



# Informe Monitoreo Primer semestre 2022

Mg. María Jesús Suazo Silva



## Informe Monitoreo primer semestre 2022



### Proyecto GEF Humedales Costeros

Este material ha sido desarrollado como parte de las acciones del Proyecto GEF Humedales Costeros para mejorar el estado ecológico y de conservación de los ecosistemas costeros del Centro-Sur de Chile, a través de la promoción de un manejo sustentable. Incorporando y/o mejorando la gestión de humedales costeros, para su conservación y recuperación o mantención de los servicios ecosistémicos que proveen, reduciendo también las amenazas y presiones sobre los humedales costeros y su cuenca aportante que soportan las actividades humanas de importancia local.

Se autoriza la reproducción parcial de los contenidos de la presente publicación para los efectos de su utilización a título de cita o con fines de enseñanza e investigación, siempre citando la fuente correspondiente, título y autor.

### Ministerio del Medio Ambiente

Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”

Julio 2022

### Elaboración de contenidos

María Jesús Suazo Silva

### Edición

Claudia Silva A. Coordinadora Nacional Proyecto GEF Humedales Costeros

Jimena Ibarra C. Profesional Depto. Ecosistemas Acuáticos, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente.

### Cita:

Suazo-Silva M.J. (2022). Informe de monitoreo primer semestre 2022. Proyecto GEF Humedales Costeros, ONU Medio Ambiente. Ministerio del Medio Ambiente 32pp.

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	4
2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	4
2.1 Piloto Desembocadura río Elqui .....	4
2.1.1 Parámetros físico-químicos .....	5
2.1.2 Monitoreo de Avifauna.....	6
2.1.2.1 Campaña diciembre 2021 .....	6
2.1.2.2 Campaña Enero 2022.....	8
2.1.2.2 Campaña Marzo 2022.....	8
2.2 Piloto Humedal Mantagua .....	10
2.2.1 Parámetros físico-químicos .....	11
2.3 Piloto Cáhuil.....	13
2.3.1 Parámetros físico-químicos .....	14
2.4 Piloto Humedal Rocuant-Andalién.....	16
2.4.1 Parámetros físico-químicos .....	17
2.5 Piloto Humedal Queule.....	18
2.5.1 Parámetros físico-químicos.....	19
2.5.2 Monitoreo de Avifauna.....	21
2.5.2.1 Campaña Otoño 2022 .....	21
2.5.3 Monitoreo de Peces.....	22
2.5.3.1 Campaña Primavera 2021.....	22
2.5.3.2 Campaña Otoño 2022 .....	23
2.5.4 Monitoreo de Macroinvertebrados bentónicos .....	24
2.5.4.1 Campaña Otoño 2022 .....	24
2.5.4.2 Análisis comparativo campaña primavera 2021 y otoño 2022.....	26
3.RECOMENDACIONES.....	28
4.BILBIOGRAFÍA .....	28
5.ANEXOS.....	30

# 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto denominado GEF Humedales Costeros de Chile consta de cinco pilotos los cuales se distribuyen a lo largo de la franja nacional, comenzando en el norte con la Desembocadura del Río Elqui (Región de Coquimbo), el Humedal de Mantagua Región de Valparaíso, el Humedal Laguna de Cahuil, Región Del Libertador General Bernardo O'Higgins, el Humedal Sitio Prioritario Rocuant-Andalién perteneciente a la Región del Biobío y el Humedal de Queule el cual se encuentra inserto en la Región de La Araucanía. El presente documento informa los resultados de los monitoreos realizados entre los años 2021-2022 en los humedales pilotos, se evaluaron parámetros físico-químicos básicos en todos los pilotos, censo de avifauna en el humedal de desembocadura río Elqui y Queule, muestreo de peces y macroinvertebrados bentónicos en el humedal Queule.

## 2. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

### 2.1 Piloto Desembocadura río Elqui

La cuenca hidrográfica del Río Elqui se ubica en la zona norte de la Región de Coquimbo y origina el denominado Valle del Elqui, un valle fluvial transversal desde cordillera a mar (Cepeda 2009). La zona costera de la desembocadura del Río Elqui se inserta principalmente en una zona con uso urbano y terrenos agrícolas. La superficie de la cuenca en general presenta una baja erosividad, y su desembocadura presenta un bajo riesgo de erosión (CEA 2018).

Los monitoreos se realizaron entre los meses diciembre 2021 y marzo 2022, los parámetros físico-químicos del agua fueron medidos por medio una sonda multiparámetro en cada uno de los seis puntos de muestreo, registrando in situ el valor de cada uno de ellos. Los parámetros medidos para el piloto Desembocadura río Elqui fueron Temperatura (C°), pH (unidades de pH), Salinidad (psu), Sólidos disueltos totales (mg/L) y Conductividad eléctrica (µS/cm). La delimitación del área del humedal y sus puntos de monitoreo se muestran en la figura 1.

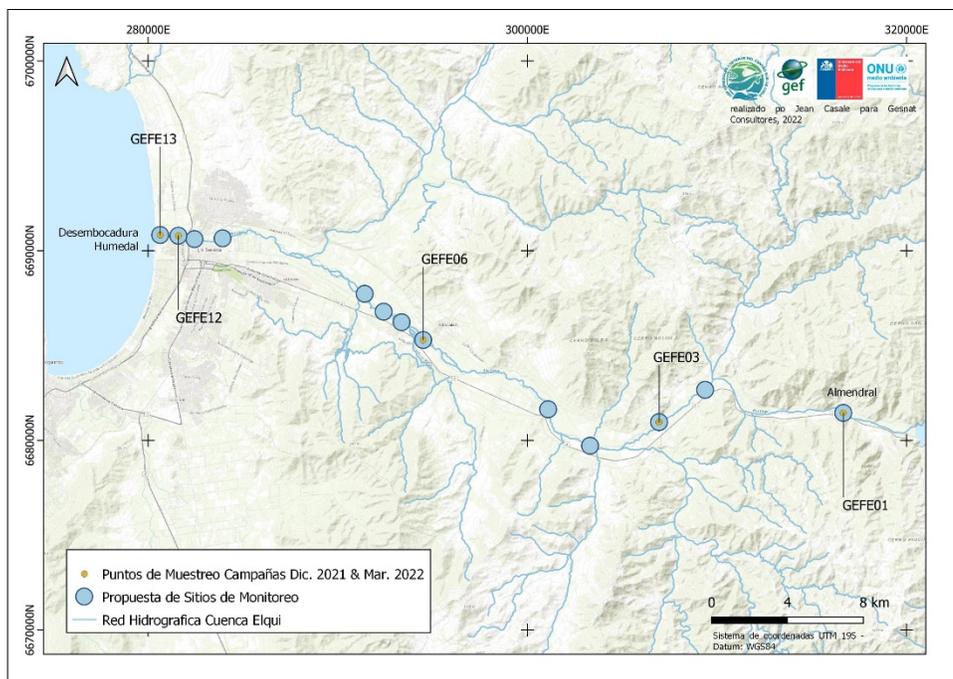


Figura 1. Delimitación área humedal desembocadura río Elqui y sus puntos de monitoreo.

### 2.1.1 Parámetros físico-químicos

El humedal Desembocadura río Elqui fue monitoreado durante el mes de enero 2022 en cuatro sitios de monitoreo permanente (Tabla 1) y en cinco sitios con monitoreo esporádico en el mes de diciembre en el año 2021 y marzo 2022.

La temperatura máxima registrada fue en el sitio Elq\_2 27,3 °C y la más baja fue de 24,6 °C en el sitio Elq\_1 (Tabla1). Es necesario resaltar que la temperatura del agua puede estar sujeta a la actividad biótica del cuerpo de agua, además los horarios en los que se realizan los monitoreos también influyen en la toma de datos. El pH tiende a la neutralidad en la totalidad de las estaciones monitoreadas, con máximo registrado de 7,77 en el sitio Elq\_1 y un mínimo de 7,44 unidades de pH en el sitio Elq\_2 (Tabla 1). La salinidad presenta bajas concentraciones teniendo como referencia que el agua de mar presenta alrededor de 36 psu aproximadamente. Existe un valor registrado en el sitio Elq\_3 el cual se encuentra fuera del rango de la medición de los otros sitios, se recomienda calibrar la sonda multiparámetro.

Tabla 1: Parámetros físico-químicos humedal Desembocadura río Elqui en el mes de enero 2022.

Sitio	% SO	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	Salinidad (psu)
Elq_1	-	3583	-	7,77	1791	24,6	1,88
Elq_2	-	4137	-	7,44	-	27,3	2,19
Elq_3	-	3539	-	7,57	-	25,6	186
Elq_4	-	3398	-	7,71	1700	25,3	1,78

%SO: Porcentaje de saturación de oxígeno, CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto, SST: Sólidos suspendidos totales, T: Temperatura.

Los sólidos disueltos totales incluyen las sales, los minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánico que se encuentre disuelto en el cuerpo de agua, las concentraciones de esta variable estuvieron por sobre los 1000 mg/L en los dos sitios de monitoreo Elq\_1 y Elq\_4. Estos valores se relacionan directamente con la conductividad eléctrica ya que a mayor concentración de compuestos ionizados mejor será la conductividad del cuerpo de agua. El valor máximo de conductividad fue de 4137  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Elq\_2) y el mínimo de 3398 en el sitio Elq\_4.

En el mes de diciembre 2021 y marzo 2022 se registraron los parámetros de conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y pH (Tabla 2) en cinco sitios de monitoreo esporádicos, la conductividad eléctrica registrada para el mes de diciembre tuvo un máximo de 2150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el sitio Elq\_13 y un mínimo registrado tanto en el sitio Elq\_1 como en el Elq\_3 con 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mismos valores se registraron en el sitio Elq\_1 en el mes de marzo 2022 y ligeramente más bajo en el sitio Elq\_3. Los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron sobre el rango mínimo exigido por la ley NCh 1333 Of. 78 (> 5 mg/L O<sub>2</sub>), con un valor máximo registrado de 18,0 mg/L O<sub>2</sub> en el mes de diciembre 2021, en el sitio de monitoreo Elq\_6 y un mínimo de 10,4 mg/L O<sub>2</sub> (Tabla 2) en el mismo mes pero en el sitio Elq\_13. El pH se mantuvo por sobre los 8 unidades de pH en tres de los cinco sitios de monitoreo, presentando ligeras variaciones en los sitios Elq\_12 y Elq\_13 para ambos meses.

