

INFORME FINAL

LEVANTAMIENTO, SISTEMATIZACIÓN Y ELABORACIÓN DE
INFORMACIÓN PARA DISEÑO DE PROPUESTA DE FIGURA DE
PROTECCIÓN DEL SECTOR DENOMINADO HUMEDAL CALABOZO,
COMUNA DE CORONEL, REGIÓN DE BIOBÍO

Licitación ID: 613419-4-LE20



Diciembre, 2020

EQUIPO

Jefa técnica del proyecto: Vivianne Claramunt Torche (Ing. Recursos Naturales Renovables, UCH).

Coordinador de proyecto y área sociocultural: Rodrigo Guerrero Rojas (Antropólogo social, UCH; Mg. en Geografía, UCH).

Área flora: Luis Faúndez Yancas (Ing. Agrónomo, UCH; Mg. (c) en Ciencias, UCH) y Natalia Neira Silva (Ing. En Recursos Naturales Renovables, UCH).

Área Fauna: Jorge Abarca Díaz (Lic. en Ciencias Ambientales, UCH; Ing. en Recursos Naturales Renovables, UCH).

Área limnología: Esteban Abrigo González (Lic. en Biología, PUCV; Dr. (c) Gestión y Conservación de la Biodiversidad, UST).

Análisis remoto, cartografías y sistema hídrico: Andrés Vivallo Speer (Ing. en Recursos Naturales Renovables, UCH).

EQUIPO.....	2
PRESENTACIÓN.....	4
OBJETIVO.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
SECCIÓN 1. ANTECEDENTES.....	6
SECCIÓN 2. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL.....	16
METODOLOGÍA.....	16
RESULTADOS.....	19
SECCIÓN 3. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y VEGETACIÓN.....	35
METODOLOGÍA.....	35
RESULTADOS.....	37
SECCIÓN 4. CARACTERIZACIÓN DE FAUNA.....	46
METODOLOGÍA.....	46
RESULTADOS.....	49
SECCIÓN 5. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA.....	59
METODOLOGÍA.....	60
RESULTADOS.....	67
SECCIÓN 6. PROCESO DE PARTICIPACIÓN CON ACTORES CLAVES.....	89
METODOLOGÍA.....	89
RESULTADOS.....	91
SECCIÓN 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL.....	98
SECCIÓN 8. PROPUESTA DE FIGURAS DE PROTECCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL CORONEL.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	105
ANEXOS.....	111
ANEXO 1. ESPECIES POTENCIALES DE FLORA.....	111
ANEXO 2. ESPECIES POTENCIALES DE ANFIBIOS PARA EL HUMEDAL CALABOZO.....	116
ANEXO 3. ESPECIES POTENCIALES DE REPTILES PARA EL HUMEDAL CALABOZO.....	117
ANEXO 4. ESPECIES POTENCIALES DE MAMÍFEROS PARA EL HUMEDAL CALABOZO.....	118
ANEXO 5. ESPECIES POTENCIALES DE AVES PARA EL HUMEDAL CALABOZO.....	119
ANEXO 6. REVISIÓN JURISPRUDENCIA.....	123
ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA.....	133
ANEXO 8. REGISTROS DE ACTIVIDADES PARTICIPATIVAS.....	141

PRESENTACIÓN

De acuerdo a la definición de la Convención RAMSAR (Irán, 1971), los humedales agrupan a una amplia variedad de hábitat acuáticos tales como pantanos, turberas, ríos, lagos, marismas, estuarios, lagunas costeras, etc. Estos varían enormemente como resultado de las diferencias en su hidrología y geomorfología (van der Valk, 2006).

Paulatinamente, como país y como sociedad hemos comenzado a tomar conciencia sobre la importancia de los humedales. Si bien hasta hace muy poco tiempo éstos eran muchas veces entendidos como “pantanos” y desvalorados (Aliste y Musset, 2014), en general, actualmente existe cada vez mayor conciencia acerca de la importancia de estos ecosistemas en términos de la valiosa biodiversidad que soportan y de su rol clave en funciones ecológicas, como por ejemplo en el control del flujo de nutrientes (Esteve et al., 2008). Así, crecientemente valoramos su rol como reguladores de los ciclos hídricos, recargando acuíferos subterráneos y reduciendo -en el entorno costero- el impacto de las crecidas de marea (MMA, 2018a). Por si esto fuera poco, estos ecosistemas frecuentemente se constituyen como un paisaje proclive para la creación de tradiciones culturales (WCS, 2019).

Es en este contexto, durante las últimas décadas se ha evidenciado una importante mejoría en cuanto a la promoción de diferentes estrategias de protección y conservación de estos ecosistemas tan frágiles. Nuestro país firmó en 1981 la Convención Ramsar y progresivamente ha incorporado a los humedales en sus políticas de conservación ambiental. Éste ha sido el caso del “Plan estratégico para la biodiversidad 2010-2020”, la “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030” y, recientemente, del “Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022”. Sin embargo, este año, destaca la promulgación de la Ley de humedales urbanos, que indudablemente significa un hito fundamental en nuestra legislación.

Por su parte, mientras la Región del Biobío representa uno de los polos urbanos más importantes del país, el costo de este desarrollo ha sido logrado a costa de la degradación del medio ambiente (SEREMI MMA, 2017). En este contexto, la acción antrópica de las últimas décadas ha significado que muchos de los humedales costeros del área Concepción Metropolitana se encuentren muy deteriorados y amenazados (Smith y Romero, 2009; Martínez, 2014; Rojas *et al.*, 2015).

El humedal Calabozo, ubicado en las cercanías de la ciudad de Coronel, es un humedal urbano de una superficie estimada de 5,3 km², considerándose el humedal más extenso de la comuna de Coronel y destacando entre los mayores del área metropolitana. El área presenta una amplia variedad de condiciones. El humedal muestra áreas cubiertas de agua de manera temporal y/o permanente, presenta áreas donde la capa freática se encuentra cercana a la superficie y presenta áreas que han sido perturbadas y actualmente secas, las cuales pese a la intervención siguen siendo parte del sistema lacustre. Este humedal es de gran relevancia para la conservación por varias razones: 1.- Provisión de agua para el consumo humano, 2.- Área de recarga del acuífero e importante receptor y controlador hidrológico de caudales provenientes de tres de las cuencas más grandes de la vertiente occidental de la Cordillera en la comuna, 3.- Conectividad y rol en la conservación de humedales estero Villa Mora y Humedal boca Maule, 4.- Conservación de la biodiversidad, 5.- Valor paisajístico y belleza escénica. Dicha área pese a su interés en conservación, no está exenta de amenazas, encontrándose fragmentada por el paso de la Ruta 160, intervenida por la modificación de cauces aguas abajo asociadas a la expansión urbana, además de ser utilizado para fines agropecuarios y forestales, y por el relleno.

Por estos motivos la Corporación CIEM Aconcagua, ONG dedicada a promover procesos de conservación ambiental comunitaria, presentamos con mucha emoción los resultados del proyecto “Levantamiento, sistematización y elaboración de información para diseño de propuesta de figura de protección del sector denominado Humedal Calabozo, Comuna de Coronel, Región del Biobío”. Como señala este título, el objetivo que nos fue encomendado fue el de reunir y profundizar la información disponible sobre este valioso ecosistema, para poder proponer alternativas para su conservación efectiva.

En consecuencia, durante 5 meses realizamos un trabajo bibliográfico, cartográfico y en terreno que nos permitió detallar los atributos culturales y ecosistémicos de este humedal, dialogando con los diversos actores reunidos en torno a él y, por supuesto, desde una visión sistémica considerando su interconexión con la cuenca que nace en la cordillera de Nahuelbuta hasta su desembocadura en el mar en una red de humedales urbanos.

OBJETIVO

Entregar informe final de sistematización y levantamiento de información del valor en biodiversidad y servicios ecosistémicos del Humedal Calabozo que permita sentar las primeras bases para proponer estrategias de protección y conservación oficial, de acuerdo a lo comprometido en la Licitación ID: 613419-4-LE20.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar, recopilar y sistematizar la información biológica-cultural y espacial existente para el sitio en estudio a través de revisión bibliográfica y levantamiento de información en campo.
2. Desarrollar un proceso de participación con actores claves asociados al territorio propuesto.
3. Proponer alternativas de figuras de protección, a través de instrumentos formales disponibles para la conservación y protección de la biodiversidad y su relación con otros instrumentos

SECCIÓN 1. ANTECEDENTES

La presente sección recopila los antecedentes que se han encontrado para el área de estudio a la fecha, incluyendo estudios previos y cartografías. El contenido de la revisión de antecedentes a entregar en este informe de avance corresponde a: 1.- Antecedentes administrativos; 2.- Antecedentes sociodemográficos; 3.- Antecedentes históricos y 4.- Antecedentes biofísicos.

Antecedentes administrativos

El humedal Calabozo se encuentra ubicado en la Región del Biobío, provincia de Concepción, muy cercano a la ciudad de Coronel, en la comuna del mismo nombre, exactamente entre los 36°59' y 37°2' latitud sur, 73°6' y 73°9' longitud oeste. La superficie estimada del humedal es de 5,3 km² y se inserta en una pequeña cuenca costera que tiene una extensión de 46 km² aproximadamente, en la Figura 1 se aprecia la ubicación geográfica del humedal.

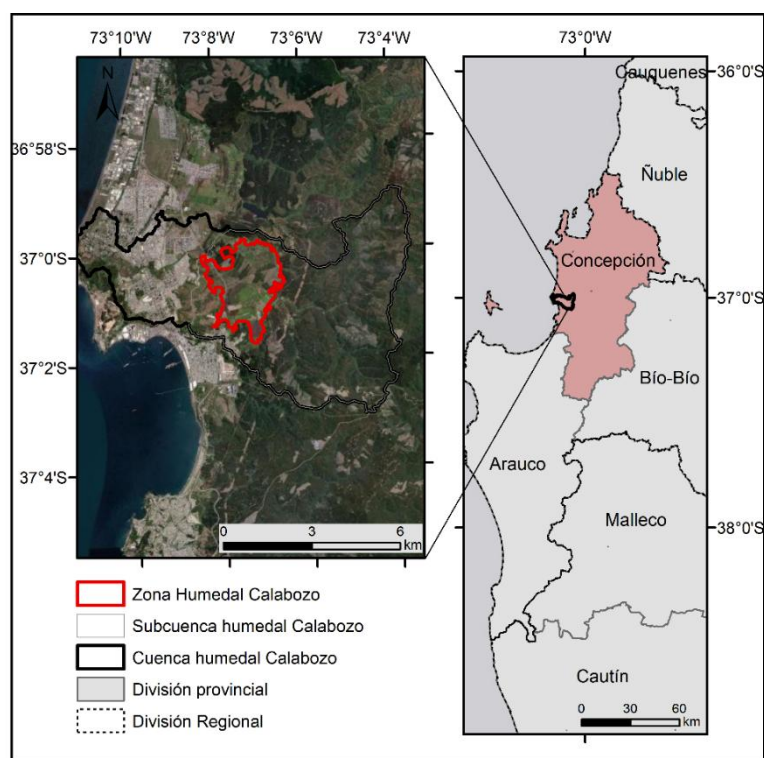


Figura 1. Ubicación humedal Calabozo. Fuente: Elaboración propia.

Antecedentes sociodemográficos

La comuna de Coronel se ubica, entre los meridianos 74° y 72° Longitud Sur y los paralelos 39° y 38° Latitud Sur. Posee una superficie de 279,4 km². Sus fronteras están marcadas por el encuentro con el Océano Pacífico hacia el Oeste, el Río Biobío al Este, las comunas de Lota y Santa Juana al

Sur y con San Pedro de la Paz al Norte. Al localizarse 30 km al Sur de la ciudad de Concepción, forma parte de la denominada “Área Metropolitana del Gran Concepción” e integra así el complejo portero industrial de esta región (Municipalidad de Coronel, 2012).

De acuerdo al Censo del año 2017, en la comuna habitan 116.262 personas, expresando un índice de masculinidad de 92,3%; una media de edad en torno a los 34,6 años; y un 12% de personas que se reconocen como pertenecientes a un pueblo originario. La población censada en el área urbana es del 97,3%, así tan solo un 2,7% de los habitantes reside en sectores rurales¹. Cabe remarcar que el área urbana cubre 99 km, mientras que el área rural alcanza los 180 km (Municipalidad de Coronel, 2012).

Durante el último trimestre del año 2019 la tasa de desocupación de la ciudad de Coronel alcanzó 11 puntos, mientras que la Provincia de Concepción sólo expresó 6.4 puntos para el mismo período². Por otra parte, el año 2015, la comuna de Coronel presentó un 15,8% de población en condiciones de pobreza dimensional (MIDESO, 2018), mientras que la Región del Biobío alcanzó un 16,4%³. Si bien el porcentaje comunal de población que vive en condiciones de pobreza es menor al regional, Coronel padece del “estigma de ciudad pobre” (Municipalidad de Coronel, 2012:16), probablemente por causa de los altos índices de pobreza que se prolongaron desde los tiempos de la minería (Araya, 2018).

Por otra parte, el Plan de Desarrollo Comunal del año 2012 proyectaba para la década pasada la construcción de 15.000 nuevas viviendas en la zona norte de la ciudad (Municipalidad de Coronel, 2012). De hecho, consecuentemente con esta estimación, en el sector nororiente se ha manifestado un “explosivo crecimiento inmobiliario”, describiéndolo de los períodos de crecimiento urbano más relevante en la historia comunal (MMA, 2018b:8).

Antecedentes históricos

Los orígenes de la comuna se remontan al gobierno de Bernardo O’Higgins (1817-1823), cuando se creó el Departamento de Lautaro. En su interior, una de sus subdelegaciones fue Colcura que, a su vez, fue compuesta por tres distritos: Pueblo de Colcura, Pineo y Coronel. Desde sus orígenes, éste último distrito comprendió desde la franja costera de la bahía hasta las faldas occidentales de la cordillera de Nahuelbuta y en su interior se encontraba la Hacienda Coronel (MMA, 2018b).

Luego, el 30 de agosto de 1849, fue fundada la ciudad de Coronel. Eminentemente vinculada a la actividad carbonífera, desde estos tiempos fue considerada un “polo de desarrollo económico para la zona de Arauco” (Araya, 2018:11). Sin embargo, esta fundación sólo fue reconocida *a posteriori*, mediante el Decreto Alcaldicio N°569 del año 1983, que además reconocía al empresario Jorge Rojas Miranda como impulsor de la ciudad. El hito histórico conmemorado fue el contrato de arrendamiento de terrenos emplazados en el sector de Puchoco para fines mineros, fruto del cual se impulsó el asentamiento de familias trabajadoras en la zona, dando por origen a la ciudad de Coronel (Mora y Cofré, 2016).

¹ Resultados Censo 2017 obtenidos de Web diseminación CENSO, INE: <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R08>

² Información obtenida del portal de Estadísticas del Mercado de Trabajo del Instituto Nacional de Estadísticas: <https://stat.ine.cl/?lang=es>

³ Información obtenida del portal de Indicadores Territoriales, según datos obtenidos por el Ministerio de Desarrollo Social mediante la encuesta Casen (2015): http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/indicadores/fichas_regionales_2015.php

En la actualidad, la comuna de Coronel se encuentra al interior de la Provincia de Concepción, que a su vez forma parte de la Región del Biobío. Desde mediados del siglo XIX, Coronel y Lota fueron ciudades identificadas con la extracción de carbón, el cual era obtenido para responder a la demanda de los barcos a vapor extranjeros, pero también de las fundiciones de cobre y de los ferrocarriles nacionales. De este modo, durante este período esta región llegó a imponerse como uno de los “complejos industriales más grandes del país” (Pérez y Catriao, 2010:2). No obstante, la pujanza económica dentro de la nación, al alero de los yacimientos de carbón se mantuvo a los trabajadores bajo deficientes condiciones de vida. Destacaron así, viviendas precarias, condiciones laborales y sanitarias insuficientes, además de salarios bajos, malos tratos constantes e inclusive trabajo infantil (MMA, 2018b).

Durante finales del siglo XX, la otrora pujante industria carbonífera enfrentó una profunda crisis, ocasionada por diversos factores. Mientras el agotamiento de los antiguos yacimientos aumentó los costos de traslado y explotación, el alza de nuevos combustibles de menor costo, como el petróleo, derrumbó la industria local. A esto debe sumarse el cambio del país en sus políticas de desarrollo, que dejaron de incentivar las industrias nacionales (Mora y Cofré, 2016).

En consecuencia, el período iniciado en la década de 1990 es conocido como la “Reconversión laboral” o “Reconversión minera” de Coronel pues para preservar su posición como enclave productivo se incentivó la actividad portuaria, pesquera, forestal y energética. A partir de esta etapa se consolidan nuevos parques industriales, como el Cordón Industrial de Escuadrón, extendiéndose a lo largo de la playa Escuadrón y la bahía de Coronel (MMA, 2018b). Junto a ello, a lo largo de las laderas de la cordillera de Nahuelbuta se expanden monocultivos forestales (Municipalidad de Coronel, 2012) y se redirige la producción de carbón para la industria energética, mediante la instalación de plantas termoeléctricas (Mora y Cofré, 2016:122). Por otro lado, destaca el cambio de impronta de la ciudad, pasando de una identidad minera a una portuaria (Araya, 2018). Sin embargo, este período no sólo significó un cambio en la matriz industrial de desarrollo, sino que incorporó a amplias porciones de mujeres como fuerza de trabajo remunerado (Mora y Cofré, 2016).

Cabe relevar que el desarrollo de la industria carbonífera en Coronel vino aparejado por profundos impactos ambientales, desde vertimientos de residuos productivos sobre las costas hasta la tala del bosque nativo. Entre ellos destaca el esparcido uso doméstico del carbón, que significó la emisión de material particulado sobre el aire, perjudicando su calidad y convirtiéndose en una amenaza para la población local (MMA, 2018b).

Lamentablemente, la falta o desactualización de los instrumentos de planificación territorial ha sido una constante en la zona, por lo que han existido dificultades para ordenar el desarrollo de la ciudad y las industrias, como también para regular los impactos ambientales (MMA, 2018b). Esta situación se prolongó durante la década de 1990, pues las condiciones ambientales de la comuna se deterioraron producto de la instalación de nuevas industrias, especialmente, las centrales termoeléctricas (Municipalidad de Coronel, 2012).

Antecedentes biofísicos

Clima

En el sector costero y laderas occidental de la Cordillera de la Costa de la zona se presenta un clima templado húmedo, con una humedad constante y precipitaciones cercanas a los 1000 mm

por año, estas se concentran en alrededor de un 60% en los meses de invierno, generando inviernos fríos y húmedos y veranos cálidos y secos (DGA, 2004).

Dentro de la cuenca del humedal Calabozo no existen estaciones meteorológicas oficiales. Por lo que se analizan las temperaturas y precipitaciones de nueve estaciones que se encuentran en las cercanías del área de estudio. En la Figura 2 se aprecia la ubicación y el número identificador de las estaciones y en la Tabla 1 el Número identificador, el nombre, la fuente y los datos que se obtuvieron de cada una de las estaciones meteorológicas.

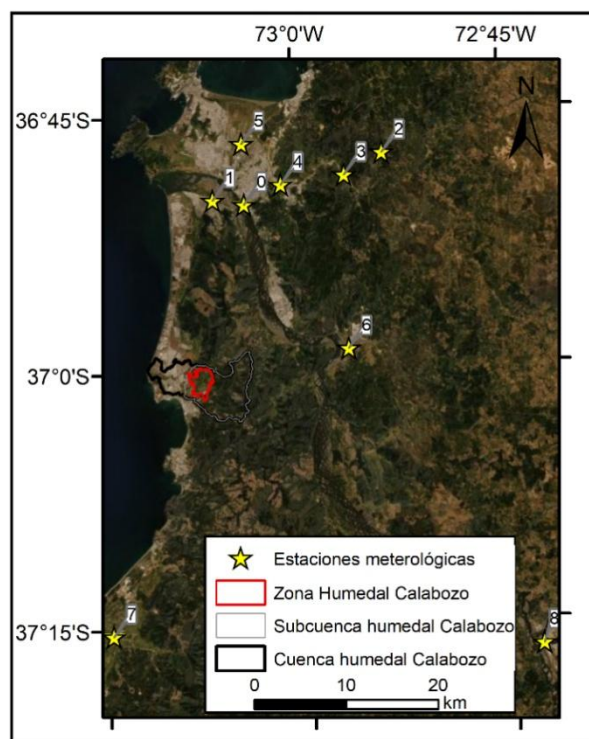


Figura 2. Estaciones meteorológicas analizadas. Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Estaciones meteorológicas

N° identificador	Nombre estación	Fuente	Datos
0	Río Bío Bío en desembocadura	DGA	Precipitación
1	Concepción Dga.	DGA	Precipitación
2	Las pataguas	DGA	Precipitación
3	Andalien	DGA	Precipitación
4	Estero Nonguen frente U. del Bío Bío	DGA	Precipitación

5	Carriel sur Concepción	DMC	Precipitación/Temperatura
6	Estero Hualqui en desembocadura	DGA	Precipitación
7	Caranpangue	DGA	Precipitación
8	Laja	DGA	Precipitación

Fuente: Elaboración propia

Temperaturas

En la Figura 3 se pueden observar las temperaturas medias mensuales de los últimos 30 años, las cuáles fluctúan entre los 6 y 18 °C, la línea de tendencia celeste muestra que no hay una tendencia clara ni a la disminución ni al alza de las temperaturas medias mensuales durante este período de tiempo.

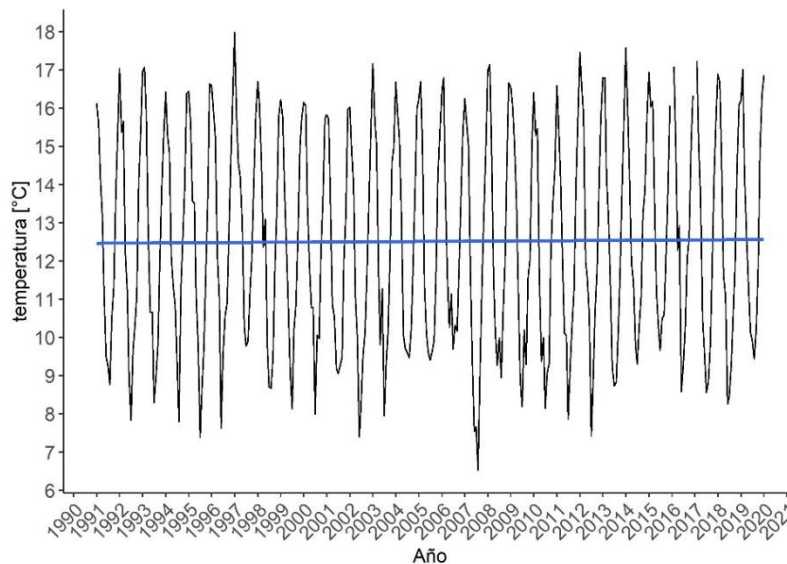


Figura 3. Temperatura media mensual de los últimos 30 años (línea de tendencia en celeste).

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 se observan las temperaturas medias mensuales históricas. En los meses de verano la temperatura promedio se encuentra entre los 15.5 y 16.5°C, mientras que en los meses de invierno va desde los 8.5 a los 9.5 °C. Se puede ver una marcada estacionalidad, en donde los valores más bajos se presentan en los meses de otoño-invierno y en primavera-verano se registran las temperaturas más elevadas.

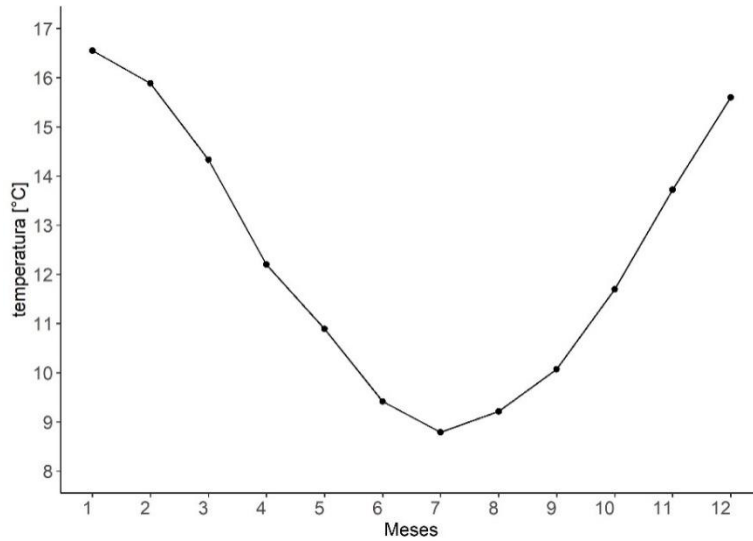


Figura 4. Promedio histórico mensual de temperaturas. Fuente: Elaboración propia

Precipitaciones

En la Figura 5 se pueden observar las precipitaciones acumuladas mensuales de los últimos 30 años, estas fluctúan entre los 0 y 500 mm. A diferencia de las temperaturas en esta variable climática si se puede apreciar una clara tendencia a la disminución durante las últimas tres décadas. Algo interesante es que posterior al año 2007 no se han registrado lluvias mensuales acumuladas superiores a 350 mm, algo que en el pasado se registró en varias ocasiones.

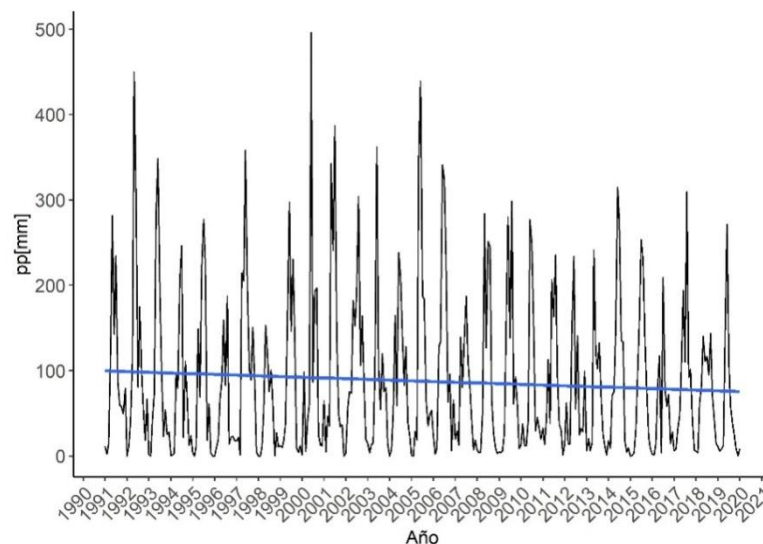


Figura 5. Precipitación media mensual de los últimos 30 años (línea de tendencia en celeste). Fuente: Elaboración propia

Las precipitaciones medias mensuales históricas se pueden observar en la Figura 6 al igual que las temperaturas, esta variable también tiene un comportamiento estacional muy marcado, en los

meses de invierno presentan las precipitaciones de mayor magnitud (150-225 mm), mientras que los meses de verano presentan bajas precipitaciones (0-25 mm).

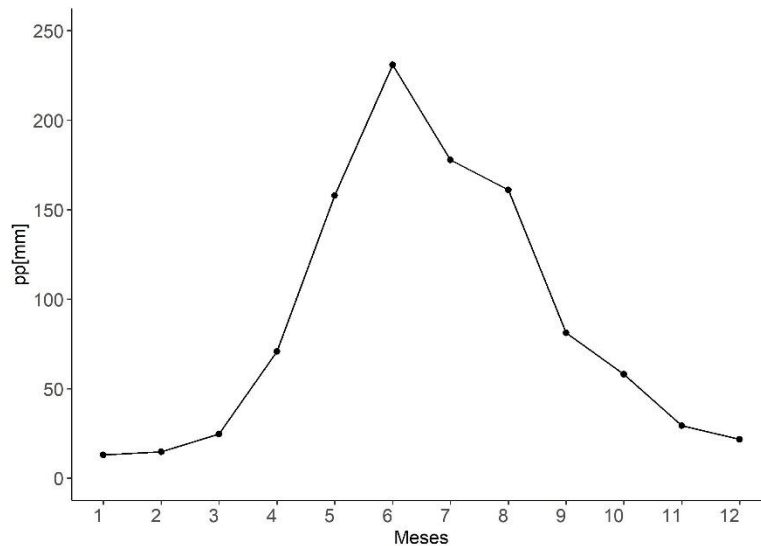


Figura 6. Promedio histórico mensual de precipitaciones. Fuente: Elaboración propia

Geomorfometría e hidrología

No existen estaciones fluviométricas, como tampoco estaciones de niveles de pozo oficiales de la DGA en el área de estudio, por lo que se tuvo a prescindir de estos datos.

Cabe señalar que, desde el 6 de noviembre del año 2018, como consta en la publicación del Diario Oficial Núm. 42.254, la Dirección General de Aguas declaró los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común denominados Coronel Norte y Coronel Sur, en la Región del Biobío, como zonas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas.

En la Figura 7 se aprecian tres variables geomorfométricas de la zona de estudio, el modelo digital de elevación muestra que la altitud del área varía entre los 15 y 535 msnm, además muestra que existen tres valles de importancia que fluyen hacia la zona donde se encuentra el humedal, en cuanto a la exposición del terreno predominan las exposiciones noroeste, suroeste y oeste en las zonas con relieve. Las pendientes varían entre los 0 y 50.5°, se puede observar que las altas y medias pendientes se presentan principalmente en la zona este del área en donde se encuentran los tres principales valles, además de resaltar la gran extensión plana en la parte oeste donde claramente se ubica el humedal Calabozo.

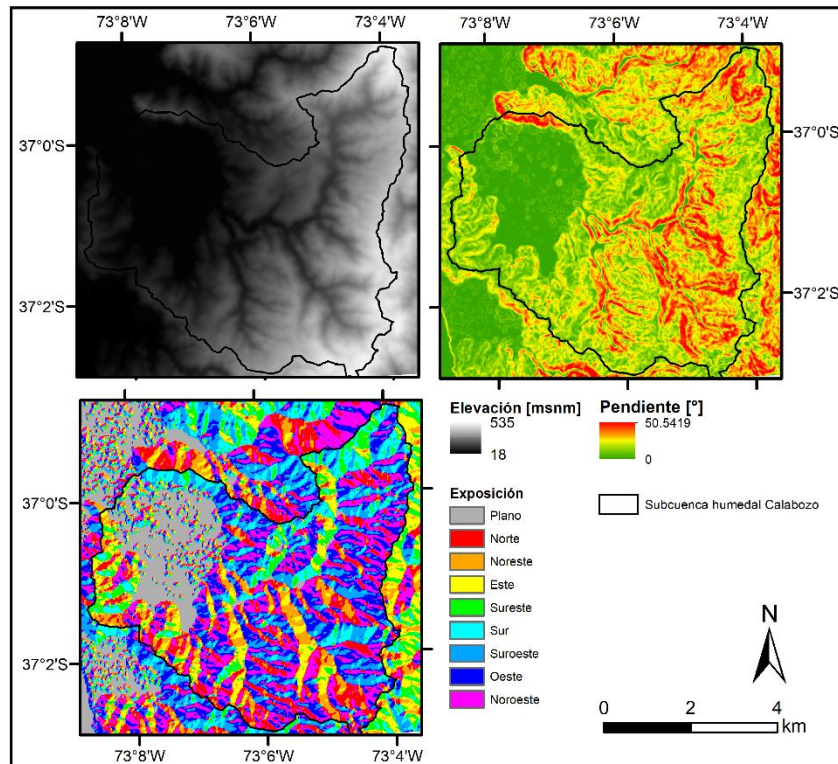


Figura 7. Geomorfometría del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la red hídrica generada a partir del modelo digital de elevación, en la Figura 8 se pueden apreciar los principales cursos de agua que aportan al humedal, como también las nacientes de estos cursos de agua. Es necesario destacar que, en el área plana de menor elevación, donde se encuentra ubicado el humedal, la red hídrica muestra un comportamiento errático. Sin embargo, esta primera aproximación permite identificar los valles aportantes al humedal, las nacientes de estos valles y el área de posible inundación.

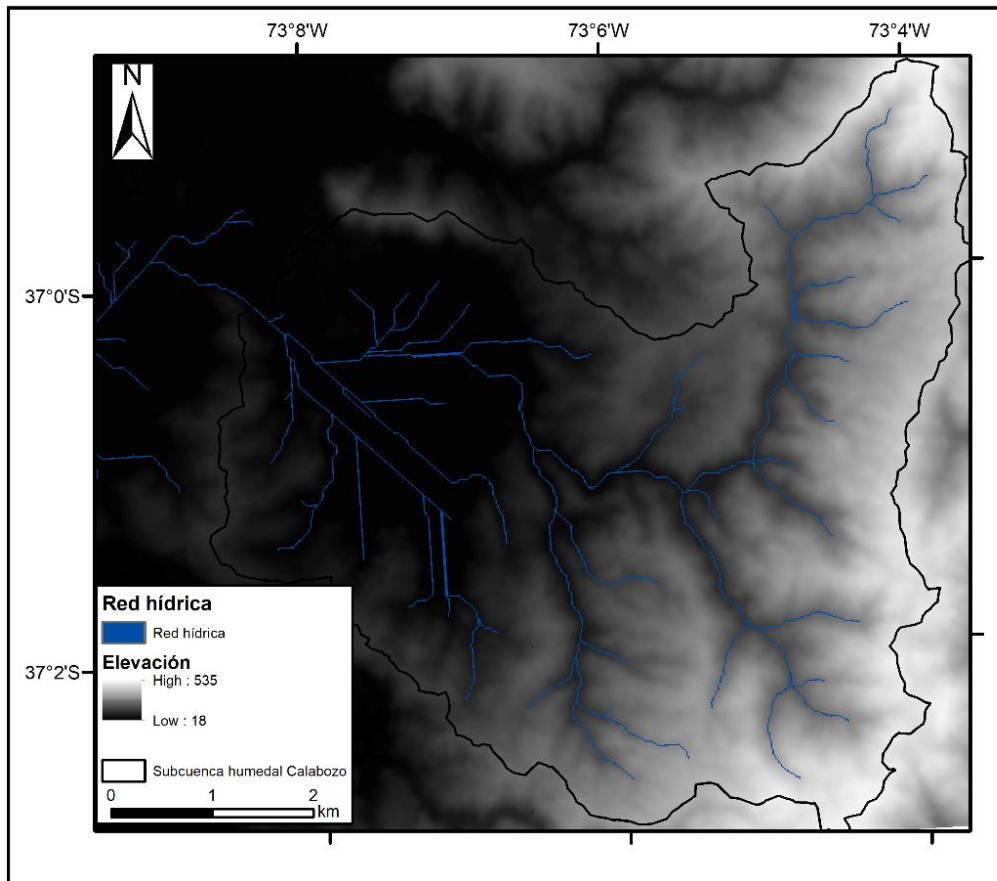


Figura 8. Red hídrica del área de estudio. Fuente: Elaboración propia

Flora y vegetación

La vegetación nativa presente en el humedal corresponde a vegetación azonal dependiente del agua, encontrándose dominada por especies hidrófilas tales como *Cirpus* sp., *Typha angustifolia*, *Juncus* sp. y *Salix humboldtiana*. En contraste, la vegetación zonal está determinada predominantemente por el clima, encontrándose el humedal calabozo circunscrito en el Piso Vegetacional “Bosque Esclerófilo Mediterráneo Costero de *Lithraea caustica* y *Azara integrifolia*” descrito por Leubert & Pliscoff (2006), lo que coincide con las observaciones realizadas en campo en el área aledaña al humedal y quebradas con vegetación nativa aportantes, según se presenta en la sección 3 del presente documento.

Por otro lado, cabe destacar que la vegetación de esta zona sufrió un importante proceso de reemplazo de la vegetación nativa por plantaciones de especies exóticas durante el siglo XX (Cisternas et al, 1999). Esto se suma a las presiones que ejerce la agricultura, la ganadería y el desarrollo urbano sobre el humedal. En cuanto a la flora, si bien se encontró escasa información referente a la flora potencial que se podría encontrar en el Humedal. A partir del expediente elaborado por la Municipalidad de Coronel (2013) para el Santuario de la Naturaleza Boca Maule, y la línea base elaborada por Ingenesa (2008) fue posible construir el listado de flora potencial para

el Humedal Calabozo, comuna de Coronel, Región de Biobío, el cual presenta una flora potencial de 230 especies, dicha información se presenta en el Anexo 1.

Por otro lado, cabe destacar que los vecinos del Centro Cultural Raíces compartieron un listado con sus observaciones sobre la flora del humedal, donde indican la presencia de: “Totora - Espuela de galán - Zanahoria Silvestre - Musgos - Junquillo - Turba - Lenteja de agua, Quila, Pita, Boldos, Arrayanes, Eucaliptus, Aromo Australiano, Maqui, Copihue, Tréboles, Retamillos, etc.”. Se continuará levantando información sobre la flora potencial a partir de las entrevistas con actores claves.

A su vez, en la sección 3, se presenta la metodología y resultados obtenidos de la caracterización de flora y vegetación realizada en campo.

Fauna

En la revisión de registros actuales de fauna en el humedal Calabozo y alrededores, no se encontró información de datos obtenidos propiamente del humedal. Sin embargo, en la base de datos del Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales, el proyecto en calificación “Lomas de Coronel” realiza inspecciones en terreno en las cercanías del humedal (Galilea, 2019). Además, se consideran los registros obtenidos por Municipalidad de Coronel (2013), la plataforma en línea eBird, con registros de aves para el Santuario de la Naturaleza Humedal Los Batros, y de Yañez (2018).

Como listado de fauna vertebrada terrestre potencialmente presente en el Humedal Calabozo, se obtiene un total de 21 especies de anfibios, 22 especies de reptiles, 31 especies de mamíferos y 118 especies de aves. Se totalizan 183 especies de vertebrados terrestres potenciales para el humedal, tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Número de especies potenciales por clase para el humedal Calabozo

Clase	Nº Especies
Anfibios	21
Reptiles	22
Aves	118
Mamíferos	31
Total especies potenciales	183

Fuente: Elaboración propia

Con registros entre 2012-2019, en las cercanías del humedal Calabozo se han detectado 4 especies de anfibios (19% del potencial), 7 especies de reptiles (27%), 6 especies de mamíferos (21%) y 92 especies de aves (78%). Es decir, del total potencial de 183 especies de fauna vertebrada terrestre, se han detectado *in situ*, 109 especies en terreno en proyectos ubicados a menos de 15 kilómetros del área del santuario. Solo 26 especies (22%) del total potencial no ha sido registrado en alguno de los listados revisados y mencionados anteriormente.

En el Anexo 2 se presenta el listado potencial de anfibios; en el Anexo 3, el listado potencial de reptiles; en el Anexo 4, el listado potencial de mamíferos; y en el Anexo 5, el listado potencial de aves.

SECCIÓN 2. DELIMITACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL HUMEDAL

La presente sección tiene por objetivo delimitar y caracterizar a grandes rasgos el comportamiento del humedal Calabozo, teniendo en consideración los siguientes objetivos específicos:

- Establecer los límites y la dinámica hidrológica del humedal en base al análisis espacio-temporal de la dinámica del humedal Calabozo de entre 1997 y 2020, y evaluación en campo.
- Determinar el impacto de la canalización del estero Villa Mora y rellenos en Fundo Cantarrana en base al análisis espacio-temporal de la dinámica del humedal Calabozo de entre 1997 y 2020.
- Caracterizar la división predial existente en el humedal

A continuación, se presenta la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

Metodología

Levantamiento de información remota para delimitación y el análisis espacio-temporal de la dinámica del humedal Calabozo

Delimitación del humedal

Para delimitar el humedal calabozo se analizó la precipitación media mensual de los últimos 30 años y se seleccionó dos años en condiciones extremas: un año seco y un año húmedo. El año 2006 fue seleccionado como el año húmedo, con el fin de tener una representación de la zona más cercana temporalmente al presente y obtener imágenes satelitales de mejor calidad, alcanzando una precipitación acumulada cercana a 1400 mm. El 2019 fue seleccionado como el año seco, utilizando el mismo criterio mencionado anteriormente. En la Figura 9 se muestran los años seleccionados y la tendencia de la media histórica que da cuenta de la disminución de la precipitación acumulada anual en los últimos 30 años.

