

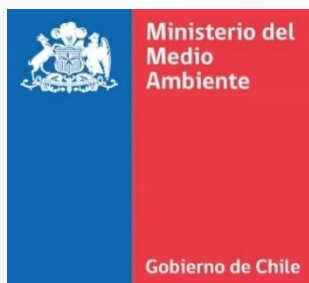
# Informe

## Evaluación de macroinvertebrados del humedal costero de Cáhuil, Pichilemu, Región de O'Higgins

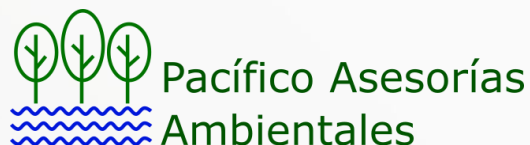
---

Campaña de invierno 2023 y verano 2024

Elaborado para:



Enero, 2024



Preparado a solicitud de:

**Fundación Sendero de Chile**

San Pío X 2460, oficina 706, Comuna de Providencia

Elaborado por:

**Pacífico Asesorías Ambientales SpA**

Avenida Providencia 1208 Of 1603

Providencia, Santiago, CHILE

+56 9 6611 5963

## INDICE

1	ANTECEDENTES.....	5
2	INTRODUCCIÓN.....	6
3	METODOLOGIA.....	7
3.1	Área de estudio .....	7
3.2	Métodos de muestreo macroinvertebrados.....	11
3.2.1	Macroinvertebrados de aguas continentales.....	11
3.2.2	Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF) .....	12
3.2.3	Macroinvertebrados de ambiente marino.....	13
3.3	Índices de biodiversidad .....	14
3.4	Permiso de pesca de investigación.....	15
4	RESULTADOS .....	16
4.1	Campaña de invierno de 2023.....	16
4.1.1	Macroinvertebrados estaciones con influencia marina.....	16
4.1.2	Macroinvertebrados estaciones de aguas continentales.....	19
4.1.3	Índices de biodiversidad macroinvertebrados .....	20
4.1.4	Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF) .....	20
4.2	Campaña de verano de 2024 .....	21
4.2.1	Macroinvertebrados estaciones con influencia marina.....	21
4.2.2	Macroinvertebrados estaciones de aguas continentales.....	24
4.2.3	Índices de biodiversidad macroinvertebrados .....	25
4.2.4	Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF) .....	25
5	CONCLUSIONES .....	26
6	REFERENCIAS .....	28

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Estaciones de muestreo campaña invierno 2023 .....	9
<b>Figura 2:</b> Estaciones de muestreo campaña verano 2024 .....	10
<b>Figura 3:</b> Toma de muestras con draga Van Veen.....	14

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Coordenadas referenciales de las estaciones de muestreo invierno 2023.....	7
<b>Tabla 2:</b> Coordenadas de las estaciones de muestreo verano 2024. ....	8
<b>Tabla 3:</b> Sistema de clasificación de calidad del agua basado en los valores del Índice Biótico de Familias (ChIBF) según Figueroa et al. (2003). ....	12
<b>Tabla 4:</b> Índices ecológicos. ....	15
<b>Tabla 5:</b> Número de individuos de las especies de macroinvertebrados marinos colectados .....	17
<b>Tabla 6:</b> Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados marinos colectados .....	18
<b>Tabla 7:</b> Especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023. ....	19
<b>Tabla 8:</b> Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023. ....	19
<b>Tabla 9:</b> Índices de ecológicos para macroinvertebrados del humedal de Cáhuil. Campaña de invierno 2023. ....	20
<b>Tabla 10:</b> Número de individuos de las especies de macroinvertebrados marinos colectados .....	22
<b>Tabla 11:</b> Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados marinos colectados .....	23
<b>Tabla 12:</b> Especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de verano 2024.....	24
<b>Tabla 13:</b> Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de verano 2024.....	24
<b>Tabla 14:</b> Índices de ecológicos para macroinvertebrados del humedal de Cáhuil. Campaña de verano 2024.....	25

## **1 ANTECEDENTES**

En el marco de la implementación del Proyecto GEFSEC ID: 9766 “Promoviendo la conservación y el manejo sostenible de los humedales costeros y sus cuencas aportante, a través de la mejora en la gestión y planificación de los ecosistemas de borde costero de la zona centro sur de Chile, hotspot de biodiversidad” (o “el Proyecto”), se ha encomendado a Pacífico Asesorías Ambientales SpA la realización de un estudio de macroinvertebrados bentónicos presentes en el humedal laguna Cáhuil. Estos estudios consideran el muestreo en el período de primavera.

El presente informe se presenta en cumplimiento del Objetivo Específico N° 2 de la consultoría.