Tabla 2: Parámetros físico-químicos humedal Desembocadura río Elqui en el mes de diciembre 2021 y marzo 2022

Sitio	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	OD (mg/L)	pH	
Elq_1	800	-	8,3	Diciembre 2021
Elq_3	800	13,1	8,7	
Elq_6	1020	18,0	8,3	
Elq_12	1900	10,8	7,5	
Elq_13	2150	10,4	7,6	
Elq_1	800	12,0	8,3	Marzo 2022
Elq_3	790	13,4	8,6	
Elq_6	1000	17,5	8,2	
Elq_12	1800	10,9	7,4	
Elq_13	2200	10,5	7,6	

CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto

### 2.1.2 Monitoreo de Avifauna

El plan de monitoreo consistió en un muestreo directo, basado en el registro de la avifauna presente en el área, utilizando la técnica de conteo por puntos fijos de observación, desde donde el censador contempla un sector de la superficie específica y registra lo detectado visualmente y mediante vocalizaciones (De la Maza & Bonacic, 2014). El primer monitoreo se realizó en diciembre 2021, en 13 sitios de monitoreo, el segundo monitoreo se realizó en el mes de enero 2022 en un sitio de monitoreo y el tercero en el mes de marzo 2022 en los 13 sitios de monitoreo. Los censos fueron realizados en condiciones climáticas favorables, sin presencia de lluvia, con el objeto de disminuir errores atribuibles a factores externos. El tiempo de observación y registro fue de 30 minutos por cada punto de conteo.

#### 2.1.2.1 Campaña diciembre 2021

Del total de especies identificadas, estas se distribuyeron en 9 órdenes, de las 22 presentes a nivel nacional, es decir es posible encontrar alrededor del 40,91% de los órdenes de Chile en el humedal desembocadura río Elqui. Se identificaron 16 familias y 33 especies con una abundancia de 141 individuos. Del total de individuos registrados la especie más abundante fue la Paloma (*Columba livia*) (especie no nativa) con 13 observaciones, Paloma de alas blancas (*Zenaida meloda*) (especie no nativa) con 11 observaciones y el Cachudito (*Anairetes parulus*) con 12 observaciones.

Tabla 3. Avifauna humedal desembocadura río Elqui y su abundancia.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Chordata	Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	4
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	12
Chordata	Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	3
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	1
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	1
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	5
Chordata	Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	2
Chordata	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	2
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma	13
Chordata	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	1
Chordata	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	7
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	3
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	4
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	1
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrun	4
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	2
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	8
Chordata	Aves	Falconidae	Falconiformes	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	2
Chordata	Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	4
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	8
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	6
Chordata	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino	3
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Pseudasthenes humicola</i>	Canastero	5
Chordata	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	5
Chordata	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihüe	2
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	7 colores	3
Chordata	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	3
Chordata	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	7
Chordata	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	2
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	3
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Palo de alas blancas	11
Chordata	Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	4

### 2.1.2.2 Campaña Enero 2022

Del total de especies identificadas, estas se distribuyeron en 5 órdenes, de las 22 presentes a nivel a nivel nacional, es decir es posible encontrar alrededor del 22,72% de los órdenes de Chile en el humedal desembocadura río Elqui. Se identificaron 10 familias y 18 especies con una abundancia de 844 individuos. Del total de individuos registrados la especie más abundante fue la Gaviota de Franklin (*Leucophaeus pipixcan*) con 410 observaciones, Gaviota Dominicana (*Larus dominicanus*) con 181 observaciones y el Zarapito (*Numenius phaeopus*) con 52 observaciones (Tabla 4).

Tabla 4. Avifauna humedal desembocadura río Elqui y su abundancia

Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Chordata	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius nivosus</i>	Chorlo nevado	6
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	2
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	1
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	2
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	3
Chordata	Aves	Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén	11
Chordata	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito	40
Chordata	Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	181
Chordata	Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota garuma	68
Chordata	Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	410
Chordata	Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca sibilatrix</i>	Pato real	2
Chordata	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito	52
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	1
Chordata	Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	8
Chordata	Aves	Charadriiformes	Sternidae	<i>Sterna hirundinacea</i>	Gaviotín sudamericano	51
Chordata	Aves	Charadriiformes	Sternidae	<i>Thalasseus elegans</i>	Gaviotín elegante	2
Chordata	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pitoty chico	2
Chordata	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	2

### 2.1.2.2 Campaña Marzo 2022

Del total de especies identificadas, estas se distribuyeron en 8 órdenes, de las 22 presentes a nivel a nivel nacional, es decir es posible encontrar alrededor del 36,36% de los órdenes de Chile en el humedal desembocadura río Elqui. Se identificaron 17 familias y 30 especies con una abundancia de 143 individuos (Tabla 5). Del total de individuos registrados la especie más abundante fue la Paloma de alas blancas (*Zenaida meloda*) con 14 observaciones, Paloma (*Columba livia*) y el Siete colores (*Tachuris rubrigastra*) con 11 observaciones cada una, y la Diuca (*Diuca diuca*) y el Chirihüe (*Sicalis luteola*) con 8 observaciones respectivamente.

Tabla 5. Avifauna humedal desembocadura río Elqui y su abundancia

Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia
Chordata	Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	4
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	8
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	2
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	2
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	2
Chordata	Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz	3
Chordata	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	2
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma	11
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	6
Chordata	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Diuca diuca</i>	Diuca	8
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	4
Chordata	Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo	1
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	6
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrun	7
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	1
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	2
Chordata	Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	1
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	3
Chordata	Aves	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	1
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	8
Chordata	Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	3
Chordata	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	4
Chordata	Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Rhodopsis vesper</i>	Picaflor del norte	4
Chordata	Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihüe	8
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	7 colores	11
Chordata	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	1
Chordata	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	6
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	5
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida meloda</i>	Paloma de alas blancas	14
Chordata	Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	5

## 2.2 Piloto Humedal Mantagua

El humedal de Mantagua se ubica en el litoral Central de la Región de Valparaíso, específicamente en la zona rural de la comuna de Quintero. Se compone de un sistema integrado por el tramo final del estero de Mantagua, que forma un meandro cuya desembocadura se encuentra normalmente cerrada por una barra de arena, originando un estuario que los lugareños denominan “laguna” y que se conecta con el mar solo durante las crecidas del estero, la Albúfera o “laguna chica” que se ubica paralela a la línea de costa y se comunica a través de drenajes estacionales con el estuario del estero Mantagua y, finalmente, un sistema dunario, conocido como dunas de Ritoque.

Los parámetros físico-químicos del agua fueron medidos por medio una sonda multiparámetro en cada uno de los cuatro puntos de muestro, registrando *in situ* el valor de cada uno de ellos. Los parámetros medidos para el piloto Humedal Mantagua fueron Temperatura (C°), Oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades de pH), Salinidad (psu), Conductividad eléctrica (μS/cm), Sólidos suspendidos totales (ppt) y % de saturación de oxígeno. La delimitación del área del humedal y sus puntos de monitoreo se muestran en la figura 2.



Figura 2. Delimitación área humedal Mantagua y sus puntos de monitoreo.

### 2.2.1 Parámetros físico-químicos

El humedal Mantagua fue monitoreado durante los meses de enero a junio del año 2022 en los cuatro puntos de monitoreos. La temperatura media del humedal Mantagua fue de 15,88 °C (Tabla 1), con un máximo registrado de 21,14 °C (febrero) y un mínimo de 11,75°C (abril) (Tabla 2). No hubo diferencias significativas para la variable de temperatura versus la registrada para el año 2021 la cual tuvo una media 16,75 °C. Los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron sobre el rango mínimo exigido por la ley NCh 1333 Of. 78 (> 5 mg/L O<sub>2</sub>) con una media en 8,25 mg/L O<sub>2</sub>, un valor máximo registrado de 14,32 mg/L O<sub>2</sub> en el mes de abril, en el sitio de monitoreo Man\_3 y un mínimo de 1,44 mg/L O<sub>2</sub> en el mes de mayo, en el sitio Man\_1 (Tabla 2). La media de oxígeno disuelto para el año 2021 fue de 9,24 mg/L O<sub>2</sub>, si bien para el año 2022 se registró un menor valor, este se encuentra dentro del rango para la sobrevivencia de la vida acuática.

Los sitios de monitoreo Man\_1 y Man\_2 registraron valores por debajo de los 5 mg/L O<sub>2</sub>, el sitio Man\_1 fue el sitio que presentó más baja concentración de oxígeno en los 6 meses de monitoreo, siendo el mes de mayo el que registró menor valor, con una concentración de 1,44 mg/L O<sub>2</sub> (Tabla 2), este sitio presenta vegetación flotante y sumergida lo que hace que penetre menos luz, lo que impacta directamente en la concentración de oxígeno disponible en el agua. El oxígeno disuelto en el agua es fundamental para la existencia de la mayoría de los organismos acuáticos, la concentración de oxígeno es un indicador importante de la calidad de agua.

Tabla 1. Estadísticos parámetros físico-químicos humedal Mantagua año 2022

Estadístico	% SO	CE $\mu\text{S/cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	Salinidad (PSU)
Mínimo	5,370	1021	1,44	7,28	493	11,75	0,50
Máximo	143,000	11.700	14,32	9,35	5851	21,14	6,70
Mediana	77,893	4117,33	7,47	8,11	1865	15,26	1,94
Media	69,842	4729,43	7,03	8,25	2448,50	15,88	2,75
Desviación típica (n-1)	36,995	3864,85	3,26	0,73	2118,80	3,013	2,48

%SO: Porcentaje de saturación de oxígeno, CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto, SST: Sólidos suspendidos totales, T: Temperatura.