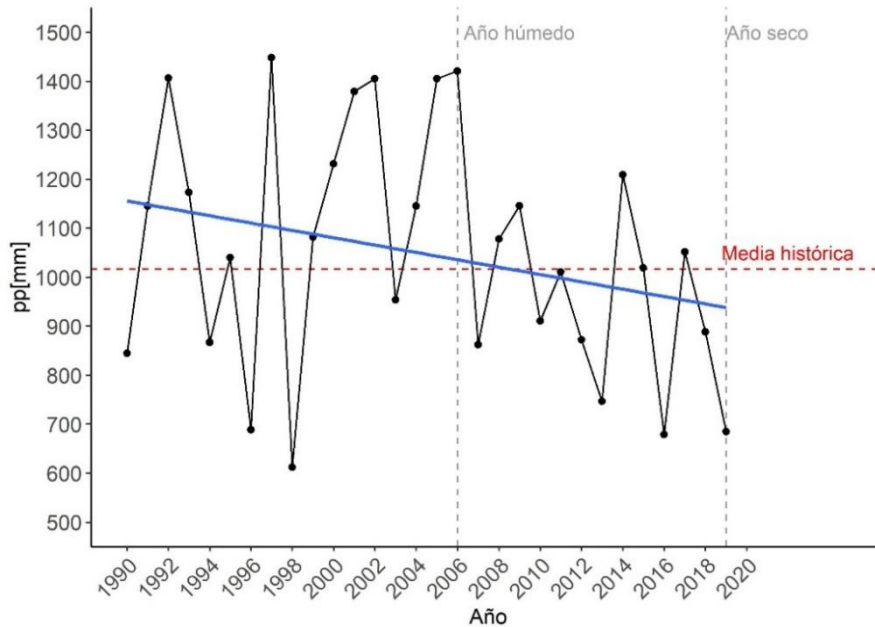


Figura 9. Precipitación anual acumulada de los últimos 30 años (línea de tendencia en celeste). Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se revisó los sensores satelitales que contenían información disponible para los años de interés, para así proceder a la descarga y procesamiento de imágenes. Se utilizaron los siguientes insumos obtenidos de distintos sensores satelitales:

- Modelo digital de elevación (MDE) con resolución de 12.5 m.
- Imágenes Landsat 5 TM con resolución 30 m
- Imágenes Sentinel-2 MSI con resolución 20 m.

Tanto para el modelo digital de elevación, como para las imágenes satelitales, se obtuvieron productos derivados. A partir del procesamiento de las bandas espectrales de las imágenes satelitales se calcularon los siguientes índices:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index): utilizado para medir productividad, vigorosidad o "verdor" de la vegetación en un área determinada. Su fórmula genérica es: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ (McFarland et al., 2013).
- NDWI (Normalized Difference Water Index): a través del cálculo de este índice se pueden identificar masas de agua y zonas de elevada saturación de humedad. De esta manera se puede emplear el índice como unidad de medida para determinar estrés hídrico en vegetación, saturación de humedad en suelo o realizar delimitaciones directas de masas de agua. La fórmula genérica que se utilizó es la siguiente: $NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$ (McFeeters, 1996).

Estos índices se obtuvieron de todas las imágenes disponible de los sensores satelitales (Landsat 5, Landsat 8 y Sentinel 2) entre el año 1997 y el presente (137 imágenes), luego se procedió al análisis espacio-temporal de estos para comprender los límites del humedal y ciertos cambios a lo largo de los años en la dinámica de este, los sucesos que se analizaron principalmente son:

canalización y estrechamiento del estero villa mora, aumento de las inundaciones en la zona del humedal en los últimos 10 años y el relleno del humedal en el sector del fundo Cantarrana.

A partir de esta observación se identificaron unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar. Las unidades identificadas fueron:

- Espejo de agua en invierno,
- Espejo de agua constante,
- Zona húmeda todo el año,
- Canal
- Zona húmeda en invierno, seca en verano
- Vegetación en invierno, sin vegetación en verano,
- Zona de confluencia red hídrica,
- Peladero

En base a la información levantada se establece un límite preliminar para el humedal, entendiendo por humedal aquellas zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada, y donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas. Dicha definición surge de la Convención Ramsar elaborada por Irán (1971), a la que nuestro país adhiere.

En este sentido, a su vez, se justifica el límite del humedal propuesto teniendo en consideración que un humedal corresponde a aquellas "extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" de acuerdo a la Convención Ramsar y en concordancia la Ley de humedales urbanos N° 21202, publicada el 23 de enero del año 2020.

Análisis espacio-temporal de espejos o cuerpos de agua visibles en la zona del humedal y su impacto por canalización y estrechamiento de estero villa mora

Con la delimitación del humedal finalizada se procede a analizar la dinámica y comportamiento de los espejos o cuerpos de agua visibles en el área del humedal, además de poder relacionar esto con el análisis de la canalización y estrechamiento del estero mora.

Se utilizó el índice NDWI en los sensores Landsat 5 y 8, en el que se consideró que los píxeles con valores entre -0,3 y 1 representaban espejos de agua, mientras que para el sensor Sentinel 2 se utilizó la banda 6 en donde los valores entre 0 y 20 se consideraron como espejos de agua, de esta manera se pudo estimar el área cubierta por cuerpos de agua dentro del área del humedal en todas las imágenes satelitales disponibles. Además, se incorporó la precipitación acumulada anual a este análisis temporal con el fin de ver si existe relación entre esta variable y los cuerpos de agua.

A raíz de las reuniones y entrevistas realizadas con actores claves de la comuna, surge la inquietud de analizar el cambio ocurrido en el estero Villa Mora entre los años 2011-2014, ya que se le atribuye a su canalización y estrechamiento del estero villa mora el efecto sobre el aumento de las inundaciones en el humedal Calabozo alterando la dinámica hidrológica de este. Para evaluar esto, lo primero fue localizar el lugar en donde se realizó esta obra, lo que se hizo a partir de foto-interpretación de imágenes de distintos años hasta encontrar el lugar y el momento en donde hubo un cambio significativo entorno el estero villa mora. Posteriormente se generó un polígono

para aplicar cálculos y estadísticas espacio-temporales del índice NDVI, en donde se consideró vegetación riparia aquella que tuviera un NDVI entre 0,5 y 1, de esta manera se pudo estimar el área cubierta por dicha vegetación en el mismo polígono espacial en todas las imágenes satelitales disponibles para los meses de la época estival (Dic, Ene, Feb).

Análisis espacio-temporal de Rellenos en el fundo cantarrana

Adicionalmente se evaluó los cambios que ha generado el relleno Cantarrana en el humedal, siendo inquietud para los actores claves de la comuna su efecto en los últimos 8 años.

Como primer paso se localizó el fundo cantarrana, luego se generó un polígono para aplicar cálculos y estadísticas espacio-temporales del índice NDVI, en donde se consideró como zona de relleno aquella que tuviera un NDVI entre -1 y 0.4, estos pixeles representan áreas sin vegetación en una zona que se encuentra dentro del humedal, con una alta presencia de humedad.

Levantamiento de información en campo

Entre el 10 y el 14 de agosto del 2020 se realizó una campaña a terreno en la cual se avanzó en la validación de la información remota generada. Se visitó el área con el fin de validar las unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar, las unidades de vegetación homogéneas, se visitaron áreas aportantes al acuífero, y levanta información que podría ser de relevancia para delimitar el humedal, su caracterización y el posterior desarrollo de propuestas de conservación. En el anexo 6 se presenta detalle del plan operativo de la campaña a terreno y variables que se tiene en cuenta para el levantamiento de información en campo.

Roles prediales

Para caracterizar la división predial existente en el humedal se levanta dicha información de la fuente Cartografía Digital SII Mapas (2020).

Resultados

Levantamiento de información remota para delimitación y el análisis espacio-temporal de la dinámica del humedal Calabozo

En la Figura 10 se muestran las imágenes de color real o RGB juntos al NDVI y NDWI de la misma imagen, la cuales permiten hacerse una idea de cómo se lleva a cabo el levantamiento de información y análisis. En la parte superior de la figura se encuentra una imagen de invierno del año 2006 del sensor Landsat 5, mientras que en la parte inferior se encuentra una imagen de invierno del año 2019 del sensor Sentinel 2. Las zonas con valores de NDVI cercanos a 1 representan zonas con vegetación muy vigorosa, por el contrario, las zonas con valores menores que 0 y cercanas a -1 son zonas con escasa vegetación o suelos desnudos. Por otro lado, los valores de NDWI cercanos a 1 son lugares que presentan espejos de agua visibles o hay una gran cantidad de humedad, mientras que los valores inferiores a 0 y cercanos a -1 son zonas con muy poca presencia de humedad superficial.

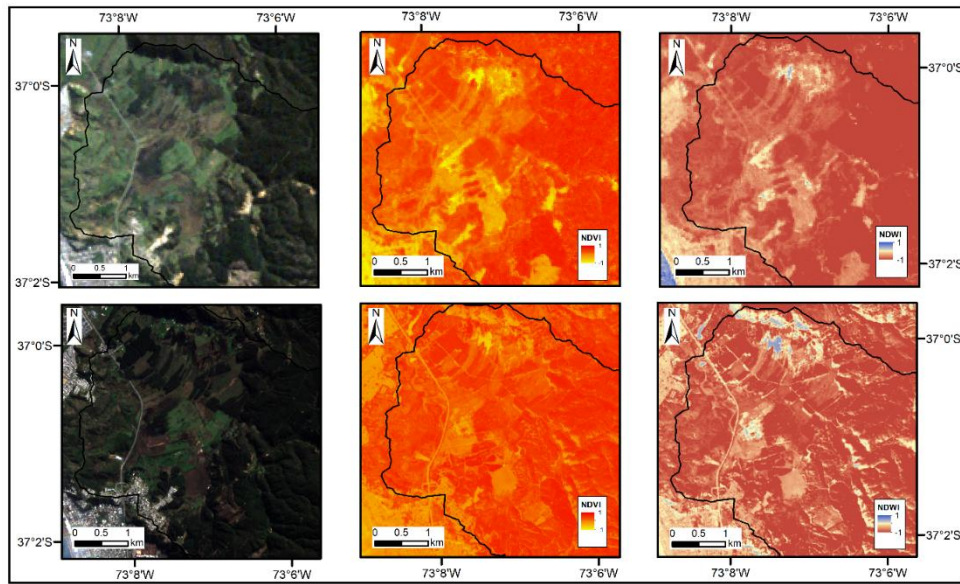


Figura 10. Imágenes satelitales e indicadores de ambos sensores utilizados. Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información se establecieron unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar y se delimita la zona que forma parte del humedal calabozo (Ver Figura 11). En la Tabla 3 se presenta la superficie de las unidades territoriales identificadas.

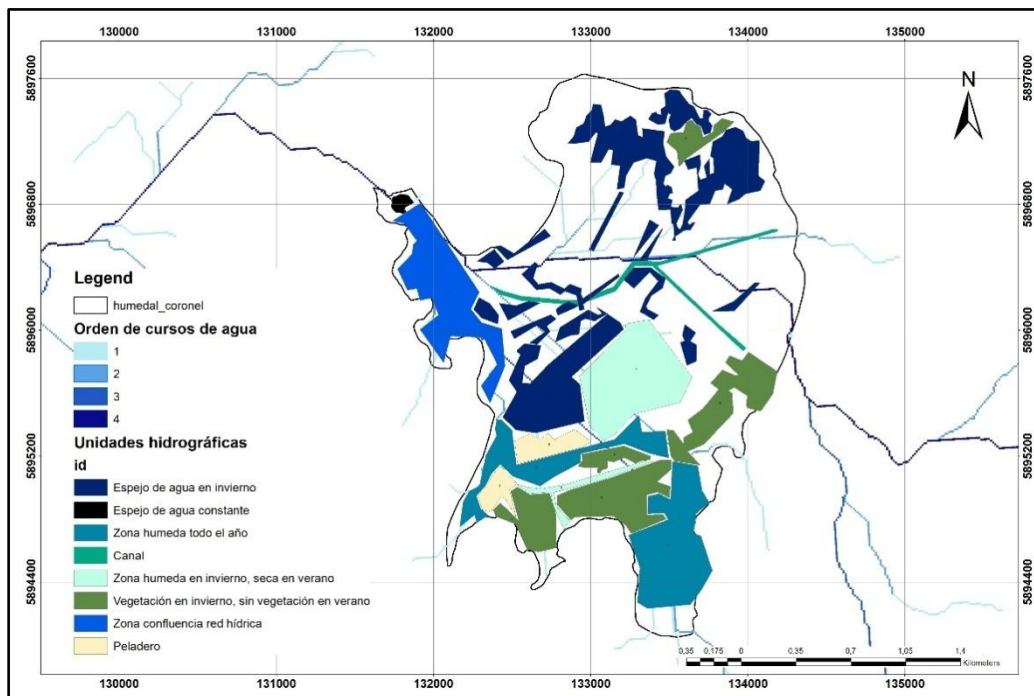


Figura 11. Unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar. Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Superficie aproximada de unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar

Unidad hidrogáfica	Superficie estimada (ha)
Espejo de agua en invierno	84
Espejo de agua constante	1
Confluencia red hidrica del humedal	30
Humedo en invierno, seco en verano	34
Peladero	10
vegetacion en invierno - sin vegetacion en verano	54
Zona humeda todo el año	49
Canal de riego	7

Fuente: Elaboración propia

En base a estos análisis es posible establecer que el humedal calabozo corresponde a un humedal urbano de aproximadamente 5,3 km² que presenta una amplitud de condiciones. El humedal muestra áreas cubiertas de agua de manera permanente y temporal, donde la napa freática se encuentra cercana a la superficie. También presenta áreas que han sido canalizadas, y áreas que han sido rellenadas, y otras utilizadas con fines agrícolas y forestales. Pese a la intervención las áreas siguen siendo parte del sistema lacustre del humedal Calabozo.

Adicionalmente es fundamental señalar que el ecosistemas lacustre del humedal Calabozo depende de la red hídrica que lo alimenta, y a su vez, de la conservación del estero villa mora y humedal bocamaule que se encuentran aguas abajo. En la Figura 12 se presenta el sistema de humedal en el que se encuentra inmerso el humedal calabozo, donde es posible notar que las condiciones geomorfológicas determinan que dentro de la cuenca existan varias subcuencas y microcuencas que se originan al este, en las zonas altas, cuyas aguas son conducidas hacia los valles a través de quebradas y esteros.

Además, de acuerdo a los análisis de pendientes realizados, el valle en el cual se encuentre inserto el humedal presenta un relieve plano y de baja pendiente, condiciones geomorfológicas que han determinado que la red hídrica que ingresa presente un comportamiento errático, desdibujándose su trazado a lo ancho del humedal en su recorrido a la parte baja de la cuenca, abriéndose en sendos espejos de agua que cubren importantes extensiones del humedal.

Por otro lado, cabe destacar que el régimen hidrológico pluvial, donde los ecosistemas acuáticos presentan una mayor cobertura espacial en invierno, la cual va disminuyendo conforme disminuyen las precipitaciones y aumentan las temperaturas hacia primavera y verano, determina variaciones en la disponibilidad de hábitat acuático dentro del ciclo anual, lo que genera condiciones sumamente exigentes para la vida acuática.

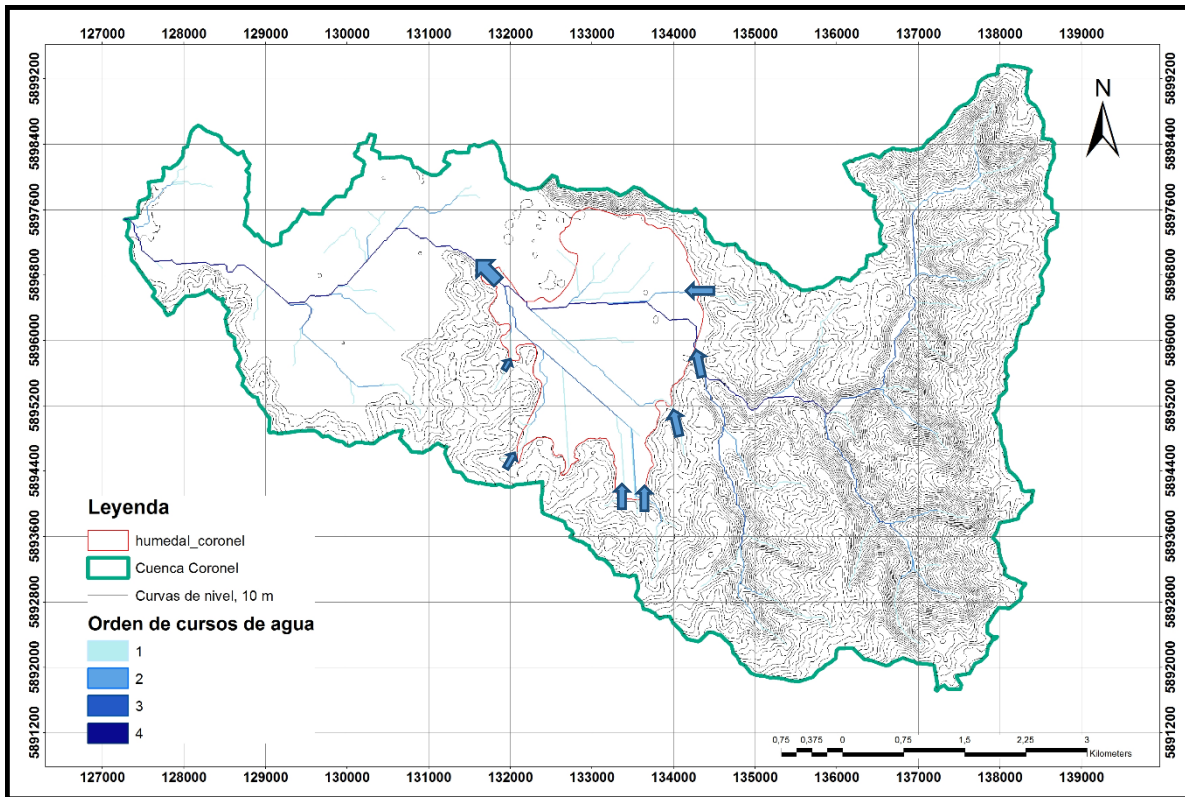


Figura 12. Delimitación zona de protección del humedal. Fuente: Elaboración propia

Análisis espacio-temporal de espejos o cuerpos de agua visibles en la zona del humedal y su impacto por canalización y estrechamiento de estero villa mora

Lo primero a destacar es que el humedal tiene una influencia principalmente pluviométrica, ya que en la época invernal es donde presenta mayor área cubierta por cuerpos de agua, por otro lado, la precipitación acumulada anual muestra una tendencia a la baja a partir del año 2008 en donde se aprecia una mayor frecuencia de precipitaciones anuales inferiores a 1.000 mm, mientras que el área cubierta por espejos de agua en el humedal muestra un comportamiento totalmente distinto, presentando eventos de grandes inundaciones (> 1.000.000 m² de área cubierta por agua) a partir del año 2014 hasta el presente. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 13.

Dicho lo anterior, se puede ratificar la relación entre la canalización del estero villa mora y el cambio en la dinámica hídrica del humedal, ya que, si bien las precipitaciones van a la baja, posterior al año de la canalización del estero el humedal presenta eventos extremos de inundación que no se habían observado en el pasado.

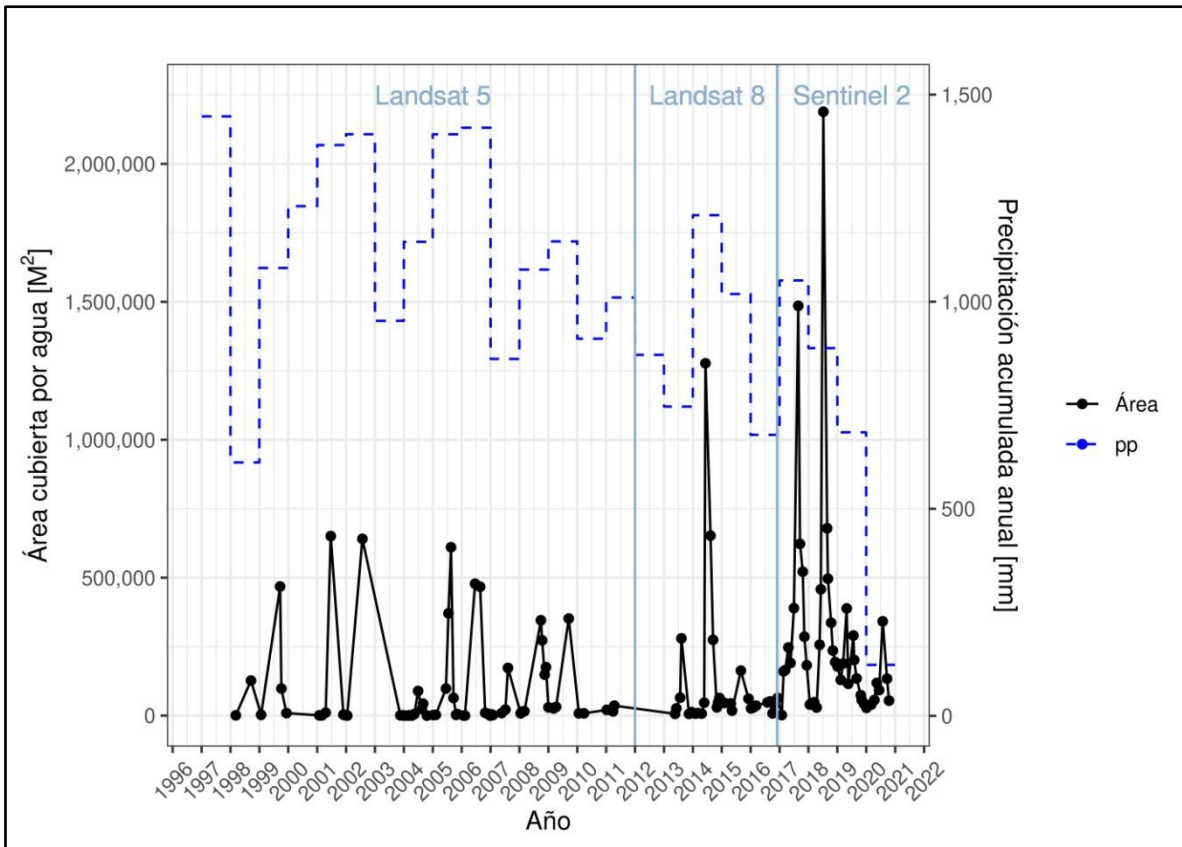


Figura 13. Área cubierta por espejos de agua en el humedal con los 3 sensores satelital. Fuente: Elaboración propia

Lo mencionado anteriormente se puede visualizar de mejor manera en la Figura 14, la cual compara 3 fechas de épocas similares de los años 2009, 2014 y 2018 en donde se evidencia el aumento de las inundaciones en la época posterior a las precipitaciones invernales.

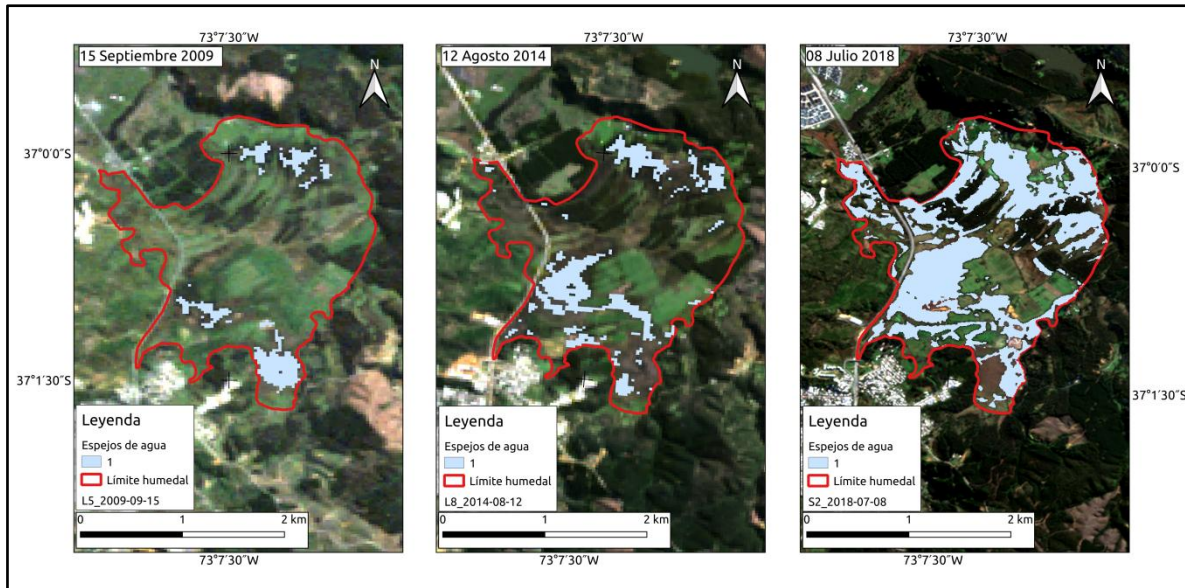


Figura 14. Comparación aumento espejos de agua en el humedal Calabozo. Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente en la Figura 15 se aprecia una imagen del verano de 2011 y una imagen del verano de 2014, donde se observa un aumento de la zona urbana en la parte norte y sur del estero, mientras que disminuye el área cubierta por vegetación (zona con más verdor por la vegetación riparia).

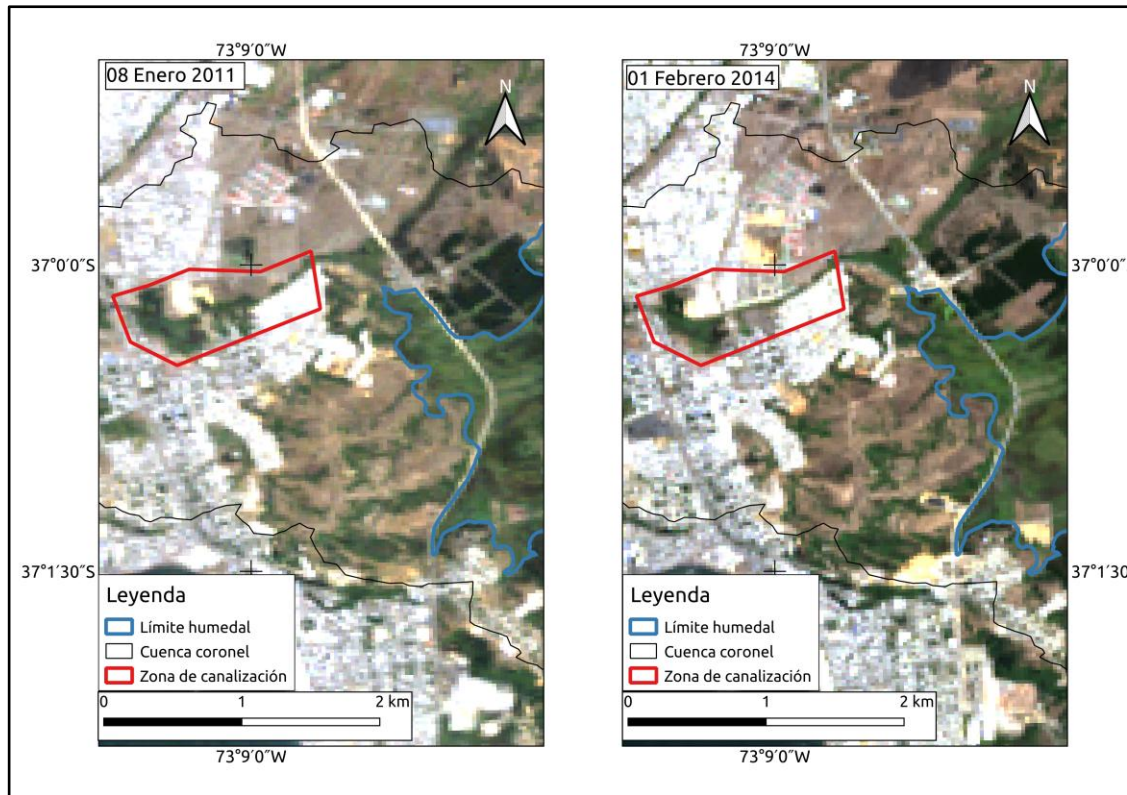


Figura 15. Zona canalizada y estrechada del estero villa mora. Fuente: Elaboración propia

El área cubierta por vegetación riparia representa las zonas en que fluye el estero, bajo el supuesto de que en verano la vegetación que se mantiene vigorosa es aquella que es abastecida por agua debido a la cercanía con este cuerpo de agua. Bajo este escenario se analiza el comportamiento de la vegetación riparia vigorosa dentro el polígono rojo de la figura anterior, esta área muestra una disminución drástica a partir del año 2011, disminuyendo de 250.000 m² a 100.000 m² aproximadamente el área cubierta por vegetación riparia, lo que representa un aumento de la urbanización alrededor del estero en esa zona y un estrechamiento de este mismo. En la figura 16 se muestra la disminución de la vegetación riparia entre 1997-2020.

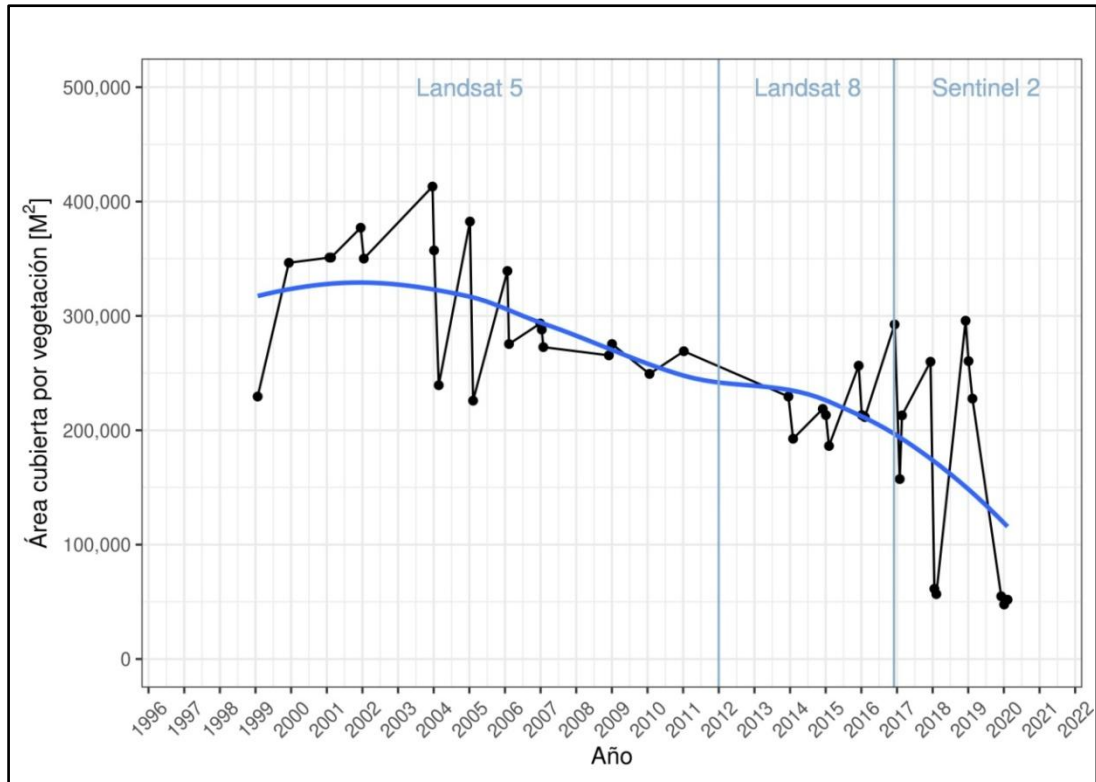


Figura 16. Área cubierta por vegetación riparia en la zona analizada con los 3 sensores satelital.
Fuente: Elaboración propia

Análisis espacio-temporal de Rellenos en el fundo cantarrana

El área que ha sido sustituida por relleno en el fundo cantarrana tuvo un aumento abrupto desde el año 2011 hasta el presente, pasando de 50.000 m² a 350.000 m² de zona de relleno en tan solo 9 años, a continuación, se puede apreciar esto en la Figura 17. Además, en la Figura 18 se muestran dos imágenes de verano en el año 2014 y 2019, donde se puede evidenciar el área que ha sido rellenada.

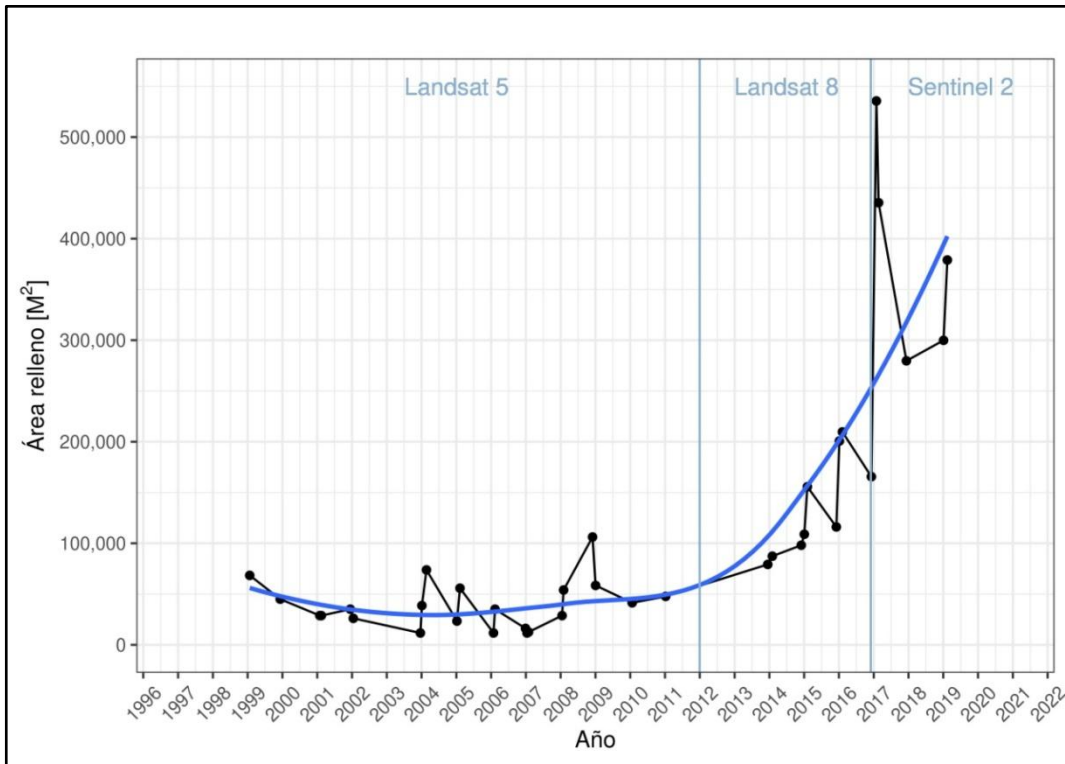


Figura 17. Área rellena en la zona del fondo de cantarrana. Fuente: Elaboración propia

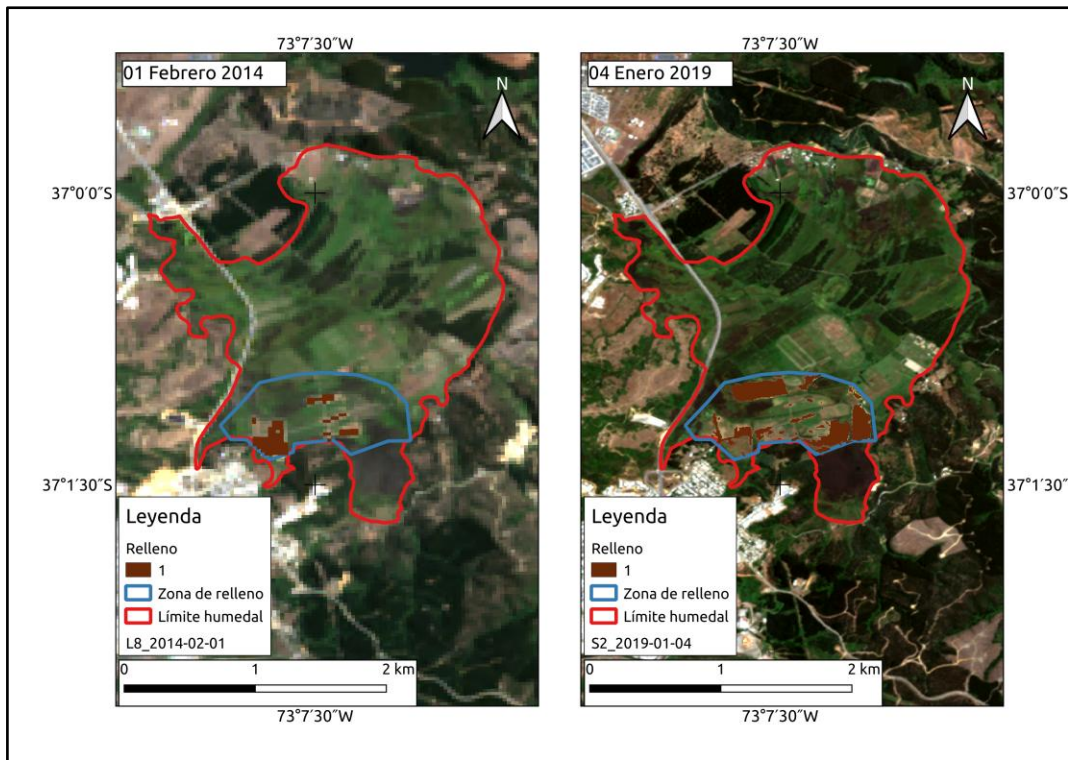


Figura 18. Comparación aumento zona de relleno en el sector del fundo cantarrana en el humedal Calabozo. Fuente: Elaboración propia

Levantamiento de información en campo

Una vez visitada el área se identifican 10 sectores en el humedal con características ecológicas diferentes. En la Figura 19 se presenta una cartografía con cada sector, en la Tabla 4 la descripción correspondiente y en la Figura 20, fotografías de los sectores visitados.