## **2 INTRODUCCIÓN**

Los ríos costeros chilenos son sistemas fluviales de corta longitud que nacen en su mayoría en la cordillera de la Costa y a diferencia de los ríos andinos, sus caudales son significativamente menores y únicamente de régimen pluvial (Niemeyer 1981).

En el caso del humedal de Cáhuil, este está constituido por la laguna Cáhuil, la que corresponde al desagüe del estero Nilahue, y el estero propiamente tal. Este estero nace en la cordillera de la costa, en la comuna de Rauco, Región del Maule, desde donde recorre aproximadamente 120 km, pasando por las comunas de Hualañé, Lolol y Pumanque, para desembocar al mar finalmente en la localidad de Cáhuil, comuna de Pichilemu. La laguna tiene una longitud aproximada de 9 km, y una marcada dinámica de apertura y cierre de la barrera en función del caudal que aporta el estero Nilahue (MMA 2015), que es mayor en los meses de invierno debido a las precipitaciones (Andrade y Grau, 2005).

Por lo tanto, en el área de estudio se pueden encontrar dos ambientes bien diferenciados. Por una parte, está el estero Nilahue, cuyas aguas son dulces y por otra la laguna de Cáhuil, la cual recibe aportes de agua de mar en función de las mareas y la apertura de la boca, lo cual genera que sus aguas sean de características salinas y por lo tanto albergan a especies propias de ambientes salobres a marinos.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudio

El área de estudio comprendió el humedal costero de Cáhuil, desde su desembocadura hasta el sector de los Bronces. En total se prospectaron 5 estaciones de muestreo. Las tres estaciones más cercanas a la costa (HC-1, HC-2 y HC-3) comprendieron aguas salinas del humedal mientras que las estaciones HC-4 y HC-5 comprendieron a sectores de cabecera del humedal, de agua dulce propiamente continental.

La campaña de monitoreo de invierno de 2023 se realizó el día 1 de agosto de 2023. En la Tabla 1 se pueden observar las coordenadas referenciales de las estaciones de muestreo. En la Figura 2 se pueden observar las estaciones de muestreo.

**Tabla 1:** Coordenadas referenciales de las estaciones de muestreo invierno 2023.

Estación	Descripción	Longitud (E)	Latitud (S)
HC-1	Laguna Cáhuil Boca	222633	6180459
HC-2	Laguna Cáhuil centro	222994	6180019
HC-3	Laguna Cáhuil Barrancas	225590	6177792
HC-4	Sector La Palmilla	227693	6174028
HC-5	Sector El Maqui	231849	6174420

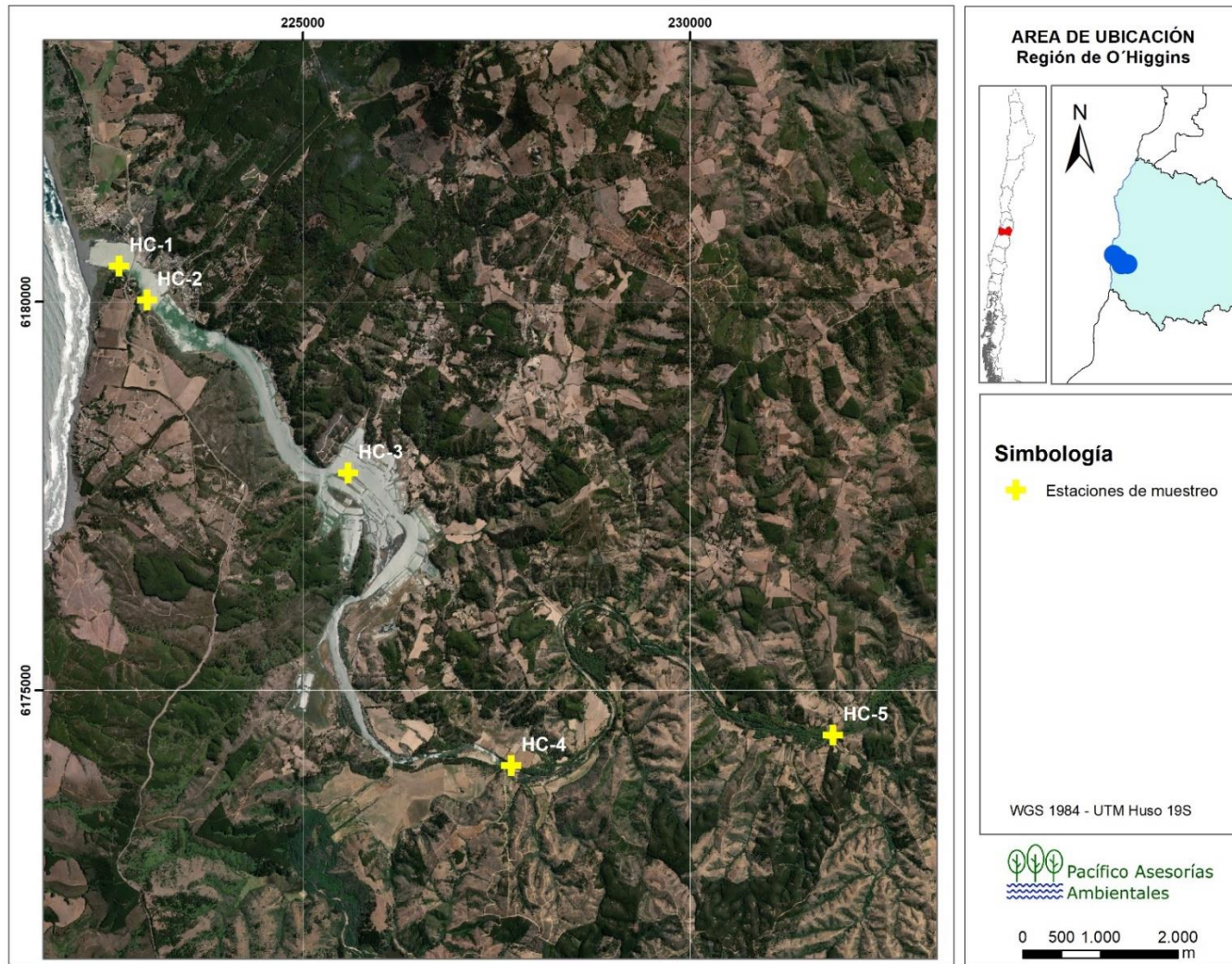
La campaña de monitoreo de verano de 2024 se realizó el día 18 de enero de 2024. En el monitoreo de la campaña de verano no fue posible la recolección de muestras en el sector de La Palmilla. Esto debido a que producto de las intensas lluvias del año pasado hubo arrastres de sedimento que modificaron la configuración del sector, cubriendo el área de muestreo. Además, en el sector se encontraban numerosos turistas por lo que por motivos de seguridad se optó por realizar el monitoreo en el sector de El Bronce.