De acuerdo con las mediciones las aguas del humedal Mantagua presentan características alcalinas, la media del pH fue de 8,25 unidades de pH (Tabla 1), con un máximo registrado de 9,35 en el mes de abril en el sitio Man\_3 y un mínimo de 7,28 en el mes de marzo en el sitio Man\_1. No hubo diferencias significativas entre la media registrada para el año 2021 (8,41 unidades de pH) y la registrada para la campaña 2022. El pH de la mayoría de las aguas naturales está entre el rango de 6.0 y 8.5. En esos niveles se desarrolla la mayoría de los seres vivos acuáticos, ya sean vegetales o animales (CONAF, 2016).

La salinidad tuvo una media de 2,75 psu (Tabla 1), un poco más baja que la registrada en el año 2021 que fue de 4,03 psu, tuvo un máximo de 6,70 psu en el mes de febrero en el sitio Man\_3 y un mínimo de 0,50 psu en el mes de abril en el sitio Man\_1 (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros físico-químicos humedal Mantagua meses enero a junio 2022

Sitio	% SO	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	Salinidad (PSU)	
Man_1	32,9	1098	3,00	7,41	549	17,18	0,55	Enero
Man_2	41,6	1280	3,89	7,37	640	18,39	0,64	
Man_3	80,7	11390	6,92	9,08	5698	20,85	6,51	
Man_4	83,6	6339	7,35	9,19	3169	20,65	3,47	
Man_1	53,4	1090	5,11	8,06	545	17,20	0,54	Febrero
Man_2	60,9	1206	9,29	7,51	603	16,82	0,6	
Man_3	119,5	11.700	10,13	9,22	5851	20,99	6,7	
Man_4	88,6	6514	7,71	8,7	3257	21,14	3,57	
Man_1	36,67	1021	3,7	7,29	510,17	15,64	0,51	Marzo
Man_2	80,39	1144,34	7,9	7,64	571,84	15,81	0,57	
Man_3	116,62	11.447	10,65	9,11	5726	18,01	6,56	
Man_4	105,75	6428,84	9,805	8,62	3214	18,06	3,56	
Man_1	36,5	1299	3,65	7,61	503	12,55	0,50	Abril
Man_2	75,4	1427	7,60	8,15	567	11,75	0,56	
Man_3	143,0	9909	14,32	9,35	5368	14,89	6,32	
Man_4	99,8	6428	9,98	8,40	3217	14,29	3,55	
Man_1	5,4	1181	1,44	7,35	499	13,39	0,50	Mayo
Man_2	21,6	1263	2,16	7,87	563,66	13,10	0,56	
Man_3	98,7	8852	9,87	9,23	5252	14,54	6,28	
Man_4	82,9	6257	8,29	8,41	3126,67	14,87	3,53	
Man_1	11,3	1198	5,93	7,57	493	12,10	0,50	Junio
Man_2	39,9	2438,67	3,99	7,76	560,33	12,82	0,55	
Man_3	109,9	6800	10,99	9,11	5190,33	12,75	6,13	
Man_4	51,1	5796	5,11	7,88	3090	13,47	3,24	

%SO: Porcentaje de saturación de oxígeno, CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto, SST: Sólidos suspendidos totales, T: Temperatura. En un humedal, la conductividad eléctrica estima el nivel de la salinidad, que, a su vez, afecta la existencia de toda la biota (CONAF,2016), la media de la conductividad eléctrica para el primer semestre del año 2022 fue de 4729,43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tabla 1), con un máximo registrado 11.700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el mes de febrero en el sitio de monitoreo Man\_3 y un mínimo de 1021  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el mes de marzo, sitio Man\_1 (Tabla 2). El sitio de monitoreo Man\_3 fue el que registro mayor valor de salinidad, por sobre los 6,0 psu, lo que explicaría también el mayor registro de conductividad eléctrica para este sitio en los seis meses de monitoreo. La conductividad nos puede alertar sobre la presencia de una zona de contaminación, por ejemplo, alrededor de efluentes y descargas de aguas residuales, el grado de influencia que pueden tener las aguas de escorrentía, pero además estas variaciones pueden estar sujetas a la influencia marina en humedales costeros, los que pueden presentar altas concentraciones de sales producto de la subida de la marea durante el día (CONAF,2016).

Los sólidos suspendidos totales presentaron una media de 2448,50 ppt (Tabla 1), registrando un máximo de 5851 ppt en el mes de febrero en el sitio Man\_3 y un mínimo de 493 ppt en el mes de junio en el sitio Man\_1 (Tabla 2). El sitio de monitoreo Man\_3 fue el que registro mayor valor de salinidad, por sobre los 6,0 psu, lo que explicaría también el mayor registro de conductividad eléctrica para este sitio en los seis meses de monitoreo.

### 2.3 Piloto Cáhuil

El humedal Laguna de Cáhuil se ubica en la comuna de Pichilemu, a unos 15 kilómetros al sur del centro de la ciudad, emplazado en la localidad de Cáhuil, un poblado rural donde destaca la actividad ancestral de extracción de sal de mar, así como la producción de ostras y choro zapatos. Es un humedal es de aguas mixtas, ya que nace en la desembocadura del estero Nilahue y por el oeste se mezcla con el mar por la apertura de la boca hacia el océano pacífico.

Los monitoreos se realizaron entre los meses de febrero a abril del año 2022, los parámetros físico-químicos del agua fueron medidos por medio una sonda multiparámetro en cada uno de los cinco puntos de muestro, registrando *in situ* el valor de cada uno de ellos. Los parámetros medidos para el piloto de Cáhuil fueron Temperatura (C°), Saturación de oxígeno (%), Oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades de pH), Salinidad (psu), Sólidos suspendidos totales (mg/L) y Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La delimitación del área del humedal y sus puntos de monitoreo se muestran en la figura 3.



Figura 3. Delimitación área humedal Cáhuil y sus puntos de monitoreo.

### 2.3.1 Parámetros físico-químicos

El humedal Cáhuil fue monitoreado durante los meses de febrero, marzo y abril en los cinco puntos de monitoreos. La temperatura media del humedal Cáhuil fue de 19,85 °C (Tabla 1), con un máximo registrado de 24,40 °C (febrero) y un mínimo de 15,66°C (abril) (Tabla 2). La temperatura media registrada en el segundo semestre del año 2021 fue de 15,88 °C, 4°C menos que la registrada en el primer semestre del año 2022, se debe resaltar que la temperatura del agua va cambiando de acuerdo con la hora del día en la que se tomó la muestra, la estación del año y puede estar sujeta a la actividad biótica que presente el cuerpo de agua en el momento del registro del parámetro.

Los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron sobre el rango mínimo exigido por la ley NCh 1333 Of. 78 (> 5 mg/L O<sub>2</sub>) con una media de 8,52 mg/L O<sub>2</sub> para aguas destinadas a vida acuática, con un máximo de 14,94 mg/L O<sub>2</sub> registrado en el sitio de monitoreo Cah\_5 (abril) y un mínimo de 4,72 mg/L O<sub>2</sub> en el sitio Cah\_1 (febrero), único registro bajo el rango exigido por la ley (Tabla 2). No hubo diferencias significativas en el registro de oxígeno disuelto entre el segundo semestre 2021 y el primer semestre 2022, ya que la media registrada de oxígeno disuelto para el semestre 2021 fue de 8,22 mg/L O<sub>2</sub>. La medición de la temperatura y el oxígeno disuelto son importantes ya que estos influyen en la mayoría de los procesos vitales de los organismos, así como en variados factores abióticos del ecosistema (Betancourt et al., 2009).

Tabla 1: Estadísticos parámetros físico-químicos humedal Cáhuil año 2022

Estadístico	% SO	CE $\mu\text{S/cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	Salinidad (PSU)
Mínimo	52,20	313	4,72	7,31	156	15,66	0,15
Máximo	170,20	30.505	14,94	9,84	15.256	24,40	19,17
Mediana	93,40	24.410	7,55	9,00	12.210	19,73	14,89
Media	99,05	16.009	8,52	8,71	8005	19,85	9,84
Desviación típica (n-1)	33,53	13.261	2,82	0,87	6631	2,73	8,23

%SO: Porcentaje de saturación de oxígeno, CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto, SST: Sólidos suspendidos totales, T: Temperatura.

El % de saturación de oxígeno tuvo una media de 99,05 %, un mínimo de 52,20% en el sitio de monitoreo Cah\_1 (febrero) y un máximo de 170,20 % en el sitio Cah\_5 (abril) este último valor nos indica una sobresaturación de oxígeno en el momento de la toma de muestra, esto puede suceder bajo ciertas condiciones, por ejemplo, en lugares donde se aprecian rápidos o cuando las algas crecen y se reproducen, generando concentraciones de oxígeno más rápidamente del que puede ser usado o liberado a la atmósfera.

En promedio las aguas del humedal de Cáhuil se caracterizan como alcalinas, registrándose una media de 8,71 unidades de pH (Tabla 1), con máximo 9,84 en el sitio de monitoreo Cah\_5 (abril) y un mínimo de 7,31 unidades de pH en el sitio Cah\_1 (marzo) (Tabla 2). El pH registrado para el humedal Cáhuil no tuvo diferencias significativas en comparación con los valores registrado en el semestre 2021.

La conductividad eléctrica tuvo una media 16.009  $\mu\text{S/cm}$ , con un máximo de 30.505  $\mu\text{S/cm}$  en el sitio de monitoreo Cah\_5 (mayo) y un mínimo de 313  $\mu\text{S/cm}$  en el sitio Cah\_1 (febrero). La concentración de salinidad tuvo una media de 9,84 psu, un máximo de 19,17 psu en el sitio Cah\_5 (marzo) y un mínimo de 0,15 psu en el sitio Cah\_1 (febrero) (Tabla 2). Estos parámetros están correlacionados de tal forma que, al aumentar la concentración de sales en la columna de agua, aumenta también la conductividad eléctrica.