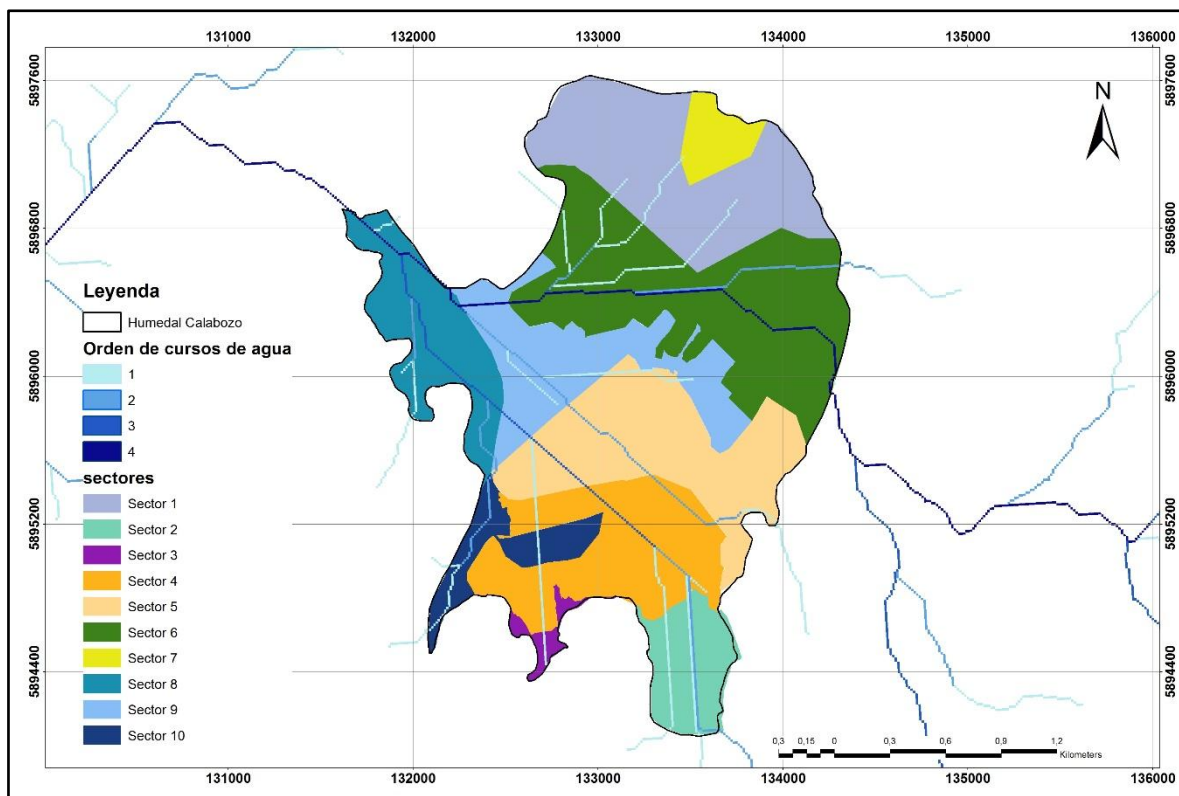


Figura 19. Sectores identificados para el humedal Calabozo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Descripción de sectores identificados en humedal Calabozo.

Código	Fecha registro	Descripción del área	Uso de suelo	Característica hidrológica	Acceso	Superficie aproximada (ha)
Sector 1	14-08-2020	Sector de humedal aledaño a camino principal en Calabozo. Corresponde a un área rural, de agricultura a pequeña escala y de vivienda. Sector amenazado por relleno en área noreste, y por forestales en área oeste y suroeste. Vecinos comentan que el área se inunda, lo que ha ido aumentando en los últimos años. Es un área de valor para observación de aves y conservación de la biodiversidad.	Humedal	Espejo de agua	Acceso a pie a través de recintos habitacionales o a través de recinto de Sociedad Agrícola de sur.	85
Sector 2	12-08-2020	Pradera natural inundada y pajonal. En pradera se presenta vegetación dispersa de <i>Cirpus sp.</i> Pajonal muestra vegetación homogénea. Presencia de camarones de río, los que son recolectados por pobladores. Área	Humedal	Zona inundada temporalmente	Acceso a pie a través de recinto privado	30

		aledaña a casa con pradera natural que se utiliza para pastoreo de ganado vacuno y equino. Existen dos afluentes aportantes en el área. Es un área de valor para la conservación de la biodiversidad.			
Sector 3	12-08-2020	Zona inundada de manera permanente, dominada por <i>Cirpus sp.</i> Área homogénea de vegetación, aledaña a rellenos realizados en fundo Cantarrana y aledaña a Población Santa Helena. Humedal de forma irregular y fuertemente fragmentado. Valor recreacional, paisajístico, belleza escénica y avistamiento de aves. En el área hay dos quebradas aportantes al humedal, una de ellas dominada por plantaciones forestales y la otra aledaña a población. Área de quebrada aledaña a recintos habitacionales muestran riesgo de incendios.	Humedal	Zona inundada de manera permanente	Acceso a pie por población Santa Helena.
			Ganadero		59
Sector 4	13-08-2020	Área utilizada para pastoreo de ganado. Se desarrollan rellenos en el humedal para ampliación de praderas.		Relleno	Acceso por Fundo Cantarrana.
			Agrícola		84
Sector 5	12-08-2020	Área dominada por cultivos agrícolas		Áreas inundadas y no inundadas	Acceso a través de propiedad privada
			Forestal		121
Sector 6	14-08-2020	Área de uso forestal, se observan plantaciones de eucaliptus adultos, jóvenes y nuevos, y plantaciones de alamos antiguos en área inundada o húmeda. Se aprecian obras de canalización, y residuos químicos en el agua.		Áreas inundadas con plantaciones forestales	Acceso por propiedad de Agrícola del Sur.
Sector 7	14-08-2020	Rellenos del humedal en área agrícola, superficie aproximada de 7 hectáreas.	Agrícola	Relleno	Acceso a través de propiedad privada
					14
Sector 8	14-08-2020	Área de confluencia de la red hídrica en el sector oeste del humedal. Contiene zona inundada de manera permanente y se conecta con estero Villa Mora. Área de valor recreacional, paisajístico, belleza escénica y avistamiento de aves. Es un área de valor para la conservación de la biodiversidad. Aledaña a poblaciones de sector Calabozo bajo en área norte y existencia de algunos caceríos en área sur. 6 Pasadas de agua atraviesan carretera y confluyen en el sector.	Humedal	Espejo de agua	Acceso desde vía pública.
					48
Sector 9	14-08-2020	Humedal remanente entre intervenciones agrícolas y forestales. Predomina la pradera y también alberga se encuentra matorral. Es importante destacar que esta área se encuentra intervenida con fines forestales, siendo posible advertir desde la carretera las hileras para plantaciones en donde la vegetación natural ha sido cortada. En esta área hay también una pradera de pastoreo de vacas.	Humedal	Áreas inundadas y no inundadas	Acceso por propiedad de Agrícola del Sur
					58
Sector 10	14-08-2020	Humedal remanente dominado por pajonal.	Humedal	Áreas inundadas y no inundadas	Acceso por Fundo Cantarrana
					21

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que al sur del sector 2, atravesando camino el guayo, es posible evaluar dos afluentes aportantes al humedal. Ambos conservan estrechos remanentes de bosque nativo con dominancia de *Luma apiculata*, *Aristotelia chilensis*, *Peumus boldo*, *Blechnum hastatum*, *Chusquea* sp, y *Myrtaceas*. Adicionalmente las laderas están dominadas por plantaciones de *Eucalyptus*. Se evidencian fecas de ganado, basura cerca del camino y especies exóticas.

Cabe destacar que en el marco de la presente licitación no es posible visitar todos los afluentes aportantes al humedal para evaluar sus áreas. Sin embargo, es fundamental que se desarrolle un trabajo exhaustivo que complemente la información generada, revisando todos los esteros aportantes al humedal y el estero Villa mora. Ambas áreas cumplen un rol esencial para la conservación del humedal cabalozo, e igualmente requieren ser conservadas.

Sectores 1 y 2



Sector 3



Sector 4



Sector 5



Sector 6



Sector 7



Sector 8



Sector 9



Sector 10



Figura 20. Sectores visitados en campaña a terreno. Fuente: Elaboración propia

Roles prediales

La división predial existente en el humedal se presenta en la Figura 21 y Figura 22. El detalle de cada rol en la Tabla 5.

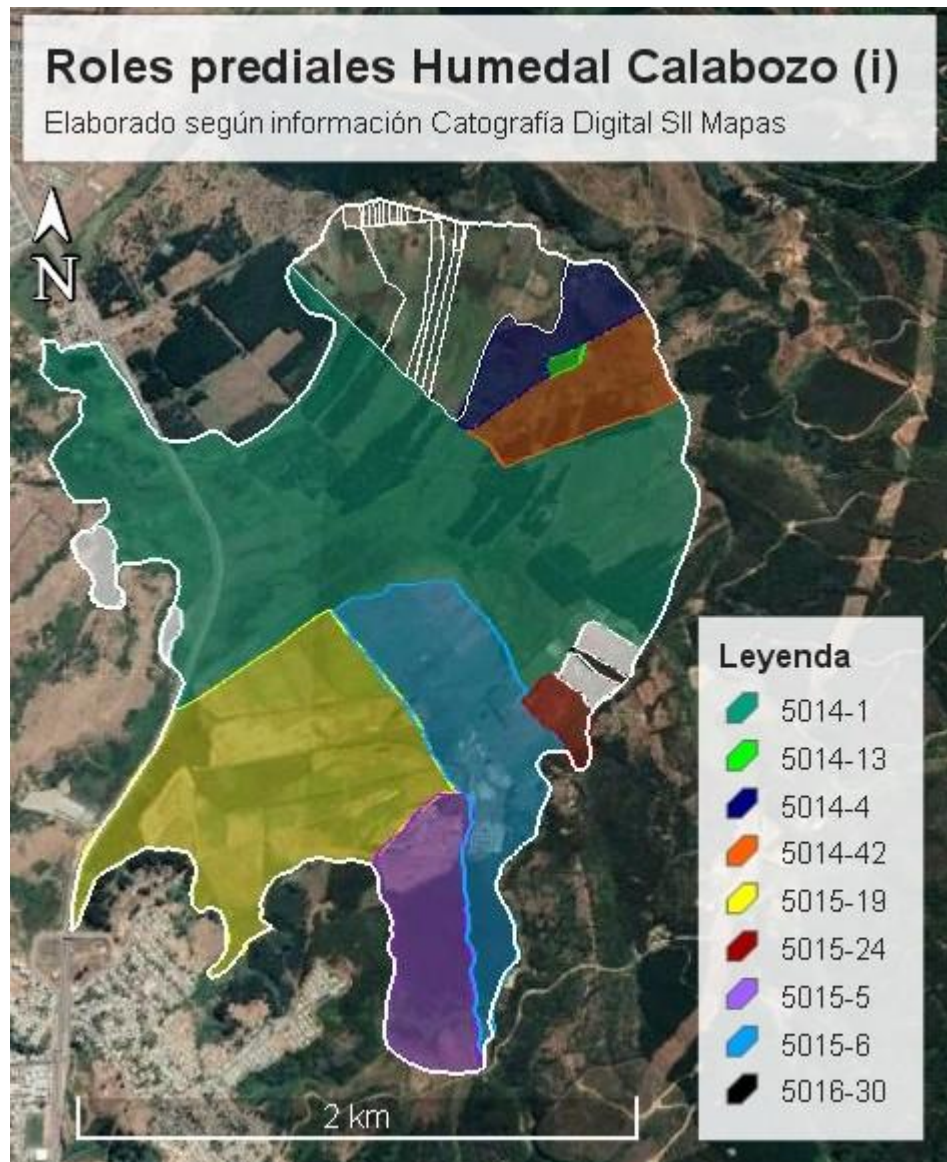


Figura 21. Roles prediales para el Humedal Calabozo (i). Fuente: Elaboración propia en base a información Cartografía Digital SII Mapas (2020).

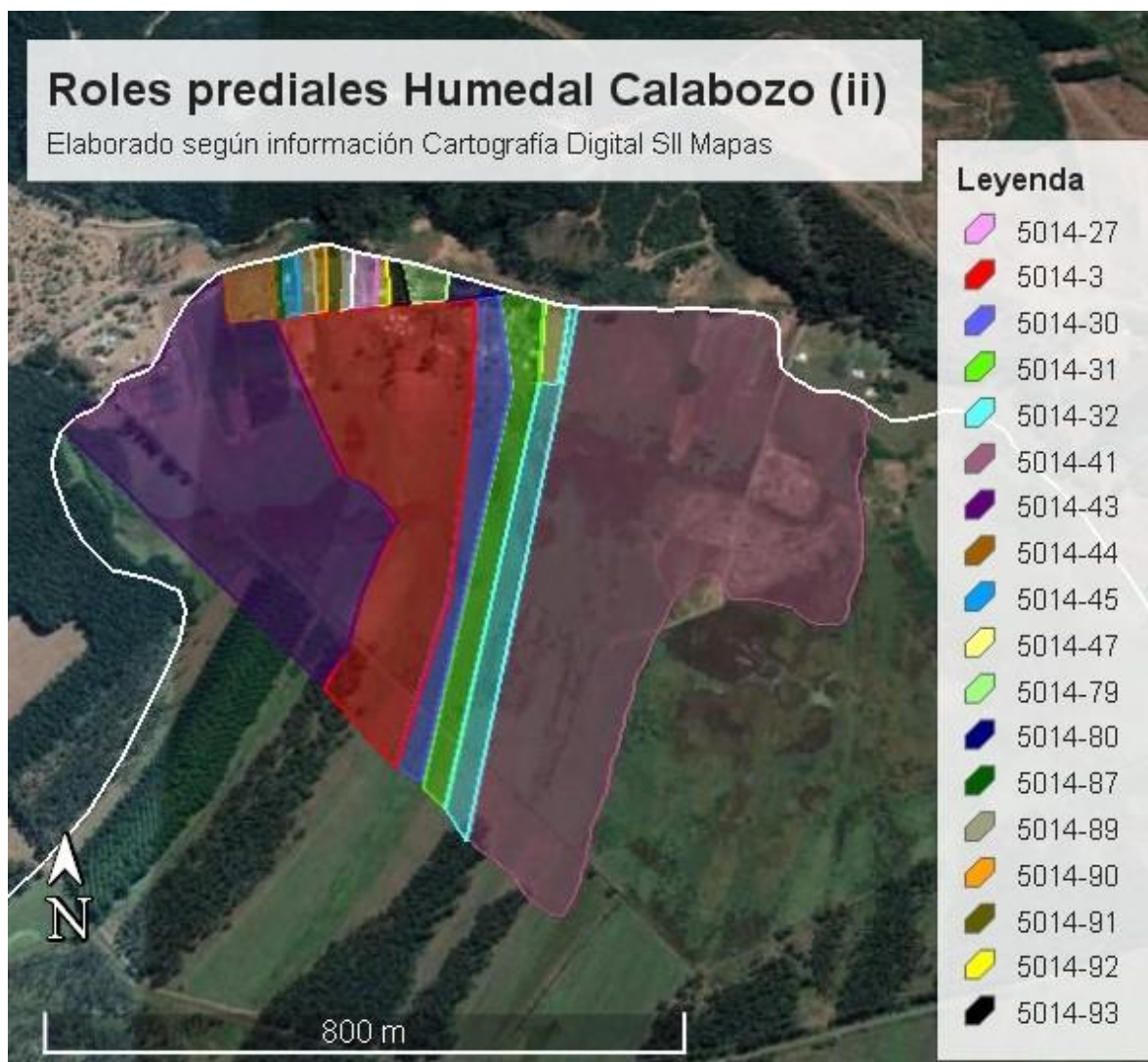


Figura 22. Roles prediales Humedal Calabozo (ii). Fuente: Elaboración propia en base a información Cartografía Digital SII Mapas (2020).

Tabla 5. Roles prediales relevantes respecto del Humedal Calabozo

Rol propiedad	Dirección o nombre de la propiedad	Ubicación	Destino
5014-01	Fundo Calabozo	Rural	Agrícola
5014-03	SN Belarmino Calabozo	Rural	Agrícola
5014-04	San Eduardo Calabozo	Rural	Agrícola
5014-13	Calabozo	Rural	Agrícola
5014-27	Fdo Las Golondrinas LT A-4 Calabozo	Rural	Agrícola
5014-30	San Belarmino s/n Calabozo Alto	Urbana	Habitacional
5014-31	San Belarmino LT 3	Rural	Agrícola
5014-32	San Belarmino Lote 4 Calabozo Alto	Rural	Agrícola
5014-41	Fdo Las Golondrinas LT A-2		

5014-42	Fdo Las Golondrinas LT A-3		
5014-43	Cno Calabozos NLT A-1-1		
5014-44	Cno Calabozos LT A-1-2	Rural	Habitacional
5014-45	Con Calabozos LT A-1-3	Rural	Habitacional
5014-47	Av Quinenco s/n LT 4-A2 Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-76	Avda Quinenco LTA-1-4 A Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-79	Avda Quinenco LTA-1-4 D Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-80	Avda Quinenco LTA-1-4 E Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-87	Cordill Nahuelbuta 3 LTA 1-3-A Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-89	Cordill Nahuelbuta 3 LTA 1-3-C Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-90	Cordill Nahuelbuta 3 LTA 1-3-D Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-91	Cordill Nahuelbuta 3 LTA 1-3-E Calabozo	Rural	Sitio Eriazo
5014-92	Avenida Quinenco 3700 LTA 1-4-C 1 Calabozo Alto	Rural	Sitio Eriazo
5014-93	Avenida Quinenco 3702 LTA 2-4C2 Calabozo Alto		
5015-05	Pantanal - Sector Sta Elena – Coronel	Rural	Agrícola
5015-06	El Manzanito	Rural	Agrícola
5015-19	Canta Rana	Rural	Agrícola
5015-24	PC Los Troncos Corcovado LT AB	Rural	Agrícola
5016-30	El Huallo LT A y B	Rural	Agrícola

Fuente: Elaboración propia en base a información Cartografía Digital SII Mapas (2020).

SECCIÓN 3. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y VEGETACIÓN

La presente sección tiene por objetivo caracterizar la flora y vegetación presente en el humedal Calabozo, teniendo en consideración los siguientes objetivos específicos.

- Determinar las formaciones vegetacionales presentes en el humedal
- Caracterizar la vegetación presente en cada sector previamente identificado en el humedal
- Determinar el grado de estado de artificialización del sector, la categoría de amenaza, origen y hábito de las especies identificadas en el humedal Calabozo.
- Determinar singularidades florísticas dentro del humedal Calabozo.

A continuación, se presenta la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

Metodología

Inicialmente se realizó la identificación y delimitación de unidades de vegetación homogéneas, a partir de fotointerpretación de imágenes disponibles en Google Earth (periodo 2002-2020) en busca de patrones espaciales. Posteriormente dicha información se validó e en campo y se establecieron las unidades donde realizó la caracterización de la flora y vegetación en el

humedal. Para la caracterización de flora y vegetación del Humedal Calabozo, la metodología aplicada en terreno consistió en 1.- Identificar puntos de muestreo distribuidos en unidades vegetacionales homogéneas; 2.- Toma de datos; 3.- Análisis de la información levantada en campo.

La campaña a terreno se realizó entre los días 1 y 5 de octubre de 2020, donde se seleccionaron 14 puntos de muestreo, los cuales fueron representativos de la vegetación natural encontrada. En la Figura 23 se presenta la distribución de los puntos. Adicionalmente cabe destacar que se pudo acceder a todas las áreas con profundidades hasta 1 m.

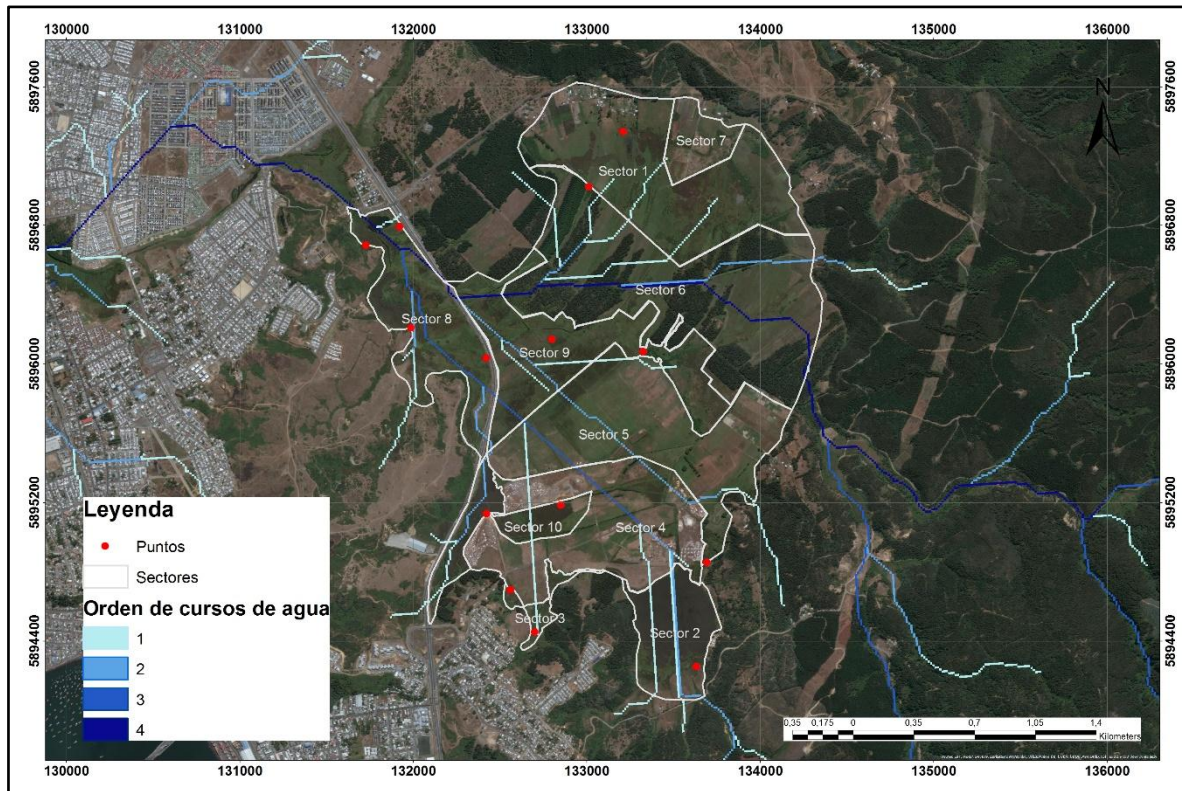


Figura 23. Puntos de muestreo de la vegetación del Humedal El Calabozo. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe en detalle la metodología para la caracterización de flora y vegetación.

Caracterización de la vegetación

En base a la metodología COT (Cartografía de Ocupación de Tierras) (Etienne y Prado, 1982) se describieron parcelas en los distintos tipos de vegetación natural encontrada, lo que se realiza en cada punto de muestreo. El tamaño de las parcelas varió según el tipo de vegetación en base a la siguiente referencia: herbácea 1 a 2 m², arbustiva baja 4 m², arbustiva-arbórea 10 m² (Servicio de Evaluación Ambiental, 2015). En cada punto de muestreo se describieron las siguientes características de la vegetación:

1.- Formaciones vegetacionales a la que pertenece, identificándose 5 tipos:

- Pajonal: dominada por especies cuyos tejidos no están lignificados y se encuentran asociadas a áreas inundadas,
- Pradera: dominada por especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (hierbas). De este tipo se desprenden las especies herbáceas perennes y las especies herbáceas anuales.
- Matorral: dominada por especies arbustivas cuyo tamaño generalmente no excede los dos metros de altura.
- Natantes y sumergidas: dominada por especies acuáticas.
- Bosque: dominada por especies arbóreas cuyo tamaño excede los dos metros de altura.

2.- Cobertura, entendiéndose como el porcentaje de suelo cubierto por la proyección vertical o en relación a la superficie total de la unidad cartográfica.

3.- Altura, entendiéndose como la disposición vertical de la vegetación en metros.

4.- Especies dominantes, entendiéndose como las plantas que presentan el mayor porcentaje de cobertura en cada unidad.

Adicionalmente se describe el grado de artificialización de la zona.

Caracterización de la Flora

Para la caracterización de la flora en terreno se realizó un inventario florístico, es decir, se colectó e identificó taxonómicamente cada una de las especies encontradas en campo y se analizó la composición florística del área. Se identificó el origen de las especies, su hábito y la categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de especies silvestres (D.S N° 05/15, D.S N°151/2007 MINSEGPRES, D.S N°50/2008 MINSEGPRES, D.S N°51/2008 MINSEGPRES, D.S N°23/2009 MINSEGPRES, D.S N°33/2011 MMA, D.S N°41/2011 MMA, D.S N°42/2011 MMA, D.S N°19/2012 MMA, D.S N°13/2013 MMA, D.S 52/14, D.S. N°38/2015 MMA y D.S. N°16/2016 MMA).

Resultados

Caracterización de la vegetación

En el humedal Calabozo se identifican 5 formaciones vegetacionales: pajonal, pradera, matorral, natantes y sumergidas, y bosque. La formación vegetacional de praderas y matorrales se encuentra en las áreas no sumergidas, mientras que, el pajonal se encuentra en áreas permanentemente inundadas, y la vegetación sumergida o natante en las áreas inundadas con mayor profundidad. Se evidencia un gradiente con respecto a la cercanía al espejo de agua, o a la inundación del terreno. Además, es importante mencionar que existen fragmentos de bosque en los bordes del humedal y en islas, lo que destaca en el sector 8 al oeste del humedal.

En los sectores 10 y 2 predomina el pajonal. Los sectores 1 y 8 destacan por conservar espejo de agua, estando más representadas las especies natantes y sumergidas. El sector 3 presenta principalmente pradera acompañada de matorral de especies exóticas, y destaca por ser una unidad pequeña que se encuentra rodeada por otros usos (urbano y agrícola), por lo que se observa constante tránsito de personas y animales. En el sector 9 predomina pradera y matorral, siendo un área intervenida por fines forestales y pastoreo de ganado.

En este sentido, cabe destacar que los sectores 1, 2, 3, 8, 9 y 10, cuentan con áreas con vegetación natural propia de sistemas de humedales, mientras que los otros sectores se encuentran fuertemente intervenidos con fines forestales, agrícolas y/o ganaderos.

El grado de artificialización de todas las unidades es considerado como alto, esto debido a que se observan múltiples signos de perturbación en las distintas unidades, principalmente ligadas a la cercanía de la ciudad. Esto es posible de apreciar también en la gran cantidad de especies introducidas que conforman la flora del humedal, y también la presencia de algunas plantas consideradas invasora como *Ulex europaeus* y *Genista monspessulana*. A esto se le suma la presencia de especies comúnmente utilizadas como forraje o asociadas a cultivos agrícolas.

En la Tabla 6 se presentan las formaciones vegetacionales identificadas para el Humedal Calabozo y su caracterización, y en la Figura 24, Fotografías de la vegetación natural característica.

Tabla 6. Formaciones vegetacionales en el Humedal Calabozo. (Las especies están ordenadas según dominancia) H: herbácea, A: Arbórea, Ar: Arbustiva.

Formación	Especies dominantes	Altura	Cobertura	Sector
Pajonal	<i>Juncus effusus</i> , <i>Schoenoplectus californicus</i> , <i>Carex chilensis</i> , <i>Cyperus involucratus</i> , <i>Typha sp.</i>	1,2 m	H: 100%	1, 2, 3, 8, 9, 10
Pradera	<i>Ranunculus repens</i> , <i>Juncus tenuis</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Agrostis stolonifera var. Palustris</i> , <i>Carex macloviana var. Pseudoleporina</i> , <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>Rumex acetosella</i>	0,2 m	H: 100%	1, 2, 3, 8, 9
Matorral	<i>Maytenus boaria</i> , <i>Salix sp.</i>	5 m	A: 10%	2, 8, 9
	<i>Salix viminalis</i> , <i>Baccharis racemosa</i> , <i>Mioschilos oblongum</i> , <i>Ulex europaeus</i> , <i>Genista monspessulana</i>	2 m	Ar: 30%	
	<i>Carex chilensis</i> , <i>Juncus tenuis</i> , <i>Agrostis stolonifera</i>	0,5 m	H: 100%	
Natantes y surmegidas	<i>Polygonum lapathifolium</i> , <i>Ludwigia peploides</i> , <i>Azolla filiculoides</i> , <i>Hydrocotyle sp.</i> , <i>Lemna gibba</i> , <i>Callitriche lechleri</i> , <i>Myriophyllum aquaticum</i> , <i>Lemna minuta</i> , <i>Alisma lanceolatum</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>			1, 2, 3, 8, 9, 10
Bosque	<i>Lithraea caustica</i> , <i>Maytenus boaria</i> , <i>Peumus boldus</i> , <i>Myrceugenia exsucca</i> , <i>Aristolelia chilensis</i> , <i>Azara serrata</i>	5 m	A: <75%	8

Luma chequen, Mioschilos oblongum, Lapageria rosea, Baccharis racemosa, Proustia pyrifolia, Escallonia pulverulenta, Podanthus ovatifolia 1,8 m Ar: 30%

Geranium berteroanum, Blechnum hastatum 0,2 m H: 10%

Fuente: Elaboración propia

Pajonal en Sector 8 en Humedal Calabozo



Pradera en sector 9 en Humedal Calabozo



Matorral de *Salix viminalis* en sector 9 en Humedal Calabozo



Espejo de agua con plantas natantes y sumergidas en sector 1 del Humedal Calabozo



Isla con vegetación boscosa en Sector 8



Figura 24. Fotografía característica de sectores con vegetación natural

Caracterización de la Flora

El inventario florístico se realizó mediante la colecta e identificación de especies realizada en el recorrido por todos los sectores del humedal, incluyendo las áreas con otros usos (forestal o agrícola). En la Tabla 7 se encuentra el listado de las especies encontradas. En este cuadro se detalla su nombre científico, nombre común la familia y clase a la que pertenecen, su hábito de crecimiento y su clasificación en alguna categoría de conservación.

Tabla 7. Listado florístico del Humedal El Calabozo (Nomenclatura: Hp, Herbácea perenne; Ha, Herbácea anual; Hp A, Herbácea perenne acuática; Ha A, Herbácea anual acuática; A: Arbórea; Ar: Arbustiva; Tp, Trepadora perenne; Hp T, Herbácea perenne trepadora. NC, No Clasificada; FP, Fuera de Peligro)

n	Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Categoría de conservación	Origen
Equisetopsida						
1	Equisetaceae	Equisetum bogotense	Cola de caballo	Hp	NC	Nativa
Pteridopsida						
2	Azollaceae	Azolla filiculoides	Luchecillo, hierba del pato	Ha	NC	Nativa
3	Blechnaceae	Blechnum hastatum	Quilquil	Ha	NC	Nativa
Liliopsida						
4	Alismataceae	Alisma lanceolatum	Llantén de agua	Hp A	NC	Nativa
5	Alstroemeriaceae	Bomarea salcilla	Salsilla, Copihuito	Hp T	NC	Endémica
6	Amaryllidaceae	Nothoscordum sp.		Ha	NC	Nativa

7	Araceae	Lemna minuta	Lenteja de agua	Hp A	NC	Nativa
8	Cyperaceae	Carex sp.				
9	Cyperaceae	Schoenoplectus californicus	Totora	Hp A	NC	Nativa
10	Cyperaceae	Carex chilensis		Hp	NC	Nativa
11	Cyperaceae	Cyperus involucratus	Paragüita	Hp	NC	Nativa
12	Cyperaceae	Carex macloviana var. Pseudoleporina		Hp	NC	Nativa
13	Hyacinthaceae	Hyacinthus sp.	Jacinto	Hp	NC	Exótica
14	Hydrocharitaceae	Vallisneria sp.				
15	Iridaceae	Romulea rosea		Hp	NC	Exótica
16	Juncaceae	Juncus capillaceus		Hp	NC	Nativa
17	Juncaceae	Juncus tenuis		Hp	NC	Nativa
18	Juncaceae	Juncus microcephalus		Hp	NC	Nativa
19	Juncaceae	Juncus effusus		Hp	NC	Nativa
20	Philesiaceae	Lapageria rosea	Copihue	Tp	NC	Endémica
21	Poaceae	Phragmites australis		Hp	NC	Nativa
22	Poaceae	Poa annua		Ha	NC	Exótica
23	Poaceae	Bromus hordeaceus		Ha	NC	Exótica
24	Poaceae	Cortaderia speciosa	Cola de zorro	Hp	NC	Nativa
25	Poaceae	Dactylis glomerata		Hp	NC	Exótica
26	Poaceae	Brisa minor	Tembladera	Ha	NC	Exótica
27	Poaceae	Cynosurus echinatus	Cola de ratón	Ha	NC	Nativa
28	Poaceae	Vulpia bromoides		Ha	NC	Exótica
29	Poaceae	Agrostis stolonifera		Hp	NC	Exótica
30	Poaceae	Stipa manicata		Hp	NC	Nativa
31	Poaceae	Agrostis capillaris	Yerba fina	Hp	NC	Exótica
32	Poaceae	Holcus lanatus		HP	NC	Exótica
33	Poaceae	Agrostis stolonifera var. Palustris		Hp	NC	Exótica
34	Poaceae	Agrostis kuntzel		Hp	NC	Exótica
35	Poaceae	Chusquea sp.		Hp	NC	Nativa
36	Typhaceae	Typha sp.				
37	Typhaceae	Typha angustifolia		Hp	NC	Nativa
Magnoliopsida						

38	Apiaceae	Conium maculatum	Cicuta	Ha	NC	Exótica
39	Araliaceae	Hydrocotyle sp.		Hp A	NC	
40	Asteraceae	Baccharis racemosa	Chilca	Ar	NC	Nativa
41	Asteraceae	Cladanthus mixtus	Manzanilla	Ha	NC	Exótica
42	Asteraceae	Trichocline aurea	Hierba de la yesca	Hp	NC	Nativa
43	Asteraceae	Cirsium vulgare	Cardo negro	Ha	NC	Exótica
44	Asteraceae	Hypochaeris radicata	Hierba del chancho	Hp	NC	Exótica
45	Asteraceae	Cirsium lanceolatum	Cardo	Ha	NC	Exótica
46	Asteraceae	Taraxacum officinale	Diente de laón	Hp	NC	Exótica
47	Asteraceae	Sonchus oleraceus		Ha	NC	Exótica
48	Asteraceae	Senecio vulgaris	Senecio	Ha	NC	Exótica
49	Asteraceae	Podanthus ovatifolius	Mitique	Ar	NC	Nativa
50	Asteraceae	Hypochaeris glabra		Ha	NC	Exótica
51	Asteraceae	Cotula australis	Cotula	Ha	NC	Exótica
52	Asteraceae	Proustia pyrifolia	Voqui blanco	Tp	NC	Nativa
53	Boraginaceae	Echium vulgare	Viborera	Ha	NC	Exótica
54	Brassicaceae	Rapistrum rugosum		Ha	NC	Exótica
55	Brassicaceae	Raphanus sativus	Rabanito	Ha	NC	Exótica
56	Brassicaceae	Cardamine hirsuta	Berro amargo	Ha	NC	Exótica
57	Brassicaceae	Daucus carota	Zanahoria silvestre	Ha	NC	Exótica
58	Brassicaceae	Nasturtium officinale	Berro de agua	Hp	NC	Exótica
59	Brassicaceae	Naturtium sp.				
60	Brassicaceae	Brassica rapa	Yuyo	Ha	NC	Exótica
61	Calceolariaceae	Calceolaria sp.				
62	Campanulaceae	Lobelia tupa	Tupa, tabaco del diablo	Ar	NC	Endémica
63	Caryophyllaceae	Cerastium fontanum ssp. Vulgare		Hp	NC	Exótica
64	Caryophyllaceae	Saponaria officinalis	Jabonera	Hp	NC	Exótica

65	Celastraceae	Maytenus boaria	Maitén	A	NC	Nativa
66	Convolvulaceae	Cuscuta sp.	Cabello de ángel	Ha	NC	
67	Convolvulaceae	Calystegia sepium	Carricillo	Tp	NC	Exótica
68	Dioscoreaceae	Dioscorea auriculata		Hp T	NC	Endémica
69	Elaeocarpaceae	Aristotelia chilensis	Maqui	A	NC	Nativa
70	Escalloniaceae	Escallonia pulverulenta	Corontillo	Ar	NC	Endémica
71	Euphorbiaceae	Euphorbia sp.				
72	Fabaceae	Lotus uliginosus	Lotera	Hp	NC	Exótica
73	Fabaceae	Sophora macrocarpa	Mayu	Ar	NC	Endémica
74	Fabaceae	Lotus corniculatus	Cuernecillo	Hp	NC	Exótica
75	Fabaceae	Lupinus angustifolius	Lupino	Ha	NC	Exótica
76	Fabaceae	Acacia melanoxylon	Aromo asutraliano	A	NC	Exótica
77	Fabaceae	Genista monspessulana	Retamilla	Ar	NC	Exótica
78	Fabaceae	Ornithopus compressus	Pie de pájaro	Ha	NC	Exótica
79	Fabaceae	Trifolium subterraneum	Trébol subterráneo	Ha	NC	Exótica
80	Fabaceae	Medicago polymorpha	Hualputra	Ha	NC	Exótica
81	Fabaceae	Vicia sativa	Arveja	Ha	NC	Exótica
82	Fabaceae	Medicago arabica	Trébol manchado	Ha	NC	Exótica
83	Fabaceae	Ulex europaeus	Espinillo	Ar	NC	Exótica
84	Francoaceae	Francoa appendiculata	Llaupangue	Hp	NC	Endémica
85	Fumariaceae	Fumaria capreolata	Palomilla	Ha	NC	Exótica
86	Geraniaceae	Geranium berteroanum	Core-Core	Ha	NC	Nativa
87	Geraniaceae	Erodium moschatum	Almizclera	Ha	NC	Exótica
88	Grossulariaceae	Ribes punctatum	Zarzaparrilla	Ar	NC	Nativa
89	Haloragaceae	Myriophyllum aquaticum	Cola de zorro acuática	Hp A	NC	Nativa

90	Lamiaceae	Mentha aquatica	Menta de agua	Hp	NC	Exótica
91	Lardizabalaceae	Boquila trifoliata	Pilpil voqui	Tp	NC	Nativa
92	Lauraceae	Cryptocarya alba	Peumo	A	NC	Endémica
93	Loasaceae	Loasa triloba	Ortiga caballuna	Ha	NC	Nativa
94	Monimiaceae	Peumus boldus	Boldo	A	NC	Endémica
95	Myrtaceae	Myrcogenia exsucca	Pitra	A	NC	Nativa
96	Myrtaceae	Luma chequen	Chequén	Ar	NC	Nativa
97	Myrtaceae	Luma apiculata	Arrayán	Ar	NC	Nativa
98	Myrtaceae	Myrcogenia leptospermoides	Macella	Ar	NC	Endémica
99	Myrtaceae	Myrcogenia ovata	Chinchin	A	NC	Nativa
100	Nothofagaceae	Nothofagus obliqua	Pellín	A	NC	Nativa
101	Onagraceae	Ludwigia peploides	Duraznillo de agua	Hp A	NC	Nativa
102	Onagraceae	Ludwigia peploides subsp. montevidensis	Duraznillo de agua	Hp A	NC	Nativa
103	Oxalidaceae	Oxalis micrantha		Ha	NC	Nativa
104	Oxalidaceae	Oxalis rosea	Vinagrera	Ha	NC	Nativa
105	Plantaginaceae	Plantago major	Llantén	Hp	NC	Exótica
106	Plantaginaceae	Plantago lanceolata	Siete venas	Hp	NC	Exótica
107	Plantaginaceae	Veronica arvensis		Ha	NC	Exótica
108	Plantaginaceae	Plantago sp.				
109	Plantaginaceae	Callitriche lechleri		Ha A	NC	Nativa
110	Plantaginaceae	Bacopa monnieri	Bacopa	Hp	NC	Exótica
111	Polygonaceae	Rumex acetosella		Hp	NC	Exótica
112	Polygonaceae	Rumex sp.				
113	Polygonaceae	Muehlenbeckia hastulata	Quilo	Tp	NC	Nativa
114	Polygonaceae	Polygonum cfr. Laphifolium				
115	Proteaceae	Gevuina avellana	Avellano	A	NC	Endémica
116	Ranunculaceae	Ranunculus repens	Botón de oro	Hp	NC	Exótica
117	Ranunculaceae	Ranunculus trichophyllus		Ha A	NC	Nativa
118	Rosaceae	Potentilla anserina		Hp	NC	Exótica
119	Rosaceae	Rubus praecox	Zarzamora	Ar	NC	Exótica
120	Rosaceae	Crataegus sp.				