En la Tabla 2 se pueden observar las coordenadas referenciales de las estaciones de muestreo. En la Figura 2 se pueden observar las estaciones de muestreo.

**Tabla 2:** Coordenadas de las estaciones de muestreo verano 2024.

Estación	Descripción	Longitud (E)	Latitud (S)
HC-1	Laguna Cáhuil Boca	222.633	6.180.459
HC-2	Laguna Cáhuil centro	222.994	6.180.019
HC-3	Laguna Cáhuil Barrancas	225.590	6.177.792
HC-4	Sector El Bronce	227.693	6.174.028
HC-5	Sector El Maqui	225.545	6.175.314





**Figura 1:** Estaciones de muestreo campaña invierno 2023

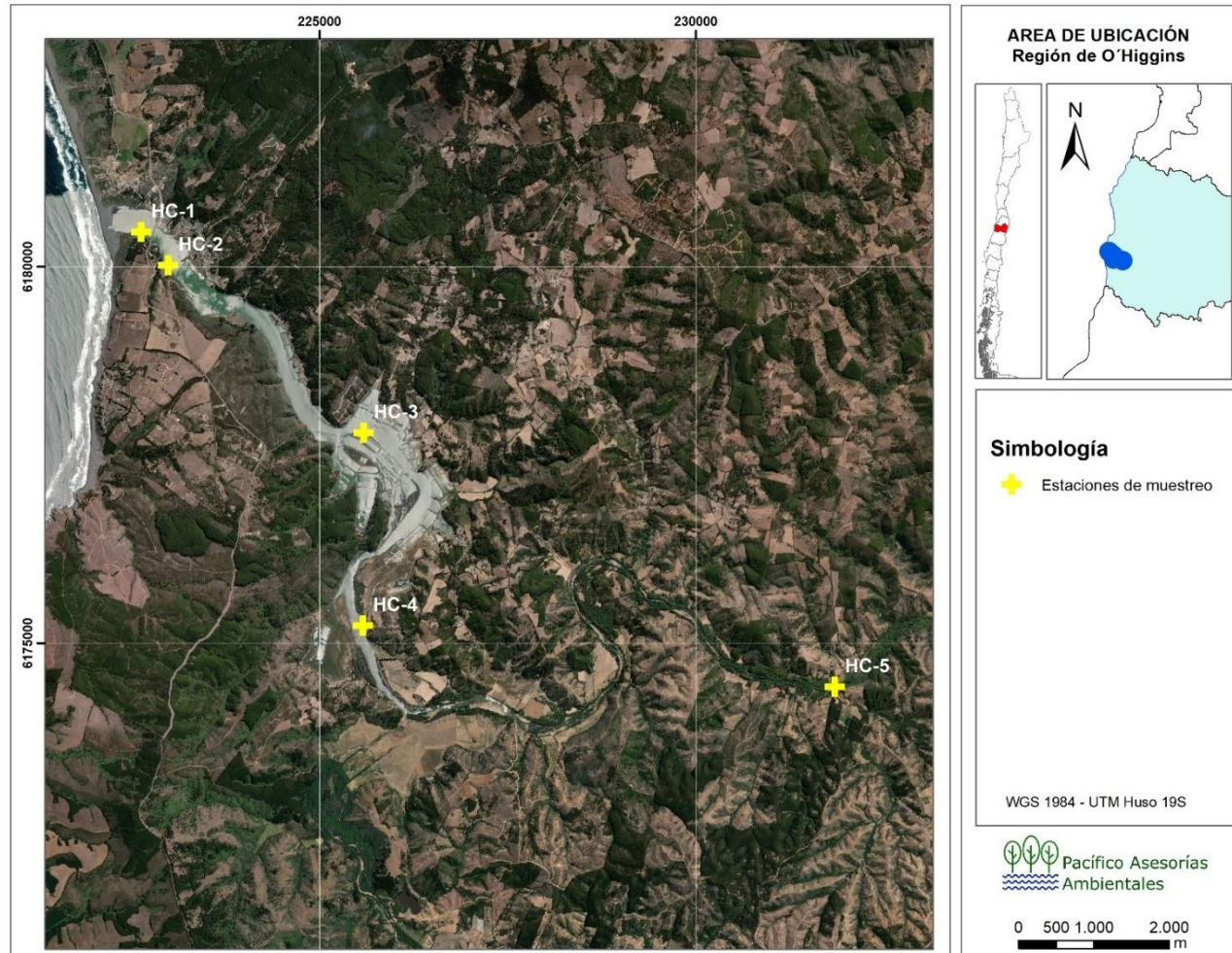


Figura 2: Estaciones de muestreo campaña verano 2024

### **3.2 Métodos de muestreo macroinvertebrados**

Dadas las características del humedal de Cáhuil en cuanto a la salinidad de sus aguas y a las características de los puntos de muestreo, se utilizaron dos técnicas distintas de muestreo. Para las estaciones de muestreo de agua dulce de La Palmilla y El Maqui se utilizó una red Surber. Mientras que, para los puntos de muestreo ubicados en la laguna, con agua de características de ambiente marino y una profundidad de muestreo de entre 1 y 4 m se utilizó una draga Van Veen. A continuación, se detalla cada método.

#### **3.2.1 Macroinvertebrados de aguas continentales**

Para el análisis de los macroinvertebrados de agua dulce se tomaron muestras con una red Surber de 0,3mx0,45m de área y 500  $\mu$ m de luz de malla. Las muestras se tomaron en los habitats más representativos del área de influencia. Según manchas de vegetación, acúmulos de materia orgánica, régimen de velocidad profundidad y heterogeneidad del sustrato. Las muestras se fijaron in situ con formalina al 10%. En laboratorio, los organismos fueron identificados taxonómicamente hasta nivel de familia, registrando su abundancia. La identificación se realizó con una lupa binocular estereoscópica.

