0	0
	E6 (Laguna El Desagüe)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E7 (Laguna Los Álamos)	0	0	65	0	0	0	0	0	0
	E8 (Estero Villuco)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E9 (Estero Cachapoal)	0	0	10	0	130	0	0	0	0
	E10 (Laguna Sin Nombre)	0	0	5	0	0	0	0	0	425
Invierno 2019	E1 (Laguna Potreada)	0	40	40	0	0	0	0	0	0
	E2 (Laguna Postahue)	0	0	53	0	0	0	0	0	0

Épocas	Estación de muestreo	Especies Nativas					Especies Introducidas			
		P.i.	G.m.	Ch.g.	B.a.	B.b.	A.f.	C.c.	Ca.c.	G.h.
	E3 (Estero Pantanillos)	0	0	0	0	20	0	0	0	0
	E4 (Estero Chivato)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E5 (Laguna Coyanco)	0	40	30	0	0	20	0	0	0
	E6 (Laguna El Desagüe)	0	0	15	0	0	0	0	0	0
	E7 (Laguna Los Álamos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	E8 (Estero Villuco)	0	0	5	0	20	0	0	0	0
	E9 (Estero Cachapoal)	0	0	45	0	190	0	0	0	10
	E10 (Laguna Sin Nombre)	0	0	145	0	0	0	0	0	20
Otoño 2020	E13 (Estero Villuco)	0	0	0	0	0	0	0	0	45
Invierno 2020	E13 (Estero Villuco)	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Otoño 2021	E14 (Desagüe Cachapoal)	19	0	57	0	0	0	0	0	134
	E17 (Canal Quilales II)	0	0	120	0	0	0	0	0	0
	E18 (Canal Quilales II)	0	0	132	0	0	0	0	0	0
	E19 (Canal Quilales I)	0	0	13200	0	0	0	0	0	0
	E21 (Quebrada Sin Nombre)	0	0	133	0	53	0	0	0	0

Tabla G.2. Abundancia total (ind/0,09 m²) de macroinvertebrados bentónicos (zoobentos) para cada estación de muestreo (E1= Laguna Potreada; E2= Laguna Postahue; E3= Estero Pantanillos; E4= Estero Chivato; E5= Laguna Coyanco; E6= Laguna El Desagüe; E7= Laguna Los Álamos; E8= Estero Villuco; E9= Estero Cachapoal; E10= Laguna Sin Nombre; E11y E12= Estero Chivato; E13= Estero Villuco; E14= Desagüe Cachapoal; E17 y E18= Canal Quilales II; E19= Canal Quilales I; E21= Quebrada Sin Nombre) y época muestreada.

Clase (u Orden)	Familia	Especie (o grupo)	Primavera 2018				Verano 2019										Otoño 2019										Invierno 2019										Otoño 2020	Invierno 2020			Otoño 2021				
			E1	E2	E4	E5	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	5E	E6	E7	E8	E9	E10	E13	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
Oligochaeta	Lumbriculidae	Lumbriculidae indet.	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
	Tubicidae	*Tubifex sp.*	0	4	1	1	0	3	4	25	1	6	3	84	7	1	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	*Nais sp.*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	12	3	0	0	0
Hirudinea		*Hirudinea Indet.1*	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	1	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0
Tricalida	Planaridae	*Planaridae indet.*	5	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Dugesia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	6	0	1	0	8	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Planorbidae	*Biomphalaria chilensis*	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Physidae	*Physa chilensis*	43	0	30	0	2	0	0	0	1	3	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	12	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	4	0	4	0	0	0	52	0
	Ancylidae	Ancylidae indet.	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Sphaeriidae	Sphaeriidae indet.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	11	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136	0	0	6	0	0	0	0	0
	Hidrobiidae	*Littoridina sp.*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Hyriidae	*Diplodon chilensis*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Decapoda	Aeglidae	*Aegla araucaniensis*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Parastacidae	*Samastacus spinifrons*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	8
Ostracoda	Cyprididae	Cipridiidae indet.	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	Hyalellidae	*Hyalella sp.*	7	4	1	135	4	0	1	4	0	0	0	4	1	1	0	0	22	16	10	10	0	19	13	0	0	0	0	7	0	102	0	52	15	1	82	0	0	45	0	7	0	3	5