Tabla 2: Parámetros físico-químicos humedal Cáhuil meses febrero a abril 2022

Sitio	% SO	CE $\mu\text{S/cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	Salinidad (PSU)	
Cah_1	52,2	313	4,72	7,32	156	20,48	0,15	Febrero
Cah_2	76,3	346	6,5	8,37	173	23,54	0,16	
Cah_3	97	22.230	7,55	9,19	11.120	24,4	13,38	
Cah_4	114,2	24.580	8,95	9,37	12.290	23,53	14,95	
Cah_5	90,2	25.480	7,2	9,29	12.740	22,32	15,57	
Cah_1	54,05	564	5,16	7,31	282	17,98	0,28	Marzo
Cah_2	72,85	576,5	6,53	7,94	288,5	20,97	0,28	
Cah_3	89	27.675	7,29	8,99	13.839	20,27	17,22	
Cah_4	115,8	29.500	9,49	8,79	14.751	19,72	18,51	
Cah_5	119,9	30.505	9,84	9,45	15.256	19,61	19,17	
Cah_1	66,8	569	6,65	7,36	284	15,66	0,28	Abril
Cah_2	93,4	578	9,08	8,45	289	16,86	0,28	
Cah_3	127,5	24.410	11,02	9,33	12.210	18,29	14,89	
Cah_4	146,4	26.360	12,87	9,59	13.180	17,02	16,2	
Cah_5	170,2	26.460	14,94	9,84	13.230	17,06	16,27	

Los sólidos suspendidos totales nos indica la cantidad de sólidos presentes en suspensión, esta variable tuvo una media de 8005 ppt (Tabla 1), un máximo de 15.256 ppt en el sitio de monitoreo Cah\_5 (marzo) y un mínimo de 156 ppt en el sitio Cah\_1 (febrero) (Tabla 2). Altas concentraciones de sólidos en suspensión pueden depositarse en el fondo del cuerpo de aguas, cubriendo organismos acuáticos, huevos, o larvas de macroinvertebrados. Este depósito puede impedir la transferencia de oxígeno y resultar en la muerte de los organismos enterrados bajo esta capa.

No se detectaron diferencias significativas de los parámetros medidos entre el monitoreo realizado en el segundo semestre del año 2021 versus el monitoreo del primer semestre del año 2022. La mayor diferencia se dio entre los sitios de monitoreo Cah\_1 y Cah\_5, esto se debe a la localización de cada sitio ya que el primero se encuentra en una zona más alta de la cuenca, con características lólicas y la segunda en una zona con influencia marina (zona estuarina).

## 2.4 Piloto Humedal Rocuant-Andalién

El Sistema Humedal Rocuant (Talcahuano)-Andalién (Penco)-Vasco Da Gama (Hualpén)-Paicaví-Tucapel Bajo (Concepción), se inserta en la Región del Biobío, en la cuenca del Río Andalién y cuenta con una superficie aproximada de 1500 hectáreas. El humedal destaca por ser un ecosistema de alto valor ecológico y por los servicios ecosistémicos que entrega, entre los que destacan: amortiguación de inundaciones, alta productividad y diversidad biológica, protección de litorales ante tsunamis, educación ambiental y esparcimiento, entre otros.

Los monitoreos se realizaron en el mes de febrero, abril y mayo 2022, los parámetros físico-químicos del agua fueron medidos por medio una sonda multiparámetro en cada uno de los siete sitios de monitoreo, registrando *in situ* el valor de cada uno de ellos. Cabe señalar que en el mes de febrero en la estación ROC\_2 no se registraron datos, y los parámetros de Salinidad (psu), Sólidos suspendidos totales (ppt) y Oxígeno disuelto (mg/L) tampoco fueron registrados en el mes de mayo en ninguno de los siete sitios de monitoreo.

Los parámetros medidos para el piloto de Rocuant-Andalién fueron Temperatura (C°), Saturación de oxígeno (%), Oxígeno disuelto (mg/L), pH (unidades de pH), Salinidad (psu), Sólidos suspendidos totales (ppt) y Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La delimitación del área del humedal se muestra en la figura 4.

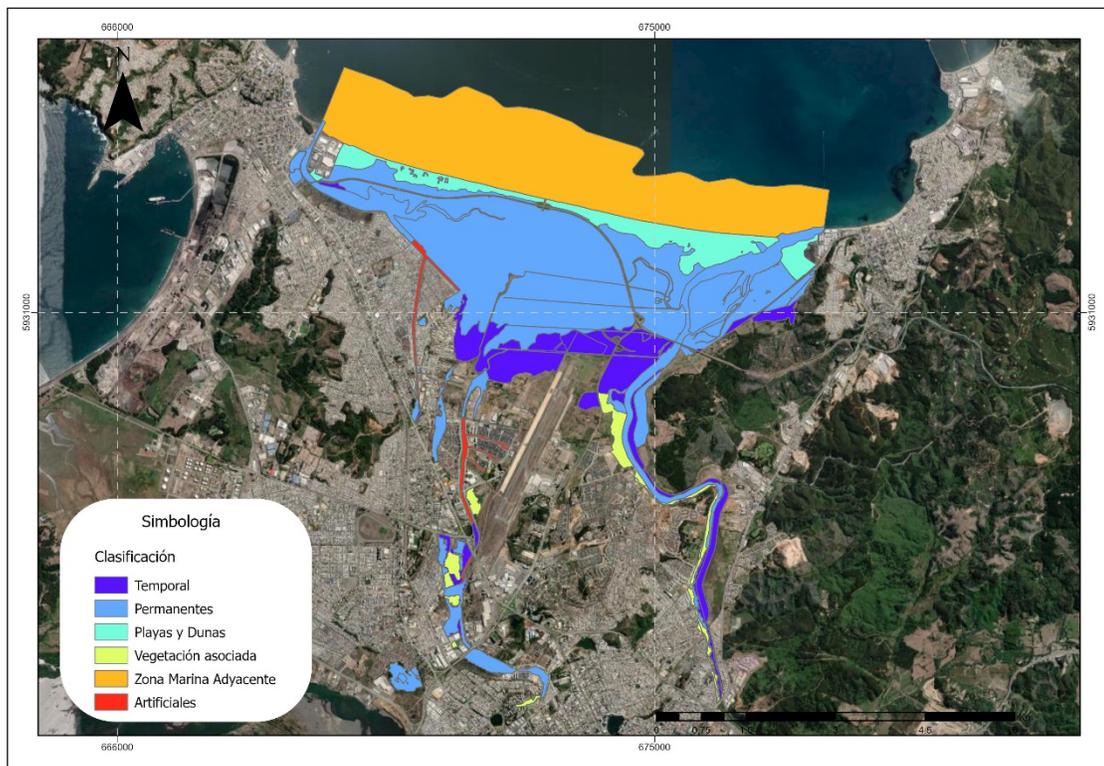


Figura 4. Delimitación área humedal Rocuánt-Andalién

### 2.4.1 Parámetros físico-químicos

La temperatura media del humedal Rocuánt-Andalién fue de 13,7°C (Tabla 1), con un máximo registrado de 21,61°C en el mes de febrero (sitio Roc\_7) y un mínimo de 7,59 °C en el mes de mayo (sitio Roc\_4) (Tabla 2). La temperatura del agua puede disminuir o aumentar dependiendo de variables externas al cuerpo de agua como la estación del año, hora del día, latitud y altitud, etc. Los aumentos sostenidos en el tiempo de la temperatura pueden influir en la disminución de la solubilidad de muchos gases en el agua como el oxígeno, el dióxido de carbono, el nitrógeno y el metano, los cuales son de importancia para el desarrollo de la vida acuática (CONAF, 2016). Los valores de oxígeno disuelto se mantuvieron bajo el rango mínimo exigido por la ley NCh 1333 Of. 78 ( $> 5 \text{ mg/L O}_2$ ) con una media de  $2 \text{ mg/L O}_2$  para aguas destinadas a vida acuática, con un máximo de  $5,62 \text{ mg/L O}_2$  en el mes de febrero (Roc\_1) y un mínimo de  $0,37 \text{ mg/L O}_2$  (Roc\_4) (Tabla 2). La mayoría de los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir y crecer, dependiendo de la especie estas tendrán mayores o menores requerimientos de oxígeno disuelto para su sobrevivencia. La insuficiencia de oxígeno disuelto en el agua puede causar la muerte de adultos y juveniles de especies presente en el sistema acuático, además de problemas en la fisiología, reduciendo el crecimiento y desarrollo de estados juveniles, huevos y larvas.

Tabla 1: Promedio para cada sitio de monitoreo y general del humedal Rocuánt-Andalién.

Humedal Rocuánt	Roc_1	Roc_2	Roc_3	Roc_4	Roc_5	Roc_6	Roc_7	Promedio
Porcentaje SO	25,33	22,55	12,33	8,23	19,67	16,4	16,9	17,34
Conductividad $\mu\text{S/cm}$	298,33	401,5	592,67	387,3	343	18760	27966	6964,12
Oxígeno disuelto (mg/L)	3,77	1,11	1,81	1,17	2,80	1,72	1,815	2,02
pH	7,71	7,29	7,20	7,23	7,35	7,61	7,63	7,43
Sólidos suspendidos totales (PPT)	0,05	0,092	0,27	0,18	0,12	5,38	9,08	2,17
Temperatura (C°)	12,91	11,58	13,87	12,4	13,68	14,79	16,32	13,65
Salinidad (PSU)	0,05	0,09	0,27	0,18	0,12	6,48	11,24	2,63

En promedio las aguas del humedal de Rocuánt-Andalién tienen propiedades más neutras, registrándose una media de 7,43 unidades de pH (Tabla 1), con máximo 8,01 (Roc\_6) en el mes de febrero y un mínimo de 6,98 unidades de pH (Roc\_3) en el mes de abril (Tabla 2). El pH de la mayoría de las aguas naturales está entre el rango de 6,0 y 8,5, rango en el cual se desarrolla la mayoría de los seres vivos acuáticos. La conductividad eléctrica tuvo una media  $6964,12 \mu\text{S/cm}$ , con un máximo de  $47.550 \mu\text{S/cm}$  (Roc\_7) en el mes de mayo y un mínimo de  $0 \mu\text{S/cm}$  (Roc\_1) en el mes de febrero (Tabla 2). La conductividad nos proporciona una evaluación de la concentración total de iones disueltos en el agua y puede ser utilizado como un indicador del grado de mineralización del agua.