### 3.2.2 Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF)

Para determinar el estado ecológico de los cauces de agua se calculó el Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF), el cual contempla el uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del sistema acuático. Este índice biótico clasifica la calidad los cuerpos de agua en razón de la composición y tolerancia de los taxa presentes frente a perturbaciones ambientales. De esta manera, la presencia o ausencia de un grupo y su abundancia se pondera de acuerdo a la sensibilidad que presenta al factor de perturbación que se quiera valorar.

El Índice Biótico de Familias (IBF) fue desarrollado por Chutter (1972) para los ríos de Sudáfrica y modificada por Hilsenhoff (1988) para aguas de climas templados de Norteamérica. Actualmente es uno de los más utilizados por la US EPA. Este índice permite clasificar la calidad del agua en el tramo de un río entre la Clase I (excelente) a Clase V (muy malo) (Tabla 3), sobre la base del tipo de familias presentes en un tramo del río en función de su sensibilidad a la contaminación. La aplicación del IBF en el presente estudio se realizó de acuerdo a la adaptación de Figueroa et al. (2007) para aguas continentales de Chile (ChIBF)

**Tabla 3:** Sistema de clasificación de calidad del agua basado en los valores del Índice Biótico de Familias (ChIBF) según Figueroa et al. (2003).

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

Donde:

$n_i$  = Número de individuos por familia.

$t_i$  = Puntaje de tolerancia asignado a cada familia (Tabla 2).

$N$  = Total de individuos de la muestra.

### **3.2.3 Macroinvertebrados de ambiente marino**

La extracción de las muestras de sedimentos submareales, se efectuó mediante una draga tipo van Veen (0,05 m<sup>2</sup>) (Figura 3). En cada una de las estaciones, se obtuvo una muestra. Cada muestra se envasó en bolsas dobles de polietileno, que fueron etiquetadas y fijadas con formalina diluida en agua de mar al 4 %.