Coleoptera	Dytiscidae	Dytiscidae indet.	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	Lestidae	Lestidae indet.	4	0	7	0	1	13	0	0	6	0	2	1	0	0	0	5	0	0	2	0	32	0	0	0	6	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Aeshnidae	Aeshnidae indet.	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	Coenagrionidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	10	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gomphidae	Gomphidae Indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	0	2	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Diptera	Cullicidae	Cullicidae indet.	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	Chironomidae indet.	106	35	3	75	2	68	5	19	4	4	3	2	6	6	17	26	12	35	24	0	20	36	96	28	0	0	17	22	12	0	37	0	25	5	56	0	0	0	64	36	29	0	17
	Tipulidae	Tipulidae indet.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Simulidae	Simulidae Indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0	0
Hemiptera	Corixidae	Corixidae indet.	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	7	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Belostomatidae	Belostomatidae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3
	Gerridae	Gerridae indet.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	Beatidae	*Andesiops peruvianus*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Batidae indet.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Leptophlebiidae	*Meridialaris sp.*	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Massartelopsis irarrazavali	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Nesameletidae	*Metamonius anceps*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptilidae indet.	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Metricia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	*Smicridea sp.*	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla G.3. Abundancia total (cel/mm²) de microalgas bentónicas (perifiton) para cada estación de muestreo (E1= Laguna Potreada; E2= Laguna Postahue; E3= Estero Pantanillos; E4= Estero Chivato; E5= Laguna Coyanco; E6= Laguna El Desagüe; E7= Laguna Los Álamos; E8= Estero Villuco; E9= Estero Cachapoal; E10= Laguna Sin Nombre; E11y E12= Estero Chivato; E13= Estero Villuco; E14= Desagüe Cachapoal; E17 y E18= Canal Quilales II; E19= Canal Quilales I; E21= Quebrada Sin Nombre) y época muestreada.

	Primavera 2018				Verano 2019										Otoño 2019										Invierno 2019										Otoño 2020	Invierno 2020			Otoño 2021				
Especie	**E1**	**E4**	**E5**	**E6**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E7**	**E8**	**E9**	**E10**	**E13**	**E11**	**E12**	**E13**	**E14**	**E17**	**E18**	**E19**	**E21**
Cosmarium ovale	0	0	56	131	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Closterium moniliferum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	34	0	0	0	0	0
Closterium parvulum	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cosmarium biretum	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolichospermum sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0
Euglena sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Mougeotia sp.	96	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudoanabaena sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0
Spirogyra sp.	225	128	113	244	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0
Staurastrum gracile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staurastrum johnsonii	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stigeoclonium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0
Ankistrodesmus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desmodesmus microspina	48	0	0	113	52	1	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desmodesmus quadricauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	28