La concentración de salinidad tuvo una media de 2,63 psu, un máximo de 20,77 psu (Roc\_7) en el mes de febrero y un mínimo de  $3,86 \text{ e}^{-10}$  psu (Roc\_1) en el mes de febrero (Tabla 2). Los sólidos suspendidos totales registrados estuvieron bajo los 0,36 ppt, con un promedio de 2,17 ppt (Tabla 1), cabe destacar que los sólidos suspendidos es el principal responsable de la turbidez del agua, generando cambios en aspectos como el color, sabor y olor de ésta.

La concentración de oxígeno presente en el humedal son bastantes bajas y el porcentaje de saturación de oxígeno registradas están por debajo del 30% (Tabla1), generando características de hipoxia para las comunidades acuáticas presentes. La salinidad y la concentración de sólidos suspendidos totales son bajas lo que no explicaría la baja concentración de oxígeno disuelto medidas. Se recomienda calibrar la sonda cada salida a terreno, elegir un punto de monitoreo que no tenga mayor influencia de estructuras, y al momento de la toma de muestra el sensor debe estar completamente sumergido en la columna de agua.

## 2.5 Piloto Humedal Queule

Los Humedales del río Queule se ubican en la comuna de Toltén, a 130 km aproximadamente de la ciudad de Temuco en la región de La Araucanía. Este ecosistema fue reconocido como un sitio prioritario de conservación de la Biodiversidad en el año 2002 dentro de la estrategia Nacional de Biodiversidad y actualmente es uno de los 5 pilotos del Proyecto GEF denominado “Conservación de humedales costeros de la zona centro sur de Chile” liderado por el Ministerio del Medio Ambiente.

Este Sistema de humedales es considerado de importancia debido a su representatividad ecosistémica, es el hábitat de especies de flora y/o fauna con problemas de conservación y especies endémicas o migratorias, además de proveer variados servicios ecosistémicos (MMA, 2018).

Los monitoreos se realizaron en el mes de enero hasta junio del año 2022, los parámetros físico-químicos del agua fueron medidos por medio una sonda multiparámetro en cada uno de los seis puntos de muestro, registrando *in situ* el valor de cada uno de ellos. Los parámetros medidos para el piloto de humedal Queule fueron Temperatura (C°), Saturación de oxígeno (%), Oxígeno disuelto (ppm), pH (unidades de pH), Sólidos suspendidos totales (ppt) y Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La delimitación del área del humedal y sus puntos de monitoreo se muestran en la figura 5.

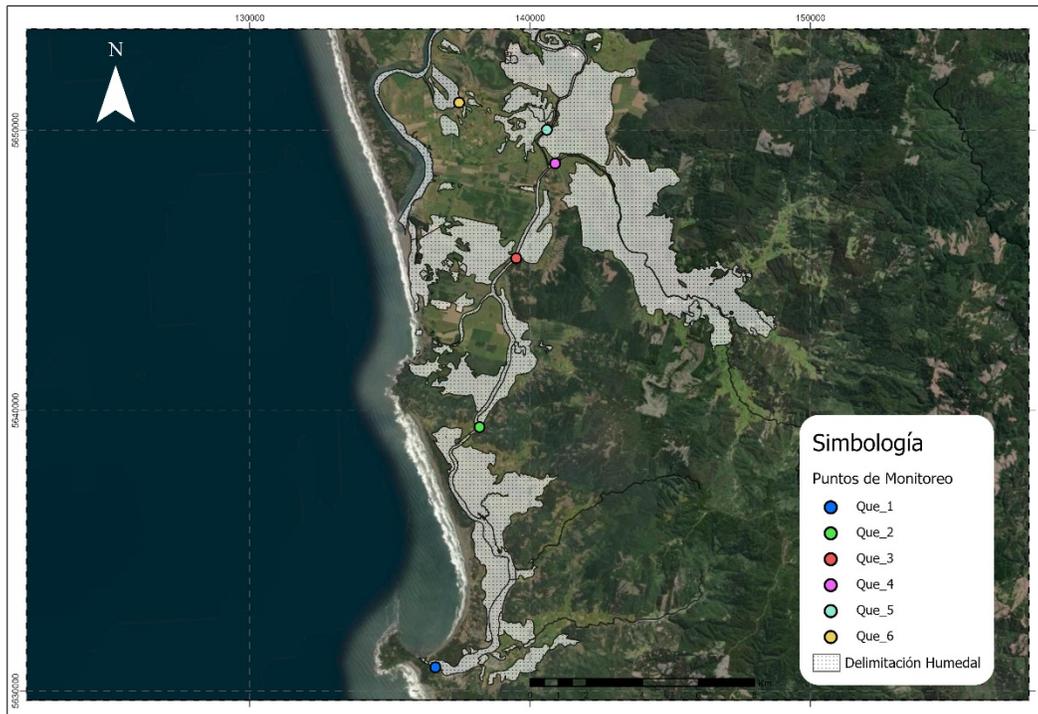


Figura 5. Delimitación área red de humedales río Queule y sus puntos de monitoreo.

### 2.5.1 Parámetros físico-químicos

Se hizo un registro de parámetros físico-químicos para la red de humedales río Queule entre los meses de Enero a Junio en las seis estaciones de muestreo permanente y dos estacionarias, la estadística de esta temporada de mediciones se muestra en la (Tabla 1). La temperatura media para esta temporada de muestreo fue de 14,2 °C, con tendencia a la baja a medida que se avanzaba a la época de otoño. La temperatura máxima registrada fue en el mes de enero con un valor de 23,04 °C y la mínima registrada para el mes junio con 8,8 °C. Un aumento en la temperatura incidirá en un aumento de la evaporación y la volatilización de sustancias desde el agua, incidiendo en la disminución de muchos gases (CONAF, 2016). Además, determinará el crecimiento de bacterias y la proliferación de algas, lo cual llevará a cambios como el aumento de la turbidez y la disminución de oxígeno disuelto en el cuerpo de agua.

Las concentraciones de oxígeno disuelto estuvieron por sobre el rango mínimo exigido por la ley NCh 1333 Of. 78 (> 5 mg/L O<sub>2</sub>) para aguas destinadas a vida acuática, con una media de 7 mg/L (Tabla1), con un máximo de 14,49 mg/L en la estación Que\_1 en el mes de enero y un mínimo de 0,20 mg/L en el mes de marzo en la estación Que\_6. El oxígeno disuelto en el agua proviene mayoritariamente desde la atmósfera, y disminuye a medida que la temperatura y la salinidad aumentan (CONAF, 2016). Conocer el nivel de esta variable es conocer de cierta forma las condiciones de la vida acuática que se desenvuelve en el ambiente, ya que emerge de ciertos procesos bioquímicos y biológicos que ocurren en el agua y que son fundamentales para su existencia (fotosíntesis de macrófitas sumergidas, por ejemplo).

Tabla 1: Estadística Parámetros físico-químicos humedal Queule 2022

Estadístico	%SO	CE μS/cm	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)
Mínimo	0,71	23	0,20	6,37	0,02	8,25
Máximo	175	38940	14,49	8,61	19,47	25,46
Mediana	69,85	46,00	7,87	7,01	0,02	12,48
Media	61,08	2583,13	7,00	7,09	1,45	14,25
Desviación típica (n-1)	43,39	7728,91	4,43	0,46	4,22	4,91

%SO: Porcentaje de saturación de oxígeno, CE: Conductividad eléctrica, OD: Oxígeno disuelto, SST: Sólidos suspendidos totales, T: Temperatura.

El porcentaje de saturación de oxígeno tuvo una media de 61,08% (nivel aceptable), con un mínimo registrado de 0,71% (nivel pobre) y un máximo de 175% (sobresaturada de oxígeno), en la estación Que\_1 y en la estación Que\_3 respectivamente, ambas para el mes de enero. La estación Que\_1 presenta una descarga de aguas residuales posiblemente domiciliarias, esto puede explicar el nivel de saturación en esta zona ya que se pudo apreciar un florecimiento de cianobacterias, las que crecen y se reproducen, generando concentraciones de oxígeno más rápidamente del que puede ser usado o liberado a la atmósfera, provocando así una sobresaturación de oxígeno.

La conductividad eléctrica tuvo un promedio de 2583 μS/cm para el humedal Queule con un valor máximo registrado de 38.940 μS/cm (estación Que\_1) y un mínimo de 23 μS/cm (estación transitoria Que\_2.1) (Tabla 1), ambos para el mes de junio (Tabla 2). La dispersión de los datos fue bastante alta con una desviación típica de 7728,91 μS/cm (Tabla1), lo cual nos explica la tendencia de los datos a estar en un rango de valores más amplio. El valor máximo registrado de la conductividad eléctrica responde al sitio de monitoreo, el cual presenta una fuerte intrusión salina, a medida que se avanza

por la cuenca, distanciándonos de Caleta Queule, estos valores van disminuyendo debido a la menor influencia marina y a la presencia de aguas más dulces.