En laboratorio, cada muestra se lavó con agua potable y se cernió sobre un tamiz de 1 mm de luz de malla. Todo el material retenido se fijó en una solución de alcohol etílico al 75%. Posteriormente la fauna encontrada fue separada e identificada al nivel taxonómico más bajo posible mediante una lupa estereoscópica. Los taxa identificados fueron contados y agrupados en categorías taxonómicas.

Con los datos obtenidos, se calculó la abundancia promedio de cada especie, expresado en individuos por metro cuadrado (Ind/m<sup>2</sup>).



**Figura 3:** Toma de muestras con draga Van Veen.

### 3.3 Índices de biodiversidad

Sobre la base de la determinación de diversidad y abundancia de especies, se calcularon los índices que describen mejor las características estructurales de una comunidad y que son los indicados para este tipo de estudios: Diversidad Específica ( $H'$  de Shannon-Weaver), Equitatividad ( $J'$  de Pielou) y Riqueza específica de Margalef. Las fórmulas de cada índice se describen en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Índices ecológicos.

Índices ecológicos	Fórmula	Factores
Biodiversidad Shannon (H')	$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$	S = Riqueza de especies (o número de taxa presentes en la muestra) $p_i$ = Proporción de la $i$ -ésimo taxon en la muestra $\ln$ = Logaritmo natural
Biodiversidad de Margalef (DMg)	$DMg = \frac{(S-1)}{\ln N}$	S = Riqueza de especies (o número de taxa presentes en la muestra) $N$ = Número total de individuos $\ln$ = Logaritmo natural
Uniformidad de Pielou (J')	$J' = \frac{H'}{H'_{Max}}$	$H'$ = Diversidad de Shannon $H'_{máx} = \ln(S)$
Dominancia (D)	$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$	$n_i$ = Abundancia absoluta de la especie $i$ en la muestra $N$ = Abundancia total de todas las especies en la muestra.

### 3.4 Permiso de pesca de investigación

Para la presente campaña Pacífico Asesorías Ambientales SpA tramitó y obtuvo un permiso de pesca de investigación extendido por la Subsecretaría de Pesca, mediante la Resolución Exenta N° E-2022-464 de fecha 16/08/2022, que lo autoriza a realizar pesca de investigación en los cuerpos de agua caracterizados en este estudio.

Este permiso se extendió por 6 meses adicionales por lo que su vigencia es hasta febrero de 2024. El extracto de la resolución, así como la autorización de extensión se incluyen en el Anexo 1 de este documento.

## **4 RESULTADOS**

Los resultados de macroinvertebrados se analizan en dos bloques de datos. Uno corresponde a las muestras obtenidas en las estaciones HC-1, HC-2 y HC-3, las cuales correspondieron a estaciones con características de salinidad próximas al agua de mar, por lo que los ensambles de macroinvertebrados son totalmente diferentes a los de las estaciones HC-4 y HC-5, las cuales son de aguas continentales.

### **4.1 Campaña de invierno de 2023**

#### **4.1.1 Macroinvertebrados estaciones con influencia marina**

Durante la campaña de invierno se recolectaron un total de 12 especies de macroinvertebrados. La estación que aportó una mayor biodiversidad fue HC-1, que presentó un fondo de arena. La estación que presentó una menor diversidad con 3 especies fue la HC-3, que presentó un fondo de fango, aparentemente anóxico, con gran cantidad de materia orgánica en descomposición.



**Tabla 5:** Número de individuos de las especies de macroinvertebrados marinos colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Estaciones			Nº Individ.
					HC-1	HC-2	HC-3	
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Solecurtidae	<i>Tagelus dombeii</i>		4		4
	Gastropoda	Neogastropoda	Columberlidae	<i>Mitrella unifasciata</i>	7	2	4	13
Artropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Caprella sp</i>	1			1
			Ampleliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	4		2	6
			Corophiidae	<i>Corophium sp.</i>		1		1
		Isopoda	Melitidae	<i>Melita gayi</i>	3			3
		Cumacea	-	-			1	1
Annelida	Polichaeta	Capitellida	Maldanidae	-	1			1
			Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>		2		2
		Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris chilensis</i>		1		1
		Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Nephtys impressa</i>	1			1
			Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	2			2
<b>Total</b>					<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>32</b>

**Tabla 6:** Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados marinos colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Ind/m2			Nº Individ.
					HC-1	HC-2	HC-3	
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Solecurtidae	<i>Tagelus dombeii</i>		80		80
	Gastropoda	Neogastropoda	Columberlidae	<i>Mitrella unifasciata</i>	140	40	80	260
Artropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Caprella sp</i>	20			20
			Ampleliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	80		40	120
			Corophiidae	<i>Corophium sp.</i>		20		20
		Isopoda	Melitidae	<i>Melita gayi</i>	60			60
		Cumacea	-	-			20	20
Annelida	Polichaeta	Capitellida	Maldanidae	-	20			20
			Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>		40		40
		Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris chilensis</i>		20		20
		Phyllodocida	Nephtyidae	<i>Nephtys impressa</i>	20			20
			Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	40			40
<b>Total</b>					<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>720</b>

#### 4.1.2 Macroinvertebrados estaciones de aguas continentales

Durante la campaña de invierno se registraron un total de 5 familias pertenecientes 4 órdenes, 2 clases y 2 *phylum* (Tabla 8: Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023.).