Oedogonium sp.	0	20	27	225	0	36	0	13	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	46	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pediastrum boryanum	2	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pediastrum tetras	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus acutus	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus ecornis	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus acuminatus	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus quadricauda	0	37	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	61	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	6	0	36	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sphaerocystis sp.	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achnnanthidium sp.	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achnanthidium minutissimum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	116	0	0	0	0	0	0	0
Amphora sp.	14	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
Amphipleura pellucida	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Asterionella formosa	198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	158	0	0	172	0	0	0	545	43	0	0	0	0	54	0	0	0	0
Aulacoseira granulata	191	250	87	939	82	0	0	0	169	1	0	0	384	1352	19	0	2	0	0	27	0	0	75	290	0	0	0	0	0	6	0	0	247	17	0	0	0	0	193	6	59	0	338
Aulacoseira distans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169	0	0	0	0	0	0	0	0
Cavinula sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cavinula coconeiformis	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cocconeis placentula	0	0	131	56	0	0	0	0	15	0	0	18	53	9	23	58	0	0	0	33	0	186	0	9	0	81	0	0	13	30	0	0	0	0	154	0	0	0	0	0	0	0	0
Coccineis lineata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	72	12	131
Cyclotella sp.	0	3	56	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyclotella meneghiniana	0	0	0	0	87	0	0	3	0	16	0	46	0	0	7	0	0	64	0	0	0	0	58	0	15	6	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
Cymatopleura solea	27	79	0	0	9	0	32	63	0	0	1	0	186	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	94	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
Cymbella cistula	7	0	19	282	13	36	0	0	0	0	58	0	40	38	18	17	7	0	0	27	11	0	8	17	13	31	0	97	0	0	41	0	0	83	38	0	0	0	0	0	0	0	19
Cymatopleura solea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

Especie	Primavera 2018				Verano 2019										Otoño 2019										Invierno 2019										Otoño 2020	Invierno 2020			Otoño 2021				
	E1	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E13	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
Diatoma vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	13	0	0	0	0	0
Diploneis ovalis	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Encyonema sp.	0	18	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Encyonema silesiacum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	13	0	182	0	0	32	0	0	0	113	0	0	0	0	0	0	0	28
Encynopsis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Epithemia adnata	3	12	131	131	35	13	0	79	0	0	0	0	0	0	52	6	28	0	777	274	8	0	17	125	0	463	0	0	73	313	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Epithemia sorex	61	12	657	19	235	26	0	35	732	1	0	0	0	47	394	288	0	0	1848	0	0	0	17	6	0	13	0	36	15	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Eunotia binularis	0	0	0	0	0	0	0	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	38	168	16	25	0	0	0	0	0
Eunotia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	377	42	0	0	0	0	0	216
Fragilaria sp. 1	158	317	38	113	186	1	0	0	944	0	122	156	517	0	27	0	0	179	553	546	0	519	3	0	89	0	0	0	35	76	846	0	0	688	864	0	194	13	0	32	115	46	423
Fragilaria sp. 2	0	122	113	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	366	56	0	17	676	158	156	123	0	2	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria crotonensis	0	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	236	0	0	0	0
Frustulia vulgaris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frustulia saxonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Geissleria decussis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphoneis minuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Gomphonema acuminatum	0	7	56	38	13	0	0	25	0	2	8	0	0	0	15	0	46	0	0	0	0	0	0	0	85	182	0	114	0	378	16	0	0	154	225	0	0	0	0	0	0	0	9
Gomphonema truncatum	14	0	0	413	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	793	0	0	0	0	14	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gomphonema sp.	219	152	714	1878	0	155	0	0	0	55	0	179	225	0	89	192	20	0	0	13	11	0	17	0	23	0	0	48	0	0	0	0	0	0	94	715	465	13	451	9	51	0	103
Gyrosigma sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	17	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1421	56	0	113	19	17	0	11	0	0	0	0
Hantzschia amphyoxis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0
Melosira varians	0	49	995	282	126	0	0	138	24	11	0	470	1975	648	254	0	53	0	496	215	0	1372	113	454	3634	0	138	1678	453	1519	667	156	118	884	3342	39	0	63	738	6	105	0	254
Navicula sp. 1	130	18	75	244	13	0	44	13	0	36	39	11	318	263	23	0	0	386	0	0	189	69	38	13	85	0	346	32	1	12	9	771	676	42	620	0	169	89	418	0	8	9	75
Meridion circulare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0
Navicula sp. 2	0	55	19	38	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	417	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	25	236	3	19	4	113
Navicula viridulacalcis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	38
Nitzschia sp. 1	0	219	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	117	0	0	0	0	94	63	571	712	23	0	0	28	179	0	225	39	118	152	150	0	35	0	0
Nitzschia sp. 2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
Nitzschia acicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	13	0	0	4	0	0	56	72	278	0	0	0	0	113	0	188	48	0	0	0	0	0	0	0
Nitzschia dissipata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitzschia reversa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitzschia sigmoidea	0	12	0	38	0	0	75	0	0	0	0	0	0	66	0	8	4	0	0	0	0	20	0	0	15	13	0	0	0	0	0	20	46	0	56	19	17	89	21	0	0	0	75
Nitzschia cf. palea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	0	152	0	0	0	0	0
Pinnularia sp.	0	24	0	38	0	0	35	1	85	0	0	41	172	0	0	0	0	0	0	0	0	59	8	9	9	6	113	0	0	22	133	676	169	18	19	0	25	13	0	0	0	0	28
Pleurosigma sp.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	481	16	284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhoicosphenia abbreviata	253	12	0	0	0	0	0	13	0	0	0	478	252	0	0	0	0	0	79	0	0	0	17	0	15	0	0	48	0	73	0	0	169	0	0	0	0	0	54	1	30	0	28
Rhopalodia gibba	82	0	38	56	7	0	0	0	134	0	50	0	0	94	80	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stauroneis sp.	0	0	0	0	0	0	6	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	19
Staurosirella pinnata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surirella delicatissima	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	41	0	0	0	0	244	0	0	0	0	0	21	0	0	0	28
Surirella linearis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	87	68	25	0	0	0	0	0
Tabellaria floculosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	0	0	35	0	0
Ulnaria acus	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Especie	Primavera 2018				Verano 2019										Otoño 2019										Invierno 2019										Otoño 2020	Invierno 2020			Otoño 2021				
	E1	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E13	E11	E12	E13	E14	E17	E18	E19	E21
Ulnaria ulna	5	275	19	188	82	0	0	29	0	0	14	18	66	0	56	0	0	0	0	0	0	421	0	69	42	113	32	531	0	6	244	199	94	53	244	68	68	89	86	0	21	0	85
Merismopedia sp.	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anabaena sp.	164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudoanabaena sp.	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	19	3	0	46	113	0	8	29	67	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oscillatoria sp.	117	0	638	0	0	0	18	67	0	6	0	14	0	38	0	0	17	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	64	1	0	0	0
Ceratium hirundinella	0	0	113	0	22	0	8	0	0	0	6	0	384	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruigeniella sp.	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla G.4. Abundancia total (cel/L) de microalgas planctónicas (fitoplancton) para cada estación de muestreo (E1= Laguna Potreada; E2=Laguna Postahue; E3= Laguna Coyanco; E4= Laguna El Desagüe; E5= Laguna Los Álamos; E6= Laguna Sin Nombre) y época muestreada.

	Época/Estación de muestreo																			
	Primavera 2018		Verano 2019						Otoño 2019						Invierno 2019					
Especies	**E1**	**E3**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**
Ankistrodesmus falcatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.531	0	0	0	0	0
Eudorina elegans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.194	1.827	0
Demodesmus microspina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	345	0	1.827	0	0	0	0	0	0	0	0
Pediastrum boryanum	22.533	0	0	0	0	4.584	0	0	34	0	275	913	0	0	0	0	0	497	0	0
Pediastrum duplex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	913	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pediastrum tetras	0	0	0	23.514	0	0	0	0	0	0	0	913	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus acutus	0	0	0	5.878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scenedesmus quadricauda	0	0	0	19.594	0	0	0	0	69	8.119	0	0	0	0	2.613	0	0	497	0	0
Sphaerocystis sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.237	0	8.112	0	1.148	0	0	0	0	0	0
Mougeotia sp.	22.533	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.533	0	0	0	0	0	0	0
Closterium moniliferum	0	0	0	0	0	0	0	0	34	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Closterium parvulum	0	0	0	17.635	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cosmarium biretum	0	0	0	97.971	0	0	0	0	0	1.522	0	0	254	57	0	0	0	0	0	0
Cosmarium connatum	0	0	0	1.959	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staurastrum johnsonii	0	0	0	0	0	0	0	0	913	9.515	0	0	0	0	0	0	0	0	2.253	0
Staurastrum tetracerum	28.167	78.867	4.567	223.374	0	355	0	0	0	0	913	0	0	57	0	0	0	0	0	0
Spirogyra sp.	39.433	0	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0
Amphipleura pellucida	0	0	0	0	0	0	0	57	34	0	0	0	0	0	653	0	0	0	0	0
Amphora sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.225	0	0	0	0	0
Asterionella formosa	884.435	0	0	0	0	0	47.883	0	1.352	0	468.694	2.737	4.757	9.515	24.819	9.515	0	57.358	513.761	8.562.687
Aulacoseira granulata	3.550	3.550	845	0	0	41.248	0	44.653	453.672	0	81.122	36.455	0	976.447	9.144	19.282	292.934	139.297	31.947	1.329.470
Aulacoseira italica	0	0	0	0	0		0	0	144.214	0	1.352	1.816	0	175.260	0	0	0	0	0	0

Especies	Época/Estación de muestreo																			
	Primavera 2018		Verano 2019						Otoño 2019						Invierno 2019					
	E1	E3	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Craticula sp.	0	0	0	0	0	764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cocconeis sp.	0	0	0	0	0	764	0	0	0	0	0	0	0	0	2.613	0	0	1.230	0	0
Cocconeis placentula	0	0	0	0	0		0	0	0	2.943	913	8.112	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyclotella meneghiniana	0	0	39.433	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cymatopeura solea	5.633	169	0	0	0	0	0	2.538	1.522	0	0	0	0	57	3.266	0	0	0	0	22.533
Cymbella cistula	169	0	78.867	25.473	0	0	22.533	57	2.436	5.742	0	1.827	0	0	3.266	0	0	1.230	0	0
Cymbella tumida	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epithemia adnata	22.533	1.734	0	0	22.533	18.332	0	0	913	345	6.393	913	254	0	1.250	0	169	16.388	0	0
Epithemia sorex	11.267	57	163.367	15.675	78.867	0	0	3.552	1.522	57	0	0	0	0	5.878	57	0	8.194	0	0
Fragilaria sp. 1	0	2.198	0	0	326.735	1.352	0	0	0	0	847.255	757.122	15.156	0	0	1.148	95.767	0	0	0
Fragilaria sp. 2	0	18.268	0	0	0	0	0	75.111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fragilaria capucina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	324	0	0	815.299	0	0
Fragilaria crotonensis	0	0	0	0	0	0	0	37.549	0	0	0	0	0	15.223	0	0	0	0	0	0
Gomphoneis minuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.266	0	0	0	0	0
Gomphonema sp.	28.167	0	0	6.662	0	0	0	0	0	44.653	0	2.737	0	0		0	0	32.776	0	0
Gomphonema truncatum	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	0	0	0	2.613	0	0	8.194	0	0
Melosira varians	27.634	247.867	114	0	39.433	22.151	0	0	689	0	486.721	117.174	1.522	0	15.675	9.515	43.941	327.758	0	9.134
Navicula sp.	28.167	0	169	0	0	0	0	0	1.827	0	913	0	0	0	0	0	28.167	0	0	0
Nitzschia acicularis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.538	3.266	0	0	0	0	0
Nitzschia reversa	0	0	0	0	0	0	0	0	913	0	0	0	254	0	0	0	0	0	0	0
Nitzschia sigmoidea	0	0	0	0	0	1.528	0	0	34	0	0	0	0	0	3.266	57	0	0	0	0
Nitzschia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.522	0	0	0	0	0
Pinnularia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850	0	0	0	0	0
Rhopalodia gibba	11.267	0	22.533	0	0	0	11.267	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Staurosirella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55.517	0	192.869	0	0	0

Especies	Época/Estación de muestreo																			
	Primavera 2018		Verano 2019						Otoño 2019						Invierno 2019					
	E1	E3	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Surirella delicatissima	0	0	5.633	0	0	1.528	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	497	0	0
Tabellaria floculosa	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	689	0	0	0	0	0	0
Ulnaria acus	0	0	0	0	0	0	0	0	1.218	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0
Ulnaria ulna	39.433	57	1.734	5.878	0	7.638	0	0	4.871	0	275	275	57	1.522	25.473	1.522	169	2.485	1.827	0
Dinobryon divergens	0	0	0	0	0	0	0	0	87.130	0	0	0	292.934	345	0	14.277	0	1.352	0	0
Cryptomonas ovata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457	0
Dolichospermum spiroides	0	0	0	9.797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolichospermum planctonicum	416.868	0	0	0	0	0	0	0	2.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.293	0
Merismopedia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261.387	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oscillatoria sp.	0	0	0	4.567	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	0
Ceratium hirundinella	9.134	6.841	12.936	7.838	131.824	3.819	822.469	69.631	14.129	0	45.668	0	2.943	3.552	0	0	169	0	913	0
Peridinium sp.	0	0	0	25.473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mallomonas sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	34	57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Synura sp.	0	0	0	39.188	0	0	0	0	0	235.349	4.567	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cruigeniella sp.	0	0	0	25.473	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anisonema sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.973.925	0	0	0	0	0	0	0	0
Euglena sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72.676	0	0	0	0	0	0

Tabla G.5. Abundancia total (ind/L) de organismos zooplanctónicas (zooplancton) para cada estación de muestreo (E1= Laguna Potreada; E2=Laguna Postahue; E3= Laguna Coyanco; E4= Laguna El Desagüe; E5= Laguna Los Álamos; E6= Laguna Sin Nombre) y época muestreada.

	Primavera 2018		Verano 2019						Otoño 2019						Invierno 2019					
Especie	**E1**	**E3**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**	**E1**	**E2**	**E3**	**E4**	**E5**	**E6**
Bosmina longirostris	417	183	133	0	0	0	467	83	55	1	5	0	0	0	0	0	0	0	17	0
Alona sp.	0	0	0	33	0	83	0	0	0	5	5	83	0	0	0	0	0	1	0	0
Chydorus sp.	0	0	0	0	0	1.883	17	0	83	25	2	1.317	0	17	0	0	0	15	167	83
Daphnia sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	33		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyclops sp.	1.333	0	683	0	0	167	33	133	55	15	1	1.233	33	25	33	267	117	33	6	67
Keratella cochlearis	4	267	35		2.333	2	17	2	95	5	2	1.983	0	233	333	525	4.833	15	3.383	195
Kellicottia sp.	0	0	0	0	0	55	0	17	0	0	5	0	0	33	0	17	33	0	0	0
Brachionus sp.	0	0	0	0	0	367	0	0	0	0	0	383	0	33	0	283	5	67	133	165
Trichotria sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	283	717	0	0	0	0	0	0	0
Colurella sp.	167	5	117	5	17	67	0	0	0	35	1	0	0	0	5	3	0	5	67	0
Lepadella spp.	83	67	0	0	0	67	0	0	0	25	0	33	0	0	17	83	0	33	767	25
Lecane spp.	33	33	0	5	0	5	0	17	17	35	0	67	0	0	0	0	0	83	83	1
Cephalodella sp.	17	0	133	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	2	133	333	183
Polyarthra remata	983	133	175	0	55	83	0	0	0	0	0	917	233	42		5	117	67	183	383
Arcella dentata	0	0	67	0	0	33	17	0	0	0	5	17	0	0	0	5	0	83	0	0
Netzelia tuberculata	0	0	183	0	33	0	333	0	183	25	35	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Heliopera sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	83	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetonus sp.	17	0	5	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0