Tabla 2: Parámetros físico-químicos humedal Cahuil meses enero a junio 2022

Estación	%SO	CE $\mu\text{S/cm}$	OD (mg/L)	pH	SST (PPT)	T (C°)	
Que_1	175	20770	14,49	7,59	10,39	20,71	Enero
Que_2	1,11	56	13	7,56	0,028	23,04	
Que_3	0,71	39	8,3	6,93	0,019	23,04	
Que_4	9,4	38	0,82	7,11	0,019	22,17	
Que_5	12,8	33	1,11	6,73	0,016	22,59	
Que_6	16,2	69	1,33	7,02	0,03455	25,46	
Que_1	8,95	15141,5	0,76	6,64	13,58	17,215	Febrero
Que_2	12,1	1869,5	1,09	6,925	0,9347	20,18	
Que_3	26,15	70	2,495	7,7	0,03509	17,785	
Que_4	22,65	36	2,09	7,475	0,01808	19,17	
Que_5	32,5	33,5	3,015	7,155	0,016865	19,1	
Que_6	69,85	82,5	6,785	6,945	0,041255	16,615	
Que_1	12,3	1932	1,22	7,12	0,966	15,89	Marzo
Que_2	22,7	41	2,26	7,78	0,020	15,99	
Que_3	24,0	45	2,64	6,90	0,023	11,43	
Que_4	38,7	50	3,96	7,01	0,025	14,68	
Que_5	40,6	33	4,26	7,28	0,016	13,54	
Que_6	2,0	74	0,20	6,97	0,037	14,51	
Que_1	115,0	1792	12,43	6,39	0,896	11,87	Abril
Que_2	112,1	43	12,35	6,98	0,021	11,34	
Que_3	108,7	41	11,67	6,67	0,021	12,48	
Que_4	91,4	44	10,16	6,52	0,022	10,99	
Que_5	108,9	39	12,14	6,42	0,020	10,82	
Que_6	117,9	90	12,17	6,60	0,045	14,18	
Que_1	77,2	18510	7,70	7,67	9,258	11,53	Mayo
Que_2	82,3	58	8,94	8,61	0,029	11,86	
Que_3	48,0	46	5,19	7,01	0,023	12,00	
Que_4	89,3	45	9,71	7,08	0,022	11,70	
Que_5	111,3	35	12,47	7,34	0,018	10,41	
Que_6	103,2	70	10,86	7,53	0,035	13,27	
Que_7	114,8	32	13,48	7,00	0,016	8,4	
Que_1	87,6	38940,0	8,3	6,6	19,5	10,5	Junio
Que_2	72,3	55,5	7,9	7,7	0,027	8,5	
Que_2.1	91,6	23,0	10,6	6,4	0,023	9,1	
Que_3	76,1	41,5	8,9	6,9	0,021	8,8	
Que_4	70,7	40,5	8,2	7,1	0,020	8,8	

Que_5	76,2	37,5	9,0	7,1	0,019	8,3	
Que_5.1	36,9	272,5	4,4	6,8	0,117	8,3	
Que_6	63,2	73,5	6,8	7,4	0,037	9,8	

El pH tuvo una media de 7,09 unidades de pH tendiente a la neutralidad, pero se detectaron fluctuaciones con registro de un mínimo de pH de 6,37 en el mes de junio en la estación Que\_2.1 (estación Transitoria) y 8,61 unidades de pH en el mes de mayo en la estación Que\_2 (Tabla 2).

Los sólidos suspendidos totales nos indica la cantidad de sólidos presentes en suspensión, esta variable tuvo una media de 1,45 ppt (Tabla 1), un máximo de 19,47 ppt (Que\_1, Junio) y un mínimo de 0,02 ppt (Que\_2, Marzo,) (Tabla 2). A diferencia del monitoreo realizado en el mes de noviembre 2021, los sólidos suspendidos totales no tuvieron mayor variación, con una desviación típica de 4,22 ppt (Tabla 1). La diferencia en la variación de los sólidos suspendidos totales en ambas campañas se puede deber a varias causas, las condiciones climáticas y la estación del año, la actividad biológica de la columna de agua al momento de la medición y la presencia de algunas descargas de aguas residuales cercanas al punto de monitoreo.

## 2.5.2 Monitoreo de Avifauna

El plan de monitoreo consistió en un muestreo directo, basado en el registro de la avifauna presente en el área, utilizando la técnica de conteo por puntos fijos de observación, desde donde el censador contempla un sector de la superficie específica y registra lo detectado visualmente y mediante vocalizaciones (De la Maza & Bonacic, 2014). El monitoreo se realizó en época de otoño del año 2022, desde las 8:00 am hasta las 16:00 hrs en la primera jornada, y durante la mañana (8:00 am hasta las 12:30 pm) en la segunda jornada. Los censos fueron realizados en condiciones climáticas favorables, sin presencia de lluvia, con el objeto de disminuir errores atribuibles a factores externos. Se determinaron 10 puntos de conteo, con un radio de observación de 50 metros dentro del humedal y 10 m en suelo (Huto et al. 1986; Wilson et al. 1994), sin embargo, también fueron registradas las aves observadas en un radio mayor. El tiempo de observación y registro fue de 30 minutos por cada punto de conteo.

Cabe señalar, que la segunda jornada de censo, consideró un conteo desde una embarcación, la ruta recorrió aproximadamente 800 metros, este método según CONAF (2021) en el reporte de monitoreo de avifauna mensual, indica que permite determinar el número de individuos de especies de menor tamaño y menor abundancia poblacional, así como también contabilizar la presencia de aquellas especies de mayor abundancia pero que, debido a las condiciones geográficas del lugar dificultan el registro en las estaciones fijas.

### 2.5.2.1 Campaña Otoño 2022

Del total de especies identificadas, estas se distribuyeron en 15 órdenes, de las 22 presentes a nivel a nivel nacional, es decir es posible encontrar alrededor del 68% de los órdenes de Chile en el sistema de humedales del río Queule. Se identificaron 32 familias y 55 especies (Anexo 1) con una abundancia de 1901 individuos, a diferencia del monitoreo de la campaña de noviembre 2021, en donde se registraron 10 órdenes, 26 familias y 47 especies, con una abundancia total de

225 individuos. Del total de individuos registrados la especie más abundante fue la Gaviota Cáhuil (*Chroicephalus maculipennis*) con 925 observaciones tanto en los puntos de conteo fijo como en el registro por embarcación, Gaviota Dominicana (*Larus dominicanus*) con 200 observaciones y el Perrito (*Himantopus mexicanus*) con 80 observaciones, ambos registros desde la embarcación. Del total de especies registrada solo *Cygnus melancoryphus* fue categorizado como preocupación menor en el sistema de clasificación de especies, las restantes presentan estado de Preocupación menor.

### 2.5.3 Monitoreo de Peces

El diseño de estudio consideró las seis estaciones utilizadas para la toma de datos de los parámetros físico-químicos y el monitoreo de macroinvertebrados bentónicos, considerando 3 estaciones de muestreo en el cauce principal del río Queule, 2 en sus principales tributarios; río Boldo y Boroa, y uno en la Laguna Patagua, sistema aparentemente desconectado del complejo de humedales del río Queule y conectado al río Toltén. Las 3 localidades del cauce principal, están localizadas desde el tramo de la junta del río Boroa y Boldo, el cual tiene una escasa influencia marina hasta la zona de desembocadura que poseen una alta influencia, considerando un gradiente de salinidad. Los muestreos fueron realizados en la época primavera 2021 y otoño 2022, cabe señalar que para la temporada otoño 2022 se agregaron dos estaciones estacionarias, Laguna Tromén y Puente Esperanza, y una estación permanente Río Boroa Sur.

La metodología solo consideró la zona ribereña en ambientes de hasta 1m de profundidad. Las capturas se realizaron bajo el permiso de pesca de investigación otorgado por la Subsecretaría de Pesca por Resolución Exenta N° E-2020-335 de fecha 22/06/2020. El arte de pesca utilizado para la captura de los individuos fue pesca eléctrica (modelo SAMUS 725 GN) en las localidades de muestreo sin influencia marina, y de red de arrastre de orilla para las que se encontraban bajo la influencia de agua marina. El tiempo de pesca fue variable entre un sitio u otro, entre 30 a 60 minutos aproximadamente dependiendo del área de muestreo.

Una vez capturados los individuos fueron puestos en estanques con agua, con un recambio constante de ésta y un suministro adicional de oxígeno para mantener una temperatura y oxigenación similar a la del río al momento de ser capturados. Posteriormente fueron determinados taxonómicamente hasta nivel de especie, contabilizados, medidos y pesados in situ. Para una manipulación efectiva, que cause el mejor impacto posible en los individuos capturados, se anestesiaron en una dilución de agua con BZ20, anestésico de uso veterinario para peces. Finalmente, todos los individuos fueron devueltos a su hábitat original de captura (Colin et al. 2012).

#### 2.5.3.1 Campaña Primavera 2021

En el área de estudio para la campaña de primavera 2021 fueron registrada 8 especies de peces (Tabla 1), todas nativas, pertenecientes a 6 familias, de las cuales la más representativa fue Galaxiidae cuya especie *Galaxias maculatus* (Puye chico) fue registrada en todos los sitios de muestreo, con una abundancia de 74 individuos, *Brachylaxias bullocki* (Puye rojo) fue registrado en 4 sitios de muestreo (Balsa Nigüe, Puente Ramos, Río Boldo, Río Boroa), con una abundancia total de 77 individuos, *Odontesthes brevianalis* (Cuaque del norte) fue la especie más abundante con 78 individuos registrados pero su presencia estuvo solo en dos sitios de muestreo (Balsa Nigüe y Caleta Queule) (Tabla 2).

Tabla 1. Presencia de las especies registradas en la zona baja de la cuenca del río Queule en cada sitio de muestreo.

Especie	Nombre común	Familia	Origen	Estado de Conservación (MMA)
<i>Brachylaxias bullocki</i>	Puye rojo	Galaxiidae	Nativo	Vulnerable
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Atherinopsinae	Nativo	Fuera de Peligro

<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	Characidae	Nativo	Vulnerable
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	Eleginopsidae	Nativo	Fuera de Peligro
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye chico	Galaxiidae	Nativo	Preocupación menor
<i>Odonthestes brevianalis</i>	Pejerrey de cola corta	Atherinopsinae	Nativo	Vulnerable
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Perciliidae	Nativo	Vulnerable
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Geotriidae	Nativo	Vulnerable

De la totalidad de especies, 5 se encuentran en Estado Vulnerable de Conservación de acuerdo con la clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2021) (Tabla 1), entre ellas el puye rojo una de las especies más frecuente y abundante en el humedal del río Queule de acuerdo con el registro de esta campaña.

Tabla 2. Presencia de las especies registradas en la zona baja de la cuenca del río Queule en cada sitio de muestreo.