En invierno la macrofauna bentónica estuvo dominada por el *phylum* Arthropoda con una densidad de 59,3 ind/m<sup>2</sup>. La estación HC-5 de El Maqui fue la de mayor riqueza y abundancia, contabilizando un total de 4 familias mientras que la estación HC-4 fue la de mayor densidad con un total de 37 ind/m<sup>2</sup>.

**Tabla 7:** Especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo (n)	
				HC-4	HC-5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	2
			Simuliidae	1	
		Trichoptera	Hydropsychidae		1
		Coleoptera	Dytiscidae	2	1
Mollusca	Bivalvia	Prolcoheterodonta	Hyriidae		1
<b>Total Familias</b>				<b>3</b>	<b>4</b>

**Tabla 8:** Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de invierno 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo		Nº Ind/m <sup>2</sup>
				HC-4	HC-5	
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	7,4	14,8	22,2
			Simuliidae	7,4		7,4
		Trichoptera	Hydropsychidae	0,0	7,4	7,4
		Coleoptera	Dytiscidae	14,8	7,4	22,2
Mollusca	Bivalvia	Prolcoheterodonta	Hyriidae		7,4	7,4
<b>Total Familias</b>				<b>3</b>	<b>4</b>	

#### 4.1.3 Índices de biodiversidad macroinvertebrados

El análisis de índices ecológicos se llevó a cabo en dos grupos. Uno para las estaciones HC-1, 2 y 3 y otro para las estaciones de aguas continentales HC-4 y 5.

**Tabla 9:** Índices de ecológicos para macroinvertebrados del humedal de Cahuil. Campaña de invierno 2023.

Índices ecológicos	Aguas marinas (HC-1, 2 y 3)	Aguas continentales (HC-4 y 5)
Riqueza de especies	12	5
Nº Total de individuos	36	9
Dominancia (D)	0,1883	0,2593
Índice de Shannon (H')	2,036	1,465
Índice de Margalef (DMg)	3,07	1,82
Uniformidad de Pielou (J')	0,8194	0,9101

#### 4.1.4 Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF)

El análisis del índice ChIBF se llevó a cabo en las estaciones de aguas continentales HC-4 y 5, ya que este índice no aplica especies de aguas marinas. Para la campaña de invierno, el índice ChIBF para las estaciones de La Palmilla (HC-4) y El Maqui (HC-5) permite clasificar a estos cursos de agua como de calidad Clase III y II, es decir, de regular perturbado y de buena a moderadamente perturbado respectivamente.

Estaciones	ChIBF	Clase
HC-4	5,3	III
HC-5	4,4	II

I	Muy bueno, no perturbado
II	Bueno, moderadamente perturbado
III	Regular, perturbado
IV	Malo, muy perturbado
V	Muy malo, fuertemente perturbado

## **4.2 Campaña de verano de 2024**

### **4.2.1 Macroinvertebrados estaciones con influencia marina**

Durante la campaña de verano se recolectaron un total de 9 especies de macroinvertebrados. La estación que aportó una mayor biodiversidad fue HC-1, que presentó un fondo de arena. La estación que presentó una menor diversidad con 2 especies fue la HC-3, que presentó un fondo misto de arena y fango.

Cabe mencionar que, durante la campaña de verano, la profundidad de la laguna fue mayor que en invierno. La composición del fondo también varió en verano con respecto a invierno, encontrándose mayor cantidad de arena en las estaciones HC2 y HC3 y menor proporción de fango. La arena de estas estaciones es en apariencia similar a la arena de La Palmilla y El Maqui. Por lo tanto, estos cambios se atribuyen al arrastre producido por las lluvias de invierno, que llevaron sedimentos de la parte alta de la cuenca hacia la laguna y además socavaron el fondo de la laguna confiriéndole mayor profundidad.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Estaciones			Nº Individ.
					HC-1	HC-2	HC-3	
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Solecurtidae	<i>Tagelus dombeii</i>			3	3
	Gastropoda	Neogastropoda	Columberlidae	<i>Mitrella unifasciata</i>	3	1		4
Artropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Caprella sp</i>	1			1
			Ampleliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	6			6
		Isopoda	Melitidae	<i>Melita gayi</i>	5			5
		Cumacea	-	-		1		1
Annelida	Polichaeta	Capitellida	Maldanidae	-	1			1
		Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris chilensis</i>	1			1
		Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	1	3	1	5
<b>Total especies</b>					<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>27</b>