121	Rubiaceae	Galium aparine	Lengua de gato	Ha	NC	Exótica
122	Rubiaceae	Galium hypocarpium		Ha	NC	Nativa
123	Rubiaceae	Sherardia arvensis		Ha	NC	Exótica
124	Salicaceae	Salix sp.				
125	Salicaceae	Azara serrata	Corcolén	A	NC	Nativa
126	Salicaceae	Salix viminalis	Mimbres blanco	Ar	NC	Exótica
127	Salicaceae	Salix caprea	Sauce cabruno	A	NC	Exótica
128	Santalaceae	Myoschilos oblongum	Orocoipo	Ar	NC	Nativa
129	Scrophulariaceae	Parentucellia latifolia		Ha	NC	Exótica
130	Solanaceae	Solanum furcatum		Hp	NC	Nativa
131	Verbenaceae	Verbena hispida		Hp	NC	Nativa
132	Vitaceae	Cissus striata	Voqui colorado	Tp	NC	Nativa

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se muestra la proporción de especies nativas, endémicas y exóticas que componen el listado florístico. Se observa que existe una misma proporción de especies nativas (nativas más endémicas) y exóticas, alrededor de un 45% cada categoría. Fueron encontradas 11 especies endémicas de Chile en el área del humedal. Además, como puede observarse en la Tabla 7, de las especies catastradas, ninguna se encuentra en alguna categoría de conservación según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres del Ministerio del Medio Ambiente o las otras bibliografías consultadas, exceptuando por una clasificada como Fuera de Peligro.

Tabla 8. Origen fitogeográfico de la flora del Humedal El Calabozo.

Número de especies según origen	Número	Porcentaje
Total de especies nativas	49	37,1
Total de especies endémicas	11	8,3
Total de especies exóticas	59	44,7
Especies no clasificadas	13	9,8
Total	132	100

Fuente: Elaboración propia

La flora del humedal Calabozo pertenece a 56 familias, de ellas las con mayor representación son Poaceae (15), Asteraceae (13), Fabaceae (12), Brassicaceae (7) y Plantaginaceae (6). Sobre los hábitos de crecimiento de las especies encontradas, la mayoría son herbáceas anuales o perennes,

9 de ellas son especies de hábito específicamente acuático. En menor medida se encontraron especies leñosas (arbustivas, arbóreas y trepadoras), estas asociadas principalmente a los bordes del humedal. Ver Tabla 9.

Tabla 9. Hábitos de crecimiento de las plantas del Humedal El Calabozo.

	Hábito	N
A	Arbórea	11
Ar	Arbustiva	14
Ha	Herbácea anual	40
Ha A	Herbácea anual acuática	2
Hp	Herbácea perenne	39
Hp A	Herbácea perenne acuática	7
Hp T	Herbácea perenne trepadora	2
Tp	Trepadora perenne	6

Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN 4. CARACTERIZACIÓN DE FAUNA

La presente sección tiene por objeto caracterizar la fauna vertebrada terrestre presente en el humedal Calabozo, teniendo en consideración los siguientes objetivos específicos:

- Determinar los hábitats disponibles para la fauna terrestre en el área del humedal Calabozo.
- Determinar la abundancia relativa y riqueza específica de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos en el humedal.
- Determinar el estado de conservación y origen de las especies identificadas.
- Determinar singularidades para la fauna dentro del humedal Calabozo.

A continuación, se presenta la metodología utilizada y los resultados obtenidos.

Metodología

Inicialmente se determinaron los distintos tipos de hábitat presentes en el humedal de acuerdo a las principales formaciones vegetacionales y a la topografía observada en terreno. En base a esto se procede a la caracterización de la fauna en campo, cuya metodología a grandes rasgos consiste en: 1.- Identificar puntos de muestreo; 2.- Toma de datos; 3.-Análisis de la información levantada.

La campaña a terreno se realizó entre los días 1 y 5 de octubre de 2020, donde se seleccionaron 40 puntos de muestreo de fauna dirigidos a las clases de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Dichos puntos se establecen en concordancia con las áreas evaluadas para la caracterización de flora y vegetación. Para la caracterización de cada clase se definieron transectos y puntos de muestreo en las áreas más representativas y se realizó recorridos a pie y en vehículo por toda el área de estudio

en prospecciones diurnas y nocturnas. A continuación, se describen las metodologías específicas para el levantamiento de información en campo de cada grupo objetivo.

Anfibios

La técnica de muestreo consistió en la búsqueda activa de larvas y adultos durante la noche, utilizando tres técnicas: encuentro visual, escuchas y búsqueda de refugios. Se prospectaron áreas con mayor probabilidad de hallazgo, correspondientes a sectores húmedos, bajo troncos, hojarasca y en quebradas.

Para el cálculo de abundancia, se definieron cuadrantes de 10 x 10 metros, los que fueron revisados por una persona durante 10 minutos. Esto permitió obtener la abundancia absoluta (individuos/superficie) de este tipo de organismos y corregir por esfuerzo de muestreo (individuos/tiempo). Adicionalmente, para registrar presencia de especies se realizaron estaciones auditivas en el crepúsculo, mediante la aplicación de técnicas de "Play Back" o estímulos acústicos, emitiendo las vocalizaciones de las especies que potencialmente estaban presentes en el área. Adicionalmente, cualquier registro visual o auditivo de anfibios fuera del muestreo se incorporó al inventario para complementar el valor de riqueza de especies.

Reptiles

Se realizaron prospecciones terrestres efectuadas sobre transectos lineales de 100 m de largo por 10 m de ancho, recorridos a pie. El tiempo de muestreo se estandarizó a 10 minutos para todos los transectos a una velocidad constante aproximada de <2 km/hora. Este método permitió registrar la riqueza de especies presente en cada hábitat y su densidad. Ésta se expresa como el número de individuos observados (abundancia) por unidad de superficie (1.000 m²). Adicionalmente, cualquier registro visual de reptiles fuera del muestreo se incorporó al inventario para complementar el valor de riqueza de especies.

Aves

Al igual que para reptiles, la técnica de muestreo de aves consistió en el desarrollo de transectos lineales de 100 m de largo por 10 m de ancho, recorridos a pie durante 10 minutos, donde se contabilizó registros indirectos tales como presencia de nidos, plumas, huevos, huesos, egagrópilas (indica la presencia de rapaces), y registros directos tales como avistamientos a ojo desnudo o utilizando binoculares, mediante canto o vocalización y prospecciones pedestres.

Para los ambientes de bosque y plantación forestal se empleó estaciones de conteo. En cada estación se realizó el conteo de aves durante cinco minutos. Además, se realizó censos de aves, que consiste en contabilizar todos los individuos que se alcance a detectar e identificar hasta donde la vista y los instrumentos disponibles lo permitan. Adicionalmente, cualquier registro visual y/o auditivo fuera del muestreo se incorporó al inventario para complementar el valor de riqueza de especies.

Para calcular la abundancia por hábitat de cada una de las especies dentro del humedal, se determinó el número de individuos detectados totales dentro del hábitat por especie y su proporción respecto del total de individuos.

Para evaluar la presencia o ausencia de aves nocturnas (rapaces) se realizaron reproducciones en búsqueda de respuesta o “playback” durante el anochecer. Las vocalizaciones para cada especie fueron emitidas durante 30 segundos con un tiempo de espera de respuesta de 30 segundos, siendo repetidos tres veces.

Mamíferos

Mesomamíferos

Para la descripción de mesomamíferos (mamíferos que pesan menos de 10 kg y más de 500 gr) se utilizaron técnicas indirectas y directas. La primera consistió en la detección de huellas, osamentas, restos de pelaje, presencia de excrementos, vocalizaciones y cualquier otro rastro que permitió determinar la presencia de alguna especie.

La técnica de detección directa se basó en la observación de ejemplares, ya sea a ojo desnudo o mediante la captura de imágenes. Se instalaron trampas cámara (Bushnell 119455C Trophy Night Vision Trail Camera) en corredores y junto a ellas se instalaron atractores olfativos. Esta técnica permitió grabar escenas diurnas y nocturnas de las especies de mamíferos que activaron el movimiento. Cabe destacar que estos dispositivos no emiten luces o sonidos que puedan perturbar a la fauna local.

Micromamíferos

Para la evaluación de micromamíferos (roedores y marsupiales) se realizaron capturas mediante la utilización de trampas correspondientes al tipo vivo (Sherman). Se definieron estaciones de muestreo, cada una con 5 trampas, dispuestas en línea y separadas por 10 m cada una. Éstas fueron cebadas con avena y esencia de vainilla. Las trampas fueron revisadas a primera hora de la mañana siguiente. Los ejemplares capturados fueron identificados, fotografiados e inmediatamente liberados en el mismo sitio.

Para establecer la abundancia relativa se tuvo en consideración que corresponde a la proporción (%) de ejemplares de una especie (i) con respecto al total de ejemplares de todas las especies (N), cuyo cálculo fue:

$$(i/N)*100$$

Al mismo tiempo, se instalaron trampas únicas en distintos sitios dentro del área de estudio y de forma dirigida hacia lugares donde se detectó actividad de micromamíferos. El objetivo de este método fue aumentar la riqueza de especies de este grupo. Adicionalmente, cualquier registro visual de reptiles fuera del muestreo se incorporó al inventario para complementar el valor de riqueza de especies.

Quirópteros

Este grupo se evaluó utilizando micrófono ultrasónico Echo Meter Touch 2 (Wildlife Acoustics) en estaciones puntuales, ubicadas en sitios que presentaron características de microhábitat

frecuentadas por este orden, tales como cursos de agua o caminos para vehículos entremedio del bosque o plantación. El horario de grabación durante la jornada empezó al atardecer y duró hasta 6 horas después del ocaso. El monitoreo en cada punto tuvo una duración de 10 minutos, y se grabó de forma automática cada vez que el micrófono detectó ultrasonidos con características propias de la ecolocación en murciélagos. Las grabaciones realizadas en terreno fueron comparadas con grabaciones de referencia para asignar cada archivo a alguna de las especies potencialmente presentes en el área. Dicha detección contempló la caracterización de la forma y duración de las vocalizaciones, junto con su rango de frecuencia.

Se estableció un índice de abundancia relativa por especie (IAR) donde:

$$\text{IAR} = \text{Número de grabaciones por especie} / \text{Número total de grabaciones identificadas} * 100$$

Resultados

Los hábitats identificados para el humedal Calabozo se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Hábitats para la fauna silvestre presente en el humedal Calabozo

Hábitat	Descripción
Espejo de agua	Sectores húmedos donde el nivel del agua alcanza profundidad suficiente para acumularse y no se desarrolla vegetación sobre la superficie.
Pajonal	Sectores con vegetación azonal, asociadas a las condiciones de humedad, la cual sobrepasa la superficie.
Pradera	Sector donde la vegetación en su mayoría corresponde a herbáceas anuales y no sobrepasa los 30 cms de altura.
Plantación forestal	Corresponde a plantaciones de especies alóctonas en distintos estados de desarrollo, con muy poca o nula presencia de otras especies vegetales.
Matorral	Presencia de vegetación arbustiva en su mayoría con una cobertura mayor al 50%
Bosque nativo	Corresponde a sitios de vegetación nativa con estructura arbórea y desarrollo de más de un estrato vegetal.

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los puntos de muestreo realizados en cada uno de los hábitats previamente determinados se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Puntos de muestreo en cada uno de los hábitats

Hábitat	Puntos diurnos	Puntos nocturnos
Humedal espejo de agua	12	2
Pajonal	9	1
Pradera	9	0
Plantación forestal	4	2
Matorral	2	0
Bosque nativo	2	0
Total puntos muestreo	35	5

Fuente: Elaboración propia

Caracterización de fauna

Durante la campaña de terreno realizada para la detección e identificación de individuos de fauna silvestre, se registraron 72 especies de vertebrados terrestres, los cuales se distribuyen en las distintas clases según se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Número de especies registradas por clase para el humedal Calabozo

Clase	Nº Especies
Anfibios	2
Reptiles	4
Aves	62
Mamíferos	4
Total especies registradas	72

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que de las especies registradas cuatro se encuentran en categoría de amenaza. El Cisne cuello negro (*Cygnus melanocorpus*) y Cuervo de pantano (*Plegadis chihi*) se encuentran en Peligro de extinción, la Rana chilena (*Calyptocephalella gayi*) en categoría Vulnerable, y el Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) Casi amenazada.

Además, cabe destacar que se identifican 3 especies migratorias: Picaflor Gigante. (Patagonas gigas), Becacina (*Gallinago paraguaiiae*) y Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*).

Por otro lado, del total de especies tres son introducidas: Gorrión (*Passer domesticus*), Paloma (*Columba livia*) y Rata (*Rattus rattus*)

En la Tabla 13. se presenta el listado detallado de especies.

Tabla 13. Listado detallado de especies registradas en humedal Calabozo (EN: En peligro; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; VU: Vulnerable)

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Origen/Endemismo	Estado de conservación
Amphibia	Anura	Leiuperidae	<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	Nativa	NT
Amphibia	Anura	Calyptocephalellidae	<i>Calyptocephalella gayi</i>	Rana chilena	Endémica	VU
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	Nativa	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Cygnus melanocorpus</i>	Cisne cuello negro	Nativa	EN
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura sp.</i>	Pato rana	Nativa	LC
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Netta peposaca</i>	Pato negro	Nativa	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	Nativa	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	Nativa	LC
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja	Nativa	LC
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	Nativa	LC
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina	Nativa	LC
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pitotoy grande	Nativa	LC
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	Nativa	LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	Nativa	LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma	Introducida	
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	Nativa	LC
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	Nativa	LC
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula</i>	Tagüita	Nativa	LC

melanops

Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja	Nativa	LC
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	Nativa	LC
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica armillata</i>	Tagua	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Fringillidae	<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Furnaridae	<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Furnaridae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete Acanelado	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Furnaridae	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	Nativo	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	Introducida	
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Rhinocryptidae	<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la Mocha	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivacens</i>	Chirigüe verdoso	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Fio Fio	Nativa	LC

Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	Nativa	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Hymenops perspicillatus</i>	Run-Run	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza boyera	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria	Nativa	LC
Aves	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	Nativa	EN
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	Nativa	LC
Aves	Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	Nativa	LC
Aves	Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Nativa	
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Glacidium nanum</i>	Chuncho	Nativa	LC
Aves	Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	Nativa	LC
Mamíferos	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago orejas de ratón	Nativa	LC
Mamíferos	Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola de ratón	Nativa	LC
Mamíferos	Rodentia	Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	Coipo	Nativa	LC
Mamíferos	Rodentia	Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata	Introducida	
Reptilia	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	Nativa	LC
Reptilia	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	Nativa	LC
Reptilia	Squamata	Tropiduridae	<i>Liolaemus cyanogaster</i>	Lagartija vientre azul	Nativa	LC
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	Nativa	LC

Fuente: Elaboración propia

Abundancia relativa por ambiente

Aves

De las 62 especies de aves registradas en el humedal Calabozo, 35 se registraron en el hábitat humedal espejo de agua, 26 en el pajonal, 16 en la pradera y 14 en la plantación forestal. En el hábitat humedal espejo de agua, las especies más abundantes son el cisne de cuello negro (*Cygnus melanocorphus*), el pato jergón grande (*Anas georgica*) y el yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), con un 24%, 14% y 9% respectivamente. Detalle en la Tabla 14.

En el caso del pajonal, las especies más abundantes por cantidad de individuos son el trabajador (*Phleocryptes melanops*), la paloma (*Columba livia*), y la tagua común (*Fulica armillata*), con un 13%, 9% y 8%. Detalle en la Tabla 15. En la pradera, dominan la abundancia el queltehue (*Vanellus chilensis*), el jilguero (*Sporagra barbata*) y la golondrina chilena (*Tachycineta meyeri*), con un 44%, 14% y 10% respectivamente. Detalle en la Tabla 16.

Por último, en la plantación forestal, son las especies Torcaza (*Patagioenas Araucana*) y Chirigue verdoso (*Sicalis olivacens*) las más abundantes, con 55% y 24%. Detalle en la Tabla 17.

Tabla 14. Abundancia relativa a individuos por especies en el hábitat Humedal espejo de agua

Especie	Nombre común	Abundancia relativa
<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina	1%
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	1%
<i>Sicalis olivacens</i>	Chirigue verdoso	1%
<i>Glacidium nanum</i>	Chuncho	1%
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	1%
<i>Cygnus melanocorphus</i>	Cisne cuello negro	14%
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	2%
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	2%
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	6%
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	1%
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	<1%
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	<1%
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	6%
<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara	2%
<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico	6%

<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	24%
<i>Netta peposaca</i>	Pato negro	1%
<i>Oxyura sp.</i>	Pato rana	1%
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	2%
<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio	<1%
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	1%
<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	<1%
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	3%
<i>Hymenops perspicillatus</i>	Runrun	1%
<i>Fulica armillata</i>	Tagua	3%
<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	1%
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja	1%
<i>Gallinula melanops</i>	Taguita	1%
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	1%
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	<1%
<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	<1%
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	2%
<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	3%
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	9%
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	1%
Total Especies		35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Abundancia relativa a individuos por especies en el hábitat Pajonal

Espece	Nombre común	Abundancia relativa
<i>Sicalis olivacens</i>	Chirigue verdoso	1%
<i>Glacidium nanum</i>	Chuncho	1%
<i>Cinclodes patagonicus</i>	Churrete	1%
<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado	1%

<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la Mocha	1%
<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	6%
<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano	5%
<i>Tachycineta meyeni</i>	Golondrina chilena	7%
<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo	1%
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	4%
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	6%
<i>Cathartes aura</i>	Jote cabeza roja	1%
<i>Sturnella loyca</i>	Loica	2%
<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	6%
<i>Columba livia</i>	Paloma	9%
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	2%
<i>Anas sibilatrix</i>	Pato real	2%
<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	1%
<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	5%
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	2%
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	5%
<i>Fulica armillata</i>	Tagua	8%
<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua frente roja	3%
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	1%
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	13%
<i>Agelasticus thilius</i>	Trile	7%
Total especies		26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Abundancia relativa a individuos por especies en el hábitat Pradera

Especie	Nombre común	Abundancia relativa
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	1%
<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	1%
<i>Gallinago paraguayae</i>	Becacina	1%
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	3%
<i>Sicalis olivacens</i>	Chirigue verdoso	8%
<i>Egretta thula</i>	Garza chica	1%
<i>Casmerodius albus</i>	Garza grande	3%
<i>Tachycineta meyeri</i>	Golondrina chilena	10%
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina de dorso negro	2%
<i>Sporagra barbata</i>	Jilguero	14%
<i>Coragyps atratus</i>	Jote cabeza negra	1%
<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue	44%
<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	1%
<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	1%
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	7%
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	2%
Total especies		16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Abundancia relativa a individuos por especies en el hábitat Plantación

Especie	Nombre común	Abundancia relativa
<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán	1%
<i>Sicalis olivacens</i>	Chirigue verdoso	24%
<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la Mocha	2%
<i>Scytalopus magellanicus</i>	Churrín del sur	2%
<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	1%

<i>Elaenia albiceps</i>	Fio fio	1%
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	2%
<i>Tyto alba</i>	Lechuza	1%
<i>Anas georgica</i>	Pato jergón grande	1%
<i>Patagona gigas</i>	Picaflor gigante	1%
<i>Aphrastura spinicauda</i>	Rayadito	1%
<i>Patagioenas araucana</i>	Torcaza	55%
<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	1%
<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	5%
Total especies		14

Fuente: Elaboración propia

Mamíferos

Mediante los métodos de trampas Sherman y trampas cámara no fue posible el registro de especies de mesomamíferos y micromamíferos no voladores. Sin embargo, fue posible por observación directa, determinar la presencia de 2 especies, *Myocastor coypus*(Coipo) y *Rattus rattus* (Rata), esta última, especie introducida.

Usando los micrófonos detectores de ultrasonido, fue posible registrar dos especies de murciélagos: *Myotis chiloensis*(Murciélago orejas de ratón del sur) y *Tadarida brasiliensis* (Murciélago de cola libre).

Los escasos registros con cada uno de los métodos dirigidos a la detección de la clase mamíferos, no permite que los cálculos de abundancia relativa a individuos por especies, sea representativa de la presencia de la clase mamíferos en el humedal.

Anfibios

De las dos especies de anfibios registrados en el humedal Calabozo, es la rana chilena (*Calyptocephalella gayi*) la que se presenta como más abundante, respecto del sapo de cuatro ojos (*Pleuroderma thaul*). La primera, con 6 individuos registrados en 2 puntos de muestreo, mientras que el sapo de cuatro ojos se contabilizó con 4 individuos en 3 puntos de muestreo. Todos los individuos fueron registrados de forma auditiva en secciones de pajonal al borde de espejos de agua.

Reptiles

Es la especie *Liolaemus lemniscata* la mas registrada dentro de los hábitats del humedal Calabozo, con 5 individuos registrados en plantación forestal y matorral, seguido de la especie *Liolaemus*

cyanogaster con 3 individuos en pajonal. De forma singular, el ambiente de bosque nativo, registró dos especies como son, la lagartija tenue (*Liolaemus tenuis*) y la culebra de cola larga (*Phylodrias chamissonis*), las cuales no fueron registradas en ningún otro hábitat. Detalle en Tabla 18.

Tabla 18. Número de individuos de reptiles registrados por ambiente

Especie	Pajonal	Bosque nativo	Plantación	Matorral
<i>Liolaemus tenuis</i>	-	1	-	-
<i>Liolaemus lemniscata</i>	-	-	3	2
<i>Liolaemus cyanogaster</i>	3	-	-	-
<i>Phylodrias chamissonis</i>	-	1	-	-
<i>Liolaemus sp.</i>	3	-	1	-

Fuente: Elaboración propia

SECCIÓN 5. CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA

En la presente sección se presenta la metodología y resultados de una primera aproximación a la caracterización limnológica del humedal Calabozo en Coronel, la cual fue realizada sobre la base de muestreos de biota acuática y condiciones físicas y químicas del agua del humedal realizados entre los 17 al 20 de agosto del 2020.

Los objetivos específicos de la caracterización limnológica son:

- 1.- Caracterizar la biota acuática en el Humedal Calabozo, considerando los componentes fitoplancton, zooplancton, zoobentos y fauna íctica;
- 2.- Caracterizar las propiedades físicas y químicas del agua en el Humedal Calabozo;
- 3.- Describir las características de hábitat acuático en el Humedal Calabozo.

Metodología

La caracterización limnológica del humedal contempló el monitoreo de seis puntos de muestreo. Su localización en coordenadas UTM se observa en la Tabla 19, y su ubicación relativa en la Figura 25.

Tabla 19. Puntos de muestreo evaluados en la línea de base limnológica.

Punto de muestreo	Descripción del punto	UTM-WGS84-ZONA 18H	
		Este (m)	Norte (m)
P1	Humedal Calabozo, en estero aportante desde el oriente	667786	5902174
P2	Humedal Calabozo, en espejo de agua ubicado al norte	667190	5903606
P3	Humedal Calabozo, en espejo de agua ubicado al occidente	666328	5901906
P4	Humedal Calabozo, en laguna de salida del humedal Calabozo	665742	5903235
P5	Humedal Calabozo, en estero aportante desde el sur	667412	5900354
P6	Humedal Calabozo, en espejo de agua ubicado al sur	666443	5900909

Fuente: Elaboración propia

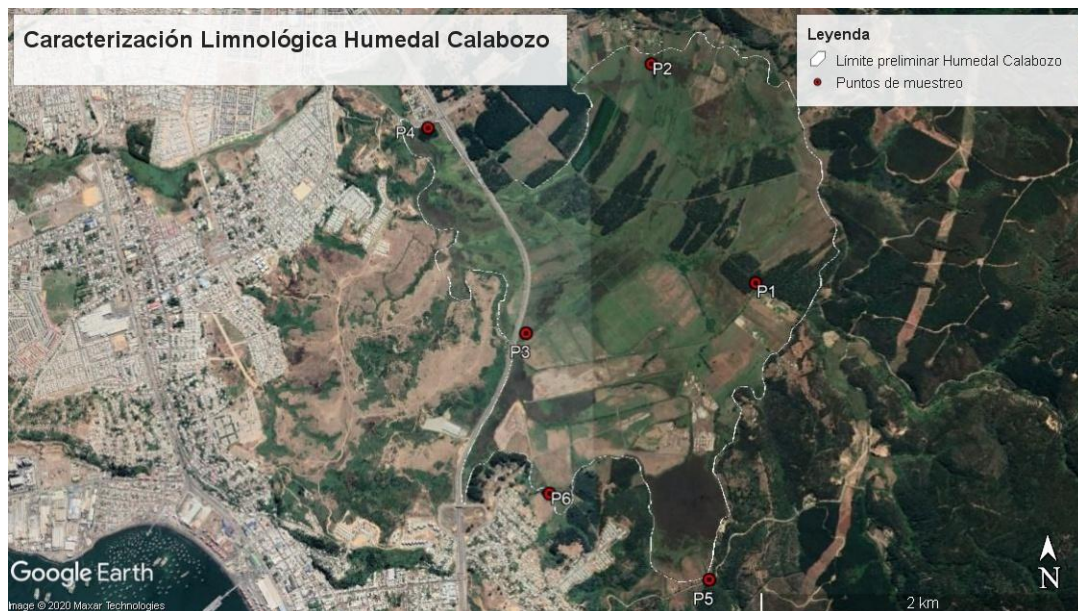


Figura 25. Área de estudio y distribución relativa de los puntos de muestreo de la caracterización limnológica del humedal Calabozo. Agosto de 2020. Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron muestreos de fauna íctica y medición de parámetros *in situ* en los seis puntos de muestreo, mientras que las muestras de calidad de agua, así como las muestras de fitoplancton, zooplancton y zoobentos fueron tomadas solamente en cuatro sitios de muestreo, tal y como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Componentes evaluados en cada punto de muestreo.

Punto de muestreo	Fauna íctica	Zooplancton	Fitoplancton	Zoobentos	Parámetros <i>in situ</i>	Calidad de agua
P1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P3	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
P5	✓	-	-	-	✓	-
P6	✓	-	-	-	✓	-

Fuente: Elaboración propia

Características físicas y químicas del agua

Se realizó una caracterización de las condiciones físicas y químicas del agua en cursos y cuerpos de agua dentro del humedal. Para capturar la variabilidad del sistema y lograr una adecuada representatividad espacial, lo anterior se realizó en distintos sectores dentro del humedal.

Colección, preservación, transporte y análisis de muestras de agua

La toma de muestras, preservación, transporte y análisis de los diversos parámetros muestreados se desarrolló con más de 24 horas de la toma de la muestra, esto debido a la dificultad de traslado existente en el contexto de Pandemia.

Análisis de muestras

Todas las muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio Hidrolab, el cual se encuentra acreditado por el INN como laboratorio de ensayo según NCh-ISO 17025.0f 2005 (LE215 y LE944). Los parámetros considerados en el análisis y las metodologías que se emplearán para su análisis se muestran en la Tabla .

Tabla 21. Parámetros considerados en la Caracterización Limnológica del Humedal Calabozo (En gris párametro que se descartan por análisis tardío de muestras)

Parámetro	Unidad	Límite de detección	Metodología de análisis	Norma de Referencia	Límite Norma
Nutrientes y productividad					
Nitrato	mg N/L	0,05	SM-4110B(2)	NCSA Biobío	0,15
Nitrito	mg N/L	0,002	SM-4110B(2)	NCSA Biobío	0,002
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	0,1	SM-4500NC(2)	-	-
Nitrógeno Total	mg N/L	0,1	SM-4500NA(7)	NCSA Biobío	0,3
Fósforo Total	mg P/L	0,2	SM-4500PC(2)	NCSA Biobío	0,05
Clorofila	mg/m ³	0,2	SM-1020HC(2)	-	-
Fisicoquímicos					
Conductividad	µs/cm	1	SM-2510B(2)	NCh 1333	≤750
pH	unidad	0	SM-4500HB(2)	NCh 1333	6,0-9,0
DBO5	mg/L	2	SM-5210 B(2)	-	2
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L		SM-2320 B(2)	NCh 1333	≥20
Microbiológicos					
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1,8	SM-9221E(2)	NCh 1333	1000
Parámetros <i>in situ</i>					
Oxígeno disuelto	mg O/L	?	Método 4500OG	NCh 1333	≥5,0/≥8,7
Saturación de Oxígeno	%	?	Método 4500OG	-	-
Temperatura	°C	?	Método 2520B	NCh 1333	-

Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, pH y conductividad se midieron *in situ* utilizando un equipo multiparamétrico Hanna HI 98194 (Anexo 7. Fotografías caracterización limnológica). A continuación, se presenta la metodología utilizada para la medición de las variables antes mencionadas:

- *Temperatura*: Se midió con un equipo multiparamétrico Hanna HI 98194, según lo indicado en el Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 2520 B.
- *Oxígeno disuelto y porcentaje de saturación de oxígeno*: Se midió utilizando un equipo multiparamétrico Hanna HI 98194, según lo indicado en el Standard Methods for the Examination of Water of Wastewater, 21st Edition, 2005. Método 4500-O G.

Estado trófico

El estado trófico del sistema fue establecido a partir de los rangos definidos por Smith et al. (1999) para sistemas lóticos y lénticos, de acuerdo a los rangos y valores que se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Rangos y valores establecidos en Smith et al. (1999) para la determinación del estado trófico en sistemas acuáticos loticos (ríos, arroyos, canales).

Sistema	Estado trófico	Nitrógeno total ($\mu\text{g/L}$)	Fósforo total ($\mu\text{g/L}$)	Clorofila ($\mu\text{g/L}$)
Sistemas lóticos	Oligotrófico	< 700	< 25	<1
	Mesotrófico	700 - 1500	25 - 75	10 - 30
	Eutrófico	> 1500	> 75	> 30
Sistemas lénticos	Oligotrófico	< 350	< 10	< 3,5
	Mesotrófico	350 - 650	10- 30	3,5 -9
	Eutrófico	650 - 1200	30 - 100	9 - 25
	Hipereutrófico	> 1200	> 100	> 25

Fuente: Elaboración propia

Biota acuática

Fauna íctica

El muestreo de fauna íctica se desarrolló en consideración de las recomendaciones de la “Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile” (SUBPESCA 2018 [FIPA N° 2016-46]). A continuación, se detalla la metodología de caracterización de la fauna íctica.

El muestreo de peces se realizó utilizando el arte de pesca denominado “pesca eléctrica”, que permite caracterizar la fauna íctica de sistemas lóticos o lénticos vadeables, como es el caso de los cursos y cuerpos de agua dentro del área de estudio. Este arte de pesca contempla el uso de un equipo de pesca eléctrica portátil marca Samus modelo 1000 y chinguillos. Este tipo de pesca se fundamenta en la generación de campos eléctricos al sumergir dos electrodos (ánodo y cátodo) alimentados por el equipo de pesca. Los peces, involuntariamente, nadan en dirección al ánodo (polo positivo) y a una cierta distancia sufren electrotaxia, nadando hacia el operador, para finalmente entrar en estado de electronarcosis, que deja al individuo inmóvil por contracción muscular (Elosegi & Sabater 2009) momento en el cual pueden ser capturados.

Para estandarizar las capturas, en cada punto de muestreo se consideró un esfuerzo de muestreo de 30 minutos, recorriendo aproximadamente 200 m². En los cursos de agua se realizó un barrido abarcando toda su sección, desde aguas abajo hacia aguas arriba. En los sistemas lagunares, esta acción se desarrolló en la zona litoral, o hacia el interior del cuerpo de agua cuando estos fueron vadeables. Dicha actividad consideró un técnico operador del equipo de pesca eléctrica y un técnico de apoyo para la recolección de peces con chinguillos en el área recorrida.

Para la identificación de los ejemplares, se siguió a Arratia (1981), Campos et al. (1998) y Ruíz & Marchant (2004). Tras su identificación, todos los peces recolectados fueron analizados morfológicamente respecto de su longitud total (LT) y peso total (PT).

Utilizando esta información morfológica, se estimó posteriormente para cada ejemplar capturado el factor de condición (K), el cual corresponde a un índice de la “robustez” o “gordura” de los peces, y cuyo cálculo se efectúa utilizando la siguiente ecuación (Lagler 1956):

$$K = \left(\frac{PT}{LT^3} \right) * 1000$$

Una vez identificados y medidos, los peces fueron devueltos al medio acuático. La abundancia de estos fue evaluada considerando la captura por unidad de esfuerzo de pesca (CPUE), definida por el tiempo de muestreo (ind/Hora).

Zoobentos

Para la caracterización de la fauna bentónica, en caso de aguas corrientes y sustrato grueso, se colectaron muestras con una red Surber de 0,09 m² de área de boca y 250 µm de apertura de malla. En caso de aguas lénticas someras y sustrato blando, se utilizó un corer de 0,0095 m². Adicionalmente, se colectaron muestras de vegetación acuática para caracterizar los invertebrados bentónicos que utilizan estas plantas como sustrato.

Las muestras fueron fijadas *in situ* con alcohol al 95%. Estas muestras fueron transportadas a laboratorio y analizadas mediante recuento directo bajo Lupa (Zeiss Stemi 2000-C). Para la identificación taxonómica se utilizaron los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto & Tell (1995), Lugo-Ortiz & McCafferty (1998), Merrit & Cummins (1996), Fernández & Domínguez (2001) y Domínguez & Fernández (2009).

Zooplankton

Para la obtención de las muestras de zooplankton se utilizó una red cónica de zooplankton (Hydrobios), con diámetro de boca de 30 cm y apertura de malla de 110 µm. En sistemas lóticos con aguas corrientes el muestreo se realizó por deriva, mientras que en sistemas lénticos se realizó por arrastre. Las muestras fueron fijadas con alcohol al 95%. Para el recuento de la muestra se utilizó un microscopio estereoscópico Leitz a diferentes magnitudes. Los valores se expresaron en valores de densidad (ind/m³). La clasificación de los organismos del zooplankton se realizará de acuerdo a Araya & Zúñiga (1985), Reid (1985), Smirnov & Timms (1983), Bayly (1992), Wallece & Snell (2001).

Microalgas planctónicas

Las microalgas planctónicas fueron muestreadas recolectando muestras integradas usando una red de plancton cónica de 30 cm de boca y 60 µm de apertura de malla. Las muestras fueron fijadas con solución de formalina 4% para su posterior análisis mediante microscopía óptica (Carl Zeiss), clasificando y contando la totalidad de los organismos presentes (Wetzel & Likens, 1991). La información obtenida de cada una de las réplicas se integró en una única unidad muestral por punto, eliminando así el error de pseudoreplicación (Hurlbert, 1984), y proporcionando en consecuencia información compuesta de la variabilidad espacial del fitoplancton.

Se estimó el volumen de agua filtrado en cada punto de muestreo. El número de individuos en la muestra dividido por el volumen filtrado en litros permite la estimación de la densidad en cel/L. Se cuantificó la densidad de organismos fitoplanctónicos a través de transectos en un volumen de 1 mL. El número de transectos contados es función de la precisión deseada y el número de células, colonias o filamentos por transecto. El recuento de fitoplancton se realizó en una cámara Sedwick-Rafter y se calculó como sigue:

$$\frac{n^{\circ} \text{ cel}}{\text{mL}} = \frac{C * 1.000 \text{mm}^3}{L * D * W * S}$$

Donde:

C= número de organismos contados;

L= longitud total de la cámara (50 mm), longitud del transecto (2,3 mm);

D= profundidad de la cámara (1 mm);

W= ancho de la cámara (20 mm) y

S= número de transectos contados.

Finalmente, se dividió el número de células por mililitro por un factor de corrección ajustado a la dilución o concentración de la muestra.

La identificación de las diatomeas y de los otros grupos se realizó utilizando las claves de Prescott (1970), Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Parra et al. (1982a, 1982b, 1982c y 1983), Pereira & Parra (1984), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

Análisis comunitarios

Para las comunidades acuáticas presentes en el área de estudio se estimaron distintos parámetros comunitarios que expresan la estructura, composición y estado de conservación de los ensambles:

- **Riqueza:** Número de taxa diferentes en un determinado lugar y momento.
- **Abundancia relativa:** Relación entre el número de individuos de un taxón (especie, género o familia) y el número total de individuos.
- **Densidad:** Cantidad de individuos de una población biológica, determinada por unidad de espacio o volumen del ambiente en el que viven.
- **Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')**: Es un indicador de la incertidumbre de que un determinado espécimen tomado al azar de una muestra pertenezca a un cierto taxón. Este índice asume que los individuos fueron muestreados aleatoriamente de una población infinita y que todas las taxa están representados en la muestra (Krebs 1989). La fórmula para su cálculo se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$H' (\text{bits}) = - \sum_{i=1}^s p_i * \log_e p_i$$

Dónde: s = número de taxa.

p_i = proporción del taxa i en la muestra.

- **Índice de Equitatividad de Pielou (J'):** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor varía entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todos los taxa son igualmente abundantes (Krebs 1989). La siguiente fórmula muestra este índice:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_e s}$$

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener

H'_{max} = valor máximo teórico de H'

s = número de taxa

- **Índice de Dominancia Simpson:** Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988, Peet 1974). La siguiente fórmula muestra este índice:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Categorías de conservación

El estado de conservación de las especies fue definido de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 20.417 y el DS N° 29 del Ministerio del Medio Ambiente. La categoría de conservación de cada una de las especies registradas se determinó según el D.S. N° 75/2005 del MINSEGPRES (Ministerio Secretaría General de la Presidencia), modificado por el D.S. N° 29/2012 (Reglamento de Clasificación de Especies) del MMA (Ministerio del Medio Ambiente), y sus decretos supremos asociados posteriores, donde se listan las especies clasificadas y su categoría de conservación, y que corresponden a: D.S. N° 151 (MINSEGRES, 2006), D.S. N° 50 (MINSEGPRES, 2008), D.S. N° 51 (MINSEGPRES, 2008), D.S. N° 23 (MINSEGPRES, 2009), D.S. N° 41 (MMA, 2011), D.S. N° 42 (MMA, 2011), D.S. N° 33 (MMA, 2011), D.S. N° 19 (MMA, 2012), D.S. N° 13 (MMA, 2013), D.S. N° 52 (MMA, 2014) y D.S. N° 38 (MMA, 2015).

Resultados

Caracterización del hábitat acuático

Dentro del humedal Calabozo es posible observar distintos tipos de ecosistemas acuáticos, pasando por ambientes lóticos, correspondientes a cursos de agua naturales que vienen desde lo alto de la cuenca y canales de origen antrópico, hasta ambientes lénticos, correspondientes a lagunas que se forman en las zonas de menor altitud. Esto es relevante ya que las diferencias en los tipos de ecosistemas acuáticos estarían determinando diversidad en la disponibilidad de hábitat.

En la Tabla 23 se presentan las principales características de hábitat acuático. Se puede observar que dos fueron sistemas lóticos (P1 y P5), mientras que los otros cuatro presentaron características de sistema léntico (P2, P3, P4 y P6).

Respecto de los cursos de agua evaluados, cabe destacar que estos correspondieron a esteros aportantes a la cuenca baja, ingresando al humedal Calabozo por el este (P1) y por el sur (P5). Entre ellos, el mayor aporte hídrico lo constituyó el estero aportando por el este, evaluado en el punto P1, en el cual se registró un ancho máximo de 2,8 m, una velocidad de corriente de 0,95 m/s, aguas semiclaras, una profundidad máxima y media de 65 y 35 cm, respectivamente, sustrato constituido por grava y fango, presencia de vegetación acuática y detritus vegetal en el sustrato. Por otro lado, el estero aportando por el sur, evaluado en el punto de muestreo P5, presentó dimensiones y un caudal mucho menor, constituyendo apenas un hilo de agua, con un ancho de 0,8 m, 29 cm de profundidad máxima y 11 cm de profundidad media, aguas claras una velocidad de corriente de 0,35 m/s, sustrato constituido por grava, ausencia de vegetación acuática y detritus vegetal. Detalle en la Tabla 23.

Por otro lado, los sistemas lénticos evaluados presentaron condiciones variables entre ellos, siendo el espejo de agua del norte del humedal, evaluado en el punto de muestreo P2, el que presentó mayores dimensiones, con un ancho máximo estimado de 454 m y aguas más claras, mientras que el espejo de agua ubicado en la zona sur del humedal, evaluado en el punto P6, presentó las menores dimensiones, con un ancho máximo de 146 m y aguas semiclaras. No obstante, los cuatro cuerpos de agua evaluados presentaron condiciones en común, como fue una importante presencia de vegetación acuática, sustrato fino y anaeróbico en el caso de los puntos de muestreo P3, P4 y P6, profundidades máximas superiores a 1 m. La laguna del norte del humedal (P4) presentó las mejores condiciones de hábitat acuático, mientras que los espejos de agua del sur y oeste del humedal, donde se observaron condiciones anaeróbicas o de baja oxigenación, presentaron las peores condiciones de hábitat. Detalle en la Tabla 23.

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se presentan fotografías de los puntos de muestreo evaluados en el área de estudio durante la campaña de agosto de 2020.

Tabla 23. Resumen de las principales variables de hábitat evaluadas en el área de estudio. Caracterización limnológica del humedal Calabozo. Agosto de 2020. Abreviaturas: sv= sin velocidad; A= agrícola; P= plantación forestal; C= caserío; B= bosque; A= agrícola; U= urbano; G= ganadero.

Variables	PUNTOS DE MUESTREO					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Tipo de ambiente	lótico	léntico	léntico	léntico	lótico	léntico
Régimen	pluvial	pluvial	pluvial	pluvial	pluvial	pluvial
Mesohábitat	canalizado	litoral	litoral	litoral	quebrada	litoral
Ancho máximo (m)	2,8	454	405	167	0,8	146
Velocidad de corriente (m/s)	0,95	sv	sv	sv	0,35	sv
Profundidad Máxima (cm)	65	>100	>100	>100	29	>100
Profundidad media (cm)	35	55	39	65	11	41
Sustrato dominante	grava-fango	suelo	fango	fango	grava	fango
Vegetación acuática	presente	presente	presente	presente	ausente	presente
Detritus Vegetal	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Cobertura dosel	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto	Abierto
Turbiedad	semiclara	clara	semiclara	semiclara	clara	semiclara
Uso de suelo adyacente	A-P	A-P-C	A-P	A-P	P-B-G	P-U-G

Fuente: Elaboración propia

Calidad de agua

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización de las propiedades físicas y químicas del agua en el área de estudio (Tabla 24). En agosto de 2020 se analizaron nutrientes, estado trófico, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos y algunos parámetros *in situ*, los cuales en su conjunto se consideraron de importancia para evaluar las condiciones físicas y químicas de calidad de agua de los cursos y cuerpos de agua del humedal Calabozo.

Nutrientes

Entre los nutrientes evaluados en el área de estudio, los parámetros nitrato, nitrito y fósforo total presentaron en general valores bajo el límite de detección (Tabla 24). Aquellos parámetros que sí mostraron valores cuantificables fueron el nitrógeno Kjeldahl y nitrógeno total (Tabla 24).

El nitrógeno total presentó valores cuantificables en los cuatro puntos evaluados y en todos ellos con concentraciones mayores a 1 mg N/L (Tabla 24). Si bien no existe una norma que establezca valores o rangos para este parámetro y para este sistema en particular, en este trabajo se

consideró como norma de referencia la NSCA del Biobío, la que establece para el tramo bajo del río Biobío el límite máximo de 0,3 mg/L.

Respecto del estado trófico, los indicadores se comportan de forma variable. Tal es así que el nitrógeno total presentó concentraciones que indican un estado mesotrófico en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) e hipereutrófico en los puntos P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo), P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) (Tabla 24). Por otro lado, si bien el fósforo total presentó valores bajo el límite de detección, podría presentar valores que indican eutrofia, mesotrofia u oligotrofia, cualquiera de ellas, de acuerdo a lo establecido en la metodología. Finalmente, la clorofila presentó concentraciones cuantificables solamente en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), y la concentración registrada da cuenta de un estado eutrófico, y si bien este parámetro presentó valores bajo el límite de detección en los puntos P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo), P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), podría presentar valores que indican eutrofia, mesotrofia u oligotrofia, cualquiera de ellas.

Fisicoquímicos

La conductividad presentó importantes variaciones dentro del área de estudio y entre los puntos de muestreo evaluados, oscilando entre un mínimo de 56 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y un máximo de 257 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), valores que cumplen ampliamente con la NCh 1333.Of78/1987 (Tabla 24).

El pH, si bien fue variable dentro del área, presentó valores que clasificaron las aguas como circumneutrales. Este parámetro varió entre un mínimo de 6,59 unidades en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) y un máximo de 7,97 unidades en el punto P4 (laguna de salida del humedal Calabozo). Estos valores cumplen con los rangos establecidos en la NCh 1333 Of 78 (Tabla 24).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) varió entre un mínimo de 10 mg/L en los puntos de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), y un máximo de 19 mg/L en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) (Tabla 24).

La alcalinidad del agua fue variable dentro del área de estudio, con valores que fluctuaron entre 12,7 mg CaCO_3/L y 102,0 mg CaCO_3/L , en los puntos de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), respectivamente. El punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) presentó una concentración por debajo del límite mínimo establecido en la NCh 1333.Of78/1987 (Tabla 24).

Microbiológicos

El análisis de coliformes fecales no fue válido debido a la tardanza del análisis de la muestra en el marco de las dificultades de transporte por Pandemia.

Parámetros in situ

La temperatura presentó valores relativamente variables entre los puntos de muestreo evaluados en el área de estudio, con valores fluctuando alrededor de 7,5°C en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo), y valores fluctuando alrededor de 11,5°C en los puntos P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo), P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo). El contenido de oxígeno disuelto presentó enormes variaciones dentro del área de estudio, fluctuando entre un mínimo de 3,6 mg/L en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) y un máximo de 11,4 mg/L en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo). Cabe destacar que la mayoría de los puntos muestreados en cuerpos de agua presentaron aguas con bajo contenido de oxígeno, apenas sobre el límite inferior considerados para sostener la vida acuática (5 mg/L), e incluso un punto, el P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), exhibiendo un valor bajo dicho límite (Tabla 24).

Tabla 24. Mediciones de parámetros físicos y químicos medidos en columna de agua. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020. (Azul: bajo límite de detección; Rojo: Supera la norma; gris: en gris parámetro que se descartan por análisis tardío de muestras)

PARÁMETRO	UNIDAD	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NORMA DE REFERENCIA	LÍMITE NORMA
Nutrientes y productividad									
Nitrato	mg N/L	< 0,1	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	NSCA Biobío	0,15
Nitrito	mg N/L	< 0,002	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	NSCA Biobío	0,002
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	1,01	1,26	1,6	1,49	-	-	-	-
Nitrógeno Total	mg N/L	1,01	1,26	1,6	1,49	-	-	NSCA Biobío	0,3
Fósforo Total	mg P/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	-	NSCA Biobío	0,05
Clorofila	mg/m ³	<10	<10	11,5	<10	-	-	-	-
Microbiológicos									
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	78	130	230	230	-	-	NCh 1333	1000
Fisicoquímicos									
Conductividad	μs/cm	56	190	141	257	-	-	NCh 1333	≤750
pH (25°C)	unidad	6,8	6,84	6,59	7,97	-	-	NCh 1333	6,0-9,0
DBO5	mg/L	10	12	19	10	-	-	-	-
Alcalinidad	mg CaCO3/L	12,7	55,5	48,1	102	-	-	NCh 1333	≥20
Parámetros in situ									
Temperatura	°C	7,5	11,6	11,48	11,3	7,9	7,24	NCh 1333	
Oxígeno disuelto	mg O/L	11,4	7,1	3,6	5,1	11,1	5,8	NCh 1333	≥5,0
Saturación de Oxígeno	%	94	64	32	45	85	47	-	-

Fuente: Elaboración propia

Biota acuática

Fitoplancton

El ensamble de fitoplancton estuvo constituido exclusivamente por diatomeas. Las colectas de microalgas planctónicas realizadas en los distintos puntos de muestreo permitieron el registro de un total de 39 taxa. La Tabla y Figura 16 presentan la riqueza taxonómica y densidad del ensamble de fitoplancton por punto de muestreo, además de la diversidad y equitatividad.

La riqueza de especies se mostró variable dentro del área de estudio, registrándose sus mayores valores en el punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado al norte del humedal Calabozo) con un valor de 23 taxa, mientras que la menor riqueza se describió en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo), con un total de 7 taxa (Tabla y Figura 16).

Al igual que en el caso de la riqueza taxonómica, la mayor densidad fue registrada en el ensamble de fitoplancton del punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado al norte del humedal Calabozo), alcanzando un total de 4.263,6 cel/L, mientras que la menor densidad se registró en el ensamble del punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo), con un valor de 150,06 cel/L (Tabla y Figura 16).

La composición de taxa fue variable entre los distintos puntos de muestreo evaluados. Así, el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) presentó un ensamble dominado por las especies *Achnanthes oblongella*, *Achnantheidium minutissimum* y *Nitzschia dissipata*. Por otro lado, el ensamble de fitoplancton del punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado al norte del humedal Calabozo) estuvo dominado principalmente por la especie *Navicula seminulum*, con una abundancia relativa de 37,3%, seguida por la especie *A. minutissimum*, con una abundancia relativa de 5,6%. En el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo) el ensamble de microalgas planctónicas estuvo dominado por el taxa *Nitzschia* spp., con una abundancia relativa de 52,9%, seguida por la especie *N. seminulum*, que exhibió una abundancia relativa de 11,8%. Finalmente, el ensamble de fitoplancton del punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) mostró como elementos de mayor representatividad a las especies *Ulnaria ulna*, *Melosira varians* y *Nitzschia* spp., las que alcanzaron abundancias relativas de 17,3%, 13,5% y 11,5% respectivamente. Los restantes taxa presentaron abundancias relativas en general inferiores a 10%, agrupándose en "Otras" (Tabla y Figura 16).

La diversidad (H') mostró su mayor valor en el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), con un valor de 2,53 bits ($H'_{\max}= 2,77$ bits), mientras que la menor diversidad se registró en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo), con un valor de 1,51 bits ($H'_{\max}= 1,95$ bits) (Tabla). Por otro lado, el análisis de equitatividad (J') mostró que los ensambles de fitoplancton de los puntos de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) mostraron la estructura de mayor equitatividad dentro del área de estudio, con un valor de $J'=0,91$, mientras que el menor valor se registró en el punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado al norte del humedal Calabozo), donde se registró una equitatividad de $J'= 0,75$ (Tabla).

Respecto del análisis de los patrones espaciales de composición y estructura de los ensambles de fitobentos, el análisis de clúster mostró una alta disimilitud entre los distintos puntos evaluados. Es así como se observaron dos agrupaciones claramente marcadas: una agrupando a los puntos P1 y P4 (similitud <25%), y otra agrupando a los puntos P2 y P3 (similitud <30%), grupos que mostraron una baja similitud entre si (<20%) (Figura).

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**”, se presentan fotografías de las principales especies registradas en el ensamble de fitoplancton en el área de estudio durante la campaña de agosto de 2020.

Tabla 25. Composición y estructura del fitoplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020. Diversidad y Equitatividad calculada con logaritmo base e .

TAXA	PUNTOS DE MUESTREO			
	P1	P2	P3	P4
<i>Achnanthes hungarica</i>		26,5		
<i>Achnanthes oblongella</i>	78,1			
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	62,4	238,3		16,1
<i>Aulacoseira crenulata</i>		238,3		40,1
<i>Aulacoseira granulata</i>				16,1
<i>Cyclotella</i> sp.		26,5		
<i>Diadsmis contenta</i>	15,6			
<i>Diatoma moniliformis</i>	15,6			40,1
<i>Diploneis subovalis</i>		26,5		
<i>Brachysira minor</i>	15,6	158,9		
<i>Eunotia bilunaris</i>		370,7		
<i>Eunotia</i> spp.	15,6	26,5		
<i>Fragilaria capucina</i>	15,6	211,9		24,1
<i>Fragilaria germainii</i>				16,1
<i>Gomphonema angustum</i>		132,4		
<i>Gomphonema gracile</i>				16,1
<i>Gomphonema parvulum</i>	31,2	291,3		16,1
<i>Gomphonema</i> spp				8,0
<i>Mayamaea atomus</i>		26,5		
<i>Mayamaea pelliculosa</i>		26,5		

<i>Melosira varians</i>				56,2
<i>Navicula cincta</i>	15,6			
<i>Navicula cryptocephala</i>		53,0		
<i>Navicula cryptotenella</i>		26,5		
<i>Navicula seminulum</i>		1588,9	17,7	
<i>Nitzschia acicularis</i>				8,0
<i>Nitzschia dissipata</i>	46,8		8,8	24,1
<i>Nitzschia gracilis</i>		105,9	8,8	
<i>Nitzschia inconspicua</i>		26,5		
<i>Nitzschia palea</i>		317,8	8,8	
<i>Nitzschia spp.</i>		79,4	79,4	48,2
<i>Pinnularia cf microstauron</i>	15,6		8,8	
<i>Pennada</i>		185,4	17,7	
<i>Psammothidium subatomoides</i>	15,611151			
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>		53,0		
<i>Staurosirella pinnata</i>		26,5		8,0
<i>Synedra acus</i>				8,0
<i>Ulnaria ulna</i>				72,2
Riqueza de especies	12	23	7	16
Abundancia total (cel/L)	343,45	4263,60	150,06	417,31
Diversidad de Shannon (H')	2,26	2,36	1,51	2,53
Diversidad máxima (H'max)	2,49	3,14	1,95	2,77
Equitatividad (J')	0,91	0,75	0,77	0,91

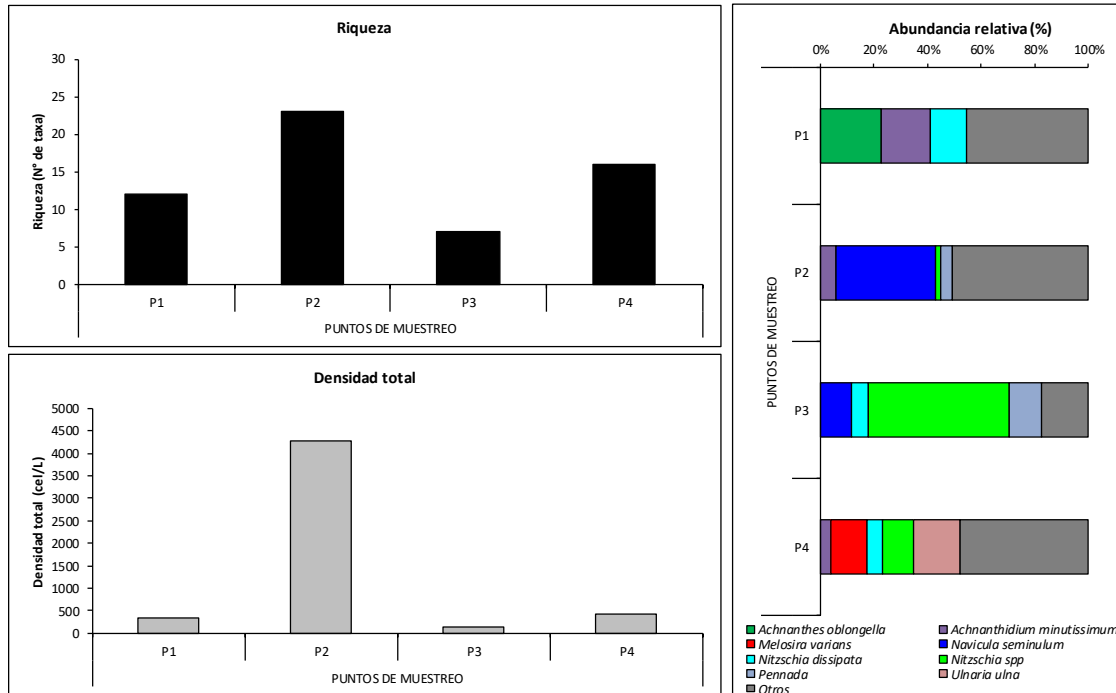


Figura 16. Composición y estructura de los ensambles de fitoplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

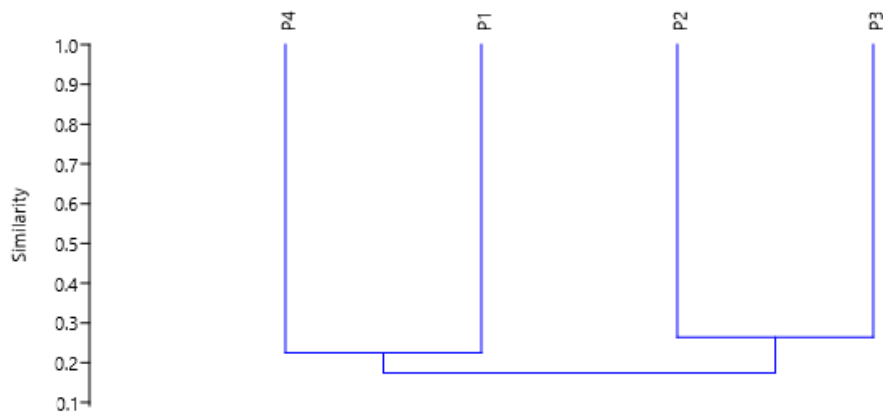


Figura 27. Análisis de similitud de los ensambles de fitoplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica Humedal calabozo. Agosto 2020.

Zoobentos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos, evaluada en septiembre de 2020, estuvo constituida por un total de 5*taxa*, agrupados en 2 *Phyla* (Annelida y Arthropoda) y tres Clases (Oligochaeta, Insecta y Malacostraca). La riqueza taxonómica y densidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo se observa en la Tabla y Figura .

Dado el bajo número de *taxa* registrados en el área de estudio, la riqueza taxonómica fue baja a nivel de los distintos puntos de muestreo evaluados. La mayor riqueza se registró en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo), donde se registró un ensamble constituido por 4*taxa*. Por otro lado, el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), donde no se registraron especies de invertebrados bentónicos, mostró el ensamble de menor riqueza (0 *taxa*) (Tabla y Figura 28).

La mayor densidad se registró en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo), con un valor de 244,4 ind/m². Dada la ausencia de *taxa* zoobentónicos en el sitio P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), dicho punto exhibió la menor densidad (0,0 ind/m²) (Tabla y Figura 28).

Respecto de la composición taxonómica, se observaron ensambles relativamente sencillos y variables entre los puntos de muestreo evaluados. Así, se observó que el ensamble de zoobentos del punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) estuvo dominado por plecópteros de la familia Gripopterygidae, que exhibieron una abundancia relativa de 63,6%, seguidos por crustáceos decápodos de la familia Aeglidae, género *Aegla* sp., con una abundancia relativa de 18,2%. Por otro lado, el zoobentos del punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) estuvo dominado por lombrices de la Clase Oligochaeta, dominantes exclusivas del sustrato de este punto de muestreo, con una abundancia relativa de 100%. En el sitio P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) se evidenció una total ausencia de zoobentos. Finalmente, el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) el zoobentos estuvo codominado por ejemplares anfípodos *Hyaella* sp., con una abundancia relativa de 57,1%, y plecópteros de la familia Gripopterygidae, con una abundancia relativa de 42,9% (Figura 28).

Respecto de la diversidad (H'), se observó que esta fue relativamente baja en cada punto de muestreo evaluado. El ensamble de zoobentos del punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) presentó la mayor diversidad, con un valor de 1,03 bits, mientras que el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), en el que este grupo estuvo ausente, presentó en consecuencia nula diversidad (Tabla).

La equitatividad (J') fue relativamente alta en los puntos de muestreo en que fue posible calcularla. Su máximo valor se registró en el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), donde se calculó una equitatividad de $J'= 0,985$, mientras que en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) se calculó una equitatividad de $J'= 0,746$ (Figura 28).

El análisis de clúster realizado mostró una baja similitud entre los distintos puntos evaluados. Se observó que los puntos de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) mostraron un 45% de similitud, y estos se

diferenciaron totalmente del ensamble de zoobentos del punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) (Figura).

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan fotografías de los principales taxa registrados en el ensamble de zoobentos o macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio durante la campaña de agosto de 2020.

Tabla 26. Composición y estructura de los ensambles de zoobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	PUNTOS DE MUESTREO			
					P1	P2	P3	P4
ANNELIIDA	Oligochaeta	Indet.	Indet.	<i>Oligochaeta Indet.</i>		222,2		
ARTHROPODA	Insecta	Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Gripopterygidae Indet.</i>	155,6			66,7
		Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptoceridae Indet.</i>	22,2			
	Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	22,2			88,9
		Decapoda	Aegliidae	<i>Aegla sp.</i>	44,4			
Riqueza de taxa					4	1	0	2
Densidad (ind/m²)					244,4	222,2	0,0	155,6
Diversidad de Shannon (H')					1,034	0	-	0,6829
Equitatividad (J')					0,746	-	-	0,985

Fuente: Elaboración propia

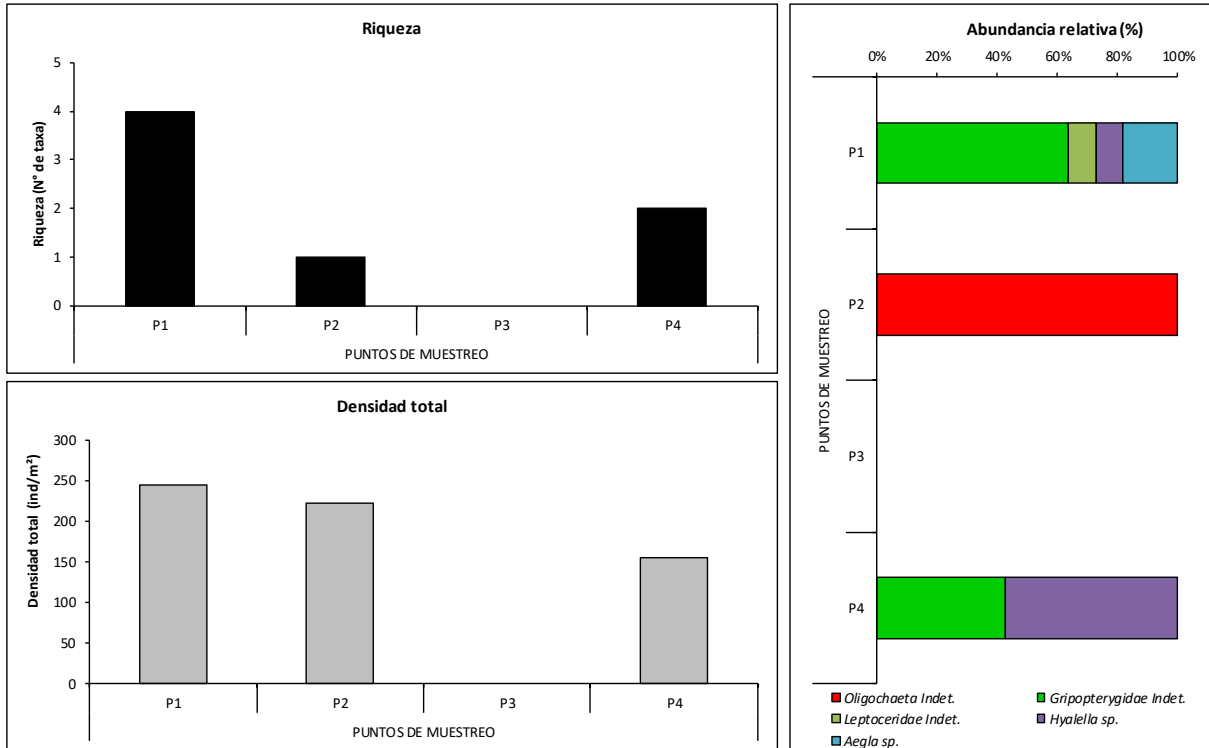


Figura 28. Composición y estructura de los ensambles de zoobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

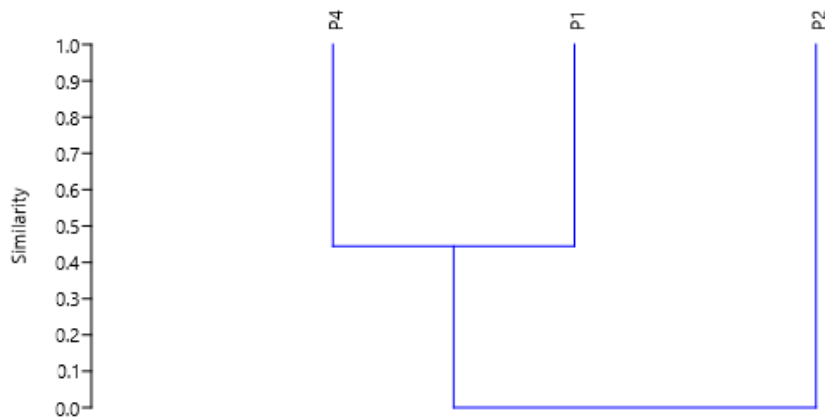


Figura 29. Análisis de similitud de los ensambles de zoobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica Humedal calabozo. Agosto 2020.

Zooplankton

La comunidad de zooplankton fue muy pobre en el área de estudio y estuvo conformada por cuatro *taxa*, agrupados todos en el Phylum Arthropoda, y en las Clases Malacostraca, Ostracoda y Branchiopoda. La Tabla y Figura presentan la riqueza taxonómica y la densidad del zooplankton en el área de estudio, mientras que la diversidad y equitatividad se presentan en la Tabla .

La riqueza taxonómica fue baja en todos los puntos evaluados. La mayor riqueza fue de 2 *taxa* y se registró en los puntos de muestreo P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), mientras que la menor riqueza fue de 1 *taxón* y se registró en los puntos P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) (Tabla y Figura).

La densidad fue variable dentro del área, con un máximo de 1142,86 ind/m³ en el punto P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) y un mínimo de 1,43 ind/ m³ en el punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) (Tabla y Figura).

Respecto de la composición taxonómica, se observó que los ostrácodos fueron el *taxón* más representativo del área de estudio en términos espaciales, dado que fue registrado dominando o codominando en 3 de los 4 puntos de muestreo evaluados. Este grupo dominó con un 100% de abundancia relativa en el punto P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo), con una abundancia relativa de 81,8% en el punto de muestreo P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) seguido por anfípodos del género *Hyalella* sp. con una abundancia relativa de 18,2%. En el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo) el *taxa* dominante fue el cladóceros *Daphnia ambigua*, con una abundancia relativa de 100%, y una densidad que le confirió una alta representatividad numérica y en términos de biomasa zooplanktonica dentro del área de estudio. Finalmente, en el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) codominaron los ostrácodos y cladóceros de la especie *Chydorus sphaericus*, cada uno con una abundancia relativa de 50% (Figura).

Dada la baja riqueza por punto de muestreo, no se calcularon índices de diversidad y equitatividad para este componente limnológico.

El análisis de clúster mostró una similitud de 70% entre los puntos P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) y P4 (laguna de salida del humedal Calabozo) debido a la presencia de ostrácodos en ambos puntos, y estos puntos se diferenciaron de los puntos P2 (espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo) y P3 (espejo de agua ubicado en la zona occidente del humedal Calabozo), debido a la presencia de *Hyalella* sp. y *D. ambigua*, respectivamente (Figura).

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan fotografías de los principales *taxa* registrados en el ensamble de zooplankton en el área de estudio durante la campaña de septiembre de 2020.

Tabla 27. Composición y estructura de los ensambles de zooplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXA	Puntos de muestreo			
					P1	P2	P3	P4
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	<i>Hyaella</i> sp.	0,0	5,7	0,0	0,0
Arthropoda	Ostracoda	-	-	<i>Ostracoda</i> indet.	1,4	25,7	0,0	1,4
Arthropoda	Branchiopoda	Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia ambigua</i>	0,0	0,0	1142,9	0,0
Arthropoda	Branchiopoda	Cladocera	Chydoridae	<i>Chydorus sphaericus</i>	0,0	0,0	0,0	1,4
Densidad total (Ind/m³)					1,43	31,43	1142,86	2,86
Riqueza de especies (S)					1	2	1	2

Fuente: Elaboración propia

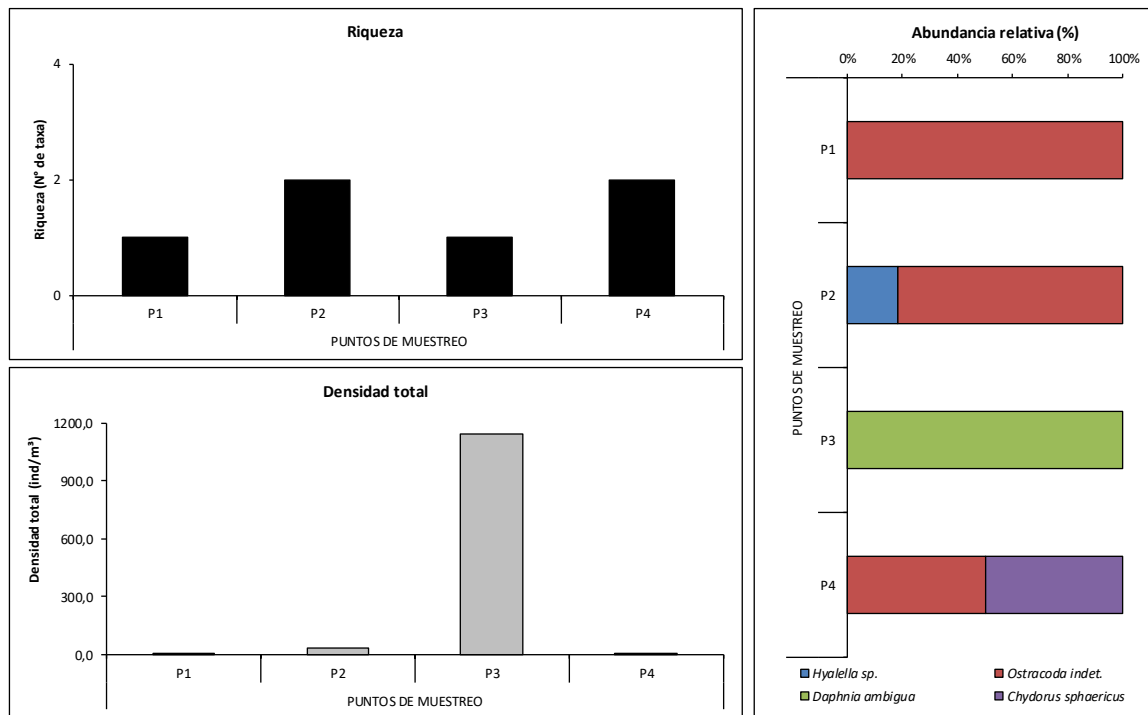


Figura 30. Composición y estructura de los ensambles de zooplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020

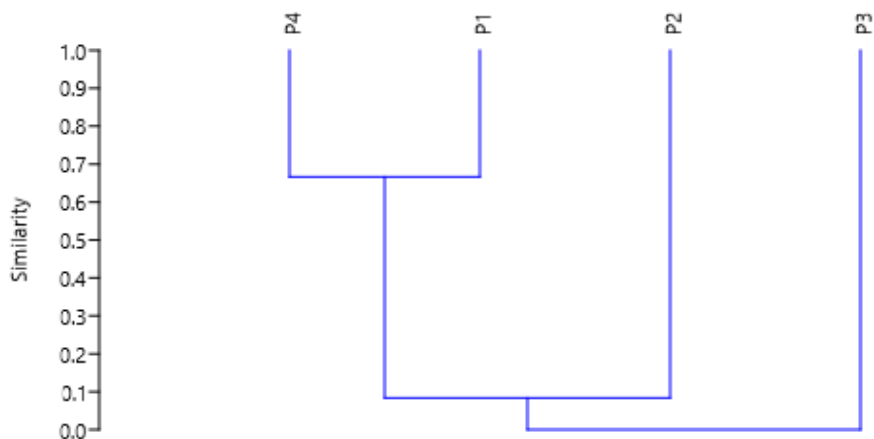


Figura 31. Análisis de similitud de los ensambles de zooplancton en el área de estudio. Caracterización limnológica Humedal calabozo. Agosto 2020.

Fauna íctica

Como resultado de las prospecciones de peces ejecutadas en agosto de 2020, se registró la presencia de un total de tres (3) especies ícticas en el área de estudio, todas las cuales fueron especies introducidas, correspondientes a *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoiris), *Gambusia affinis* (gambusia) y *Australoheros facetus* (chanchito). La taxonomía, origen y estado de conservación de las especies registradas en el área se detalla en la Tabla .

En vista de su origen exótico, ninguna de ellas se encuentra en categoría de conservación en Chile (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Además, se destaca el carácter altamente invasivo y dañino de *G. affinis* y *A. facetus*.

Aspectos comunitarios

Dado el bajo número de especies presentes en el área de estudio, la riqueza específica fue en consecuencia baja en los distintos puntos de muestreo evaluados. Es así como el ensamble de peces del punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), constituido por dos (2) especies, presentó la mayor riqueza, mientras que los puntos de muestreo P5 (en estero aportante desde el sur del humedal calabozo) y P6 (en espejo de agua ubicado al sur del humedal Calabozo), en los cuales no se observó presencia de peces, presentaron la menor riqueza (Tabla y Figura).

La abundancia se mostró variable en el área de estudio, aunque en general fue baja. El mayor valor se registró en el punto de muestreo P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo), con una abundancia total de 35 ejemplares, mientras que la menor abundancia fue registrada en los puntos de muestreo P5 (estero aportante desde el sur del humedal calabozo) y

P6 (en espejo de agua ubicado al sur del humedal Calabozo), en los cuales no se observó presencia de peces (Tabla y Figura).

Respecto de la composición de especies, y en base a las prospecciones realizadas dentro de cursos y cuerpos de agua del sistema, se destaca la ausencia de especies nativas y la alta representatividad espacial de *G. affinis*, la cual fue especie dominante en 3 de los 4 puntos de muestreo que presentaron ensambles de peces. Esta especie fue dominante exclusiva en los sitios P2 (espejo de agua ubicado al norte del humedal Calabozo) y P3 (espejo de agua ubicado al occidente del humedal Calabozo), donde se observó habitando en ausencia de otras especies, presentando en consecuencia una abundancia relativa de 100%, mientras que en el punto de muestreo P4 (laguna de salida del humedal Calabozo), si bien fue la especie dominante con una abundancia relativa cercana a 80%, se registró habitando en simpatria con la especie *A. facetus*, la que si bien presentó una abundancia menor, dominó por mucho en términos de biomasa. El punto de muestreo P1 (estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo) presentó un ensamble de peces dominado por la trucha arcoíris, *O. mykiss*, única especie registrada en este sitio. Tal como se señaló anteriormente, los puntos de muestreo P5 (estero aportante desde el sur) y P6 (espejo de agua ubicado al sur) no mostraron presencia de peces (Tabla y Figura).

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se presentan fotografías de las principales especies registradas en el ensamble de fauna íctica en el área de estudio durante la campaña de agosto de 2020.

Tabla 28. Taxonomía, origen y categorías de conservación de la fauna íctica registrada en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020. El endemismo está referido al origen de los peces de agua dulce de Chile (sensu Dyer 2000a).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de conservación	Origen
SALMONIFORMES	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Trucha arcoíris	N/A	Introducida
CYPRINODONTIFORMES	Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i> (Baird & Girard, 1853)	Gambusia	N/A	Introducida
PERCIFORMES	Cichlidae	<i>Australoheros facetus</i> (Jenyns, 1842)	Chanchito	N/A	Introducida

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Composición y estructura de los ensambles ícticos en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

ESPECIES	PUNTOS DE MUESTREO					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	3	0	0	0	0	0
<i>Australoheros facetus</i>	0	0	0	2	0	0
<i>Gambusia affinis</i>	0	18	35	7	0	0
Riqueza	1	1	1	2	0	0
Abundancia	3	18	35	9	0	0

Fuente: Elaboración propia

Aspectos morfométricos

El detalle de la morfometría de los ejemplares capturados en el área de estudio se presenta en la Tabla. El análisis de los aspectos morfométricos de los ejemplares colectados se resume en la Fuente: Elaboración propia

Tabla , en la que se presentan los factores de condición promedio y desviaciones estándar para cada especie descrita.

Como resulta lógico, se registraron diferencias en la morfología entre las especies descritas. Tal como se advierte en la Tabla 31 y Figura , la especie más robusta del área de estudio fue *Australoheros facetus*, con un factor de condición promedio de $K= 23,3 \pm 0,7$. Por otra parte, la trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, fue la especie más delgada del área de estudio, presentando un factor de condición promedio de $K= 10,7 \pm 0,7$.

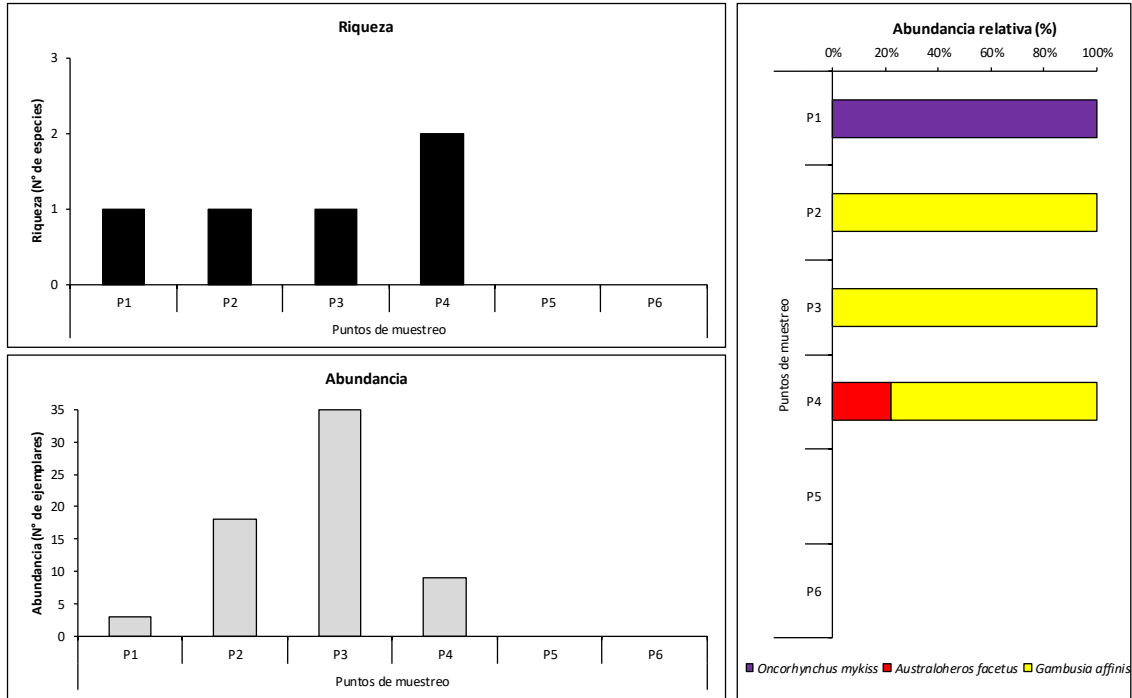


Figura 32. Composición y estructura de los ensambles de fauna íctica en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

Tabla30. Análisis morfométrico de peces colectados en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020. LT= longitud total, PT= peso total y K= factor de condición.

PUNTO DE MUESTREO	ESPECIE	LT (cm)	PT (g)	K
P1	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	9,2	8,2	10,53
P1	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	9,9	9,9	10,20
P1	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	10,8	14,50	11,51
P4	<i>Australoheros facetus</i>	18,4	142,00	22,79
P4	<i>Australoheros facetus</i>	19,5	176,00	23,74
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,50	11,66
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,6	0,60	12,86
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,7	0,60	11,85
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,7	0,40	7,90
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,8	0,70	12,76
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,9	0,90	15,17
P4	<i>Gambusia affinis</i>	3,9	0,70	11,80
P3	<i>Gambusia affinis</i>	6,4	3,68	14,04
P3	<i>Gambusia affinis</i>	6,5	4,42	16,09
P3	<i>Gambusia affinis</i>	5,5	2,90	17,43
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,38	19,31
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,6	0,17	9,67
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,18	9,14
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,21	10,67
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,22	11,18
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,21	10,67
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,8	0,22	10,02
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,8	0,23	10,48
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,8	0,21	9,57
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,8	0,24	10,93
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,25	10,25
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,26	10,66
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,27	11,07
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,27	11,07
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,9	0,27	11,07
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,0	0,26	9,63

PUNTO DE MUESTREO	ESPECIE	LT (cm)	PT (g)	K
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,0	0,27	10,00
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,0	0,33	12,22
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,0	0,28	10,37
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,0	0,30	11,11
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,5	0,50	11,66
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,7	0,55	10,86
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,8	0,61	11,12
P3	<i>Gambusia affinis</i>	3,9	0,71	11,97
P3	<i>Gambusia affinis</i>	4,2	0,81	10,93
P3	<i>Gambusia affinis</i>	4,6	1,03	10,58
P3	<i>Gambusia affinis</i>	4,8	1,48	13,38
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,09	11,25
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,10	12,50
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,08	10,00
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,08	10,00
P3	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,09	11,25
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,0	0,08	10,00
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,1	0,09	9,72
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,1	0,10	10,80
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,1	0,10	10,80
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,2	0,11	10,33
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,2	0,11	10,33
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,3	0,12	9,86
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,3	0,13	10,68
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,4	0,14	10,13
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,4	0,14	10,13
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,5	0,16	10,24
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,5	0,17	10,88
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,5	0,18	11,52
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,6	0,17	9,67
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,18	9,14
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,21	10,67
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,22	11,18

PUNTO DE MUESTREO	ESPECIE	LT (cm)	PT (g)	K
P2	<i>Gambusia affinis</i>	2,7	0,21	10,67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Resumen de los factores de condición de los ejemplares de peces colectados en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020. LT= Longitud total; K= Factor de condición.

ESPECIE	N	Rango LT (mm)	K	
			Media	DS
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	3	9,2 - 10,8	10,7	0,7
<i>Australoheros facetus</i>	2	18,4 - 19,5	23,3	0,7
<i>Gambusia affinis</i>	60	2,0 - 6,5	11,2	1,9

Fuente: Elaboración propia

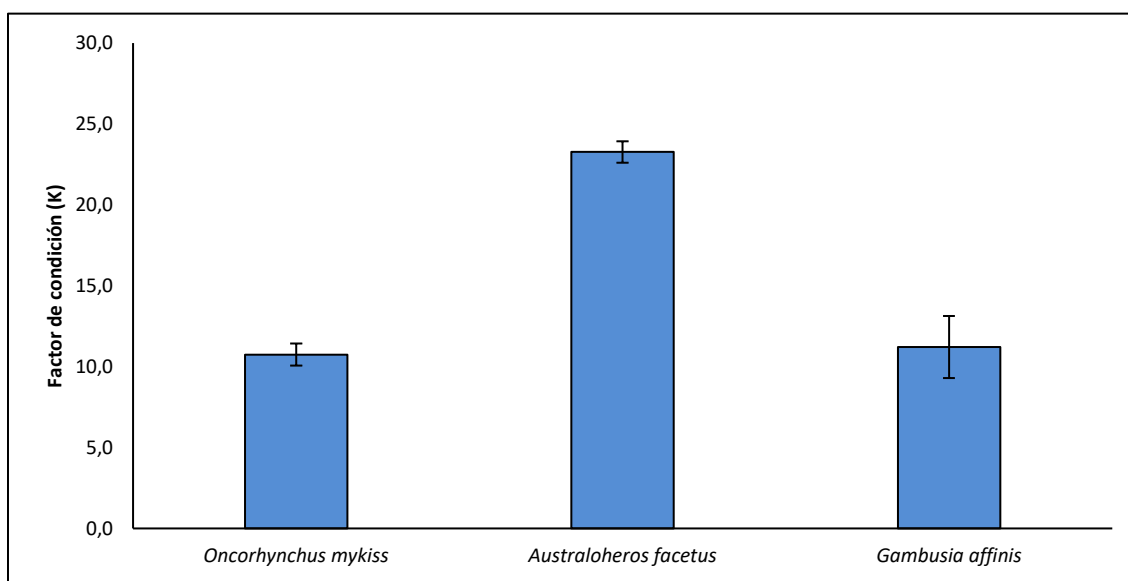


Figura 33. Comparación de factores de condición (K) entre las especies registradas en el área de estudio. Caracterización limnológica del Humedal Calabozo. Agosto de 2020.

Finalmente cabe destacar que, de el área evaluada en el estero afluyente en P1 presentó mejores condiciones de hábitat que P5. Ahora bien, en el marco de la licitación no es posible evaluar todos los afluentes, por lo que en el corto plazo es relevante que se aborden en profundidad.

Entre los sistemas lénticos, la laguna del norte del humedal (P4) presentó las mejores condiciones de hábitat acuático, mientras que los espejos de agua del sur y oeste del humedal presentaron las peores condiciones, con anaeróbica y baja oxigenación.

Cabe destacar que estos sistemas (P3 y P6) muestran una evidente fragmentación, generando un mosaico de cuerpos de agua someros más expuestos a la radiación solar incidente, aumento de la temperatura del agua, disminución en las concentraciones de oxígeno disuelto, una mayor evaporación y en consecuencia una disminución de su superficie o desecación.

Por otro lado, el componente fotoautotrófico de la columna de agua, el fitoplancton, presenta una importante riqueza taxonómica, registrándose 39 taxa. Las diatomeas constituyen el grupo con el mayor número de especies y sus ensamblajes mostraron altas variaciones de composición entre sitios. Sin embargo, el zooplancton mostró baja riqueza, registrándose solamente 4 taxa, y el zoobentos estuvo constituido por 5 taxa, y se registraron 3 especies de peces, todas introducidas.

Frente las desfavorables condiciones de hábitat observadas y a las condiciones de bajo oxígeno y eutrofización que caracterizan a estos ecosistemas, las especies nativas se ven desfavorecidas y desplazadas, favoreciendo en cambio la presencia de especies introducidas como *G. affinis* y *A. facetus*, que presentan una mayor tolerancia a estas condiciones.

SECCIÓN 6. PROCESO DE PARTICIPACIÓN CON ACTORES CLAVES

Metodología

La metodología utilizada para desarrollar el proceso de participación con actores claves se basó principalmente en la propuesta de *Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación*, desarrollada a raíz de un trabajo de largo plazo entre diversas organizaciones de conservación a nivel mundial (CMP, 2007 y 2013; FOS, 2009); además, se consideraron elementos del *Manual 23* de CONAF (Núñez *et al*, 2008) y del *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA)* de The Nature Conservancy (Granizo *et al.*, 2006).

Este proceso contempla cinco fases, las cuales se presentan en la Figura 34:

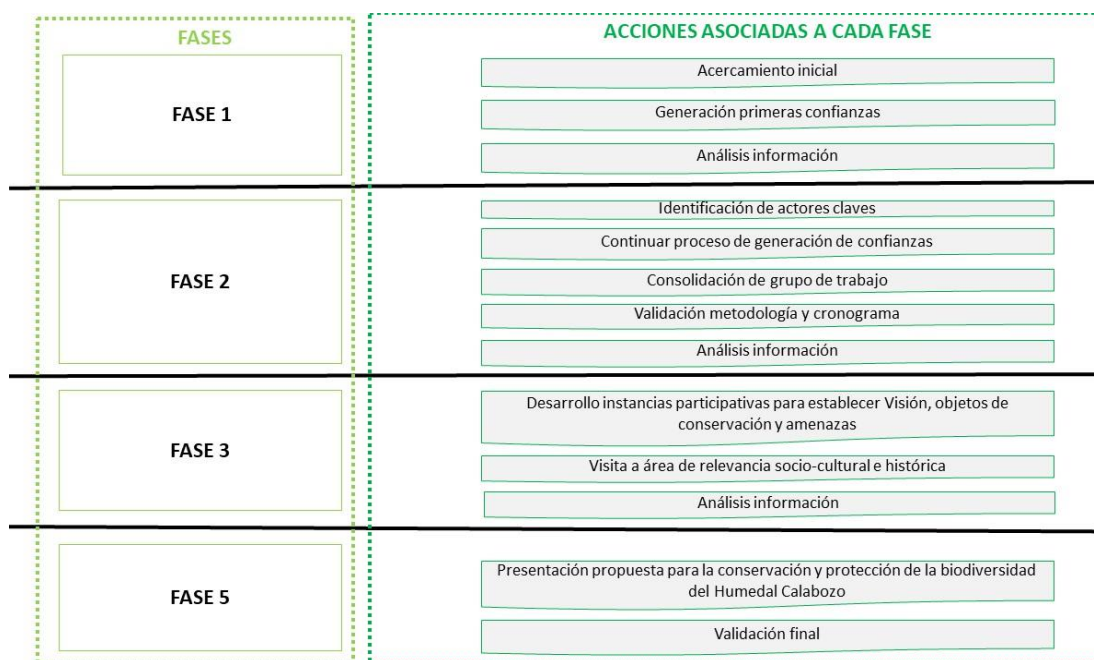


Figura 34. Descripción proceso participativo. Fuente: Elaboración propia

Las acciones ejecutadas en cada fase se desarrollaron de la siguiente manera:

Acercamiento inicial (Fase 1): Contempló reunirse con la contraparte técnica del proyecto, encarnada por la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Biobío, pero también con actores clave que puedan participar como colaboradores activos del proceso. Destacó el apoyo brindado por la Dirección de Medio Ambiente de la I. Municipalidad de Coronel y representantes del Consejo para la Recuperación Ambiental de Coronel (CRAS).

Identificación de actores claves (Fase 2): Consideró reconocer a los informantes y colaboradores claves del territorio, cuyo rol destacó por su conocimiento situado de la realidad local y son respaldados por los demás actores del territorio. Por causa de las restricciones sanitarias impuestas por el contexto de emergencia sanitaria vivido durante el año, éste se desarrolló principalmente a través de redes sociales (Facebook, Twitter e Instagram), intercambio digital (vía correo electrónico

y whatsapp) y vía telefónica. De este modo, se buscó propiciar una relación de rapport o confianza inicial (Canales, 2006), que permitió identificar a los diversos actores y generar un acercamiento a la comunidad y grupos de interés. De este modo, se ejecutó un muestreo “en cadena” (también conocido como método “bola de nieve”) para lograr contactar “los casos de interés a partir de alguien que conozca a alguien que puede resultar un buen candidato para participar” (Martínez-Salgado, 2012:616).

Desarrollo de actividades participativas (Fase 3): Una vez identificados un primer conjunto de colaboradores clave, se procedió a entrevistarles individualmente para conocer en profundidad su perspectiva sobre el humedal Calabozo. De este modo, se discutió con ellos respecto del estado de conservación del ecosistema mencionado, junto a sus principales atributos y amenazas. Un hallazgo emergente fue la ligazón que muchos entrevistados y entrevistadas manifestaron respecto de la historia ambiental del sector. Mientras se realizó este trabajo se elaboró un listado más amplio de actores para ser entrevistado. Ellos y ellas se agruparon según la siguiente clasificación: propietarios y propietarias del área; dirigentes y dirigentas territoriales; y tomadores y tomadoras de decisión.

Identificar visión, objetivos y amenazas del área de interés para la conservación (Fase 4): Siguiendo esta clasificación y considerando las adecuaciones metodológicas referentes al contexto sanitario, esta instancia se desarrolló a través de las plataformas virtuales Google Meet y Notebookcast. Se propusieron así talleres participativos donde se pudo dialogar y elaborar cartografías colectivas, para conocer los planteamientos de las y los diversos actores, registrando sus reflexiones y expectativas sobre esta área de conservación.

Presentación propuesta para la conservación y protección del Humedal Calabozo y validación final (Fase 5): Acorde a las conversaciones sostenidas a lo largo del proceso de participación con dirigentes y dirigentas, propietarios y propietarias, y tomadores y tomadoras de decisión, se convino la necesidad de centrar los esfuerzos desplegados en un diálogo transversal que iniciara un proceso de la gobernanza en torno al humedal. De este modo, se postergó el proceso de definición de propuestas de conservación, entendiendo que la protección efectiva de los ecosistemas depende más de un acuerdo social transversal que de una declaración legal. Sin embargo, durante este trabajo se identificaron diferentes propuestas de conservación impulsadas por los propios actores clave.

Como se detalla en la Tabla 32, entre los meses de Julio y Noviembre del año 2020 se realizaron 11 entrevistas semi-estructuradas y 4 talleres, incluyendo cartografías participativas y presentaciones en Power Point, con el objetivo de conocer los atributos socialmente percibidos del Humedal Calabozo, sus amenazas y su contexto.

Tabla 32: Lista de entrevistas y actividades de participación ciudadana realizadas en el período Julio- Noviembre 2020.

Iniciales entrevistado/a	Institución	Fecha
GO	Concejal Comuna de Coronel	30 de julio, 2020
GP, ET y PA	Dirección de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel	5 de agosto, 2020
LF	Unión Comunal Diego Portales; Pdte. Comité de desarrollo campesino Calabozo	6 de agosto, 2020

FN	Padre iglesia católica, habitante del sector Calabozo	6 de agosto, 2020
EC y CG	Centro Cultural Raíces	7 de agosto, 2020
LA y SV	Colectivo Salvemos el Humedal Boca de Maule	13 de agosto, 2020
AD	Concejales Comuna de Coronel	18 de agosto, 2020
CP	ONG Promas	16 de septiembre, 2020
RN	Vicepresidente JJVV El Guayo	21 de septiembre, 2020
DU, JG, IE y OM	Agrícola del Sur S.A	24 de septiembre, 2020
LS	Propietario Lechería Canta Rana	7 de octubre, 2020
ES	Propietario sector Sur	7 de octubre, 2020
LF, JV, MS, OM, CP, PP, MG, PP, HF, TC y HR	Consejo por la Recuperación Ambiental y Social de Coronel (CRAS) y Seremi de Medio Ambiente	20 de octubre, 2020
JN, LF, FS, IC, JS, CG y MH	Representantes Juntas de Vecinos, organizaciones territoriales aledañas al humedal Calabozo e I. Municipalidad de Coronel	26 de octubre, 2020
JG, IE, LS, DS, CC, HR, GP y PA	Reunión con propietario mayores (Soc. Agrícola del Sur y Fundo Canta Rana), Departamento de Medio Ambiente (I. Municipalidad de Coronel) y SEREMI de Medio Ambiente	12 de noviembre, 2020

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Actores clave

Tabla 33: Actores clave referentes al ecosistema Humedal Calabozo

Actores clave referentes al ecosistema Humedal Calabozo		
Propietarios mayores	Organizaciones territoriales	Servicios públicos y otros
Agrícola del Sur S.A.	Junta de Vecinos El Guayo	Consejo Regional para la Restauración Ambiental y Social (CRAS)
Fundo Cantarrana	JJVV Calabozo Alto	I. Municipalidad de Coronel
E.S.	Comité "El Parrón" Calabozo	Ministerio de Obras Públicas

	JJ.VV Calabozo Bajo/Comité "El Parrón"	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
	JJ.VV. Cantarrana	Ministerio de Salud
	JJ.VV. El Sauce Corcovado	Ministerio de Medio Ambiente
	JJ.VV. Corcovado	
	JJVV La Peña	
	Organización social y cultural Raíces	

Fuente: Elaboración propia

Red comunal de humedales

Cabe relevar que durante siglos pasados habrían existido una gran cantidad de humedales -más de cincuenta- en la comuna de Coronel, pero en la actualidad tan sólo restan cerca de una decena. Su desaparición es explicada por causa de la actividad humana, expresada en el crecimiento de la ciudad de Coronel y en el impacto de las actividades industriales que la han caracterizado. Sin embargo, al interior de la comuna aún persiste una red de humedales, conformada por esteros y cauces que conectan al Humedal Calabozo, al Estero Villa Mora y al Estero Panguilemu, desembocando en el sector Boca Maule.

Ante la pérdida de espacios naturales en la ciudad, las y los entrevistados reconocen una toma de conciencia por parte de la ciudadanía respecto de la fragilidad de los ecosistemas, por lo que existiría un proceso de apropiación social de los humedales. Esto se ha manifestado mediante las acciones de agrupaciones para proteger el Humedal Boca Maule, el "Plan Coronel Verde 2050" de la I. Municipalidad de Coronel y la Ordenanza Municipal N°2 del año 2014, titulada "Ordenanza para la protección de cauces, lagunas y humedales de la comuna de Coronel". Inclusive el presente estudio, que forma parte de una iniciativa surgida del CRAS de Coronel. Sin embargo, cabe remarcar que éste se trataría de un proceso reciente y paulatino, en tanto la percepción local es que los humedales se encuentran expuestos ante diversas amenazas, como ruidos molestos, rellenos, vertimientos de basura y caza ilegal.

Memoria social del humedal Calabozo

En la actualidad, el humedal se encuentra dividido por dos grandes propiedades, además de una serie de pequeños predios en el sector Norte y Sur-Este. En su conjunto, se trata de una treintena de propietarios mayores y menores que habitan en el área señalada. Mientras el sector Norte del humedal se encuentra en un sector conocido como Calabozo, su parte Sur es denominada Cantarrana.

Si bien desde mediados del siglo XIX la comuna de Coronel se reconoció como un polo carbonífero, mediante sus establos y hortalizas los sectores rurales de Calabozo y Cantarrana destacaron por cumplir un rol económico esencial, al proveer históricamente de hortalizas y ganado a los asentamientos mineros.

Así, dos fundos dominaron el área. Por su parte Norte, el Fundo Calabozo existió hasta los tiempos de la reforma agraria, cuando fue administrado y subdividido por la Corporación de la Reforma

Agraria. Se recuerda que en esta época los campesinos se dedicaban al cultivo y tenían sus propias lecherías, lo que ha marcado la identidad del sector hasta el día de hoy. Sin embargo, durante el proceso de Contrarreforma Agraria, Agrícola del Sur S.A. adquirió terrenos en la zona, consolidándose como uno de los mayores propietarios del sector.

Junto a Calabozo se estableció el Fundo Canta Rana, el cual permanece hasta la actualidad, siendo conocido por más de setenta años como Lechería Canta Rana. A diferencia del caso vecino, esta hacienda no formó parte del proceso de reforma y contrarreforma agraria, manteniendo su fisonomía histórica.

Por su parte, el acuífero siempre ha crecido durante la temporada húmeda (otoño-invierno) para retraerse durante el período seco. Así, la agricultura junto a la ganadería se ha acomodado a este ciclo "como en el Nilo" (P.A.), pues los cultivos aprovechaban los movimientos de avance y retroceso del agua, desarrollándose en los suelos fértiles durante la temporada de calor (primavera-verano), cuando el acuífero se mantenía en torno a los 20 cms de profundidad. También en esta temporada se solía dar la recolección de camarones de río. Sin embargo, a lo largo de las décadas recientes, la agricultura ha sufrido un declive paulatino en la zona, de manera que sólo contadas familias mantienen campos destinados a la chacarería, el ganado y la apicultura.

Cabe remarcar que la denominación de "Humedal Calabozo" es sumamente reciente pues para los lugareños y lugareñas este sector siempre fue conocido como "el pajonal", a causa de sus características totoras y vegas destinadas al pastoreo y la agricultura, acomodadas a la dinámica descrita por el cuerpo de agua. Sin embargo, la fisonomía del acuífero se vio fuertemente transformada el año '95 por la construcción de la Ruta 160, que atravesó el acuífero y ocasionó la acumulación permanente de las aguas.

Por supuesto, esta transformación provocó severos impactos no sólo en el comportamiento del humedal, que se extendió en superficie y profundidad, sino que en las actividades económicas que allí se desarrollan históricamente.

Atributos del humedal

Al referirse al humedal Calabozo, una amplia mayoría de entrevistados y entrevistadas enarbolan un discurso de valoración biocultural, articulado por la idea de la importancia intrínseca que tiene este ecosistema. Según esta noción se afirma que "Los humedales son la vida de cada ciudad" (E.C.) y que "Un campo sin humedal no es campo" (F.N.), expresando una apropiación social del área por su importancia como hito identitario para quienes habitan en sus cercanías.

Rol ecosistémico

Se destaca su rol estratégico para regular la contaminación, la escasez hídrica y los impactos del Cambio Climático, pues se valora la capacidad de los humedales para captar carbono y limpiar el ambiente, lo que se rescata especialmente en una comuna declarada saturada ambientalmente. En este sentido, destaca su importancia como "reservorio de aguas" (C.P.), a causa de su rol de provisión de aguas a la comuna y su capacidad de regular inundaciones.

Sin embargo, en la actualidad, se reconoce una "relación de amor y odio con el agua" (F.N.) pues, si bien ha permitido históricamente el riego de cultivos y la nutrición de los animales, por causa de las perturbaciones antrópicas recientes se han registrado episodios donde el agua invade las casas y anega los cultivos.

Biodiversidad

Los habitantes del sector plantean que el acuífero cumple un rol fundamental al albergar diversas especies de avifauna, entre la que se cuenta lechuzas blancas, picaflores, tagua negra, pidenes, becacinas, garza blanca, cisnes de cuello negro, siete colores y patos rana (en especial, estos últimos dos no se ven hace varios años). Estas aves conectan este humedal con otros cuerpos de agua de la zona, como la Laguna Quiñenco.

Junto a estos animales, también se reconoce la presencia de coipos, sapos y ranas, culebras chilenas, camarones de estero y plantas medicinales en canales y esteros. No obstante, cada vez se ve menos flora y fauna en el sector (Ver Tabla 34).

Tabla 34: Fauna y flora observada en los últimos diez años por habitantes del sector aledaño al humedal Calabozo.

Aves	Perdíz Chilena, Pimpollo, Huala, Picurio, Garza grande, Huairavillo, Bandurria, Jote de cabeza colorada, Cisne de cuello negro, Pato jergón chico, Pato Real, Pato Colorado, Pato cuchara, Pato capuchino, Pato jergón grande, Pato negro, Pato rana de pico ancho, Pato rana de pico delgado, Bailarín, Cernícalo, Halcón Peregrino, Tiuque, Codorniz, Tagua, Tagua chica, Tagüita, Pidén, Queltehue, Tórtola, Torcaza, Paloma, Tortolita cuyana, Lechuza, Pequén, Gallina ciega, Picaflor cordillerano, Picaflor gigante, Trabajador, Chucao, Siete Colores, Cachudito, Rara, Chercán, Chercán de las vegas, Chicol, Diuca, Trile, Lorca, Jilgero.
Insectos	Luciérnagas, Madre de la Culebra, Arañas diversas.
Otras especies de fauna	Coipo, Sapito de cuatro ojos, Jarpa, Rana Chilena, Culebra, Camarones, Lagartijas diversas.
Flora	Totora, Espuela de galán, Zanahoria Silvestre, Musgos, Junquillo, Turba, Lenteja de agua, Quila, Pita, Boldos, Arrayanes, Eucaliptus, Aromo Australiano, Maqui, Copihue, Treboles, Retamillos

Fuente: Elaborada por Centro Cultural Raíces.

Paisaje

Por otra parte, el valor paisajístico que poseen estos ecosistemas los sitúan como espacios disponibles para la recreación, en tanto lugar de paseo, pues generalmente son lugares libres de contaminación, “cápsulas” y “pulmones verdes” para la ciudad (L.C.).

Agricultura familiar campesina

Actualmente son pocas las familias que "trabajan el campo", no obstante, en el sector existe una tradición histórica que se remarca por la presencia de lecherías en el sector desde los años '50. De esta manera, existe una identidad campesina que se remonta a los antiguos cultivos de choclo y alfalfa, como también a tradiciones como el "mingako": la limpieza colectiva de canales antes del invierno (L.F.). Si bien son cada vez menos familias, en la actualidad se mantiene la chacarería mediante el cultivo de papas y habas, se crían vacunos, existen lecheros y apicultores.

Amenazas sobre el humedal

El humedal Calabozo es considerado como un lugar sumamente intervenido, de manera que los valores ambientales que poseyó históricamente se consideran degradados y amenazados por influencias de origen humano, presentes y del pasado reciente. Algunas corresponden a acciones de pequeña escala, cuyo efecto acumulativo termina por perjudicar al territorio, mientras que otros corresponden a elementos de gran escala que repercuten directamente sobre este ecosistema.

Ruta 160

Frecuentemente se comenta que la construcción de la Ruta 160 ha significado una perturbación mayor del ecosistema. Transcurriendo en sentido Norte-Sur sobre el sector Oeste del humedal, los drenajes construidos resultaron insuficientes para la descarga que mantenía el sector, de manera que se plantea esto causa inundaciones, aumentando la profundidad y extensión del cuerpo de agua.

Rellenos de biomasa

Las y los entrevistados destacan la acción sostenida a lo largo de los años al interior del Fundo Canta Rana, pero también en el sector Norte del humedal, donde se han depositado crecientes rellenos de biomasa, reduciendo considerablemente el tamaño del cuerpo de agua del humedal Calabozo.

Se trata de una acción de relleno del humedal originada hace dos o tres décadas, si bien su intensidad ha aumentado durante los últimos años. Entre los motivos que explican desde el Fundo Cantarrana, esta acción se debe a la necesidad de recuperar suelos antes destinados a la actividad forrajera y cuyo sentido último apuntaría a la realización de un proyecto de agroturismo ecológico. Por este motivo han "usado materia orgánica, corteza de árbol, compost" (LS). Se trataría de una actividad permitida por el Servicio Nacional de Salud, desde el año 1999, en tanto "Práctica para recuperación de praderas" mediante el uso de algas Adar⁴.

⁴Luego de contactar con diversos funcionarios del Ministerio de Salud y de diversos servicios públicos, con fecha 9 de noviembre del año 2020, se realizó solicitud de información a través del portal de transparencia. La respuesta fue inexacta y se limitó a señalar que:

"SEREMI de Salud, Región del Biobío, ha recepcionado denuncias del sector humedal Calabozo, comuna de Coronel; las cuales son por disposición de residuos, dicha disposición de residuos en algunos casos vinculada con actividades de agricultura y ganadera del sector. En todas ellas se ha levantado acta inspectiva, dando inicio a sumario sanitario o dejando observaciones de mejora a fin de resguardar la salud pública de las personas y la comunidad".

En el sector norte del humedal, se acusa que se ha modificado el comportamiento del espejo de agua producto del relleno de biomasa, provocando inundaciones de las casas aledañas, además del anegamiento de las fuentes de alimento de los animales. Otro impacto se plantea ha sido el cambio en la temporada de cosechas pues, si bien antes se sembraba en septiembre y se cosechaba en enero, ahora los ciclos se han postergado.

Los lugareños afirman que “pese a conocerse como sector Cantarrana, ya no se escuchan las ranas cantar” pues, a lo largo de los años, han desaparecido muchas especies. El ecosistema biodiverso y sano estaría siendo sepultado paulatina pero consistentemente por efecto de los rellenos.

Canalizaciones

Con el objetivo de controlar el cuerpo de agua, desviándolo y disminuyéndolo, se han realizado múltiples canales en la zona. Si bien se trata de una técnica histórica para el sector, durante los últimos años se han realizado nuevas canalizaciones que han profundizado las inundaciones hacia los vecinos del humedal.

Monocultivos forestales

Por otra parte, las entrevistas remarcan la presencia de monocultivos forestales al interior del cauce del humedal. Esta acción ha sido llevada a cabo por Agrícola del Sur S.A. durante décadas, quienes son propietarios de una porción importante del sector donde se emplaza el humedal Calabozo. Desde su directorio se señala que el rol de estas plantaciones es lograr financiar el proyecto “Parque y Jardín Botánico Coronel”.

Antes de que fuera adquirido por esta sociedad, el terreno se encontraba dedicado a la chacarería pero, hoy en día, se teme que a la larga el cultivo de eucaliptos termine por alcanzar y consumir las napas subterráneas del acuífero.

Presión urbana - Hospital

A lo largo de las entrevistas y reuniones, fue señalada la importancia de la influencia de los instrumentos de planificación territorial, especialmente del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, que consolida el sector donde se emplaza el humedal Calabozo como una zona "mixta". Esto podría permitir el desembarco de nuevas industrias y rellenos sanitarios, además establecería nuevas presiones inmobiliarias en la zona.

De este modo, se teme el impacto de nuevas presiones ocasionadas por el crecimiento de la ciudad sobre el ecosistema. Así, destaca también la construcción de un hospital de alta complejidad en la zona Norte y aledaña al humedal, como también la posible construcción de una nueva carretera, denominada “Ruta piedemonte”, cuyas alteraciones podrían sumarse a las ya generadas por la Ruta 160 y a las tomas de terreno asentadas en el sector durante décadas anteriores.

Caza

A su vez, cabe señalar la existencia de clubes de caza que realizan esta actividad sin consideración de la ordenanza municipal ambiental del año 2014 y a pesar de los cercos puestos por los

propietarios de los predios. Así, los lugareños señalan que los fines de semana se escuchan ruidos de escopetas, anunciando la caza de aves.

Basurales

Finalmente, se señala la existencia de vertimientos ilegales en las riberas del humedal. Ya sea por efecto de las villas aledañas al humedal, como también por el ingreso de camiones que provienen de otros puntos de la ciudad, el ecosistema se ve afectado por crecientes microbasurales.

Oportunidades de conservación

Pese a erigirse como un área sumamente intervenida, en la actualidad son varios los proyectos en torno al humedal Calabozo que promueven su protección. En este sentido, cabe remarcar tres iniciativas que, si bien hoy se encuentran desconectadas entre sí, por el espíritu que las impulsa podrían llegar a comunicarse, e incluso articularse, para promover la conservación del ecosistema:

En primer lugar, destaca el “Parque y Jardín Botánico Coronel”, proyecto histórico de la familia Matthei, quienes a través de la Sociedad Agrícola del Sur S.A. buscan abrir un parque de aproximadamente 50 hectáreas que se convierta en un hito para la población de la comuna y fuera de ella. Éste se ubica colindante al humedal Calabozo, emplazándose en su extremo nororiental, y busca proteger y exhibir una amplia diversidad de flora nativa y exótica.

Por otro lado, resalta la propuesta del Consejo para la recuperación ambiental y social de Coronel, quienes en el año 2018 presentaron al MINVU su proyecto de “Parques públicos urbanos” para ser considerado en el nuevo Plan Regulador Metropolitano, entre los que estaba considerado el humedal de Calabozo. Su propuesta buscaba mantener este sector como un área verde intercomunal, a la vez que invitaba a los tomadores de decisiones a dotarlo del carácter de parque, en vista de su importancia para la recreación de la población local pero también como medida de protección de los recursos hídricos aquí alojados.

En tercer lugar, la Lechería Cantarrana propone un proyecto de turismo que conecte la actividad agropecuaria con la biodiversidad del humedal. Con esta dirección es que promueven en el sector el respeto de los períodos de veda –sino la prohibición completa- del ejercicio de la caza, como también proponen regular la extracción de camarones de río e incluso el ingreso de visitantes para respetar el período de anidación de las aves.

Si bien estas iniciativas aún no se encuentran consolidadas, ellas presentan distintos grados de avance y viabilidad. Teniendo esto en cuenta, deben ser reconocidas, apoyadas y, en especial, conectadas como lo que son, esfuerzos para valorar y promover la conservación del humedal Calabozo.

SECCIÓN 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL

El humedal Calabozo es de gran relevancia en la provisión de aguas para el consumo humano, es un área de recarga del acuífero e importante receptor y controlador hidrológico de caudales provenientes de tres de las cuencas más grandes de la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta. Por otra parte, su importancia recae en la conectividad con los humedales estero Villa Mora y Humedal boca Maule; minestra que, cabe remarcar, es de valor para la conservación de la biodiversidad y posee un valor paisajístico asociado a su belleza escénica.

Sin embargo, los resultados obtenidos en la evaluación de los diversos componentes bióticos, dan cuenta de un alto grado de degradación en el Humedal Calabozo. Son diversas las razones que parecieran justificar dicha intervención.

Por un lado, destacar que, para los lugareños, la construcción de la Ruta 160 el año 1995 implicó no sólo una transformación en el paisaje, sino que desencadenó una serie de cambios significativos en el cuerpo de agua, aumentando su nivel, y generando que algunos propietarios sintieron la necesidad de rellenar los suelos para recuperar la superficie agrícola perdida, y del mismo modo la necesidad de canalizar el agua. Lamentablemente, en el marco de la presente licitación no fue posible constatar a través de análisis remotos el impacto de dicha Ruta en la dinámica del humedal, ya que no existían suficientes imágenes satelitales para realizar el análisis.

No obstante, a través de los análisis remotos fue posible constatar que la canalización del estero villa mora coincide con el cambio en la dinámica hídrica del humedal Calabozo, conforme a lo señalado por los pobladores. Esto porque desde el año 2014, cuando esta intervención ocurre, comienzan a presentarse eventos extremos de inundación los cuales no se habían observado en el pasado y no se relacionan con el aumento de las precipitaciones, las cuales por el contrario van a la baja. Antes este hallazgo se evidencia la urgente necesidad de tener en consideración los sistemas hídricos de manera integrada y bajo un enfoque sistémico.

Por otro lado, intervenciones tales como los rellenos, plantaciones forestales, canalización, y actividad agrícola, amenazan constantemente la salud del Humedal Calabozo y, por ende, el sistema hídrico al cual este pertenece. En este contexto, es primordial que se planifique un proceso de largo plazo que contribuya a la conservación del humedal, reducción de las amenazas y su restauración, desde un enfoque sistémico, que asegure tanto la conservación del humedal calabozo, como el estero Villa mora y los cursos de agua y nacientes aportantes. En la figura 35 se presenta el área de conservación que se recomienda se gestione.

En específico es fundamental que se profundice en la evaluación de el sistema hídrico del humedal calabozo en su totalidad, evaluando nacientes y cursos de agua en el corto plazo, así como el estero Villa Mora. A su vez, se requiere ampliar el estudio limnológico en el humedal y sistema hídrico aledaño. Asimismo, destacar que esta área se debe conectar con el Santuario de la Naturaleza Boca maule generando un corredor biológico en la comuna.

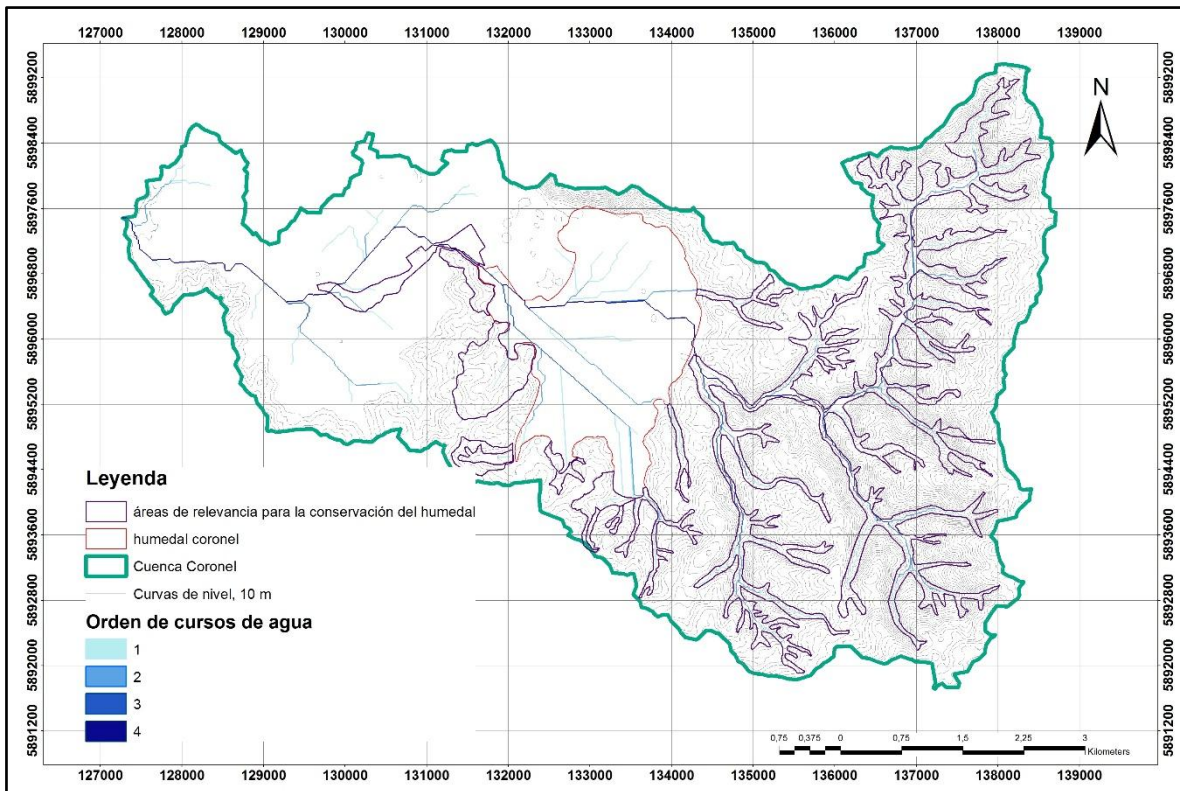


Figura 35. Área propuesta para la conservación del humedal calabozo, considerándolo afluentes y sus zonas de protección y áreas buffer aledañas a áreas de alto valor.

En este sentido, es fundamental que además de asegurar la conservación del humedal y la red hídrica asociada, comience un proceso de restauración a escala de paisaje, pensando en diseños asociados a soluciones basadas en la naturaleza en un contexto de cambio global, que permitan integrar tanto las actividades productivas como la conservación de estos ecosistemas. Adicionalmente se recomienda se tenga en consideración que las áreas aledañas tales como conjuntos habitacionales también debieran tomar medidas tanto de naturalización como de prevención de incendios, de manera que el impacto que existe entre el área de conservación y la matriz urbana sea lo más gradual posible.

Desde el punto de vista de la memoria social en torno a los sectores donde hoy se emplaza el humedal Calabozo, destaca su pasado arraigado en la historia rural de nuestro país, marcado por la existencia de fundos y por los procesos de reforma y contrarreforma agraria, que en conjunto definen su régimen de propiedad actual. Del mismo modo, se expresa una identidad rural, arraigada mediante los oficios de la lechería y la permanencia de algunos asentamientos de agricultura familiar campesina. En torno a esta identidad es que el humedal arraiga su relación con el entorno humano, conocido históricamente como el “pajonal” donde se podía pasear, avistar aves, coipos e incluso coleccionar camarones.

A nuestro modo de entender, la protección ambiental de un ecosistema tan importante, pero a su vez tan intervenido como éste, se trata no sólo de un camino legal sino que de un proceso de conservación efectiva que promueva el equilibrio entre los factores intrínsecos del propio ecosistema, pero también en la relación que establecemos los seres humanos con éste. En esta materia, en un futuro cercano deben zanjarse las metas y límites que permitirán la coexistencia sostenible entre los atributos ambientales aquí mencionados y la posibilidad de desarrollar actividades humanas y económicas. A lo largo de las décadas y los siglos, el humedal ha coexistido con la agricultura local y por este motivo, para sus habitantes, el humedal se emplaza en una zona productiva. Esto debe ser reconocido de manera tan importante como también debe ser reconocida la degradación en que se encuentra el ecosistema por causa de la desregulación de estas mismas actividades.

Trazar un camino de restauración de este humedal (o pajonal, si se prefiere) es una tarea no sólo técnica y ambiental, sino también sociocultural, cuya importancia no radica solamente en el bienestar del ecosistema, sino que también en el de quienes habitan en torno a él. En este sentido el desafío será lograr un equilibrio entre las actividades que hoy aquí se desarrollan –agricultura, forestería, ganadería y vivienda- y la conservación del entorno natural como base para el bienestar humano y no humano.

SECCIÓN 8. PROPUESTA DE FIGURAS DE PROTECCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL HUMEDAL CORONEL

La conservación del humedal Calabozo debe ser entendida como un trabajo técnico que reconozca sus atributos ambientales y las amenazas que yacen sobre estos. A su vez, debe ser abordada como un proceso social de construcción de una gobernanza democrática, que permita la coexistencia de los intereses, en equilibrio y respeto con el ecosistema. En este sentido, rescatamos la necesidad de continuar y profundizar el diálogo iniciado a partir de este proyecto entre los actores fundamentales para la conservación del humedal Calabozo: propietarios, tomadores de decisión, dirigentes territoriales y comunidades locales.

De este modo, resulta esencial reconocer los proyectos que surgen desde las y los actores locales, para impulsar en coordinación con ellos un proceso de conservación ambiental y planificación territorial. A continuación, se explicitan tres proyectos que se han podido registrar a la fecha:

- **Parque y Jardín Botánico Coronel:** Impulsado por la Sociedad Agrícola del Sur S.A., se trata de un proyecto histórico que busca abrir un parque de 50 hectáreas, aledaño al humedal Calabozo, para la población de la comuna y fuera de ella.
- **Parques públicos urbanos para Coronel:** Propuesta por el Consejo para la recuperación ambiental y social de Coronel, buscan reconocer el humedal Calabozo junto a otras áreas comunales como área verde dentro del nuevo Plan Regulador Metropolitano.
- **Lechería Cantarrana:** Proyecto de agroturismo que promueva la valoración y protección de la biodiversidad del humedal.

En consecuencia, se recomienda que la o las figuras de protección que se impulsen tengan en cuenta estas iniciativas y se gesten a partir del diálogo entre los actores involucrados.

Por otro lado, a continuación, se realiza una síntesis de los instrumentos que podrían servir para establecer figuras de protección para el humedal Coronel. Detalle en la Tabla 35.

Tabla 35. Figuras legales que podrían ser de relevancia como alternativas para la conservación del humedal Calabozo.

Figura	Decreto/Resolución/Aprobación	Implicancias
Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos (Ley de Humedales urbanos)	Ley número 21.202 (23 de enero 2020)	“Tiene por objeto proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo”
Promulga la Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas, suscrito en Irán el 2 de febrero de	Decreto 771 Exento, Ministerio de Relaciones Exteriores (11 de noviembre de 1981)	Su misión es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al

1971 (Convención Ramsar sobre la protección de humedales)		logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.
Legisla sobre Monumentos Nacionales (Santuarios de la Naturaleza)	Ley número 17.288 (4 de febrero de 1970)	“Son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado.”
Establece el Derecho real de conservación medioambiental	Ley número 20.930 (25 de junio 2016)	“Derecho real que consiste en la facultad de conservar el patrimonio ambiental de un predio o de ciertos atributos o funciones de éste”.
Ley general de urbanismo y construcciones, sobre Plan regulador comunal	DLF 458. Artículo 43.	“El anteproyecto de Plan Regulador Comunal o de sus modificaciones será diseñado por la municipalidad correspondiente... contendrá un informe ambiental, que será remitido al Ministerio del Medio Ambiente para sus observaciones. Posteriormente, ambos documentos serán sometidos al siguiente proceso de participación ciudadana”
Ley orgánica constitucional de municipalidades (Reserva Natural Municipal)	Ley número 18.695 (Últ. modificación Ley n° 21.281, 5 de noviembre 2020)	“Las resoluciones que adopten las municipalidades se denominarán ordenanzas, reglamentos municipales, decretos alcaldicios o instrucciones”
Ordenanza municipal para la protección de cauces, lagunas y humedales de la comuna de Coronel	N°2 (1 de abril 2014)	“Tiene por objeto establecer un marco legal regulatorio para la protección, conservación y preservación de los humedales, lagunas y cauces hidrológicos ubicados dentro de la comuna de Coronel”

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, un hito comunal importante ha resultado ser la Ordenanza Municipal N°2 del año 2014, titulada “Ordenanza para la protección de cauces, lagunas y humedales de la comuna de Coronel”, la que propone “establecer un marco legal regulatorio para la protección, conservación y preservación de los humedales, lagunas y cauces hidrológicos dentro de la comuna de Coronel”. Con este fin, también plantea la confección de un Plan Comunal de Gestión de Humedales o, en su defecto, Planes Maestros específicos para cada humedal, además de promover la constitución de Comités de Protección para Humedales. Estos últimos son concebidos como personalidades jurídicas sin fines de lucro, de carácter representativo respecto de las organizaciones territoriales de base y de esencia “esencialmente participativa”.

Un segundo hito fundamental es el Plan regulador comunal, el cual está actualmente vigentey regula el área sur este del humedal Calabozo bajo la zona ZU-8, la cual permite el uso habitacional, científico, comercio, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, seguridad, servicios y social, y prohíbe industria, infraestructura de transporte, sanitaria y energética. La densidad para el área es de 150 hab/ha y el coeficiente de constructibilidad de 2,5. La Zona ZU-9, la cual permite el uso habitacional, comercio excepto Discotecas, culto y cultura, deporte, educación, esparcimiento, salud, servicios y social, y prohíbe industria, uso científico, seguridad excepto bomberos y unidades policiales, infraestructura de transporte, sanitaria y energética. La densidad para el área es de 100 hab/ha y el coeficiente de constructibilidad de 1; y la zona ZRI, la cual corresponde a zona inundables por desborde de cuaces y que prohíbe todo tipo de uso excepto Recintos abiertos destinados al deporte o actividad física en general y Parques de Entretenciones y Parques Zoológicos. Detalle de las zonas en la Figura 35.

En este sentido, resulta primordial que la actualización de instrumentos como el Plan regulador Comuna o el Plan Regulador Metropolitan consideren las zonas de relevancia para la conservación del humedal calabozo, destinandolas a espacio público y áreas verdes, y o alguna otra figura que asegure su conservación. Como se ha podido revisar, la actual ordenanza municipal del año 2014 podría ser declarada “Reserva Natural Municipal”, siguiendo los pasos de comunas como Concón, Arica y Cartagena, quienes han declarado bajo esta figura a las desembocaduras de los ríos Aconcagua, Cartagena y al humedal de Cartagena, respectivamente.

Por otra parte, la reciente publicación en el diario oficial de Chile constata la promulgación del reglamento de humedales urbanos, el cual “establece el procedimiento mediante el cual el Ministerio del Medio Ambiente declarará humedales urbanos a solicitud de municipios o de oficio, de conformidad con los preceptos de la Ley N°21.202”, estableciendo así criterios mínimos esenciales para todos los humedales que se encuentre total o parcialmente dentro del límite urbano.

Cabe remarcar que estas dos últimas alternativas pueden llegar a ser complementarias y dependen en gran medida de la acción y disposición de la municipalidad de Coronel. Sin embargo, ellas no afectan desde ningún punto de vista el actual régimen de propiedad existente sobre el humedal Calabozo. Por otro parte, otras figuras de conservación, herramientas privadas dispuestas para los propietarios, que también pudiesen llegar a ser consideradas son las de: Santuario de la Naturaleza y Derecho Real de Conservación.

Mientras la primera de éstas se trata de un instrumento “clásico” que incluye al predio al listado de monumentos nacionales, llevado a cabo por el Consejo de Monumentos Nacionales. Sin embargo, su aprobación depende del Ministerio de Medio Ambiente y define su supervigilancia sobre el terreno declarado. Como se ha mencionado, esta figura ni nignuda otra, trastoca el régimen de propiedad vigente el territorio.

Por otra parte, el Derecho Real de Conservación corresponde a un acuerdo entre privados, el cual debe ser respetado por la sociedad en su conjunto y que fija alcance temporal y atributos ambientales para ser conservados. Si bien se suscribe de manera libre entre las partes, para poder modificar o caducar el acuerdo iniciar requiere del acuerdo todos los involucrados. De este modo, busca promover procesos de largo plazo para la conservación ambiental.

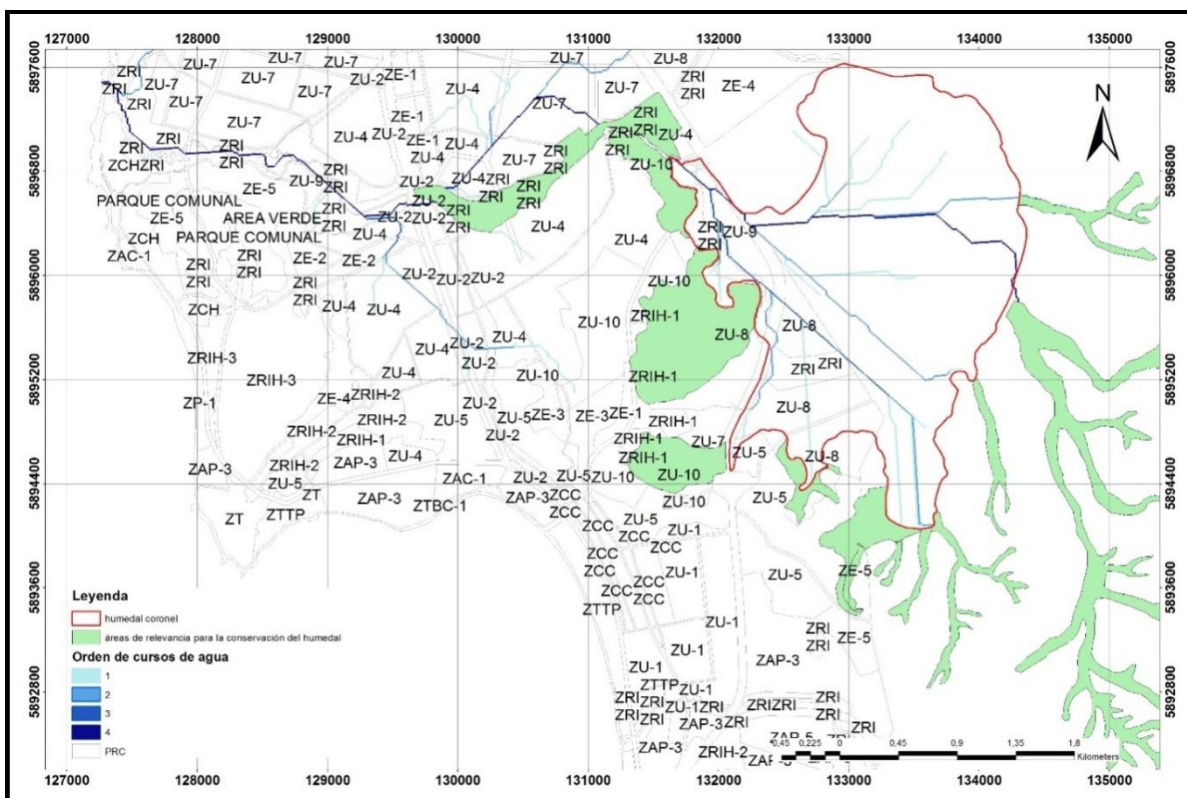


Figura 35. Plan regulador comunal en áreas propuestas para la conservación. Fuente: Elaboración propia en base a Plan Regulador Comunal.

Finalmente cabe destacar que diversos actores del territorio han realizado denuncias y procedimientos judiciales, los cuales, si bien no han sido exitosos a la fecha, si, dan cuenta de las intenciones e intereses de los habitantes por detener la intervención existente en el humedal. Esta vía es complementaria a las otras figuras de conservación propuestas, la cual, si bien tendría un carácter más polémico y sansionatorio, no deja de ser una alternativa. En el Anexo 9. Se presenta una revisión de la jurisprudencia que pudo levantar en el marco de la presente licitación, y la cual

ordena las sanciones realizadas a la fecha y algunas referencias que podrían ser precedentes. Si se desea continuar por esta vía, es fundamental que se continúe profundizando.

BIBLIOGRAFÍA

ALISTE E y MUSSET, A (2014) Pensar los territorios del desarrollo: sustentabilidad y acción pública en nombre de una ciudad imaginaria. Concepción (Chile), 1950-2010. Revista EURE, vol. 40, 120:91-110.

APHA, AWWA & WEF (2012) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

ARAYA C(2018) 1996–2017. De Comuna Minera a Ciudad Portuaria: Trayectoria Histórica e Impacto Socio–Económico de la Inversión Privada en la Comuna de Coronel Análisis del Caso Puerto Coronel S.A. Universidad San Sebastián. Santiago, Chile.

ARRATIA G (1981) Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional de Historia Natural de Chile. Publicación Ocasional. 34: 3-108.

BERTRAND H (1995) Les insectes aquatiques d'Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris).543 pp.

CAMPOS H, G DAZAROLA, B DYER, L FUENTES, J GAVILÁN, L HUAQUÍN, G MARTÍNEZ, R MELÉNDEZ, G PEQUEÑO, F PONCE, V RUIZ, W SIELFELD, D SOTO, R VEGA & I VILA. (1998) Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Número Especial 47: 101-122.

CANALES M (2006) Metodologías de investigación social, introducción a los oficios. Ediciones LOM, Santiago de Chile. 406 p.

CISTERNAS M, MARTÍNEZ P, OYARZÚN C, DEBELS P (1999) Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la Cordillera de Nahuelbuta, VII Región, Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 72:661-676.

CONSERVATION MEASURES PARTNERSHIP [CMP] (2007). Estándares abiertos para la práctica de la conservación. The Conservation Measures Partnership.

CONSERVATION MEASURES PARTNERSHIP [CMP] (2013). Open standards for the practice of conservation. The Conservation Measures Partnership (Ed.). Washington, D.C.

CONVENCIÓN RAMSAR (2016) Introducción a la convención sobre los humedales, Secretaría de la convención de Ramsar, Gland, Suiza.

DECRETO SUPREMO N° 13 (2013) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 25 de julio de 2013).

DECRETO SUPREMO N° 151 (2007) Oficializa la primera clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 24 de marzo de 2007).

- DECRETO SUPREMO N° 16 (2016) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, duodécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (16 de septiembre de 2016).
- DECRETO SUPREMO N° 19 (2012) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de febrero de 2013).
- DECRETO SUPREMO N° 23 (2009) Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies silvestres según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). 2009. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 7 de mayo de 2009).
- DECRETO SUPREMO N° 33 (2011) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 27 de febrero de 2012).
- DECRETO SUPREMO N° 38 (2015) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (4 de diciembre de 2015).
- DECRETO SUPREMO N° 41 (2011) CHILE. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, sexto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).
- DECRETO SUPREMO N° 42 (2011) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 11 de abril de 2012).
- DECRETO SUPREMO N° 50 (2008) Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).
- DECRETO SUPREMO N° 51 (2008) Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 30 de junio de 2008).
- DECRETO SUPREMO N° 52 (2014) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (29 de agosto de 2014).
- DECRETO SUPREMO N° 6 (2017) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, decimotercer proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (16 de marzo de 2017).
- DECRETO SUPREMO N° 79 (2018) Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, decimocuarto proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (02 de agosto de 2018).
- DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS [DGA] (2004). *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad*. Disponible en: <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/BioBio.pdf>

- DYER BS (2000). "Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile" *Estudios Oceanológicos* 19: 77-98.
- DOMÍNGUEZ E & H FERNÁNDEZ (2009) *Macroinvertebrados sudamericanos: Sistemática y biología*. Tucumán, Fundación Miguel Lillo. 654p.
- ELOSEGI A & S SABATER (2009) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. 444 pág. Publicaciones de la Fundación BBVA. ISBN: 978-84-96515-87-1.
- ESTEVE MA, CARREÑO MF, ROBLEDANO F, MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ J & J MIÑANO (2008) Dynamics of coastal wetlands and land use changes in the watershed: implications for the biodiversity. In: Russo R.E. (Ed): *Wetlands: Ecology, Conservation & Restoration*, pp.133-175. Nova Science Publishers. New York. USA.
- ETIENNE, M. y C. PRADO (1982). *Descripción de la vegetación mediante la cartografía de la ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico*. Revista Ciencias Agrícolas, 10. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 pp.
- FERNÁNDEZ HR & E DOMÍNGUEZ (2001) *Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Editorial Universitaria de Tucumán 282 p.
- FOUNDATION OF SUCCESS [FOS] (2009) *Conceptualización y planificación de proyectos y programas de conservación*. Bethesda, Maryland, Estados Unidos: Foundation of Success.
- GRANIZO T, MOLINA M, SECAIRA E, HERRERA B, BENÍTEZ S, MALDONADO O, LIBBY M, ARROYO P, ISOLA S, CASTRO M (2006) *Manual de planificación para la conservación de áreas, PCA*. Quito, Ecuador: The Nature Conservancy & USAID.
- HURLBERT SH (1984) Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54.2: 187-211.
- INGENESA 2008 Anexo A Línea base de Vegetación y Flora vascular. Proyecto LAT 220kV Charrúa-Lagunillas.
- JENSEN J 2014 *Remote sensing of the environment an Earth resource perspective*. Second Edition. 614 p.
- KRAMMER K & H LANGE-BERTALOT (1986–1991) *Bacillariophyceae* 1. (1986); *Bacillariophyceae* 2 (1988); *Bacillariophyceae* 3 (1991); *Bacillariophyceae* 4 (1991). En: Ettl, H. et al., (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, G.Fischer, Jena.
- LAGLER KF (1956) *Freshwater Fishery Biology*. W.M.C. Brown Company Dubuque. Iowa. 421 pp.
- LANGE-BERTALOT H (2001) *Diatoms of Europe. Navicula sensu stricto 10 Genera Separated from Navicula sensu lato*. *Frustulia*. Lange-Bertalot (ed.). 526 pp.
- LEUBERT F & PLISCOFF (2006) *Sinopsis Bioclimática y vegetacional de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- LOPRETTO E & G TELL (1995) *Ecosistemas de Aguas Continentales*. Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 1401 pp.
- LUGO-ORTIZ CR & WP MCCAFFERTY (1998) Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. *Annales de Limnologie*, 34, 57–73.
- MARTÍNEZ, J (2014). Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/costeros en la Región del Biobío. *Tiempo y Espacio*, 33:104-130.

- MC FARÑAND,, T. M. & VAN RIPER, C. (2013). *Use of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) habitat models to predict breeding birds on the San Pedro River, Arizona*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2013–1100. 42 p.
- MC FEETERS, S. K. (1996). *The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features*. International Journal of Remote Sensing. Vol 17, pp 1425-1432. DOI: 10.1080/01431169608948714.
- MERRIT RW & K-W CUMMINS (1996) An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL [MIDESO] (2018) Informes de estimaciones comunales de pobreza, con datos Casen 2015. Serie Documentos Metodológicos Casen N°35.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE [MMA] (2018a). Plan nacional de protección de humedales 2018-2022. [Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf]
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE [MMA](2018b) Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- MORA C y COFRÉ G (2016) Termoeléctricas en Coronel: Conflicto pesquero artesanal y relaciones de género en el sector. Estudio de caso de la comuna de Coronel, 2006-2016. Tesis presentada para optar al grado académico de Licenciadas en Educación, Mención Pedagogía en historia y Geografía. Universidad de Concepción.
- MUNICIPALIDAD DE CORONEL (2012) Plan de Desarrollo Comunal 2012-2016. 264 p.
- MUNICIPALIDAD DE CORONEL(2013) Expediente técnico Solicitud declaración Santuario de la Naturaleza Boca Maule. Coronel-Chile. 152 p.
- MUNICIPALIDAD DE CORONEL (2017) Anexo 1: Estudio fundado para la definición de zonas de área verde intercomunal (AVI) en las zonas ZEU-4(z) (Sector humedal Calabozo), ZEU-3(14) (Calabozo y Estero Manco) de la comuna de Coronel.
- NÚÑEZ E (2008) Método para la planificación del manejo de áreas protegidas. Corporación Nacional Forestal, Gobierno de Chile.
- PARRA O, GONZÁLEZ M, DELLAROSSA V, RIVERA P & M ORELLANA (1982a) Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. I. Cyanophyceae. Universidad de Concepción (Chile), Santiago, 70 págs.
- PARRA O, GONZÁLEZ M, DELLAROSSA V, RIVERA P & M ORELLANA (1982b) Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. III. Cryptophyceae-Dinophyceae-Euglenophyceae. Universidad de Concepción (Chile), Santiago, 99 págs.
- PARRA O, GONZÁLEZ M, DELLAROSSA V, RIVERA P & M ORELLANA (1982c) Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. IV. Bacillariophyceae. Universidad de Concepción (Chile), Santiago, 97 págs.
- PARRA O, GONZÁLEZ M & V DELLAROSSA (1983) Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. V. Chlorophyceae. Parte I. Volvocales. Universidad de Concepción (Chile), Santiago, 151 págs.
- PEREIRA I & O PARRA (1984) Algas filamentosas dulceacuícolas de Chile. I. Algas bentónicas de

- Concepción. Gayana bot. 41(3-4): 141-200.
- PÉREZ L Y CATRÍAO J (2010) El paisaje cultural de Puchoco (Shwager): Procesos participativos para su valorización urbana. Revista Labor & Engenho, v.4, n.4.
- PRESCOTT GW (1970) Algae of the Western Great Lakes area. WMC Brown Co. Buduque. Iowa
- RIVERA P (1983) A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica Vol.3, 386 pp.
- ROJAS C, SEPÚLVEDA-ZÚÑIGA E, BARBOSA O, ROJAS O, MARTÍNEZ C (2015) Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. Revista de Geografía Norte Grande, 61:181-204.
- ROUND FE, RM CRAWFORD & DG MANN (1996) The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735 p.
- RUIZ VH & M MARCHANT (2004) Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Primera edición. Universidad de Concepción, Concepción. pp 356.
- RUMRICH U, H LANGE-BERTALOT & M RUMRICH (2000) Iconographia Diatomologica 9. Diatomeen der Anden (von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego). Lange Bertalot (ed.), 671 pp.
- SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR (2006) Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE MEDIO AMBIENTE REGIÓN DEL BIOBÍO [SEREMI MMA] (2017) Política regional para la conservación de la biodiversidad de la Región del Biobío. [Disponible en: https://biodiversidad.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/05/Politica-Regional-Conservacion-de-la-Biodiversidad-Biobio_Febrero-2018_VF.pdf]
- SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL (2015) Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Santiago, Chile.
- SIMONSEN R (1987) Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Friedrich Hustedt. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, Vols 1-3. 1, pp 524; 2, pls 1-395; 3, pls 396-772.
- SMITH P y ROMERO H (2009) Efectos del crecimiento urbano del área metropolitana de Concepción sobre los humedales de Rocuant-Andalién, Los Batros y Lengua. Revista de Geografía Norte Grande, 43:81-93.
- SMITH V, GD TILMAN & JC NEKOLA (1999) Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environ Pollut 100, 179-196.
- SUBPESCA (2018) Guía metodológica y protocolos de muestreo de flora y fauna acuática en aguas continentales de Chile. Fondo de Investigación pesquera y acuicultura. Proyecto FIPA N° 2016-46.
- VAN DER VALK, AG (2006) The Biology of Freshwater Wetlands. Oxford University Press, Oxford, UK. 173pp.
- WETZEL RG & GE LIKENS (1991) Limnological Analyses. Springer Verlag, New York, 391 p.
- WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY [WCS] (2019) Humedales de Chile, 40 mil reservas de vida. [Disponible en:

<https://chile.wcs.org/Portals/134/Libro%20Humedales%20WCS.pdf?ver=2019-02-08-203952-653>

ANEXOS

Anexo 1. Especies potenciales de flora

N°	Especie	Familia	Fuente
1	<i>Adiantum chilense</i>	Adiantaceae	1, 2
2	<i>Aextoxicon punctatum</i>	Aextoxicaceae	1
3	<i>Carpobrotus aequilaterus</i>	Aizoaceae	2
4	<i>Alisma lanceolatum</i>	Alismataceae	2
5	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Alismataceae	2
6	<i>Sagittaria montevidensis</i> ssp. <i>Chilensis</i>	Alismataceae	1
7	<i>Alstroemeria cummingiana</i>	Alstroemeriaceae	2
8	<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae	2
9	<i>Phycella australis</i>	Amaryllidaceae	2
10	<i>Rodophiala</i> aff. <i>Advena</i>	Amaryllidaceae	1
11	<i>Lithraea caustica</i>	Anacardiaceae	1
12	<i>Ammi visagna</i>	Apiaceae	1
13	<i>Anthemis cotula</i>	Apiaceae	2
14	<i>Anthriscus caucalis</i>	Apiaceae	2
15	<i>Centella asiatica</i>	Apiaceae	1
16	<i>Conium maculatum</i>	Apiaceae	2
17	<i>Daucus pusillus</i>	Apiaceae	2
18	<i>Eryngium paniculatum</i>	Apiaceae	1, 2
19	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	2
20	<i>Sanicula graveolens</i>	Apiaceae	2
21	<i>Vinca major</i>	Apocynaceae	2
22	<i>Lemna gibba</i>	Araceae	2
23	<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae	2
24	<i>Hedera helix</i>	Araliaceae	2
25	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Araliaceae	2
26	<i>Agave weberii</i>	Asparagaceae	2
27	<i>Ageratina glechonophylla</i>	Asteraceae	2
28	<i>Ambrosia</i> sp.	Asteraceae	2
29	<i>Aristeguietia salvia</i>	Asteraceae	2
30	<i>Aster vahlII</i>	Asteraceae	2
31	<i>Baccharis racemosa</i>	Asteraceae	1
32	<i>Baccharis sagittalis</i>	Asteraceae	2
33	<i>Baccharis trimera</i>	Asteraceae	2
34	<i>Bidens aurea</i>	Asteraceae	2
35	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Asteraceae	2
36	<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	1, 2
37	<i>Cotula coronipifolia</i>	Asteraceae	2

38	<i>Crepis capillaris</i>	Asteraceae	1
39	<i>Cynara cardunculus</i>	Asteraceae	2
40	<i>Helenium aromaticum</i>	Asteraceae	2
41	<i>Hypochaeris radicata</i>	Asteraceae	1
42	<i>Lactuca serriola</i>	Asteraceae	2
43	<i>Lactuca virosa</i>	Asteraceae	2
44	<i>Leucanthemum vulgare</i>	Asteraceae	1, 2
45	<i>Noticastrum sericeum</i>	Asteraceae	1
46	<i>Podanthus mitiqui</i>	Asteraceae	2
47	<i>Podanthus ovatifolius</i>	Asteraceae	1
48	<i>Proustia pyrifolia</i>	Asteraceae	1, 2
49	<i>Senecio vulgaris</i>	Asteraceae	2
50	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae	2
51	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	2
52	<i>Xanthium spinosum</i>	Asteraceae	2
53	<i>Laurelia sempervirens</i>	Atherospermataceae	1
54	<i>Blechnum hastatum</i>	Blechnaceae	1
55	<i>Echium plantagineum</i>	Boraginaceae	2
56	<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	2
57	<i>Phacelia brachyantha</i>	Boraginaceae	2
58	<i>Brassica campestris</i>	Brassicaceae	2
59	<i>Hirschfeldia incana</i>	Brassicaceae	2
60	<i>Raphanus raphanistrum</i>	Brassicaceae	2
61	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Brassicaceae	2
62	<i>Sisymbrium orientale</i>	Brassicaceae	1
63	<i>Greigia sphacelata</i>	Bromeliaceae	1
64	<i>Jovellana violacea</i>	Calceolariaceae	1
65	<i>Callitriche</i> sp.	Callitricheaceae	1
66	<i>Lobelia tupa</i>	Campanulaceae	1, 2
67	<i>Lonicera japonica</i>	Caprifoliaceae	2
68	<i>Citronella mucronata</i>	Cardiopteridaceae	1
69	<i>Silene gallica</i>	Caryophyllaceae	1
70	<i>Spergularia bocconeii</i>	Caryophyllaceae	2
71	<i>Maytenus boaria</i>	Celastraceae	1, 2
72	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Chenopodiaceae	2
73	<i>Calystegia sepium</i>	Convolvulaceae	2
74	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	2
75	<i>Convolvulus hermanniae</i>	Convolvulaceae	1
76	<i>Cuscuta micrantha</i>	Convolvulaceae	1
77	<i>Cuscuta suaveolens</i>	Convolvulaceae	2
78	<i>Dichondra sericea</i>	Convolvulaceae	1, 2

79	<i>Sycios baderoa</i>	Cucurbitaceae	2
80	<i>Eucryphia cordifolia</i>	Cunoniaceae	1
81	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cupressaceae	2
82	<i>Carex inconspicua</i>	Cyperaceae	1
83	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cyperaceae	2
84	<i>Isolepis cernua</i>	Cyperaceae	2
85	<i>Schoenoplectus californicus</i>	Cyperaceae	1
86	<i>Scirpus californicus</i>	Cyperaceae	2
87	<i>Scirpus inundatus</i>	Cyperaceae	2
88	<i>Aristotelia chilensis</i>	Elaeocarpaceae	1, 2
89	<i>Equisetum giganteum</i>	Equisetaceae	2
90	<i>Escallonia pulverulenta</i>	Escalloniaceae	1
91	<i>Euphorbia ovalifolia</i>	Euphorbiaceae	1
92	<i>Acacia dealbata</i>	Fabaceae	2
93	<i>Acacia melanoxylon</i>	Fabaceae	1, 2
94	<i>Acacia saligna</i>	Fabaceae	2
95	<i>Cytisus scoparius</i>	Fabaceae	2
96	<i>Genista monspessulana</i>	Fabaceae	1
97	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Fabaceae	2
98	<i>Lotus corniculatus</i>	Fabaceae	1, 2
99	<i>Lotus subpinnatus</i>	Fabaceae	1
100	<i>Lotus uliginosus</i>	Fabaceae	1
101	<i>Lupinus arboreus</i>	Fabaceae	1, 2
102	<i>Medicago polymorpha</i>	Fabaceae	2
103	<i>Robinia pseudacacia</i>	Fabaceae	2
104	<i>Teline monspessulana</i>	Fabaceae	2
105	<i>Trifolium arvense</i>	Fabaceae	2
106	<i>Trifolium pratense</i>	Fabaceae	1, 2
107	<i>Trifolium repens</i>	Fabaceae	1, 2
108	<i>Ulex eruopaeus</i>	Fabaceae	1, 2
109	<i>Vicia sativa</i>	Fabaceae	2
110	<i>Fumaria agraria</i>	Fumariaceae	2
111	<i>Erodium botrys</i>	Geraniaceae	2
112	<i>Erodium cicutarium</i>	Geraniaceae	2
113	<i>Erodium moschatum</i>	Geraniaceae	2
114	<i>Ribes punctatum</i>	Grossulariaceae	2
115	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Haloragaceae	2
116	<i>Myriophyllum quitense</i>	Haloragaceae	1
117	<i>Herreria stellata</i>	Herreriaceae	1
118	<i>Limnobium laevigatum</i>	Hydrocharitaceae	2
119	<i>Herbertia lahue</i>	Iridaceae	1

120	<i>Libertia chilensis</i>	Iridaceae	1
121	<i>Sisyrinchium</i> aff. <i>Patagonicum</i>	Iridaceae	1
122	<i>Juncus arcticus</i>	Juncaceae	1
123	<i>Juncus bufonius</i>	Juncaceae	2
124	<i>Juncus effusus</i>	Juncaceae	1, 2
125	<i>Juncus maritimus</i>	Juncaceae	2
126	<i>Juncus microcephalus</i>	Juncaceae	2
127	<i>Mentha pulegium</i>	Lamiaceae	2
128	<i>Prunella vulgaris</i>	Lamiaceae	2
129	<i>Teucrium bicolor</i>	Lamiaceae	2
130	<i>Boquila trifoliata</i>	Lardizabalaceae	1, 2
131	<i>Cryptocarya alba</i>	Lauraceae	1, 2
132	<i>Persea lingue</i>	Lauraceae	1
133	<i>Cliococca selaginoides</i>	Linaceae	1
134	<i>Linum usitatissimum</i>	Linaceae	1
135	<i>Loasa acanthifolia</i>	Loasaceae	1
136	<i>Loasa pallida</i>	Loasaceae	2
137	<i>Loasa tricolor</i>	Loasaceae	2
138	<i>Notanthera heterophylla</i>	Loranthaceae	1
139	<i>Tristerix corymbosus</i>	Loranthaceae	1
140	<i>Modoila caroliniana</i>	Malvaceae	2
141	<i>Peumus boldus</i>	Monimiaceae	1, 2
142	<i>Ficus carica</i>	Moraceae	2
143	<i>Eucalyptus globulus</i>	Myrtaceae	1, 2
144	<i>Luma apiculata</i>	Myrtaceae	1, 2
145	<i>Ugni molinae</i>	Myrtaceae	1
146	<i>Epilobium obscurum</i>	Onagraceae	2
147	<i>Fuchsia magellanica</i>	Onagraceae	2
148	<i>Ludwigia peploides</i>	Onagraceae	1, 2
149	<i>Oxalis rosea</i>	Oxalidaceae	1, 2
150	<i>Papaver somniferum</i>	Papaveraceae	2
151	<i>Lapageria rosea</i>	Philesiaceae	1
152	<i>Mimulus crinitus</i>	Phrymaceae	1
153	<i>Pinus radiata</i>	Pinaceae	2
154	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	1, 2
155	<i>Plantago mayor</i>	Plantaginaceae	2
156	<i>Agrostis capillaris</i>	Poaceae	1
157	<i>Agrostis gigantea</i>	Poaceae	2
158	<i>Aira caryophyllea</i>	Poaceae	1
159	<i>Ammophila arenaria</i>	Poaceae	2
160	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Poaceae	1

161	<i>Arundo donax</i>	Poaceae	2
162	<i>Avena barbata</i>	Poaceae	1, 2
163	<i>Briza maxima</i>	Poaceae	2
164	<i>Briza minor</i>	Poaceae	1
165	<i>Bromus diandrus</i>	Poaceae	1
166	<i>Bromus stamineus</i>	Poaceae	1
167	<i>Chusquea quila</i>	Poaceae	1
168	<i>Cortaderia araucana</i>	Poaceae	2
169	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	1, 2
170	<i>Dactylis glomerata</i>	Poaceae	1, 2
171	<i>Festuca arudinacea</i>	Poaceae	2
172	<i>Hierochloe utriculata</i>	Poaceae	1
173	<i>Holcus lanatus</i>	Poaceae	1, 2
174	<i>Hordeum marinum</i>	Poaceae	2
175	<i>Lolium multiflorum</i>	Poaceae	1
176	<i>Lolium perenne</i>	Poaceae	1, 2
177	<i>Panicum urvilleanum</i>	Poaceae	1
178	<i>Paspalum dasypleurum</i>	Poaceae	1
179	<i>Paspalum paspalodes</i>	Poaceae	2
180	<i>Phragmites australis</i>	Poaceae	2
181	<i>Piptochaetium panicoides</i>	Poaceae	1
182	<i>Relchela panicoides</i>	Poaceae	1
183	<i>Sporobolus indicus</i>	Poaceae	1
184	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Poaceae	1
185	<i>Stipa manicata</i>	Poaceae	1
186	<i>Vulpia bromoides</i>	Poaceae	1
187	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Polygonaceae	2
188	<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	2
189	<i>Rumex acetosella</i>	Polygonaceae	1, 2
190	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	2
191	<i>Rumex maricola</i>	Polygonaceae	1
192	<i>Gevuina avellana</i>	Proteaceae	1
193	<i>Lomatia dentata</i>	Proteaceae	1
194	<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculaceae	1, 2
195	<i>Colletia hystrix</i>	Rhamnaceae	1
196	<i>Retanilla ephedra</i>	Rhamnaceae	2
197	<i>Acaena argentea</i>	Rosaceae	2
198	<i>Acaena ovalifolia</i>	Rosaceae	1
199	<i>Malus domestica</i>	Rosaceae	2
200	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Rosaceae	1
201	<i>Prunus cerasus</i>	Rosaceae	2

202	Rosa rubiginosa	Rosaceae	1
203	Rubus constrictus	Rosaceae	1
204	Rubus ulmifolius	Rosaceae	1, 2
205	Galium hypocarpium	Rubiaceae	1
206	Hedyotis salzmannii	Rubiaceae	1
207	Leptostigma arnottianum	Rubiaceae	1
208	Populus nigra	Salicaceae	2
209	Salix babylonica	Salicaceae	2
210	Salix humboldtiana	Salicaceae	2
211	Myoschilos oblonga	Santalaceae	1
212	Alonsoa meridionalis	Scrophulariaceae	2
213	Myoporus laetus	Scrophulariaceae	2
214	Verbascum virgatum	Scrophulariaceae	2
215	Datura stramonium	Solanaceae	2
216	Nierembergia repens	Solanaceae	1
217	Solanum ligustrinum	Solanaceae	2
218	Solanum nigrum	Solanaceae	2
219	Solanum sisymbriifolium	Solanaceae	2
220	Tropaeolum majus	Tropaeolaceae	2
221	Tropaeolum tricolor	Tropaeolaceae	2
222	Typha angustifolia	Typhaceae	2
223	Ulmus procera	Ulmaceae	2
224	Glandularia sulphurea	Verbenaceae	2
225	Phyla canescens	Verbenaceae	1
226	Rhaphithamnus spinosus	Verbenaceae	1
227	Verbena officinalis	Verbenaceae	2
228	Viola portalesia	Violaceae	1
229	Cissus striata	Vitaceae	1, 2
230	Pasithea coerulea	Xanthorrhoeaceae	2

Anexo 2. Especies potenciales de anfibios para el humedal Calabozo

Especie	Nombre común	I.M. Coronel, 2012/2013	Yanez 2018	CC Raices, 2020
<i>Alsodes barrioi</i>	Sapo de pecho espinoso de Barrio			
<i>Batrachyla leptopus</i>	Rana moteada			
<i>Batrachyla taeniata</i>	Rana de ceja	x	x	
<i>Bufo papillosus</i>	Sapo de papilas			
<i>Caudiverbera caudiverbera</i>	Rana chilena	x	x	x
<i>Eupsophus contulmoensis</i>	Sapo de Contulmo			
<i>Eupsophus insularis</i>	Sapo de Isla Mocha			

<i>Eupsophus migueli</i>	Sapo de Miguel			
<i>Eupsophus nahuelbutensis</i>	Sapo de Nahuelbuta			
<i>Eupsophus roseus</i>	Rana rosada		x	
<i>Eupsophus vertebralis</i>	Sapo terrestre de Valdivia			
<i>Hylorina sylvatica</i>	Rana esmeralda			
<i>Nannophyne variegata</i>	Sapo variegado			
<i>Pleurodema bufonina</i>	Sapo de cuatro ojos del sur			
<i>Pleurodema thaul</i>	Sapito de cuatro ojos	x	x	x
<i>Rhinella arunco</i>	Sapo de rulo			
<i>Rhinoderma darwini</i>	Ranita de Darwin			
<i>Rhinoderma rufum</i>	Sapito vaquero			
<i>Telmatobufo bullocki</i>	Sapo de Bullock			
<i>Telmatobufo venustus</i>	Sapo hermoso			
<i>Xenopus laevis</i>	Rana Africana			

Anexo 3. Especies potenciales de reptiles para el humedal Calabozo

Espece	Nombre común	I.M. Coronel, 2012/2013	Yanez 2018
<i>Liolaemus araucaniensis</i>	Lagartija de la Araucanía		
<i>Liolaemus chiliensis</i>	Lagarto chileno	x	x
<i>Liolaemus cyanogaster</i>	Lagartija de vientre azul	x	
<i>Liolaemus fuscus</i>	Lagartija oscura		
<i>Liolaemus hermannunezi</i>	Lagartija de Herman Núñez		
<i>Liolaemus kriegi</i>	Lagarto de Krieg		
<i>Liolaemus lemniscatus</i>	Lagartija lemniscata	x	x
<i>Liolaemus nitidus</i>	Lagarto nítido		
<i>Liolaemus pictus</i>	Lagartija manchada		
<i>Liolaemus schroederi</i>	Lagartija de Schröder	x	
<i>Liolaemus tenuis</i>	Lagartija esbelta	x	x
<i>Philodryas chamissonis</i>	Culebra de cola larga	x	
<i>Phymaturus vociferator</i>	Matuasto del Laja		
<i>Pristidactylus torquatus</i>	Gruñidor del sur		
<i>Tachymenis chilensis</i>	Culebra de cola corta		x
<i>Diplolaemus darwini</i>	Cabezón de Darwin		

Anexo 4. Especies potenciales de mamíferos para el humedal Calabozo

Espece	Nombre común	I.M. Coronel 2012/2013	Yanez 2018	CC Raices, 2020
<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo rojo			
<i>Hippocamelus bisulcus</i>	Huemul		x	
<i>Pudu pudu</i>	Pudú	x	x	x
<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro asilvestrado		x	
<i>Conepatus chinga</i>	Chingue			
<i>Galictis cuja</i>	Quique		x	
<i>Leopardus colocolo</i>	Colo-Colo		x	
<i>Leopardus guigna</i>	Güiña			
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro culpeo			
<i>Lycalopex fulvipes</i>	Zorro de Chiloé		x	
<i>Lycalopex griseus</i>	Zorro chilla		x	
<i>Mustela vison</i>	Visón			
<i>Neovison vison</i>	Visón americano			
<i>Puma concolor</i>	Puma			
<i>Lasiurus villosissimus</i>	Murciélago Ceniciento		x	
<i>Lasiurus varius</i>	Murciélago colorado del sur			
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola libre			
<i>Myotis chiloensis</i>	Murciélago orejas de ratón del sur			
<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago orejón menor			
<i>Histiotus macrotus</i>	Murciélago orejón mayor			
<i>Thylamys elegans</i>	Yaca	x		
<i>Lepus capensis</i>	Liebre europea			
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo			
<i>Dromiciops gliroides</i>	Monito del monte		x	x
<i>Abrocoma bennetti</i>	Rata chinchilla de Bennett			
<i>Abrothrix longipilis</i>	Ratón lanudo común		x	
<i>Chelemys megalonyx</i>	Ratón topo del matorral			
<i>Euneomys chinchilloides</i>	Ratón sedoso chinchilloide	x		
<i>Euneomys mordax</i>	Ratón sedoso nortino	x	x	
<i>Geoxus valdivianus</i>	Ratón topo chico	x		
<i>Irenomys tarsalis</i>	Ratón arbóreo	x	x	
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x		
<i>Mus musculus</i>	Laucha			
<i>Myocastor coypus</i>	Coipo			

<i>Octodon bridgesi</i>	Degú de los matorrales			
<i>Zaedyus pichiy</i>	Piche		x	
<i>Rattus rattus</i>	Rata		x	
<i>Rattus norvegicus</i>	Guarén		x	
<i>Felis silvestris</i>	Gato doméstico		x	

Anexo 5. Especies potenciales de aves para el humedal Calabozo

Orden	Especie	Nombre común	I.M.C. 2012/2013	Ebird 2014/2020	Galilea, 2019	CC Raices, 2020
Anseriformes	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantillo				
	<i>Anas flavirostris</i>	Pato jergón chico		x		X
	<i>Anas georgica</i>	Pato jergon grande	x	x	x	x
	<i>Anas platalea</i>	Pato cuchara		x		
	<i>Anas specularis</i>	Pato anteojillo				
	<i>Marega sibilatrix</i>	Pato real		x		x
	<i>Oxyura vittata</i>	Pato rana de pico delgado		x		x
	<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato rana de pico ancho				x
	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Piuquén				
	<i>Coscoroba coscoroba</i>	Cisne coscoroba		x		
	<i>Cygnus melanocoryphus</i>	Cisne de cuello negro		x		x
	<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato rinconero				
	<i>Merganetta armata</i>	Pato cortacorrientes				
	<i>Netta peposaca</i>	Pato negro				x
	<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado			x	x
	<i>Spatula versicolor</i>	Pato capuchino				x
<i>Spatula platalea</i>	Pato cuchara				x	
<i>Tachyeres patachonicus</i>	Quetru volador					
Apodiformes	<i>Oreotrochilus leucopleurus</i>	Picaflor cordillerano				
	<i>Patagonas gigas</i>	Picaflor gigante				x
	<i>Sephanoides sephanoides</i>	Picaflor chico	x			
Caprimulgiformes	<i>Systellura longirostris</i>	Gallina ciega				x
Charadriiformes	<i>Attagis gayi</i>	Perdicita cordillerana				
	<i>Vanellus chilensis</i>	Queltehue		x	x	x
	<i>Charadrius modestus</i>	Chorlo chileno				
	<i>Gallinago paraguaiiae</i>	Becacina		x		
	<i>Gallinago stricklandii</i>	Becacina grande				
	<i>Larus maculipennis</i>	Gaviota cahuil	x			
	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	x	x		

	<i>Larus modestus</i>	Gaviota garuma	x			
	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	x	x		
	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	x			
	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito				
	<i>Numenius borealis</i>	Zarapito boreal				
	<i>Rostratula semicollaris</i>	Becacina pintada				
Cicaniiformes	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera		x		
	<i>Ixobrychus involucris</i>	Huairavillo		x		x
	<i>Plegadis chihi</i>	Cuervo de pantano		x		
	<i>Theristicus melanopsis</i>	Bandurria		x		x
Columbiformes	<i>Columba araucana</i>	Torcaza		x		x
	<i>Columba livia</i>	Paloma domestica	x	x	x	x
	<i>Columbina picui</i>	Tortolita cuyana	x	x		x
	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola	x		x	x
Falconiformes	<i>Accipiter chilensis</i>	Peuquito				
	<i>Buteo albigula</i>	Aguilucho chico				
	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	x			
	<i>Buteo ventralis</i>	Aguilucho de cola rojiza				
	<i>Circus cinereus</i>	Vari		x		
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo				x
	<i>Elanus leucurus</i>	Bailarín	x		x	x
	<i>Cathartes aura</i>	Jote de cabeza roja	x	x	x	x
	<i>Coragyps atratus</i>	Jote de cabeza negra	x	x	x	
	<i>Falco femoralis</i>	Halcón perdiguero				
	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino				x
	<i>Milvago chimango</i>	Tiuque	x	x	x	x
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor					
Galliformes	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz		x		x
Gruiformes	<i>Fulica armillata</i>	Tagua común	x	x		x
	<i>Fulica leucoptera</i>	Tagua chica	x	x		x
	<i>Fulica rufifrons</i>	Tagua de frente roja	x	x		
	<i>Porphyriops melanops</i>	Taguita		x		x
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	Pidén	x	x		x
	<i>Laterallus jamaicensis</i>	Pidencito				
Passeriformes	<i>Phytotoma rara</i>	Rara	x	x		x
	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chincol	x	x		
	<i>Spinus barbatus</i>	Jilguero	x	x	x	
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Churrete acanelado		x		
	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	Churrete costero	x			
	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	Tijeral	x	x		

	<i>Phleocryptes melanops</i>	Trabajador	x	x		x
	<i>Tachycineta leucopyga</i>	Golondrina chilena	x	x	x	
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	Golondrina dorso negro		x		
	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina bermeja		x		
	<i>Agelaius thilius</i>	Trile	x	x	x	
	<i>Curaeus curaeus</i>	Tordo	x	x	x	
	<i>Sturnella loyca</i>	Loica	x	x	x	
	<i>Mimus thenca</i>	Tenca	x	x		
	<i>Sicalis luteola</i>	Chirihue	x	x	x	
	<i>Phrygilus patagonicus</i>	Cometocino	x			
	<i>Troglodytes aedon</i>	Chercán		x		x
	<i>Cistothorus platensis</i>	Chercán de las vegas	x	x	x	x
	<i>Diuca diuca</i>	Diuca		x		
	<i>Turdus falcklandii</i>	Zorzal	x	x	x	
	<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito	x	x		x
	<i>Elaenia albiceps</i>	Fío-Fío	x	x		
	<i>Hymenops perspicillata</i>	Run-Run	x	x		
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Siete colores	x	x		x
	<i>Xolmis pyrope</i>	Diucón	x	x		
	<i>Lessonia rufa</i>	Colegial	x	x		
	<i>Asthenes anthoides</i>	Canastero del sur				
	<i>Anthus correndera</i>	Bailarín chico		x		
	<i>Muscisaxicola maclovianus</i>	Dormilona tontita		x		
	<i>Colorhamphus parvirostris</i>	Viudita		x		
	<i>Pseudocolopteryx citreola</i>	Pájaro amarillo		x		
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Mirlo	x	x		
	<i>Pterotochos tarnii</i>	Hued hued				
	<i>Scelorchilus rubecula</i>	Chucao				x
	<i>Eugralla paradoxa</i>	Churrín de la Mocha		x		
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión	x	x	x	
Pelecaniformes	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	x	x		x
	<i>Ardea cocoi</i>	Garza cuca		x		
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huairavo	x			
	<i>Egretta thula</i>	Garza chica	x	x	x	
Phoenicopteriformes	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco chileno				
Piciformes	<i>Colaptes pitius</i>	Pitío	x			
	<i>Campephilus magellanicus</i>	Carpintero negro				
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Picurio		x		x

Podicipediformes	<i>Podiceps major</i>	Huala		x		x
	<i>Rollandia rolland</i>	Pimpollo	x	x		x
Psittaciformes	<i>Enicognathus leptorhynchus</i>	Choroy				
Suliformes	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Yeco	x	x		
Strigiformes	<i>Asio flammeus</i>	Nuco				
	<i>Bubo magellanicus</i>	Tucuquere			x	
	<i>Glacidium nanum</i>	Chuncho			x	
	<i>Strix rufipes</i>	Concón				
	<i>Athene cunicularia</i>	Pequén		x		x
	<i>Tyto alba</i>	Lechuza			x	x
Tinamiformes	<i>Nothoprocta perdicaria</i>	Perdiz chilena				x

Anexo 6. Revisión jurisprudencia

I. Denuncias halladas:

Individualización	Contenido	Fecha
Junta de vecinos Nº28-R carta a Municipalidad de Coronel	Se denuncia nuevamante ⁵ que en la parcela San eduardo se continúa realizando el relleno del humedal con material que se desconoce, por lo que se solicita visita a terreno para verificar la denuncia.	25 de junio de 2013
Carta de presidente de Junta de vecinos Nº28 – R Calabozo Alto a DGA VIII región	Denuncia por posible vertedero <i>“En el sector calabozo alto en la comuna de Coronel, habitamos 24 familias en nuestras parcelas. Este sector está afectado por un vertedero de residuos que se efectúa en una de las parcelas. Como en este sector no existe agua potable y los vecinos queremos abastecernos de agua de punteras y esteros y además se cultiva algunos productos de chacarería solicito a usted la intervención de su servicio en los que corresponda y efectuar un control de la calidad de las aguas y hacer los análisis correspondientes y a la vez verificar el por qué está ocurriendo esta situación”</i>	11 de diciembre de 2013
Carta de presidente de Junta de vecinos Nº28 – R Calabozo Alto a Seremi de Salud	<p><i>“En el sector calabozo alto en la comuna de Coronel, habitamos 24 familias en nuestras parcelas. Este sector está afectado por un vertedero de residuos que se efectúa en una de las parcelas. Como en este sector no existe agua potable y los vecinos queremos abastecernos de agua de punteras y esteros y además se cultiva algunos productos de chacarería solicito a usted la intervención de su servicio en los que corresponda y efectuar un control de la calidad de las aguas y hacer los análisis correspondientes y a la vez verificar el por qué está ocurriendo esta situación”</i></p> <p><u>Respuesta de la Seremi de Salud (02 de enero de 2014):</u> <p>“[p]ersonal fiscalizadores de esta Seremi de Salud han efectuado inspección al relleno de propiedad de don Julio Torres, ubicado en fundo Calabozo, constatándose que el relleno se encuentra en funcionamiento, recepcionando desechos de Empresa forestales y desechos de corteza y cenizas, además se constató residuos de plástico y escómbros, por lo que se le otorgó un plazo para disponer de estos desechos en sitio autorizado, por lo tanto No se observó al momento de la fiscalización ningún foco de insalubridad.</p> <p>En función de poder aclarar si este relleno se encuentra contaminando las fuentes de agua para consumo humano, se procedió a tomar muestras para análisis bacteriológico y fisicoquímico aguas arriba del relleno y a los sitios más cercanos agua abajo con la finalidad de poder verificar su denuncia,</p> </p>	13 de diciembre de 2013

⁵ No tengo acceso a la primera denuncia

	<p>pudiéndose constar que todas las viviendas consumen agua sin tratamiento básico que es la cloración.</p> <p>Se informa los resultados de los análisis bacteriológicos del agua analizados por el laboratorio del ambiente oficina concepción con fecha 18.12.2013, constatándose que el agua bacteriológicamente se encuentra APTA para el consumo humano [...]sic”</p>	
<p>Carta de de presidente de Junta de vecinos Nº28 – R Calabozo Alto a SEREMI Medio Ambiente</p>	<p><i>“Que aproximadamente 2 años hasta la fecha, camiones industriales han estado depositando residuos industriales sólidos en sitio privado, autorizado bajo resolución N°775/del 25.08.2010 de propiedad de Don julio Torres en Calabozo alto, y que luego de lo solicitado por esta JVVV a la Seremi de Salud, y de acuerdo a los resultados de los análisis realizados, determinaron, se acuerdo al estudio de agua, de la existencia y presencia de manganeso superior a la norma, en terreno contiguo (parcela San Eduardo N°5 de propiedad de Mercedes Catalán), aledaño a humedal Calabozo, situación preocupante que creemos podría ser sujeto de filtración de sustancias a las napas en el lugar y disposición de desechos ya señalado. Cabe indicar que en este sector los vecinos viven y se sustentan de la actividad agrícola y ganadera, específicamente la chacarería, por lo cual esta situación podría generar hasta problemas relacionados con la salud pública, y otras de daño a la biodiversidad que nos preocupa y como vecinos queremos evitar [...]”</i></p> <p><u>Respuesta de la Seremi de Medio Ambiente (31 de marzo de 2014)</u> La Seremi no es un órgano fiscalizador, pero coordinarán acciones con la Municipalidad de Coronel y MINSAL y posteriormente derivar la denuncia a la Superintendencia del Medio Ambiente.</p>	<p>10 de marzo de 2014</p>
<p>Posible Contaminación Humedal Calabozo por rellenos del BOTADERO CORTEZAS, ASERRINES, TIERRAS y otros de JULIO TORRES ALARCON. Denuncia hecha por Luis Fuentes, Paredes, presidente de junta de vecios de Calabozo a la SMA</p>	<p>El denunciante señala que en la parcela San Eduardo, sector calabozo alto, comuna de Coronel, se está relleno con diferentes materiales el humedal, que no corresponde a un humedal protegido por ley, y ha ocasionado daños por inundaciones, daños al ecosistema y napas subterráneas. A su vez, señala que quien autorizó el vertedero fue la Seremi de Salud VII región.</p> <p>Se archiva la denuncia ya que <i>“no es posible asociar los hechos denunciados con alguna de las competencias de este Servicio, teniendo en cuenta que este cuenta con autorización sanitaria de la SEREMI de Salud del Biobio; la zona no es reconocida por RAMSAR y por tanto no se encuentra bajo protección oficial y el proyecto no entra en las clasificaciones del D.S. N°40/2012 del RSEIA”.</i></p> <p><u>Oficio N°22/02.01.2013 que notifica resultados de análisis de agua fisicoquímico por denuncia Fundo Calabozo, comuna Lota.</u> “[...] por lo anterior, informo que los resultados de las muestras</p>	<p>21-04-2014. Se archiva el 10 de abril de 2019.</p>

	<p>5131/372 y 5134/378 correspondientes a fuentes por punteras tomadas aguas abajo del relleno no indican contaminación de las aguas, por lo tanto son aguas APTAS para el consumo humano [...] Ahora bien, con respecto a su denuncia del funcionamiento del relleno cercano y de propiedad de D. Julio Torres, me permito indicar que el sitio se encuentra autorizado bajo resolución N°775/25.08.2010, sitio autorizado solo para residuos no peligrosos (corteza forestal sin tratamiento químico, aserrín sin tratamiento químico, tierra de escarpe superficiales No contaminadas con ninguna clase de residuos peligrosos ni sustancias peligrosas, escombros no contaminados y cenizas de fondo de caldera de biomasa), y que de acuerdo a a fiscalización de fecha 18.12.2013 cumple con lo autorizado, indicando además que la actividad no afecta sus captaciones”</p> <p><u>Oficio Seremi de Salud (20.08.2014)</u> Seremi de Salud informa a SMA que el titular cuenta con la resolución N°775, de 25 de agosto de 2010, y que el titular comenzó la disposición de residuos posterior a su notificación en 2010.</p> <p><u>Ord. 874 Municipalidad de Coronel (2.09.2014):</u> La Municipalidad señala que la parcela es propiedad de la familia Rosales Catalán y es representada por Eduardo Rosales. Julio Torres actúa como transportista que deposita el material que sale de alguna empresa del rubro forestal y que es depositada en ese lugar. La parcela tiene un carácter agrícola y es una de las últimas parcelas que aún cultiva hortalizas y cría animales en ese sector. En ningún caso se trata de un relleno sanitario. El señor Torres retira y dispone en esa parcela de recuperar terreno y hacer pradera para la crianza de animales. Ello fue autorizado por la Seremi de Salud mediante resolución N°775 de 25 de agosto de 2010 y reemplazada por la 2915 de fecha 3 de octubre de 2014, autorización que fue entregada a Julio Torres. El municipio no ha autorizado edificaciones en el terreno</p> <p>→ El 18 de agosto de 2014, se informa por la SMA que el titular no fue habido.</p>	
<p>Junta de vecinos N°28R para Comisión de medio ambiente de la Cámara de Diputados</p>	<p>Reiteran que no cuentan con agua potable ni alcantarillado. Luego señalan lo siguiente <i>“Como presidente de esta junta vecinal he recibido numerosas quejas de parte de los vecinos que viven en este sector, por eso nuestra preocupación por lo que pueda acontecer debido a este relleno, ya que los vecinos han informado que hay especies de la fauna que están desapareciendo como: sapos, camarones, coipos entre muchos más que conviven en dicho humedal. Por esta razón solicito a ud. que se investigue esta</i></p>	

	<i>situación lo antes posible y se sancione a los responsables si amerita la causa”.</i>	
Diputado Marcelo Chávez en representación de la junta de vecinos N° 28 R a SMA.	<p>En la denuncia, el diputado describe un relleno, aparentemente ilegal, en el humedal homónimo del sector.</p> <p>En este procedimiento se realizó una derivación de esta denuncia, en la que la SMA señala que la actividad fue autorizada por la SEREMI de salud en el ámbito de sus competencias. Asimismo, establece que a la fecha no se registra RCA asociada que dicha actividad, que el humedal no está registrado en RAMSAR y su única mención está en el plan regulador de Coronel.</p> <p>Resolución 3761 de 22 de enero de 2015, Seremi de salud VIII región: Informa sobre muestras de aguas efectuadas por la Seremi en el sector Calabozo alto y bajo. Los análisis bacteriológicos y fisicoquímicos concluyen que el agua es bacteriológicamente apta para el consumo humano.</p>	28 de mayo de 2014
Luis Omar Fuentes Paredes ante SMA.	<p>Señala lo siguiente: <i>“El 25 de agosto de 2010 se autorizó por Seremi de Salud bajo resolución N°775 80 mil m3 de material, para recuperación de terreno (no se informó que era humedal). Posteriormente se efectuó una ampliación del proyecto (3.10.2011) por 80.000 m3 bajo resolución N° 2915. Por reclamos de vecinos se suspende con fecha 6.10.2015. Se continuó el relleno en marzo 2016, 100 camiones – mayo 154 camiones – 4 de agosto van 60 camiones. Se desconoce que tipo de material. No autorizados. Informo que, en visita del lugar del relleno, se ve todo tipo de material. [...]”</i></p> <p><u>Ord 286/2020 Superintendencia de Medio Ambiente, que deriva antecedentes</u></p> <p>“En conclusión, dado que no es posible asociar los hechos señalados en párrafos anteriores con alguna de las competencias de esta Superintendencia del Medio Ambiente, por no tratarse de alguna de las tipologías de proyecto o actividad listados en el artículo 10° de la Ley W 19.300 y su reglamento, y en consideración a lo dispuesto en el inciso 2° artículo 14 o de la Ley 19.880, que Establece las Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado, se remiten los antecedentes anteriormente señalados a la Seremi de Salud del Biobío, para los fines propios de dichas instituciones”.</p>	

Además, el titular remitió copia de la Resolución Exenta N° 2C/069, de fecha 08 de enero de 1999, del Servicio de Salud de Concepción que autorizó al recinto Lechería Cantarrana

de propiedad del Sr. Luis Sánchez García, para realizar el acopio, el tratamiento y disposición final de los residuos de Corteza y aserrín sin tratamientos químicos, procedentes desde establecimientos generadores ubicados fuera del recinto de la Planta Lechera Cantarrana.

II. Procedimientos judiciales

Tribunal	Rol	Carátula	Conflicto	Resolución
Corte Apelaciones Puerto Montt	348- 2014 De fecha 19 de agosto de 2014	Pdte del Comité de Adelanto Pro Alcantarillado y Agua Potable Los Tulipanes con Víctor Yagode Soto	Relleno del humedal con ripio y otros escombros, que obstruyen el libre escurrimiento de las aguas, inundando terrenos vecinos.	Modificaciones en el humedal no pueden atribuirse exclusivamente a actuación del recurrido. Extracto de la sentencia de la C.A.: <i>“Tercero: Que del análisis de los antecedentes allegados al recurso, conforme a las reglas de la sana crítica, respecto del fundamento del recurso, referido al actuar del recurrido, en cuanto a rellenar permanentemente con escombros y ripio, el humedal existente al centro del loteo habitacional, obstruyendo el libre escurrimiento de las aguas por la zanja natural, inundando paulatinamente los terrenos aledaños; del mérito de del informe de la Dirección Regional de Aguas, de fojas 40, aparece que si bien en el lugar existe una alguna o humedal cuyo desagüe corresponde al Estero Molino, éste ha sufrido diferentes modificaciones de su</i>

				<p><i>cauce, que van desde el entubamientos a rellenos, hasta edificaciones sobre el álveo, sin embargo, del mérito de los antecedentes dichas modificaciones no pueden atribuirse al actuar del recurrido, por lo que necesariamente la presente acción constitucional deberá ser rechazada”.</i></p>
<p>Tercer tribunal ambiental</p>		<p>Montoya con SMA</p>	<p>El predio denominado “Tres Bocas” (el “Predio”) (i) se encontraba emplazado dentro del Santuario de la Naturaleza Carlos Andwanter (el “Santuario”), (ii) que se habían talado árboles ilegalmente y (iii) que por la ubicación del proyecto, éste debía ingresar al Sistema de Evaluación Ambiental (el “SEIA”).</p>	<p>Se ordena por el tribunal realizar nuevamente la fiscalización de la SMA</p> <p>Esta determinación no se realizó sin antes dedicar el antepenúltimo considerando de la Sentencia a la caracterización del principio preventivo y a constatar el rol que cumplen los humedales en el ecosistema, estableciendo al respecto que: <i>“Nonagésimo tercero: Que el Principio Preventivo constituye un elemento clave para la Administración y los involucrados en los procedimientos del sistema de evaluación de impacto ambiental. De esta manera, permite anticipar el daño o impacto al medio ambiente, evitando, limitando o controlando las actividades que lo</i></p>

			<p><i>generen, especialmente cuando se hace difícil su reparación. Los humedales en general son de particular importancia por el alto valor de los beneficios asociados a los servicios ecosistémicos que prevén a la sociedad, los cuales en su caso se asocian a servicios de regulación (Ej. ciclo de vida y reciclaje de nutrientes, regulación climática y de calidad del aire, y moderación de eventos extremos), de hábitat (Ej. refugio de especies y diversidad genética) y culturales (Ej. valor paisajístico, de ecoturismo, de inspiración artística, y esparcimiento). A modo de referencia, un estudio reciente estimó el valor anual de los servicios que proveen humedales de similares características al Santuario (floodplains wetlands) en 25.681 dólares por hectárea (Constanza et al. 2014, "Changes in the global value of ecosystem services", Global Environmental Change 26, pp .152-158). Esta cifra que los autores del estudio reconocen como conservadora permite usar como referencia un valor aproximado de 125 millones de dólares en beneficios anuales considerando la</i></p>
--	--	--	--

				<p><i>superficie de 4.877 hectáreas del Santuario. Estos órdenes de magnitud se presentan solo como una forma de reflejar la relevancia de los servicios que provee un humedal. Si en el caso específico en 75 análisis existe impacto y cuál es su magnitud es precisamente lo que el SEIA debe determinar.”</i></p>
Juzgado de letras deValdivia	Caso Río Cruces: Fisco de Chile contra Celulosa Arauco y Constitución	746-2005	<p>Cuando la Planta Valdivia comenzó a operar, lo que se habría realizado sin cumplir las exigencias técnicas del proyecto ni exigencias ambientales, lo hizo produciendo una cantidad mayor de celulosa a la autorizada, vertiendo residuos industriales líquidos al cauce del Río Cruces que provocaron, entre otros efectos, la destrucción del luchecillo (o Egeria Densa), principal alimento de los cisnes de cuello negro que consecuentemente, murieron o emigraron.</p>	<p>Se condena a Celco considerando 48°: <i>“Que, por todo lo razonado en esta sentencia, habiendo quedado probado el cambio drástico ocurrido en el Humedal del Río Cruces y la responsabilidad que en este cabe a la parte demandada, no cabe duda que han existido perjuicios y si bien éstos no pueden ser encasillados a una persona en particular que los haya sufrido, es claro que ha sido la ciudadanía en general la que se ha visto perjudicada, ya que, de conformidad a lo dispuesto en la Constitución Política de la República, en cuanto en su artículo 8 asegura a todos los habitantes de la República a vivir en un estado libre de contaminación, la entrada en funcionamiento de la Planta Valdivia, causó un detrimento en un</i></p>

				<p><i>lugar de incalculable belleza, reconocido por el Estado de Chile, como un sitio a preservar, daño que afectó no sólo a la fauna, flora aguas, sino también su valor paisajístico y ello, en atención a lo dispuesto en los artículos 3° y 53 de la Ley de Bases del Medio Ambiente es del todo menester que se repare”.</i></p>
<p>Corte de apelaciones de Puerto Montt</p>	<p>118-2018 27 de agosto de 2018</p>	<p>GPR Puerto Varas Limitada y Socovesa Sur S.A</p>	<p>Se denunció intervención ilegítima del humedal, drenando sus aguas sin permiso, lo que derivó en diversas inundaciones</p>	<p>Se condena a Socovesa.</p> <p>Considerando décimo quinto: Que esta Corte ya ha declarado en los autos Rol N°18.218-17, que las autorizaciones administrativas no habilitan para perjudicar a terceros, es decir, no se puede tolerar la lesión de derechos subjetivos o intereses particulares en una medida no contenida en la normativa vigente o por el uso social o la razón, porque, en caso contrario, el desarrollo de dichas actividades justificada en tales concesiones constituiría un abuso del derecho.</p> <p>El artículo 52 de la Ley N°19.880, en este mismo sentido, impone como límite de los actos administrativos la lesión de derechos de terceros, por lo que no podría estimarse que la autorización faculta a su titular para mermarlos,</p>

				tal como aconteció en la especie.
--	--	--	--	-----------------------------------

Anexo 7. Fotografías caracterización limnológica



Fotografía 1. Punto de muestreo P1



Fotografía 2. Punto de muestreo P2



Fotografía 3. Punto de muestreo P3



Fotografía 4. Punto de muestreo P4



Fotografía 5. Punto de muestreo P5



Fotografía 6. Punto de muestreo P6



Fotografía 7. *Oncorhynchus mykiss*



Fotografía 8. *Australoheros facetus*



Fotografía 9. *Gambusia holbrooki*



Fotografía 10. Crustáceos decápodos



Fotografía 11. Medición parámetros *in situ*



Fotografía 12. Muestreo para análisis de aguas en punto de muestreo P2



Fotografía 13. Pesca eléctrica



Fotografía 14. Muestreo de plancton

Hidrolab

Planilla de Cadena de Custodia (AMM-014)

F O N O : +56 2 2756 6350

ESTADÍSTICA DE USUARIOS EN EL SERVIDOR

CONJUNCIÓN N° 81527

Nombre: Luis Abarca González

Apellido: MURRAY CAMARGO

PROYECTO: CONDICIÓN DEL SONDOR DEL LAGO

FECHA: 09/08/20

ESTACION: CHILEMPHUS

USUARIO: luis

ESTACION: CHILEMPHUS

FECHA: 09/08/20

USUARIO: luis

FECHA	HORA	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO	ESTACION	USUARIO
P1	09:30														
P2	12:30														
P3	11:20														
P4	13:40														

USUARIO: Luis Abarca

ESTACION: CHILEMPHUS

FECHA: 09/08/20

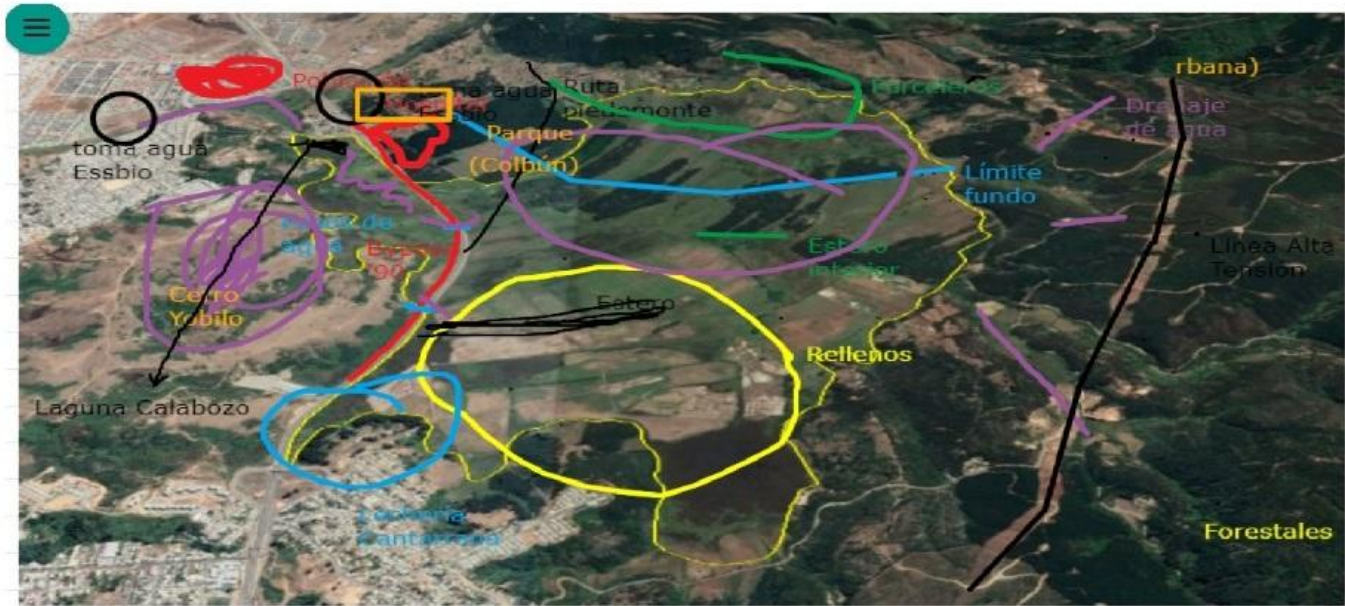
USUARIO: luis

TOTAL DE USUARIOS: 24

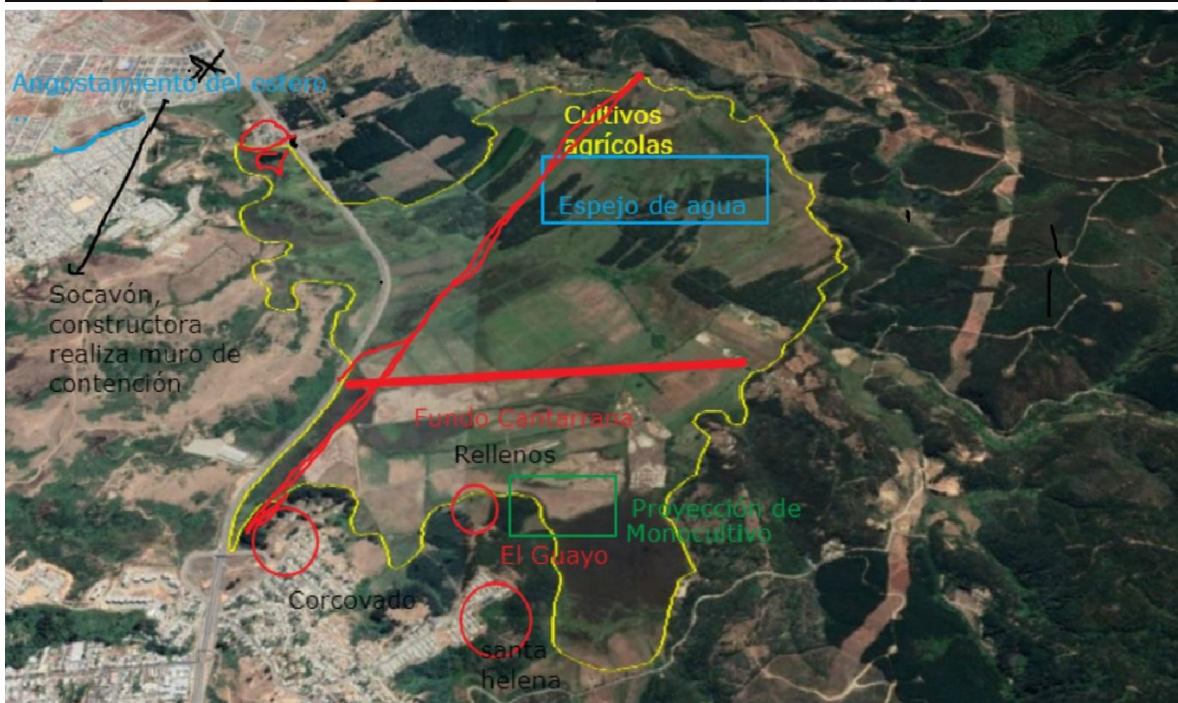
F O N O : +56 2 2756 6350

Fotografía 15. Cadena de custodia muestras de agua

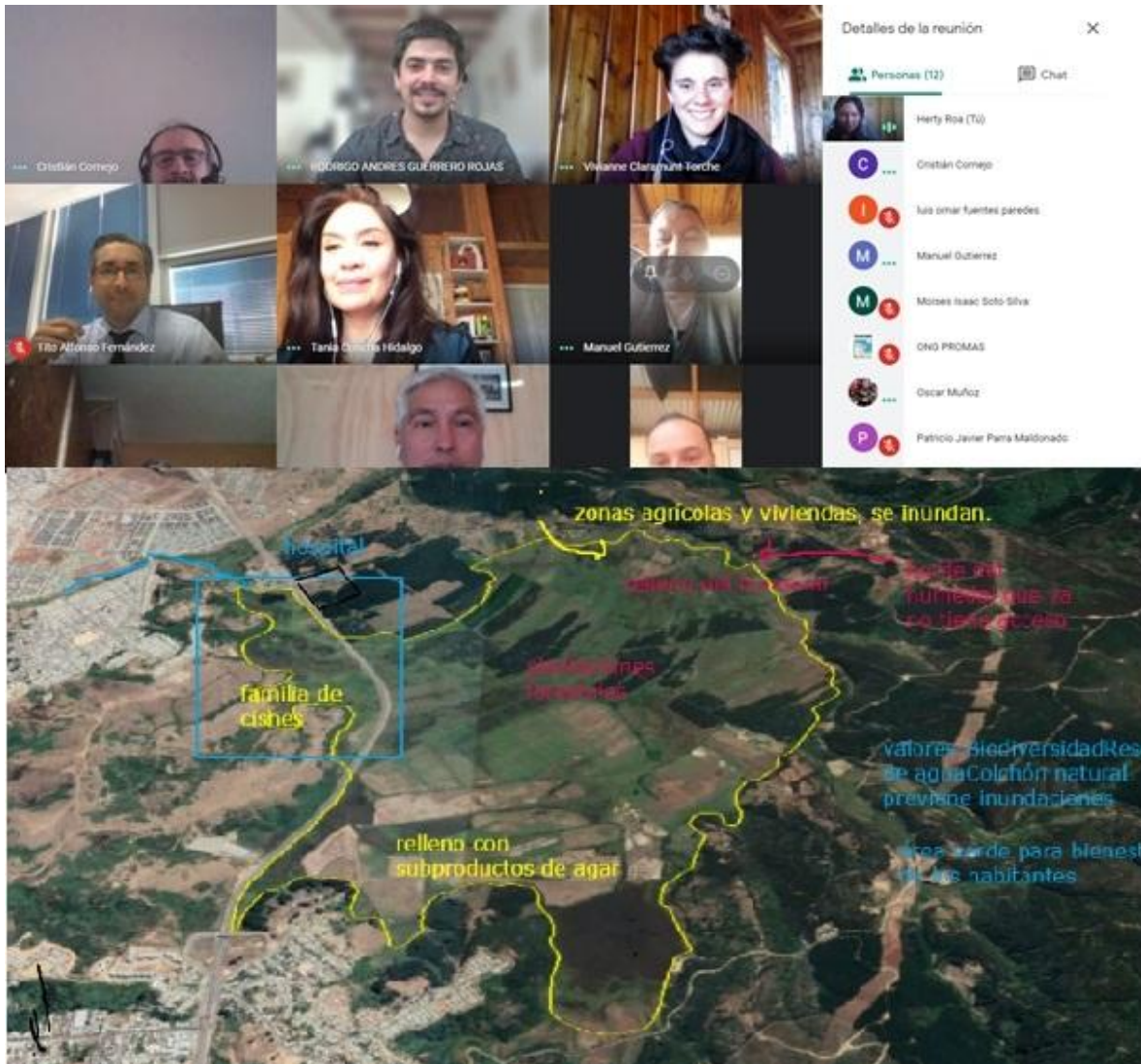
Anexo 8. Registros de actividades participativas



Fotografía 1. Reunión de trabajo Seremi de Medio Ambiente del Biobío, Dirección municipal de Medio Ambiente y Corporación CIEM Aconcagua.



Fotografía 2. Reunión de trabajo Representantes organizaciones territoriales, Dirección municipal de Medio Ambiente y Corporación CIEM Aconcagua.



Fotografía 3. Reunión de trabajo Consejo para la Recuperación Ambiental y Social de Coronel, Seremi de Medio Ambiente del Biobío y Corporación CIEM Aconcagua.