Sitio de muestreo	Laguna Patagua	Caleta Queule	Puente Ramos	Río Boldo	Río Boroa	Balsa Nigüe
<i>Brachylaxias bullocki</i>			✓	✓	✓	✓
<i>Basilychthys microlepidotus</i>	✓					
<i>Cheirodon galusdae</i>	✓				✓	
<i>Eleginops maclovinus</i>		✓				
<i>Galaxias maculatus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Odonthestes brevianalis</i>		✓				✓
<i>Percilia gillissi</i>						✓
<i>Geotria australis</i>					✓	

### 2.5.3.2 Campaña Otoño 2022

En el área de estudio para la campaña de otoño 2022 fueron registrada 10 especies de peces (Tabla 1), 8 nativas y 2 introducidas, pertenecientes a 7 familias, de las cuales la más representativa fue Galaxiidae cuya especie *Galaxias maculatus* (Puye chico) fue registrada en 6 de los 9 sitios de muestreo, con una abundancia de 76 individuos y *Brachylaxias bullocki* (Puye rojo), con una abundancia total de 12 individuos, *Basilychthys microlepidotus* (Pejerrey chileno) fue registrado solo en sitio de muestreo (Laguna Patagua) con un abundancia total de 53 individuos (Tabla 2).

Tabla 1. Presencia de las especies registradas en la zona baja de la cuenca del río Queule en cada sitio de muestreo.

Especie	Nombre común	Familia	Origen	Estado de Conservación (MMA)
<i>Brachylaxias bullocki</i>	Puye rojo	Galaxiidae	Nativo	Vulnerable
<i>Basilychthys microlepidotus</i>	Pejerrey chileno	Atherinopsinae	Nativo	Fuera de Peligro
<i>Cheirodon galusdae</i>	Pocha	Characidae	Nativo	Vulnerable
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	Eleginopsidae	Nativo	Fuera de Peligro
<i>Galaxias maculatus</i>	Puye chico	Galaxiidae	Nativo	Preocupación menor
<i>Odonthestes brevianalis</i>	Pejerrey de cola corta	Atherinopsinae	Nativo	Vulnerable
<i>Percilia gillissi</i>	Carmelita	Perciliidae	Nativo	Vulnerable
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Geotriidae	Nativo	Vulnerable
<i>Onchorrhynchus mykiss</i>	Trucha arcoíris	Salmonidae	Introducido	-
<i>Salmo trutta</i>	Trucha café	Salmonidae	Introducido	-

De la totalidad de especies, 5 se encuentran en Estado Vulnerable de Conservación de acuerdo con la clasificación de especies del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2021) (Tabla 1), entre ellas el puye rojo una de las especies más frecuente y abundante en el humedal del río Queule de acuerdo con el registro de esta campaña. En esta campaña de muestreo se registraron dos especies introducidas, *Onchorhynchus mykiss* y *Salmo trutta* en los sitios de muestreo Puente Esperanza y Río Boroa Sur respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Presencia de las especies registradas en la zona baja de la cuenca del río Queule en cada sitio de muestreo.

Sitio de muestreo	Laguna Patagua	Caleta Queule	Puente Ramos	Río Boldo	Río Boroa	Balsa Nigüe	Río Boroa Sur	Puente Esperza	Laguna Tromén
<i>Brachylaxias bullocki</i>			✓	✓	✓	✓	✓		✓
<i>Basilychthys microlepidotus</i>	✓								
<i>Cheirodon galusdae</i>	✓				✓				✓
<i>Eleginops maclovinus</i>		✓							
<i>Geotria australis</i>					✓		✓	✓	
<i>Galaxias maculatus</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
<i>Odonthestes brevipennis</i>		✓				✓			
<i>Onchorhynchus mykiss</i>								✓	
<i>Percilia gillissi</i>						✓	✓		
<i>Salmo trutta</i>							✓		

#### 2.5.4 Monitoreo de Macroinvertebrados bentónicos

El diseño de estudio consideró las seis estaciones utilizadas para la toma de datos de los parámetros físico-químicos, se utilizó una draga Van Veen con un área de muestreo de 400 cm<sup>2</sup> en los sitios de muestreo donde predominaba el sustrato blando o de dureza media como arena, grava o arcilla (Estación caleta Queule, Estación Balsa Nigüe, Estación Laguna Patagua, Estación Puerto Ramos, Estación Boldo y Boroa). La muestra de sustrato fue cernida in situ para eliminar los excedentes y se capturaron los organismos retenidos en la malla del cernidor (apertura de malla de 500 µm aproximadamente). Para los sitios de muestreo que presentan características lóxicas (Río Boroa Sur) la colecta se hizo por medio de una red surber de 30 cm x 30 cm, con una apertura de malla de 500 µm aproximadamente, la cual fue situada en contra de la corriente en el cuerpo de agua por alrededor de 5 minutos. Para complementar ambas metodologías también se utilizó una red de mano para los sitios donde había presencia de vegetación sumergida y flotante, con el objetivo de capturar organismos que estuvieran suspendidos o agarrados de la vegetación.

Los organismos capturados fueron fijados en etanol al 90% y almacenados en frascos plásticos para su posterior análisis. La identificación se hizo utilizando una lupa estereoscópica, con claves taxonómicas de Domínguez & Fernández (2009), identificando a nivel de familia y en algunos casos a nivel clase o subclase.

##### 2.5.4.1 Campaña Otoño 2022

Se identificaron un total de 50 individuos en los siete puntos de muestreo, las cuales se distribuyeron en 4 phylum, 6 clases, 4 órdenes y 5 familias (Tabla 1). Los phylum identificados corresponden a Arthropoda, Annelida y Mollusca.

Tabla 1. Listado de individuos colectados en el muestreo humedal Río Queule, campaña otoño 2022.

Filo	Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Especie
Arthropoda	Malacostraca		Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyaella</i>	* <i>Hyaella cf. chiloensis</i>
Arthropoda	Malacostraca		Amphipoda	Corophiidae	<i>Paracorophium</i>	* <i>Paracorophium hartmannorum</i>
Arthropoda	Malacostraca		Decapoda			
Arthropoda	Malacostraca		Decapoda	Aegliidae	<i>Aegla</i>	
Arthropoda	Insecta		Ephemeroptera	Baetidae		
Annelida	Polychaeta					
Annelida	Clitellata	Oligochaeta				
Annelida	Clitellata	Hirudínea				
Mollusca	Gastropoda		Hygrophila	Chilinae	<i>Chilina</i>	

\*Especies identificadas por curador del Museo Nacional de Historia Natural, Jorge Pérez Schultheiss

En el sitio Caleta Queule se registraron 20 individuos colectados de los cuales 12 pertenecían a la clase Amphípoda (familia Corophiidae, especie *Paracorophium hartmannorum*) y 8 al phylum Annelida, clase Polychaeta. Se ha observado frecuentemente que los poliquetos de las familias Capitellidae, Spionidae y Cirratulidae están presentes en sectores con distintos grados de contaminación orgánica producto de las descargas domésticas (Méndez, 2002). En la estación Caleta Queule existe un ducto de descarga de aguas residuales, en el momento de la muestra, se pudo visibilizar restos de espumas y sustancias tipo detergentes, además de restos de materia orgánica, probablemente materia fecal.

En el sitio de muestreo Balsa-Nigüe hubo 13 organismos colectados, 12 individuos de la clase Amphípoda (familia Corophiidae, especie *Paracorophium hartmannorum*), un individuo de la clase Polychaeta, además se realizó identificación visual *chilina* sp., en el sistema acuático, las cuales fueron identificadas y luego devueltas a sus hábitats. En la estación Laguna Patagua se registraron 8 individuos colectados, todos representantes del phylum Annelida, clase Clitellata, subclase Oligochaeta. En el momento de la toma de la muestra se pudo observar huellas de animales a la orilla de la laguna (perro y caballo) y restos de materia fecal de origen animal. El hecho de que los oligoquetos sean el grupo taxonómico dominante en esta estación podría atribuirse a contaminantes y nutrientes derivados de la actividad agrícola y de vertidos de efluentes residuales en el ecosistema acuático (Martínez-Bastida et al., 2006).

En el sitio de muestreo Puerto Ramos solo hubo un individuo colectado, representante de la familia Clitellata, subclase Hirudínea. Además, se identificaron en terreno individuos de camarón de río en estado juvenil y adulto, representantes de la familia parastacidae, especie *Parastacus nicoleti* e individuos de *Chilina* sp., los cuales fueron identificados y devueltos a su hábitats. En el sitio Río Boroa Sur se colectaron cinco representantes de la familia Baetidae (Orden Ephemeroptera) y dos individuos de la familia Tipulidae (Orden Díptera).

En este sitio también se identificaron ejemplares de camarones de río en estado adulto y juvenil, y *Aegla* sp., los cuales fueron liberados con posterioridad.

En el sitio de muestreo Boldo se registró un individuo colectado, organismo perteneciente a la familia Chilinae (*Chilina* sp.). En el sitio Boroa solo se registró un individuo, perteneciente a la familia Hyallellidae (familia Hyallellidae, especie *Hyaella cf. chiloensis*). Los anfípodos tiene un rol clave como descomponedores de la materia orgánica, y como presas

para aves, peces y macroinvertebrados como insectos acuáticos (Jara et al., 2006). *Hyaella* sp. constituye una fracción significativa de la biomasa animal. Aunque su tasa de renovación no sea muy alta (Wetzel, 1981), facilitan el flujo de energía por la transformación de la energía de epífitas y detritos en material orgánico particulado y biomasa para micro y macro nutrientes (Wen, 1992).

#### 2.5.4.2 Análisis comparativo campaña primavera 2021 y otoño 2022

En la tabla 2 se muestra la comparación entre temporadas de muestreo, en la temporada de primavera (noviembre 2021), se registraron 12 familias y 1 subclase (Hirudínea) 1 clase (Polychaeta), un número menor se registró en la temporada de otoño (mayo 2022) con un total de 6 familias, 2 subclase (Hirudínea y Oligochaeta) y una clase (Polychaeta). El menor número de ejemplares colectados se debe posiblemente a la estación del año en la cual se realizó el monitoreo, ya que diversidades mayores se pueden coleccionar en temporadas de primavera-verano.