**Tabla 10:** Número de individuos de las especies de macroinvertebrados marinos colectados

en el área de estudio. Campaña de verano 2024.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Ind/m2			Nº Individ.
					HC-1	HC-2	HC-3	
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Solecurtidae	<i>Tagelus dombeii</i>			60	60
	Gastropoda	Neogastropoda	Columberlidae	<i>Mitrella unifasciata</i>	60	20		80
Artropoda	Malacostraca	Amphipoda	Caprellidae	<i>Caprella sp</i>	20			20
			Ampleliscidae	<i>Ampelisca sp.</i>	120			120
		Isopoda	Melitidae	<i>Melita gayi</i>	100			100
		Cumacea	-	-		20		20
Annelida	Polichaeta	Capitellida	Maldanidae	-	20			20
		Eunicida	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris chilensis</i>	20			20
		Phyllodocida	Nereididae	<i>Nereis sp.</i>	20	60	20	100
<b>Total especies</b>					<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>540</b>

**Tabla 11:** Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados marinos colectados

en el área de estudio. Campaña de verano 2024.

#### 4.2.2 Macroinvertebrados estaciones de aguas continentales

Durante la campaña de verano se registraron un total de 4 familias pertenecientes 2 órdenes, 2 clases y 2 *phylum* (Tabla 12).

En verano la macroinfauna bentónica estuvo dominada por el *phylum* Arthropoda con una densidad de 44,4 ind/m<sup>2</sup>. La estación HC-5 de El Maqui fue la de mayor riqueza y abundancia, contabilizando un total de 3 familias mientras que la estación HC-4 fue la de menor densidad con un total de 22,2 ind/m<sup>2</sup> (Tabla 13).

**Tabla 12:** Especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de verano 2024.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo	
				HC-4	HC-5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	1	1
			Simuliidae	2	
			Siphonouridae		1
Mollusca	Bivalvia	Prolcoheterodonta	Hyriidae		2
<b>Total Familias</b>				<b>2</b>	<b>3</b>

**Tabla 13:** Densidad poblacional de las especies de macroinvertebrados de agua dulce colectados en el área de estudio. Campaña de verano 2024.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo	
				HC-4	HC-5
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	7,4	7,4
			Simuliidae	14,8	
			Siphonouridae		7,4
Mollusca	Bivalvia	Prolcoheterodonta	Hyriidae		14,8
<b>Total Familias</b>				<b>2</b>	<b>3</b>



#### 4.2.3 Índices de biodiversidad macroinvertebrados

El análisis de índices ecológicos se llevó a cabo en dos grupos. Uno para las estaciones HC-1, 2 y 3 y otro para las estaciones de aguas continentales HC-4 y 5.

**Tabla 14:** Índices de ecológicos para macroinvertebrados del humedal de Cahuil. Campaña de verano 2024.

Índices ecológicos	Aguas marinas (HC-1, 2 y 3)	Aguas continentales (HC-4 y 5)
Riqueza de especies	9	4
Nº Total de individuos	27	7
Dominancia (D)	0,16	0,26
Índice de Shannon (H')	1,97	1,35
Índice de Margalef (DMg)	2,42	1,54
Uniformidad de Pielou (J')	0,89	0,97

#### 4.2.4 Índice Biótico de Familias adaptado para Chile (ChIBF)

El análisis del índice ChIBF se llevó a cabo en las estaciones de aguas continentales HC-4 y 5, ya que este índice no aplica especies de aguas marinas. Para la campaña de verano, el índice ChIBF para las estaciones de El Bronce (HC-4) y El Maqui (HC-5) permite clasificar a estos cursos de agua como de calidad Clase III y I, es decir, de regular perturbado y de muy a no perturbado respectivamente.

Estaciones	ChIBF	Clase
HC-4	6,3	III
HC-5	3,5	I

I	Muy bueno, no perturbado
II	Bueno, moderadamente perturbado
III	Regular, perturbado
IV	Malo, muy perturbado
V	Muy malo, fuertemente perturbado

## 5 CONCLUSIONES

En invierno, para las estaciones de ambientes de agua dulce, se registraron un total de 5 familias pertenecientes 4 órdenes, 2 clases y 2 *phylum*. El punto de monitoreo que aportó una mayor biodiversidad fue el estero El Maqui (HC-5). Durante la campaña de verano tanto la diversidad como el número de individuos fue menor que en invierno. Durante la campaña de verano se registraron un total de 4 familias pertenecientes 2 órdenes, 2 clases y 2 *phylum*

De acuerdo al Índice de Familias adaptado para Chile (ChIBF) las estaciones de aguas continentales evaluadas durante la campaña de invierno presentan características de aguas de Regular a Buena. Estos valores pueden estar relacionados a la baja biodiversidad y abundancia detectadas durante esta campaña. Sin embargo, en verano las características de las aguas se clasificaron de Regular a Muy Buena.

Para las estaciones de aguas salinas, durante la campaña de invierno de 2023 se recolectaron un total de 12 especies de macroinvertebrados. La estación que aportó una mayor biodiversidad fue HC-1, que presentó un fondo de arena. La estación que presentó una menor diversidad con 4 especies fue la HC-3, que presentó un fondo de fango, aparentemente anóxico, con gran cantidad de materia orgánica en descomposición. En verano la diversidad de especies fue menor. Durante la campaña de verano se recolectaron un total de 9 especies de macroinvertebrados. La estación que aportó una mayor biodiversidad fue HC-1, que presentó un fondo de arena. La estación que presentó una menor diversidad con 2 especies fue la HC-3, que presentó un fondo mixto de arena y fango.

Cabe mencionar que, durante la campaña de verano, la profundidad de la laguna fue mayor que en invierno. La composición del fondo también varió en verano con respecto a invierno, encontrándose mayor cantidad de arena en las estaciones HC2 y HC3 y menor proporción de fango. La arena de estas estaciones es en apariencia similar a la arena de La Palmilla y El Maqui. Por lo tanto, estos cambios se atribuyen al arrastre producido por las lluvias de invierno, que llevaron sedimentos de la parte alta de la cuenca hacia la laguna y además socavaron el fondo de la laguna confiriéndole mayor profundidad.

Como recomendación para sucesivos monitoreos de macroinvertebrados bentónicos en las áreas salinas del humedal de Cáhuil y con el fin de evaluar el impacto de las actividades humanas en la laguna, se sugiere aplicar algún índice ecológico. Para este propósito se sugiere realizar un diseño de muestreo de un mayor número de estaciones con réplicas, para así obtener resultados representativos que sirvan de apoyo a los monitoreos de calidad de aguas y sedimentos.

## **6 REFERENCIAS**

Andrade, B.; Grau, S., (2005). “La Laguna Cahuil, un ejemplo de estuario estacional en Chile Central”. Revista de Geografía, Norte Grande N° 33. Pontificia Universidad Católica de Chile. Pp 59- 72. Chile

MMA (2015). Diagnóstico ambiental a partir de la estructura y funcionamiento del humedal Cáhuil.

# **ANEXO 1**

## **PERMISO DE PESCA DE INVESTIGACIÓN**

REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO  
SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA

CASILLA 100-V  
VALPARAÍSO



MODIFICA RESOLUCIÓN EXENTA E-2022-464, DE ESTA SUBSECRETARÍA.

(EXTRACTO)

Por Resolución Exenta N° **1630**  
de esta Subsecretaría, modifícase el Resuelvo 3º de la Resolución Exenta E-2022-464, que autorizó a Pacífico Asesorías Ambientales SpA, para efectuar una pesca de investigación, de conformidad con el Proyecto denominado "MONITOREO LIMNOLÓGICO EN LA LAGUNA CÁHUIL, REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS", en el sentido de señalar que el estudio se extenderá hasta el 14 de febrero de 2024, inclusive.

El texto íntegro de la presente resolución se publicará en los sitios de dominio electrónico de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

  
  
PAULO SEPÚLVEDA SEPÚLVEDA  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura (S)

VALPARAÍSO, 28 JUL 2023



**Verificación del Documento:**

- Id del Documento: 14507
- Código de verificación: 08941491812
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

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

**AUTORIZA A PACÍFICO ASESORÍAS AMBIENTALES SPA PARA  
REALIZAR PESCA DE INVESTIGACIÓN QUE INDICA  
(EXTRACTO)**

Por resolución exenta N° E-2022-464 de fecha 16/08/2022 de esta Subsecretaría, autorizase a Pacífico Asesorías Ambientales SpA para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del proyecto **"MONITOREO LIMNOLÓGICO EN LA LAGUNA CÁHUIL, REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS"**.

El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza consiste en realizar una caracterización de especies de fauna íctica en categorías de conservación y macroinvertebrados en la laguna Cáhuil en Pichilemu, Región de O'Higgins.

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 N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, y se desarrollará en el humedal de Cáhuil y laguna Cáhuil, Comuna de Pichilemu, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

La peticionaria designa como personas responsables, de la presente pesca de investigación, a don Jon Mendieta Blanco y doña Carla Salinas Silva.

VALPARAÍSO,

  
  
JULIO SALAS GUTIERREZ  
Subsecretario de Pesca y Acuicultura