Tabla 2. Listado de individuos colectados en primavera 2021 y otoño 2022, en el humedal Río Queule.

Clase	Subclase	Orden	Familia	Género	Campaña primavera 2021	Campaña otoño 2022
Malacostraca		Amphipoda	Hyalidae	<i>Hyaella</i>	x	x
Malacostraca		Amphipoda	Corophiidae	<i>Paracorophium</i>	x	x
Malacostraca		Decapoda				
Malacostraca		Decapoda	Aegidae	<i>Aegla</i>	x	x
Insecta		Ephemeroptera	Baetidae			x
Polychaeta						
Clitellata	Oligochaeta					x
Clitellata	Hirudínea				x	x
Gastropoda		Hygrophila	Chiliniidae	<i>Chilina</i>	x	x
Bivalvia		Sphaeriida	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i>	x	
Insecta		Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i>	x	
Insecta		Ephemeroptera	Oniscigastridae		x	
Insecta		Odonota	Calopterygidae		x	
Insecta		Ephemeroptera	Leptophlebiidae		x	
Insecta		Hemiptera	Corixidae		x	x

Insecta		Diptera	Tipulidae			x
Polychaeta					x	x

En la parte alta de la cuenca del río Queule (Zona Ritrónica) en la estación de muestreo Río Boroa Sur, se observa un hábitat con características asociadas a un ecosistema lótico y los individuos (Baetidae y Tipulidae) son característicos de estos sitios, la calidad de agua asociada a esta estación es buena, presentando una buena oxigenación. Si bien se encuentra dentro de una matriz vegetacional de especies introducidas, el cauce presenta pocas intervenciones.

Desde la estación de muestreo Boroa a Caleta Queule se presenta un cuerpo de agua con características lénticas, fangosos y con mayores intervenciones. En la zona media de la cuenca en las estaciones Boroa, Boldo y Puerto Ramos, se registraron individuos tolerantes y semi tolerantes a la contaminación, compuestos por las familia Hyallelidae, Aeglidae y la subclase Hirudínea en la temporada de otoño. En las estaciones Boroa y Boldo en la temporada de primavera se registró un mayor números de taxas, en la estación Boroa se identificaron las familias Hyallelidae, Oniscigastridae (Orden Ephemeroptera), Leptophlebiidae (orden Ephemeroptera) y Calopterygidae (orden Odonota). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Hyallelidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Oniscigastridae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2 y Calopterygidae un valor de 5, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica. En la estación Boldo se registraron las familias Oniscigastridae (Ephemeroptera), Hydroptilidae (Trichoptera), Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Chilinidae (Hygrophila), Sphaeriidae (Sphaeriida) y Parastacidae (Decapoda). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Chilinidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Oniscigastridae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2, Calopterygidae un valor de 4, Hydroptilidae un valor de 4, Sphaeriidae un valor de 8 y Parastacidae un valor de 6, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica.

Desde el sitio de muestreo Boroa a Caleta Queule se presenta un cuerpo de agua con características lénticas, fangosos y con mayores intervenciones. En la zona baja de la cuenca en las estaciones Balsa Nigue, Laguna Patagua y Caleta Queule, se identificaron taxas tolerantes a la contaminación en la temporada de Otoño, como Oligochaetas, Polychaetas, Hirudíneas, Amphípodos y más sensibles a la contaminación como la familia Chilinidae. En la campaña de primavera en la Laguna Patagua se registró la familia Chilinidae, la subclase Hirudínea, la familia Sphaeriidae, Hyallelidae, y Corixidae (Hemiptera). De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Hyallelidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 8, Chilinidae un valor de 6, Subclase Hirudínea un valor de 10, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica. En la estación Balsa-Nigue también en la temporada primavera se registró la familia Parastacidea, Chilinidae, Aeglidae, Leptophlebiidae, Sphaeriidae y subclase Hirudínea. De acuerdo con Figueroa et al., 2007 la familia Parastacidae presenta un valor de tolerancia a la contaminación de 6, Chilinidae un valor de 6, Subclase Hirudínea un valor de 10, Aeglidae un valor de 3, Leptophlebiidae un valor de 2 y Sphaeriidae un valor de 8, en una escala de 1 a 10, donde 10 es el valor más alto, asociado a contaminación orgánica. En la estación Caleta Queule en la campaña anterior solo se registraron moluscos Bivalvos y de la familia Balanidae, comúnmente llamados Picoroco.

### 3.RECOMENDACIONES

- 1) Recordar realizar la calibración del equipo cada vez que se salga a terreno, cuidando que el sensor esté en óptimas condiciones y las mediciones sean las correctas.
- 2) Evitar situar puntos de muestreo en zonas de difícil acceso o que por características de la zona no se puedan monitorear, por ejemplo, en crecidas de los ríos en época invernal.
- 3) Si la cantidad de puntos de muestreo es demasiada para poder realizar el monitoreo periódico, es aconsejable reducir los puntos de monitoreo, a puntos más representativos y generar la información desde estos datos, privilegiando la calidad más que la cantidad.
- 4) Corroborar que los datos que nos está dando la sonda multiparámetro sean los correctos, haciendo un análisis visual del cuerpo de agua y su entorno.
- 5) Se recomienda incluir una planilla de hábitat para cada punto de monitoreo, con características de la vegetación circundante y actividades que se realicen en las cercanías.
- 6) Para el caso de los monitoreos de diversidad se recomienda poner fechas, sitios y metodología de avistamiento, además de las abundancias encontradas para poder generar los índices de diversidad.

### 4.BILBIOGRAFÍA

Betancourt, C., R. Suarez & Toledo L. 2009. Patrones de distribución temporal de algunas variables físicas y química en el embalse Paso Bonito, Cienfuegos, Cuba. *Limnética* 28 (1): 23–34.

CEA. 2018. “Conservación Integrada de Humedales Costeros del Hotspot de Biodiversidad del Centro Sur de Chile, a Través del Manejo Adaptativo de los Ecosistemas Costeros”. Centro de Ecología Aplicada Ltda. Santiago, Chile

Colin, N., Piedra, P & Habit, E. 2021. Variaciones espaciales y temporales de las comunidades ribereñas de peces en un sistema fluvial no intervenido: Río San Pedro, cuenca del río Valdivia (Chile). *Gayana (Concepc)*, (76): 24–35 pp.

CONAF-Universidad de Chile. 2016. Manual para el establecimiento de programas de monitoreo en humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile. Zamorano C, De la Maza, M., López, M. (editores). Santiago, Chile. 134 pp.

De la Maza M. & Bonacic, C. (Eds.). 2013. Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 194pp.

Domínguez, E & Fernández, H. 2009. Macroinvertebrados sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán, Fundación Miguel Lillo. 654 pp

Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V & Niell, X. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista chilena de historia natural*, 80(2), 225-242. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200008>

Hutto, R.L., Pletschet, S.M. & Hendricks, P. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *Auk* 103:593-607 pp.

Jara C., Rudolph, E & González, E. 2006. Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. *Gayana*, 70: 40-49

Martínez-Bastida, J.J., Arauzo, M & Valladolid, M. 2006. Diagnóstico de la calidad ambiental del río Oja (La Rioja, España) mediante el análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. *Limnetica*, 25(3): 733-744.

Ministerio del Medio Ambiente Chile (MMA). 2018. Sección categorías de especies con problemas de conservación.

Wen, Y.F. 1992. Life history and production of *Hyaella azteca* (Crustacea: Amphipoda) in a hypereutrophic prairie pond in southern Alberta. *Canadian Journal of Zoology*. 70:1417-1424.

Wetzel, R.G. 2001. *Limnology*, 3rd edition. Lake and River Ecosystems Academic Press, New York. USA, pp 850.

Willson M., DeSanto, T., Armesto, J & Sagag, C. 1994. Avian communities of fragmented South- Temperatte rainforests in Chile. *Conservation Biology*, 8(2):508-520 pp.

## 5. ANEXOS

### Anexo 1: Aviafuna Humedal Queule

Phylum	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
Chordata	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho común (hembra)
Chordata	Aves	Passeriformes	Motacillidae	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarin chico
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito
Chordata	Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo
Chordata	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán común
Chordata	Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cistothorus platensis</i>	Chercán de las vegas
Chordata	Aves	Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucao
Chordata	Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete común
Chordata	Aves	Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro
Chordata	Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Phrygilus gayi</i>	Cometocino
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande
Chordata	Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota cáhuil
Chordata	Aves	Charadriiformes	Laridae	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana
Chordata	Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena
Chordata	Aves	Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Pterotochos tarnii</i>	Hued hued
Chordata	Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus barbata</i>	Jilguero
Chordata	Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra

Chordata	Aves	Passeriformes	Emberisidae	<i>Leistes loyca</i>	Loica
Chordata	Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Spatula versicolor</i>	Pato capuchino
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real
Chordata	Aves	Anseriforme	Anatidae	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano
Chordata	Aves	Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Perrito
Chordata	Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Sephanoides sephaniodes</i>	Picaflor
Chordata	Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio
Chordata	Aves	Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Pilpilén
Chordata	Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío
Chordata	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa flavipes</i>	Pitotoy chico
Chordata	Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playero
Chordata	Aves	Passeriformes	Phytotomidae	<i>Phytotoma rara</i>	Rara
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores
Chordata	Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común
Chordata	Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus thenca</i>	Tenca
Chordata	Aves	Furnariidae	Furnariinae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral
Chordata	Aves	Falconiforme	Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque
Chordata	Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza
Chordata	Aves	Passeriformes	Emberisidae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo
Chordata	Aves	Falconiforme	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Traro
Chordata	Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Treile
Chordata	Aves	Passeriformes	Emberisidae	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile

Chordata	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus cinereus</i>	Vari
Chordata	Aves	Passeriformes	Tyranidae	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita
Chordata	Aves	Pelecaniformes	Plalacocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco
Chordata	Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal