



INFORME FINAL

LICITACIÓN PÚBLICA 6088 97- 58 –LE-2 1

**“AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN HÍDRICA Y GESTIÓN
PARA LA CONSERVACIÓN DEL SISTEMA HUMEDAL CALABOZO
Y QUIÑENCO, COMUNA CORONEL, REGIÓN DEL BIOBÍO**



EQUIPO

Encargada general del proyecto: Vivianne Claramunt Torche (Ing. Recursos Naturales Renovables, UCH).

Apoyo en coordinación e investigación: Valeria Bravo Melo (Licenciada en antropología, UACH)

Encargado área sociocultural: Rodrigo Guerrero Rojas (Antropólogo social, UCH; Mg. en Geografía, UCH).

Apoyo en área sociocultural: Felipe Caviedes Rivero (Licenciado en antropología, UCH)

Encargada área flora y vegetación: Natalia Neira Silva (Ing. En Recursos Naturales Renovables, UCH).

Apoyo en taxonomía vegetal: Luis Faúndez Yancas (Ing. Agrónomo, UCH; Mg. (c) en Ciencias, UCH)

Apoyo en terreno evaluación de flora y vegetación: Camila Carrasco Bascuñán

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

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

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

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento al Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel, Consejo para la Recuperación Ambiental de Coronel (CRAS), Seremi de Medio Ambiente de la Región de Biobío, de la Dirección de Medio Ambiente, Comité Ambiental Andalicán, Comité de Adelanto y Protección Escuadrón, a J.T. (Parcelero Escuadrón), L.F. (Vecino Calabozo), J.N. (Vecino Calabozo), M.A. (Vecina Calabozo), P.C., M.R. y G.P. (Vecinas sector Calabozo), Junta de Vecinos Calabozo Bajo, Dirección General de Aguas, Región del Biobío, Juntas de Vecinos Humedal Urbano Paso Seco: Paso Seco 4, Parque Cousiño 2, Paso Seco1, La Peña 2, La Peña 1, La Peña 3, Peña Sur, Comunidad mapuche Huenullanca, Lechería Cantarrana y empresas ESSBIO, CMPC y Arauco, por su tiempo y gran disposición de colaborar en el presente estudio.

ÍNDICE

| | |
|---|------------|
| Equipo | 1 |
| Introducción | 3 |
| Objetivos | 4 |
| Objetivo general | 4 |
| Objetivos específicos | 4 |
| Metodología | 5 |
| Etapa 1. Recopilación y sistematización de información | 5 |
| Etapa 2. Proceso de gobernanza | 26 |
| Etapa 3. Desarrollo de propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 29 |
| Resultados | 31 |
| Etapa 1. Recopilación y sistematización de información | 31 |
| <i>Antecedentes administrativos y características generales de sistema humedal Calabozo y Quiñenco</i> | 31 |
| <i>Antecedentes Biofísicos</i> | 37 |
| <i>Antecedentes socioculturales</i> | 95 |
| <i>Antecedentes históricos</i> | 99 |
| <i>Aporte del sistema humedal Calabozo y Quiñenco como recurso hídrico comunal</i> | 102 |
| Etapa 2. Proceso de gobernanza | 104 |
| <i>Actores clave</i> | 104 |
| <i>Atributos</i> | 105 |
| <i>Amenazas</i> | 106 |
| <i>Perspectivas de conservación</i> | 113 |
| Etapa 3. Desarrollo de propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 116 |
| <i>Objetivo</i> | 116 |
| <i>Oportunidades y amenazas</i> | 116 |
| <i>Estrategia</i> | 119 |
| <i>Líneas de acción</i> | 121 |
| <i>Unidades Territoriales Homogéneas</i> | 134 |
| <i>Áreas prioritarias</i> | 139 |
| <i>Pilotos de conservación y restauración</i> | 143 |
| Reflexiones finales | 149 |
| Bibliografía | 150 |
| Anexos | 162 |
| Anexo 1. Registro de talleres participativos y reuniones | 162 |
| Anexo 2. Listado florístico del sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 164 |
| Anexo 3. Listado de especies de vertebrados terrestres presentes en sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 173 |
| Anexo 4. Especies potenciales de anfibios para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 178 |
| Anexo 5. Especies potenciales de reptiles para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 179 |
| Anexo 6. Especies potenciales de mamíferos para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 180 |
| Anexo 7. Especies potenciales de aves para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 181 |
| Anexo 8. Fotografías registros limnológicos | 184 |
| Anexo 9. Listado de especies de vertebrados terrestres presentes en sistema humedal Calabozo y Quiñenco | 196 |
| Anexo 10. Permiso de pesca | 199 |
| Anexo 11. Análisis morfométrico de peces colectados en el área de estudio. Caracterización limnológica del Sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. | 206 |
| Anexo 12. Comunidad acuática presente en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco. | 210 |

INTRODUCCIÓN

El año 1981, Chile ratificó la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convención de Ramsar). A partir de este hito ha comenzado un progresivo camino de conservación de nuestros humedales, reconociendo e integrándolos en las políticas de protección ambiental, tal como: “Plan estratégico para la biodiversidad 2010-2020”, “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030”, “Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022” y, especialmente, la Ley N° 21.202 de humedales urbanos.

Además, actualmente diversas políticas nacionales establecen los lineamientos para avanzar hacia la conservación y recuperación de estos ecosistemas, de manera sistémica y en un contexto de cambio global, tales como el Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de Tierras y la Sequía PANCD-Chile 2016-2030, Política Nacional de Parques Urbanos aprobada el año 2020, Política Forestal 2015-2035, Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV), Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) y Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030.

Se trata del reconocimiento a nivel nacional de una tendencia mundial que apunta a la toma de conciencia sobre la importancia de los humedales, 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), hábitat para diversas especies de flora y fauna, reguladores de los ciclos hídricos, recargando acuíferos subterráneos y reduciendo el impacto de las crecidas de marea en las zonas costeras (MMA, 2018). Además, en vista del Cambio Climático y sus consecuencias a corto y largo plazo, estos ecosistemas cobran especial relevancia (IPCC, 2021). Asimismo respecto del proceso de extinción masiva de especies provocada por los seres humanos en los últimos 50 años (WWF, 2020). Y por si esto fuera poco, estos ecosistemas frecuentemente se constituyen como paisajes proclives para la creación de tradiciones culturales (WCS, 2019).

Sin embargo, los desafíos son múltiples pues, hasta hace muy poco, estos ecosistemas eran muchas veces entendidos como “pantanos” y desvalorados en tanto tal (Aliste y Musset, 2014).

En el caso del área metropolitana del Gran Concepción, uno de los polos urbanos más importantes del país, se evidencia claramente que 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).

Por una parte, en la comuna de Coronel, destaca el Humedal Calabozo, conocido como “pajonal”, el cual constituye una formación palustre cuya superficie alcanza los 5.3 km², siendo el humedal más extenso de la comuna y entre los mayores del área metropolitana. Sin embargo, se encuentra fragmentado por el paso de la ruta 160 y evidencia amenazas por la expansión urbana, el relleno y la actividad agropecuaria y forestales (Claramunt et al., 2021). A su vez, la Laguna Quiñenco, constituye uno de los reservorios de agua para el consumo humano más importantes de la comuna, siendo uno de los principales ecosistemas lacustres locales. Estos humedales junto al humedal Escuadrón y humedal Paso seco, conforman un sistema humedal que se origina en la cordillera de Nahuelbuta y drena hacia extensos valles, a través de pequeños cursos de agua, arroyos, canales y zonas de inundación, finalmente confluyendo en el estero Villa Mora hasta su desembocadura en el humedal Boca Maule.

En este contexto, El Ministerio de Medio Ambiente- Subsecretaría del Medio Ambiente Región del Biobío requiere la presente licitación, la cual busca ampliar el conocimiento ecosistémico del sistema humedal Calabozo y Quiñenco y consolidar instancias de participación e instrumentos de gestión para su conservación, protección y restauración. Y en específico: 1.- Realizar una caracterización del sistema hídrico que conforma el humedal Calabozo y Quiñenco, dando énfasis a sus microcuencas afluentes y efluentes; 2.- Avanzar en el proceso de gobernanza que contribuya a la conservación y restauración a escala de paisaje del sistema del humedal y 3.- Diseñar una propuesta de conservación y restauración para el sistema.

OBJETIVOS

Objetivo general

Ampliar el conocimiento ecosistémico del sistema humedal Calabozo y Quiñenco y consolidar instancias de participación e instrumentos de gestión para su conservación, protección y restauración

Objetivos específicos

- 1) Realizar una caracterización del sistema hídrico que conforma el humedal Calabozo, dando énfasis a sus microcuencas afluentes y efluentes.
- 2) Avanzar en el proceso de gobernanza que contribuya a la conservación y restauración a escala de paisaje del sistema del humedal.
- 3) Diseñar una propuesta de conservación y restauración para la cuenca del humedal Calabozo y Quiñenco, considerando los antecedentes, acciones disponibles y acciones realizadas para este ecosistema.

METODOLOGÍA

En esta sección se presentan las metodologías que fueron utilizadas a lo largo de la licitación. Específicamente La etapa 1. Recopilación y sistematización de información, contempló tres aspectos: 1.- El levantamiento de antecedentes en base a información secundaria, de carácter administrativos, biofísicos y socioculturales; 2.- El desarrollo de líneas bases de los componentes: flora y vegetación, fauna, hábitat acuático y medio humano; y 3.- El desarrollo de análisis remotos.

La etapa 2 contempló el desarrollo de un proceso de gobernanza y la etapa 3, el desarrollo de propuestas de conservación y restauración para la cuenca del humedal Calabozo y Quiñenco.

A continuación, se presentan en detalle las metodologías:

Etapa 1. Recopilación y sistematización de información

Antecedentes administrativos y características generales del sistema humedal Calabozo y Quiñenco

Levantamiento de información sobre antecedentes administrativos, ubicación del área de estudio e información del sistema humedal, realizado a partir de revisión bibliográfica.

Antecedentes biofísicos

El levantamiento de información sobre los antecedentes biofísicos contempló el estudio de clima, geomorfología, hidrología, análisis remotos y líneas bases de flora y vegetación, fauna y hábitat acuático. A continuación, se describe en detalle la metodología que se utilizó para levantar la información sobre cada tema.

Clima

En específico para estudiar el clima del área de estudio, se procedió a descargar datos históricos de hace 30 años de temperaturas y precipitaciones de estaciones meteorológicas oficiales (DMC o DGA) que se encuentren cercanas al área de estudio. De esta manera, se pudo determinar los rangos en que estas variables fluctuaron, la tendencia que hubo durante los últimos 30 años, los promedios históricos, como también los períodos más secos y húmedos en la zona. Estos parámetros climáticos son claves para entender la dinámica hidrológica de las cuencas insertas en el área de estudio.

Fluviometría y morfometría

Para estudiar la fluviometría del lugar, se buscó en el sitio oficial de la Dirección General de Aguas (DGA) para corroborar si en el área de estudio existen estaciones fluviométricas y estaciones de niveles de pozo oficiales que monitorean el nivel freático del acuífero.

Por otro lado, se descargó un modelo digital de elevación (MDE) generado por el sensor PALSAR (Phased Array L-band (1270 MHz) Synthetic Aperture Radar) a bordo del satélite ALOS, el cual tiene una resolución espacial de 12,5 m. Este producto se obtuvo a través de la página Earthdata de la NASA (<https://earthdata.nasa.gov/>). Con este modelo se pudieron obtener subproductos derivados a través de procesamientos realizados con los softwares R 3.6.1 y QGIS 3.20, de esta manera tener una visión de la morfometría del área de estudio y de su entorno. Los productos derivados del Modelo Digital de Elevación (DEM, siglas en inglés) fueron Pendiente, Exposición y Altitud, y la red hídrica. La red hídrica fue corregida con observaciones en campo en campañas a terreno del 24 al 27 de noviembre y del 11 al 13 de marzo, donde se recorrieron áreas planas y quebradas con el fin de corroborar la presencia de cursos de agua y canales en el área.

Análisis remotos

La presente sección da cuenta de la metodología utilizada para el procesamiento de imágenes satelitales para la caracterización del uso de suelo en el área de estudio, el cual se realizó en base a una clasificación supervisada a través de un modelo *Random Forest*. Esto, con información satelital obtenida por el sensor Sentinel-2 de la *European Spatial Agency* desde el año 2017 al presente.

El primer paso fue revisar la disponibilidad de imágenes satelitales del sensor Sentinel-2 con <10% de cobertura de nubes en el área de estudio entre el período 2017-2021, así se generó un listado de fechas e imágenes que posteriormente fueron descargadas y procesadas. En la Figura 1. se observan las bandas que presentó el sensor y sus características.

Figura 1. Bandas y características del sensor Sentinel-2.

| Sentinel-2 Bands | Central Wavelength (µm) | Resolution (m) |
|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| Band 1 - Coastal aerosol | 0.443 | 60 |
| Band 2 - Blue | 0.490 | 10 |
| Band 3 - Green | 0.560 | 10 |
| Band 4 - Red | 0.665 | 10 |
| Band 5 - Vegetation Red Edge | 0.705 | 20 |
| Band 6 - Vegetation Red Edge | 0.740 | 20 |
| Band 7 - Vegetation Red Edge | 0.783 | 20 |
| Band 8 - NIR | 0.842 | 10 |
| Band 8A - Vegetation Red Edge | 0.865 | 20 |
| Band 9 - Water vapour | 0.945 | 60 |
| Band 10 - SWIR - Cirrus | 1.375 | 60 |
| Band 11 - SWIR | 1.610 | 20 |
| Band 12 - SWIR | 2.190 | 20 |

Fuente: *User Guides, Sentinel Online* (<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides>).

En la modelación se utilizó como insumo todas las bandas que presenta el sensor, además los productos derivados del Modelo Digital de Elevación (DEM, siglas en inglés) (pendiente, exposición y altitud) y los índices derivados de las mismas bandas del sensor. A continuación, se detallan los índices derivados de las bandas de Sentinel-2:

- 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 limitaciones directas de masas de agua. La fórmula genérica que se utilizó es la siguiente: $NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$ (McFeeters, 1996).
- GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index): este índice es una versión modificada del clásico NDVI, este tiene más sensibilidad a la variación del contenido de clorofila en las plantas. La fórmula genérica que se utilizó es la siguiente: $GNDVI = (NIR - GREEN) / (NIR + GREEN)$ (Gitelson et al., 1996)

Luego de obtenido todos los subproductos se procede a *resamplear* la información obtenida a una misma resolución espacial para poder construir un *brick* de los rasters agrupados por fecha.

El primer paso para comenzar la clasificación supervisada fue definir polígonos de entrenamiento, los cuales se determinaron en base a fotointerpretación de la imagen más reciente obtenida por Sentinel-2, estos polígonos fueron validados en terreno. Una vez determinados los polígonos finales de entrenamiento se procede a entrenar el modelo con la información obtenida por píxel, finalmente se utilizó este modelo para predecir los valores o categorías de usos de suelo que pertenece cada píxel de cada imagen hacia el pasado, este proceso se repitió N veces (Fassnacht *et al.*, 2014).

Luego, el uso de suelo de cada píxel de cada una de las imágenes analizadas se determinó en base a la moda obtenida en las iteraciones de cada píxel. Además, se aplicó un filtro o *smooth* con el fin de “suavizar” el resultado espacial de cada imagen procesada, esto bajo el supuesto de que existe una cierta homogeneidad espacial entre los píxeles vecinos dentro del área de estudio.

Se realizó una validación independiente del modelo, utilizando la penúltima imagen captada por el sensor, de esta manera se crearán otros polígonos y se analizó el *accuracy* del modelo a través de una matriz de confusión (Al-Zuhairi *et al.*, 2018).

A su vez, a partir de la recopilación y sistematización de la información se generaron dos análisis espacio temporales de relevancia para describir la dinámica hidrológica del área: 1.- aumento de la superficie urbana, y 2.- Cambios en la extensión de la laguna Quiñenco en los últimos 4 años.

Levantamiento de información de líneas bases

El levantamiento de información de líneas bases contempló los componentes: flora y vegetación; fauna y hábitat acuático. Se detallan las metodologías utilizadas continuación:

Caracterización de flora y vegetación

La caracterización de la vegetación en el área de estudio se realizó mediante la metodología C.O.T. (Cartografía de Ocupación de Tierras), la cual ha sido ampliamente probada y aceptada en Chile. Esta metodología fue desarrollada por el CEPE/CNRS5 de Montpellier, Francia, y adaptada a las condiciones del país por Etienne y Contreras, (1981) y posteriormente descrita en detalle por Etienne y Prado (1982). A continuación, se detallan los pasos metodológicos de C.O.T., en base a Hernández et al. (2000) y SEA (2015), adaptadas para la presente propuesta.

En primer lugar, se recopiló todos los antecedentes previos del área de estudio, incluyendo estudios previos relacionados con la flora y vegetación, cartografías y fotografías aéreas. En este caso, se contó con la información levantada en la licitación anterior.

Luego, se realizó una fotointerpretación preliminar para determinar unidades de vegetación homogéneas, lo que permitirá definir el número y distribución de polígonos a describir en campo. Entre el 24 al 28 de noviembre del 2021 y el 11 al 14 de marzo del 2022 se realizaron dos campañas de terreno, durante estas campañas se muestrearon 8 sectores en total, dentro de cada uno de estos sectores se visitaron al menos dos puntos, además de recorrerlos a pie tanto como las condiciones del terreno lo permitieran. En terreno se levantó información para cada unidad cartográfica antes definida y se corrigieron posibles errores en la interpretación inicial. Se identificó la formación vegetal de cada unidad cartográfica estableciendo el tipo de vegetación al que corresponde y se muestreo flora.

La definición de la formación de vegetación se realizó en base a la información de tipos biológicos, cobertura, altura, especies dominantes y grado de artificialización que caracterizan a cada unidad descrita en terreno. Con esta información se generó una cartografía final en la que se identificaron las distintas formaciones vegetacionales presentes en el área de estudio.

En conjunto a esto se realizó una caracterización de la flora presente en el área de estudio, para lo cual se realizó un inventario florístico mediante la colecta e identificación taxonómica de cada una de las especies encontradas en campo y posterior listado florístico en base al cual se analizó la composición florística del área, identificando el origen de las especies, su hábito y la categoría de conservación según el Reglamento para Clasificar según Estado de Conservación (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 52/2014, D.S. N°38/2015 MMA, D.S. N°16/2016 MMA, D.S. N°6/2017, D.S. N°79/2018 MMA ,D.S. N°23/2019 MMA, D.S. N°16/2020 MMA y D.S. N°44/2021 MMA).

Caracterización de fauna

La presente línea de base describe las características de la fauna vertebrada terrestre potencialmente presente en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, determinando hábitats disponibles para la fauna terrestre; la abundancia relativa y riqueza específica de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos; el estado de conservación y origen de las especies identificadas y singularidades para la fauna en el área. Para esto se consideró tres etapas:

Recopilación de antecedentes y materiales de trabajo: Se recopiló toda la información de terreno en la zona de estudio y de esta forma se generó el listado potencial de fauna con toda la literatura científica y técnica disponible. Se generó un catastro de las especies que potencialmente podrían estar presentes en el área, a través de una revisión de la literatura general sobre fauna de la zona sur de Chile y específicamente en relación al entorno al área. Como referencia sobre la fauna del sur de Chile, en anfibios se revisó Correa, et al. (2011), Rabanal y Núñez (2008), Veloso y Navarro (1988) y Vidal y Labra (2008). En reptiles se consultó Donoso - Barros (1966), Peters y Donoso - Barros (1986), Mella (2005), Pincheira - Donoso y Núñez (2005), Veloso y Navarro (1988) y Vidal y Labra (2008). Para aves se revisó a Goodall et al. (1951), Jaramillo et al. (2005), Lazo y Silva (1993), Martínez y González (2005) y Muñoz - Pedreros y Yáñez (2004). Y para mamíferos a Iriarte (2008), Iriarte y Jaksic (2012), Mann (1978), Miller & Rottmann (1976), Muñoz-Pedreros y Yáñez (2009), Muñoz - Pedreros (2008) y Osgood (1943).

Para actualizar el listado de especies potenciales catastrado en las fuentes mencionadas anteriormente, se realizó una búsqueda de información sobre registros de fauna silvestre en el humedal Calabozo, y en sectores cercanos. Se consultó la base de datos del Sistema de Evaluación de Impactos Ambientales, sobre información obtenida por proyectos alojados en la comuna de Coronel. Además, se revisó los registros levantados por otros santuarios declarados en las cercanías del humedal Calabozo y la plataforma eBird para registros actuales de aves en el sector.

Sobre la base de lo anterior se compiló un listado de especies descritas para el área del humedal, donde para cada especie se identificó su nombre común, nombre científico y su estado de conservación.

Identificación de punto de Registro de Fauna (PRF): Se establecieron 41 Puntos de Registro de Fauna (PRF) en sitios con condiciones de micro hábitat propicios para la existencia de seres vivos, en base a esto se planificó una campaña a terreno entre el 28 de febrero y el 5 de marzo. Se distinguieron 6 tipos de hábitat, los cuales se presentan en la Tabla 1.

Además, en la Tabla 2. se presenta la distribución de los puntos de muestreo según hábitat y horario diurno o nocturno. La cantidad de puntos de muestreo fue establecida de acuerdo a la representatividad de hábitats y diversidad de especies que albergan.

Tabla 1. Hábitats presentes en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Hábitat | Descripción |
|---------------------|--|
| Quebrada | Zona de confluencia de dos o más laderas donde convergen las aguas subterráneas. Se diferencia del estero, ya que no presenta escorrentía superficial. |
| Pajonal | Área asociada a espejos de agua y/o zonas de humedal, dominadas por vegetación hidrófita, con un estrato vegetal entre los 0 y los 70 cm. |
| Plantación forestal | Corresponde a plantaciones de especies alóctonas (Eucaliptus o Pinus) en distintos estados de desarrollo, con muy poca o nula presencia de otras especies vegetales. |
| Matorral | Áreas con dominancia de vegetación arbustiva |
| Urbano | Zona con edificaciones y desarrollo inmobiliario. |
| Estero | Áreas con escorrentía superficial de agua, donde se encuentra vegetación nativa con estructura arbórea y arbustiva, habitualmente existe más de un estrato vegetal. |
| Laguna Quiñenco | Espejo de agua asociado a laguna Quiñenco |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Distribución de los puntos de muestreo en cada uno de los hábitats

| Hábitat | Puntos diurnos | Puntos nocturnos |
|--------------------------|----------------|------------------|
| Quebrada | 7 | 1 |
| Pajonal | 2 | 0 |
| Plantación forestal (PF) | 11 | 2 |
| Matorral (M) | 5 | 0 |
| Urbano | 2 | 1 |
| Estero | 5 | 0 |
| Laguna Quiñenco | 3 | 2 |
| Total puntos muestreo | 35 | 6 |

Fuente: Elaboración propia

Evaluación en terreno: Se realizó la evaluación de la fauna considerando el uso de métodos de prospección dirigidos para anfibios, reptiles, aves y mamíferos, tal que se recorrió el área determinando hábitats característicos donde se pudiera establecer la presencia actual de vertebrados terrestres por medio de un levantamiento sistemático de toda el área del proyecto. Para ello se definieron transectos, puntos de muestreo de las áreas más representativas y se realizó un recorrido a pie y en vehículo por toda el área de estudio en prospecciones diurnas y nocturnas. A continuación, se describen las metodologías específicas que fueron utilizadas para el levantamiento de información de campo para los grupos objetivos.

Anfibios

Se prospectaron puntos representativos con mayor probabilidad de hallazgo de individuos, como son, escondites en sectores húmedos propicios para su establecimiento (bajo troncos y hojarasca, fondos de quebrada), con el objeto de detectar su presencia. Las técnicas de muestreo consideraron la realización de búsquedas activas (“*Visual Encounter Surveys*”) de larvas y adultos durante la noche.

La identificación y discriminación de hábitats se efectuó sobre la base de los resultados preliminares de la descripción de ambientes vegetacionales, bibliografía consultada, inspección en terreno y experiencia del equipo consultor. Se utilizó el encuentro visual, escuchas y búsqueda de refugios.

Para el cálculo de la abundancia se definieron cuadrantes de tamaño variable, dependiendo de las condiciones y características del microhábitat (10 x 10 m), los que fueron recorridos por una persona en un tiempo determinado. 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 podrían haber estado presentes en el área de estudio.

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 sobre transectos lineales en zonas representativas, con el objeto de registrar individuos presentes.

La identificación y discriminación de hábitats se efectuó en base a inspección en terreno (in-situ), resultados preliminares de la descripción de ambientes vegetacionales, topografía del área y bibliografía consultada para este grupo.

La técnica de muestreo consistió en la realización de transectos lineales de 100 m de largo por 10 m de ancho, que se realizó a pie. El tiempo de muestreo se estandarizó a 10 minutos para todos los transectos a una velocidad constante y reducida (<2 km/hora). Este método permitió registrar la riqueza de especies presente en cada hábitat y su densidad. Ésta se expresó como el número de individuos observados (abundancia) por unidad espacial (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.

En cuanto a la taxonomía de referencia empleada para esta clase, se usó la propuesta de Pincheira-Donoso & Núñez (2005), Vidal et al. (2008) y Reptile-database (2015).

Aves

Se consideró métodos indirectos como el registro y/o presencia de nidos, plumas, huevos, huesos, egagrópilas (indica la presencia de rapaces), y métodos directos tales como avistamientos a ojo desnudo, utilizando binoculares, o mediante el canto o vocalización, a través de prospecciones pedestres, estaciones de conteo y/o transectos.

En ambientes de bosque o plantación forestal se emplearon estaciones de conteo durante cinco minutos. Para ambientes de borde costero se recorrieron a pie transectos de 100 m de largo por 50 m de ancho, durante 10 minutos, a una velocidad constante y reducida (<2 km/hora). Este método permitió registrar la riqueza de especies presentes en cada hábitat. Ésta se expresa como el número de individuos observados (abundancia) por unidad de superficie (5.000 m²). Además, se registraron los ejemplares observados fuera de transecto (observaciones efectuadas con anterioridad o posterioridad al tiempo de recorrido) y se realizó censos de aves, que consistió en contabilizar todos los individuos que se alcanzaron a detectar e identificar a ojo desnudo y con binoculares.

Para calcular la abundancia por hábitat de cada una de las especies, 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 puntos de muestreo en los distintos hábitats identificados durante el anochecer, empleando “playback” en búsqueda de respuesta. Las vocalizaciones para cada especie fueron emitidas durante 30 segundos con un tiempo de espera de respuesta de 30 segundos más. Esto se repitió tres (3) veces para cada una de las especies evaluadas.

Mamíferos

Para mesomamíferos (mamíferos que pesan menos de 10 kg y más de 500 gr) y micromamíferos (roedores y marsupiales), 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 del ejemplar, ya sea a ojo desnudo o mediante la captura de imágenes. Se instalaron trampas cámara (Bushnell 119455C Trophy Night Vision Trail Camera) en corredores identificados por el especialista y junto a ellas se instalaron atrayentes olfativos. Esta técnica permitió fotografiar y/o grabar en vídeo escenas diurnas y nocturnas de las especies de mamíferos que por movimiento activaron la cámara. Estos dispositivos no emiten luces o sonidos que puedan perturbar a la fauna.

Se cuantificó de acuerdo al éxito de captura y abundancia relativa, definiéndose abundancia relativa como la proporción (%) de ejemplares de una especie (i) con respecto al total de ejemplares de todas las especies (N), cuyo cálculo es el siguiente:

$$(i/N)*100$$

Quirópteros

Se utilizó micrófonos ultrasónicos Echo Meter Touch 2 (Wildlife Acoustics) en estaciones puntuales, ubicadas en sitios con las características de microhábitat más frecuentadas por este orden, tales como cursos de agua o caminos para vehículos entremedio del bosque o plantación. El horario de grabación 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. La identificación de las distintas especies se realizó de manera cualitativa en base al tipo de pulso de ecolocación (Frecuencia Modulada, Frecuencia Modulada – Frecuencia constante, o Frecuencia Constante), la duración del pulso, frecuencia peak y el tiempo transcurrido entre pulsos consecutivos en base a Barataud (1996). Además, la detección de las especies contempló la caracterización de la forma y duración de las vocalizaciones, junto con su rango de frecuencia, identificando tres fases asociadas a la captura de alimento: llamadas de orientación, acercamiento y terminal. Estas llamadas son especie-específicas. Las frecuencias y duraciones de las llamadas de referencia para las especies chilenas se hicieron de acuerdo a indicaciones sugeridas por Ossa (2010) y Rodríguez (2014).

Por otro lado, se estableció un índice de abundancia relativa por especie (IAR) donde:

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

Procesamiento de datos: Para la caracterización de la fauna en terreno se identificó taxonómicamente cada una de las especies encontradas, se identificó el origen de las especies, y la categoría de conservación según el Reglamento para Clasificar según Estado de Conservación (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 52/2014, D.S. N°38/2015 MMA, D.S. N°16/2016 MMA, D.S. N°6/ 2017, D.S. N°79/2018 MMA ,D.S. N°23/2019 MMA, D.S. N°16/2020 MMA y D.S. N°44/2021 MMA). Además, se entregó información de la abundancia relativa por ambiente.

Caracterización del hábitat acuático

El estudio limnológico del área de interés, se realizó considerando las siguientes etapas:

Recopilación de antecedentes y materiales de trabajo: Se recopilaron antecedentes del área de interés, incluyendo estudios previos relacionados con el estado de los humedales Calabozo y Quiñenco y sus afluentes y efluentes, cartografías y fotografías aéreas disponibles, análisis remotos y unidades de vegetación homogéneas (unidades cartográficas) preestablecidas

Diseño muestral: El diseño de muestreo para la caracterización limnológica del humedal contempló la caracterización de 11 puntos de muestreo distribuidos dentro del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. En cada punto de muestreo se realizó el levantamiento de las componentes bióticas más relevantes, incluyendo fauna íctica, zoobentos, fitobentos y plantas acuáticas, además de muestras de calidad de agua y medición de parámetros *in situ*. La localización de los sitios evaluados se observa en la Tabla 3, los parámetros evaluados para cada punto en la Tabla 4, y la ubicación relativa de cada punto en el área de estudio se aprecia en la Figura 2.

Tabla 3. Puntos de muestreo de la caracterización limnológica de cursos y cuerpos de agua presentes dentro del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

| Punto de muestreo | Descripción del punto | UTM-WGS84-Zona 18H | |
|-------------------|--|--------------------|-----------|
| | | Este (m) | Norte (m) |
| P1 | Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana | 667187 | 5906644 |
| P2 | Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón | 664960 | 5906455 |
| P3 | Laguna Quiñenco | 667125 | 5905116 |
| P4 | Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco | 668217 | 5904490 |
| P5 | Estero aportante a quebrada Quiñenco | 668830 | 5903930 |
| P6 | Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente | 671525 | 5902366 |
| P7 | Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente | 668450 | 5901777 |
| P8 | Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente | 668421 | 5901111 |
| P9 | Laguna Salida Humedal Calabozo | 665695 | 5903229 |
| P10 | Estero Villa Mora, aguas abajo laguna Quiñenco | 666027 | 5904259 |
| P11 | Estero Villa Mora, en Coronel | 664268 | 5903093 |

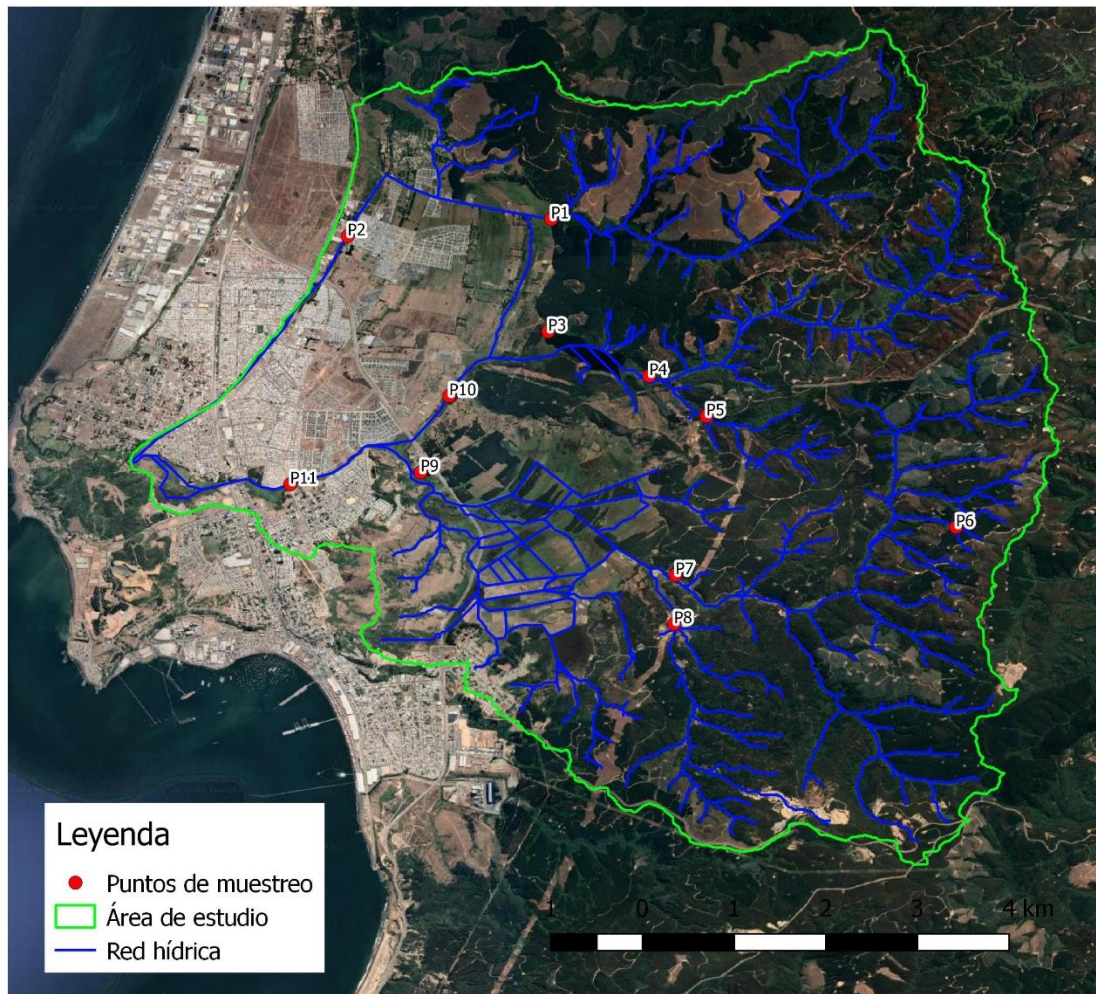
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Componentes evaluados en cada punto de muestreo. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

| Punto de muestreo | Fauna íctica | Fitobentos | Zoobentos | Plantas acuáticas | Parámetros <i>in situ</i> | Calidad de agua |
|-------------------|--------------|------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------------|
| P1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P2 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P3 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P4 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P5 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P6 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P7 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P8 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| P10 | Seco | | | | | |
| P11 | Seco | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Área de estudio y distribución relativa de los puntos de muestreo evaluados en la caracterización limnológica del sistema humedal Calabozo y Quiñenco.



Fuente: Elaboración propia

Recopilación de la información en terreno: En terreno se recorrió el área de interés, se identificaron los puntos de muestreo definitivos y se realizó muestreos para la caracterización física y química del agua a través de la medición de parámetros *in situ* y la caracterización de la fauna íctica en los 12 puntos de muestreo propuestos. Las muestras de fitoplancton y zooplancton fueron tomadas solamente en ecosistemas lénticos, mientras que el zoobentos fue muestreado solamente en cursos de agua y en la zona litoral somera de la laguna de espejos de agua. A continuación, se detalla la metodología utilizada.

Adicionalmente cabe destacar que se tuvo en consideración un Protocolo de desinfección de *Didymosphenia geminata*, de acuerdo a lo establecido por la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) y en base al “Manual para el Monitoreo e Identificación de la Microalga Bentónica *Didymosphenia geminata*” (SUBPESCA, 2018).

Características físicas y químicas del agua

Para una adecuada representatividad espacial de la caracterización de las condiciones físicas y químicas del agua dentro del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, los muestreos de aguas fueron realizados en varios sitios localizados en distintos sectores del sistema. Esta etapa contempló: Colección, transporte; análisis de las muestras de agua y determinación de estado trófico. Se especifica cada etapa a continuación:

Colección, preservación, transporte y análisis de muestras de agua: La toma de muestras, preservación, transporte y análisis de los diversos parámetros muestreados se efectuó de acuerdo a los métodos de muestreo y condiciones de preservación y manejo de las muestras indicados en la Tabla 5.

Tabla 5. Métodos de muestreo

| Identificación | Título de la norma |
|--|---|
| NCh 411/1 Of.96.DS.N°501, de 1996, de obras Públicas. | Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programa de muestreo. |
| NCh 411/2 Of.96.DS.N°501, de 1996, de obras Públicas. | Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. |
| NCh 411/3 Of.96.DS.N°501, de 1996, de obras Públicas. | Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. |
| NCh 411/4 Of.97.DS.N°47, de 1997, de obras Públicas.17/feb 1997 pag.2. | Calidad del agua – Muestreo – Parte 4: Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales. |
| NCh-ISO Of. 17025: | Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración. |
| Collection and Preservation of Samples. | Descritas en el número 1060 del “Standard Methods” for Examination of Water and Wastewater. |

Fuente: Elaboración propia adaptado de D.S. N°122/2009

Las muestras de agua para análisis químico fueron tomadas directamente desde el curso o cuerpo de agua mediante un contenedor de plástico de 10 L de volumen. Las muestras fueron almacenadas en frío (4,0 °C) en cajas aislantes con ice-packs y transportadas al laboratorio en Concepción dentro de los plazos definidos por el tiempo de preservación de las muestras. Las condiciones de preservación y manejo de las muestras para análisis químico siguieron los procedimientos de preservación y manejo de las muestras indicados en la Norma NCh. 411/3 Of. 96 (Parte 3) y en base al manual Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Apha et al., 2012)

Análisis de muestras: Todas las muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio Biodiversa, el cual se encuentra acreditado por el INN como laboratorio de ensayo según NCh-ISO 17025.Of 2005. Los parámetros considerados en el análisis y las metodologías que se emplearon para su análisis se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Parámetros de calidad de agua a incluir en la Caracterización Limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco.

| Parámetro | Unidad | Límite de detección | Metodología de análisis | Norma de Referencia | Límite NCh 1333 |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|-----------------|
| Nutrientes y productividad | | | | | |
| Nitrógeno Total | mg N/L | 0,1 | SM-4500NA(7) | - | - |
| Fósforo Total | mg P/L | 0,2 | SM-4500PC(2) | - | - |
| Clorofila <i>a</i> | mg/L | 0,01 | SM-1020HC(2) | NSCA | - |
| Físico-Químicos | | | | | |
| Alcalinidad | mg CaCO ₃ /L | 1,0 | SM-2320B(2) | NCh 1333 | 20 |
| DBO ₅ | Mg/L | 0,1 | SM-5210 B(2) | - | - |
| Conductividad | μs/cm | 1 | SM-2510B(2) | NCh 1333 | ≤750 |
| pH | unidad | 0 | SM-4500 HB(2) | NCh 1333 | 5,0-9,0 |
| Oxígeno disuelto | mg O/L | 0,1 | Método 4500OG | NCh 1333 | 5 |
| Saturación de Oxígeno | % | 1 | Método 4500OG | - | - |
| Temperatura | °C | - | Método 2520B | NCh 1333 | - |
| Microbiológicos | | | | | |
| Coliformes Fecales | NMP/100 mL | 1,8 | SM-9221E(2) | NCh 1333 | 1000 |
| Coliformes totales | NMP/100 mL | 1,8 | 1620-1of84(11) | - | - |

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. 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.
- *Conductividad*: La conductividad 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 2510 B.
- *pH*: El pH 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-H+B.

Estado trófico: El estado trófico del sistema fue establecido a partir de los rangos definidos para sistemas lóticos (Smith et al. 1999), los que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Rangos y valores establecidos para determinación del estado trófico en sistemas acuáticos lóticos (ríos, arroyos, canales).

| Sistema | Estado trófico | Nitrógeno total (µg/L) | Fósforo total (µg/L) | Clorofila (µg/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 en base a Smith et al. (1999)

Biota acuática

Fauna íctica

Para caracterizar la fauna íctica presente en los cursos y cuerpos de agua dentro del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, en primer lugar, se obtuvo un permiso de Pesca con la subsecretaría de Pesca y Acuicultura, detalle en el Anexo 10. A partir de esta autorización se usó tres artes de pesca, los que permitieron describir este componente en los diferentes tipos de mesohábitats y microhábitats distinguibles, asegurando de esta manera la representatividad del muestreo. Las artes de pesca utilizadas son las siguientes:

- a) *Pesca eléctrica*: contempló 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 realizó un recorrido de 100 m² durante un tiempo de 30 minutos. En los puntos de muestreo ubicados en cursos de agua se realizó un barrido desde aguas abajo hacia aguas arriba, mientras que en los puntos de muestreo evaluados en la laguna Quiñenco se recorrió un transecto paralelo a la línea litoral del cuerpo de agua, a una profundidad que permitió la operación correcta y segura del equipo (< 1m), cubriendo aproximadamente 200 m durante un tiempo de 30 minutos. La pesca fue implementada por un técnico operador del

equipo de pesca eléctrica, y un técnico de apoyo para la recolección de peces con chinguillos, recolectando todos los individuos que se pudieran capturar en el área recorrida.

- b) Redes agalleras: Las redes agalleras están confeccionadas con nylon monofilamento y consisten en un juego multitrampa de redes de diferentes tamaños de malla (longitud: 50 m, altura: 2 m, tamaño de malla: 10 a 70 mm) lo que permite capturar peces de distintas especies y tallas (rango de tamaños de 80 mm a 800 mm; Goffaux et al. 2005). En cada punto de muestreo evaluado en la laguna se caló un juego de redes agalleras hacia el centro del cuerpo de agua de forma perpendicular a la línea de ribera y se dispusieron con líneas de plomo durante seis horas. Las redes se revisaron cada 1 hora para verificar la presencia de peces y evitar mortalidades. En este caso particular la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se expresa como número de peces / [superficie red; m²] / [tiempo; hora]. Esta técnica se aplicó solamente en la laguna Quiñenco.
- c) Red de cerco orillera: Esta red presenta una longitud de relinga de 15 m, una altura de 1,5 m y una apertura de malla de 3 mm. En la parte superior lleva flotadores y en la parte inferior lastre de plomos. El procedimiento consiste en hacer cercos caminando en los sectores de baja profundidad (<1m). Esta técnica se aplicó en puntos litorales de la laguna Quiñenco y en otros espejos de agua que permitieron su aplicación.

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 nativos fueron devueltos vivos al medio acuático en los mismos puntos de captura, mientras que los peces introducidos fueron sacrificados de acuerdo a lo establecido por Subpesca.

Zoobentos

Para la caracterización de la fauna bentónica, en cada sitio se analizó previamente los tipos de hábitats disponibles (lóticos, lénticos, someros, profundos, vegetación acuática, tipo de sustrato, etc.), en función de lo cual se seleccionó el instrumento de muestreo adecuado y que permitió realizar una adecuada caracterización del ensamble. Así, 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%, posteriormente se transportaron al laboratorio y fueron analizadas mediante recuento directo bajo Lupa (Zeiss Stemi 2000-C). Para la identificación taxonómica se utilizaron los trabajos de Bertrand (1995), Lopretto y Tell (1995), Lugo-Ortiz y McCafferty (1998), Merrit y Cummins (1996), Fernández y Domínguez (2001) y Domínguez y Fernández (2009).

Se calculó una serie de descriptores de la comunidad de zoobentos para cada punto de muestreo, incluyendo índices comunitarios de riqueza y abundancia (densidad), además de índices bióticos como mediciones de diversidad (Shannon-Weaver), equidad (Pielou) y similitud (Winner).

Zooplancton

Para la obtención de las muestras de zooplancton se utilizó una red cónica de zooplancton (Hydrobios), con diámetro de boca de 30 cm y abertura de malla de 110 μ m. En sistemas lóticos 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 expresan en valores de densidad (ind/m^3).

Fitoplancton

Las microalgas planctónicas fueron muestreadas recolectando muestras integradas usando una red de plancton cónica de 30 cm de boca y 60 μ m 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 muestreal por punto, de esta forma se eliminó el error de pseudoreplicación (Hurlbert, 1984) y se proporcionó información compuesta de la variabilidad espacial del fitoplancton.

Se estimó el volumen filtrado en el punto de muestreo. El número de individuos en la muestra dividido por el volumen filtrado en litros permitió 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 en función de la precisión deseada y el número de células, colonias o filamentos por transecto. El recuento de fitoplancton se realizará en una cámara Sedwick-Rafter y se calculará 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 divide 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 y Lange-Bertalot (1986, 1991), Simonsen (1987), Parra et al. (1982a, 1982b, 1982c y 1983), Pereira y Parra (1984), Round et al. (1996), Rumrich et al. (2000) y Lange-Bertalot (2001).

Se calculó una serie de descriptores de la comunidad de microalgas bentónicas para cada punto de muestreo, incluyendo índices comunitarios de riqueza (riqueza de taxa) y abundancia (densidad), además de índices bióticos como mediciones de diversidad (Shannon-Weaver), equidad (Pielou) y similitud (Winner).

Categorías de conservación:

El estado de conservación de las especies se determinó según los criterios de clasificación que se encuentran definidos en 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° 33 (MMA, 2011), D.S. N° 41 (MMA, 2011), D.S. N° 42 (MMA, 2011), D.S. N° 19 (MMA, 2012), D.S. N° 13 (MMA, 2013), D.S. N° 52 (MMA, 2014), D.S. N° 38 (MMA, 2015), D.S. N° 16 (MMA, 2016), D.S. N° 06 (MMA, 2016), D.S. N° 79 (MMA, 2018), D.S. N° 23 (MMA, 2019), D.S. N° 16 (MMA, 2020).

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 ensamblajes:

- **Riqueza de taxa:** 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.

- **Índice ChBMWP**: Considerando que los macroinvertebrados bentónicos han sido reconocidos como potenciales indicadores de la calidad biológica de los sistemas acuáticos fluviales (Hellawell 1986), esencialmente por su amplia distribución, diversidad y sensibilidad a perturbaciones y contaminantes (Allan & Castillo 2007), se calculó el Índice ChBMWP, el cual indica la calidad del agua, referida a su cantidad de materia orgánica, basándose en la presencia de familias de macroinvertebrados indicadores o zoobentos (Hellawell 1978). Originario de Inglaterra, en Chile fue adaptado por Figueroa *et al.* (2007). En este método la escala para calificar es de 1 a 10, donde el valor de 10 se asigna a familias de organismos indicadores de aguas de calidad excelente por tener la menor tolerancia a contaminación por materia orgánica y el valor de 1 a familias de organismos indicadores de

aguas con una calidad muy mala por ser las de mayor tolerancia a la materia orgánica. El resumen de los valores de esta escala asignado a las diferentes familias se presenta en la Tabla 8, y su aplicación consiste en identificar las familias por segmento y asignar un valor de tolerancia. Los valores totales son sumados y se obtiene el valor final asociado a la clase de calidad según la Tabla 9.

Tabla 8. Valores de tolerancia utilizados para familias de macroinvertebrados bentónicos en el índice ChBMWP, aplicable a ríos mediterráneos de Chile.

| Familias presentes | Puntuación |
|--|------------|
| Austroperlidae, Diaphipnoidae, Eustheniidae, Notonemouridae, Perlidae, Nesameletidae, Ameletopsidae, Oligoneuriidae, Coloburiscidae, Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicophidae, Kokriidae, Philopotamidae, Sericostomatidae, Stenopsychidae, Blephariceridae, Limnichidae, Psephenidae | 10 |
| Leptophlebiidae, Glossosomatidae, Limnephilidae, Athericidae, Dixidae | 9 |
| Oniscigastridae, Phylorheytiidae, Polycentropodidae, Tasiimidae, Calopterygidae, Libellulidae, Parastacidae | 8 |
| Gripopterygidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae, Lestidae, Gomphidae, Corduliidae, Coenagrionidae | 7 |
| Hydroptilidae, Ceratopogonidae, Petaluridae, Aeshnidae, Elmidae, Aeglideae, Hyallelidae, Ancyliidae, Chilinidae, Hyriidae | 6 |
| Baetidae, Hydropsychidae, Corydalidae, Tipulidae, Simuliidae, Dryopidae, Gyrinidae, Turbellaria, Amnicolidae | 5 |
| Caenidae, Sialidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae, Haliplidae, Curculionidae, Psephenidae, Belostomatidae, Acari | 4 |
| Hydrophilidae, Dytiscidae, Gerridae, Notonectidae, Corixidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Janiiridae, Hirudinea | 3 |
| Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae | 2 |
| Syrphidae, Oligochaeta, Nematoda | 1 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Tabla de transformación a cinco clases de calidad para los índices utilizados, su relación con las características ambientales y el color para su representación cartográfica.

| Clase | ChBMWP | Características ambientales |
|-------|--------|----------------------------------|
| I | >100 | Muy bueno, no perturbado |
| II | 61-100 | Bueno, moderadamente perturbado |
| III | 36-60 | Regular, perturbado |
| IV | 16-35 | Malo, muy perturbado |
| V | <15 | Muy malo, fuertemente perturbado |

Fuente: Elaboración propia.

Antecedentes socioculturales e históricos

Como indica el reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental -mediante el decreto N°40 del año 2013, del Ministerio de Medio Ambiente- caracterizar el medio humano implica describir elementos geográficos, demográficos, culturales y socioeconómicos de la población comunal; prestando especial atención a la dimensión del bienestar social básico, es decir, el acceso a “bienes, equipamiento y servicios, tales como vivienda, transporte, energía, salud, educación, servicios sanitarios y de recreación”. Abordar estas dimensiones nos permite describir a un nivel general los atributos demográficos básicos de la comuna de Coronel, sin perder de vista la complejidad de la realidad social local. De esta manera, constituye una base para profundizar aspectos fundamentales como las actividades económicas predominantes, régimen de tenencia de la tierra, el carácter étnico-cultural de los grupos humanos ubicados en el área de influencia de ambos humedales, entre otras aristas que pudieran emerger como relevantes. Por supuesto, se toma como base fundamental diagnóstico realizado en el trabajo de Claramunt et al. (2021). Cabe señalar que los estándares de conservación ambiental contemporáneos reconocen que toda zona prioritaria, área protegida o eco-región poseen un “alcance geográfico” o -en otras palabras- un área de influencia social (CMP, 2013; De la Maza et al., 2017). La bibliografía se ha valido del término “stakeholder” para referirse a los grupos de personas, organizadas o no organizadas, que comparten un interés o participan en un tema o sistema en particular (Robin y Wellard, 1997; Granizo et al., 2006). A esto nos referimos cuando hablamos de “actores claves” y ellos pueden reconocerse como: sector público, privado y sociedad civil.

Por otro lado, definir esta área de interés implica un ejercicio de delimitación territorial que debe realizarse en dos niveles: primero administrativo, preferencialmente a escala comunal; pero luego a escala local, es decir, centrado en el despliegue de los actores sociales al interactuar con el ecosistema de interés. Éste último nivel implica explorar el sistema humedal Calabozo-Quíñenco en su complejidad socioambiental, en otras palabras, describiendo la interacción entre actores sociales y ecosistemas. En base a Skewes, Guerra y Hernández (2014), asumimos el compromiso y desafío de evaluar los saberes y prácticas de los grupos humanos en sus propios términos para valorar el patrimonio que les corresponde. Si bien esto implica la dificultad de abordar su densidad simbólica, en retorno nos ofrece la oportunidad de profundizar en los saberes y prácticas culturales que los grupos humanos despliegan en el territorio local.

Acorde con este propósito, dándole continuidad al trabajo realizado durante el año 2020 por Claramunt et al. (2021), la metodología utilizada fue cualitativa y participativa, pues consideró las siguientes técnicas: cartografías y talleres participativos, entrevistas semiestructuradas y grupales con actores clave; las cuales fueron desplegadas a lo largo de los 8 meses de ejecución del proyecto, con una campaña a terreno. La información obtenida de cada taller y actividad fue sistematizada y sintetizada para ser triangulada con los resultados obtenidos del análisis remoto y líneas de bases. Por su parte, la información cuantitativa ya levantada por el informe elaborado por Claramunt et al. (2021) fue completada mediante la revisión de antecedentes e instrumentos comunales, censales y otras fuentes oficiales. Todo lo anterior fue complementado por medio de revisión bibliográfica (fuentes secundarias) e información satelital (GPS) de datos cartográficos, más la información provista por la contraparte.

Etapa 2. Proceso de gobernanza

El proceso de gobernanza se desarrolló en base a la metodología de Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación, la cual contempla un trabajo de largo plazo entre diversas organizaciones de conservación a nivel mundial (CMP, 2007 y 2013; FOS, 2009). A su vez, 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), la Metodología del Marco Lógico de CEPAL (Ortegón et al, 2005) y las recomendaciones de McDonald et al. (2016) y Celis et al., (2018). Además, cabe destacar que estas metodologías se enriquecen con la experiencia práctica del equipo de trabajo en “El Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Raja de Manquehua”, “Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Serranías del Ciprés” y “Plan de Manejo Comunitario Complejo El Zaino-Laguna El Copín”, “Propuesta de Plan de restauración para la cuenca del Lago Lanalhue” donde se desarrollan procesos comunitarios para la conservación de estas áreas, respetando y relevando los ritmos de las comunidades, los saberes locales, tradiciones, y reconociendo aspectos de valor sociocultural, históricos y arqueológicos. A su vez, destaca el “Plan preliminar de restauración de la cuenca del Lago Lanalhue” y el “Plan de Restauración Socio-ecológica del Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata”, ya que ambos aportan con experiencia para un trabajo interdisciplinario, interinstitucional y comunitario, siendo ejemplos de gobernanza a escala de paisaje y con un enfoque intercultural, y predial respectivamente.

En este contexto, el proceso de gobernanza contempló cinco fases, las cuales se presentan en la Tabla 10, y se detallan a continuación:

Tabla 10. Etapas propuestas para desarrollo de proceso de gobernanza

| Fases | Acciones |
|--------|---|
| | Acercamiento inicial |
| | Generación de confianzas |
| Fase 1 | Análisis de información |
| | Identificación de actores claves |
| | Continuar proceso de generación de confianzas |
| | Consolidación de grupo de trabajo |
| Fase 2 | Validación constante de alcances metodológicos y cronograma |
| | Desarrollo de entrevistas |
| | Desarrollo de instancias participativas |
| Fase 3 | Análisis de información |
| | Presentación de propuesta para la conservación y restauración del humedal Calabozo y Quiñenco |
| Fase 4 | Validación final |

Fuente: Elaboración propia

Acercamiento inicial (Fase 1): Contempló reunirse con la contraparte técnica del proyecto, encargada por la Seremi de Medio Ambiente de la Región de Biobío, pero también con actores clave que pudieron participar como colaboradores activos del proceso. Destaca la constante alianza con la Dirección de Medio Ambiente de la I. Municipalidad de Coronel y del Consejo para la Recuperación Ambiental de Coronel (CRAS).

Identificación de actores claves y validación de metodologías (Fase 2): Consideró reconocer a los informantes y colaboradores claves del territorio, cuyo rol destaca por su conocimiento situado de la realidad local y son respaldados por los demás actores del territorio. De este modo, se buscó propiciar una relación de *rapport* o confianza inicial (Canales, 2006), que permitiera 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).

En esta etapa se tomó en cuenta la información recabada y junto con la contraparte técnica se generó el listado inicial de actores y actrices esenciales respecto del proceso de conservación de los humedales Calabozo y Quiñenco. En base a esta información es que a través de reuniones periódicas se establece la manera de proceder para continuar con el proceso de generación de confianzas, consolidación de un grupo de trabajo y validación de las metodologías participativas, asegurando la pertinencia en la aproximación a cada actor y territorio. Las reuniones se realizaron través de intercambio digital (vía correo electrónico y whatsapp), vía telefónica y de manera presencial.

Entrevistas, desarrollo de actividades participativas y consolidación de mesas de trabajo (Fase 3): La metodología utilizada fue cualitativa y participativa, y considera las siguientes técnicas: entrevistas semiestructuradas, reuniones, y talleres y cartografías participativas. Una vez identificado un primer conjunto de colaboradores clave, se les entrevistó individualmente para conocer en profundidad su perspectiva sobre el sistema humedal Calabozo y Quiñenco. De este modo, se conversó con ellas y ellos respecto del estado de conservación del ecosistema mencionado, junto a sus principales atributos y amenazas. A su vez, se realizaron reuniones con actores claves de manera puntual para continuar la conversación entorno a antecedentes territoriales e iniciativas impulsadas por los grupos de actores del territorio. Mientras se realizó este trabajo simultáneamente se complementó el listado de actores clave, que posteriormente también fueron entrevistados.

Luego, se consolidaron mesas de trabajo con las cuales se realizó cuatro talleres participativos que propiciaron el dialogo con el fin conocer los planteamientos de las y los diversos actores, registrar sus reflexiones y expectativas sobre esta área de conservación y elaborar cartografías colectivas. En estas instancias fue posible informar, analizar y discutir diversos temas que se encuentran en el alcance del estudio y fueron instancias fundamentales para recabar antecedentes territoriales e identificar las iniciativas impulsadas por los grupos de actores en el territorio. En este sentido, la metodología fue inclusiva y participativa, favoreciendo el diálogo y encuentro entre las diversas propuestas, en orden de fortalecer la gobernanza ambiental local. Estas instancias se desarrollaron a través de las plataformas virtuales Google Meet y Notebookcast. Los antecedentes recogidos fueron basales para la elaboración de la propuesta de Plan de conservación y restauración del

sistema del humedal Calabozo y Quiñenco. Este trabajo fue desplegado a lo largo de los 8 meses de ejecución del proyecto, con una campaña a terreno en marzo del año 2022. El detalle de las actividades realizadas se presenta en la Tabla 11. Y fotografías del registro de los talleres en el Anexo 1.

Tabla 11. Lista de entrevistas y actividades de participación ciudadana realizadas

| Organización representada o persona entrevistada | Fecha | Tipo actividad |
|---|--------------|-----------------------|
| Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel, | 29-10-2021 | Reunión Telemática |
| Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel, Consejo para la Recuperación Ambiental de Coronel (CRAS), Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío (ESSBIO), Seremi de Medio Ambiente de la Región de Biobío, de la Dirección de Medio Ambiente | 26-11-2021 | Reunión Presencial |
| Comité Ambiental Andalicán | 14-12-21 | Reunión Telemática |
| Forestal Arauco | 31-01-22 | Reunión Telemática |
| Comité de Adelanto y Protección Escuadrón | 25-02-22 | Entrevista Telemática |
| Forestal Arauco | 07-02-22 | Entrevista Telemática |
| Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel | 07-02-22 | Reunión Telemática |
| Comité de Adelanto y Protección Escuadrón | 25-03-22 | Reunión Presencial |
| J.T. (Parcelero Escuadrón) | 25-03-22 | Entrevista Presencial |
| L.F. (Vecino Calabozo) | 25-03-22 | Entrevista Presencial |
| J.N. (Vecino Calabozo) | 25-03-22 | Entrevista Presencial |
| M.A. (Vecina Calabozo) | 25-03-22 | Entrevista Presencial |
| Junta de Vecinos Calabozo Bajo | 25-03-22 | Entrevista Presencial |
| Comité Ambiental Andalicán | 26-03-22 | Reunión Presencial |
| R.R. (Vecina Calabozo) | 26-03-22 | Entrevista Presencial |
| Comunidad mapuche Huenullanca | 26-03-22 | Entrevista Presencial |
| J.T. (Parcelero Escuadrón) | 26-03-22 | Entrevista Presencial |
| Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel | 11-04-22 | Reunión Telemática |
| Comité de Defensa de Humedales, Esteros y Lagunas de Escuadrón | 11-04-22 | Reunión Telemática |
| Reunión de organizaciones ambientales de Coronel | 23-04-22 | Taller Telemático |
| Junta de Vecinos La Peña | 02-05-22 | Reunión Telemática |
| Dirección General de Aguas, Región del Biobío | 05-05-22 | Entrevista Telemática |
| Departamento de Medio Ambiente, I. Municipalidad de Coronel | 16-05-22 | Reunión Telemática |
| Juntas de Vecinos Humedal Urbano Paso Seco: Paso Seco 4, Parque Cousiño 2, Paso Seco1, La Peña 2, La Peña 1, La Peña 3, Peña Sur, entre otros. | 19-05-22 | Taller Telemático |
| Comité Ambiental Andalicán | 25-05-22 | Reunión Telemática |
| P.C., M.R. y G.P. (Vecinas sector Calabozo) | 26-05-22 | Entrevista Telemática |
| Agrupación de Parceleros Escuadrón | 03-06-22 | Taller Telemático |
| Comunidad mapuche Huenullanca | 03-06-22 | Reunión Telemática |
| Reunión con representantes de ESSBIO, CMPC y Arauco | 09-06-22 | Taller Telemático |
| Reunión con Luis Sanchez de Fundo Cantarrana | 01-6-22 | Entrevista Presencial |

Fuente: Elaboración propia

Presentación propuesta para la conservación y protección del Humedal Calabozo y validación final (Fase 4): Acorde a las entrevistas y talleres sostenidos a lo largo del proceso de participación se realiza una propuesta de conservación y restauración del sistema del humedal Calabozo y Quiñenco, la cual es posteriormente valida con los múltiples actores involucrados.

Etapa 3. Desarrollo de propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

Para el desarrollo de la propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, se consideró la información primaria y secundaria levantada y sistematizada en la etapa 1., y en el proceso de gobernanza presentado en la Etapa 2. A su vez, destacar que dicha propuesta se basó en el marco jurídico y estratégico internacional, nacional, regional y local (leyes, políticas públicas, recomendaciones, instrumentos vigentes, etc.), de manera de asegurar su factibilidad.

Además, relevar que la propuesta tiene como base los lineamientos de la Restauración del Paisaje Forestal (FLR) y los Estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica establecidos por la Sociedad de Restauración Ecológica (SER) (McDonald et al. 2016), y tiene como referente diversas metodologías: 1. Metodología de Estándares Abiertos para la Conservación (CMP, 2013); 2. Guía sobre la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM) (Maginnis et al., 2014); 3. Estándares Internacionales para la práctica de la Restauración Ecológica (McDonald et al., 2016); 4. Guía metodológica para la formulación de objetivos y estrategias de restauración de Vargas (2007) y 5. Experiencias nacionales: Plan de Restauración socio-ecológica del Santuario de la Naturaleza Quebrada de La Plata (Pérez et al., 2018), Plan de Restauración del Parque Nacional Torres del Paine (Aravena et al., 2012) y Propuesta de Plan de Restauración para la cuenca del Lago Lanalhue (Claramunt, 2021). En este contexto, la propuesta se estructuró en los siguientes elementos:

- Objetivos del Plan
- Oportunidades y amenazas para la restauración
- Estrategia del Restauración
- Líneas estratégicas
- Áreas prioritarias a restaurar
- Pilotos de conservación y restauración.
- Recomendaciones finales

Los Objetivos del Plan, Oportunidades y amenazas para la restauración, Estrategia del Restauración y Líneas estratégicas, se propusieron integrando la información bibliográfica, la información levantada en terreno y la información generada a partir del proceso de gobernanza con los actores territoriales.

La evaluación en campo, consistió en establecer preliminarmente Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs), utilizando como referencia las metodologías de Bonacic et al. (2010) y Pérez et al. (2011). Las UTHs son polígonos del paisaje, cuyas características de tipo y condición del

ecosistema las hacen diferenciables de su entorno (Pérez et al., 2011). Dichas unidades se establecen a partir de los resultados de los análisis remotos, el levantamiento de líneas bases y la evaluación en campo realizada entre el 23 y 27 de noviembre, del 3 al 6 de marzo y el 29 y 30 de mayo.

En base a esta información y tomando en cuenta la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM) de Maginnis et al., (2014), se establecieron los criterios para realizar la priorización de áreas de conservación y restauración. Dichos criterios se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12. Criterios, indicadores y valoración para la priorización de áreas en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

| Criterios para priorización de áreas a conservar | Indicador | Valoración |
|--|---|-------------------|
| Criterio asociado a la protección del recurso hídrico | Humedal léntico | 1 |
| | Cursos de agua | 1 |
| | Espejo de agua | 1 |
| Criterio asociado a la conservación de la biodiversidad | Presencia de especies amenazadas | 1 |
| | Ecosistema amenazado | 1 |
| | Hábitat para especies indicadoras | 1 |
| | Presencia de fragmentos remanentes de bosque nativo, matorral y pajonal | 1 |
| | Tamaño de fragmento remanente mayor a 3 ha | 1 |
| | Pertenece a la cordillera de Nahuelbuta | 1 |
| | Área de amortiguación | |
| Criterio asociado a la participación | Áreas de valor cultural. | 1 |
| | Interés de la comunidad en conservar o restaurar el lugar | 1 |
| Criterios para priorización de áreas a restaurar | Indicador | Valoración |
| Criterio asociado a la degradación de ambientes acuáticos | Hipereutrofia | 1 |
| | Disminución abrupta de nivel de agua | 1 |
| Criterio asociado a la degradación de ambientes terrestres | Fragmentación dentro del área | 1 |
| | Vegetación ripariana y áreas de protección mayormente degradada o ausente | 1 |

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, la valoración para la priorización de áreas a conservar, fue correspondiente a la suma de los indicadores presentes en cada UTH, y la valoración para la priorización de áreas a restaurar, la suma de la priorización de áreas a conservar con los criterios de restauración.

Finalmente, se propusieron 3 pilotos, para esto se consideraron las áreas de mayor prioridad de restauración y que estas fuesen factibles. Además, cabe destacar que las áreas propuestas fueron validadas a través del proceso de gobernanza. Los pilotos contemplan una zonificación preliminar, la descripción de las acciones a implementar y un plan operativo preliminar.

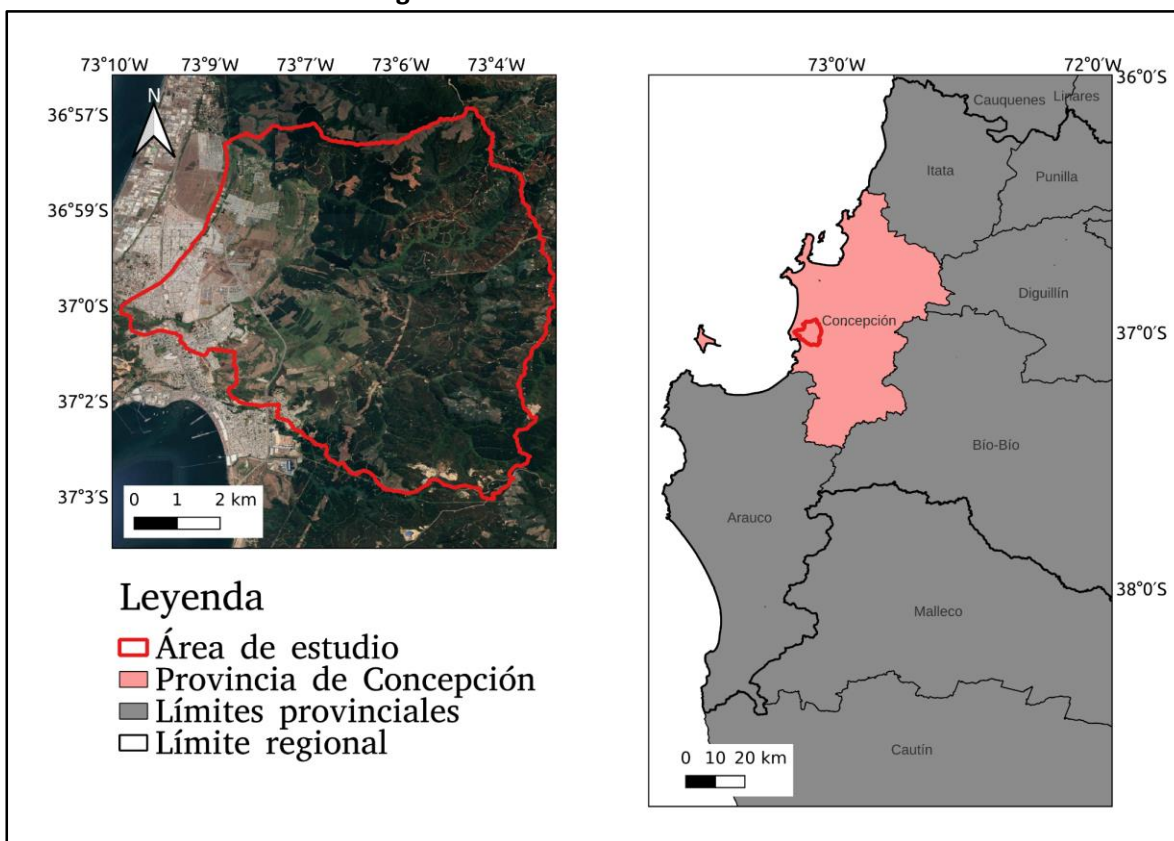
RESULTADOS

Etapa 1. Recopilación y sistematización de información

Antecedentes administrativos y características generales de sistema humedal Calabozo y Quiñenco

La comuna de Coronel pertenece a la Provincia de Concepción, Región del Biobío. Se encuentra ubicada entre los meridianos 74° y 72° de Longitud Oeste y los paralelos 39° y 38° de Latitud Sur. 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 portuario industrial de esta región (I. Municipalidad de Coronel, 2012). El área de estudio es un conjunto de tres cuencas costeras inmersas dentro de la comuna, entre los 36°57' y 37°3' latitud sur, y entre los 73°3' y los 74° longitud oeste, con una extensión 73 km² aproximadamente. En la Figura 3. se puede apreciar la ubicación geográfica del área de estudio.

Figura 3. Ubicación área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Estas cuencas, se encuentran localizadas en la vertiente occidental de la cordillera de Nahuelbuta, en la región de Biobío, frente a la ciudad de Coronel, y dan origen a múltiples ecosistemas acuáticos que dependen de las precipitaciones, conformando una red hídrica que drena desde zonas cordilleranas hacia extensos valles de baja pendiente y altitud, a través de pequeños cursos de agua, arroyos, canales y zonas de inundación. En el sistema destacan principalmente el humedal Calabozo, laguna Quiñenco, humedal Escuadrón y humedal Paso seco, y sus afluentes y efluentes, los cuales finalmente confluyen en el estero Villa Mora y desembocan en el Santuario de la Naturaleza Boca Maule. En su conjunto esta red de humedales es de gran relevancia en la: 1.- Provisión de agua para el consumo humano, 2.- Conservación del acuífero y aporte como receptor y controlador hidrológico de caudales provenientes de las cuencas, 3.- Conservación de la biodiversidad, y 4.- Valor paisajístico y belleza escénica.

El humedal Calabozo es el más extenso de la comuna de Coronel y entre los mayores del área metropolitana del Gran Concepción, se ubica exactamente entre los 36°59' y 37°2' latitud sur, 73°6' y 73°9' longitud oeste, y presenta una superficie estimada de 5,3 km². Este humedal se forma por una subcuenca homónima, la cual tienen una superficie de 2.096 hectáreas y un caudal de 0.398 m³/seg, conformando una compleja red de canales y humedales al oriente del By Pass, que luego se conectan al sistema hidrológico Yobilo-Maule (Ministerio de Obras Públicas, 2001). Cabe destacar 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, las cuales eran tradicionalmente destinadas al pastoreo y la agricultura. Estas actividades se acomodaban a la variación de los niveles de agua existentes a lo largo del año, creciendo durante la temporada húmeda (otoño-invierno) para retraerse durante el período seco. También se solía trabajar en la recolección de camarones de río. En la actualidad en el sector norte del humedal se desarrolla agricultura familiar campesina, cultivo de papas y habas, crianza de vacunos, lechería y apicultura. Además, en la zona central del humedal se desarrolla actividad forestal y al sur, Lechería. Ahora bien, el año '95 la construcción de la Ruta 160, que atravesó el acuífero y posteriormente, el año 2014, la intervención de estero Villa Mora, ocasionaron la transformación de la fisonomía del acuífero provocando acumulación de las aguas e inundaciones. Actualmente, existe una amplia variedad de condiciones dentro del humedal, áreas cubiertas de agua de manera temporal y/o permanente, áreas donde la capa freática se encuentra cercana a la superficie y áreas que han sido perturbadas y actualmente secas, las cuales pese a la intervención siguen siendo parte del sistema lacustre. Además, se reconocen 5 formaciones vegetacionales: pajonal, pradera, matorral, natantes y surmegidas, y bosque esclerófilo. De las cuales la formación vegetal 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. A sí mismo, es importante mencionar que existen fragmentos de vegetación arbórea en los bordes del humedal y en islas. En total se registran 11 especies de flora endémicas, 60 nativas, incluyendo las anteriores, y 59 especies exóticas en el área. Además, 72 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 3 son introducidas, 3 se encuentran en categoría de amenaza: El Cisne cuello negro (*Cygnus melanocorpus*) en Peligro de extinción, Rana chilena

(*Calyptocephalella gayi*) en categoría Vulnerable y el Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) Casi amenazada; y 3 son especies migratorias: Picaflor Gigante. (*Patagonas gigas*), Becacina (*Gallinago paraguaiiae*) y Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*) (Claramunt et al., 2021). Ahora, la evaluación de los diversos componentes bióticos en el humedal da cuenta de un alto grado de degradación, algunos aspectos relevantes son, por ejemplo, que las propiedades físicas y químicas del agua en el humedal Calabozo fueron en general desfavorables para la biota acuática, con altas concentraciones de nutrientes y clorofila, coliformes fecales, baja oxigenación, e incluso algunos sitios con concentraciones por debajo del mínimo apto para sostener la vida. Del mismo modo, se observa una alta proporción de especies exóticas de flora y escasos fragmentos de vegetación nativa remanente. Dicha condición se asocia a las múltiples amenazas presentes en el área, tales como la fragmentación del humedal por el paso de la Ruta 160, modificación de cauces, rellenos, actividad agropecuaria y forestales, y presión urbana (Claramunt et al., 2021).

Por otro lado, La laguna Quiñenco es un lago costero de agua dulce, localizado en el piedemonte de la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta, ubicado a 5 km al noreste de la ciudad de Coronel, en las coordenadas 36°59' de latitud sur, 73°07' de longitud oeste. Es uno de los principales ecosistemas lacustres locales y actualmente es uno de los reservorios de agua para el consumo humano más importantes de la comuna. Tiene una superficie estimada es de 0,29 km²—la laguna— y un volumen de 0,0009 km³ (I. Municipalidad de Coronel, 2012), con una longitud máxima de 1,1 km, una profundidad media de 3,0 m y una profundidad máxima de 6,1 m en su sector medio (Parra et al., 2003). El caudal superficial medio anual estimado para subcuenca de la laguna Quiñenco fue de 289 l/s, y de 595 l/s al sur de la laguna (DGA, 2016) Su origen obedece a la conformación de la llanura de sedimentación marina que obstruyó los desagües naturales de las subcuencas occidentales de la Cordillera de Nahuelbuta (I. Municipalidad de Coronel, 2012), y en la actualidad, se ve fuertemente afectado por la entrada de sólidos en suspensión debido a la erosión de la cuenca de drenaje, mostrando una condición moderada de calidad de agua, así como una baja abundancia fitoplanctónica (Parra et al. 2003). A su vez, respecto de su nivel de trofía, cabe señalar que presenta un carácter distrófico, producto del material particulado orgánico y probablemente una importante concentración de material húmico (Parra et al. 2003, Parra et al. 2005). A su vez, es utilizado como balneario por las personas de la comuna.

El humedal Escuadrón es un área de inundaciones y anegamiento por lluvias y desbordes de ríos y canales, donde, el curso superficial de agua escurre de forma errática, generando bolsones de inundación temporales, que luego tributan hacia la desembocadura de la laguna Quiñenco. Este humedal proviene del valle norte del área de estudio, el cual además de originar el humedal Escuadrón da origen al estero lagunillas, el cual nace a la altura de la Medialuna del Club de Rodeos Coronel y se emplaza en una trayectoria Noreste – Suroeste, descargando sus aguas en el Estero Maule a la altura de la Circunvalación Juan Antonio Ríos. Cabe destacar que esta es un área con una fuerte intervención urbana, sobre todo respecto del desarrollo inmobiliario y relleno, y que el estero lagunillas es de relevancia para el desagüe de los colectores de aguas lluvias de las poblaciones aledañas.

El humedal Paso seco, está conformado por el estero Villa Mora y la sección poniente del humedal Calabozo, dividida por la Ruta 160, de manera que corresponde al área de confluencia de la laguna Quiñenco y el humedal Calabozo. El humedal tiene una superficie de 145,12 hectáreas y en particular el estero Villa Mora una longitud aproximada de 6.614 metros, siendo uno de los esteros más relevantes en la comuna (I. Municipalidad de Coronel, 2021). Este ecosistema es conocido por

varios nombres: estero Villa Mora, La Peña, Estero La Mora, Estero El Puente de Palo, Estero Maule, pues su nombre varía a lo largo de su curso. Hasta el año 2011 se consideraba aún un río - de carácter rural, donde pastaba el ganado y se podía pescar. En ese entonces era significativa la presencia de pajonales que servían para la anidación de diversas aves.

El sector sur del humedal continúa siendo un área dominada por vegetación hidrófila y pajonal, con presencia de uno de los espejos de agua de mayor tamaño del sistema humedal y una zona inundada de manera permanente, siendo un área de valor para la conservación, de valor recreacional, paisajístico, belleza escénica y avistamiento de aves (Claramunt et al., 2021). El humedal Paso seco se emplaza en una antigua terraza marina que data del Pleistoceno-holoceno, de manera que el área fue moldeada por sucesivas regresiones marinas, las cuales fueron generando la planicie costera. Por su parte, la llanura se origina por elementos depositacionales de origen marino fluvial, provenientes de rocas volcánicas andesítico-basáltico, movilizadas por el Río Biobío y posteriormente depositadas en el interior de la Bahía formando camellones que obstruyen los drenajes, y dan origen a las llanuras Calabozo y Lagunillas. Además, cabe destacar que esta área se encuentra contigua a la unidad geológica formación Curanilahue, representada por el cerro Yobilo, unidad reconocida por la existencia de mantos de carbón superficiales, utilizadas para la extracción artesanal de carbón (I. Municipalidad de Coronel, 2021). Actualmente, el estero Villa Mora se encuentra parcialmente canalizado y ha evidenciado diversas intervenciones tales como rellenos y urbanización. De hecho, ha sido calificado en “mal” estado de conservación por parte del Ministerio de Medio Ambiente, ya que se trata de un ecosistema fuertemente fragmentado, tanto por la Ruta 160, además de la instalación de industrias y numerosas viviendas (2018b).

Actualmente, el humedal Paso seco y humedal Escuadrón-Laguna Quiñenco, fueron declarados humedales urbanos, de acuerdo a la Ley N°21.202. Mientras que el humedal Calabozo se encuentra en proceso de declaración. Estas acciones son de suma importancia para asegurar la conservación efectiva del sistema humedal y comenzar un proceso de puesta en valor y restauración a escala de paisaje y de largo plazo. En la Figura 4. se presentan fotografías de los humedales que componen el sistema y en la Figura 5 la distribución del sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

Por otro lado, dentro del área, se identifican zonas de alta susceptibilidad de inundaciones por desborde de cauce, entre las cuales destaca especialmente el estero Lagunillas y Villa Mora, por su cercanía a áreas pobladas (I. Municipalidad de Coronel, 2021b), En la Figura 6. la distribución de dichas áreas.

Finalmente destacar que, en términos de propiedad, las playas que rodean a la laguna Quiñenco y estero Villa Mora forman parte de Bienes Nacionales de Uso Público, según el artículo 1° N° 30 del Decreto Supremo N° 2 de 2006 del Ministerio de Defensa Nacional. A su vez, destaca que la Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío (ESSBIO) administra el área asociada a la laguna Quiñenco y se identifican dos grandes propietarios privados en torno a la laguna Quiñenco, la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC) y Arauco. A su vez, en el sector oeste del humedal se identifican un grupo de propietarios privados denominados “parceleros de Escuadrón” (I. Municipalidad de Coronel, 2021a), y en la desembocadura de la Laguna Quiñenco y humedal Paso seco los propietarios son privados. En términos de propiedad el humedal Calabozo pertenece a cerca de 27 propietarios, siendo la Agrícola del Sur S.A. y Fundo Cantarrana, quienes cuentan con una mayor superficie del área (Claramunt et al., 2021).

Figura 4. Fotografías de los humedales que componen el sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Humedal Calabozo



Humedal Paso seco,
estero Villa Mora



Humedal Paso seco,
área de confluencia
del humedal
Calabozo, al poniente
de Ruta 160



Humedal Paso seco,
área de confluencia
del humedal Calabozo
y laguna Quiñenco



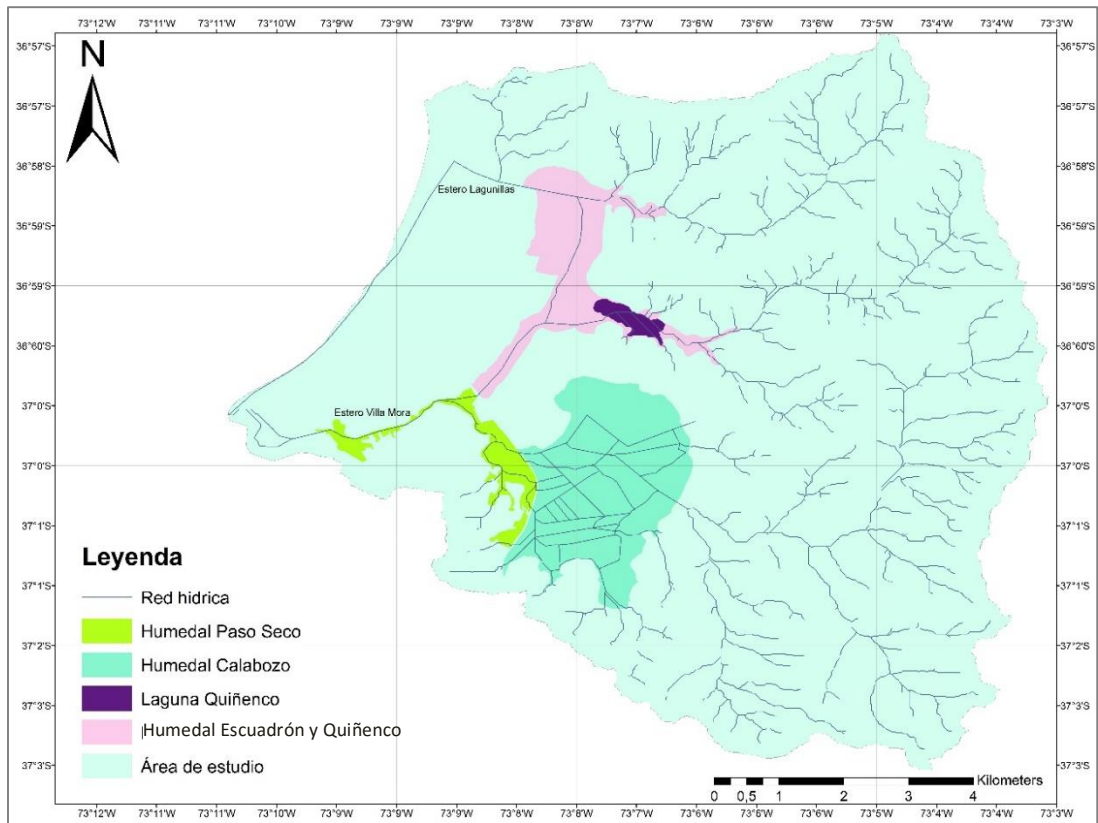
Estero Lagunillas



Laguna Quiñenco

Fuente: Elaboración propia.

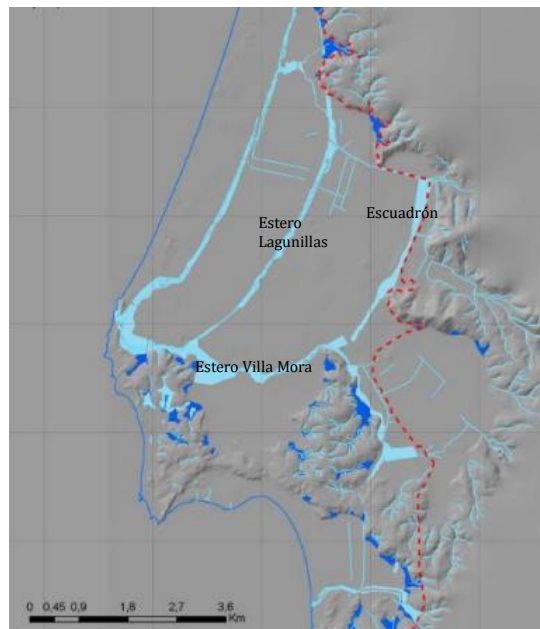
Figura 5. Distribución del sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Zonas de Alta Susceptibilidad de Inundación por desborde de Cauce en el sistema Calabozo y Quiñenco

(Celestre: Inundaciones por desborde de cauces, azul: flujo de detritos y/o barro, rojo: límite urbano)



Fuente: Modificado en base a I. Municipalidad de Coronel (2021)

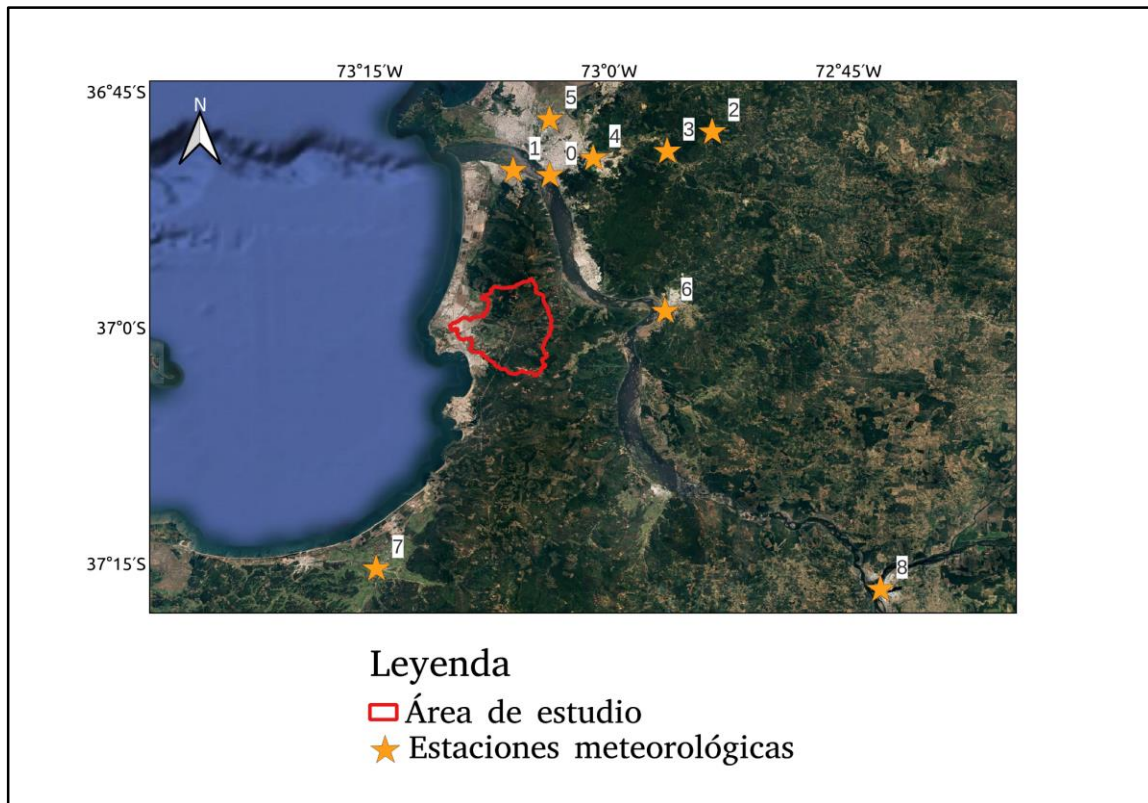
Antecedentes Biofísicos

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 zona de estudio no existen estaciones meteorológicas oficiales. Por lo que se analizan las temperaturas y precipitaciones de nueve estaciones que se encuentran en las cercanías. En la Figura 7. se aprecia la ubicación y el número identificador de las estaciones, mientras que en la Tabla 13. se presenta: el número identificador, nombre, fuente y los datos que se obtuvieron de cada una de las estaciones meteorológicas.

Figura 7. Estaciones meteorológicas analizadas.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Estaciones meteorológicas

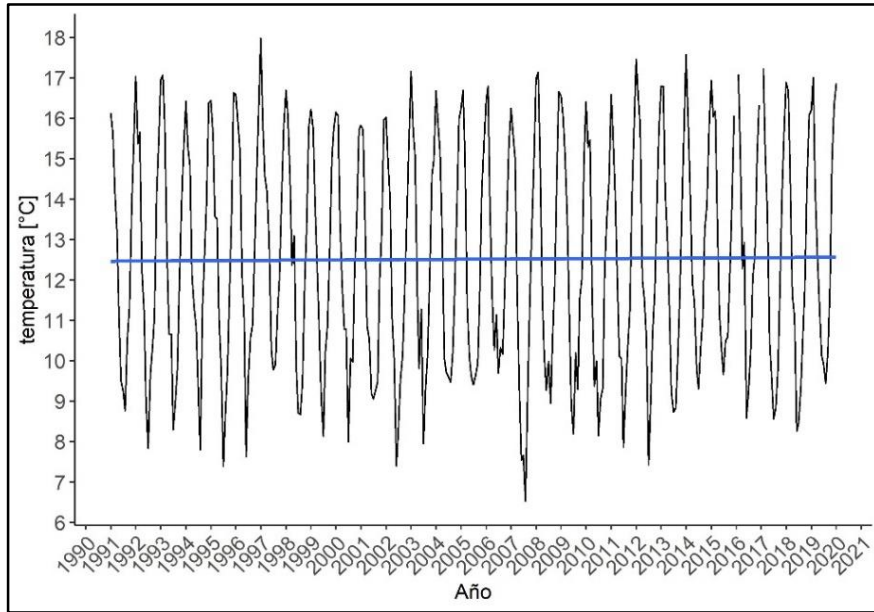
| N° identificador | Nombre estación | Fuente | Datos |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------------------|
| 0 | Río Biobío en desembocadura | DGA | Precipitación |
| 1 | Concepción DGA | DGA | Precipitación |
| 2 | Las pataguas | DGA | Precipitación |
| 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 8. 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.

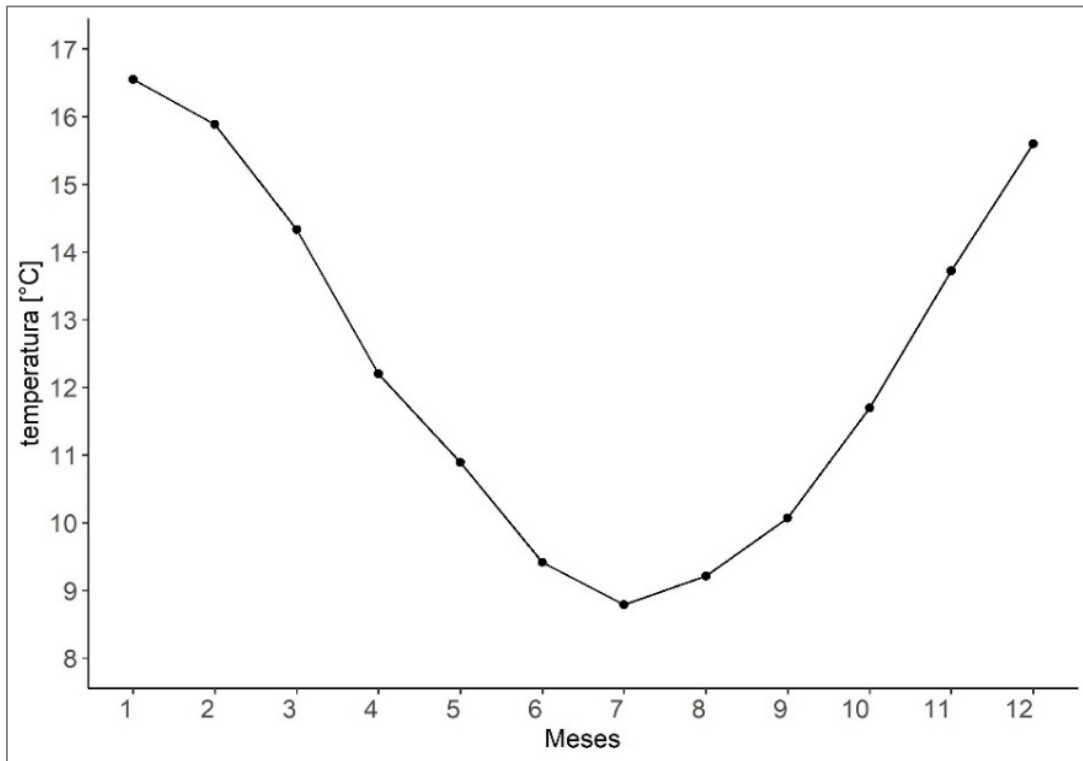
Figura 8. Temperatura media mensual de los últimos 30 años (línea de tendencia en celeste).



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 9. 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 9. Promedio histórico mensual de temperaturas.

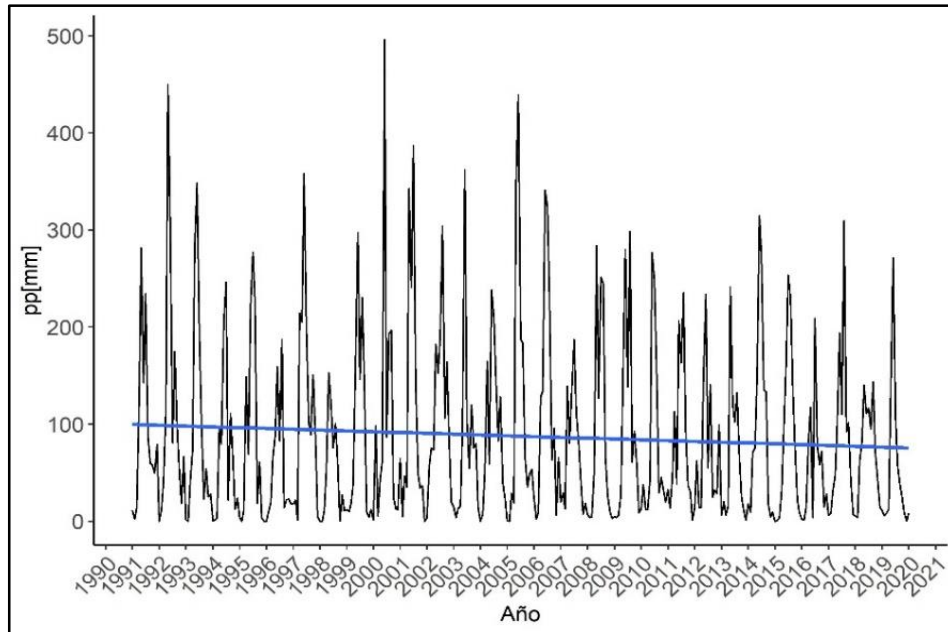


Fuente: Elaboración propia.

Precipitaciones

En la Figura 10. 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 10. Precipitación media mensual de los últimos 30 años (línea de tendencia en

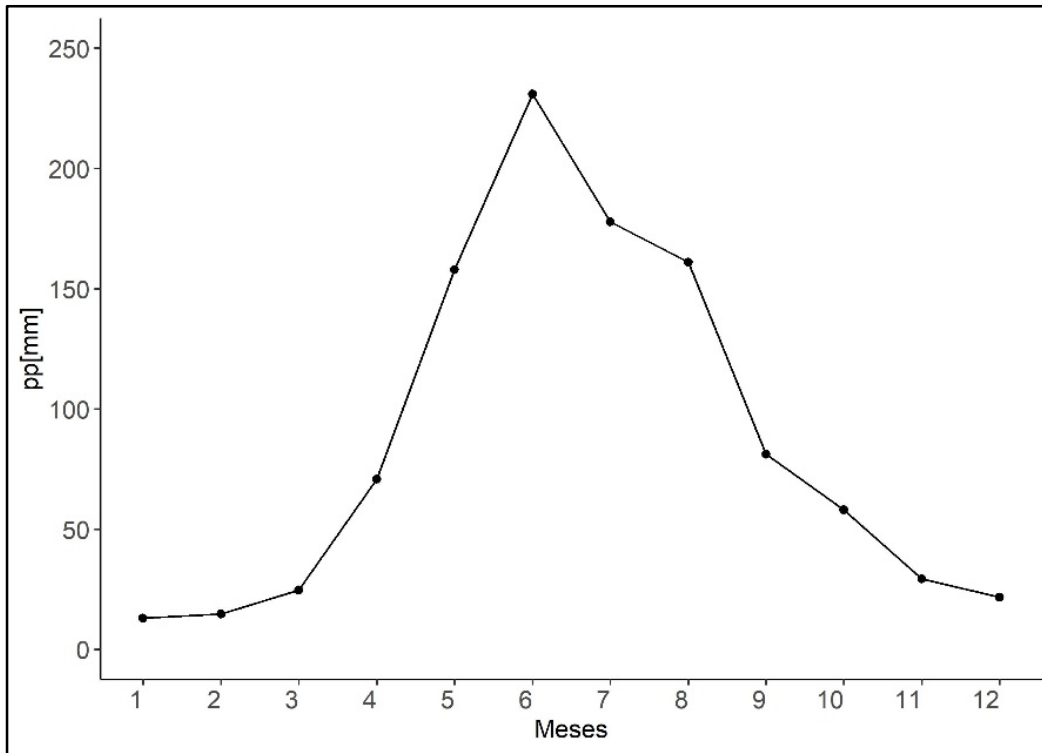


celeste).

Fuente: Elaboración propia.

Las precipitaciones medias mensuales históricas se pueden observar en la Figura 11. 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 11. Promedio histórico mensual de precipitaciones.



Fuente: Elaboración propia.

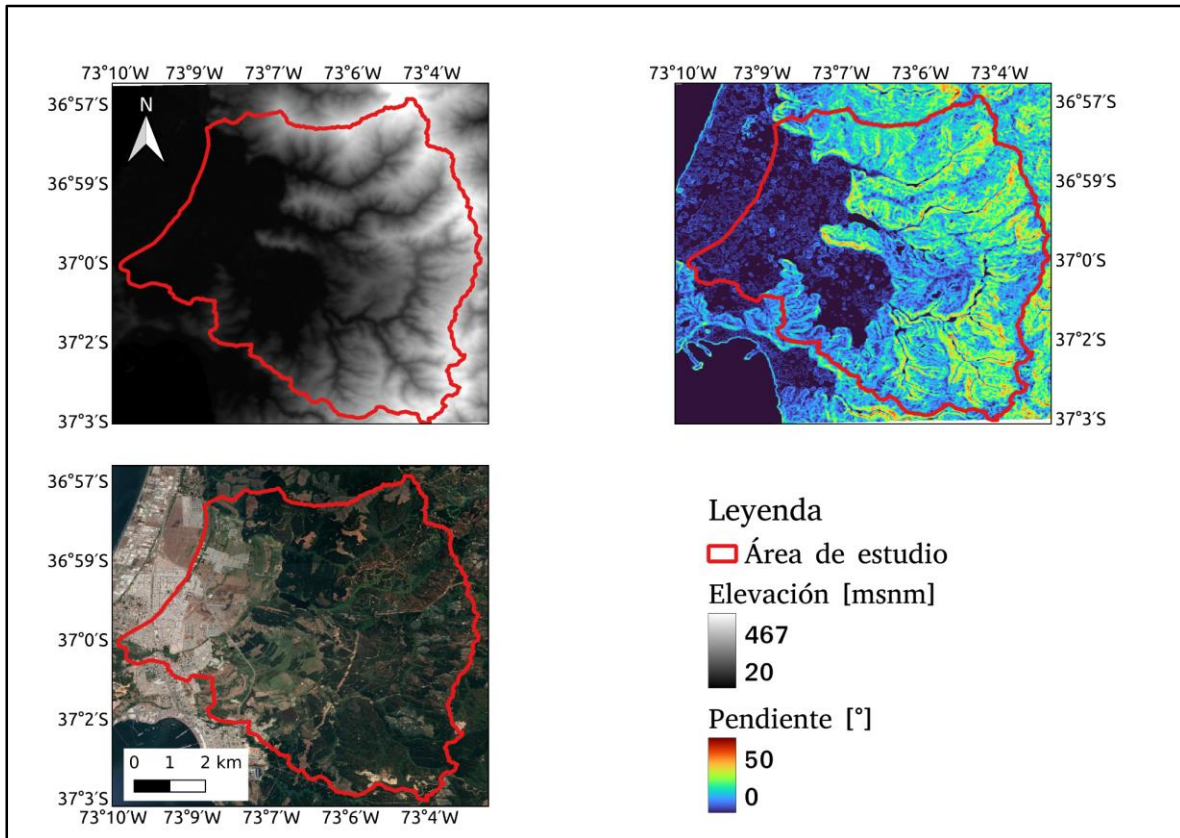
Fluviometría y morfometría

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 que prescindir de estos datos.

Sin embargo, cabe destacar que el sistema humedal Calabozo es parte del sector hidrogeológico denominado Coronel Sur, el cual se emplaza en la cuenca del estero Villa Mora y se distribuye homogéneamente hasta el norte de Coronel, con profundidades del basamento cercanos a los 400 metros (DGA, 2016). La principal recarga del acuífero son las precipitaciones, de manera que se estima una recarga de 61 l/s en el área cordillerana y 158 l/s en la parte baja, además de una infiltración de 149 l/s y una recarga lateral por Flujo de 64 l/s (DGA, 2016; DGA, 2018).

Por otro lado, en la Figura 12. se aprecian 2 variables morfométricas de la zona de estudio, el modelo digital de elevación muestra que la altitud del área varía entre los 20 y 467 msnm, con pendientes que van desde 0° a 50°, las pendientes más abruptas se encuentran en las partes altas de los valles y destaca la cuenca sur, la cual presenta las quebradas con mayores pendientes del área de estudio. Además, se observa la existencia de 3 grandes valles, en los cuales los esteros fluyen sub-superficialmente y en zonas inundadas hacia las zonas planas, dando origen al humedal Calabozo, Quiñenco, Escuadrón y paso seco que finalmente desembocan en Boca Maule. De norte a sur, el primer valle lo nombraremos Valle Escuadrón, el segundo Valle asociado a Laguna Quiñenco, y los otros tres, Valles asociados a humedal Calabozo. Además, destaca la existencia de microcuencas ubicadas al noroeste del sistema, aportantes al estero lagunillas, y microcuencas ubicadas al sur del sistema, afluentes del humedal Calabozo.

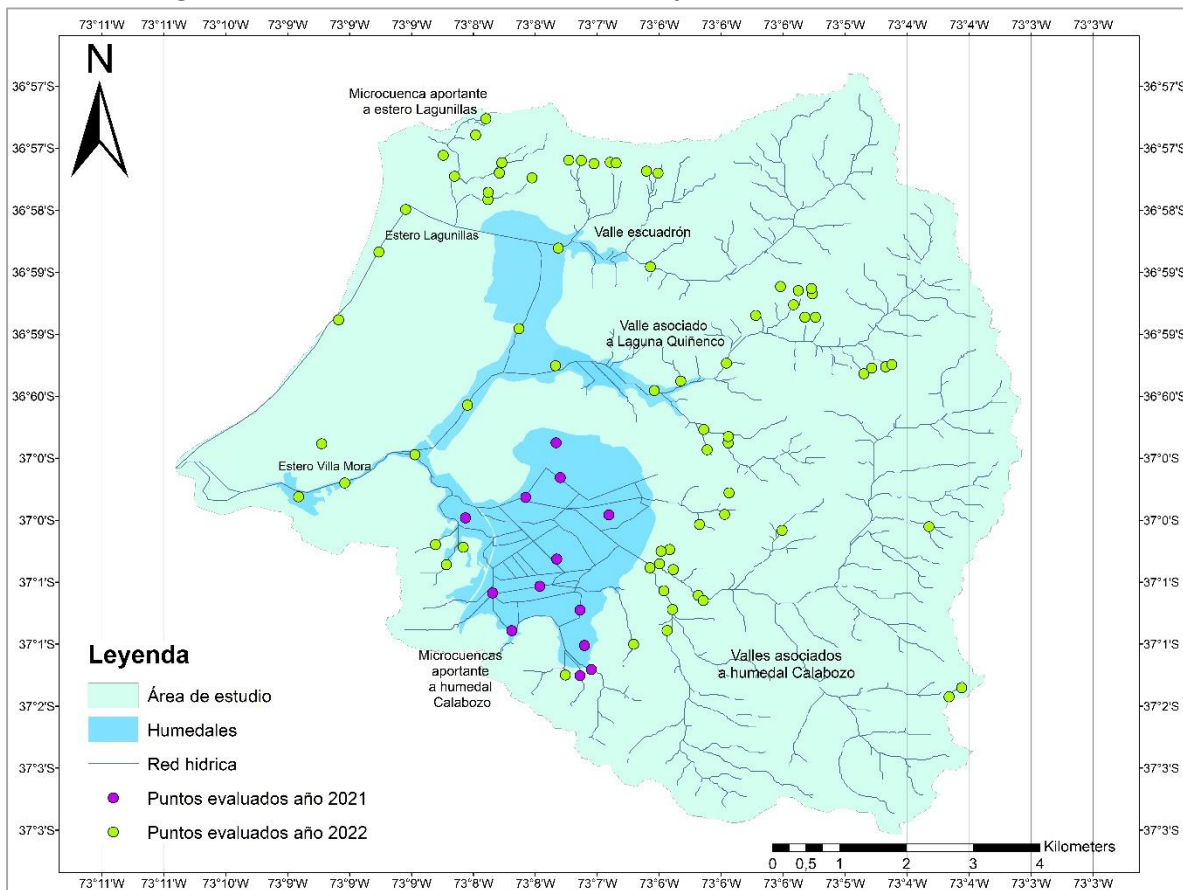
Figura 12. Geomorfometría del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13. se presenta la red hídrica generada para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco a partir del modelo digital de elevación y posteriormente validada en campo. Esta es una primera aproximación que permite apreciar los principales cursos de agua que aportan a los humedales, identificar los valles aportantes, las nacientes y la conexión que existente entre las zonas altas y áreas planas. Es necesario destacar que el análisis del comportamiento de la red hídrica en áreas planas y nacientes se vio dificultado través del uso exclusivo de técnicas de análisis remoto, por lo que fue necesario incluir información de terreno para generar una base de datos precisa.

Figura 13. Red hídrica del área de estudio, y áreas evaluadas en terreno.



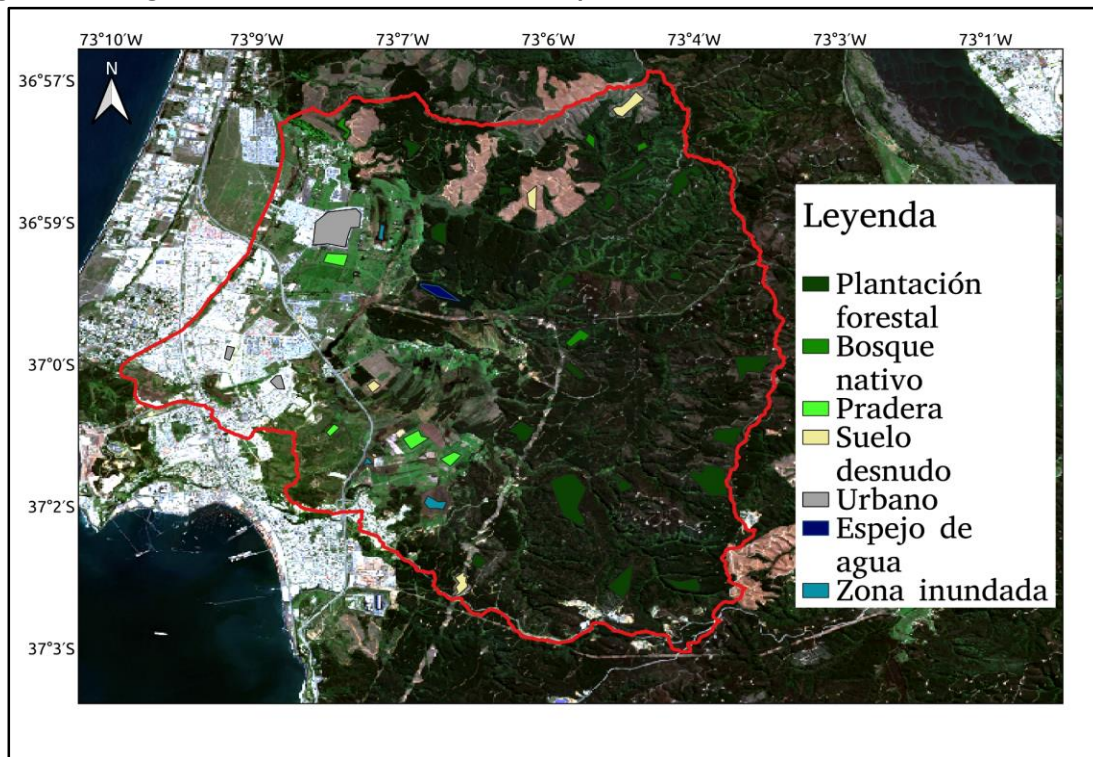
Fuente: Elaboración propia tomando en consideración Claramunt et al., (2021)

Análisis remotos

Entrenamiento del modelo: La disponibilidad de imágenes satelitales del sensor Sentinel-2 con menos del 10% de cobertura con nubes en el área de estudio entre el período 2017-2021 fue de 20 imágenes y las fechas las fechas de las imágenes, las siguientes: 2017-01-19, 2017-10-21, 2017-12-25, 2018-01-29, 2018-02-13, 2018-11-25, 2019-01-29, 2019-02-13, 2019-09-21, 2019-11-30, 2020-01-29, 2020-02-28, 2020-09-20, 2020-10-30, 2020-11-09, 2020-12-24, 2021-01-23, 2021-02-27, 2021-03-09, 2021-10-05.

La imagen que se utilizó como referencia para el entrenamiento del modelo fue la obtenida el día 2021-10-05, los polígonos espaciales para extraer información del *brick* de rasters para esa fecha en particular se muestran en la siguiente Figura 14. Es necesario recalcar que los diferentes usos de suelo que se identificaron en el área de estudio y que se logran diferenciar entre ellos en base a este método de modelación son los siguientes: Plantación forestal, Bosque nativo, Pradera, Suelo desnudo, Urbano, Espejo de agua, Zona inundada. En la siguiente Figura se observan los polígonos de entrenamiento utilizados para la imagen obtenida el día 2021-10-05.

Figura 14. Polígonos de entrenamiento utilizados para construcción del modelo *Random Forest*.



Fuente: Elaboración propia

Las variables predictoras seleccionadas para la construcción del modelo son Band 1, Band 9, NDWI, GNDVI, DEM y Pendiente. Es interesante notar que el modelo incorpora índices topográficos en las variables predictoras, lo que claramente da un indicio de que la geo-morfometría del área es un factor muy relevante al momento de definir el uso que se le ha dado a las distintas zonas del área de estudio.

Validación del modelo: La validación del modelo con método *bootstrap* en base a 500 iteraciones entregó buenos resultados en cuanto a la concordancia entre los usos de suelo modelados versus los observados, dando una mediana del índice de Kappa de 0.98 entre el total de iteraciones, esto se considera una fuerza de concordancia casi perfecta (Cerde & Villarroel, 2008).

La Sensibilidad corresponde a la proporción de casos correctamente categorizados por el modelo, es decir la proporción de verdaderos positivos correctamente identificados, mientras que la Especificidad es la proporción de casos correctamente no categorizados con la categoría que no le corresponde, en otras palabras, es la proporción de verdaderos negativos que fueron correctamente identificados por el modelo (Bravo-Grau & Cruz, 2015). En resumen, mientras estos valores sean más cercanos o iguales a 1, quiere decir que el modelo tiene una mejor capacidad para clasificar los distintos usos de suelo.

A continuación, se presenta la Tabla 14. con los valores medianos obtenidos entre las 500 iteraciones para la Sensibilidad y la Especificidad de cada uno de las categorías (usos de suelo) que se utilizaron en la modelación como valores a categorizar.

Tabla 14. Resultados validación del modelo con 500 iteraciones

| Uso de suelo | Sensibilidad mediana | Especificidad mediana |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Plantación forestal | 0.99 | 0.97 |
| Bosque nativo | 0.79 | 0.99 |
| Pradera | 1.00 | 1.00 |
| Suelo desnudo | 1.00 | 1.00 |
| Urbano | 1.00 | 1.00 |
| Espejo de agua | 1.00 | 1.00 |
| Zona inundada | 1.00 | 1.00 |

Fuente: Elaboración propia

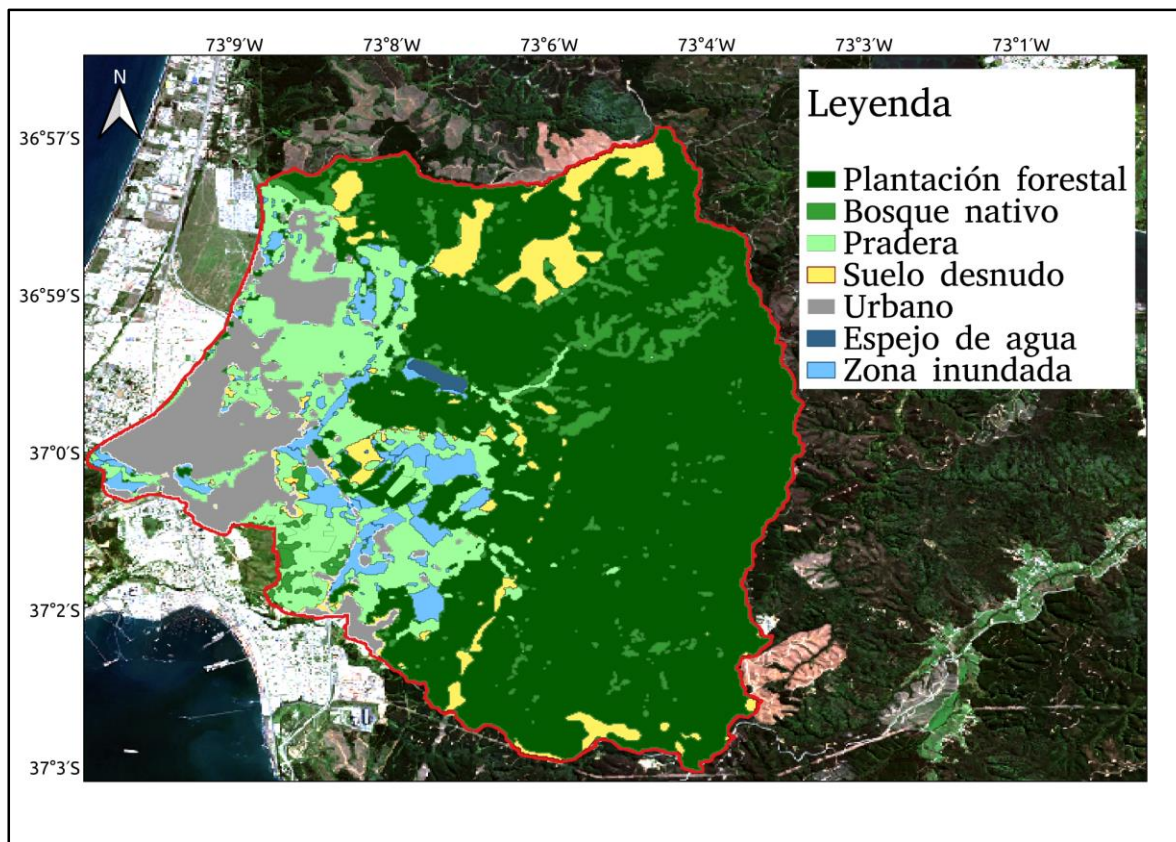
De esta tabla se puede desprender que en general el modelo tiene una alta efectividad de categorización en casi todos los usos de suelo, sin embargo, el que tiene peor rendimiento en cuanto a su sensibilidad es el uso de suelo denominado como Bosque nativo, lo que significa que esta categoría es la más compleja de identificar por el modelo.

Clasificación supervisada: En la Figura 15. se presenta el resultado final de la clasificación supervisada para la última imagen obtenida del satélite Sentinel-2. A simple vista se puede apreciar la predominancia del uso Plantación forestal en la zona oriente del área de estudio, como también de esta misma preponderancia en la zona occidente por el uso de suelo Urbano. Se puede apreciar también que la mayor parte de la zona “alta” tiene un uso forestal, mientras que la zona “baja” se reparte en su mayoría entre urbano, pradera y zona inundada, siendo evidente el rol de las variables topográficas en el uso de suelo.

En la Figura 16. se observa el porcentaje de cobertura de los distintos usos de suelo, es necesario aclarar que se omite la superficie utilizada por Espejo de agua, el cual es sólo la laguna Quiñenco (0,15 km²) ya que solo representa el 0,2% del territorio total.

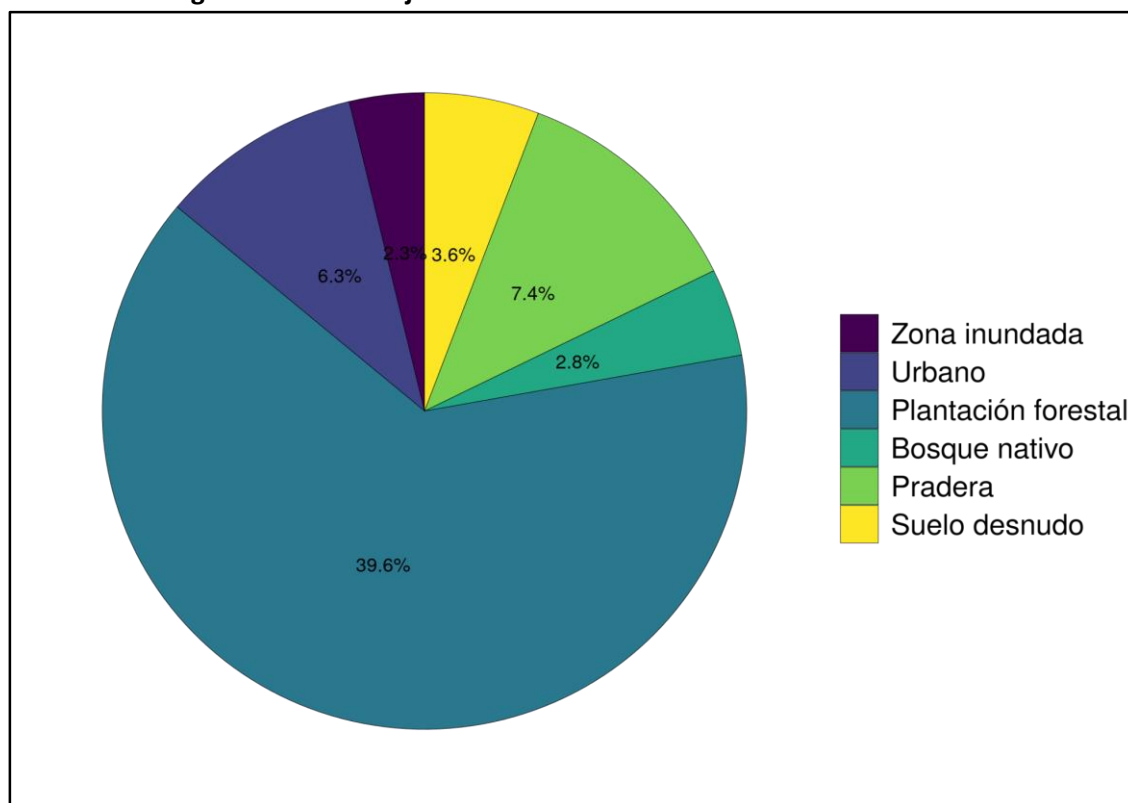
En este sentido, cabe destacar que el uso de Plantación forestal es la que predomina mayoritariamente en el sistema con una superficie aproximada de 4.394 hectáreas (39,6%), siguiéndole la Pradera con una superficie aproximada de 940 hectáreas (7,4%) y el uso Urbano, con una superficie aproximada de 716 hectáreas (6,3%). El bosque nativo, con una superficie aproximada de 326 hectáreas y zonas de humedal con 372 hectáreas, sólo representan el 2,8% y 2,3% respectivamente.

Figura 15. Resultado de la clasificación supervisada para la última imagen obtenida (2022-10-05) con modelo *Random Forest*.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Porcentaje de cobertura de los diferentes usos de suelo.

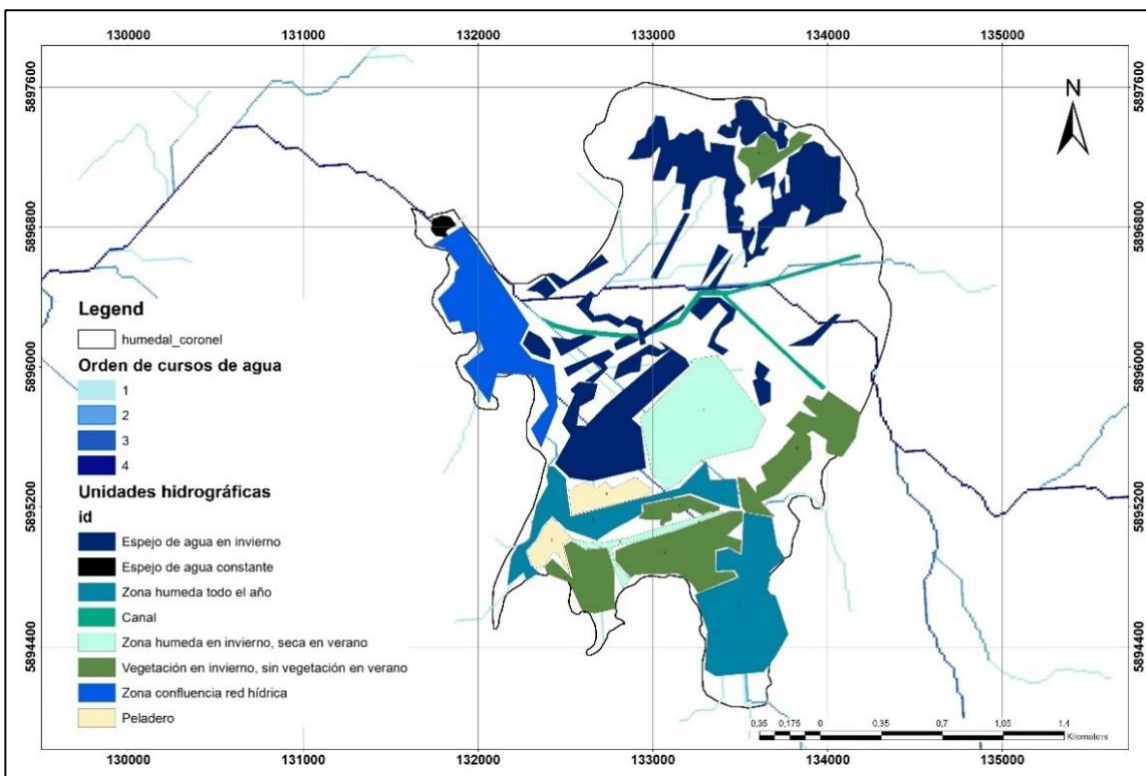


Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que el uso de suelo de Pradera es una cobertura bastante variable, presente generalmente en los meses de primavera y al inicio del verano, mostrando una máxima extensión luego de la temporada de lluvias, y una menor extensión en la época estival, por lo general este uso de suelo pasa a ser Suelo desnudo en aquellas zonas que no tienen cercanía a cuerpos de agua superficiales o subsuperficiales. En este sentido, cabe destacar los registros de Claramunt et al., (2021), que a partir del análisis de 137 imágenes satelitales del humedal Calabozo entre el año 1997 y el presente, que dan cuenta del comportamiento hidrológico que presenta el humedal, reconociendo 8 unidades con comportamiento hidrológico distinto, según se muestra en la Figura 17. Estas unidades son:

- Espejo de agua en invierno con 84 ha aproximadamente
- Espejo de agua constante de 1 ha aproximadamente
- Área de confluencia de la red hídrica del humedal de 30 ha aproximadamente
- Área húmeda en invierno y seco en verano de 34 ha aproximadamente
- Peladero de 10 ha aproximadamente
- Área de vegetación en invierno, sin vegetación en verano de 54 ha aproximadamente
- Zona húmeda todo el año de 49 ha aproximadamente
- Canal de riego de 7 ha aproximadamente.

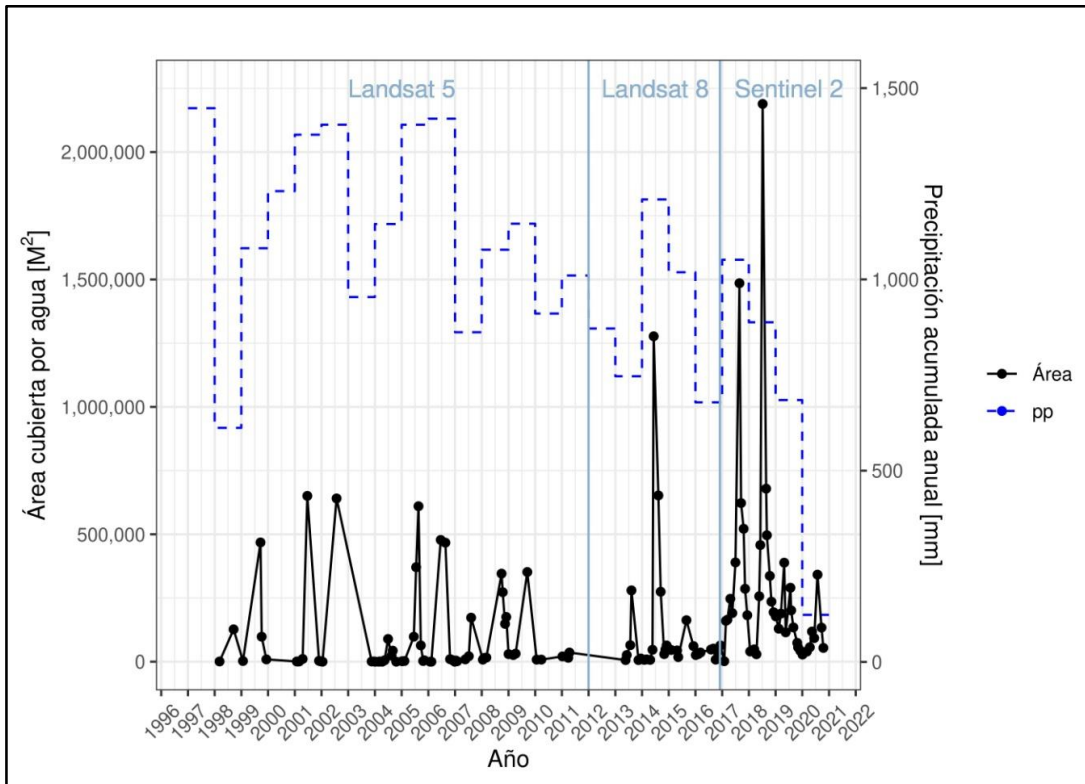
Figura 17. Unidades territoriales con comportamiento hidrológico similar en humedal Calabozo.



Fuente: Claramunt et al., (2021).

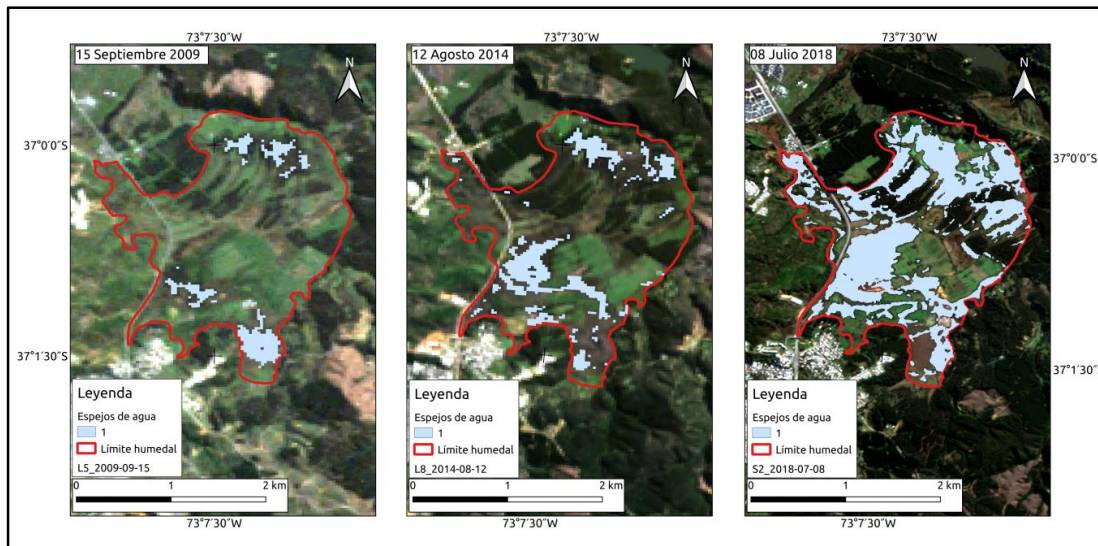
Ahora bien, este comportamiento hidrológico del humedal Calabozo se observa a partir del año 2014, producto de la canalización del estero Villa Mora que generó inundaciones en el área (> 1.000.000 m² de área cubierta por agua), independiente de la influencia pluviométrica. Lo anterior se puede apreciar en la Figura 18 y 19. Se estima una disminución drástica de 250.000 m² a 100.000 m² del área cubierta por vegetación ripariana asociada la estero a partir del año 2011 (Claramunt et al., 2021).

Figura 18. Área cubierta por espejos de agua en el humedal en comparación a precipitación acumulada anual (mm) desde 1996 a 2021.



Fuente: Claramunt et al., (2021).

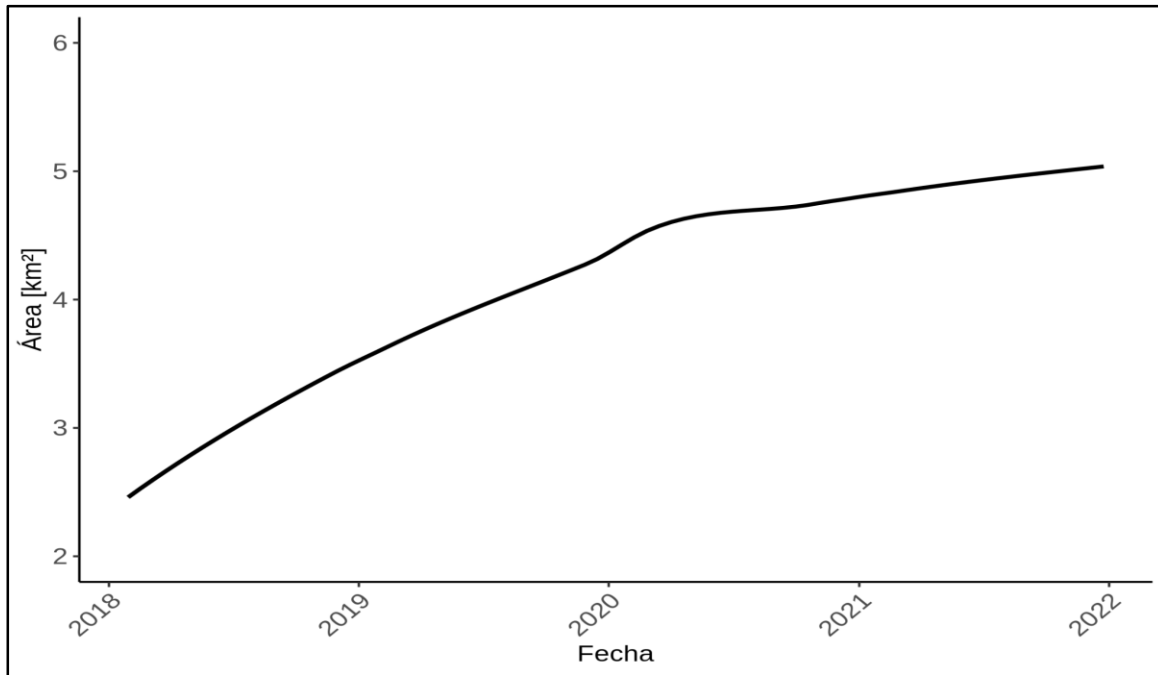
Figura 19. Comparación aumento espejos de agua en el humedal Calabozo 3 fechas en épocas similares para los años 2009, 2014 y 2018.



Fuente: Claramunt et al., (2021).

Aumento en la superficie urbana: El uso de suelo que tuvo un cambio significativo en el período analizado es el Urbano, presentando un aumento del 56% entre el 2018 y fines del 2021, lo que se traduce en un aumento de 1,77 km² pasando de 3,18 km² a 4,95 km² en 4 años. Como se aprecia en la Figura 20. Donde los años en que hubo mayor explosión de construcción inmobiliaria fue entre el 2018 e inicios del 2020, llegando a una tasa de aumento anual de 0,76 km² de cobertura por superficie urbana.

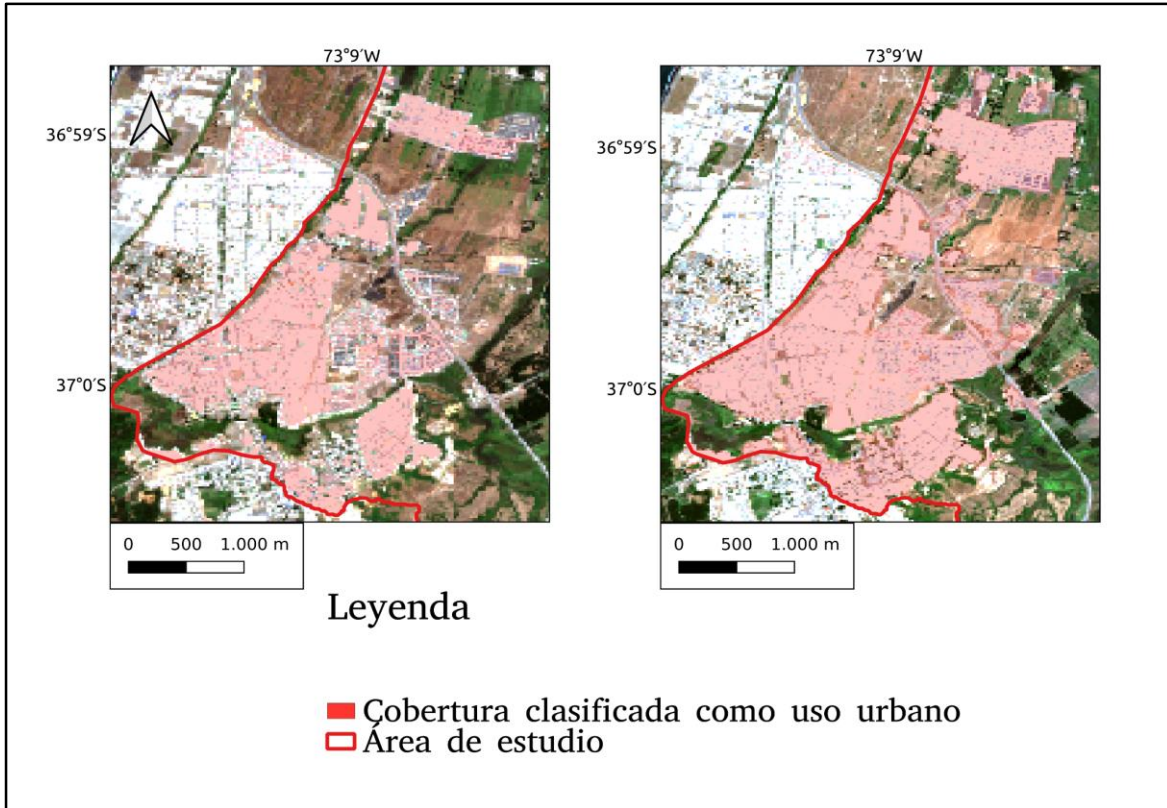
Figura 20. Aumento de en el uso de suelo urbano en los últimos 4 años.



Fuente: Elaboración propia.

Especialmente la zona geográfica más afectada por el aumento de superficie urbana es la parte oeste del área estudiada, esto se puede apreciar en la Figura 21., donde se muestra la diferencia entre las imágenes obtenidas por el satélite Sentinel-2 los días 2018-01-29 y 2021-12-24. Otra cosa que se aprecia fácilmente en esta figura, es que en la parte superior derecha hubo un relleno de una zona inundable, donde pasaba originalmente un curso de agua, para poder hacer uso con construcción inmobiliaria en dicha zona.

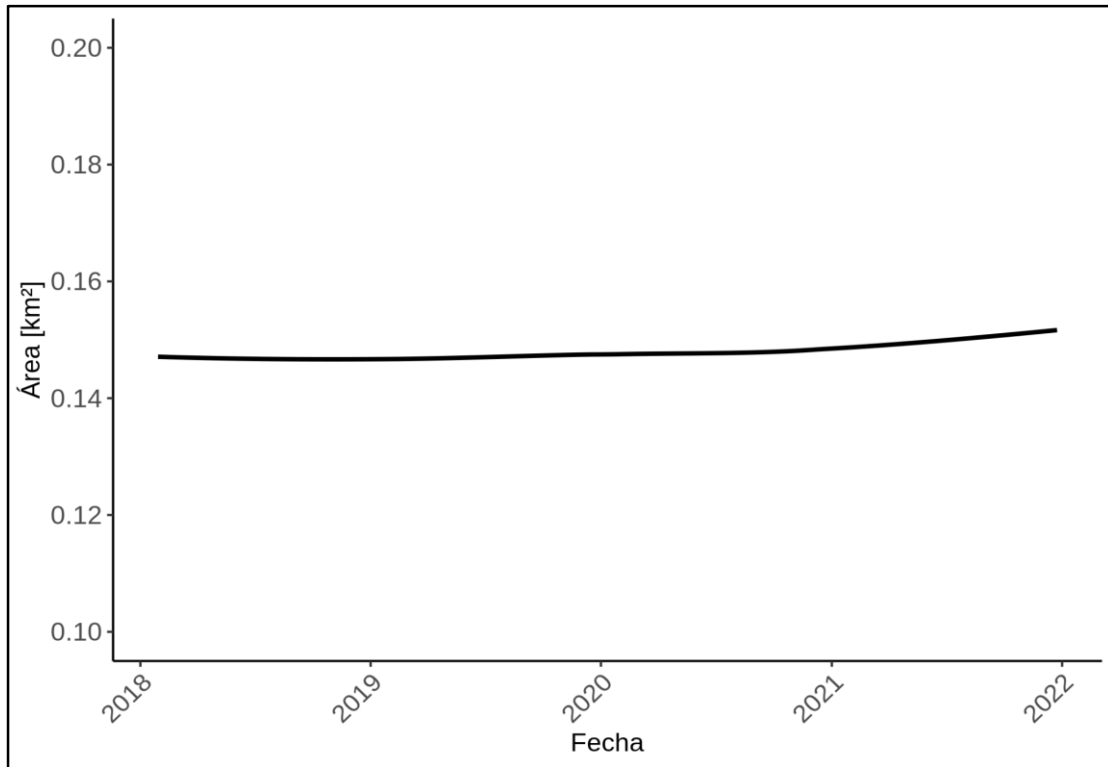
Figura 21. Comparación cobertura uso de suelo urbano entre las fechas 2018-01-29 (izq.) y 2021-12-24 (der.).



Fuente: Elaboración propia.

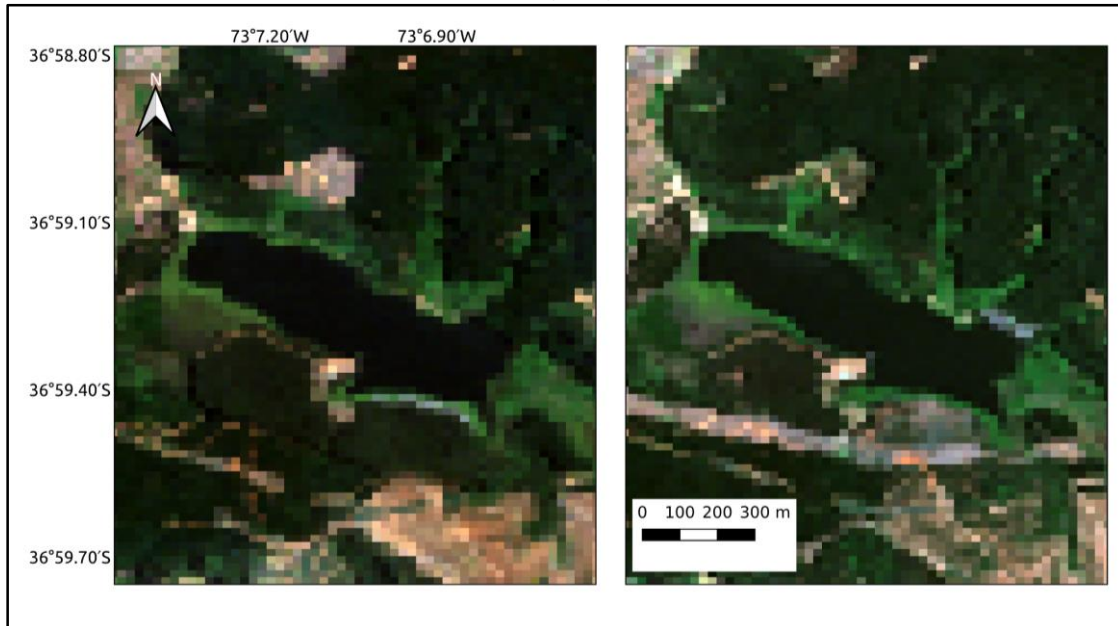
Tamaño de la laguna Quiñenco: Las imágenes satelitales muestran que la laguna Quiñenco se ha mantenido en su extensión en los últimos 4 años. La extensión de la laguna sólo ha variado de 0,146 a 0.150 km², lo que se puede apreciar en las Figuras 22 y 23.

Figura 22. Área cubierta por la Laguna Quiñenco en los últimos 4 años.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Comparación cobertura laguna Quiñenco entre las fechas 2018-01-29 (izq.) y 2021-12-24 (der.).



Fuente: Elaboración propia.

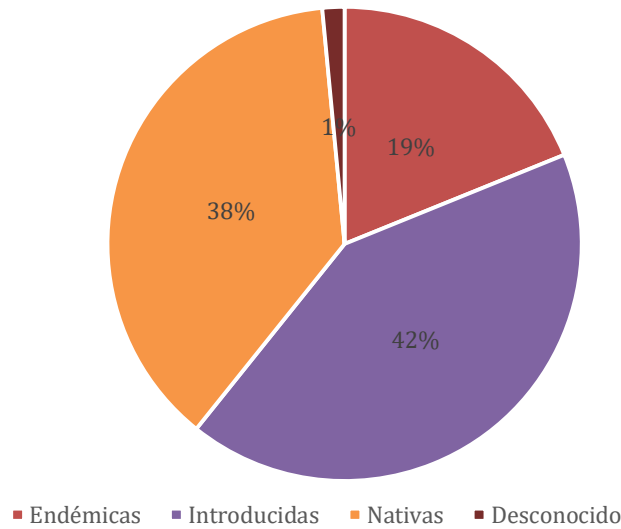
Levantamiento de información de líneas bases

Caracterización flora y vegetación

La vegetación del área de estudio, a modo general, se puede dividir entre la vegetación azonal que corresponde a aquella estrechamente relacionada con los cursos de agua y que, por tanto, está conformada, entre otras, por especies hidrófilas tales como *Cirpus sp.*, *Carex sp.*, *Juncus sp.* y *Salix sp.*, y la vegetación zonal determinada principalmente por el clima, se circunscribe en el Piso Vegetacional “Bosque Esclerófilo Mediterráneo Costero de *Lithraea caustica* y *Azara integrifolia*” (Leubert & Pliscoff, 2017) en la porción más costera y en “Bosque Caducifolio Mediterráneo-Templado Costero de *Nothofagus obliqua* y *Gomortega keule*” en su porción sureste. Esto coincide con las observaciones hechas en terreno y las observaciones de Claramunt et al. (2021). Sin embargo, en cuanto a la composición florística, no necesariamente se coincide con respecto a las especies dominantes. Lo que puede deberse al importante proceso de reemplazo de la vegetación existente en el área. A estas presiones forestales, que se observan principalmente en la parte alta de la cuenca, se suman los múltiples signos de perturbación y artificialización del ecosistema, tanto por el desarrollo urbano como por la actividad agropecuaria, sobre todo presentes en las partes bajas de la cuenca.

Como resultado de las campañas de terreno se obtuvo un listado florístico que reúne 271 especies de flora vascular (Anexo 2), de las cuales un 38% son nativas (102 especies), un 19% endémicas (52 especies) y un 42% introducidas (113 especies). Ver Figura 24. Destaca el alto porcentaje de especies introducidas entre las que se encuentran especies descritas como invasoras, tales son *Ulex europaeus*, *Teline monspessulana*, *Lupinus sp.*, entre otras.

Figura 24. Proporción de especies nativas, endémicas y exóticas del listado florístico.



Fuente: Elaboración propia.

Las familias más representadas en el listado florístico son *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae* y *Apiaceae*, en ese orden. Destaca la alta representación de las *Cyperaceae*, especies con preferencia de ambientes húmedos. Con respecto al hábito de las plantas de humedal, un 68,6% corresponde a especies herbáceas, el resto corresponde a las especies leñosas, en misma proporción árboles y arbustos (Anexo 2).

Ahora, si se integran los resultados con los de Claramunt et al. (2021), el sistema humedal Calabozo Quiñenco reúne 327 especies de flora vascular, de las cuales un 36% son nativas (118 especies), un 17% endémicas (54 especies) y un 43% introducidas (139 especies), siendo las familias más representadas en el listado florístico: *Poaceae*, *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Plantaginaceae*, *Myrtaceae* y *Apiaceae*, en ese orden. Destaca la alta representación de *Cyperaceae* y *Myrtaceae*, especies herbáceas y leñosas, respectivamente, con preferencia de ambientes húmedos. Con respecto al hábito de las plantas, un 66% corresponde a especies herbáceas, el 24% a especies leñosas, con una proporción similar entre árboles y arbustos (Anexo 2).

En cuanto a la categoría de conservación de las especies, *Citronella mucronata*, se encuentra clasificada como Vulnerable. Además de ella, 8 especies están clasificadas como Preocupación menor, ellas son: *Adiantum chilense*, *Aextoxicon punctatum*, *Blechnum hastatum*, *Drimys winterii*, *Hypolepis poepigii*, *Myrceugenia leptospermoides*, *Persea lingue* y *Rumohra adiantiformis*.

Por otro lado, las plantas catastradas se agrupan en cinco formaciones: Bosque remanente; Bosque pantanoso; Vegetación hidrófita asociada a estero urbano; Pradera azonal con árboles y Pradera pastoreo. Detalles en la Tabla 15 y Figura 25. Todas las formaciones muestran importantes signos de perturbación, por ejemplo, la vegetación hidrófita que se encuentra en el estero urbano presenta abundante basura y gran cantidad de especies exóticas. Además, la vegetación silvestre está restringida al curso de agua y a unos metros de borde, sin una zona de protección.

Las praderas asociadas a quebradas y que se encuentran inmediatamente luego del perímetro estrictamente urbano tienen signos evidentes de perturbación tales como basura y perros asilvestrados. Se observa también que son zonas usadas por la comunidad para pastoreo de animales y para recreación. Aquellas áreas que se limitan a los fondos de quebrada se encuentran rodeadas por plantaciones forestales, entre las cuales se observan algunos remanentes de vegetación arbórea propia de un bosque mediterráneo-templado, siendo esta muy escasa al sur del área de estudio, y con mayor representatividad al norte.

Finalmente destacar que el área que se encuentra mejor conservada corresponde a un pequeño fragmento de bosque pantanoso de *Myrceugenia exsucca* o Pitranto, ubicado en el borde del lado sur de la laguna Quiñenco el cual posee un dosel denso con pocos senderos de personas y animales; y dos fragmentos de bosque templado remanente ubicados en el fondo de quebrada de las cabeceras de cuenca del Valle Escuadrón y Valle asociado a Laguna Quiñenco, los cuales están dominados por las especies arbóreas *Aextoxicon punctatum* y *Cryptocarya alba*, acompañados por *Persea lingue*, *Eucryphia cordifolia*, *Gevuina avellana*, *Laurelia sempervirens*, *Luma apiculata* y *Nothofagus obliqua*.

Tabla 15. Formaciones vegetacionales del sistema Humedal Calabozo-Quíñenco, descritas según sus especies dominantes, altura y cobertura.

| Formación | Especies dominantes | Altura | Cobertura |
|---|--|-------------|------------|
| Bosque templado remanente | <i>Aextoxicon punctatum</i> , <i>Cryptocarya alba</i> , <i>Aristotelia chilensis</i> , <i>Lomatia dentata</i> , <i>Myrceugenia exsucca</i> , <i>Citronella mucronata</i> | 3-10 m | A: 50% |
| | <i>Ugni molinae</i> , <i>Teline monspessulana</i> , <i>Gaultheria mucronata</i> , <i>Baccharis racemosa</i> | 1-2 m | Ar: 20% |
| | <i>Chusquea uliginosa</i> , <i>Leontodon saxatilis</i> , <i>Ornithopus pinnatus</i> , <i>Adiantum chilense</i> | 20 cm - 2 m | H: 50% |
| Bosque pantanoso | <i>Myrceugenia obtusa</i> , <i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> , <i>Luma apiculata</i> | 3 - 5 m | A: 90% |
| | <i>Rubus ulmifolius</i> | 1,2 m | Ar: 20% |
| | <i>Holcus lanatus</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Carex sp.</i> , <i>Juncus sp.</i> | 0 - 70 cm | H: 30% |
| Vegetación hidrófita asociada a estero urbano | <i>Salix sp.</i> , <i>Acacia sp.</i> | 5 m | A: 10% |
| | <i>Lupinus arboreus</i> , <i>Teline monspessulana</i> | | Ar: 30% |
| | <i>Holcus lanatus</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Hydrocotyle sp.</i> , <i>Raphanus sativus</i> , <i>Vicia sativa</i> , <i>Nasturtium officinale</i> | 10 - 80 cm | H: 90% |
| Pradera azonal con árboles | <i>Aristotelia chilensis</i> , <i>Aextoxicon punctatum</i> , <i>Populus nigra</i> | 2 - 5 m | A: 20-70% |
| | <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Teline monspessulana</i> | 1,2 m | Ar: 20-50% |
| | <i>Holcus lanatus</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Polygonum hydropiperoides</i> , <i>Juncus sp.</i> , <i>Cyperus sp.</i> , <i>Carex sp.</i> , <i>Blechnum hastatum</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Lotus pedunculatus</i> | 0 - 70 cm | H: 90% |
| Pradera pastoreo en altura | <i>Aristotelia chilensis</i> , <i>Luma apiculata</i> | 2 m | A: 10% |
| | <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Teline monspessulana</i> , <i>Ulex europaeus</i> | 1,2 m | Ar: 10% |
| | <i>Briza sp.</i> , <i>Bromus sp.</i> , <i>Agrostis sp.</i> , <i>Eleocharis sp.</i> , <i>Trifolium repens</i> | 20 cm | H: 90% |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Fotografías características de formaciones vegetacionales identificadas en Sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Bosque pantanoso aledaño a laguna Quiñenco



Bosque templado remanente ubicado en el fondo de quebrada de la cabecera de cuenca del Valle asociado a Laguna Quiñenco



Bosque templado remanente asociados a fondo de quebrada de microcuencas al noroeste



Bosque templado remanente cabecera de cuenca humedal Calabozo



Vegetación hidrófita asociada a estero Villa Mora.



Pradera azonal con árboles asociada a afluentes norte laguna Quiñenco



Pradera azonal con árboles asociada a afluentes sur laguna Quiñenco



Pradera azonal con árboles asociada a afluentes humedal Calabozo



Pradera azonal con árboles asociada a quebrada norte



Pradera de pastoreo en altura asociada a cerro ubicado en suroeste del humedal Calabozo.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, cabe destacar que dentro del sistema humedal Calabozo Quiñenco hay 5 formaciones vegetacionales adicionales, las cuales se asocian especialmente al humedal Calabozo: Pajonal, Pradera, Matorral, Natantes y surmegidas, y Bosque esclerófilo remanente (Claramunt et al., 2021). En la Tabla 16. y Figura 26. se presentan dichas formaciones. En la Figura 27. se presenta la distribución de las formaciones vegetacional identificadas en el sistema humedal Calabozo Quiñenco integrando la información de ambos levantamientos de información.

Tabla 16. Formaciones vegetacionales en el Humedal Calabozo.

(Las especies están ordenadas según dominancia) H: herbácea, A:

Arbórea, Ar: Arbustiva.

| Formación | Especies dominantes | Altura | Cobertura |
|------------------------------|--|--------|-----------|
| 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% |
| Pradera | <i>Ranunculus repens</i> , <i>Juncus tenuis</i> , <i>Lotus corniculatus</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>Palustris</i> , <i>Carex macloviana</i> var. <i>Pseudoleporina</i> , <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>Rumex acetosella</i> | 0,2 m | H: 100% |
| Matorral | <i>Maytenus boaria</i> , <i>Salix sp.</i> | 5 m | A: 10% |
| | <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> | | |
| Bosque esclerófilo remanente | <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% |
| | <i>Luma chequen</i> , <i>Mioschilos oblongum</i> , <i>Lapageria rosea</i> , <i>Baccharis racemosa</i> , <i>Proustia pyrifolia</i> , <i>Escallonia pulverulenta</i> , <i>Podanthus ovatifolia</i> | 1,8 m | Ar: 30% |
| | <i>Geranium berteroanum</i> , <i>Blechnum hastatum</i> | 0,2 m | H: 10% |

Fuente: adaptado en base a Claramunt et al. (2021)

**Figura 26. Fotografía característica de sectores con vegetación natural.
Claramunt et al. (2021).**



Pajonal en Humedal Calabozo



Pradera en Humedal Calabozo



Matorral de *Salix viminalis* en el Humedal Calabozo



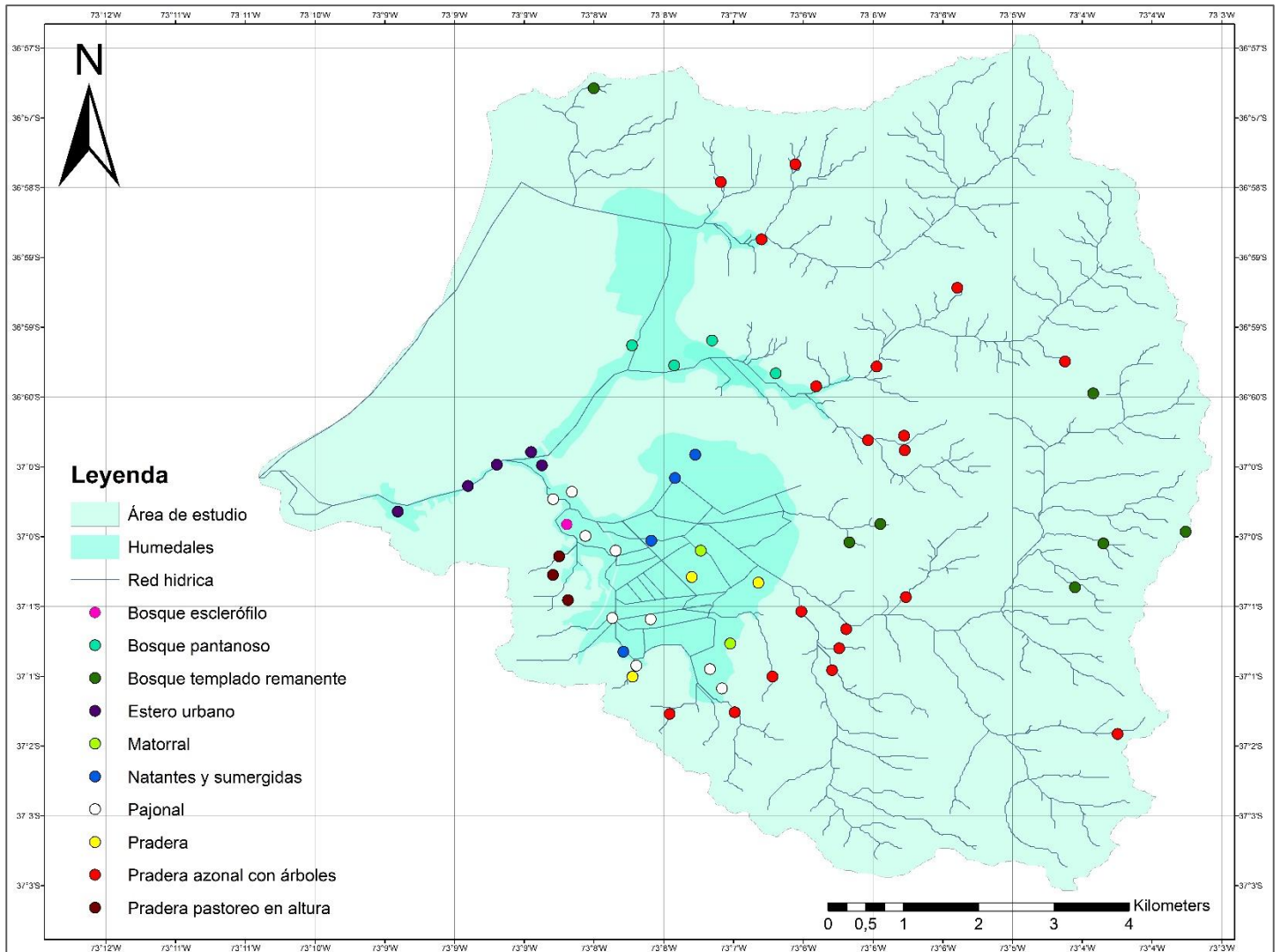
Espejo de agua con plantas natantes y sumergidas en el Humedal Calabozo



Isla con vegetación boscosa

Fuente: adaptado en base a Claramunt et al. (2021)

Figura 27. Formaciones vegetacionales del Sistema humedal Calabozo y Quiñenco.



Fuente: Elaboración propia tomando en consideración Claramunt et al., (2021)

Caracterización fauna

En la presente licitación se registraron 76 especies de vertebrados terrestres, los cuales se distribuyen en las distintas clases según se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Número de especies registradas por clase para el humedal Calabozo

| Clase | N° Especies |
|----------------------------|-------------|
| Anfibios | 5 |
| Aves | 60 |
| Mamíferos | 5 |
| Reptiles | 6 |
| Total especies registradas | 76 |

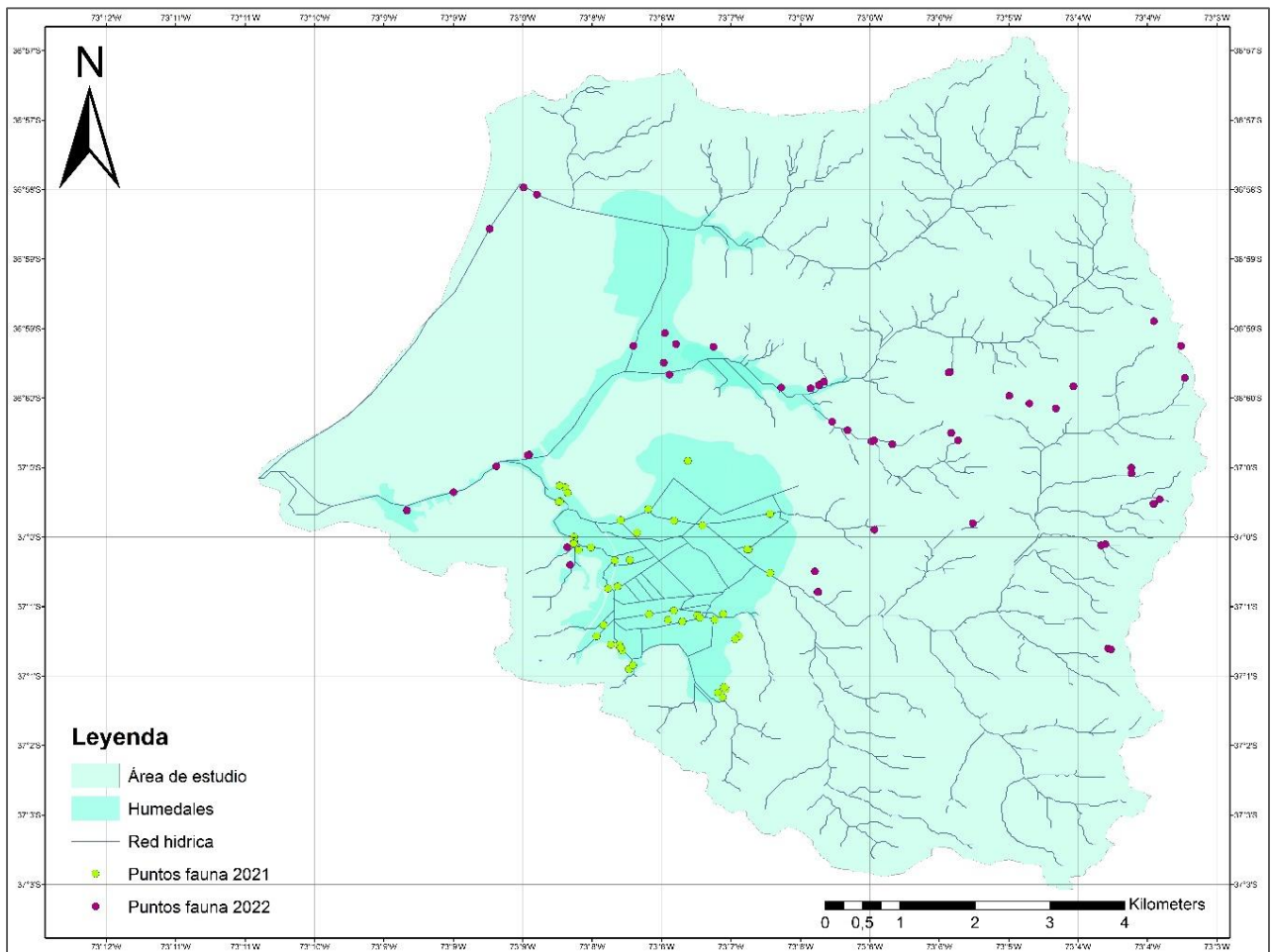
Fuente: Elaboración propia

En este sentido y tomando en cuenta los registros de Claramunt et al., (2021), para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, es posible registrar 95 especies en total, de las cuales 6 son anfibios, 77 aves, 5 mamíferos y 6 reptiles. De estas, 8 especies se encuentran en categoría de amenaza según el Reglamento de Clasificación de Especies: el Cisne cuello negro (*Cygnus melanocorphus*) en Peligro de extinción; la Lagartija vientre azul (*Liolaemus cyanogaster*) Fuera de Peligro; el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) y sapito de antifaz (*Batrachyla taeniata*) Casi amenazada; el Sapo rosado (*Eusophus roseus*), rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), lagartija de Schröder (*Liolaemus schroederii*) y el Gruñidor del sur (*Pristidactylus torquatus*) en categoría Vulnerable. El listado completo de especies se presenta en el Anexo 3. Y el mapa de ubicación de las áreas evaluadas en la Figura 28.

Además, cabe destacar que se identifican 5 especies migratorias: Becacina (*Gallinago paraguaiiae*), Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*), Picaflor gigante (*Patagona gigas*), Fio fio (*Elaenia albiceps*) y Run run (*Hymenops perspicillatus*), y tres especies introducidas: Gorrión (*Passer domesticus*), Paloma (*Columba livia*) y Rata (*Rattus rattus*).

Respecto del listado de especies potenciales, se cuenta con un registro de 183 especies de vertebrados terrestres potenciales, 21 especies de anfibios, 22 especies de reptiles, 31 especies de mamíferos y 118 especies de aves. En el Anexo 4 se presenta el listado potencial de anfibios; en el Anexo 5, el listado potencial de reptiles; en el Anexo 6, el listado potencial de mamíferos; y en el Anexo 7, el listado potencial de aves.

Figura 28. Ubicación de áreas evaluadas para la caracterización de vertebrados terrestres en sistema humedal Calabozo y Quiñenco.



Fuente: Elaboración propia tomando en consideración Claramunt et al., (2021)

Por otro lado, a continuación, se presentan los resultados en cuanto a la riqueza y abundancia relativa por hábitat

De las 60 especies de aves registradas en los 35 puntos de muestreo de aves, 31 especies se avistaron en Humedal, 24 en plantaciones forestales, 23 en esteros, 17 en matorrales, 16 en pajonales, 16 en quebradas y 13 en zonas semiurbanas, existiendo una mayor riqueza relativa en humedal, pajonal y estero. Detalles en la Tabla 18.

Tabla 18. Riqueza relativa de especies de aves según esfuerzo de muestreo

| Hábitat | Puntos diurnos | Riqueza | Riqueza relativa a puntos de muestreo |
|---------------------|----------------|---------|---------------------------------------|
| Quebrada | 7 | 16 | 2.3 |
| Pajonal | 2 | 16 | 8.0 |
| Estero | 5 | 23 | 4.6 |
| Plantación forestal | 11 | 24 | 2.2 |
| Matorral | 5 | 17 | 3.4 |
| Humedal | 3 | 31 | 10.3 |
| Urbano | 2 | 13 | 6.5 |
| | 35 | | 1.7 |

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la abundancia de aves registradas para cada hábitat, en la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos. Cabe destacar que en el hábitat de Humedal las especies más abundantes fueron el yeco (*Phalacrocorax brasilianus*), Tagua (*Fulica armillata*), Huala (*Podiceps major*) y Cisne de cuello negro (*Cygnus melancoryphus*), con un 37%, 11%, 10% y 8% respectivamente. En pajonal las especies más abundantes por cantidad de individuos fueron la Tórtola (*Zenaida auriculata*), el trabajador (*Phleocryptes melanops*), Trile (*Agelasticus thilius*) y Tortolita cuyana (*Columbina picui*), con un 15%, 11%, 11% y 11% respectivamente. En estero Gorrión (*Passer domesticus*) y Chincol, (*Zonotrichia capensis*) con 22% y 14% respectivamente. En plantación, Fío fío (*Elaenia albiceps*) y Chincol (*Zonotrichia capensis*) con 20% y 13% respectivamente. En Quebrada, Picaflor chico (*Sephanoides sephaniodes*) y Fío fío (*Elaenia albiceps*) con 29% y 14% respectivamente y en áreas urbanas la paloma (*Columba livia*) y Chirihue (*Sicalis luteola*) con 32% y 13% respectivamente.

Tabla 19. Abundancia de especies de aves registradas

| Especie | Nombre común | Estero | | Humedal | | Matorral | | Pajonal | | Plantación | | Quebrada | | Urbano | |
|-----------------------------------|----------------------|--------|--------|---------|--------|----------|--------|---------|--------|------------|--------|----------|--------|--------|--------|
| | | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel | Ab | Ab rel |
| <i>Geranoaetus polyosoma</i> | Aguilucho | | | | | | | | | 1 | 1% | 1 | 1% | | |
| <i>Elanus leucurus</i> | Bailarín | | | 1 | 1% | | | | | | | | | | |
| <i>Gallinago paraguaiae</i> | Becacina | | | | | | | 1 | 2% | | | | | | |
| <i>Anairetes parulus</i> | Cachudito | 3 | 4% | 1 | 1% | 2 | 3% | | | 6 | 3% | 2 | 2% | 1 | 1% |
| <i>Picumnus cirratus</i> | Carpinterito | | | 3 | 2% | | | | | | | | | | |
| <i>Troglodytes aedon</i> | Chercan | 4 | 5% | 3 | 2% | 8 | 10% | 2 | 4% | 19 | 11% | 5 | 5% | 6 | 8% |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | Chincol | 11 | 14% | 1 | 1% | 4 | 5% | | | 23 | 13% | | | | |
| <i>Sicalis luteola</i> | Chirihue | | | | | | | | | | | | | 10 | 13% |
| <i>Eugralla paradoxa</i> | Churrín de la mocha | | | | | 1 | 1% | 1 | 2% | 1 | 1% | 2 | 2% | | |
| <i>Scytalopus magellanicus</i> | Churrin del sur | | | | | | | | | 1 | 1% | 1 | 1% | | |
| <i>Scelorchilus rubecula</i> | Chucazo | 2 | 2% | 2 | 1% | | | | | 11 | 6% | 9 | 9% | | |
| <i>Cygnus melancoryphus</i> | Cisne cuello negro | | | 15 | 8% | | | | | | | | | | |
| <i>Callipepla californica</i> | Codorníz | | | | | 3 | 4% | | | 3 | 2% | | | | |
| <i>Lessonia rufa</i> | Colegial | | | | | | | 1 | 2% | | | | | | |
| <i>Phrygilus gayi</i> | Cometocino | | | | | | | | | 3 | 2% | 1 | 1% | | |
| <i>Diuca diuca</i> | Diuca | | | 4 | 2% | | | 1 | 2% | | | | | 3 | 4% |
| <i>Pyrope pyrope</i> | Diucon | 1 | 1% | | | 1 | 1% | 4 | 9% | 1 | 1% | 3 | 3% | | |
| <i>Elaenia albiceps</i> | Fío fío | 6 | 7% | 5 | 3% | 8 | 10% | | | 34 | 20% | 13 | 14% | | |
| <i>Ardea alba</i> | Garza grande | 1 | 1% | 2 | 1% | | | | | | | | | | |
| <i>Egretta thula</i> | Garza chica | | | 1 | 1% | | | | | | | | | | |
| <i>Larus dominicanus</i> | Gaviota dominicana | 1 | 1% | 4 | 2% | | | | | | | | | | |
| <i>Tachycineta leucopyga</i> | Golondrina chilena | | | | | | | 4 | 9% | | | | | | |
| <i>Passer domesticus</i> | Gorrion | 18 | 22% | 4 | 2% | 6 | 8% | | | | | | | 9 | 12% |
| <i>Podiceps major</i> | Huala | | | 18 | 10% | | | | | | | | | | |
| <i>Pteroptochos tarnii</i> | Hued hued | | | | | | | | | 1 | 1% | 2 | 2% | | |
| <i>Spinus barbata</i> | Jilguero | 1 | 1% | 3 | 2% | 27 | 35% | | | 10 | 6% | 6 | 6% | 4 | 5% |
| <i>Coragyps atratus</i> | Jote cabeza negra | 3 | 4% | | | 2 | 3% | | | 15 | 9% | 9 | 9% | 3 | 4% |
| <i>Cathartes aura</i> | Jote Cabeza colorada | | | | | | | | | 4 | 2% | | | | |
| <i>Leistes loyca</i> | Loica | | | 1 | 1% | 5 | 6% | | | | | | | 4 | 5% |
| <i>Columbia livia</i> | Paloma doméstica | | | | | | | | | | | | | 25 | 32% |
| <i>Sephanoides sephanioides</i> | Picaflor chico | 1 | 1% | | | 1 | 1% | | | 9 | 5% | 28 | 29% | | |
| <i>Pardirallus sanguinolentus</i> | Piden | 2 | 2% | 2 | 1% | | | | | | | | | 1 | 1% |
| <i>Colaptes pitius</i> | Pitio | | | | | | | | | 1 | 1% | 2 | 2% | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|-----------|----|------------|-----|-----------|----|-----------|-----|------------|-----|-----------|----|-----------|-----|--|---|-----|
| <i>Spatula cyanoptera</i> | Pato colorado | | | 3 | 2% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rollandia rolland</i> | Pimpollo | | | 7 | 4% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tringa flavipes</i> | Pitotoy chico | | | 3 | 2% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Parabuteo unicinctus</i> | Peuco | | | | | | | | | 2 | 4% | | | | | | | |
| <i>Vanellus chilensis</i> | Queltehue | 7 | 9% | 3 | 2% | | | | | 2 | 4% | | | | | | | |
| <i>Phytotoma rara</i> | Rara | 3 | 4% | | | | | 2 | 3% | 1 | 2% | | | | | | | |
| <i>Aphrastura spinicauda</i> | Rayadito | | | 1 | 1% | | | | | | | 9 | 5% | 10 | 10% | | | |
| <i>Hymenops perspicillata</i> | Run run | | | 2 | 1% | | | | | 1 | 2% | | | | | | | |
| <i>Tachuris rubrigastra</i> | Siete colores | | | 2 | 1% | 2 | 3% | 4 | 9% | | | | | | | | | |
| <i>Fulica armillata</i> | Tagua | | | 20 | 11% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Gallinula melanops</i> | Taguita | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1% |
| <i>Mimus thenca</i> | Tenca | 1 | 1% | 1 | 1% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Leptasthenura aegithaloides</i> | Tijeral | | | | | | | | | | | 5 | 3% | | | | | |
| <i>Milvago chimango</i> | Tiuque | 2 | 2% | 3 | 2% | 1 | 1% | | | | | | | | | | | |
| <i>Patagioenas araucana</i> | Torcaza | 1 | 1% | | | | | | | | | 3 | 2% | 2 | 2% | | | |
| <i>Curaeus curaeus</i> | Tordo | | | | | | | | | | | 4 | 2% | | | | | |
| <i>Zenaida auriculata</i> | Tórtola | 3 | 4% | | | 4 | 5% | 7 | 15% | 5 | 3% | | | | | | | |
| <i>Columbina picui</i> | Tortolita cuyana | 1 | 1% | | | | | | | 5 | 11% | | | | | | 1 | 1% |
| <i>Phleocryptes melanops</i> | Trabajador | 1 | 1% | 1 | 1% | | | | | 5 | 11% | 3 | 2% | | | | | |
| <i>Agelasticus thilius</i> | Trile | 2 | 2% | | | 1 | 1% | 5 | 11% | | | | | | | | 9 | 12% |
| <i>Pteroptochos megapodius</i> | Turca | | | 1 | 1% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Yeco | | | 69 | 37% | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Turdus falcklandii</i> | Zorzal | 6 | 7% | 1 | 1% | | | | | | | 2 | 1% | | | | | |
| Total individuos | | 81 | | 187 | | 78 | | 46 | | 174 | | 16 | | 77 | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En reptiles, se registró individuos en 17 de los 35 puntos de muestreo (48%) y dentro de los hábitats con mayor presencia de reptiles por puntos de muestreo, están el Pajonal con un 100%, y el Matorral con un 80% (Ver Tabla 20). La especie de reptil con mayor presencia en el área fue la lagartija de Schröder (*Liolaemus schroederi* con un 50% de los registros, seguida de la lagartija esbelta (*Liolaemus tenuis*). Ver Tabla 21.

Tabla 20. Presencia de reptiles según hábitat

| Hábitat | Total | Nº de puntos con presencia de reptiles | |
|------------|-------|--|------|
| Estero | 5 | 1 | 20% |
| Matorral | 5 | 4 | 80% |
| Urbano | 2 | 1 | 50% |
| Pajonal | 2 | 2 | 100% |
| Quebrada | 7 | 4 | 57% |
| Plantación | 11 | 5 | 45% |
| | 35 | 17 | 48% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Abundancia relativa de individuos por especies de reptiles y hábitats

| Especie | Nombre común | Abundancia | Abundancia relativa | Hábitats |
|---------------------------------|---------------------------|------------|---------------------|---|
| <i>Liolaemus cyanogaster</i> | Lagartija de vientre azul | 5 | 7% | Matorral |
| <i>Liolaemus lemniscatus</i> | Lagartija lemniscata | 9 | 12% | Matorral, Urbano, Pajonal, Plantación |
| <i>Liolaemus schroederi</i> | Lagartija de Schröder | 37 | 50% | Matorral, Pajonal, Quebrada, Plantación |
| <i>Liolaemus tenuis</i> | Lagartija esbelta | 15 | 20% | Matorral, Quebrada, Plantación |
| <i>Philodryas chamissonis</i> | Culebra cola larga | 7 | 9% | Pajonal, Estero, Plantación |
| <i>Pristidactylus torquatus</i> | Gruñidor del sur | 1 | 1% | Plantación |
| | 6 | 74 | 100% | |

Fuente: Elaboración propia

En Anfibios, en los 6 puntos de monitoreo nocturno realizados, se encontraron 12 individuos de 4 especies. Se registró individuos en 3 de los 6 puntos muestreo nocturno, además del registro de 2 individuos en un punto realizado durante el día. Ver Tabla 22.

Tabla 22. Abundancia relativa por especie de anfibio registrada

| Especie | Nombre común | Abundancia | % |
|-----------------------------|-------------------|------------|-----|
| <i>Batrachyla taeniata</i> | Sapito de antifaz | 8 | 67% |
| <i>Eupsophus roseus</i> | Sapo rosado | 1 | 8% |
| <i>Eupsophus calcaratus</i> | Rana de hojarasca | 2 | 17% |
| <i>Batrachyla leptopus</i> | Rana moteada | 1 | 8% |
| | 4 | 12 | |

Fuente: Elaboración propia

En Mamíferos, mediante los métodos de trampas cámara fue posible el registro de especies de *Lycalopex culpaeus* (Zorro culpeo). Además, por observación directa, se pudo determinar la presencia de la especie *Myocastor coypus* (Coipo) y de *Rattus rattus* (Rata). Por medio del uso de 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). Sin embargo, producto de los escasos registros no fue posible calcular de abundancia relativa de individuos por especies.

Caracterización de hábitat acuático

El subsistema humedal Calabozo, humedal Escuadrón y humedal Quiñenco son alimentados hidrológicamente por aguas que fluyen desde subcuencas y microcuencas en la vertiente occidental de la cordillera de Nahuelbuta. Desde la zona alta, una profusa red hídrica transporta el agua hacia el valle, dando origen a estos humedales, los que finalmente tributan sus aguas al estero Villa Mora y posteriormente al Humedal Boca Maule.

En el caso del humedal Calabozo, presenta un comportamiento errático, desdibujando su trazado a lo ancho del humedal en su recorrido a la parte baja de la cuenca, abriéndose en espejos de agua que cubren importantes extensiones del humedal. Del mismo modo, el humedal Escuadrón es un área de inundaciones y anegamiento por lluvias y desbordes de ríos y canales, donde, el curso superficial de agua escurre de forma errática, generando bolsones de inundación temporales, que luego tributan hacia la desembocadura de la laguna Quiñenco. Mientras que el estero lagunillas y la laguna Quiñenco y cuerpos de agua asociados, en cambio, muestran límites definidos.

Así, desde una perspectiva limnológica, dentro del sistema humedal Calabozo y Quiñenco es posible observar distintos tipos de ecosistemas acuáticos continentales superficiales, 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 o depresiones del territorio.

Los distintos tipos de ecosistemas acuáticos que se encuentran dentro del área, estarían determinando variaciones en las expresiones y disponibilidad de hábitat acuático, así como en las condiciones físicas y químicas del agua, y variaciones en la biota acuática de cada sitio. Así mismo, otro factor determinante en la dinámica observada corresponde al nivel o disponibilidad de agua. En este sentido, cabe destacar que producto del régimen hidrológico pluvial del sistema, los humedales presentan un mayor volumen en invierno, lo cual va disminuyendo conforme disminuyen las precipitaciones y aumentan las temperaturas hacia primavera y verano. Tal condición conlleva importantes variaciones en la disponibilidad de hábitat dentro del ciclo anual, lo que determinan un ambiente sumamente variable y exigente para la vida acuática. En marzo de 2022, por ejemplo, los cursos y cuerpos de agua presentaron en toda el área de estudio bajos niveles de agua, lo que fue especialmente evidente en el estero Villa Mora, que estuvo completamente seco en el tramo que va desde la laguna Quiñenco hasta aguas arriba de la junta del estero Lagunillas.

En la Tabla 23. se presentan las principales características de hábitat acuático levantadas en el marco del presente estudio. En ella se puede observar que, entre los sitios evaluados, dos fueron sistemas lénticos, correspondientes a P3 (Laguna Quiñenco) y P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), mientras

que los otros siete puntos de muestreo evaluados correspondieron a sistemas lóxicos (P1, P2, P4, P5, P6, P7 y P8), mayormente esteros de bajo orden.

Respecto de los cursos de agua evaluados, estos correspondieron en general a esteros naturales de bajo orden, los que se localizaron en diversas zonas de la cuenca, en la zona alta, media y baja, y en la zona aportante al sistema de humedales o en la zona de evacuación de estos. Todos los cursos de agua evaluados presentaron un patrón unicanal y un régimen pluvial. Algunos de estos cursos de agua, particularmente en la zona baja, presentaron algunas intervenciones antrópicas en su curso, como por ejemplo canalización, puentes, atravesos obras de arte, etc. Entre los cursos de agua evaluados, el estero Lagunillas (P1 y P2), quebrada Quiñenco (P4) y estero aportante desde el este al humedal calabozo (P7) representaron los mayores aportes hídricos en términos de caudal. Los puntos P5 y P6 presentaron flujo de agua intermitente y generalmente confinado en pozas. El punto P8 presentó un nivel de agua bajo, pero continuo. Entre estos cursos de agua, el punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) presentó el ancho máximo, alcanzando un valor de 11,5 m, mientras que el punto P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco) registró un ancho mínimo de 1,5 m. La mayor velocidad de corriente fue de 0,49 m/s y se registró en el punto P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), mientras que la mínima velocidad se registró en los puntos P5 y P6, donde el agua estuvo confinada en pozas que mostraron un flujo aparentemente nulo. En los puntos con flujo, la profundidad máxima fluctuó alrededor de 0,6 m, mientras que, en aquellos puntos con aguas confinadas en pozas, la profundidad máxima varió entre 1,0 a 1,5 m. En la mayoría de los puntos dominaron los sustratos finos, constituidos por limo, fango o arena, y en menor medida por gravas. El sustrato grueso fue escaso. La mayoría de los puntos mostró presencia de vegetación acuática y detritus vegetal en el sustrato, mientras que la vegetación ribereña en la mayoría de los puntos estuvo constituida por plantación o vegetación arbustiva.

Por otro lado, los sistemas léxicos evaluados presentaron condiciones variables entre ellos, siendo el espejo de agua de la Laguna Quiñenco la mayor masa de agua dentro del área de estudio. Esta laguna presentó durante el muestreo un ancho aproximado de 200 m y cerca de 1 km de largo, con aguas turbias y verdosas, aparentemente por floraciones algales. La laguna de salida del humedal Calabozo (P9) presentó un espejo de agua muy reducido, sustrato fino y anaeróbico, profundidades máximas inferiores a 0,5 m. Se observó en ambas lagunas (P3 y P9) abundante vegetación acuática en la zona litoral (Tabla 23).

En el Anexo 8. se presentan fotografías de los puntos de muestreo evaluados en el área de estudio durante la campaña de marzo de 2022.

Tabla 23. Resumen de las principales variables de hábitat evaluadas en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. Abreviaturas: sv= sin velocidad.

| Variables | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora* | |
|------------------------------|-------------------|-------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|------------------------|--------------------|------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| Fecha | 14-03-2022 | 14-03-2022 | 15-03-2022 | 14-03-2022 | 14-03-2022 | 15-03-2022 | 15-03-2022 | 15-03-2022 | 16-03-2022 | 16-03-2022 | 16-03-2022 |
| Localidad | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel | Coronel |
| Nubosidad | No | No | No | No | No | Sí | Sí | Sí | No | No | No |
| Precipitaciones | No | No | No | No | No | No | No | No | No | No | No |
| Altitud (msnm) | 19 | 13 | 18 | 24 | 43 | 255 | 27 | 34 | 15 | 16 | 13 |
| Tipo de sistema | Lótico | Lótico | Léntico | Lótico | Lótico | Lótico | Lótico | Lótico | Léntico | Lótico | Lótico |
| Patrón | Unicanal | Unicanal | - | Unicanal | Unicanal | Unicanal | Unicanal | Unicanal | - | Unicanal | Unicanal |
| Régimen | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial | Pluvial |
| Mesohábitat | Tabla-Pozón | Tabla-Pozón | Poza | Tabla-Pozón | Pozón | Pozón | Tabla-Pozón | Tabla-Pozón | Poza | Seco | Seco |
| Condición de flujo | Bajo | Bajo | Bajo | Bajo | Intermitente | Intermitente | Medio | Bajo | Bajo | Seco | Seco |
| Ancho medio (m) | 2,4 ± 1,4 | 11,3 ± 0,6 | 211,3 ± 26,6 | 1,5 ± 0,5 | 3,5 ± 1,3 | 2,7 ± 0,4 | 2,8 ± 0,7 | 2,3 ± 0,9 | 105 ± 7,1 | - | - |
| Velocidad de corriente (m/s) | 0,45 | 0,28 | s/v | 0,49 | s/v | s/v | 0,32 | 0,29 | s/v | - | - |
| Profundidad Máxima (m) | 0,6 | 0,7 | >1 | 0,4 | >1 | >1 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | - | - |
| Profundidad típica (m) | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | - | - |
| Sustrato dominante | | | | | | | | | | | |
| Bolones | - | - | - | - | - | 20 | - | - | - | - | - |
| Piedras | - | - | - | - | - | 20 | - | 20 | - | - | - |
| Guijarros | - | - | - | - | 10 | - | 10 | 20 | - | - | - |
| Grava | - | 20 | - | 30 | 20 | - | 20 | 20 | - | - | - |
| Arena | - | 20 | 30 | 70 | 20 | - | 50 | 40 | - | - | - |
| Limo- Fango | 100 | 60 | 70 | - | 50 | 60 | 20 | - | 100 | - | - |
| Vegetación acuática | Presente | Presente | Presente | Presente | Presente | Ausente | Presente | Presente | Presente | - | - |
| Tipo de vegetación de ribera | Plantación | Arbustiva | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Arbustiva | Arbustiva |
| Detritus Vegetal | Escaso | Escaso | Ausente | Escaso | Escaso | Escaso | Abundante | Escaso | Ausente | - | - |
| Sombreo | Abierto | Parcial | Abierto | Parcial | Parcial | Parcial | Abierto | Abierto | Abierto | Abierto | Abierto |
| Entorno directo | Plantación | Urbano | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Plantación | Humedal | Urbano |
| Basura | Presente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Ausente | Presente | Ausente | Presente |

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). En marzo de 2022 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 existentes dentro del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco.

Nutrientes

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

El nitrato presentó en la mayoría de los puntos de muestreo (P1 a P8) valores variando entre 0,5 a 0,7 mg/L. La única excepción estuvo dada por el punto P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), donde este parámetro alcanzó un valor de 3,3 mg/L. Este parámetro presentó en todos los puntos de muestreo concentraciones que superaron el máximo establecido en el D.S. N°9/2015 (NSCA Biobío; 0,15 mg N/L) (Tabla 24).

El nitrógeno total presentó valores cuantificables en todos los puntos evaluados y en todos ellos presentó 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 (D.S. N°9/2015), la que establece para el tramo bajo del río Biobío el límite máximo de 0,3 mg/L, de modo que todos los valores registrados superaron dicha norma. Destaca el punto P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), donde este parámetro alcanzó un valor de 4,4 mg/L.

El nitrógeno Kjeldahl presentó valores variando entre un mínimo de 0,353 mg N/L en el punto P6 (Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente) y un máximo de 1,1 mg N/L en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo) (Tabla 24).

La clorofila *a* presentó valores bajo el límite de detección (<10 mg/m³) en la mayoría de los puntos evaluados, excepto en los puntos P3 (Laguna Quiñenco) y P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente), donde se registraron concentraciones de 56,7 mg/m³ y 10,4 mg/m³, respectivamente (Tabla 24).

Respecto del estado trófico, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 77, los indicadores del nivel trófico mostraron en general condiciones de mesotróficas a hipereutróficas. El nitrógeno total presentó concentraciones que indican un estado mesotrófico en todos los puntos de muestreo, excepto en el punto P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), que presentó una concentración de nitrógeno total que indica aguas hipereutróficas. 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, dado que el límite de detección es mayor que el valor indicando eutrofia. Finalmente, la clorofila presentó concentraciones cuantificables solamente en los puntos de muestreo P3 (Laguna Quiñenco) y P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente), y la concentración registrada da cuenta de un estado hipereutrófico en la laguna Quiñenco (P3) y

eutrófico en el punto P8. Si bien este parámetro presentó valores bajo el límite de detección en los demás puntos de muestreo, podría presentar valores que indican oligotrofia o mesotrofia, cualquiera de ellas, dado que el límite de detección se encuentra dentro del rango indicando mesotrofia.

Fisicoquímicos

La conductividad presentó importantes variaciones dentro del área de estudio y entre los puntos de muestreo evaluados, oscilando entre un mínimo de 45,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto de muestreo P6 (Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente) y un máximo de 184 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), valores que cumplen ampliamente con la NCh 1333.Of78/1987 (Tabla 24).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) varió entre un mínimo de 2,96 mg/L en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), y un máximo de 36,6 mg/L en el punto de muestreo P3 (Laguna Quiñenco), seguido por el punto P9 (Laguna salida de Calabozo) con un valor de 17,1 mg/L (Tabla 24). Cabe destacar que la existencia de una mayor demanda bioquímica de oxígeno, significa que hay un mayor consumo de oxígeno de microorganismos que están degradando la materia orgánica, y consumiendo el oxígeno en la columna de agua. Esto es particularmente notorio en los ecosistemas acuáticos que están eutrofizados, que sería justamente el escenario de las áreas evaluadas en la laguna Quiñenco y laguna de salida de Calabozo, y probablemente asociados a una importante biomasa microalgal.

La alcalinidad del agua fue variable dentro del área de estudio, aunque en general baja (<20 mg CaCO_3/L). Sus valores que fluctuaron entre un mínimo de 11,3 mg CaCO_3/L y un máximo de 30,7 mg CaCO_3/L en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo). Los puntos P1, P2, P4, P6, P7 y P8 presentaron valores por debajo del límite mínimo establecido en la NCh 1333.Of78/1987 (Tabla 24).

Microbiológicos

El análisis de coliformes fecales mostró valores bajo el límite de detección en los puntos P3 (Laguna Quiñenco), P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) y P6 (Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente). Esta variable mostró valores cuantificables en 6 de los 9 puntos de muestreo evaluados, donde varió entre un mínimo de 9,3 NMP/100ml en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco) y un máximo de 20 NMP/100 ml en los puntos P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo). Sin embargo, todos los puntos de muestreo cumplieron holgadamente con el máximo establecido en la normativa de referencia (Tabla 24).

Parámetros in situ

La temperatura presentó valores relativamente variables entre los puntos de muestreo evaluados en el área de estudio, fluctuando entre un mínimo de 10,7°C en el punto de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco), y un máximo de 21,41°C en el punto P3 (Laguna Quiñenco). El contenido de oxígeno disuelto presentó alta variación dentro del área de estudio, fluctuando entre un mínimo de 4,01 mg/L en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo) y un máximo de 9,53 mg/L en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco). Cabe destacar que los puntos de muestreo P3 y P9 mostraron un bajo contenido de

oxígeno, por debajo del límite inferior considerados para sostener la vida acuática (5 mg/L) (Tabla 24).

El pH fue variable dentro del área, fluctuando entre un mínimo de 5,55 unidades en el punto P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente) y un máximo de 6,88 unidades en el punto P1 (Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana). La mayoría de los puntos presentaron aguas consideradas neutras, pero los puntos P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente), P7 (Arroyo afluyente humedal Calabozo desde oriente) y P8 (Arroyo afluyente humedal Calabozo desde oriente), que presentaron valores de pH bajo 6,0, presentaron aguas medianamente ácidas. Los valores de estos tres puntos se encuentran bajo el límite inferior recomendado en la normativa de referencia, tanto en la NCh 1333 Of 78 como en la NSCA Biobío (Tabla 24).

Tabla 24. Mediciones de parámetros físicos y químicos medidos en columna de agua. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022

| Parámetro | Unidad | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora | | Norma de referencia | Límite norma |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------|-----------------|--------------------|--------|----------------------|--------|--------|------------------------|-------------------|------|---------------------|--------------|
| | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | | |
| Nutrientes y productividad | | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato | mg N/L | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 3,3 | Seco | Seco | NSCA Biobío | 0,15 |
| Nitrito | mg N/L | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | <0,03 | | | NSCA Biobío | 0,002 |
| Nitrógeno Total | mg N/L | 1,09 | 1,092 | 1,128 | 1,346 | 0,988 | 1,053 | 1,117 | 1,15 | 4,4 | | | NSCA Biobío | 0,3 |
| Nitrógeno total Kjeldahl | mg N/L | 0,39 | 0,592 | 0,528 | 0,646 | 0,488 | 0,353 | 0,417 | 0,55 | 1,1 | | | - | - |
| Fósforo Total | mg P/L | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | <0,200 | | | NSCA Biobío | 0,05 |
| Clorofila a | mg/m ³ | <10,0 | <10,0 | 56,7 | <10,0 | <10,0 | <10,0 | <10,0 | 10,4 | <10,0 | | | - | - |
| Microbiológicos | | | | | | | | | | | | | | |
| Coliformes Fecales | NMP/100 mL | 11 | 20 | <1,8 | 9,3 | <1,8 | <1,8 | 17 | 17,9 | 20 | Seco | Seco | NCh 1333 | 1000 |
| Fisicoquímicos | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductividad | μs/cm | 49,6 | 51,1 | 132 | 53,7 | 62,1 | 45,8 | 58 | 58,4 | 184 | Seco | Seco | NCh 1333 | ≤750 |
| DBO5 | mg/L | 5,85 | 3,37 | 36,6 | 2,96 | 5,67 | 4,66 | 4,82 | 8,7 | 17,1 | | | NSCA Biobío | 2 |
| Alcalinidad | mg CaCO3/L | 11,9 | 12,4 | 41 | 16,8 | 20,1 | 11,3 | 17,5 | 15 | 30,7 | | | NCh 1333 | ≥20 |
| Parámetros <i>in situ</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura | °C | 11,23 | 16,82 | 21,41 | 10,9 | 10,7 | 11,2 | 12,01 | 14,49 | 17,55 | Seco | Seco | NCh 1333 | |
| Oxígeno disuelto | mg O/L | 8,56 | 6,39 | 4,62 | 9,53 | 8,99 | 7,01 | 8,24 | 8,62 | 4,01 | | | NCh 1333 | ≥5,0 |
| Saturación de Oxígeno | % | 77,98 | 65,70 | 52,23 | 86,42 | 80,76 | 64,15 | 76,46 | 84,75 | 41,96 | | | - | - |
| pH | unidad | 6,88 | 6,37 | 6,55 | 6,6 | 6,31 | 5,55 | 5,81 | 5,92 | 6,35 | | | NCh 1333 | 6,0-9,0 |

■ Bajo límite de detección;
 ■ Supera la norma de referencia;
 ■ Cumple la norma de referencia

Fuente: Elaboración propia

Biota acuática

Fitobentos

El ensamble de fitobentos estuvo constituido exclusivamente por diatomeas. Las colectas de microalgas bentónicas realizadas en los distintos puntos de muestreo permitieron el registro de un total de 40 taxa. La Tabla 25 y Figura 9. presentan la riqueza taxonómica y densidad del ensamble de fitobentos 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 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) con un valor de 18 taxa, mientras que la menor riqueza se describió en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), donde se registró un único taxón (Tabla 25 y Figura 29).

Al igual que en el caso de la riqueza taxonómica, la mayor densidad fue registrada en el ensamble de fitobentos del punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón), alcanzando un total de 41.270,4 cel/mm², mientras que la menor densidad se registró en el ensamble del punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), con un valor de 299,1 cel/ mm², (Tabla 25 y Figura 29).

La composición de taxa fue variable entre los distintos puntos de muestreo evaluados. Lo anterior se evidencia en la baja frecuencia que mostraron los distintos taxa, que fueron registrados generalmente en un único punto de muestreo (27 taxa), mientras que una fracción menor fue registrada en 2 (7 taxa), 3 (5 taxa) y 4 (1 taxón) puntos de muestreo. Así mismo, en términos de abundancia relativa, solamente una especie presentó una abundancia relativa mayor a 10% del total de células registradas en el área de estudio. La gran mayoría de los taxa (n=32) presentó abundancias relativas bajo el 5% del total de células registradas.

Los patrones antes descritos resultan en una alta singularidad de las comunidades de fitobentos en los distintos puntos de muestreo. Así, el punto de muestreo P1 (Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana) presentó un ensamble dominado por las especies *Achnantheidium minutissimum*, *Achnanthes oblongella* y *Frustulia vulgaris*, con abundancias relativas de 50%, 33,3% y 16,7%. Por otro lado, la comunidad de fitobentos del punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) estuvo dominado principalmente por *Tabellaria flocculosa*, *Nitzschia spp.*, *A. minutissimum* y *Fragilaria capucina*, con una abundancia relativa de 20,3%, 17,4%, 14,5% y 11,6%, respectivamente. En el punto de muestreo P3 (Laguna Quiñenco) el ensamble de microalgas bentónicas estuvo dominado por el taxa *Staurosirella pinnata*, *Aulacoseira alpigena* y *F. capucina*, con una abundancia relativa de 30,6%, 22,2% y 11,1%. El ensamble de fitoplancton del punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco) estuvo constituido exclusivamente por células del género *Pinnularia sp.*, que mostró en consecuencia una abundancia relativa de 100%. En el punto de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) la comunidad de fitobentos mostró como elementos de mayor representatividad a las especies *Naviculadicta cf seminulum* y *A. oblongella*, las que alcanzaron abundancias relativas de 66,7% y 33,3%, respectivamente. El punto de muestreo P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente) mostró una comunidad de fitobentos codominada por *F. vulgaris* y *Eunotia bilunaris*, con una abundancia relativa de 50% cada una. El ensamble de fitobentos del punto P7 (Arroyo afluyente humedal Calabozo desde oriente) estuvo codominado por *A. minutissimum* y *N. gracilis*, con una abundancia relativa de 21,1% y 15,8%, respectivamente, seguidas por las especies *E. minutum*, *N. palea*, *Nitzschia spp.* y *Pennada*, con una abundancia relativa de 10,5% cada una. La comunidad de

fitobentos del punto P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente) estuvo codominado por Pennada (30,8% abundancia relativa), y por las especies *E. bilunaris*, *Fragilaria parasitica*, *Gomphonema parvulum* y *Navicula cryptotenella*, que alcanzaron una abundancia relativa de 15,4% cada una. Finalmente, el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo) presentó una comunidad de fitobentos dominada por *N. palea*, *Diadsmis cf confervacea* y *Navicula cryptocephala*, que alcanzaron abundancias relativas de 48,1%, 22,8% y 15,2%, respectivamente. Los restantes taxa presentaron abundancias relativas en general inferiores a 10%, agrupándose en “Otras”(Tabla 25. y Figura 29).

La diversidad (H') mostró también una alta variabilidad en el área de estudio. Su mayor valor se registró en el punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón), donde se calculó una diversidad de 2,43 bits ($H'_{max}= 2,89$ bits), mientras que la menor diversidad se registró en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), donde la presencia de un único taxón imposibilitó calcular el índice (Tabla 25).

Por otro lado, el análisis de equitatividad (J') mostró en general valores altos ($J'>0,7$) en toda el área de estudio. La comunidad de fitobentos del punto de muestreo P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente) mostró la estructura de mayor equitatividad dentro del área de estudio, con un valor de $J'=0,955$, mientras que el menor valor se registró en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), donde se registró una equitatividad de $J'= 0,775$ (Tabla 25)

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 (Figura 30).

En el Anexo 8. se presentan fotografías de las principales especies registradas en el ensamble de fitobentos en el área de estudio durante la campaña de marzo de 2022.

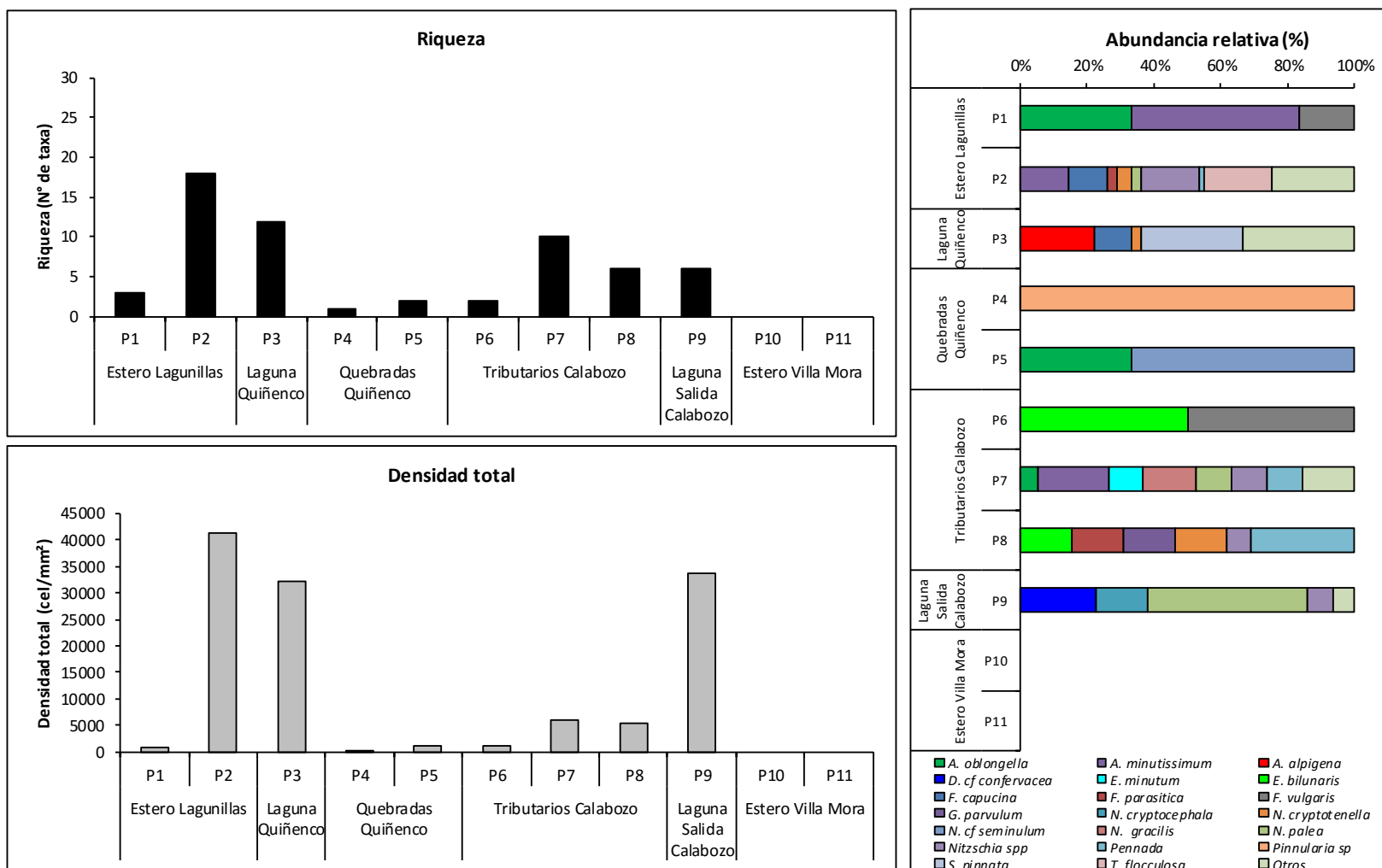
Tabla 25. Composición y estructura de las comunidades de microalgas bentónicas en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. Diversidad y Equitatividad calculada con logaritmo base e.

| Taxa | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora | |
|--|-------------------|--------|-----------------|--------------------|-------|----------------------|--------|-------|------------------------|-------------------|------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| <i>Achnanthaceae</i> | | | 1794,4 | | | | | | | Seco | Seco |
| <i>Achnanthes oblongella</i> | 320,4 | | | | 358,9 | | 320,4 | | | | |
| <i>Achnanthidium minutissimum</i> | 480,6 | 5981,2 | | | | | 1281,7 | | | | |
| <i>Aulacoseira alpigena</i> | | | 7177,5 | | | | | | | | |
| <i>Aulacoseira ambigua</i> | | | | | | | | | 854,5 | | |
| <i>Aulacoseira granulata</i> | | | | | | | | | 1281,7 | | |
| <i>Cocconeis placentula v euglypta</i> | | 1196,2 | | | | | | | | | |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | | 1196,2 | | | | | | | | | |
| <i>Cymbella lanceolata</i> | | | 1794,4 | | | | | | | | |
| <i>Cymbella simonsenii</i> | | 598,1 | 897,2 | | | | | | | | |
| <i>Diadesmis cf confervacea</i> | | | | | | | | | 7690,1 | | |
| <i>Encyonema minutiforme</i> | | 598,1 | | | | | | | | | |
| <i>Encyonema minutum</i> | | | | | | | 640,8 | | | | |
| <i>Encyonopsis microcephala</i> | | 598,1 | 1794,4 | | | | | | | | |
| <i>Eunotia bilunaris</i> | | | | | | 512,7 | | 854,5 | | | |
| <i>Eunotia cf incisa</i> | | 598,1 | | | | | | | | | |
| <i>Fragilaria capucina</i> | | 4785,0 | 3588,7 | | | | | | | | |
| <i>Fragilaria parasitica</i> | | 1196,2 | | | | | | 854,5 | | | |
| <i>Frustulia vulgaris</i> | 160,2 | | | | | 512,7 | | | | | |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | | | | | | | | 854,5 | | | |
| <i>Hippodonta hungarica</i> | | 1196,2 | | | | | | | | | |
| <i>Navicula cryptocephala</i> | | | | | | | | | 5126,8 | | |
| <i>Navicula cryptotenella</i> | | 1794,4 | 897,2 | | | | | 854,5 | | | |
| <i>Navicula radiosa</i> | | 598,1 | 897,2 | | | | | | | | |

| Taxa | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora | |
|--------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------|----------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| <i>Navicula veneta</i> | | 2990,6 | | | | | | | | | |
| <i>Naviculadicta cf seminulum</i> | | | | | 717,7 | | | | | | |
| <i>Nitzschia gracilis</i> | | | | | | | 961,3 | | | | |
| <i>Nitzschia frustulum</i> | | | 897,2 | | | | | | | | |
| <i>Nitzschia linearis</i> | | | | | | | 320,4 | | | | |
| <i>Nitzschia palea</i> | | 1196,2 | | | | | 640,8 | | 16234,7 | | |
| <i>Nitzschia spp.</i> | | 7177,5 | | | | | 640,8 | 427,2 | 2563,4 | | |
| <i>Pennada</i> | | 598,1 | | | | | 640,8 | 1708,9 | | | |
| <i>Pinnularia sp.</i> | | | | 299,1 | | | | | | | |
| <i>Psammothidium subatomoides</i> | | | | | | | 320,4 | | | | |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> | | 598,1 | | | | | | | | | |
| <i>Sellaphora pupula</i> | | | 897,2 | | | | | | | | |
| <i>Stauroneis heinii</i> | | | 1794,4 | | | | | | | | |
| <i>Staurosirella pinnata</i> | | | 9869,0 | | | | | | | | |
| <i>Tabellaria flocculosa</i> | | 8373,7 | | | | | | | | | |
| <i>Ulnaria ulna</i> | | | | | | | 320,4 | | | | |
| Riqueza de especies | 3 | 18 | 12 | 1 | 2 | 2 | 10 | 6 | 6 | - | - |
| Abundancia total (cel/L) | 961,3 | 41270,4 | 32298,6 | 299,1 | 1076,6 | 1025,4 | 6088,0 | 5554,0 | 33751,2 | - | - |
| Diversidad de Shannon (H') | 1,01 | 2,43 | 2,08 | - | 0,637 | 0,693 | 2,187 | 1,712 | 1,388 | - | - |
| Diversidad máxima (H'max) | 1,10 | 2,89 | 2,49 | - | 0,693 | 0,693 | 2,303 | 1,792 | 1,792 | - | - |
| Equitatividad (J') | 0,92 | 0,84 | 0,84 | - | 0,918 | 1 | 0,95 | 0,955 | 0,775 | - | - |

Fuente: Elaboración propia

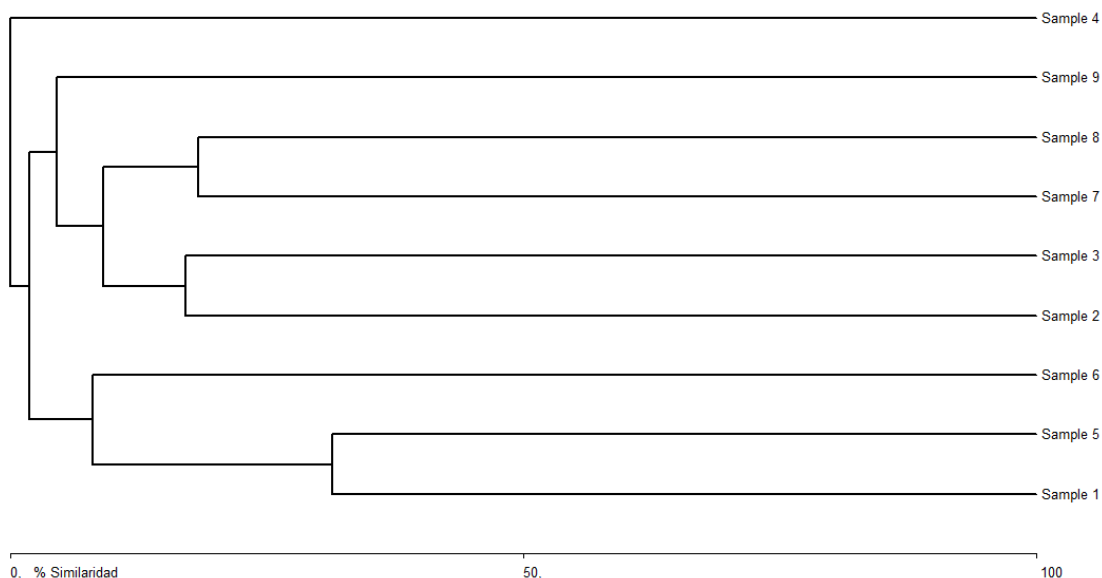
Figura 29. Composición y estructura de los ensambles de fitobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Análisis de similitud de las comunidades de fitobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)



Fuente: Elaboración propia

Zoobentos

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos, evaluada en marzo de 2022, estuvo constituida por un total de 3 *taxa*, agrupados en 2 *Phyla* (Annelida y Arthropoda) y dos Clases (Oligochaeta e Insecta). La riqueza taxonómica y densidad de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo se observa en la Tabla 26 y Figura 31.

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 Lagunillas, aguas arriba zona urbana), donde se registró un ensamble constituido por 3 *taxa*. Por otro lado, los puntos de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco), donde no se registraron *taxa* de macroinvertebrados bentónicos, mostraron el ensamble de menor riqueza (0 *taxa*) (Tabla 26 y Figura 31).

La mayor densidad se registró en el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco), con un valor de 2825,9 ind/m². Dada la ausencia de *taxa* zoobentónicos en los puntos de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco), dichos puntos de muestreo exhibieron la menor densidad (0,0 ind/m²) (Tabla 26 y Figura 31).

Respecto de la composición taxonómica, se observaron ensambles relativamente sencillos y variables entre los puntos de muestreo evaluados. Los *taxa* más representativos en términos de su frecuencia fueron los dípteros quironómidos del género *Cricotopus* y las lombrices dulceacuícolas de la subclase Oligochaeta. Así, se observó que el ensamble de zoobentos del punto de muestreo P1 (Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana) estuvo dominado por coleópteros de la familia

Elmidae, que exhibieron una abundancia relativa de 71,4%, seguidos por dípteros del género *Cricotopus* con una abundancia relativa de 21,4%. Por otro lado, el zoobentos del punto de muestreo P3 (Laguna Quiñenco) estuvo codominado por dípteros *Cricotopus* sp. y por lombrices de la Subclase Oligochaeta, con una abundancia relativa de 62,5% y 37,5%, respectivamente. En el punto P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco) Elmidae fue el grupo más representativo. El punto de muestreo P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente) fue dominado exclusivamente por oligoquetos, mientras que los puntos P7 (Arroyo afluyente humedal Calabozo desde oriente) y P8 (Arroyo afluyente humedal Calabozo desde oriente) presentaron ensambles dominados exclusivamente por dípteros *Cricotopus* sp., con una abundancia relativa de 100%. Finalmente, el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo) el zoobentos estuvo codominado por oligoquetos y por dípteros *Cricotopus* sp., con una abundancia relativa de 50% cada uno (Figura 31).

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 Lagunillas, aguas arriba zona urbana) presentó la mayor diversidad, con un valor de 0,759 bits ($H'_{max} = 1,099$ bits), mientras que los puntos de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco), en los que este grupo estuvo ausente, presentaron en consecuencia nula diversidad (Tabla 26).

La equitatividad (J') mostró valores medios a altos ($>0,5$) en los puntos de muestreo en que fue posible calcularla. Su máximo valor se registró en el punto de muestreo P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo), donde se calculó una equitatividad de $J' = 1,0$, mientras que en los puntos de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco), en los que este grupo estuvo ausente, fue imposible calcular el índice (Tabla 26).

El índice de calidad ChBMWP, evaluado en base a las familias de macroinvertebrados presentes en el área de estudio, presentó en marzo de 2022 valores que informan una muy mala calidad de agua. Todos los puntos de muestreo presentaron valores del índice ChBMWP <15 , correspondientes a la Clase V (Muy malo, fuertemente perturbado), de acuerdo a la Tabla 9.

El análisis de clúster realizado mostró una baja similitud entre los distintos puntos evaluados. A un nivel de corte de 50% de similitud, se observaron 4 nodos: i) agrupando a los puntos P1 y P4; ii) agrupando los puntos P3, P7 y P9; iii) punto P6 y iv) punto P8 (Figura). La similitud entre el punto P1 y P4 estaría dada por la dominancia de Elmidae en ambos puntos. La similitud entre los puntos de muestreo P3, P7 y P8 estaba dada por la presencia de Oligoquetos y dípteros *Cricotopus* (Figura 32).

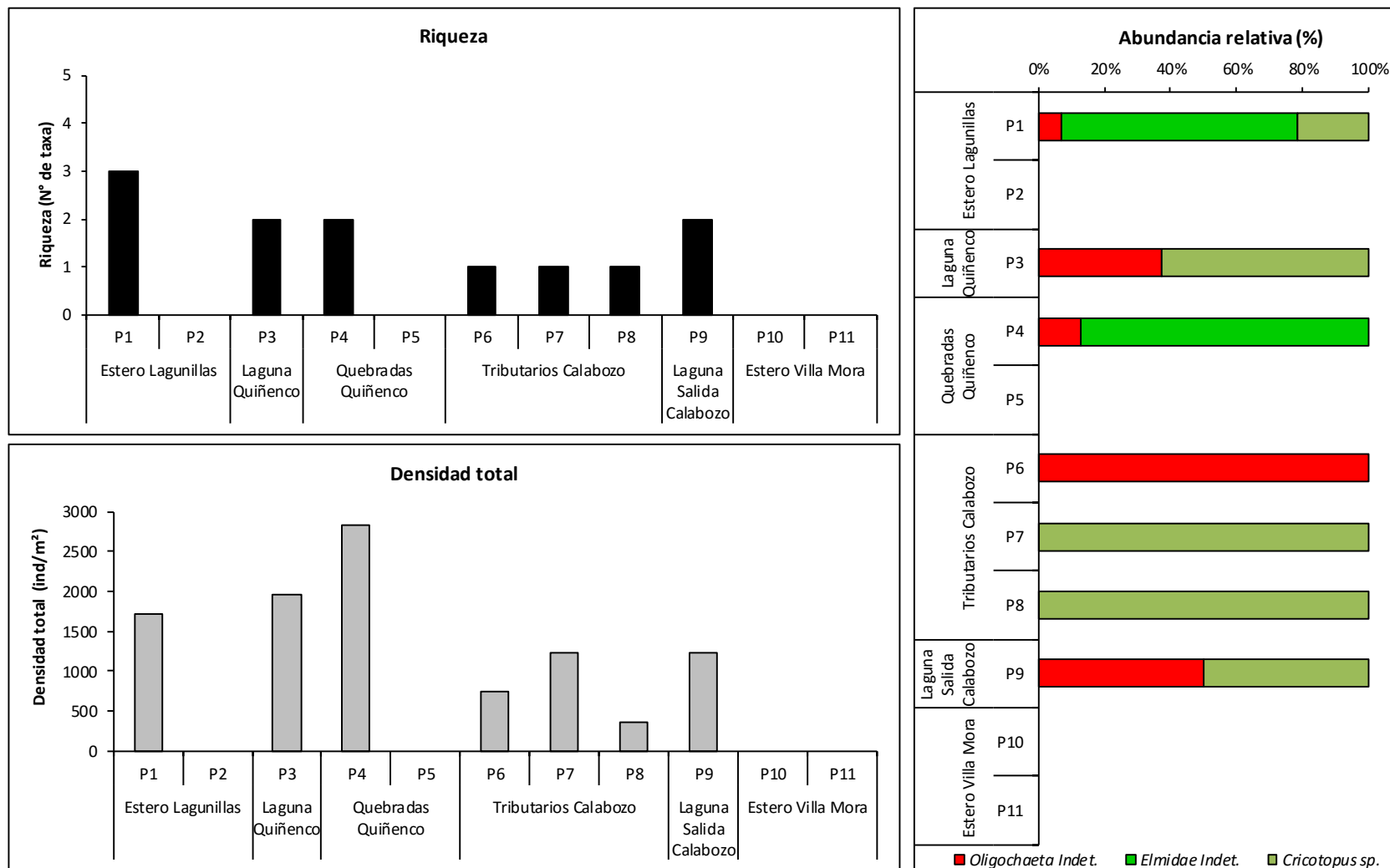
En el Anexo 8. se presentan fotografías de los taxa registrados en el ensamble de macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio durante la campaña de marzo de 2022.

Tabla 26. Composición y estructura de los ensambles de zoobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. Diversidad y Equitatividad calculada con logaritmo base e. (*) = Punto seco.

| Phylum | Clase | Orden | Familia | Taxa | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora* | |
|--------------------------------|-------------|------------|--------------|---------------------------|-------------------|-------|-----------------|--------------------|-------|----------------------|---------|-------|------------------------|--------------------|------|
| | | | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| ANNELIDA | Oligochaeta | - | - | <i>Oligochaeta Indet.</i> | 122,9 | | 737,2 | 368,6 | | 737,2 | | | 614,3 | | |
| ARTHROPODA | Insecta | Coleoptera | Elmidae | <i>Elmidae Indet.</i> | 1.228,7 | | | 2.457,3 | | | | | | Seco | Seco |
| | | Diptera | Chironomidae | <i>Cricotopus sp.</i> | 368,6 | | 1.228,7 | | | | 1.228,7 | 368,6 | 614,3 | | |
| Riqueza de taxa | | | | | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| Densidad (ind/m ²) | | | | | 1720,1 | 0,0 | 1965,9 | 2825,9 | 0,0 | 737,2 | 1228,7 | 368,6 | 1228,7 | 0,0 | 0,0 |
| Diversidad de Shannon (H') | | | | | 0,759 | - | 0,662 | 0,387 | - | - | - | - | 0,693 | - | - |
| Diversidad máxima (H'max) | | | | | 1,099 | - | 0,693 | 0,693 | - | - | - | - | 0,693 | - | - |
| Equitatividad (J') | | | | | 0,691 | - | 0,954 | 0,559 | - | - | - | - | 1 | - | - |
| Índice ChBMWP | | | | | 9 (V) | 0 (V) | 3 (V) | 7 (V) | 0 (V) | 1 (V) | 2 (V) | 2 (V) | 3 (V) | | |

Fuente: Elaboración propia

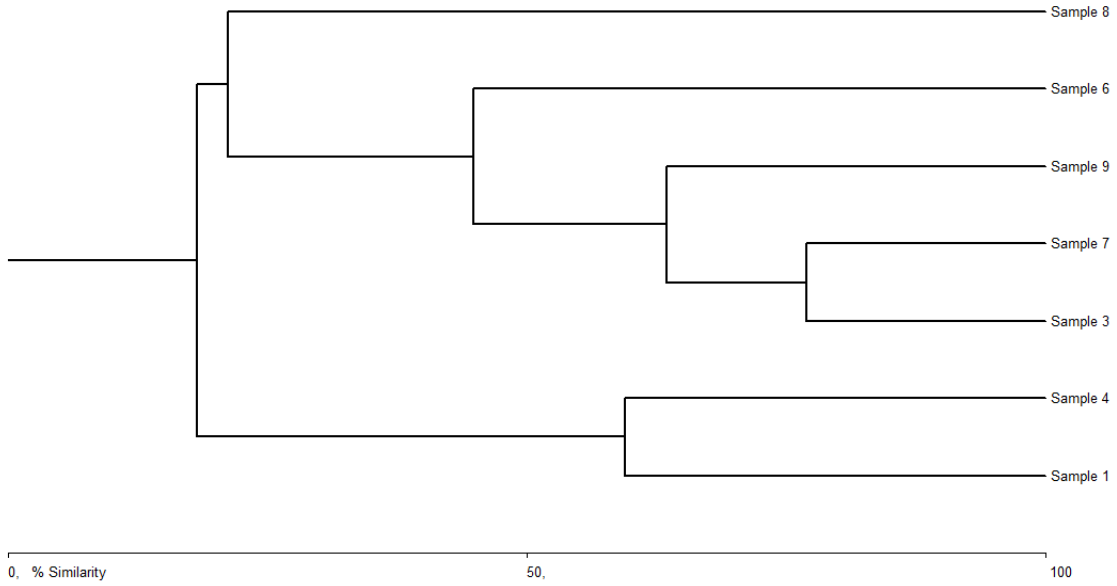
Figura 31. Composición y estructura de los ensambles de zoobentos en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. (*) = Punto seco.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 32. Análisis de similitud de los ensambles de zoobentos en el área de estudio.
Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.**

Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)



Fuente: Elaboración propia

Fauna íctica

Como resultado de las prospecciones de peces ejecutadas en marzo de 2022, se registró la presencia de un total de seis (6) especies ícticas en el área de estudio, correspondientes a las nativas *Cheirodon galusdae* (pocha de los lagos), *Galaxias maculatus* (puye chico) y *Nematogenys inermis* (bagre grande), además de las introducidas *Australoheros facetus* (chanchito), *Gambusia affinis* (gambusia) y *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris). La taxonomía, origen y estado de conservación de las especies registradas en el área se detalla en la Tabla 27.

De acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies, *N. inermis* se encuentra categorizada “En Peligro” (D.S. N°38/2015 MMA), *Ch. galusdae* se encuentra dentro de la categoría “Vulnerable” (D.S. N°51/2008 MINSEGPRES), mientras que *G. maculatus* se encuentra en la categoría “Preocupación Menor” (D.S. N° 19/2012 MMA). Por su parte, la gambusia, el chanchito y la trucha arcoíris corresponden a especies exótica invasora que, debido a tal condición, no se considera dentro de los procesos de clasificación de especies de nuestro país (Tabla 27).

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 los ensambles de peces de los puntos de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente), constituido por tres (3) especies, presentaron la mayor riqueza, mientras que los puntos de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) y P6 (Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente), en los cuales no se observó presencia de peces, presentaron la menor riqueza (Tabla 27 y Figura).

La abundancia se mostró variable en el área de estudio, oscilando entre un máximo de 54 ejemplares resgistrados en el punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) y un mínimo de 0 ejemplares en los puntos de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) y P6 (Quebrada afluente humedal Calabozo desde el oriente), en los cuales no se observó presencia de peces (Tabla 27 y Figura 33).

Respecto de la composición de especies, y en base a las prospecciones realizadas dentro de cursos y cuerpos de agua del sistema, destaca la presencia de especies nativas y su alta representatividad en algunos puntos de muestreo. Las especies que mostraron la mayor frecuencia espacial fueron la nativa *Ch. galusdae* y la exótica *O. mykiss*, las que se registraron en 4 de los 7 puntos con presencia de peces, aunque mostraron una abundancia relativa variable entre los puntos. En el punto de muestreo P1 (Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana) el ensamble de peces estuvo codominado por *O. mykiss* y *Ch. galusdae*, con abundancias relativas de 69,6% y 30,4%, respectivamente. En el punto P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) dominó la especie *G. affinis* con una abundancia relativa de 72,2%, seguida por *Ch. galusdae*, con una abundancia relativa de 25,9%. El ensamble de peces del punto P3 (Laguna Quiñenco) fue dominado exclusivamente por *G. affinis*, que alcanzó una abundancia relativa de 100%. En el punto de muestreo P4 (Quebrada Quiñenco, 0,4 km aguas arriba laguna Quiñenco) el ensamble de peces estuvo dominado por *Ch. galusdae* y *G. maculatus*, con abundancias relativas de 78,6% y 21,4%, respectivamente. En los puntos de muestreo P7 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente) y P9 (Laguna Salida Humedal Calabozo) se observaron ensambles monoespecíficos, dominados por *O. mykiss* y *A. facetus*, respectivamente. Finalmente, en el punto P8 (Arroyo afluente humedal Calabozo desde oriente) se

registró un ensamble dominado por *Ch. galusdae*, que alcanzó una abundancia relativa de 82,4%, seguida de *N. inermis*, que alcanzó un 11,8% de abundancia relativa (Tabla 27 y Figura 33).

Respecto de la diversidad (H'), se observó que esta fue relativamente baja en cada punto de muestreo evaluado ($<1,0$). El ensamble de peces del punto de muestreo P2 (Estero Lagunillas, en Villa La Paz Escuadrón) presentó la mayor diversidad, con un valor de 0,659 bits ($H'_{\max}= 1,099$ bits), mientras que los puntos de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) y P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente), en los que este grupo estuvo ausente, presentaron en consecuencia nula diversidad (Tabla 28).

La equitatividad (J') mostró valores medios a altos ($>0,5$) en los puntos de muestreo en que fue posible calcularla. Su máximo valor se registró en el punto de muestreo P1 (Estero Lagunillas, aguas arriba zona urbana), donde se calculó una equitatividad de $J'= 0,887$, mientras que los puntos de muestreo P5 (Estero aportante a quebrada Quiñenco) y P6 (Quebrada afluyente humedal Calabozo desde el oriente), en los que este grupo estuvo ausente, presentaron en consecuencia nula equitatividad (Tabla 28).

El análisis de clúster realizado mostró una baja similitud entre los distintos puntos evaluados. A un nivel de cohorte de 50% de similitud, se observaron 5 nodos: i) punto P1; ii) agrupando los puntos P4 y P8; iii) agrupando los puntos P2 y P3, iv) punto P7 y v) punto P9 (Figura). La similitud entre el punto P4 y P8 estaría dada por la dominancia de *Ch. galusdae* en ambos puntos, mientras que la similitud entre los puntos de muestreo P2 y P3 está dada por la dominancia de *G. affinis*. La segregación de P1, P7 y P9 independientemente se explicaría por la naturaleza particular de sus ensambles, codominado por *O. mykiss* y *Ch. galusdae* en el caso de P1, dominio exclusivo de *O. mykiss* en el caso de P7 y dominio exclusivo de *A. facetus* en el caso de P9 (Figura 34).

En el Anexo 8. se presentan fotografías de las especies registradas en el ensamble de fauna íctica en el área de estudio durante la campaña de marzo de 2022.

Tabla 27. Taxonomía, origen y categorías de conservación de la fauna íctica registrada en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. 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 |
|--------------------|----------------|--|--------------------|---------------------------|-------------|
| CHARACIFORMES | Characidae | <i>Cheirodon galusdae</i> Eigenmann, 1928 | Pocha de los lagos | Vulnerable | Endémica |
| SILURIFORMES | Nematogenyidae | <i>Nematogenys inermis</i> (Guichenot, 1848) | Bagre grande | En Peligro | Endémica |
| OSMERIFORMES | Galaxiidae | <i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842) | Puye chico | Preocupación Menor** | Nativa |
| 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 |

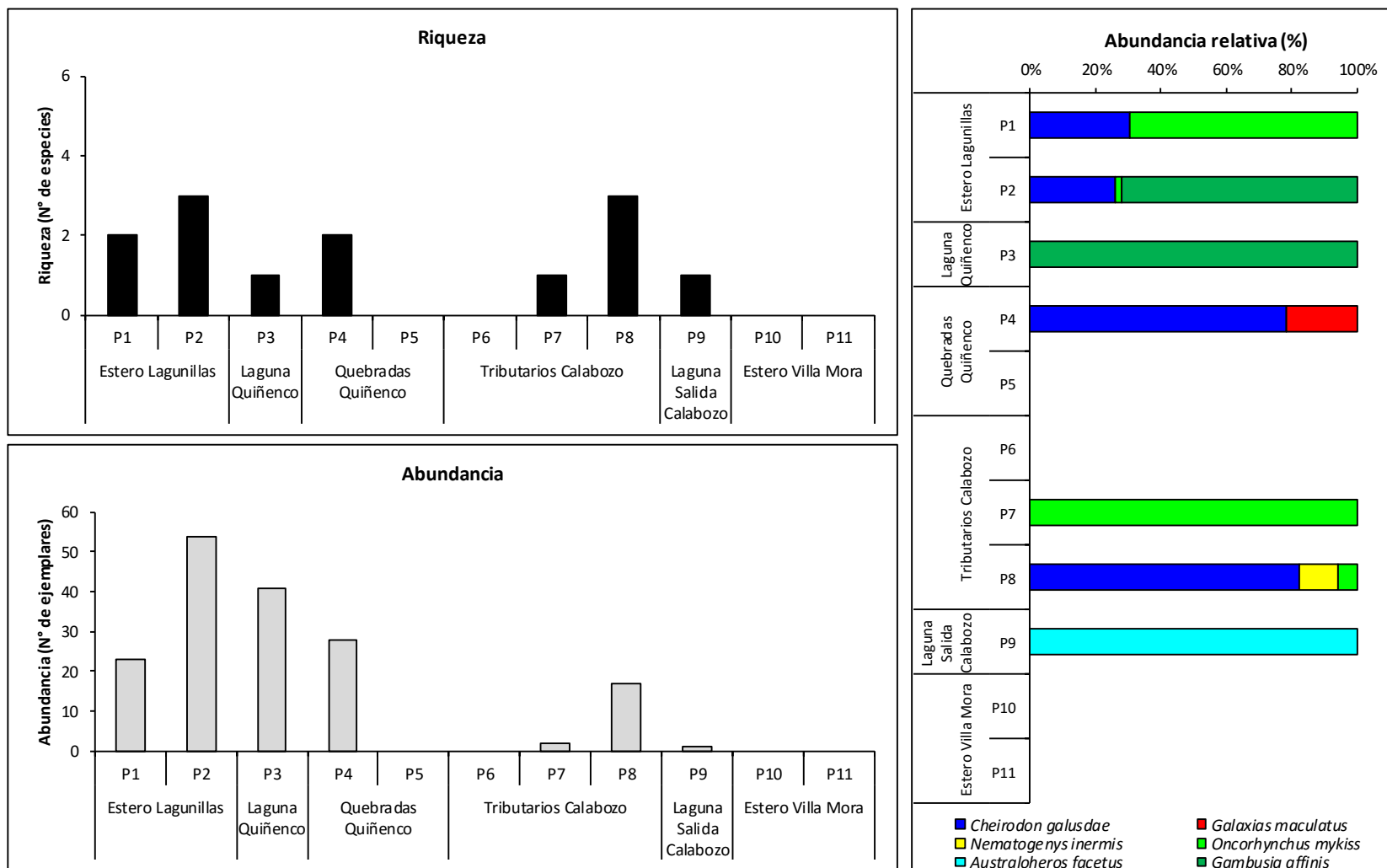
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Composición y estructura de los ensamblajes ícticos en el área de estudio Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

| Especie | Estero Lagunillas | | Laguna Quiñenco | Quebradas Quiñenco | | Tributarios Calabozo | | | Laguna Salida Calabozo | Estero Villa Mora | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|----------|--------------|------------------------|-------------------|----------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 |
| <i>Cheirodon galusdae</i> | 7 | 14 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | Seco | Seco |
| <i>Galaxias maculatus</i> | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| <i>Nematogenys inermis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | | |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 16 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | | |
| <i>Australoheros facetus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | |
| <i>Gambusia affinis</i> | 0 | 39 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| Riqueza (N° de especies) | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Abundancia (N° de peces) | 23 | 54 | 41 | 28 | 0 | 0 | 2 | 17 | 1 | 0 | 0 |
| Diversidad de Shannon (H') | 0,615 | 0,659 | - | 0,52 | - | - | - | 0,578 | - | - | - |
| Diversidad máxima (H'max) | 0,693 | 1,099 | - | 0,693 | - | - | - | 1,099 | - | - | - |
| Equitatividad (J') | 0,887 | 0,6 | - | 0,75 | - | - | - | 0,526 | - | - | - |

Fuente: Elaboración propia

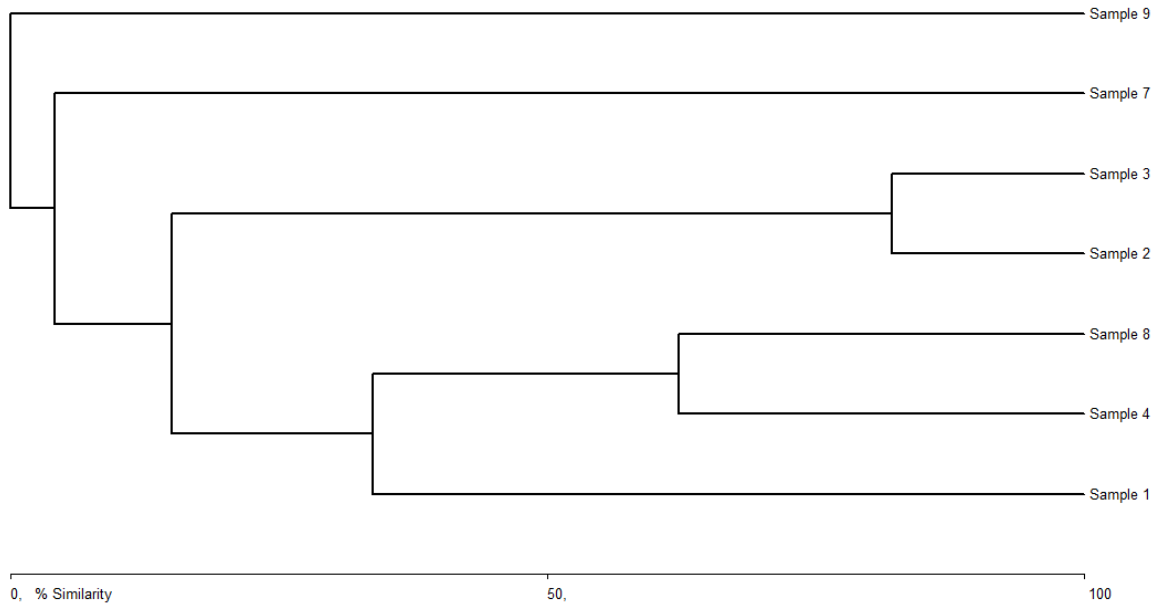
Figura 33. Composición y estructura de los ensambles de fauna íctica en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Análisis de similitud de los ensambles de fauna íctica en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)



Fuente: Elaboración propia

Aspectos morfométricos

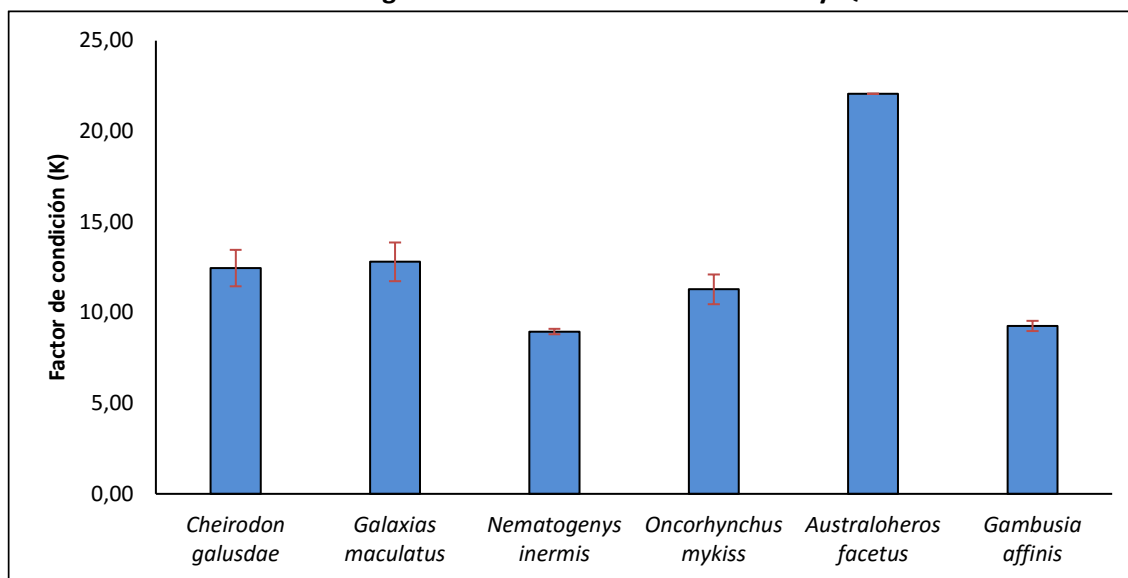
El detalle de la morfometría de los ejemplares capturados en el área de estudio se presenta en la Anexo 11. El análisis de los aspectos morfométricos de los ejemplares colectados se resume en la Tabla 29., en la que se presentan los factores de condición promedio y desviaciones estándar para cada especie descrita. Como resulta lógico, se registraron diferencias en la morfología entre las especies descritas. Tal como se advierte en la Tabla 29. y la Figura 35., la especie más robusta del área de estudio fue *Australoheros facetus*, cuyo único ejemplar capturado presentó un factor de condición de $K= 22,06$. Por otra parte, el bagre grande, *Nematogenys inermis*, fue la especie más delgada del área de estudio, presentando un factor de condición promedio de $K= 8,95 \pm 0,15$.

Tabla 29. Resumen de los factores de condición de los ejemplares de peces colectados en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022. LT= Longitud total; K= Factor de condición.

| Especie | Abundancia total | Rango LT (mm) | Factor de condición (K) | |
|------------------------------|------------------|---------------|-------------------------|------|
| | | | Media | DS |
| <i>Cheirodon galusdae</i> | 57 | 1,8 - 6,4 | 12,45 | 1,00 |
| <i>Galaxias maculatus</i> | 6 | 4,8 - 6,2 | 12,80 | 1,07 |
| <i>Nematogenys inermis</i> | 2 | 6,8 - 8,2 | 8,95 | 0,15 |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 20 | 4,8 - 23,8 | 11,28 | 0,82 |
| <i>Australoheros facetus</i> | 1 | 4,5 | 22,06 | - |
| <i>Gambusia affinis</i> | 80 | 1,3 - 5,0 | 9,26 | 0,29 |

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Comparación de factores de condición (K) entre las especies registradas en el área de estudio. Caracterización limnológica del sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Análisis comparativo con información existente para caracterización del hábitat acuático del sistema humedal

En agosto del año 2020, la caracterización del hábitat acuático del humedal Calabozo realizada por Claramunt et al., (2021) mostró que las propiedades físicas y químicas del agua en el humedal son, en general, desfavorables para la biota acuática, con altas concentraciones de nutrientes, una baja oxigenación y presencia de coliformes fecales. Cabe destacar, especialmente el área de pajonal ubicado al costado surponiente del humedal entre la Lechería Cantarrana y la Ruta 160 con concentraciones de oxígeno por debajo del mínimo apto para sostener la vida y una condición de hipereutrofia, respecto del nitrógeno total. A su vez, esta área junto con el área sur del humedal (aledaña a ingreso a Lechería Cantarrana), muestran una evidente fragmentación, generando un

mosaico de cuerpos de agua someros expuestos a la radiación, aumento de la temperatura del agua, mayor evaporación y riesgo de desecación. En cambio, el área inundada ubicada al norte del humedal Calabozo y espejo de agua de salida del humedal Calabozo (sección sur del humedal Paso Seco), mostraron mejores condiciones de hábitat acuático, pero con niveles hipereutróficos respecto del nitrógeno total. Por su parte, el estero aportante desde el oriente al humedal Calabozo, presentó buena oxigenación (>5 mg/L), pH neutro, conductividad baja, y temperaturas acordes con la época y horario de muestreo. Además de un estado mesotrófico respecto del nitrógeno total, y presencia de *Aegla sp.*, crustáceos decápodos que le confieren valor de conservación a esta área.

Por otro lado, los resultados del presente estudio, dan cuenta que los cursos de agua evaluados en el sistema Calabozo y Quiñenco presentaron en general buena oxigenación (>5 mg/L), pH neutro a moderadamente ácido (5,5 – 7,0 unidades), conductividades bajas y temperaturas acordes con la época y horario de muestreo. El estero Lagunillas, quebrada Quiñenco y estero aportante desde el este al humedal Calabozo mostraron los mayores aportes hídricos en términos de caudal, y las lagunas las mayores masas de agua dentro del sistema, pese a las importantes reducciones de sus espejos de agua en la época estival.

La laguna Quiñenco y salida del humedal Calabozo (sección sur del humedal Paso Seco) mostraron un bajo contenido de oxígeno, por debajo del límite inferior considerados para sostener la vida acuática (5 mg/L), además, debido a los altos niveles de nitrógeno total, son consideradas en estado eutrófico e hipereutrófico, respectivamente. La laguna Quiñenco también es considerada en estado hipereutrófico debido a los altos niveles de clorofila registrados.

Por su parte Parra et al. (2003) plantea que la laguna Quiñenco presenta condiciones regulares considerando los valores de la transparencia, del seston, oxígeno disuelto y las concentraciones de fósforo y nitrógeno. Estos resultados difieren de los datos de oxígeno disuelto y nitrógeno total registrado en las mediciones actuales. Respecto de la comunidad fitoplanctónica, Parra et al. (2003) determinaron que los grupos taxonómicos con mayor riqueza fueron Chlorophyceae, Bacillariophyceae y Chrysophyceae, alcanzando una riqueza taxonómica de 55 taxa. Las especies más frecuentes fueron *Anabaena sp.*, *Mallomonas sp.*, *A. granulata* y *S. tenera*, mientras que las especies más abundantes fueron *A. granulata*, *G. monotaenium*, *Mallomonas sp.*, *D. divergens*, *X. antilopaemum* y *Anabaena sp.*, mientras que los resultados del presente estudio registró 12 taxa, siendo las más abundantes *Fragilaria capucina*, *Cymbella lanceolata*, *Achnantheaceae* y *Stauroneis heinii*. Respecto del bentos, Muñoz et al. (2001) registraron un total de 14 taxa de zoobentos en la laguna Quiñenco, siendo *Oligochaeta* el grupo más representativo en los fondos duros de la zona litoral, acompañados por otros taxa como *Platyhelminthes*, *Annelida*, *Mollusca* y *Crustacea*. El presente estudio registró 3 taxa: *Oligochaeta* Indet, *Elmidae* Indet. Y *Cricotopus sp.*

Por otro lado, cabe destacar que la salida del humedal Calabozo (sección sur del humedal Paso Seco), estero de salida de Laguna Quiñenco y estero Villa Mora mostraron una importante variación en sus niveles de agua a lo largo del año, lo que se debería a que la dinámica hidrológica del sistema depende fuertemente del régimen de precipitaciones en la zona, las que son escasas en la época de verano. Esta condición, además, se ve acrecentada por la escasez hídrica y sequía que afecta a la zona central desde hace varios años. Lo anterior determina variaciones en las dinámicas espaciales y temporales de la disponibilidad de hábitat acuático dentro del ciclo anual, generando un ambiente sumamente variable y exigente para la vida acuática. La salida del humedal Calabozo, por ejemplo, en agosto del año 2021 mostró un espejo de agua de un ancho medio de 165 m, una profundidad

máxima mayor a 1 metro y una profundidad media de 65 cm (Claramunt et al., 2021), mientras que, en marzo del 2022, mostró un ancho medio de 105 m, una profundidad máxima de 0,5 metros y una profundidad media de 10 cm. A su vez en marzo del año 2022 el estero Villa Mora y salida de Laguna Quiñenco se mostraron completamente secos, mientras que en agosto los espejos de agua alcanzaban profundidades superiores a 1 metro. (Ver Figura 36).

Figura 36. Fotografías que ejemplifican la variación de los niveles de agua del sistema humedal a lo largo del año.



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, las condiciones de hábitat acuático y de calidad de agua observadas en los distintos sitios muestreados representan filtros ambientales que determinan la comunidad acuática presente en el sistema. Para el humedal calabozo, se registra 39 taxa de fitoplancton, 5 taxa de macroinvertebrados bentónicos, 4 taxa de zooplancton y 3 taxa de peces (Claramunt et al., 2021). De manera que, si se toman en cuenta estos registros, en total el sistema humedal Calabozo y Quiñenco registra 60 taxa de fitoplancton, 7 taxa de macroinvertebrados bentónicos, 4 taxa de zooplancton y 6 taxa de peces. Detalles en el Anexo 12.

En cuanto a los registros de fitoplancton, en agosto del 2021 y marzo 2022, las diatomeas fueron el grupo con el mayor número de especies y con ensambles con altas variaciones de composición dentro del área. El año 2021 el área que mostró una mayor riqueza y diversidad fue el espejo de agua ubicado en la zona norte del humedal Calabozo, seguido de la laguna de salida del humedal Calabozo. El año 2022, el área que mostró una mayor riqueza y diversidad fue en el estero lagunillas y Laguna Quiñenco.

En cuanto a los macroinvertebrados bentónicos, los registros de los años 2021 y 2022, dan cuenta que el sistema muestra una mala calidad agua, siendo estos reconocidos como potenciales indicadores de la calidad biológica de los sistemas acuáticos fluviales. Ahora, cabe destacar que el año 2021, el afluente principal ubicado al oriente del humedal Calabozo, mostró una mayor riqueza, densidad y diversidad. Destaca el grupo de crustáceos decápodos del género *Aegla sp.* registrado en este sitio, el cual se encuentra amenazado dentro del territorio nacional, lo que le confieren valor de conservación a esta área, y el año 2022, el área que mostró una mayor riqueza y diversidad fue en el estero lagunillas, aguas arriba de la zona urbana.

En cuanto a la fauna íctica, el año 2021 se encontraron 3 especies introducidas: *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris), *Gambusia affinis* (gambusia) y *Australoheros facetus* (chanchito). Destaca que la presencia de *O. mykiss* fue exclusiva en el afluente principal ubicado al oriente del humedal Calabozo, lo que es indicador que el sitio presenta condiciones de hábitat adecuadas, ya que la especie tienen baja tolerancia a la contaminación. El año 2022, se registró un total de seis especies ícticas, correspondientes a las nativas *Cheirodon galusdae* (pocha de los lagos), *Galaxias maculatus* (puye chico) y *Nematogenys inermis* (bagre grande), además de las introducidas *Australoheros facetus* (chanchito), *Gambusia affinis* (gambusia) y *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris). Cabe destacar que en áreas urbanas se observó especies exóticas invasoras, como *G. affinis* y *A. facetus*, que presentan una mayor tolerancia a estas condiciones, mientras que aquellos sitios con condiciones más “naturalizadas” albergaron a *G. maculatus* y *N. inermis*, que no toleran ambientes degradados. En este sentido, destaca el afluente principal del humedal Calabozo que da origen a la quebrada sur y el afluente principal de la Laguna Quiñenco. También el afluente del Valle Escuadrón y de la quebrada norte del afluente principal del humedal Calabozo, por la presencia de la especie exótica *O. mykiss* estuvo restringida a sitios con mejores condiciones de hábitat, dada su baja tolerancia a la contaminación.

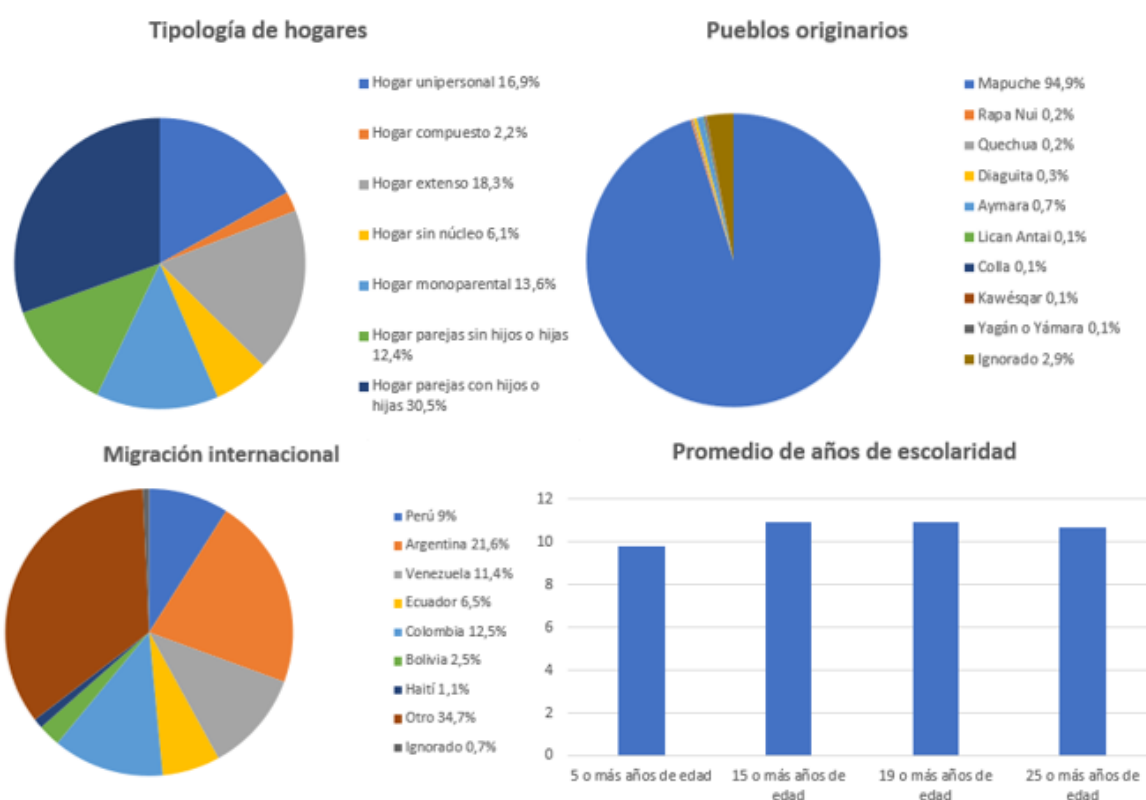
Finalmente relevar que, de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Especies, *N. inermis* se encuentra categorizada “En Peligro” (D.S. N°38/2015 MMA) y *Ch. galusdae* se encuentra dentro de la categoría “Vulnerable” (D.S. N°51/2008 MINSEGPRES), cuya categoría de amenaza da cuenta de las fuertes presiones existentes en el sistema, debido a factores como son la degradación de hábitat, eutrofización, escasez de agua y especies exóticas invasoras.

Antecedentes socioculturales

Antecedentes sociodemográficos y culturales

De acuerdo con el Censo del año 2017, en la comuna habitan 116.262 personas, transformándola en la quinta comuna más poblada de la Región del Biobío. Esta población expresa un índice de masculinidad de 92,3; una edad promedio en torno a los 34,6 años; y un 12% de personas que se reconocen como pertenecientes a un pueblo originario. En la comuna, la jefatura del hogar es ejercida por mujeres en un 41% de los casos totales, y los años de escolaridad promedio entre jefes y jefas de hogar llega a los 10,5 años (INE, 2017). La Figura 37. presenta indicadores sociodemográficos para el año 2017 en cuanto a tipología de hogar, pueblos originarios, población migrante y promedio de escolaridad.

Figura 37. Indicadores sociodemográficos de la comuna de Coronel, 2017.

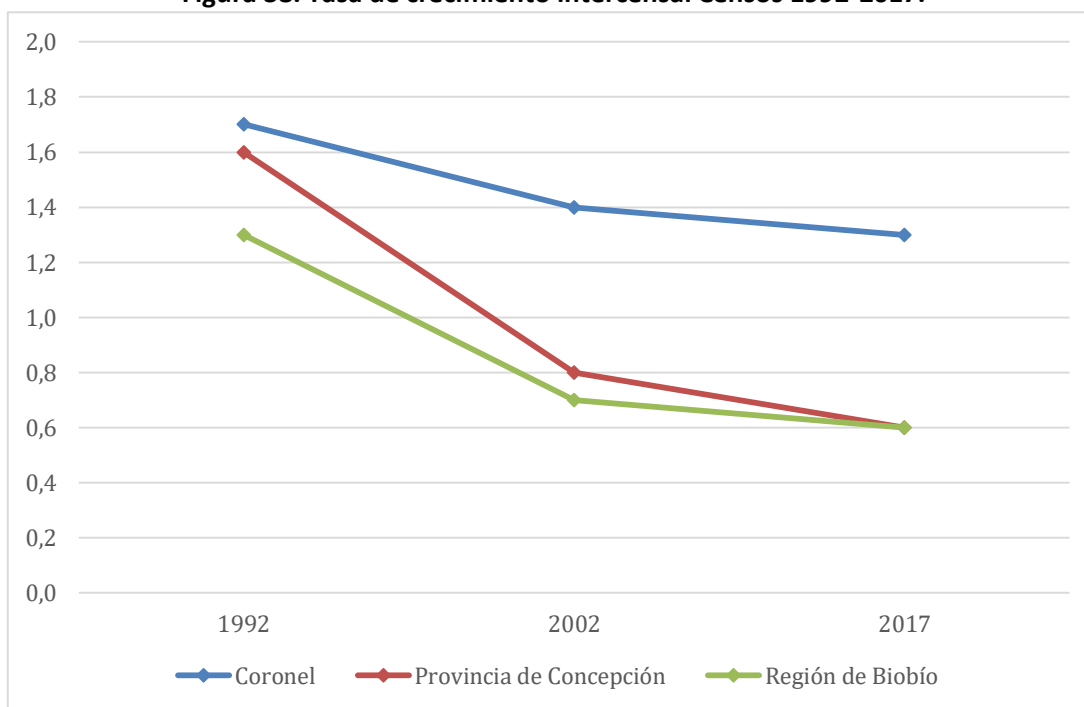


Fuente: Elaboración propia en base a INE (2017).

La comuna posee una superficie de 279,4 km², representando así el 8,12% del territorio total de la Provincia de Concepción y concentrándose en ella el 11,68% de la población provincial. Su área urbana alcanza los 99 km² mientras que el área rural los 180 km² (I. Municipalidad de Coronel, 2012), presentando una densidad poblacional del 424,89 hab/km² (INE, 2017). La población censada para el año 2017 en el área urbana fue de 113.074 personas, lo que corresponde al 97,3% de la población, y 3.188 personas, correspondiente a un 2,7% del total, de habitantes residentes en sectores

rurales¹. Estos datos vienen a confirmar la predominancia histórica que ha tenido la habitación urbana por sobre la rural de la comuna. Además, Los indicadores de población reflejan que existe una tendencia al aumento, tanto a nivel regional como provincial y comunal, aunque su ritmo disminuye progresivamente como se observa en La Figura 38. En la Tabla 30. Se muestra la evolución de la población y proyección de la población a nivel regional, provincial y comunal para 1970-2027.

Figura 38. Tasa de crecimiento intercensal Censos 1992-2017.



Fuente: Elaboración propia en base a INE (2017).

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

Tabla 30. Evolución población y proyección de la población a nivel regional, provincial y comunal 1970-2027.

| Alcance | 1970 | 1982 | 1992 | 2002 | 2017 | 2022 | 2027 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-----------|-----------|
| Región de Biobío | 1.253.865 | 1.518.888 | 1.734.305 | 1.861.562 | 1.556.805 ² | 1.676.269 | 1.698.144 |
| Provincia de Concepción | 581.046 | 717.267 | 841.445 | 912.889 | 995.658 | 1.072.096 | 1.086.524 |
| Comuna de Coronel | 58.740 | 70.371 | 83.426 | 95.528 | 116.262 | 127.519 | 130.730 |

Fuente: Elaboración propia en base a INE (2021).

Los indicadores relativos al Índice de Desarrollo Humano a nivel comunal más actualizados de que se disponen corresponden a los del año 2003. El antiguo Ministerio de Planificación y Desarrollo — hoy MIDEPLAN—, en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ubican a la comuna en el año 2003 en el lugar 161 a nivel nacional, con un IDH de un valor de 0,682 que la ubica en un nivel de logro medio. Este valor representa una mejora respecto del año 1994 tanto en su valor general como en los tres indicadores con que se construye este índice. A pesar de este aumento en el valor, la posición en el ranking de la comuna manifiesta una considerable caída de 26 puestos entre los años 1994 y 1998, mientras que logra un repunte de 15 puestos entre 1994 y 2003. Los indicadores considerados son: Salud (Tasa de Años de Vida Potencial Perdidos *1.000 habitantes), Educación (Analfabetismo de adultos, Media de escolaridad, Cobertura educacional) e ingresos (Promedio del ingreso per cápita). Detalle en la Tabla 31.

Por su parte, en términos del Índice de Desarrollo Comunal —desarrollado por la Universidad Autónoma de Chile en conjunto con el Instituto Chileno de Estudios Municipales (ICHEM) y el Instituto de Estudios del Hábitat (IEH)— para el año 2020, Coronel presenta un valor de 0,5040, lo que la ubica en el 5° lugar a nivel regional y en el lugar 56° a nivel nacional, lo que se corresponde con valores medio altos. Detalle en la Tabla 32.

Sin embargo, cabe destacar que la Ciudad de Coronel arrastra con uno del déficit más alto de espacios verdes públicos en la zona centro-sur del país (80%) y es una de las ciudades más contaminadas de la región (I. Municipalidad de Coronel, 2012), encontrándose en estado de Saturación Ambiental por material particulado fino respirable MP2,5 (D.S. N°15/2015 MMA) y siendo declarada zona latente por material particulado MP10 (D.S. N°41/2006 MMA).

² La disminución aquí reflejada se explica por la creación de la Región de Ñuble, el 05 de septiembre de 2017. Si se incluyera la población efectivamente censada sin la corrección que elimina la Región de Ñuble de esta medición, el valor sería de 2.037.414. Los datos para los años 2022 y 2027 se explican por esta misma razón.

Tabla 31. Índice de Desarrollo Humano en la Comuna de Coronel, años 1994-2003.

| Año | Valor IDH | Posición a nivel nacional | Valor dimensión salud | Valor dimensión educación | Valor dimensión ingresos |
|------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1994 | 0,616 | 150 | 0,637 | 0,690 | 0,522 |
| 1998 | 0,679 | 176 | - | - | ³ |
| 2003 | 0,682 | 161 | 0,755 | 0,725 | 0,565 |

Fuente: Elaboración propia en base a PNUD-Mideplan (2000) para el año 1998; PNUD-Mideplan (2006) para los años 1994 y 2003.

Tabla 32. Índice de Desarrollo Comunal para Coronel, año 2020.

| Valor IDC | Posición a nivel nacional | Bienestar | Educación | Economía |
|------------------|----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 0,5040 | 56 | 0,8788 | 0,1980 | 0,7357 |

Fuente: Elaboración propia en base a (UA, ICHEM, IEH, 2020)

³ No se dispone de datos desagregados respecto del año 1998.

Ámbito económico y productivo

Respecto a los indicadores económicos para la comuna⁴, para el año 2018 se reconocen 47 grandes empresas en Coronel, las cuales concentran el mayor número de trabajadores, con un total de 12.452 asalariados. Estas, seguidas por 733 pequeñas empresas con 8.256 trabajadores; 92 medianas empresas con 4.583 trabajadores y finalmente 3.489 microempresas, con 2.832 trabajadores. Para 938 empresas y 4.564 trabajadores no se tiene información.

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” (I. 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 (I. Municipalidad de Coronel, 2012). De hecho, consecuentemente con esta estimación, en el sector nororiente se ha manifestado un “explosivo crecimiento inmobiliario” (MMA, 2018).

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, Píneo 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).

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 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).

El 30 de agosto de 1849, fue fundada la ciudad de Coronel, eminentemente vinculada a la actividad carbonífera, siendo 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).

⁴ Datos obtenidos a partir de los reportes comunales de Coronel, obtenidos desde https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2020&idcom=8102

Desde mediados del siglo XIX la comuna de Coronel fue reconocida como un polo carbonífero y los sectores rurales de Calabozo y Cantarrana destacaron por proveer 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. 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 Cantarrana, el cual permanece hasta la actualidad, siendo conocido por más de setenta años como Lechería Cantarrana. A diferencia del caso vecino, esta hacienda no formó parte del proceso de reforma y contrarreforma agraria, manteniendo su fisonomía histórica (Claramunt et al., 2021).

Durante finales del siglo XX, la pujante industria carbonífera enfrentó una profunda crisis, ocasionada por diversos factores. 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 se suma el cambio en las políticas de desarrollo del país, 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 (I. 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 (I. Municipalidad de Coronel, 2012).

Ahora bien, específicamente en cuanto al cambio de uso de suelo histórico, cabe destacar que desde el año 1881, se registra el desarrollo de plantaciones forestales en la comuna, inicio que surge con La Sociedad Agrícola y Forestal Colcura, con el fin de atender el enorme consumo de madera que demandaba la actividad minera. Para esto, se explotaron plantaciones de *Pino insignis* y *Eucaliptus globulus*, usando modernos procedimientos de la técnica forestal. Esto, permitió una explotación

aproximada de 100 mil metros cúbicos de madera por año, con una plantación anual de 800 hectáreas. La superficie forestal de la Sociedad era de 27.781 hectáreas, distribuidas en Colcura, Playa negra y el Pinar, Playa Blanca y Tren tren, Chivilingo, El Malal y Los Morros, Curanilahue y Descabezado. Por su parte, la superficie destinada a la explotación agrícola era de 22.599 hectáreas, distribuidas en Escuadrón, Yobilo, Los Llanos de Laraquete, Quilachanquín, Manquehua y Los Ríos. En Escuadrón la explotación agrícola se desarrollaba en 7.134 hectáreas, y en Yobilo 380 hectáreas, dedicadas principalmente a lechería (Compañía Carbonífera e Industrial de Lota, 1952). Además, en 1957, se forma la Forestal Quiñenco S.A, utilizando los fundos de la Compañía Carbonífera y Fundación Schwager para plantación de *eucaliptus*, y producción maderera para el uso en la actividad minera (Plath, 1991).

Destacar también que en la cordillera de Nahuelbuta, entre el año 1986 y el 2011, se evidencia una importante pérdida del bosque nativo, debido principalmente a la sustitución por plantaciones exóticas. En 25 años, la cobertura boscosa disminuyó un 33.2% con una tasa de deforestación del 1.6% anual, pasando de 206,130 ha \pm 26,8 de bosques nativos en 1986 a 137,700 ha \pm 19, 3 en el 2011. En 1986 los bosques nativos primarios ocupaban tan solo un 8% del total del paisaje (52,019 ha), reduciendo su área a la mitad en el 2011 con una o tasa de deforestación del 2.6% anual, siendo el 68% de la pérdida generada por la sustitución de plantaciones exóticas. Por su parte, los bosques nativos secundarios presentaron una pérdida neta de 43,000 ha, lo que representa un 28% del área original en 1986 (152,200 ha), con una tasa de deforestación del 1.3% anual, siendo el 98% de la pérdida generada por la sustitución de plantaciones exóticas. En este contexto, las plantaciones de especies exóticas incrementaron casi un 150% aumentando de 90,750 ha en 1986 a 251,250 ha en el 2011, con una tasa de forestación del 4.2% anual, llegando a ser el uso de suelo dominante (Otavo y Echeverría, 2017). Dichos cambios también se presencian en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, dado que las tres cuencas costeras que originan el sistema, se encuentran en la vertiente occidental de la cordillera de Nahuelbuta.

Aporte del sistema humedal Calabozo y Quiñenco como recurso hídrico comunal

El sistema humedal Calabozo y Quiñenco cumple un rol fundamental en la provisión de agua potable en la comuna de Coronel. En detalle, la Laguna Quiñenco abastece el 20% del agua potable de la comuna⁵, a través de la captación de aguas superficiales realizada por la Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A (ESSBIO).

Además, cabe destacar que en Coronel existen 77 captaciones de aguas subterráneas, de las cuales 2 son noria, 30 pozos, 44 punteras, 1 sentina. De estas 19 captaciones son de agua potable, 12 son domiciliarias, 21 de uso industrial, 1 de red de incendios, 16 de riego, las demás no cuentan con información, lo que se refleja en una demanda registrada por consumo agrícola e Industrial de 1024 l/s, y una demanda no informada por consumo agrícola e Industrial de 297 l/s, es decir, un total de 1321 l/s (DGA, 2016). Por otro lado, en base a los derechos de aprovechamiento de agua registrados hasta junio del año 2018, se identifica una demanda del acuífero de 47.564.974 m³ anuales (DGA, 2018).

Ahora, en específico para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco se reconocen 24 áreas de captación de aguas subterráneas, de las cuales 5 pertenecen a la Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A, con una demanda de 279,8 l/s en total; 6 pertenecen a agricultores del sector de escuadrón con una demanda total de 22,4 l/s; 8 pertenecen a empresas inmobiliarias y propietarios privados de áreas urbanas con una demanda total del 111,5 l/s, y 5 pertenecen a la Empresa Nacional del Carbón S.A con 35 l/s. En la Tabla 33. se presentan los detalles y en La Figura 39. la distribución de los puntos de captación.

Tabla 33. Captaciones de aguas subterráneas en sistema humedal Calabozo y Quiñenco

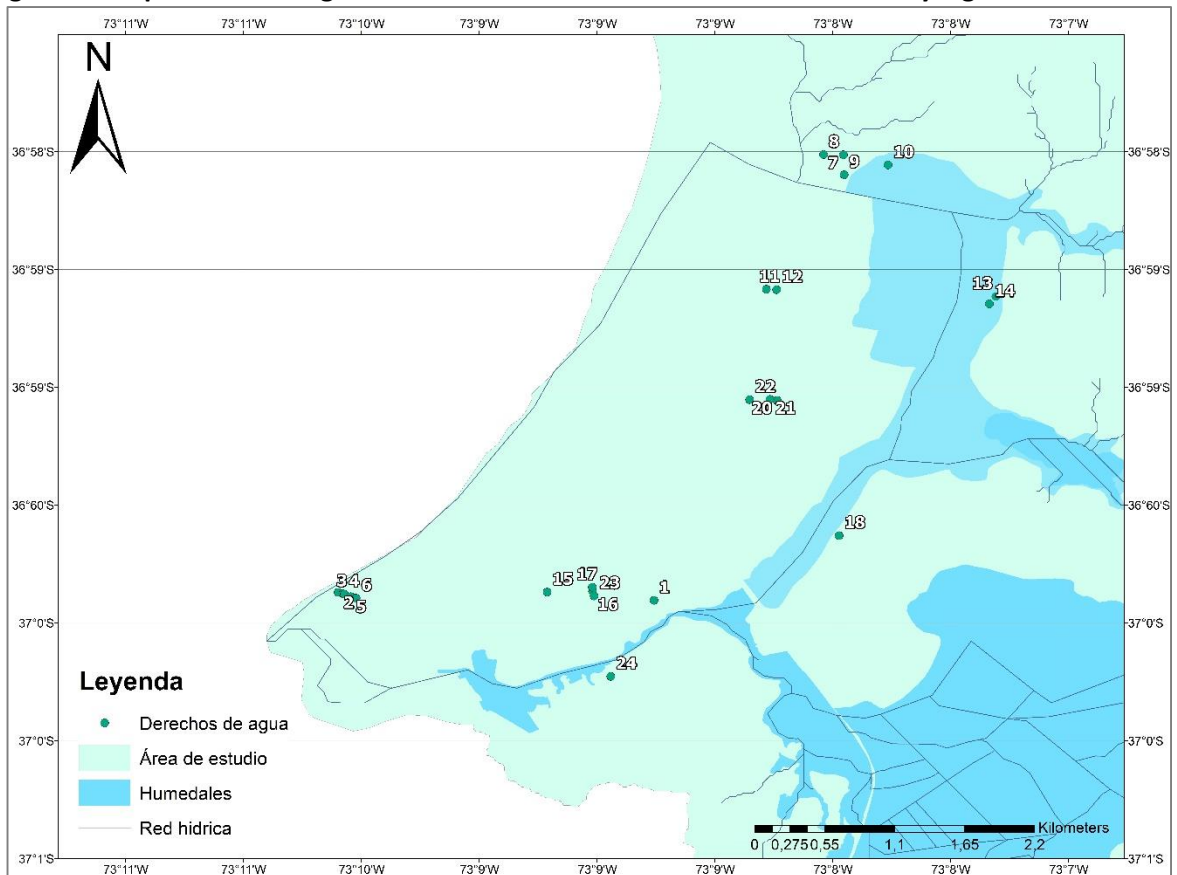
| Dato | N° resolución | Fecha resolución | Peticionario | Caudal otorgado (l/s) |
|------|---------------|------------------|---|-----------------------|
| 1 | 1059 | 30-09-1999 | Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A | 75 |
| 2 | 363 | 29-05-1998 | Empresa Nacional del Carbón S.A | 7 |
| 3 | 363 | 29-05-1998 | Empresa Nacional del Carbón S.A | 7 |
| 4 | 363 | 29-05-1998 | Empresa Nacional del Carbón S.A | 7 |
| 5 | 363 | 29-05-1998 | Empresa Nacional del Carbón S.A | 7 |
| 6 | 363 | 29-05-1998 | Empresa Nacional del Carbón S.A | 7 |
| 7 | 62 | 25-01-2010 | Hernán Felipe Barrales Solar | 3,8 |
| 8 | 59 | 25-01-2010 | Joel Hernán Barrales Daroch | 3,4 |
| 9 | 72 | 25-01-2010 | Joel Hernán Barrales Daroch | 3,4 |
| 10 | 55 | 25-01-2010 | Joel Hernán Barrales Daroch | 3,8 |
| 11 | 60 | 25-01-2010 | Juan de Dios Avedaño Santibáñez | 2 |

⁵ Información obtenida desde el Observatorio Ambiental de Coronel: <https://www.ecoronel.cl/atlas-ambiental-de-coronel/medio-construido/infraestructuras/infraestructura-sanitaria/>

| | | | | |
|----|------|------------|---|------|
| 12 | 61 | 25-01-2010 | Juan de Dios Avedaño Santibáñez | 1,5 |
| 13 | 344 | 10-02-2010 | Juan de Dios Toledo Ulloa | 4 |
| 14 | 1145 | 24-08-2011 | Juan de Dios Toledo Ulloa | 4 |
| 15 | 341 | 30-09-2008 | Juan Benedicto Salgado Mella | 40 |
| 16 | 317 | 15-09-2008 | Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A | 58,8 |
| 17 | 445 | 10-12-2008 | Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A | 65 |
| 18 | 729 | 12-12-2000 | Empresa de Servicios Sanitarios de Biobío S.A | 68 |
| 19 | 387 | 13-12-2011 | Norberto Garrido Guzmán | 6 |
| 20 | 387 | 13-12-2011 | Norberto Garrido Guzmán | 6 |
| 21 | 387 | 13-12-2011 | Norberto Garrido Guzmán | 6 |
| 22 | 387 | 13-12-2011 | Norberto Garrido Guzmán | 1 |
| 23 | 341 | 30-09-2008 | Juan Benedicto Salgado Mella | 40 |
| 24 | 116 | 09-07-2010 | Inmobiliaria San Patricio Ltda. | 49 |

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2018)

Figura 39. Captaciones de aguas subterráneas en sistema humedal Calabozo y laguna Quiñenco.



Fuente: Elaboración propia

Etapa 2. Proceso de gobernanza

Actores clave

Para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, se reconocen diversos actores claves, los cuales se diferencian entre los sectores de humedal Escuadrón-Laguna Quiñenco, al norte, y humedal Calabozo y Paso seco, al sur del sistema. Los actores se presentan a continuación en la Tabla 34.

Tabla 34. Actores clave referentes al Sistema humedal Calabozo Quiñenco

| Humedal Urbano Escuadrón - Laguna Quiñenco | | Humedal Calabozo y Paso seco | | Servicios públicos |
|--|---|------------------------------|--|---|
| Propietarios | Organizaciones territoriales | Propietarios | Organizaciones territoriales | |
| CMPC | Comité de adelanto y protección Escuadrón | Agrícola del Sur S.A. | Juntas de Vecinos (El Guayo, Calabozo Alto, El Parrón, Cantarrana, El Sauce Corcovado, Paso Seco 4, Parque Cousiño 2, Paso Seco1, La Peña 2, La Peña 1, La Peña 3, Peña Sur, entre otras). | Consejo Regional para la Restauración Ambiental y Social (CRAS) |
| Forestal Arauco | Comité de defensa de humedales, esteros y lagunas de Escuadrón | Fundo Cantarrana | ONG PROMAS | I. Municipalidad de Coronel (Departamento de Medio Ambiente) |
| ESSBIO | Juntas de Vecinos (Villa Bicentenario, Nueva Villa Escuadrón Norte, entre otras). | | Comité Ambiental Andalicán | Ministerio de Medio Ambiente |
| Parceleros Ex Asentamiento (Coordinadora) | Fundación Pro humedales | | Comunidad Huenullanca | Ministerio de Obras Públicas (Dirección General de Aguas) |
| Transec | | | | Ministerio de Vivienda y Urbanismo |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan lo antecedentes recabados a través del desarrollo de entrevistas, reuniones y talleres realizado con las y los actores identificados, los cuales se ordenan en cuatro temas principales: atributos, amenazas y perspectivas de conservación y restauración:

Atributos

Respecto de los atributos identificados para el sistema humedal se reconoce la importancia del acuífero como recurso hídrico, además de su relevancia desde el punto de vista del valor paisajístico, belleza escénica, valor histórico, cultural y arqueológico, recreación, educación y por su rol ecológico. Además, se le da importancia a la existencia de una red de humedales, conformada por esteros y cauces que conectan el humedal Calabozo, laguna Quiñenco, humedal Escuadrón y humedal Paso seco, que finalmente desembocan en el Santuario de la Naturaleza Boca Maule. En este sentido, las organizaciones locales promueven una mirada sistémica donde es clave “conservar arriba para conservar abajo”, además sugieren la necesidad de fomentar este tipo de ecosistemas, inmersos en la ciudad, de manera que sea posible la apreciación de la flora y fauna, recreación y educación.

La laguna Quiñenco es de suma importancia para las familias que viven en los sectores aledaños, como también de todo Coronel. Su uso principal es el de balneario, pero también se le da un uso recreativo y deportivo, ya que se camina en su alrededor, se realizan recorridos en bicicleta y moto, y es de relevancia por su valor paisajístico y belleza escénica, tanto la laguna como los cerros aledaños. Las y los entrevistados reconocen un sentido de pertenencia con la laguna y su entorno, incluso, se considera que “la laguna es mágica”.

Por su parte, se reconoce la Laguna Quiñenco por su importancia en la provisión de agua potable, y se valora su rol como corredor biológico entre áreas cordilleranas y humedales. De este modo, también se reconoce su importancia en la conservación del bosque y fauna nativa. Así, las y los vecinos del sector identifican mamíferos como pudúes, coipos, liebres y pumas; además de aves como chucaos, taguas, cormoranes, yecos y cisnes; reptiles como lagartos y culebras; insectos y arácnidos como arañas pollito y madreculebras; peces como truchas; vegetación como helechos (costillas de vaca), boldo, canelo, maqui, copihues, avellanos, litre y coihues; y hongos como changles. Además, se relevó especialmente la importancia de la Laguna Quiñenco para la anidación de aves.

También, cabe destacar que aledaño a la salida de la laguna Quiñenco (18H 5904125 S, 66273 E) se registra un importante sitio arqueológico, el cual fue reconocido durante el proceso de evaluación del proyecto de instalación de torres de alta tensión MAPA.

Además, La laguna Quiñenco colinda con el cerro Lucatá, valorado por su cobertura de bosque nativo y la presencia de cuerpos de agua como la Laguna La Posada. De igual modo, se ubica adyacente al sector de Calabozo, donde se encuentra el humedal homónimo.

Al referirse al humedal Calabozo, una amplia mayoría de entrevistados y entrevistadas, quienes habitan en sus cercanías, expresan su importancia como hito identitario y rol ecológico. En el sector existe una tradición histórica que se remarca a la presencia de lecherías en el sector desde los años '50, cultivos de choclo y alfalfa, y a tradiciones como el “mingako”, la limpieza colectiva de canales antes del invierno. Ahora bien, en la actualidad en el sector norte del humedal se desarrolla agricultura familiar campesina, cultivo de papas y habas, crianza de vacunos, lechería y apicultura. Además, en la zona central del humedal se desarrolla actividad forestal y al sur, Lechería. En los últimos años se reconoce una "relación de amor y odio con el agua", pues, por causa de perturbaciones antrópicas, recientes, se generan episodios de inundación. A su vez, se releva su importancia frente a los impactos del cambio climático, como reservorio de aguas, por su capacidad para captar carbono, limpiar el ambiente y regular inundaciones, además por su rol en la conservación de la biodiversidad y valor paisajístico. Las y los vecinos del sector identifican lechuzas, 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). 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 (Claramunt *et al.*, 2021).

Por otro lado, el Humedal Urbano Paso Seco es reconocido por las y los habitantes del sector, como un conector estratégico en la red de humedales e hito clave en la ciudad, siendo considerado un paisaje cotidiano fundamental que le confiere identidad al sector. Destaca también su rol como hábitat de fauna, destacan aves como las bandurrias, patos, flamencos y cisnes; también se identifican carpas y coipos.

Amenazas

A continuación, se presentan en detalles las amenazas identificadas para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

Escases hídrica

Las y los entrevistados manifiestan preocupación por la escasez hídrica, sobre todo por el descenso de las precipitaciones y el aumento de la demanda sobre el recurso hídrico producto del desarrollo inmobiliario. En específico, Las y los habitantes cercanas al estero Villa Mora, perciben el descenso en los niveles del estero y explican este fenómeno tanto por el efecto de la sequía, como por las extracciones a través de los pozos de ENEL y ESSBIO. Respecto de la Laguna Quiñenco preocupa el descenso del nivel de agua, lo que ha permeado incluso a la prensa regional. Sin embargo, existen habitantes que señalan que este retroceso de la Laguna es normal en épocas de verano, lo que coincide con los análisis remotos realizado en el presente estudio para los últimos 4 años.

Relleno de humedales

Las y los entrevistados identifican como una de las principales amenazas, el relleno de humedales de manera progresiva. Destaca el sector Escuadrón, en el cual se han emplazado inmobiliarias, transformando sectores de humedal a uso residencial. Del mismo modo en el estero Villa Mora, existen diversas zonas que fueron rellenadas con el mismo fin, tanto por inmobiliarias como por privados. Por su parte en el humedal Calabozo, los rellenos principalmente en la Lechería Cantarrana para la mejora de praderas y construcción de caminos. Además, en el sector norte del humedal existe un relleno el cual, se dice ha sido realizado con escombros.

Cabe destacar que dicha información concuerda con los registros de Claramunt et al. (2021) quien estima que el cambio de la vegetación ripariana en el estero Villa Mora desde el 2011, fue de 150.000 m², a su vez, estima que en el Fundo Cantarrana hubo un aumento abrupto en los rellenos desde el año 2011, convirtiendo 300.000 m² de humedal en pradera en tan solo 9 años, área que continúa en aumento. A su vez, en el presente estudio se puede corroborar la existencia de rellenos en 6 sectores, a partir de registro fotográfico, imágenes de Google earth desde el año 2006 y análisis remoto. En la Figura 40. Se presenta el registro fotográfico, y en la Figura 41. se presenta la ubicación de las áreas rellenadas desde el 2006.

Por otro lado, cabe destacar que la presión urbana también ocurre a escala metropolitana. De esta forma, hasta antes de la declaración del Humedal Urbano Escuadrón-Laguna Quiñenco, se consideraba la construcción de la “Ruta Pie de Monte”, a través del área, para brindar una alternativa vial a la Ruta 160, conectando la comuna de Coronel con Concepción. En la Figura 42., se presenta la ubicación de la ruta presupuestada.

Figura 40. Registro fotográfico de relleno de humedales en sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Encausamiento del Humedal Urbano Paso Seco (izquierda: noviembre 2021 y derecha: marzo, 2022)



Transformación de sector de humedal a uso residencial por inmobiliaria Pocuro

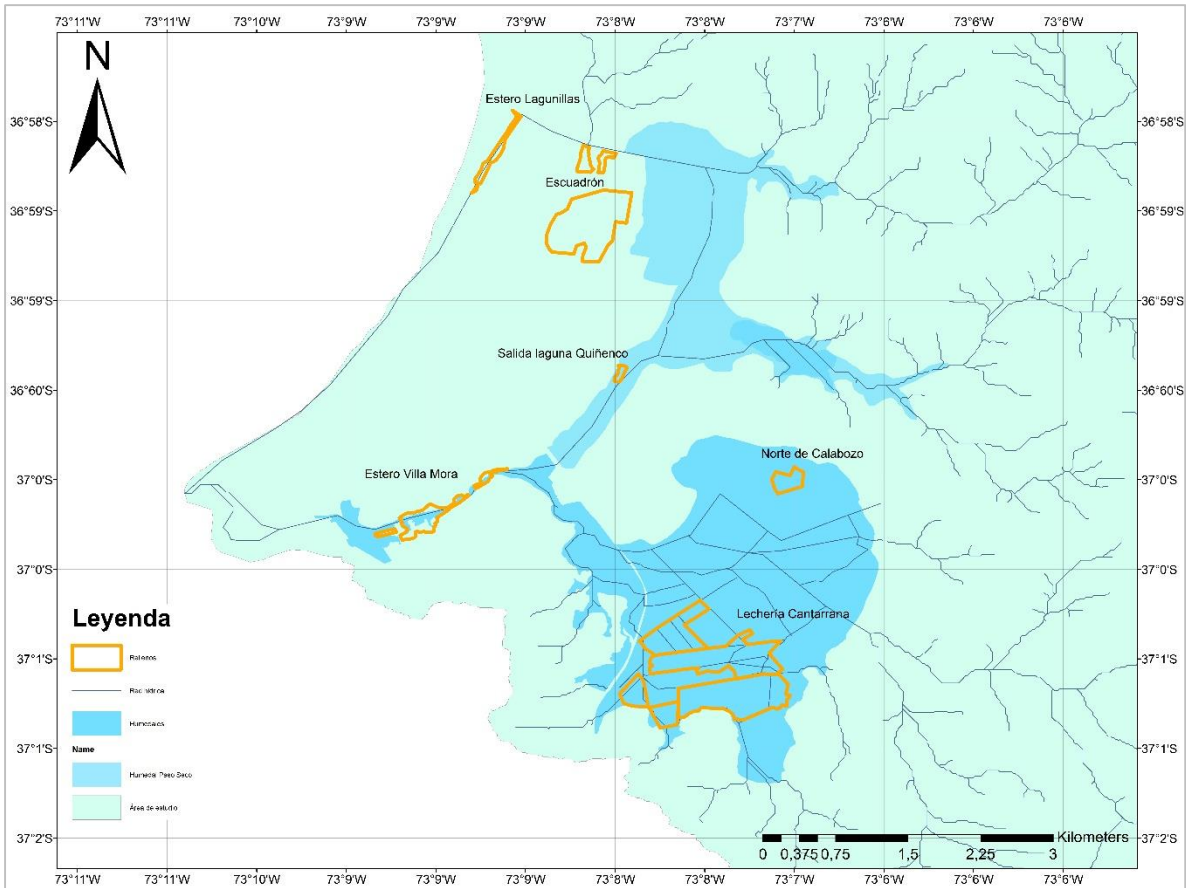


Transformación de humedal Calabozo a Pradera por Lechería Cantarrana



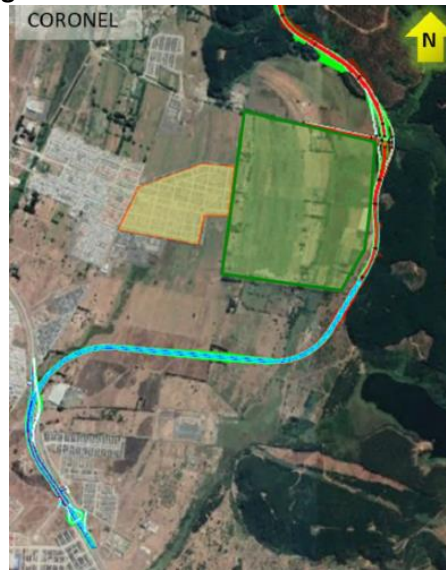
Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Rellenos existentes en sistema humedal Calabozo y Quiñenco (desde 2006)



Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Diseño Vial Ruta Pie de Monte.



Fuente: Respuesta Dirección General de Concesiones a Solicitud por Ley de Transparencia n°AM014W 0044337. Enero, 2021.

Canalizaciones

Tanto en el humedal Calabozo como en el estero Villa Mora, entrevistadas y entrevistados observan canalizaciones, las cuales se asocian con la presencia de inundaciones. Específicamente en el sector norte del humedal Calabozo la forestal Agrícola del Sur realiza el ensanchamiento de sus canales, lo que ha generado que una veintena de familias dedicadas a la agricultura campesinas responsabilicen a la empresa por las inundaciones que sufren en sus predios provocado por el desvío de las aguas en invierno ⁶ (Ver Figura 43 y 44).

A su vez, en el estero villa Mora, las vecinas y vecinos plantean que durante los últimos años se han acrecentado las obras de rellenos y encausamiento del estero, para la expansión inmobiliaria. Esto ha generado la reducción de la superficie del humedal y se sospecha que estas obras son las causantes de las inundaciones de calles y viviendas en el área.

Este fenómeno también es observado por Claramunt et al. (2021), quien estima que, a partir del año 2014 la disminución de 150.000 m² de vegetación ripariana en el estero Villa Mora, asociado a su canalización, generó inundaciones que cubren más de 1.000.000 m², independiente de la influencia pluviométrica.

Por el contrario, en el Fundo Cantarrana, la canalización ha permitido secar y rellenar áreas de humedal y pajonal y convertirlas en praderas de pastoreo, fragmentando el lado sur del humedal Calabozo.

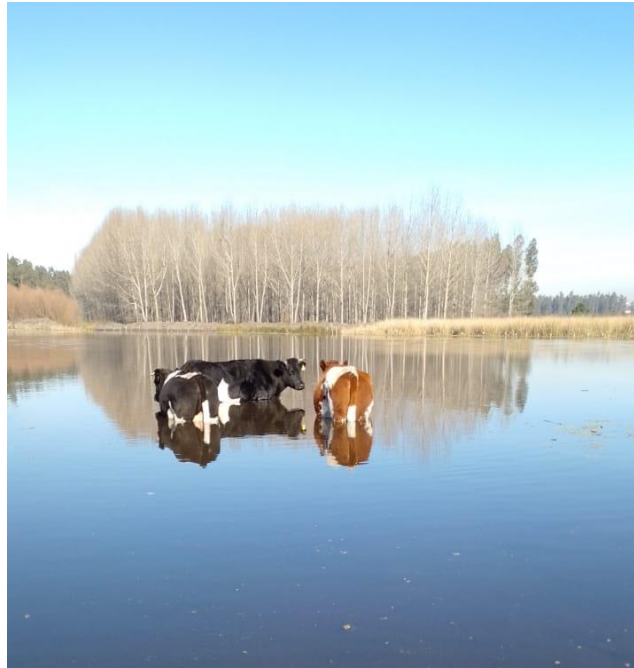
Figura 43. Registro de obras de ensanchamiento de canales en Humedal Calabozo, sector Agrícola del Sur (25 de marzo, 2022).



Fuente: Registro propio

⁶ Las y los vecinos del sector norte de Calabozo han constatado en reiteradas ocasiones la alteración de caudal a la Dirección General de Aguas. Esta confirma haber recibido cinco denuncias, sin embargo, pese a haber registrado el ensanchamiento de canales, no registra impacto sobre predios aledaños ni sobre algún acuífero.

Figura 44. Registro de inundación de sector agricultura familiar campesina en sector norte, Humedal Calabozo (10 de junio, 2022).



Fuente: Colaboración anónima.

Monocultivos forestales

Se estima que, desde la década de 1960, comenzó el reemplazo de bosque nativo por monocultivo de pino y eucalipto, con la llegada de las empresas forestales al sector, en torno a la Laguna Quiñenco. Acción que continuó en el tiempo, generando que actualmente la cordillera de Nahuelbuta sea casi en su totalidad plantaciones en el sistema humedal. Cabe destacar que los registros de Arauco (2017) confirman la existencia de remplazo de bosque nativo en el área entre 1994-2010; y los de Otavo y Echeverría (2017), entre el año 1986 y el 2011.

Dicha información, concuerda con lo mencionado por algunos entrevistados, quienes indican que ha habido remplazo de bosque nativo en la zona. Sin embargo, aún se desconoce su ubicación precisa y su dimensión.

En torno a este tema, destaca que existe una preocupación respecto al impacto de estos cultivos en la disponibilidad de los recursos hídricos en las cuencas aportantes al sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

Microbasurales

La existencia de microbasurales es una importante amenaza en el sistema humedal, destaca la presencia de estos en el sector de Escuadrón, laguna Quiñenco y humedal Paso Seco, tanto en el estero Villa Mora, como en el espejo de agua en la salida del humedal Calabozo. Además, en el humedal Calabozo, se encuentran microbasurales en el fondo de quebrada de los flujentes principales ubicados al oriente.

Cabe destacar que las y los entrevistados, expresan mayor preocupación respecto de los microbasurales existentes en el estero Villa Mora, y en la Laguna Quiñenco, por su frecuencia y abundancia. En la laguna Quiñenco, son especialmente abundantes en verano. Finalmente destacar que asociado a los microbasurales, es común la presencia de perros abandonados, los que también son vistos como una amenaza en el área (Ver Figura 45).

Figura 45. Registro fotográfico de microbasurales en sistema humedal Calabozo y Quiñenco (Izquierda estero Villa Mora, derecha: Escuadrón)



Fuente: Elaboración propia

Recreación desregulada

Especialmente en la temporada de verano, la Laguna Quiñenco recibe visitantes de los asentamientos aledaños, de la ciudad de Coronel y de diversas zonas del país. Por lo que en torno a este ecosistema se desarrollan diversas actividades recreativas (baño, descanso, caminatas, asados y fiestas) y deportivas (bicicleta, motocicletas de enduro y agua, caza, pesca, kayak, SUP).

Esta alta frecuencia de visitantes provoca que se generen enormes cantidades de basura, riesgo de incendio, contaminación por desechos, ruido, y erosión en caminos por bicicletas y motocicletas.

Líneas de Alta Tensión

En el año 2009, mediante la resolución de calificación N°174 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región del Biobío, aprobó el proyecto “Línea de Transmisión Eléctrica 2 x 220 kV Charrúa – Lagunillas y obras asociadas” operado por Transelec S.A. Éste consideró la construcción de una línea de transmisión eléctrica de aproximadamente 238 kilómetros que atravesó cuatro comunas en dos provincias (Concepción y Biobío), además de la construcción de la subestación Lagunillas. Estas obras se ubicaron colindantes a la Laguna Quiñenco y al sector de Escuadrón (Ver Figura 46).

Figura 46. Territorio visual observado, sector área natural de valor natural Laguna Quiñenco.



Fuente: Estudio de impacto ambiental "Línea de Transmisión Eléctrica 2 x 220 kV Charrúa-Lagunillas y obras asociadas", en el anexo D de Línea de base de paisaje. ⁷.

Cabe destacar que en el año 2020, la Superintendencia de Medio Ambiente formuló cargos por incumplimiento al Plan de Medidas de Compensación sobre la afectación en la vegetación y su posterior deforestación⁸. Luego, en el año 2022, ante el rechazo de organizaciones territoriales e indígenas, fue rechazado el proyecto "Tubul-Lagunillas" que buscaba ampliar esta línea de alta tensión⁹.

Delincuencia

Los vecinos y vecinas del humedal Paso Seco, explicitan la presencia de delincuencia a lo largo del humedal, como también problemas de microtráfico, lo que es de suma relevancia tener en consideración para su conservación y restauración.

Caza

A lo largo de la red de humedales se registra la Caza. Además, destacar la existencia de clubes de caza que realizan esta actividad sin consideración de la ordenanza municipal ambiental del año 2014. Los lugareños señalan que los fines de semana se escuchan ruidos de escopetas, anunciando la caza de aves, y es habitual que sobrepasen los cercos en predios privados para realizar dicha actividad.

⁷ Disponible en: https://www.e-seia.cl/archivos/c71_20080819.173122.pdf

⁸ Más información en: <https://portal.sma.gob.cl/index.php/2020/07/29/biobio-sma-formula-cargos-contra-transelec-s-a-por-impacto-significativo-a-vegetacion-nativa/>

⁹ Más información en: <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2022/02/07/vecinos-rechazan-proyecto-que-busca-instalar-torres-de-alta-tension-entre-tubul-y-lagunillas.shtml>

Perspectivas de conservación

Protección del sistema humedal

Si bien, al interior de la comuna aún persiste una red de humedales, conformada por el humedal Calabozo, laguna Quiñenco, humedal Escuadrón y humedal Paso seco, humedal Boca Maule y sus afluentes, durante siglos existió una gran cantidad de humedales -más de cincuenta- en la comuna, cuya desaparición es explicada por el crecimiento de la ciudad de Coronel y las actividades industriales.

Ante la pérdida de estos 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 se reconoce 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” elaborado por la I. Municipalidad de Coronel (2012), la Ordenanza Municipal N°2 del año 2014, titulada “Ordenanza para la protección de cauces, lagunas y humedales de la comuna de Coronel”, el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel elaborado por el MMA (2018a), y la reciente declaración de humedales Urbanos, Paso seco, Escuadrón-Laguna Quiñenco y Boca Maule, el año 2021. 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.

Modificación del área declarada Humedal Urbano

En el año 2002, el sector Escuadrón y Laguna Quiñenco fue reconocido por el Ministerio de Medio Ambiente, por solicitud municipal, como Humedal Urbano¹⁰. De este modo, se definió un polígono de 179,8 hectáreas que delimitaba un ecosistema natural palustre y lacustre en la comuna de Coronel. Sin embargo, la inclusión del sector Escuadrón, considerado como un sector de vegas, ha sido cuestionada por los propios parceleros que habitan en el sector, quienes interpusieron un recurso de protección ante el Tribunal Ambiental para modificar al polígono.

Se trata de una treintena de propietarios, aproximadamente, que argumentan que sus predios son agrícolas y que, si bien se producen vegas, éstas son periódicas y propias de la temporada invernal. Actualmente el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra analizando esta reclamación para modificar el polígono declarado.

Si bien existe un consenso sobre la necesidad de conservar la laguna Quiñenco, los parceleros argumentan que no existió diálogo previo con la I. Municipalidad de Coronel, por lo que no pudieron participar en la delimitación del área protegida. Su mayor preocupación radica en lo que consideran la falta de claridades respecto del impacto de la Ley de Humedales Urbanos sobre sus predios para desarrollar actividades agrícolas.

De este modo, es posible concluir la importancia del diálogo con actores clave previo al proceso de declaración de figuras de conservación (en este caso, durante el proceso de elaboración del expediente), como también luego de la declaración, definiendo acuerdos base y objetivos comunes.

10 Publicación en diario oficial:
<https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2022/02/25/43188/01/2091790.pdf>

Mesa de gobernanza

Para Humedal Urbano Escuadrón - Laguna Quiñenco, cabe destacar que hasta antes de la pandemia existía una instancia de diálogo donde participaban las empresas CMPC, Arauco y ESSBIO y el Comité de adelanto y protección Escuadrón, encabezada por la I. Municipalidad de Coronel. Esta instancia se desarrolló para avanzar hacia un proceso de gobernanza para la conservación de la Laguna Quiñenco, pero con la crisis social y sanitaria se detuvo. En el marco de la presente licitación se realizaron dos reuniones, una presencial con los propietarios (CMPC, Arauco y ESSBIO), el Seremi de Medio Ambiente de la región del Biobío y la I. Municipalidad de Coronel y una virtual con los propietarios del área. En estas instancias se reconoce la necesidad de conservar los humedales, identificando su valor y amenazas, además se expresó la intención de los propietarios en colaborar en el proceso y se compartió información para el desarrollo del presente estudio. A su vez, fue posible gestionar el ingreso a los predios y hacer recomendaciones respecto de como consolidar una mesa de gobernanza. Al respecto se reconoce que esta instancia debe tener la función de coordinar acciones y evitar la duplicidad en los esfuerzos entre los diversos servicios del Estado, los privados y organizaciones de bases. En este sentido, será fundamental establecer una hoja de ruta y definir qué organismo tendrá el liderazgo de dicha mesa para impulsar las acciones y avanzar hacia la conservación y recuperación del sistema humedal Calabozo Quiñenco. Además, cabe destacar que dicha mesa debiera ampliarse reuniendo al mundo privado (incorporando a Transelec), organizaciones ambientales (como el Comité de defensa de humedales, esteros y lagunas de Escuadrón) y territoriales (parceleros y juntas de vecinos). Además, incorporar otros servicios del Estado como la Dirección General de Aguas (Ministerio de Obras Públicas) y Ministerio de Vivienda y los organismos de ordenamiento territorial (SECPLAN y GORE). Por último, debe considerarse el Consejo para la Recuperación Ambiental y Social de Coronel.

Además, se entrevistó al Comité de Adelanto y Protección Escuadrón, Comité de Defensa de Humedales, Esteros y Lagunas de Escuadrón, y Agrupación de Parceleros Escuadrón, actores clave de Escuadrón, quienes en la actualidad se han movilizado ante la declaración de humedal urbano en el sector tras la falta de claridades respecto del impacto de la Ley de Humedales Urbanos sobre sus predios. Del mismo modo, en estas instancias se expresó la intención de los propietarios en colaborar en el proceso, existiendo consenso sobre la necesidad de conservar la laguna Quiñenco y se compartió información para el desarrollo del presente estudio. Ahora, es de suma relevancia tener en consideración que los parceleros argumentan que no existió diálogo previo con la I. Municipalidad de Coronel ni participación en el proceso de delimitación de área protegida, donde se veían afectados sus predios. En este sentido, es de suma relevancia revertir dicha situación a la hora de impulsar acciones de conservación y recuperación en el Humedal Urbano Escuadrón e incluir sus perspectivas de manera vinculante.

Por otro lado, para el Humedal Calabozo y Paso seco, durante la licitación se entrevistó a siete vecinas y vecinos de Calabozo, se realizaron reuniones con 8 juntas de vecinos, se realizaron dos reuniones con el Comité Ambiental Andalicán, dos reuniones con la comunidad Huenullanca y una reunión con propietario del Fundo Cantarrana. Además, cabe destacar que en el marco del trabajo de Claramunt et al., (2021) se había realizado reuniones con la Agrícola del Sur S.A; la Unión Comunal Diego Portales; Pdte. Comité de desarrollo campesino Calabozo; Colectivo Salvemos el Humedal Boca de Maule; ONG Promas y dos consejales.

Al respecto, cabe destacar que tanto para el humedal Paso seco como Calabozo, existe consenso sobre la necesidad de asegurar su conservación, reconociendo su valor, amenazas y necesidad de recuperación. A su vez, se evidencia amplio interés por parte de las juntas de vecinos, organizaciones

locales, I. Municipalidad y Ministerio de Medio Ambiente en el proceso. Sin embargo, sobre todo para el humedal Calabozo, son múltiples las intervenciones tales como los rellenos, plantaciones forestales, canalización, y actividad agrícola que amenazan constantemente su salud, por lo que la declaración de Humedal Urbano, liderada actualmente por la I. Municipalidad cobra especial relevancia, además, será fundamental dar continuidad al proceso de gobernanza a través de la generación de acuerdos con los propietarios en torno a la implementación de acciones de conservación y restauración dentro del humedal.

Parque Comunal

De acuerdo con el “Plan Coronel Verde 2050” elaborado por la I. Municipalidad de Coronel (2012), el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel elaborado por el MMA (2018a) y la Política Pública Regional para la Conservación de la Biodiversidad (PPRCB) durante el período 2022 y 2035, elaborado por la Seremi del Medio Ambiente de la Región del Biobío en conjunto con la División de Planificación y Desarrollo Regional del Gobierno Regional del Biobío (2022), la red de humedales del sistema humedal Calabozo Quiñenco muestra un increíble potencial para convertirse en un parque comunal para Coronel.

En este sentido, dicho parque, sería un hito para poner en valor, recuperar y gestionar el patrimonio natural de la comuna de Coronel, contribuir a la protección de los recursos hídricos, conservar la diversidad biológica nativa e incrementar y mejorar en áreas verdes y espacios recreativos en la comuna.

Actualmente, las y los distintos entrevistados plantean que la Laguna de Quiñenco y el humedal Paso Seco, en especial el estero Villa Mora, por su carácter público, muestran un importante potencial para convertirse en parque. Ahora, es de suma importancia que se logre articular los esfuerzos tanto públicos como privados, con un enfoque de infraestructura ecológica, de manera que la red de humedales del sistema humedal Calabozo Quiñenco en su totalidad pueda convertirse en un parque comunal que asegure su conservación y recuperación a largo plazo.

Las y los distintos entrevistados, valoran la intención de demarcar y mantener senderos, incorporar señaléticas que promuevan la educación ambiental, recolección de basura y limitar el acceso a sitios vulnerables del acuífero y ecosistemas aledaños. Además, tareas como definir la responsabilidad para la administración y liderar el proceso de gobernanza. En este sentido es fundamental que dichas acciones sean parte de un plan de acción de largo plazo, que se desarrolle en el marco de un proceso de gobernanza con los múltiples actores, y que permita paso a paso ir abordando las complejidades de cada humedal (por ejemplo, buscar alternativas para hacer compatibles el uso de balneario con el uso de agua potable, o conflicto en torno a la propiedad de la tierra existente en el humedal Calabozo). A continuación, se presenta propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, que integra los antecedentes recabados para el área y el proceso de gobernanza.

Etapa 3. Desarrollo de propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

A continuación, se presenta la propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, la cual se desarrolló a partir de la etapa diagnóstica, basada en la integración de la información existente para el sistema, el levantamiento de información en campo y el desarrollo de un proceso de gobernanza. Esta propuesta contempla: Objetivos del Plan, Oportunidades y amenazas para la conservación y restauración, Estrategia, Líneas de acción, Áreas prioritarias y pilotos de conservación y restauración.

Objetivo

La propuesta de conservación y restauración para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, establece como objetivo:

“Apoyar la recuperación y conservación del sistema humedal Calabozo y Quiñenco por medio de una experiencia interinstitucional, participativa, intercultural y educativa, que permita resguardar el recurso hídrico, conservar la biodiversidad, y mejorar la calidad de vida de las personas en comuna de Coronel”.

Oportunidades y amenazas

En la Tabla 35. se presentan las oportunidades, y en la Tabla 36. las amenazas identificadas para la conservación y restauración del sistema humedal.

Tabla 35. Oportunidades identificadas para la conservación y restauración del sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

| Oportunidades | Detalle |
|---|--|
| Existencia de áreas verdes en la comuna y alrededores | <p>Parque y Jardín Botánico Coronel, impulsado por la Sociedad Agrícola del Sur S.A. que busca poner a disposición un área de 50 hectáreas para las comunidades, aledaño al humedal Calabozo.</p> <p>Lechería Cantarrana, proyecto de agroturismo que promueva la valoración y protección de la biodiversidad del humedal Calabozo</p> <p>Parque boca Maule, impulsado por el Serviu Biobío y la I. Municipalidad de Coronel, el cual será inaugurado durante el año 2022.</p> <p>Parque Educativo Jorge Alessandri, impulsado por la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC), comprende un área de 11 hectáreas de superficie y está abierto a público.</p> <p>Alto Escuadrón, reserva de bosque nativo de 131 hectáreas ubicado en el Fundo Escuadrón, predio privado perteneciente a la forestal CMPC. Área de Alto Valor Ambiental para la empresa y sitio prioritario para conservación propuesto en la Estrategia y Plan de acción para la conservación de la diversidad en la región del Biobío.</p> |
| Iniciativas que promueven la generación de áreas de conservación y áreas verdes en la Comuna | <p>Plan Verde Coronel 2050, Plan maestro de áreas verdes y espacios públicos de Coronel, elaborado por la I. Municipalidad de Coronel el año 2012.</p> <p>Ordenanza Municipal N°2 del año 2014, titulada “Ordenanza para la protección de cauces, lagunas y humedales de la comuna de Coronel”,</p> <p>Propuesta de parques públicos urbanos para Coronel elaborada el año 2018 por el Consejo para la recuperación ambiental y social de Coronel, que busca reconocer el humedal Calabozo junto a otras áreas comunales como área verde dentro del nuevo Plan Regulador Metropolitano.</p> <p>Declaración del Humedal Boca Maule Santuario de la Naturaleza y Humedal Urbano, y declaración del humedal Paso Seco y humedal Escuadrón- Laguna Quiñenco humedales urbanos, el año 2021.</p> |
| Interés en la generación de alianzas y participación en proceso de gobernanza para la conservación del sistema humedal Calabozo- Quiñenco | <p>Existen diversas organizaciones territoriales interesadas en el proceso de gobernanza. A través de un proceso participativo y educativo, es posible fomentar que estas se interesen en el desarrollo de iniciativas de conservación y restauración, y postulación a fondos para la obtención de recursos.</p> <p>Existen diversos terreno públicos, sobre todo cursos de agua y zonas de humedal, que podrían ser destinadas a la conservación y restauración.</p> <p>Existe una amplia diversidad de propietarios en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco. La generación de alianzas y acuerdos con estos actores podría permitir que, a través de un proceso participativo y educativo, una amplia diversidad de situaciones entre en proceso de conservación o restauración, generando núcleos de recuperación y áreas de conectividad ecológica. Se evidencia interés inicial en el proceso de gobernanza.</p> <p>Essbio cuenta con varias áreas de propiedad privada o en calidad de administración, las cuales podrían ser áreas disponibles para el desarrollo de acciones de restauración. La empresa muestra interés en el proceso de gobernanza.</p> <p>La mayor superficie del sistema humedal es de uso forestal, por las empresas Arauco y CMPC, de manera que la generación de alianzas y acuerdos con estos actores, podría permitir que grandes superficies puedan ser conservadas o restauradas. Además, dichas empresas cuentan con vasta experiencia en restauración y remplazo de plantación a bosque nativo, y muestras interés en el proceso de gobernanza.</p> <p>Parque Nacional Nonguén, el cual abarca una superficie de 3.036,9 hectáreas y protege el último remanente importante del bosque caducifolio de Concepción, actualmente en proceso de recuperación por Universidad de Concepción en alianza con Transelect (Empresa de transmisión eléctrica) y Conaf</p> |

Experiencias de conservación y restauración a escala de paisaje en la región del Biobío y referentes a nivel nacional

Restauración en Cerro Cayumanque implementado por la Seremi de Medio Ambiente Región del Biobío, desde el año 2012,

Plan de restauración de la cuenca del lago Lanalhue, en el marco del Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco, desde el año 2021.

Diversas políticas nacionales que sustentan la propuesta de conservación y restauración del sistema humedal Calabozo Quiñenco

"Plan estratégico para la biodiversidad 2010-2020", "Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030", "Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022", "Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación, la Degradación de Tierras y la Sequía PANCD-Chile (2016-2030)", "Política Nacional de Parques Urbanos aprobada el año 2020", "Política Forestal 2015-2035", "Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025 (ENCCRV)", "Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT)" y "Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030".

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Amenazas identificadas para la conservación y restauración del sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

| Amenaza | Descripción |
|---|--|
| Contaminación de los cursos de agua y humedales | Descarga de aguas servidas y basura a cursos de agua y humedales. Aumenta la presión en la época estival y con el desarrollo inmobiliario. |
| Canalización y relleno de humedales | Esto provoca un cambio en la dinámica hidrológica de los cursos de agua y humedales, modificando el hábitat y alterando la vegetación y regeneración presente. |
| Prácticas forestales que aumentan la sedimentación, disminuyen la calidad, la captación y disponibilidad de agua. | Esto puede ocurrir debido a: -Tala rasa por cosecha forestal; -Intervención de zonas de protección de los cursos de agua y manantiales; - Pérdida de agua por escurrimiento superficial y por interceptación en plantaciones de especies de rápido crecimiento; - Falta de cuidado de caminos forestales, provocando erosión y deslizamientos; - Fumigaciones y aplicaciones de agroquímicos |
| Incendios forestales | Amenaza presente sobre todo en zonas de interfaz urbano-rural, y plantaciones forestales, además aumenta el riesgo acorde al aumento de la población por desarrollo urbano y actividades turísticas. Esta amenaza cobra especial importancia en un escenario de cambio global. |
| Ganadería y herbivoría | La herbivoría en general provoca la mortalidad de las especies vegetales y afecta la regeneración natural. Además el ganado afecta contaminando cursos de agua y por el pisoteo. |
| Invasión y daño de especies exóticas. | Las especies exóticas invasoras afectan amenazan a la biodiversidad nativa. Destacan las especies: aramo (<i>Acacia dealbata</i> y <i>A. melanoxylon</i>), <i>Pinus radiata</i> , <i>Teline montpensulana</i> , <i>Cytisus scoparium</i> y <i>Ulex europaeus</i> . Además, las invasiones de estas especies conllevan el cambio en propiedades de suelo y agua, y riesgos de incendios. |
| Corta de bosque nativo | A su vez, destacan los daños que generan sobre la biodiversidad los animales domésticos asilvestrados tales como perros y gatos. |
| Caza | Amenaza asociada a uso de leña si bien es escaso el bosque nativo en la zona, aún existe evidencia de la corta de vejeción para este uso. |
| | Se evidencia la caza de aves nativos en el área lo que afecta la conservación del área. |

Fuente: Elaboración propia

Estrategia

La presente propuesta contempla una estrategia basada en cuatro etapas: 1.- Diagnóstico, 2.- Planificación, 3.- Implementación y 4.- Evaluación. Además, contempla un enfoque de manejo adaptativo, que consiste en una evaluación constante que permite evaluar progresivamente el estado de avance de las acciones planificadas y realizar ajustes que favorezcan la viabilidad y pertinencia de las acciones.

Además, transversalmente se da especial relevancia a la generación y mantención de confianzas entre las y los actores claves, de manera que se desarrolle un proceso de gobernanza y alianzas, que concluya en la gestión de recursos y generación de sinergias (Ver Figura 47.).

Ahora, específicamente en la etapa de diagnóstico se reconocen informantes y actores clave, se realiza un diagnóstico territorial tanto de componentes ambientales como sociales, y se dimensionan los problemas presentes en la cuenca. A su vez, esta etapa contempla el estudio de la comprensión social de la comunidad.

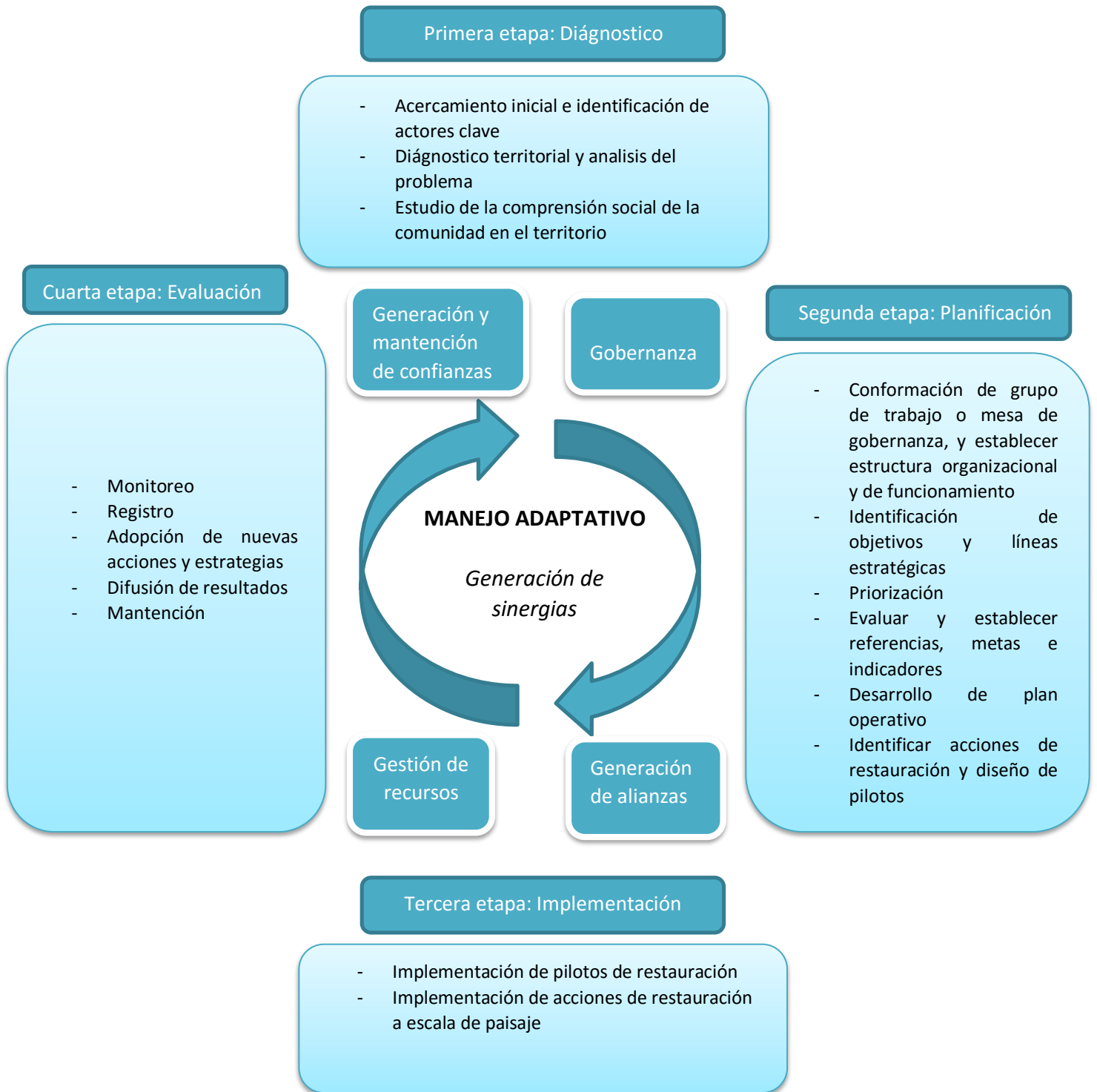
Algunas preguntas orientadoras para resolver en esta etapa son: ¿Cuál es el área de interés?, ¿Quiénes son los dueños de la tierra?, ¿Cuáles son los factores que degradan el sitio?, ¿Cuáles son las personas o comunidades involucradas?, ¿Con qué recursos contamos para restaurar? ¿Qué vías podrían ser de utilidad para gestionar estos recursos?, ¿Qué alianzas estratégicas sería conveniente desarrollar?, ¿Cuáles son los intereses de restaurar esta área y acciones que se desean implementar? ¿Cuál es la comprensión social de los grupos de interés en torno a sus usos, conocimiento, preocupaciones e intereses? ¿Qué habilidades y capacidades hay en el área?

En la segunda etapa de planificación, se desarrolla un proceso de toma de decisiones donde se establecen los objetivos y el funcionamiento para llevar a cabo la propuesta de conservación y restauración. Se establecen las áreas prioritarias, se definen ecosistemas de referencia, metas e indicadores, y se establecen las acciones a realizar en una hoja de ruta. Se establecen también los pilotos a implementar.

La tercera etapa consiste en hacer operativas las acciones que fueron previamente planificadas. En cuanto a los trabajos de restauración McDonald et al., (2016) plantea que es fundamental que: 1.- No se genere daño; 2.- Todos los tratamientos deben ser aplicados respondiendo a los procesos naturales y promover y proteger el potencial de recuperación natural y asistida; 3.- Los tratamientos deben ser aplicados de forma responsable, efectiva y eficiente; 4.- Todos los proyectos deben cumplir plenamente con la legislación en materia de trabajo, salud y seguridad; 5.- Los agentes del proyecto deben comunicarse regularmente con las principales partes interesadas; 6.- Se debe desarrollar un mantenimiento post-implementación. Se recomienda comenzar con la implementación de pilotos de restauración a pequeña escala, de manera que los resultados de dichos pilotos entreguen resultados para la posterior implementación de acciones a mediana y gran escala.

Finalmente, la cuarta etapa contempla la evaluación, esto con el fin de hacer seguimiento, conocer los resultados y avances en cada etapa y evaluar como continuar con cada línea estratégica de la forma más óptima para el cumplimiento de los objetivos. En esta etapa se realiza el registro de la experiencia de manera de llevar un manejo transparente de la información, y va asociado a una constante difusión de los resultados y aprendizajes.

Figura 47. Estrategia para la conservación y restauración del sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia

Líneas de acción

1. Desarrollar un proceso de gobernanza entre las y los actores clave para la conservación y restauración del, integrando los valores históricos y culturales.
2. Realizar un diagnóstico territorial, evaluar y establecer referencias, metas e indicadores para orientar el proceso de conservación y restauración del sistema humedal.
3. Diseñar un plan de restauración de esteros, nacientes y humedales, e implementar pilotos en alianza con actores clave.
4. Diseñar un parque comunal a través de una propuesta de infraestructura ecológica para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, que considere el diseño de áreas de conservación, amortiguamiento y áreas de restauración para el sistema humedal, e implementar pilotos en alianza con actores clave.
5. Identificar áreas de valor arqueológico e incluir un plan de valoración y gestión de estas en la propuesta de conservación y restauración.
6. Identificar focos de contaminación (aguas servidas, microbasurales y fuentes difusas) en el sistema humedal y elaborar un plan de control.
7. Diseñar e implementar una estrategia de protección y alerta contra incendios.
8. Diseñar e implementar un plan para el control de especies exóticas.
9. Incluir zonificación de la propuesta de conservación y restauración del sistema humedal Calabozo y Quiñenco en instrumentos de planificación.
10. Desarrollar investigación y monitoreo que permita evaluar la propuesta en sus distintas etapas.
11. Registro de la experiencia, difusión de resultados y desarrollo un proceso de concientización y educación
12. Captura de fondos y generación de alianzas entre actores públicos, privados, nacionales e internacionales para implementar la propuesta de conservación y restauración

A continuación, se detallan las líneas estratégicas propuestas.

1. Desarrollar un proceso de gobernanza entre las y los actores clave para la conservación y restauración del, integrando los valores históricos y culturales.

En primera instancia se recomienda ampliar y consolidar el grupo de actores, para esto es preciso utilizar la técnica de “bola de nieve”¹¹ y posterior planificar reuniones periódicas para la conformación de una mesa de gobernanza.

Esta instancia será fundamental para la toma de decisiones colectivas, diálogo, retroalimentación, generación de sinergias, y evaluación constante. Además, será la instancia para definir roles y la hoja de ruta a corto, mediano plazo y largo plazo.

Asimismo, en esta etapa se recomienda desarrollar un proceso que permita avanzar en la comprensión social¹² de la comunidad respecto de los ecosistemas del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, asegurando el compromiso social, dialogo continuo, aprendizaje de doble vía y colaboración (McDonald et al., 2016). Es primordial que se valore el conocimiento local (Robertson et al., 2000; Vargas, 2007; Smith et al., 2019b), y que se comprendan y respeten los atributos culturales del paisaje, incluyendo las creencias, valores, usos, intereses y percepción de la comunidad sobre los ecosistemas y sentido de pérdida producto de su degradación (Robertson et al., 2000; McDonald et al., 2016).

En el marco de los procesos antes señalados, será fundamental que la propuesta de conservación y restauración también contemple potenciar iniciativas locales, que a través del proceso de gobernanza se genere el intercambio de conocimientos, entrega de capacidades técnico-científicas y gestión de recursos financieros.

Finalmente, es preciso señalar que para que se desarrolle un proceso de gobernanza óptimo se requiere asegurar procesos participativos vinculantes, inclusivos, respetuosos, justos y libres de discriminación, y que fomentan el desarrollo de un proceso de aprendizaje social¹³

Se debe poner especial atención al fenómeno llamado “narrativa dominante”, el cual corresponde al punto de vista que han construido los grupos dominantes acerca de nuestra vida social, y que frecuentemente las personas asumimos sin saberlo, o al menos sin cuestionarlo, y, además, se debe tener en consideración que debido a que nos encontramos en sociedades sumamente desiguales, la segregación y discriminación, es algo habitual (Toledo et al., 2021). En este sentido, se requiere que se fomente la capacidad de examinar críticamente las jerarquías sociales y las narrativas dominantes a la hora de desarrollar procesos de gobernanza.

¹¹Esta consiste en solicitar a cada actor que proponga a otros (Taylor & Bogdan, 1987; Monistrol, 2007; Stanghellini y Collentine, 2008)

¹² Entenderemos el término comprensión, como el proceso en el cual se plantea la pregunta reflexiva de cómo ha llegado el otro a su opinión (Herrera, 2010), en este sentido los significados son importantes al momento de encontrar el sentido en las acciones, intersectando estos significados de los individuos y su propia capacidad de acción (Andrade, 2002).

¹³ Acumulación de experiencias entre los actores sociales (sector público, privado y sociedad civil) y que permiten promover cambios e innovaciones sociales con impactos positivos en las comunidades (Jacobi, 2008)

2. *Realizar un diagnóstico territorial, evaluar y establecer referencias, metas e indicadores para orientar el proceso de conservación y restauración del sistema humedal.*

La etapa de diagnóstico busca evaluar el estado actual y las causas y orígenes socio ecológicos y económicos de la degradación en el área. Por lo tanto, reúne la información científica disponible, información en campo y el conocimiento y percepción de los habitantes locales y actores claves. Al trabajar a escala de paisaje, esta etapa considera múltiples escalas de información, las cuales se van complementando e integrando. En este sentido, es fundamental entender esta etapa como parte de un proceso dinámico y en constante desarrollo, por lo que los nuevos aportes al diagnóstico permitirán ir actualizando y complementando la información.

Una vez, realizado el diagnóstico, será fundamental la identificación de modelos de referencia. Entenderemos al ecosistema de referencia como a una comunidad de organismos y componentes abióticos capaces de actuar como puntos o estándares de referencia, tomando en cuenta elementos bióticos, abióticos, funciones, procesos y estados sucesiones que se presentarían en el sitio si la degradación, daño o destrucción no hubieran ocurrido. El propósito de seleccionar un ecosistema de referencia (o múltiples referencias secuenciales para reflejar los cambios que se prevé ocurran en el tiempo) es optimizar el potencial de especies y comunidades locales a recuperarse a través de acciones de restauración y así continuar con su re ensamble y evolución en un contexto de cambio (McDonald et al., 2016).

Una vez establecidos los ecosistemas de referencia, se deberán identificar los atributos claves que permitirán monitorear los resultados de la restauración y conservación, considerando los componentes bióticos, como abióticos. A partir de estos atributos, se definen metas e indicadores específicos y cuantificables que se relacionan con los atributos clave del ecosistema objetivo. Este proceso es continuo en el tiempo, ya que estos resultados orientarán las siguientes etapas y decisiones con un enfoque adaptativo (McDonald et al., 2016).

3. *Restaurar áreas de protección de esteros, nacientes y humedales, por medio de alianzas con actores clave.*

Las acciones de restauración que se implementen deben buscar generar los máximos beneficios al menor costo y tiempo posible. Para esto en el corto plazo se recomienda desarrollar pilotos de restauración que permitirán potenciar el proceso de restauración, identificar técnicas óptimas, y posteriormente extender las iniciativas a mayores superficies.

Ahora, uno de los aspectos que no se puede pasar por alto a la hora de pensar en realizar acciones de restauración es la capacidad de auto-regeneración del ecosistema (Smith-Ramírez et al. datos no publicados; Bannister, 2015). De esta forma, en base a Bannister (2012), se recomienda desarrollar acciones de restauración bajo una estrategia mixta que incluyan un gradiente de menor a mayor intervención y se desarrolle de acuerdo a la capacidad de regeneración del ecosistema. En este sentido se recomienda utilizar micrositios, fortalecer y completar elementos existentes en el paisaje o también conocidos legados biológicos¹⁴, tales como fragmentos de bosques remanentes,

¹⁴ El legado biológico está constituido por los propágulos y organismos vivos, la materia orgánica muerta (incluyendo grandes estructuras orgánicas como troncos de árboles muertos), y los patrones ecológicos

fortalecer vegetación de riberas y borde de lago, y potenciar múltiples iniciativas de restauración que permitan sinérgicamente desencadenar un aumento en la capacidad de regeneración del paisaje.

Recuperar áreas en matriz agrícola, periurbana y urbana.

En primer lugar, las zonas de protección de los cursos de agua y humedales, cobran especial relevancia para la restauración en la matriz agrícola, periurbana y urbana del sistema humedal Calabozo y Quiñenco. En general, los cursos de agua y humedales, tienen una estrecha dependencia con la vegetación ribereña (Guevara et al. 2008), permitiéndoles regular la temperatura y luz que ingresa a los sistemas acuáticos, procesar la materia orgánica y nitrógeno, mejorar la cantidad y calidad del agua, y facilitar el procesamiento de contaminantes (Scarsbrook et al. 2001, Sirombra y Mesa 2010). Asimismo, cumplen una función esencial en la retención de sedimentos que de otra forma generarían una mayor turbidez en los cursos de agua (Daniels y Gilliam, 1996). A su vez, los sistemas ribereños debido a que los depósitos aluviales son frecuentemente fértiles y productivos, proporcionando suelos ricos en nutrientes y materia orgánica (Granados et al. 2006). En este sentido, son fuente importante de biodiversidad, por el gran número de hábitats y microhábitats que albergan (Granados et al. 2006), siendo ecosistemas claves para el mantenimiento de la diversidad (Granados et al. 2006; Guevara et al. 2008; Naiman y Décamps 1997).

Sin embargo, pese al rol fundamental que cumple la vegetación ribereña y humedales, es común su pérdida en las orillas de arroyos, ríos y humedales, lo que implica la ausencia de sombra y de hojas que caen en el agua, modificando la composición química y aumentando la temperatura de la ribera. La carencia de árboles ocasiona que haya menos sitios para la alimentación y anidación de organismos, y en casos extremos, algunos arroyos y manantiales se secan o se azolvan por erosión del suelo. Cuando surgen estos problemas, se identifica la necesidad de aplicar acciones de restauración (Meli y Carrasco-Carballido, 2011).

En la matriz agrícola, periurbana y urbana del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, rara vez existen zonas de protección en los cursos de agua y humedales, encontrándose mayormente las áreas desprovistas de vegetación o dominadas por especies exóticas. Por esta razón cobra especial relevancia restaurar las zonas de protección de las riveras y humedales, contactando los ecosistemas nativos presentes en el paisaje. En el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, si bien la mayoría de los cursos de agua se encuentran fuertemente degradados y desprovistos de vegetación de ribera, aún es posible encontrar algunos elementos en el paisaje que podrían servir de referencia.

Además, es fundamental dar importancia a la recuperación de aquellos sectores de valor histórico y cultural, y asegurar la conservación y restauración de los bosques pantanosos o hualves existentes en el sistema, entendiendo que estos ecosistemas son únicos, escasamente conocidos y fuertemente amenazados (Correa-Araneda, 2011).

Finalmente, es preciso señalar que en el Sistema humedal, sobre todo en el humedal Calabozo existen áreas de pajonal que han sido fragmentadas por rellenos, lo que ha provocado mosaicos de cuerpos de agua someros expuestos a la radiación, aumento de la temperatura del agua, mayor

derivados (como las propiedades del suelo) que sobrevivieron del ecosistema previo a una perturbación y participan en el desarrollo del ecosistema posterior a la misma (Franklin et al. 2000).

evaporación y riesgo de desecación, además de concentraciones de oxígeno por debajo del mínimo apto para sostener la vida y una condición de hipereutrofia, respecto del nitrógeno total. En este sentido, es de suma importancia realizar acciones de restauración que permitan conectar estos humedales fragmentados.

Para implementar acciones de restauración en zonas ribereñas, Meli y Carrasco-Carballido (2011) recomiendan la construcción de presas para la retención y formación de suelo, y la introducción de árboles nativos, considerando la selección de especies tanto la importancia ecológica, como de acuerdo a las necesidades de las comunidades. Algunos criterios de selección de especies recomendados son: que sean leguminosas que fijen nitrógeno en el suelo, que tengan buena capacidad para rebrotar, que crezcan rápidamente, que resistan condiciones limitantes tales como inundación, sequía, baja fertilidad, suelos compactados, acidez o salinidad del suelo, que tengan algún valor adicional (económico, ecológico o cultural), que no tiendan a propagarse de manera invasiva, y que tengan frutos carnosos para atraer animales dispersores de semillas.

Finalmente destacar que los paisajes agrícolas, periurbanos y urbanos proporcionan una enorme cantidad de elementos lineales, los cuales se recomienda sean aprovechados para restaurar hábitats y producir infraestructura verde, favoreciendo la dispersión a través de la inclusión de técnicas como la plantación de setos o cercas vivas en las lindes entre tierras de cultivo, bordes de camino y ribazos; restauración de la vegetación natural de los sistemas riparios, restauración y revegetación de los márgenes de la red de infraestructura. En la Figura 48. Se presenta un esquema referencial de lo mencionado.

Figura 48. Esquema referencial de paisaje agrícola mediterráneo antes (figura de la izquierda) y unos años más tarde (figura de la derecha) de la implementación de acciones estratégicas de revegetación.



Fuente: Rey Benayas & Bullock 2015.

Las acciones ilustradas son: (1) introducción de islotes forestales; (2) de setos en los campos agrícolas; (3) restauración de la vegetación riparia; (4) revegetación de los márgenes de las carreteras y (5) de las rotondas. Adicionalmente se representan algunos campos abandonados indicados por flechas, donde destaca que el establecimiento y desarrollo de la vegetación posterior al abandono es diferente en campos cerca (flechas azules) o lejos (flechas rojas) de las acciones de revegetación o de la vegetación natural (Rey Benayas & Bullock 2015).

Recuperar y conservar áreas de protección de cursos de agua y manantiales en matriz de plantaciones forestales

Restituir y conservar las zonas de protección de cursos de aguas y nacientes en la matriz forestal, cobra especial relevancia sobre todo en un contexto de cambio global (Bozkurt et al., 2018), de manera que la restauración del bosque nativo significa beneficios ambientales por sobre plantaciones forestales, en términos de provisión de agua, conservación de la biodiversidad, almacenamiento de carbono y control de la erosión del suelo, ya sea utilizando técnicas de regeneración natural asistida y no asistida, y plantación activa de diversas especies nativas (Hua et al., 2022).

Además, cabe destacar que la provisión de agua es altamente sensible al cambio de superficie de plantación a bosque nativo en Chile central, respecto de la esorrentía promedio anual (Álvarez et al., 2019). En concordancia, Lara et al. (2009) establece que para Chile-central por cada 10 % que se logre recuperar la cobertura de bosques nativos será posible incrementar en un 14,1 % los caudales totales de verano. Lo anterior, es sumamente significativo para el sistema humedal Calabozo Quiñenco, dado que las cuencas aportantes son abastecedoras de agua potable para la comuna de Coronel, y su uso de suelo es principalmente forestal.

Además, diversos estudios han documentado que la expansión de la industria forestal genera alteraciones en el ciclo hidrológico y la reducción de provisión de agua (Farley et al., 2005; Jackson et al., 2005), y existen múltiples antecedentes respecto del mayor nivel de consumo de agua que tienen las plantaciones forestales en comparación con bosque nativo, matorral y pradera (Álvarez et al., 2019; Almeida et al., 2016; Van Dijk et al. 2007). Destaca también que la hojarasca del pino y eucalipto son hidrofóbicas, aumentando la esorrentía superficial y disminuyendo la infiltración (Vogelmann et al., 2015), mientras que el bosque nativo presenta pocas especies hidrofóbicas. De hecho, se sabe que un solo árbol antiguo de olivillo o ulmo puede por intercepción capturar 300 litros de agua (Díaz et al. 2010).

En este sentido, en primera instancia será fundamental asegurar que, en la matriz forestal, se respeten las zonas de protección, dando cumplimiento al reglamento de suelos, agua y humedales de la Ley N° 20.283 (D.S.82), el que establece: zona de protección de un ancho mínimo de 5 metros a ambos lados de los cursos de agua, para sección de cauce de 0,2 a 0,5 m². Para secciones de cauce mayores a 0,5 m², establece un ancho de 10 metros. Además, define un área continua a la zona de protección la cual tiene un ancho de 10 metros para pendientes entre 30 y 45% y de 20 metros para pendientes superiores a 45%.

Ahora bien, cabe destacar que la empresa Arauco funciona bajo su propio protocolo, considerando áreas de protección de mayor tamaño. La empresa hace una diferencia entre los cursos de agua temporales y permanentes cuya sección de cauce es menor a 0,5 m², estableciendo un ancho de 5 y 10 metros respectivamente. Además, incluye los manantiales (o nacientes de agua) con un ancho de 10 metros para pendientes menores a 30%, 20 metros para pendientes de 30 y 45% y 30 metros para pendientes superiores a 45%, al igual que para cursos temporales o permanentes de sección mayor a 0,5 m², y para humedales establece un ancho de 10 metros independiente de la pendiente (Arauco, 2020).

Por su parte, en cuencas abastecedoras de agua, como las correspondientes al sistema humedal Calabozo y Quiñenco, CONAF (2015) en el Protocolo de Plantaciones Forestales del Consejo de Política Forestal (2015-2035) recomienda para humedales, manantiales, cuerpos de agua, ríos y

esteros (mayores a 0,5 m²), un ancho de 10 metros para pendientes menores a 30%, ancho de 20 metros para pendientes entre 30 y 45% y 30 metros para pendientes mayores a 45%. Para esteros y quebradas permanentes y temporales con sección de cauce menor a 0,5 m² se recomienda un ancho de 10 metros para pendientes menores a 30% y entre 30 y 45%, y 20 metros para pendientes mayores a 45%.

Por otro lado, Gayoso y Gayoso (2003) presentan varias experiencias a nivel internacional, que contemplan áreas de protección de mayor tamaño que las propuestas a nivel nacional. Tabla 37.

Tabla 37. Experiencias a nivel internacional sobre áreas protección de cursos de agua.

| Lugar | Áreas de protección |
|------------------------|---|
| Fulton (USA) | Cursos principales: 15 m; Tributarios: 7,5 a 10,5 m |
| Carolina del Sur (USA) | Ríos principales: 30 m; Tributarios: 15 m |
| Maryland (USA) | Para orden 3 o superior: 30m, Orden 1 y 2: 15 m. Si la pendiente del valle es mayor de 15% se duplican los valores |
| Louisiana (USA) | Perenne, cauce mayor de 6 m de ancho: 30 m Perenne, cauce menor de 6 m de ancho: 15 m Intermitentes: 10,5 m |
| Australia | Orden 1: mínimo 20 m, Orden 2: mínimo 20 m, Orden 3: mínimo 20 m, Orden 4: mínimo 50 m, Orden 5 y superiores: mínimo 100 m. |
| Alemania | El tamaño del área de protección restricciones de manejo son específicas al sitio |
| Finlandia | 20 a 30 m |

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, será necesario establecer alianzas con las empresas Forestales, de manera de asegurar que se resguarden las áreas de protección de las tres cuencas abastecedoras de agua del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, idealmente considerando áreas de protección mayores a lo propuesto por los estándares nacionales. Además, comprometer la restauración de estas cuencas. Cabe destacar que tanto Arauco como CMPC, cuentan con Planes de restauración, en base a los cuales, se podrían incorporar estas áreas de protección.

En la Figura 49. Se presentan fotografías referenciales del área de protección de algunos esteros en el sistema humedal

Figura 49. Fotografías referenciales de áreas de protección en el sistema humedal.



Zonas de protección cuenca aportante estero lagunillas



Naciente sin área de protección en cuenca aportante a estero Escuadrón



Quebrada sin área de protección en cuenca aportante a humedal Calabozo



Área de protección afectada en cuenca aportante a laguna Quiñenco

Fuente: Elaboración propia

Recuperar fragmentos remanentes de bosque nativo y su conectividad.

La fragmentación de los bosques naturales es una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo (Turner, 1996), cuyos principales efectos a nivel de paisaje son la reducción del tamaño y calidad del hábitat boscoso, el aumento de borde¹⁵, número de parches, y la pérdida de conectividad (Lindenmayer y Fischer, 2006). Esto, modifica las dinámicas poblacionales y procesos ecológicos (Wiegand, Revilla y Moloney, 2005) que, junto al aislamiento y la disminución de la conectividad funcional, tienen efectos negativos sobre la persistencia de poblaciones de especies (Crooks, Burdett, Theobald, Rondinini y Boitani, 2011; Lindenmayer y Fischer, 2006).

Específicamente, dentro del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, los fragmentos de vegetación nativa remanentes son muy reducidos y se encuentran principalmente en la cordillera de Nahuelbuta, con un total aproximado de 326 hectáreas. Además, se encuentran mayormente degradados, sobre todo en las áreas aportantes al humedal Calabozo.

Cabe destacar, que pese a lo intervenida que se encuentra la cordillera de Nahuelbuta, es uno de los paisajes más singulares, menos protegidos y más alterados del *hotspot* chileno (Smith-Ramírez, 2004), siendo un área de alto valor de conservación y reserva mundial de la biodiversidad, por sus altos niveles de diversidad de especies y endemismo, y características físicas que favorecieron la persistencia de algunas especies, incluso durante la última glaciación (Smith-Ramírez, 2004; Wolodarsky-Franke y Díaz, 2011). La alta riqueza de especies y endemismo de esta área se atribuye a que los bosques deciduos y matorrales característicos de la zona mediterránea del norte de Chile convergen con la vegetación siempreverde valdiviana del sur de Chile, formando un ecosistema ecotonal, con especies remanentes desde el Mesozoico de origen Gondwanico, y especies del Terciario de origen tropical (Smith-Ramírez, 2004).

Además, destaca un pequeño fragmento de bosque pantanoso de *Myrceugenia exsucca* o Pitranto, ubicado en el borde del lado sur de la laguna Quiñenco, y fragmentos de matorrales con presencia de elementos arbóreos deciduos en las quebradas aportantes al poniente del humedal Calabozo.

En este sentido es de suma importancia restaurar los fragmentos de vegetación nativa remanentes en el sistema humedal, de manera que se conviertan en núcleos de recuperación y dispersión de propágulos. Además, la restauración de las áreas aledañas permitirá dar conectividad al sistema.

¹⁵ El borde de un parche en el paisaje es definido como la zona de transición entre hábitats (López-Barrera, 2004)

4. *Elaborar una propuesta de infraestructura ecológica para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, a través del diseño de un parque comunal que considere áreas de conservación, amortiguamiento, áreas de uso sustentable y áreas de restauración para el sistema humedal.*

Conceptualmente, se define la Infraestructura Ecológica como una “red de ecosistemas naturales, seminaturales y antropogénicos, estratégicamente planificada, diseñada y manejada, que funciona para proveer un amplio rango de servicios ecosistémicos y bienestar a los habitantes de un territorio” (UdeC, 2016). A su vez, se entiende como “un sistema de soporte de vida natural, que es una red interconectada de cursos de agua, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación y territorios con producción silvoagropecuaria sustentable, que mantienen los procesos ecológicos naturales, conservan los recursos de agua y aire y contribuyen a la salud y calidad de vida de las comunidades y pueblos” (Benedict y McMahon 2002).

En este sentido, la red de humedales del sistema Calabozo Quiñenco muestra un increíble potencial de convertirse en una experiencia de infraestructura ecológica para la comuna, a través de un parque comunal. Esto, en concordancia con el Plan Verde Coronel 2050 elaborado por la I. Municipalidad de Coronel el año 2012 y el Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel elaborado por el MMA (2018a).

En este sentido, dicho parque, sería un hito para poner en valor, recuperar y gestionar el patrimonio natural de la comuna de Coronel, contribuir a la protección de los recursos hídricos, conservar la diversidad biológica nativa e incrementar y mejorar las áreas verdes y espacios recreativos en la comuna.

La identificación de Unidades Territoriales Homogéneas y la priorización realizada en la presente propuesta de conservación y restauración, serán aportes significativos en esta línea de acción. Sin embargo, será fundamental que esta propuesta se desarrolle en profundidad y de forma participativa, incluyendo en su diseño la infraestructura pública y privada presentada en la Figura 50.

Figura 50. Infraestructura pública y privada para elaborar una propuesta de infraestructura ecológica en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia

5. Identificar áreas de valor arqueológico e incluir un plan de valoración y gestión de estas en la propuesta de conservación y restauración.

Debido al registro de un área de valor arqueológico en el humedal Escuadrón-Laguna -Quiñenco, surge la necesidad de realizar un levantamiento de información en el área, que erita identificar y caracterizar el patrimonio arqueológico del sistema humedal y desarrollar un plan de valoración y gestión, acorde a la propuesta de conservación y restauración.

6. Identificar focos de contaminación (aguas servidas, microbasurales y fuentes difusas) en el sistema humedal y elaborar un plan de control.

Si bien se reconoce la contaminación como una de las principales amenazas en el sistema humedal, es muy escasa la información disponible al respecto. Sumado a esto, llaman la atención los resultados de hipertrofia respecto de nitrógeno total en varios sectores del humedal, sobre todo en el humedal Calabozo y presencia de coliformes fecales.

Por estas razones, es fundamental que se identifiquen los focos de contaminación en el sistema, ya sea por aguas servidas, microbasurales y fuentes difusas, para posteriormente elaborar un plan de control que permita disminuir el ingreso de contaminantes al sistema.

7. Diseñar e implementar una estrategia de protección y alerta contra incendios.

Los incendios son una de las principales amenazas identificadas, en este sentido, cobra especial relevancia diseñar una estrategia de protección y alerta contra incendios para el sistema humedal Calabozo Quiñenco, que considere mecanismos preventivos y presupresión de incendios forestales. Se recomienda generar un proceso de gobernanza específico para abordar este tema.

8. Diseñar e implementar un plan para el control de especies exóticas.

En el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, se observa una fuerte presión de especies de plantas exóticas invasoras. De manera que para diseñar e implementar un plan de control para estas especies se recomiendan: a.- Identificar la distribución de la especie de interés en la cuenca; b.- Establecer áreas prioritarias de control y reemplazo por vegetación nativa; c.- Identificar técnicas apropiadas para el control según las condiciones en que se encuentra la especie; d.- Establecer proyectos pilotos para identificar las técnicas más eficientes que permitan realizar el control a mayor escala y e.- Desarrollar un proceso de educación, concientización y capacitación del daño que produce esta especie a la biodiversidad, ecosistema y salud.

Por su parte, es fundamental que se promociónen campañas de esterilización y tenencia responsable de mascotas con el fin de reducir la amenaza que generan sobre todo perros y gatos a la biodiversidad.

9. Diseñar e implementar un plan para el manejo del ganado.

En múltiples sectores dentro del sistema humedal se evidencia la presencia de ganado. Destacan los fondos de quebrada, y áreas de inundación asociadas a los humedales. Ahora bien, el ganado puede generar fuertes impactos en la degradación del bosque, producto del efecto de ramoneo y pisoteo (Zamorano-Elgueta, 2018). A su vez, la ganadería sin un manejo adecuado puede generar contaminación difusa y una potencial eutrofización de los cursos de agua (Alfaro y Salazar, 2005). En este sentido, es fundamental que se desarrolle un plan de manejo con el fin de controlar el impacto que actualmente está generando el ganado en el sistema. Será necesario conocer la cantidad y distribución del ganado existente, para establecer estrategias que permitan evitar su presencia en torno a cursos de agua y humedales de relevancia para la conservación y restauración.

10. Incluir propuesta de conservación y restauración del sistema humedal Calabozo y Quiñenco en instrumentos de planificación y desarrollo comunal.

Es fundamental que se incorpore la propuesta de conservación y restauración en los instrumentos de planificación territorial y desarrollo comunal. En especial, destaca la relevancia de incorporar áreas de importancia para la conservación y restauración en el plan regulador, ordenanzas municipales y declaraciones de humedal urbano. Además, se debe incorporar la información en otras herramientas de gestión, tales como iniciativas de parques comunales, manejo de residuos, acuerdos de producción limpia, entre otras.

11. Desarrollar monitoreo e investigación que permita evaluar la propuesta en sus distintas etapas.

Realizar monitoreo continuo y de largo plazo es fundamental para verificar si los objetivos se van cumpliendo y en qué medida (Yoccoz et al., 2001; Aguilar & Ramírez, 2015). De este modo las acciones pueden ser modificadas, corregidas y/o replicadas si se observan resultados positivos (Vargas, 2007). En este sentido, será necesario establecer referencias, metas e indicadores a ser evaluados a lo largo del proceso de conservación y restauración. La periodicidad de los monitoreos debe ser caso específica y eficaz.

Además, será conveniente desarrollar proyectos de investigación en el área, por ejemplo, para optimizar técnicas de restauración para que sean escalables a grandes superficies, generando conocimiento para la restauración a escala de paisaje. Estudios de biodiversidad en el área, profundizando las líneas base ya realizadas, e investigaciones en torno a las experiencias de restauración y conservación.

Es fundamental generar alianzas con centros de investigación y especialistas para apoyar las múltiples investigaciones que se requieren desarrollar a lo largo del proceso de conservación y restauración.

12. Registro de la experiencia, difusión de resultados y desarrollo un proceso de concientización y educación

Es fundamental que durante el proceso de restauración se documenten y registren de manera transparente las distintas etapas y avances, lo que puede desarrollarse a través de material audiovisual, informes de avance, boletines, registro fotográfico y publicación, entre otros. Además, es necesaria la comunicación continua y difusión de los resultados, para poder ajustar las acciones en base a los resultados de acuerdo a un manejo adaptativo.

Por otro lado, se recomienda que se diseñe e implemente un programa de educación ambiental, que eduque, entregue de capacidades y genere conciencia pública, contribuyendo a que la comunidad involucre en la labor de conservación y restaurar del sistema humedal.

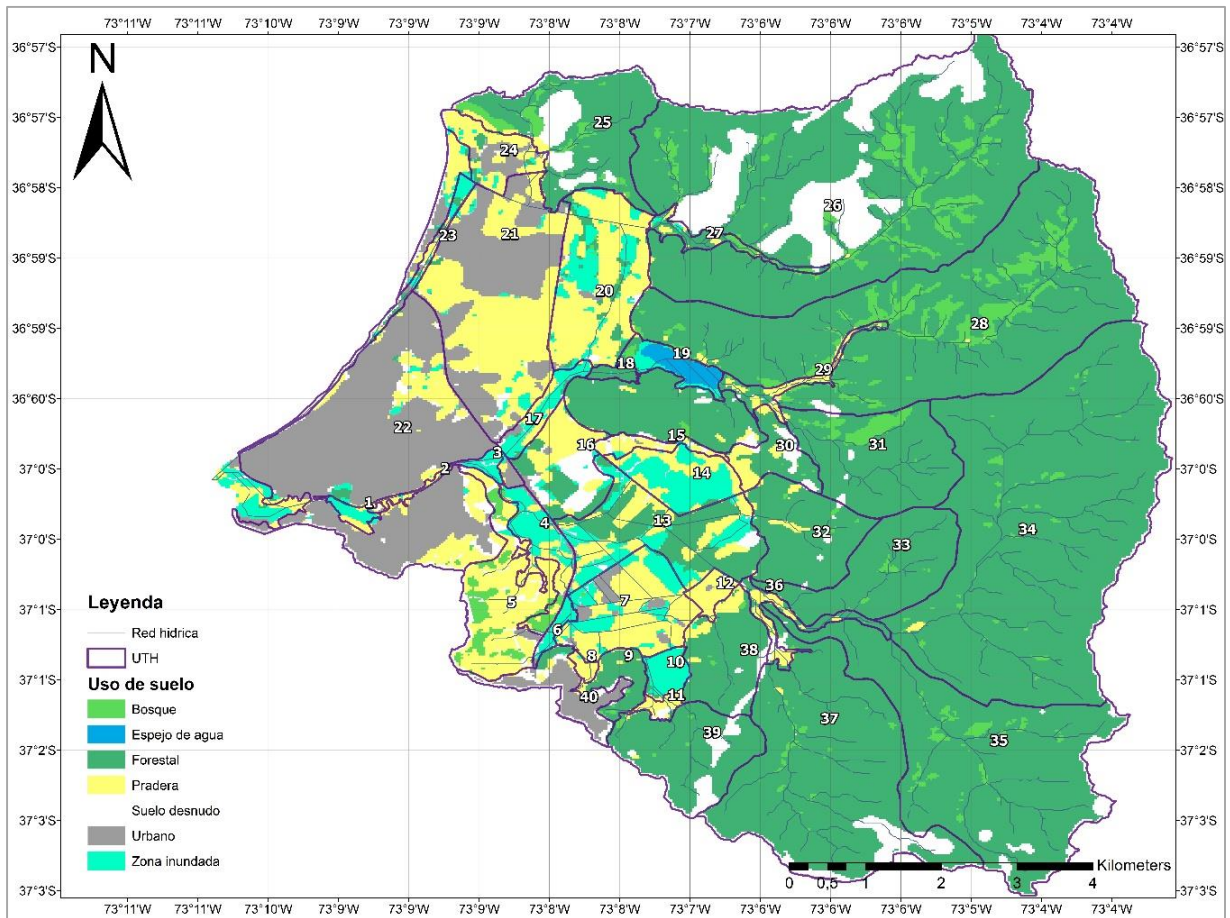
13. Captura de fondos y generación de alianzas entre actores públicos, privados, nacionales e internacionales para implementar la propuesta de conservación y restauración

Esta etapa consiste en establecer las estrategias para la captura de fondos. Se deben establecer alianzas y colaboración con organismos institucionales, centros de investigación, universidades e institutos técnicos, que contribuyan a la gestión de recursos. Además, se requiere identificar y potenciar instrumentos de gestión y fomento que puedan apoyar el desarrollo de acciones de restauración. Es de especial relevancia que se procure incentivo a los pobladores, comunidades y pequeños propietarios para el desarrollo de acciones de restauración

Unidades Territoriales Homogéneas

Para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco se identifican 41 Unidades Territoriales Homogéneas (UTHs). En la Figura 51. Se presenta su distribución y en Tabla 38. se presenta en detalle cada unidad.

Figura 51. Unidades Territoriales Homogéneas presentes en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Unidades Territoriales Homogéneas presentes en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| UTH | Descripción general |
|-----|--|
| 1 | Área de encuentro entre el estero Villa Mora y el humedal boca Maule. Zona inundada de amplitud de 230 metros y 600 metros de largo. Área inmersa en la ciudad, intervenida principalmente por rellenos. La vegetación dominante en el área es el totoral con praderas exótica en los bordes. Presencia de ganado equino y avifauna nativa |
| 2 | Estero Villa Mora, se encuentra inmerso en la ciudad y posee una amplitud de entre 50 y 100 metros, y 1000 metros de largo. Área principalmente intervenida por rellenos para la ampliación de viviendas y plazas. Es frecuente la presencia de basura, ganado y perros en el humedal. La vegetación dominante son natantes exóticas y pradera exótica en los bordes. Destaca también la presencia de especies arbóreas exóticas tales como sauce (<i>Salix sp.</i>). Destaca la presencia de abundante avifauna nativa. |
| 3 | Humedal lótico en donde confluyen los afluentes provenientes de los valles aportantes del sistema de humedales: Valle asociado a humedal Calabozo, valles asociados a laguna Quiñenco y Valle Escuadrón. El área tiene una amplitud de cerca de 400 metros y 500 metros de largo, y se encuentra inmerso en la ciudad, entre el poblado del sector Yobilo en Calabozo y el poblado La Peña. En este último sector, está siendo actualmente intervenido por rellenos para la construcción de plazas. A su vez, el área es limitada por la Ruta 160, hay presencia de basura y perros. La vegetación dominante es hidrófita, con praderas y arbustos exóticos en los bordes (<i>Lupinus arboreus</i> y <i>Teline monspessulana</i>). Destaca también la presencia de especies natantes exóticas y pequeños fragmentos remanentes de vegetación nativa dominados por boldo (<i>Peumus boldus</i>), arrayan (<i>Luma apiculata</i>), y maitén (<i>Maytenus boaria</i>). A su vez, hay fragmentos de especies arbóreas exóticas tales como aromo (<i>Acacia Melanoxydon</i>) y Sauce (<i>Salix sp.</i>) |
| 4 | Área de confluencia en el sector oeste del humedal Calabozo, cuenta con 6 pasadas de agua que cruzan la Ruta 160. El área se encuentra permanentemente inundada y se conecta agua abajo con estero Villa Mora. Además, cuenta con dos quebradas aportantes. La vegetación dominante es pajonal y hay presencia de fragmentos de bosque esclerófilo remanente. Es un área de valor para la conservación de la biodiversidad, área de valor paisajístico, belleza escénica y avistamiento de aves. Aledaño a poblaciones de sector Calabozo bajo en área norte y existencia de algunos caseríos en área sur. Presencia de Cisne de cuello negro, en Peligro de extinción; lagartija de Schröder, Vulnerable y Sapito de cuatro ojos, Casi amenazada. |
| 5 | Área asociada a quebradas aportantes al poniente del humedal Calabozo. Destaca la presencia de praderas de pastoreo dominadas por especies exóticas junto a núcleos de regeneración y fragmentos remanentes con vegetación nativa arbórea y arbustiva, dominados por litre (<i>Lithraea caustica</i>), maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>), maitén (<i>Maytenus boaria</i>), arrayan (<i>Luma apiculata</i>), boldo (<i>Peumus boldus</i>) y hualle (<i>Nothofagus obliqua</i>), presencia también de quila (<i>Chusquea sp.</i>), murta (<i>Ugni molinae</i>) y Proustia sp. Además, de las especies exóticas mora (<i>Rubus sp.</i>) y retamo (<i>Teline monspessulana</i>) y especies hidrófitas asociadas a los cursos de agua tales como helechos y juncos. El área es utilizada para la extracción minera a pequeña escala, la ganadería y el esparcimiento. Se encuentra aledaño a la zona residencial del sector Yobilo y presenta abundante basura y escombros. También hay signos de incendio en área asociada a espinillo (<i>Ulex europaeus</i>) y signos de erosión asociado a caminos y en laderas empinadas. |
| 6 | Humedal remanente ubicado al costado surponiente del humedal Calabozo entre la Lechería Cantarrana y la Ruta 160, dominado por pajonal, y presencia de especies natantes y sumergidas, y con una amplitud de aproximadamente 100 metros y 1000 metros de largo. Fragmento fuertemente fragmentado y reducido. |

| | |
|----|---|
| 7 | Praderas de pastoreo dominadas por especies forrajeras exóticas, con presencia de áreas de inundaciones las cuales en su mayoría han sido canalizadas y rellenadas con materia orgánica proveniente de corteza de eucaliptus para la mejora de praderas, además del relleno con tierra y ripio para la construcción de caminos. Esta área es de propiedad de la Lechería Cantarrana. Presencia de Rana chilena, Vulnerable. |
| 8 | Humedal de forma irregular y fuertemente fragmentado, inundado de manera permanente, con un ancho máximo de 1,45 m, una profundidad media de 40 cm y una profundidad máxima de 1 m. Presencia de estero afluente. Dominado por <i>Cirpus sp.</i> Se encuentra junto a pradera ganadera y aledaño a pequeña colina que es utilizado como mirador, convirtiéndose en un área de valor recreacional, paisajístico y de belleza escénica aledaño a Población Santa Helena. También se utiliza para el pastoreo de ganado y equino. Pertenece al fundo Cantarrana y hay interés en realizar acciones de restauración. |
| 9 | Laderas de exposición norte y sur, ubicadas al sur del humedal Calabozo, dominada por plantaciones exóticas y con presencia de pequeñas quebradas aportantes al humedal Calabozo. Las quebradas resguardan pequeños fragmentos remanentes de vegetación nativa con presencia de boldo (<i>Peumus boldus</i>), arrayan (<i>Luma apiculata</i>), litre (<i>Lithraea caustica</i>) y <i>Chusquea sp.</i> En áreas aledañas a población existe riesgo de incendio. |
| 10 | Pajonal ubicado al sur del humedal Calabozo, de aproximadamente 500 m de amplitud y 700 metros de largo, convirtiéndose en el área de pajonal de mayor tamaño del sistema, lo que le otorga importancia para su conservación. Dos esteros afluentes del humedal atraviesan el área, uno por el lado este y uno por el oeste. |
| 11 | Pradera natural inundada temporalmente. Se encuentra aledaño a pajonal ubicado al sur de humedal Calabozo y es atravesada por dos afluentes aportantes del humedal. Presencia de camarones de río, los que son recolectados por pobladores. Área en recuperación por comunidad Huenullanca. |
| 12 | Área de cultivos agrícolas ubicada en el costado oriente del humedal Calabozo, aledaño a afluentes principales del humedal. Presencia de Aegla sp. amenazado. |
| 13 | Área de uso forestal inmersa en el humedal Calabozo, donde se observan plantaciones de eucaliptus adultos, jóvenes y nuevos, y plantaciones de álamos antiguos en área inundada. Se aprecian obras de canalización, y residuos químicos en el agua. Presencia de red de canales los cuales en ocasiones son ensanchados y limpiados. Presencia de Sapito de cuatro ojos, Casi amenazada. |
| 14 | Área norte del humedal Calabozo, área de inundación permanente, de valor para observación de aves y conservación de la biodiversidad, pero con diversas amenazas. Por el norte existe relleno y por el oeste y suroeste Plantaciones forestales. Vecinos comentan que el área se inunda, lo que ha ido aumentando en los últimos años. Presencia de Cisne de cuello negro, en Peligro de extinción. |
| 15 | Área rural, de agricultura familiar campesina y vivienda, de relevancia histórica, aledaño a espejo de agua del sector norte del humedal calabozo. Destaca la presencia de abundante avifauna nativa. |
| 16 | Parque Botánico aledaño a desembocadura de humedal Escuadrón y Quiñenco, y Plantación forestal aledaño a humedal Calabozo. Área de la Sociedad Agrícola del Sur. Está descrita la existencia de un sitio arqueológico en el área. |
| 17 | Humedal lótico en donde confluyen los afluentes provenientes de la cuenca aportante de sistema humedal Quiñenco y la cuenca aportante del valle Escuadrón. El área tiene una amplitud de entre 100 y 200 metros y 1.500 metros de largo. Es afluente del estero Villa Mora, limitada por la Ruta 160. En área norte del sector se evidencia relleno. La vegetación dominante en el área es el totoral, y especies natantes exóticas y praderas y arbustos exóticos en los bordes. Además, hay fragmentos de especies arbóreas exóticas tales como aramo (<i>Acacia Melanoxylon</i>) y sauce (<i>Salix sp.</i>). Destaca también la presencia de individuos aislados |

| | |
|----|--|
| | de especies arbóreas nativas: boldo (<i>Peumus boldus</i>), litre (<i>Lithraea caustica</i>) y maitén (<i>Maytenus boaria</i>). Presencia de Cisne de cuello negro, en Peligro de extinción. |
| 18 | Fragmento de bosque pantanoso denso de <i>Myrceugenia exsucca</i> o Pitranto, ubicado en la salida de la laguna Quiñenco. Destaca la presencia de camarón de río (<i>Samastacus sp.</i>) y abundante avifauna nativa. Existen pocos senderos de personas y animales, y se evidencia corta de leña y extracción de tierra de hojas. Presencia de Naranjillo, Vulnerable. |
| 19 | Laguna Quiñenco y borde de la laguna. Tiene una amplitud de entre 200 y 400 metros, y 1.400 metros de largo aproximadamente. Se encuentra en un área de propiedad fiscal, administrada por la Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío (Essbio), quien cuenta con una captación de agua potable en la mitad de la laguna. Es un área utilizada para el esparcimiento, camping y balneario. La vegetación dominante en el área es el totoral y especies natantes exóticas en los bordes. Además, destacan elementos de vegetación de humedales boscosos dominados por mirtáceas, o conocidos como pitrantos" o "hualves" en el borde del lago norte de la laguna. También destaca la presencia algunos individuos remanentes de especies arbóreas nativas como boldo (<i>Peumus boldus</i>) y Lingue (<i>Persea lingue</i>), y la presencia de quila (<i>Chusquea sp.</i>). Además, en los alrededores de la laguna son abundantes las especies exóticas aroma (<i>Acacia Melanoxylon</i>) y sauce (<i>Salix sp.</i>), y plantaciones exóticas de pino (<i>Pinus sp.</i>) en las laderas. Se evidencia corta de leña, extracción de tierra de hojas, basura y perros. Destaca la presencia de camarón de río (<i>Samastacus sp.</i>) y abundante avifauna nativa. Presencia de Cisne de cuello negro, en Peligro de extinción. |
| 20 | Área de inundaciones y anegamiento por lluvias, donde, el curso superficial de agua escurre de forma errática, generando bolsones de inundación temporales, que luego tributan hacia la desembocadura de la laguna Quiñenco. En el área domina la actividad agrícola y ganadera, con la presencia de vegetación de pajonal, pradera y remanentes de vegetación arbórea y arbustiva. En el sector sur de esta humedad existe un fragmento de vegetación esclerófila de relevancia para la conservación. Hábitat para especies indicadoras. |
| 21 | Población ubicada en área norte del sector escuadrón. Corresponde a Villas construidas a partir del año 2009, junto al estero Lagunillas y entorno a áreas de inundación del sector. Los mayores rellenos de humedales se realizan desde el año 2015 a la fecha, en el costado oriente para el desarrollo inmobiliario. Abundan las Praderas en los alrededores. |
| 22 | Área urbana asociada al estero Villa Mora y estero Lagunillas |
| 23 | Esteros Lagunillas, se emplaza en una trayectoria Noreste – Suroeste desde el norte del sector Escuadrón, atravesando la Ruta 160 y Av. Manuel Montt, y descargando sus aguas en el Estero Maule a la altura de la Circunvalación Juan Antonio Ríos. La vegetación dominante son natantes exóticas y en la sección norte hay presencia de pajonal. El estero es de relevancia para el desagüe de los colectores de aguas lluvias de las poblaciones aledañas y se estrecha hacia su salida. Presencia de Pocha de los lagos, Vulnerable. |
| 24 | Población ubicada en área norte del sector escuadrón, aledaña a cerros que dan origen a la cuenca aportante del estero lagunillas. La población es atravesada por pequeños canales que tributan a dicho estero. Presencia de Sapito de cuatro ojos, Casi amenazada. |
| 25 | Cuenca norte aportante a estero lagunillas, dominada por plantación de pino y eucaliptus. Existencia de tres quebradas principales asociadas a cursos de agua. Presencia de fragmentos remanentes de bosque nativo. |
| 26 | Quebrada aportante a estero escuadrón, existencia de talas raza de gran magnitud y quebradas con estrechas zonas de protección. Se identifica nacimiento sin zona de protección. En la parte alta de la cuenca hay presencia de fragmentos remanentes de bosque nativo. |

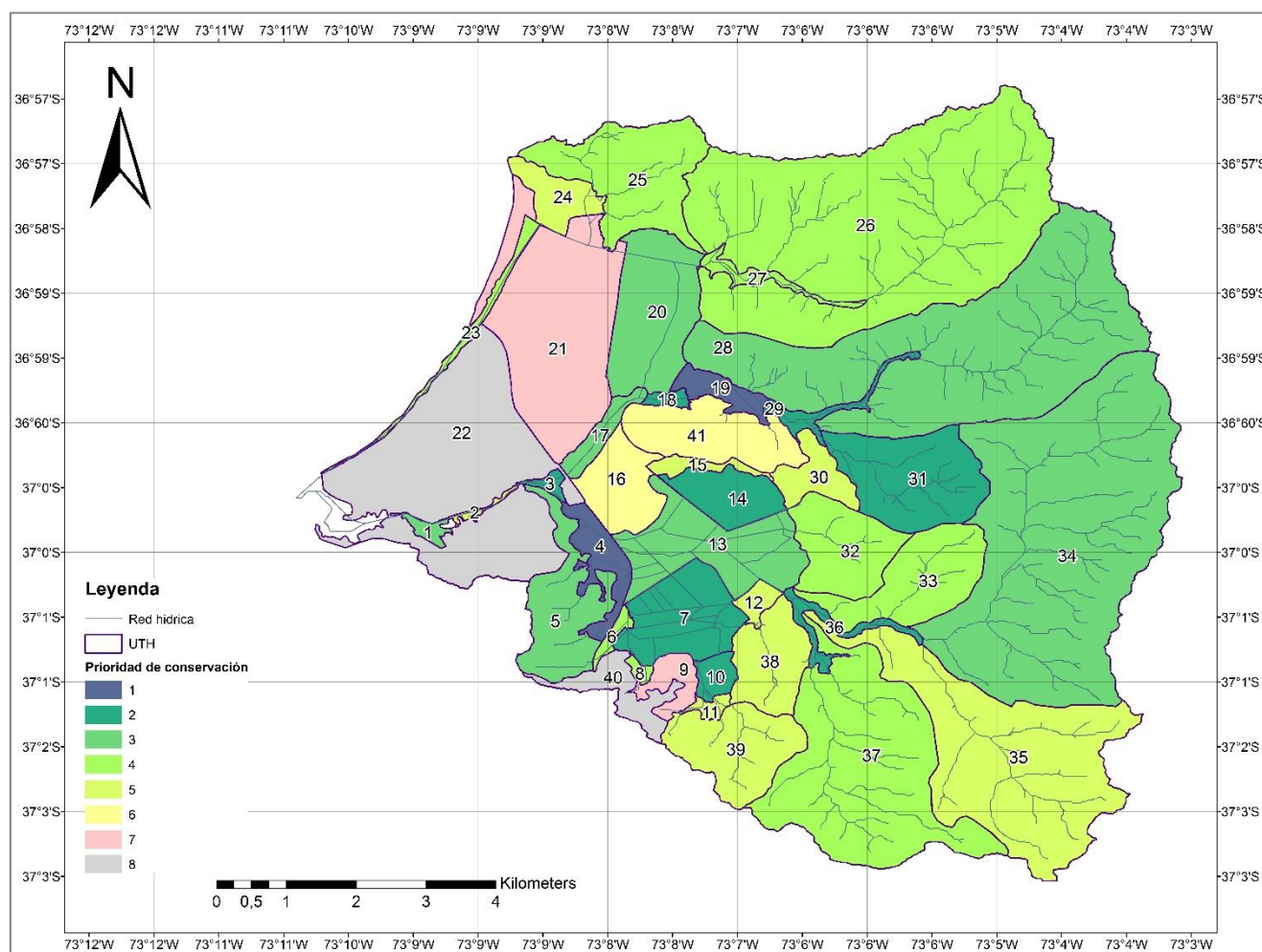
| | |
|----|--|
| 27 | Fondo de quebrada de cuenca aportante a estero escuadrón. Vegetación dominada por pradera azonal con árboles. Presencia de Pocha de los lagos, Vulnerable. |
| 28 | Cuenca principal aportante a la laguna Quiñenco, existencia de quebradas con estrechas zonas de protección, sobre todo en ladera de exposición norte. Se identifica naciente sin zona de protección. En la parte alta de la cuenca y exposición sur, hay presencia de fragmentos remanentes de bosque nativo. Presencia de Naranjillo, Vulnerable. |
| 29 | Fondo de quebrada de estero aportante a laguna Quiñenco. Vegetación dominada por pradera azonal con árboles. Presencia de Pocha de los lagos, Vulnerable. |
| 30 | Área residencial ubicada en Calabozo alto, por un costado aledaña a quebradas aportantes a sur de laguna Quiñenco y por el otro en ladera norte que colinda con humedal Calabozo. |
| 31 | Cuenca aportante ubicada al sur de la laguna Quiñenco, existencia de quebradas con estrechas zonas de protección, sobre todo en ladera de exposición norte. En ladera de exposición sur, hay presencia de fragmentos remanentes de bosque nativo. Vegetación dominante plantación forestal y en quebradas pradera azonal con árboles. Área de importancia para el consumo de agua potable por pobladores aledaños. Presencia de Naranjillo y Sapo rosado, Vulnerables, y Sapito de antifaz, Casi amenazado. |
| 32 | Cuenca aportante ubicada al nororiente del humedal Calabozo. Existencia de quebradas con estrechas zonas de protección, y presencia de bosque templado remanente en fondo de quebradas principales. Presencia de Naranjillo, Vulnerable. |
| 33 | Cuenca aportante ubicada al nororiente del humedal Calabozo. Existencia de quebradas con estrechas zonas de protección, y presencia de bosque templado remanente en fondo de quebradas principales. Presencia de lagartija de Schröder, Vulnerable. |
| 34 | Cuenca aportante de mayor tamaño ubicada al nororiente del humedal Calabozo. Existencia de quebradas con presencia de bosque templado remanente en fondo de quebradas. Presencia de Naranjillo y Gruñidor, Vulnerables y Abejorro chileno, en Peligro. |
| 35 | Cuenca aportante ubicada al suroriente del humedal Calabozo. Existencia de quebradas con presencia de pradera azonal con árboles en fondo de quebradas. Existencia de Cantera en parte alta de la cuenca |
| 36 | Fondo de quebrada de estero principal afluente del humedal Calabozo, y sus dos afluentes. Pradera azonal con arboles. Presencia de bagre grande, en Peligro y Pocha de los lagos, Vulnerables. |
| 37 | Cuenca aportante ubicada al sur del humedal Calabozo. Existencia de quebradas con estrechas zonas de protección dominadas por pradera azonal con árboles. Existencia de Cantera en parte alta de la cuenca. Cuenca aportante a área de conservación de bagre grande, en Peligro y Pocha de los lagos, Vulnerables. |
| 38 | Cuenca aportante ubicada al sur del humedal Calabozo, en el sector el Guayo. Existencia de quebradas con estrechas zonas de protección dominadas por pradera azonal con árboles. Presencia de casas en el área. |
| 39 | Cuenca aportante ubicada al sur del humedal Calabozo, en el sector el Guayo. |
| 40 | Área urbana en sector Cantarrana aledaña a poblaciones forestales |
| 41 | Cerro ubicado entre laguna Quiñenco y humedal Calabozo, dominado por plantaciones exóticas y presencia de fragmentos remanentes de vegetación nativa. Presencia de Naranjillo, Vulnerables |

Fuente: Elaboración propia

Áreas prioritarias

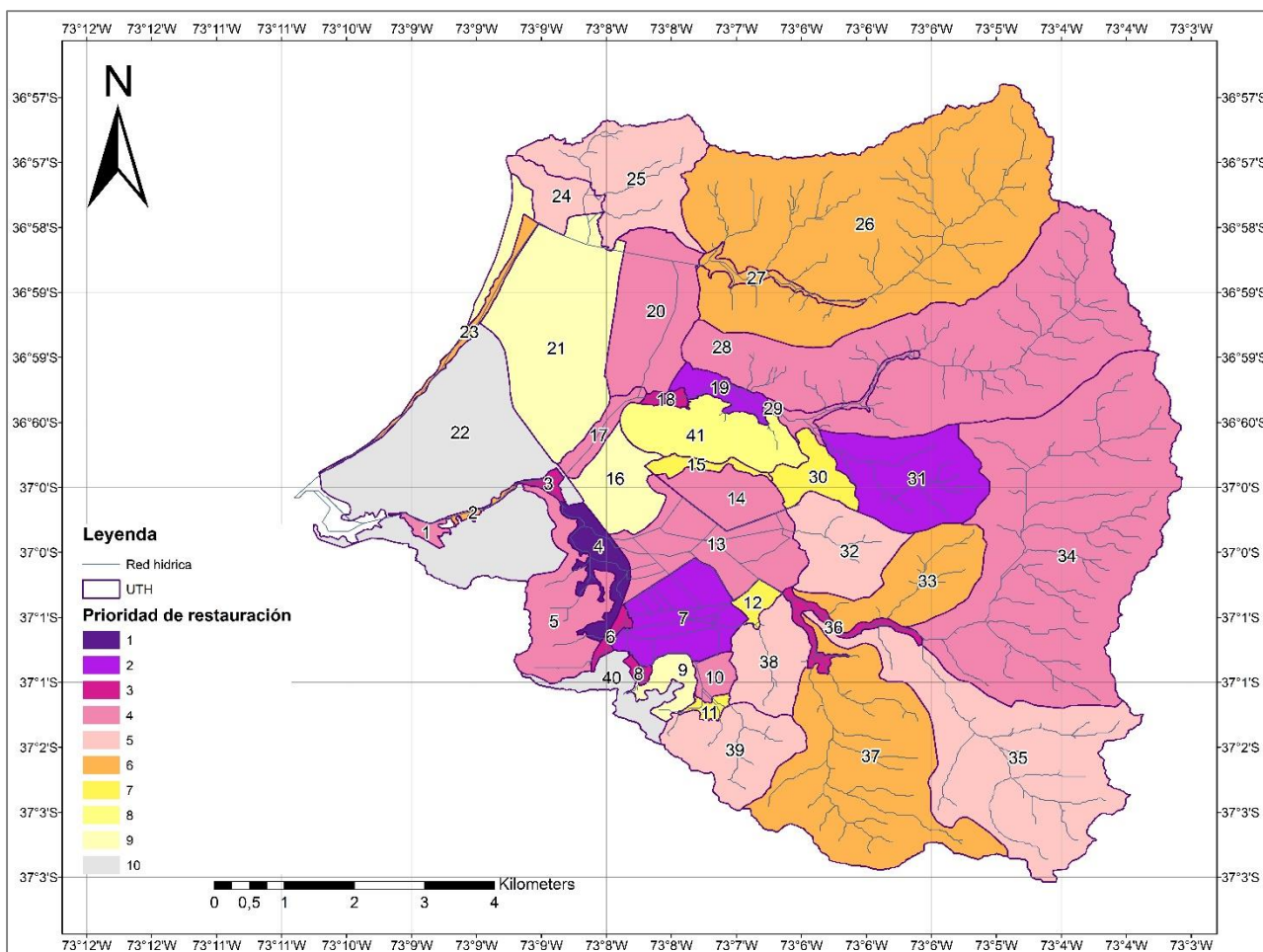
En la Figura 52. se presentan las prioridades de conservación identificadas para el sistema humedal Calabozo y Quiñenco, y en la Figura 53. las prioridades de restauración. En la Tabla 39. el detalle de cada unidad. Cabe destacar que las áreas de mayor prioridad para la conservación son la laguna Quiñenco y sector norte del humedal Paso Seco correspondiente al área de confluencia del humedal Calabozo. Luego, la quebrada sur y fondo de quebrada de la laguna Quiñenco, el humedal escuadrón, estero Villa Mora en el área de confluencia de Calabozo y Quiñenco, y el área norte y sur del humedal Calabozo correspondiente al fundo Cantarrana. En este contexto, las áreas de mayor prioridad para la restauración son la laguna Quiñenco, el sector norte del humedal Paso Seco correspondiente al área de confluencia del humedal Calabozo, el área sur del humedal Calabozo correspondiente al fundo Cantarrana y la quebrada sur de la cuenca asociada a la laguna Quiñenco.

Figura 52. Prioridades de conservación en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Prioridades de restauración en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco



Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Priorización de áreas a restaurar para Unidades Territoriales Homogéneas presentes en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| U T H | Criterios para priorización de áreas a conservar | | | | | | | | | | | | Criterios para priorización de áreas a restaurar | | | | | |
|-------------|--|------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--|-----------------------------|---|--|---|--|-----------------------------------|--|--|------------------------------|-----------------|---|--|------------------------------|
| | Hum edal lénti co | Cur sos de agu a | Cordill era nahuel buta | Área amortig uación | Presen cia de especie s amenazadas | Ecosist ema amenazado | Hábita t para especi es indica doras | Espejo de agua perma nente | Presen cia de fragme ntos reman entes de bosque nativo, matorral y pajonal | Tama ño de fragm ento reman ente mayor a 3 ha | Área s de valor cultural | Interé s de la comun idad en conser var o restaurar | Result ado valora ción | Aguas hipereut róficas | Fragme ntado | Dismin ución abrupta de nivel de agua | Vegeta ción ripariana y áreas de protecc ión mayor mente degradada o ausente | Pobla ción aleda ña |
| 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | | | 1 | | 1 | 8 |
| 2 | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 4 | | | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 3 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | | | 1 | 1 | 1 | 9 |
| 4 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 8 | 1 | | 1 | | 1 | 11 |
| 5 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 6 | | 1 | | | 1 | 8 |
| 6 | 1 | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 5 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 9 |
| 7 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 7 | | 1 | | 1 | 1 | 10 |
| 8 | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 1 | 5 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| 9 | | 1 | | 1 | | | | | | | | 2 | | | | | 1 | 3 |
| 10 | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | | 1 | | | | 8 |
| 11 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 1 | | 4 | | | | 1 | | 5 |
| 12 | | 1 | | | 1 | 1 | | | | | | 4 | | | | 1 | | 5 |
| 13 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 6 | | 1 | | 1 | | 8 |
| 14 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 7 | | | | | 1 | 8 |
| 15 | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | 1 | 4 | | | | | 1 | 5 |
| 16 | | | | 1 | | | | | | 1 | 1 | 3 | | | | | | 3 |
| 17 | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 6 | | | 1 | 1 | | 8 |
| 18 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 7 | | 1 | 1 | | | 9 |
| 19 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | 1 | | 1 | | | 10 |
| 20 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 6 | | 1 | | 1 | | 8 |
| 21 | | | | 1 | | | | | | | 1 | 2 | | | | | 1 | 3 |
| 22 | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | 1 | 2 |
| 23 | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 5 | | 1 | | | 1 | 7 |
| 24 | | 1 | | | 1 | | | 1 | | 1 | | 4 | | | | 1 | 1 | 6 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|---|--|---|----|
| 25 | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 5 | | | | 1 | 6 |
| 26 | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 5 | | 1 | | 1 | 7 |
| 27 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 5 | | | | 1 | 7 |
| 28 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | 6 | | 1 | | 1 | 8 |
| 29 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | 7 | | | | 1 | 8 |
| 30 | | 1 | 1 | | | | | | | | 1 | 1 | 4 | | | | | 5 |
| 31 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 7 | | 1 | | 1 | 10 |
| 32 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | | 5 | | | | 1 | 6 |
| 33 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 5 | | 1 | | 1 | 7 |
| 34 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | 6 | | 1 | | 1 | 8 |
| 35 | | 1 | 1 | | | | 1 | | 1 | | | | 4 | | 1 | | 1 | 6 |
| 36 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 7 | | 1 | | 1 | 9 |
| 37 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | 5 | | 1 | | 1 | 7 |
| 38 | | 1 | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | 4 | | 1 | | 1 | 6 |
| 39 | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 4 | | 1 | | 1 | 6 |
| 40 | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | 2 |
| 41 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | 3 | | | | | 4 |

La cartografía de la priorización de áreas a restaurar se ordena del 1 al 10, para lo que se reordena la valoración y en vez de comenzar en 2, comienza en 1

Fuente: Elaboración propia

Pilotos de conservación y restauración.

PILOTO 1: Restauración del humedal urbano Paso Seco

Situación actual: El humedal Paso seco, fue el primer humedal urbano declarado para la Comuna de Coronel, está conformado por el estero Villa Mora y la sección poniente del humedal Calabozo, convirtiéndose en el área donde confluyen las aguas provenientes tanto de la laguna Quiñenco, como del humedal Calabozo. Tiene una superficie de 145,12 hectáreas y en particular el estero Villa Mora una longitud aproximada de 6.614 metros. Comprende un área neurlgica entre el sector Yobilo y Maule, lo que le confiere una gran importancia desde le punto de vista de la identidad local y valor sociocultural.

Además, corresponde a uno de los espejos de agua temporales de mayor tamaño en el sistema humedal, zonas de inundación de manera permanente, y áreas con vegetación hidrófila, pajonal y fragmentos de bosque esclerófilo y matorral. Sus características le dan valor desde le punto de vista de la conservación del recurso hídrico, conseración de la biodiversidad, de valor recreacional y paisajístico.

Finalmente destacar que el estero Villa Mora se encuentra parcialmente canalizado y ha evidenciado diversas intervenciones tales como rellenos y urbanización a lo largo de la historia. De hecho, ha sido calificado en “mal” estado de conservación por parte del Ministerio de Medio Ambiente (2018b), situación que es fundamental revertir, generando una experiencia de restauración que fortalezca tanto las áreas núcleo como las de amortiguamiento, en integración con el área urbana. Y que contemple infraestructura ecológica que fortalezca la conexión entre la red de humedales.

Arriba área mapa del área (en Azul área núcleo del humedal urbano y en azul área de amortiguación).

Al medio área de confluencia laguna Quiñenco y humedal Calabozo y Abajo estero villamora sección media, y espejo de agua en área de salida del humedal Calabozo

Fuente: Elaboración propia



Objetivos

- Conservar y recuperar los valores naturales, paisajísticos y culturales del humedal urbano Paso Seco
- Mejorar la integración paisajística del humedal con su entorno a través de infraestructura ecológica que fortalezca la conexión entre la red de humedales y las áreas amortiguación.
- Mejorar las condiciones de accesibilidad al humedal permitiendo que se convierta en un área recreativa continua y de educación.

Descripción del proyecto

El proyecto contempla las siguientes etapas:

- Establecimiento de metas e indicadores de evaluación

Inicialmente se deben establecer las metas e indicadores que permitirán evaluar el éxito de la restauración en el tiempo. Además, se deberán definir ecosistemas de referencia, para luego realizar una evaluación inicial tanto para el área piloto como para los sistemas de referencias, utilizando los indicadores seleccionados. Esta labor es fundamental para planificar las acciones de restauración en el tiempo y evaluar resultados.

- Plan de acción

Inicialmente se requiere identificar en detalle las acciones a realizar en el área piloto. Se necesitará identificar *in situ* las áreas que se encuentran en mejor estado de conservación, las cuales corresponderían a áreas “núcleo”. Además, las áreas que requieren ser recuperadas, áreas de amortiguamiento y corredores que permitan conectar el área con la red de humedales. Será fundamental desarrollar una zonificación y posteriormente proponer las acciones específicas para cada sector (Por ejemplo: Enriquecimiento en núcleos en densidades de 500 plantas/ha; control de especies exóticas, cercado en áreas prioritarias, instalación de señalética). Además, será necesario proponer estrategias para el control de amenazas y un plan de monitoreo, que permita asegurar el seguimiento de las acciones y evaluación de resultados de manera óptima. Finalmente se deberá generar una Carta gantt y análisis de Costos.

- Propuesta para la accesibilidad

Esta acción contempla identificar las condiciones de acceso en área humedal y proponer un diseño de caminos que se integre con el entorno y se conecten con la red de humedales, además de incorporar áreas de descanso que permitan el acceso universal y áreas educativas.

- Trabajo participativo

El piloto se debe hacer en el marco de un trabajo de gobernanza, donde las y los actores claves sean parte de desarrollo de las propuestas y posterior implementación.

Plan operativo

| Actividad | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5* |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|
| Establecimiento de metas e indicadores de evaluación | X | | | | |
| Trabajo participativo | X | X | X | X | X |
| Diseño de plan de acción | X | | | | |
| Propuesta de accesibilidad | X | | | | |
| Implementación | | X | X | X | X |
| Monitoreo y seguimiento | | X | X | X | X |

*En tiempo de implementación y monitoreo se puede extender de acuerdo al enfoque de manejo adaptativo.

PILOTO 2: Restauración de humedal Calabozo

Situación actual:

El humedal Calabozo es el más extenso de la comuna de Coronel y entre los mayores del área metropolitana del Gran Concepción, con una superficie estimada de 5,3 km². Este sector siempre fue conocido como “el pajonal”, y actualmente, en él existe una amplia variedad de condiciones, áreas cubiertas de agua de manera temporal y/o permanente, áreas donde la capa freática se encuentra cercana a la superficie y áreas que han sido perturbadas y actualmente secas, las cuales pese a la intervención siguen siendo parte del sistema lacustre. Además, se reconocen 5 formaciones vegetacionales: pajonal, pradera, matorral, natantes y surmegidas, y bosque esclerófilo. En el sector norte del humedal se desarrolla agricultura familiar campesina, cultivo de papas y habas, crianza de vacunos, lechería y apicultura. En las Quebradas y nacientes actividad forestal. En el área, además, se registran 7 especies en categoría de amenaza: El Cisne cuello negro (*Cygnus melanocorphus*), Bagre grande (*Nematogenys inermis*) y Abejorro chileno (*Bombus dahlbomii*) en Peligro de extinción, Rana chilena (*Calyptocephalella gayi*), Pocha de los lagos (*Cheirodon galusdae*) y Naranjillo (*Citronella mucronata*) en categoría Vulnerable, y el Sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*) Casi amenazada; y 3 especies migratorias: Picaflor Gigante. (*Patagonas gigas*), Becacina (*Gallinago paraguaiiae*) y Pitotoy grande (*Tringa melanoleuca*).

En este contexto, el área es considerada de gran importancia desde le punto de vista de la identidad local, conservación del recurso hídrico y biodiversidad, valor recreacional y paisajístico.

Sin embargo, las evaluaciones de los diversos componen tes bióticos en el humedal dan cuenta de un alto grado de degradación, las propiedades físicas y químicas del agua, por ejemplo, fueron en general desfavorables para la biota acuática, con altas concentraciones de nutrientes y clorofila, coliformes fecales, baja oxigenación, e incluso algunos sitios con concentraciones por debajo del mínimo apto para sostener la vida. Del mismo modo, se observa una alta proporción de especies exóticas de flora y escasos fragmentos de vegetación nativa remanente. Destacan especialmente la construcción de la Ruta 160 el año 95' y la intervencion en la riera del estero Villa Mor el año 2014, las que ocasionaron la transformación de la fisonomía del acuífero provocando acumulación de las aguas e inundaciones.



Arriba área mapa del área (en Azul área núcleo del humedal, en rojo área de restauración y en verde área de amortiguamiento).

Al medio pajonal de mayor relevancia en el sur del humedal Calabozo intervenido, al canal que atraviesa lechería Cantarrana y conecta el pajonal con humedal de salida. Abajo fondo de quebrada del afluente principal del humedal Calabozo

Fuente: Elaboración propia

Objetivos

- Conservar y recuperar los valores naturales, paisajísticos y culturales del humedal Calabozo
- Mejorar la integración paisajística del humedal con su entorno a través de infraestructura ecológica que fortalezca la conexión entre la red de humedales y las áreas amortiguación.
- Mejorar las condiciones de accesibilidad al humedal permitiendo que se convierta en un área recreativa continua y de educación.

Descripción del proyecto

El proyecto contempla las siguientes etapas:

- Establecimiento de metas e indicadores de evaluación

Inicialmente se deben establecer las metas e indicadores que permitirán evaluar el éxito de la restauración en el tiempo. Además, se deberán definir ecosistemas de referencia, para luego realizar una evaluación inicial tanto para el área piloto como para los sistemas de referencias, utilizando los indicadores seleccionados. Esta labor es fundamental para planificar las acciones de restauración en el tiempo y evaluar resultados.

- Plan de acción

Inicialmente se requiere identificar en detalle las acciones a realizar en el área piloto. Se necesitará identificar *in situ* y en detalle las áreas que se encuentran en mejor estado de conservación dentro de las áreas “núcleo”. Además, las áreas que requieren ser recuperadas, áreas de amortiguamiento y corredores que permitan conectar el área con la red de humedales. Será fundamental desarrollar una zonificación y posteriormente proponer las acciones específicas para cada sector (Por ejemplo: unión de canales y áreas de humedal fragmentadas, enriquecimiento con plantas de humedal en densidades de 2.000 plantas/ha, enriquecimiento en núcleos en densidades de 500 plantas/ha; control de especies exóticas, cercado en áreas prioritarias, instalación de señalética). Además, será necesario proponer estrategias para el control de amenazas y un plan de monitoreo, que permita asegurar el seguimiento de las acciones y evaluación de resultados de manera óptima. Finalmente se deberá generar una Carta gantt y análisis de Costos.

- Propuesta para la accesibilidad

Esta acción contempla identificar las condiciones de acceso en área humedal y proponer un diseño de caminos que se integre con el entorno y se conecten con la red de humedales, además de incorporar áreas de descanso que permitan el acceso universal y áreas educativas.

- Trabajo participativo

El piloto se debe hacer en el marco de un trabajo de gobernanza, donde las y los actores claves sean parte de desarrollo de las propuestas y posterior implementación.

| Actividad | Plan operativo | | | | | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10* |
| Establecimiento de metas e indicadores de evaluación | X | X | | | | | | | | |
| Trabajo participativo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Diseño de plan de acción | X | X | | | | | | | | |
| Propuesta de accesibilidad | X | X | | | | | | | | |
| Implementación | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Monitoreo y seguimiento | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

*En tiempo de implementación y monitoreo se puede extender de acuerdo al enfoque de manejo adaptativo.

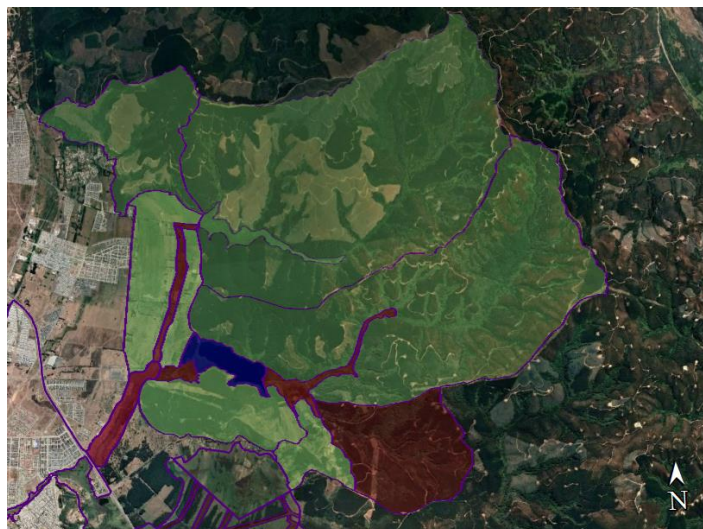
PILOTO 3: Restauración del humedal Escuadrón-Laguna Quiñenco

Situación actual:

La laguna Quiñenco es un lago costero de agua dulce, localizado en el piemonte de la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta. Es uno de los principales ecosistemas lacustres locales y actualmente es uno de los reservorios de agua para el consumo humano más importantes de la comuna, tiene una superficie estimada es de 0,29 km².

Por su parte, el humedal escuadrón es un área de inundaciones y anegamiento por lluvias y desbordes de ríos y canales, que proviene desde la cuenca escuadrón, en la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta. Ambas áreas confluyen y muestran una amplia variedad de condiciones: áreas cubiertas de agua de manera temporal y/o permanente, y áreas donde la capa freática se encuentra cercana a la superficie. Además, destacan las formaciones vegetales de pajonal, natantes y surmegidas, pradera bosque pantanoso y bosque templado. Por su parte, en las cuencas aportantes predominan las plantaciones forestales. En el área se registran 3 especies en categoría de amenaza: El Cisne cuello negro (*Cygnus melanocorpus*) en Peligro de extinción, la Pocha de los lagos (*Cheirodon galusdae*) y Naranjillo (*Citronella mucronata*) en categoría Vulnerable.

El área es considerada de gran importancia desde el punto de vista de la identidad local, conservación del recurso hídrico y biodiversidad, valor recreacional y paisajístico, siendo utilizado especialmente para el cultivo, ganadería y ocio. Además, asegurar su conservación es fundamental para la conservación de los humedales aguas abajo, humedal Paso Seco y Boca Maule.



Arriba área mapa del área (en Azul área núcleo, en rojo áreas de restauración y en verde áreas de amortiguamiento).
Luego estero Escuadrón, aportante del sistema (izquierda) y pajonal y praderas ubicadas agaus arriba de laguna Quiñenco (derecha). En el medio área de balneario (izquierda) y pitranto (derecha) en laguna Quiñenco. Finalmente, área de confluencia entre humedal escuadrón y laguna Quiñenco.

Fuente: Elaboración propia

Objetivos

- Conservar y recuperar los valores naturales, paisajísticos y culturales del humedal Escuadrón- Laguna Quiñenco
- Mejorar la integración paisajística del humedal con su entorno a través de infraestructura ecológica que fortalezca la conexión entre la red de humedales y las áreas amortiguación.
- Mejorar las condiciones de accesibilidad al humedal permitiendo que se convierta en un área recreativa continua y de educación.

Descripción del proyecto

El proyecto contempla las siguientes etapas:

- Establecimiento de metas e indicadores de evaluación

Inicialmente se requieren establecer las metas e indicadores que permitirán evaluar el éxito de la restauración en el tiempo. Además, se deberán definir ecosistemas de referencia, para luego realizar una evaluación inicial tanto para el área piloto como para los sistemas de referencias, utilizando los indicadores seleccionados. Esta labor es fundamental para planificar las acciones de restauración en el tiempo y evaluar resultados en cada área de restauración.

- Plan de acción

Inicialmente se requiere identificar en detalle las acciones a realizar en el área piloto. Se necesitará identificar *in situ* las áreas que se encuentran en mejor estado de conservación, las cuales corresponderían a áreas “núcleo”. Además, las áreas que requieren ser recuperadas, áreas de amortiguamiento y corredores que permitan conectar el área con la red de humedales. Será fundamental desarrollar una zonificación y posteriormente proponer las acciones específicas para cada sector (Por ejemplo: Enriquecimiento en núcleos en densidades de 500 plantas/ha, enriquecimiento con plantas de humedal en densidades de 2.000 plantas/ha, control de especies exóticas, cercado en áreas prioritarias, instalación de señalética). Además, será necesario proponer estrategias para el control de amenazas y un plan de monitoreo, que permita asegurar el seguimiento de las acciones y evaluación de resultados de manera óptima. Finalmente se deberá generar una Carta gantt y análisis de Costos.

- Propuesta para la accesibilidad

Esta acción contempla identificar las condiciones de acceso en área humedal y proponer un diseño de caminos que se integre con el entorno y se conecten con la red de humedales, además de incorporar áreas de descanso que permitan el acceso universal y áreas educativas.

- Trabajo participativo

El piloto se debe hacer en el marco de un trabajo de gobernanza, donde las y los actores claves sean parte de desarrollo de las propuestas y posterior implementación. Esto es de suma importancia en este piloto, ya que el área es visitada por una gran cantidad de personas, quienes deben ser consideradas si se desea una labor exitosa de restauración.

Plan operativo

| Actividad | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10* |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Establecimiento de metas e indicadores de evaluación | X | X | | | | | | | | |
| Trabajo participativo | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Diseño de plan de acción | X | X | | | | | | | | |
| Propuesta de accesibilidad | X | X | | | | | | | | |
| Implementación | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Monitoreo y seguimiento | | X | X | X | X | X | X | X | X | X |

*En tiempo de implementación y monitoreo se puede extender de acuerdo al enfoque de manejo adaptativo.

REFLEXIONES FINALES

A raíz del trabajo realizado a la fecha, destacan los siguientes aspectos:

En la comuna de Coronel existe una importante red de humedales, conformada por el humedal Calabozo, laguna Quiñenco, humedal Escuadrón y humedal Paso seco, además de sus afluentes, los cuales finalmente confluyen en el estero Villa Mora y dan origen a Boca Maule. Dicha red es fundamental para la provisión de agua de consumo humano en la comuna, cumple un rol en la conservación del acuífero y como receptor y controlador hidrológico de caudales provenientes de las cuencas de la vertiente occidental de la cordillera de Nahuelbuta. De este modo, esta red es de suma importancia para la conservación de la biodiversidad, conectividad ecológica, valor paisajístico y belleza escénica, además, es de relevancia desde el punto de vista sociocultural e histórico.

Sin embargo, la evaluación de los diversos componentes bióticos en la red de humedales, da cuenta de la existencia de áreas con un alto grado de degradación. Destaca la condición de hipereutrofia en la laguna Quiñenco, tanto para nitrógeno total como para clorofila. A su vez, la existencia de una serie de mosaicos conformados por cursos de agua y humedales someros, fuertemente fragmentados, con riesgo de desecación y con concentraciones de oxígeno por debajo del mínimo apto para sostener la vida. Destaca también la alta proporción de especies exóticas de flora presentes en todos los humedales y áreas de amortiguamiento. Además, las cuencas aportantes están mayormente cubiertas por plantaciones forestales, y la vegetación silvestre está restringida a pocos metros de los cursos de agua o en muchos casos sin una zona de protección. Esto, sobre todo en las cuencas aportantes del humedal Calabozo. Además, amenazas tales como rellenos, modificación de cauces, presión urbana, contaminación, caza, actividad agropecuaria, ganadera y forestales afectan al sistema.

En este sentido, cobra especial relevancia restaurar áreas de protección de esteros, nacientes y humedales tanto en la matriz agrícola, periurbana, urbana y plantaciones forestales. Destaca también la necesidad de recuperar fragmentos remanentes de bosque nativo para asegurar su conectividad, sobre todo en aquellas cuencas de la cordillera de Nahuelbuta y en áreas de amortiguación. Por otro lado, es fundamental unir áreas de humedal que han sido fragmentados por rellenos, e implementar una propuesta de infraestructura ecológica para el sistema humedal, a través del diseño de un parque comunal que considere áreas de conservación, amortiguamiento, áreas de uso sustentable y áreas de restauración para la red de humedales. En este contexto, los 3 pilotos de restauración propuestos abordan estas líneas de acción.

Finalmente, es preciso destacar que las metodologías abordadas en la presente licitación, permitieron cumplir con los objetivos propuestos a cabalidad, logrando ampliar el conocimiento ecosistémico del sistema humedal Calabozo y Quiñenco, desde el punto de vista de la caracterización del sistema hídrico, considerando los componentes flora y vegetación, fauna, hábitat acuático, análisis remoto y medio humano. Además, fue posible consolidar instancias de participación que dieron inicio a un proceso de gobernanza que busca “Apoyar la recuperación y conservación del sistema humedal Calabozo y Quiñenco por medio de una experiencia interinstitucional, participativa, intercultural y educativa, que permita resguardar el recurso hídrico, conservar la biodiversidad, y mejorar la calidad de vida de las personas en comuna de Coronel”. Finalmente, se generaron propuestas de corto y mediano plazo, que sientan los lineamientos para llevar adelante este desafío.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar M y W Ramírez (eds.). 2015. Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Alfaro M y F Salazar. 2005. Ganadería y Contaminación Difusa, Implicancias para el Sur de Chile. *Agricultura Técnica* 65(3): 330-340.
- Aliste E y A Musset. 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.
- Allan JD y MA Castillo. 2007. *Stream ecology: Structure and function of running waters*. Second edition. Springer, 436 pp.
- Almeida A, P Smethurst, A Siggins, R Cavalcante y J Borges. 2016. Quantifying the effects of Eucalyptus plantations and management on water resources at plot and catchment scales. *Hydrological processes* 30: 4687-4703
- Álvarez R, F Azócar, G Marihuan, A Montero y M Rosenbluth. 2019. Turismo indígena como respuesta a la siniestralidad: Comunidad Mapuche-Lafkenche del lago Budi, Chile. *REDER* 3: 24-40.
- Al-zuhairi M, Pradhan, B y L Saro. 2018. Self-Learning Random Forests Model for Mapping Groundwater Yield in Data-Scarce Areas. *Natural Resources Research*. 28. 10.1007/s11053-018-9416-1.
- Andrade L. 2002. Construcción social e individual de significados: Aportes para su comprensión. *Estudios Sociológicos* 20(58): 199-230.
- Apha, Awwa y Wef .2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
- Arauco, 2020. Documento del sistema de gestión integrado identificación, resguardo y monitoreo de zonas de protección permanente de cursos de agua. 6 pp.
- Aravena J, Arellano E, Armesto J, Becerra P, Bustamante M, Celis-diez J, Little C, Dollenz O, Fernández I, Gallardo B, Lara A, Márquez M, Mcphee J, Núñez M, Quiroz I y Villa R. 2012. Plan de restauración ecológica Parque Nacional Torres del Paine afectado por incendio 2011-2012. 59p.
- Araya, B. G. Millie. 1992. *Guía de campo de las aves de Chile*. Ed. Universitaria. 403pp.
- Arratia G. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional de Historia Natural de Chile. *Publicación Ocasional*. 34: 3-108.
- Astorquiza O y O Galleguillos. 1952. Cien años del carbón de Lota: 1852-1952. Antecedentes históricos, monografía y estudios sobre el desarrollo industrial, económico y social de las minas carboníferas de Lota en su primer siglo de vida. Editorial Zig-Zag. Disponible en: <http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-8397.html>
- Bannister J. 2015. Recuperar bosques no es solo plantar árboles: lecciones aprendidas luego de 7 años restaurando bosques de *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin en Chiloé. *Anales* 576 del Instituto de la Patagonia 43(1): 35-51.
- BCN. 2020. Reportes comunales, comuna de Casablanca. Obtenido de https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2020&idcom=8102
- BCN. 2020. Reportes comunales, comuna de Casablanca. Obtenido de https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2020&idcom=8102

- Benedict M y McMahon E. 2006. Green Infrastructure, linking landscapes and communities Island press, Washington, 299 pp.
- Bermedo L. 2016. Determinación de metales traza en sedimentos del sistema costero Laguna Quiñenco, Coronel, Chile. Seminario de título presentado para optar al título de Biólogo marino, mención en Oceanografía y Medioambiente. Universidad de Concepción.
- Bertrand H. 1995. Les insectes aquatiques d Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543 pp.
- Bonacic C, Ibarra J.T, Ohrens O y R Petitpas. 2010. Investigación aplicada a la conservación ambiental en los cerros Chena y Lonquén de la Región Metropolitana. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Bravo-Grau S y JP Cruz. 2015. Estudios de Exactitud Diagnóstica: Herramientas para su Interpretación. Revista Chilena de Radiología, 21(4): 158-164.
- 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 y 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.
- 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 y 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.
- Campos, H. 1996 Mamíferos terrestres de Chile. Guía de reconocimiento. M. Cuneo. Ediciones. 222 pp.
- Canales M. 2006. La nueva ruralidad en Chile: apuntes sobre subjetividad y territorios vividos. En PNUD "Chile rural: un desafío para el desarrollo humano.
- Cej, J. 1962. Los batracios de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. 240pp.
- Celis L, P Olivares, M Bustamante, M Penas, M Droguett, P Letelier, M Márquez, P Merino, C Rivas Y J Godoy. 2018. Programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017: aplicación en región de Valparaíso. 79 pp.
- Cerda J y L Villarroel. 2008. Evaluación de la Concordancia inter-observador en Investigación Pediátrica: Coeficiente de Kappa. Revista Chilena de Pediatría, 79 (1): 54-5.
- Cisternas M, Martinez P, Oyarzún C y Debels P. 1999. Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la Cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 72: 661-676.
- Claramunt, V., Guerrero, R., Faúndez, L., Neira, N., Abarca, J., Abrigo, E., Vivallo, A. 2021. 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. Informe Final. [Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/349700282_Levantamiento_sistematizacion_y_elaboracion_de_informacion_para_diseno_de_propuesta_de_figura_de_proteccion_del_sector_denominado_Humedal_Calabozo_comuna_de_Coronel_region_de_Biobio]

- Compañía Carbonífera e Industrial de Lota. 1952. Cien años del Carbón de Lota. Santiago Chile 277 pp.
- Conservation Measures Patnership (CMP). 2013. Open standars for the practice of conservation. The Conservation Measures Partnership (Ed.). Washington, D.C.
- Conservation Measures Patnership (CMP). 2007. Estándares abiertos para la práctica de la conservación. The Conservation Measures Partnership.
- Conservation Measures Patnership (CMP). 2013. Open standars for the practice of conservation. The Conservation Measures Partnership (Ed.). Washington, D.C.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2015. Protocolo de Plantaciones Forestales del Consejo de Política Forestal 2015–2035. 76 pp. URL: http://www.conaf.cl/wpcontent/files_mf/1462549405politicaforestal201520351.pdf
- Correa F, Urrutia J y R Figueroa. 2011. Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 84: 325-340.
- Crooks K, Burdett C, Theobald D, Rondinini C y L Boitani. 2011. Global patterns offragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 366, 2642–2651.
- Daniels J y W Gilliam. 1996. Sediment and chemical load reduction by grass and riparian filters *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60: 246-251.
- 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. 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).
- Decreto Supremo N°15 de 2015. Declara Zona Saturada por material particulado fino respirable MP2,5 como concentración diaria, a las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano. Ministerio del Medio Ambiente. Reglamento de la Ley de Ley N°19.300. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 14 de julio de 2015).
- Decreto Supremo N°41 de 2006. Declara zona latente por material particulado respirable mp10, la zona geográfica comprendida por las comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano. Ministerio del Medio Ambiente. Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 25 de julio de 2006).
- Decreto Supremo N° 05 de diciembre de 1998. Aprueba Reglamento de la Ley de Caza. Ministerio de Agricultura, Publicado en Diario Oficial de la República de Chile (Publicado el 7 de diciembre de 1988).
- DGA. 2018. Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos en los sectores de acuíferos Coronel norte y Coronel Sur. Informe Técnico DARH N°282. 12 pp.
- Díaz I, Peña-Foxon M, K Sieving y J Armesto. 2010. Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. *Forest Ecology and Management* 259(8):1490
- Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Actualización Estudio Hidrogeológico Parque Escuadrón. Disponible en:

https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/32821/DGA_2016_actualizacion_estudio_hidrogeologico_Parque_Escuadron.pdf?sequence=1

- Dirección General de Aguas (DGA). 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. [en línea]. <<https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/BioBio.pdf>>.
- Domínguez E y H Fernández. 2009. Macroinvertebrados sudamericanos: Sistemática y biología. Tucumán, Fundación Miguel Lillo. 654p.
- Donoso-Barros R. 1966. Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. 458 pp.
- Dyer BS. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos* 19: 77-98.
- Efron B. 1979. Bootstrap methods: Another look at the Jackknife. *Annals of Statistics*, 7: 1–26.
- Elozegi A y 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 y 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.
- Esteve MA, Carreño MF, Robledano F, Martínez-Fernández J y 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 G, M Contreras y D Tapia. 1981. Cartografía de la vegetación y sus aplicaciones en Chile. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Agronomía.
- Etienne G, M Prado y C Campos. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y manual de uso práctico. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales.
- Hua F. et al. 2022. The biodiversity and ecosystem service contributions and trade-offs of forest restoration approaches. *Science* Vol 376, Issue 6595 pp. 839-844
- Farley K, E Jobbágy y R Jackson. 2005. Effect of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology* 11: 1565-1576
- Fassnacht F, Neumann C, Förster M, Buddenbaum H, Ghosh A, Clasen A, Joshi P.K. y B Koch. 2014. Comparison of feature reduction algorithms for classifying tree species with hyperspectral data on three central European test sites. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7: 2547–2561.
- Fernández HR y E Domínguez. 2001. Guía para la determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán 282 p.
- Figueroa R, Palma A, VH Ruiz y X Neill. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la valuación de la calidad de aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural* 80(2): 225-242.
- Formas, JR. 1995. Anfibios. Pp. 314-325 en Simonetti, JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (Eds.) *Diversidad biológica de Chile*. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Santiago. xii + 364 pp.

- Foundation Of Success, FOS. 2009. Conceptualización y planificación de proyectos y programas de conservación. Bethesda, Maryland, Estados Unidos: Foundation of Success.
- Galilea Ingeniería y Construcción. 2019. Declaración de Impacto Ambiental “Proyecto Inmobiliario Lomas de Coronel” Estudio de Fauna Silvestre.
- Garin CF y Hussein. 2013. Guía de Reconocimiento de anfibios y Reptiles de la Región de Valparaíso. Espinoza a. & D. Benavides (eds.). Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 63pp.
- Gayoso J y S Gayoso. 2003. Diseño de zonas ribereñas: Requerimientos de un ancho mínimo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 12 p.
- Gitelson AA, Kaufman YJ, Merzlyak MN. 1996. Use of channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sensing Environment*, 58(3): 289-298.
- Glade A. 1993. Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. 2ª Edición. Corporación Nacional Forestal. 65pp.
- Goodall J.D, A.W Johnson y R.A. Phillipi. 1951. Las aves de Chile, su conocimiento y sus costumbres. Tomo I y II. Platt Establ. Graf- Bs. Aires.
- Granados D, M Hernández y G López. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 55-69
- Granizo T, Molina ME, 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.
- Guevara G, G Reinoso, JE García, L M Franco, L J García, D C Yara, N Briñez, M Ocampo, MI Quintana, DY Pava, NY Flórez, MF Ávila, EE Hernández, LA Lozano, M Guapucal, DA Borrero y EJ Olaya. 2008. Aportes para el análisis de ecosistemas fluviales: una visión desde ambientes ribereños. *Revista Tumbaga* 3: 109-127.
- Hellowell jm. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. In: Melanby, K., Ed., *Pollution Monitoring Series*, 546 p.
- Hurlbert SH. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54.2: 187-211.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2012. Plan Verde Coronel. Plan maestro de áreas verdes y espacios públicos de Coronel. 112 pp.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2012. Plan de Desarrollo Comunal 2012-2016. 264 p.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2012. Plan Maestro Recuperación Humedal Boca Maule Coronel – Chile.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2013. Expediente Técnico Solicitud de Declaración Santuario de la Naturaleza Humedal Boca Maule.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2021. Solicitud Declaratoria de Humedal Urbano Humedal Escuadrón – Laguna Quiñenco.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2021b. Solicitud Declaratoria Humedal urbano Paso Seco. 24 pp.
- Ilustre Municipalidad de Coronel. 2021a. Estudio fundado de riesgos modificación N° 3 al Plan Regulador Comunal de Coronel. 58 pp.
- INE. 2017. Web diseminación CENSO 2017. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R08>

- IPCC. 2021. Climate change 2021. The physical Science basis. Summary for policymakers. Siuza. 40 pp.
- Iriarte A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx ediciones. Barcelona, España. 420 pp
- Iriarte A y F Jaksic. 2012. Los Carnívoros de Chile. Ediciones Flora y Fauna Chile y CASEB, Pontificia Universidad Católica de Chile.260 pp.
- Jackson R, E Jobbagy, R Avissar, S Roy, D Barrett, C Cook, K Farley, D Le Maitre, B Nccarl, B Murray. 2005. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. Science 210: 1944-1947.
- Jacobi P. 2008. Governança da Água e Aprendizagem Social no Brasil. Sociedad Hoy [en línea] (15), 25-44 [fecha de Consulta 10 de febrero de 2021]. ISSN: 0717-3512. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90217091003>
- Jaramillo A. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions. Barcelona. España. 240 pp.
- Lagler KF. 1956. Freshwater Fishery Biology. W.M.C. Brown Company Dubeque. Iowa. 421 pp.
- Lange-bertalot H. 2001. Diatoms of Europe. Navicula sensu stricto 10 Genera SeparatedfromNavicula sensu lato. Frustulia.Lange-Bertalot (ed.).526 pp.
- Lara A, C Little, R Urrutia, J McPhee, C Álvarez-Garretón, C Oyarzún, D Soto, P Donoso, L Nahuelhual, M Pino y I Arismendi. 2009. Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. Forest Ecology and Management 258: 415- 424.
- Lazo I y E Silva. 1993. Diagnóstico de la ornitología en Chile y recopilación de la literatura científica publicada desde 1970 a 1992. Revista chilena de Historia Natural. 66: 103-118.
- Lindenmayer D.B. y J Fischer. 2006. Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. Washington: Island Press.
- Lopatín, J.; K. Dolos; H.J. Hernández; M. Galleguillos and F.E. Fassnacht. 2016. Comparison generalized linear model and random forest to model vascular plant species richness using LiDAR data in a natural forest in central Chile. Remote Sensing of Environment, 173: 200–210.
- López-Barrera, F. 2004. Estructura y función en bordes de bosques. Revista Ecosistemas, 13, 55–68
- Lopretto E y G Tell. 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 1401 pp.
- Luebert, F. y Pliscoff, P. (2017). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago, Chile. 2da Ed.
- Lugo-Ortiz CR y WP Mccafferty. 1998. Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. Annales de Limnologie, 34, 57–73.
- Maginnis S, J Rietbergen-mccracken y W jackson. 2007. (Introduction, pp: 1-4). En: Rietbergen-McCracken J, S Maginnis y A Sarre (eds.). The forest landscape restoration handbook. Earthscan, London. 175p.
- Mann, G. 1978. Los pequeños mamíferos de Chile. Gayana (Zoología) 40:1-341.
- Martínez, J. 2014. Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/costeros en la Región del Biobío. Tiempo y Espacio, 33:104-130.
- Martínez-Salgado, C. 2012. El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. Ciência & Saúde Coletiva, Vol.17, No 3.

- McDonald T, Gann GD, Jonson J y KW Dixon. 2016. International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.
- McFarland, T. M. and van Riper, Charles III. 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.
- McFeeters, 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.
- Meli P y V Carrasco-Carballido. 2011. Restauración ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp 66.
- Mendez M, Soto E, Torres-Pérez y A Veloso. 2005. Anfibios de los bosques de la cordillera de la costa. En: *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*. Ed. Smith-Ramírez, J Armesto y C Valdovinos. Editorial Universitaria. pp 441-451.
- Merritt RW y K-W Cummins. 1996. An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.
- Miller S y J Rottmann. 1976. Guía para el reconocimiento de mamíferos de Chile. Editorial Gabriela Mistral, Santiago, Chile. 200 pp.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018a. Coronel. Programa de Recuperación Ambiental y Social (PRAS). Disponible en: https://consultaciudadanas.mma.gob.cl/storage/consulta/instrumentos/PRAS_Definitivo_Coronel_27022018.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018b. Informe preliminar: Sistema de humedales y lagunas de la comuna de Coronel.
- Ministerio de Obras Públicas. 2001. Plan Maestros de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Lota y Coronel.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). 2018. Plan nacional de protección de humedales 2018- 2022.
- Monistrol O. 2007. El trabajo de campo en investigación cualitativa (II). *Nure Investigación*, 29: 1-4.
- Muñoz E, G Mendoza y C Valdovinos. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en cinco sistemas lénticos de Chile central: macroinvertebrados bentónicos. *Gayana (Concepción)*. 65(2): 173-180.
- Muñoz-Pedreros A. 2008. Huellas y signos de mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia, Chile
- Muñoz-Pedreros A y J Yáñez. (eds). 2004. Aves rapaces de Chile. Segunda edición CEA Ediciones. 561 pp.
- Muñoz-Pedreros A y J Yáñez. (eds). 2009. Mamíferos de Chile. Segunda edición CEA Ediciones. 573 pp.
- Naiman R y H Décamps. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28(1): 621-658.

- NE. 2021. Estimaciones y proyecciones 2002-2035 Comuna y área urbana y rural. Obtenido desde el Portal de Proyecciones de Población INE. Obtenido de <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] (2019). Antecedentes de la relación masa forestal y disponibilidad hídrica en Chile. Documento técnico n°41. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370891.locale=en>
- Ortiz J y H Ibarra-Vidal. 2005. Anfibios y reptiles de la cordillera de Nahuelbuta. En: Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Ed. Smith Ramírez, J. Armesto & C. Valdovinos. Editorial Universitaria. Pp 427-440.
- Osgood H. 1943. The mammals of Chile. Field Museum of Natural History, Zoological series 30:1-268.
- Ossa G. 2010. Métodos bioacústicos: una aproximación a la ecología de comunidades de murciélagos en las eco-regiones mediterránea y el bosque templado de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 148pp.
- Otavo S y C Echeverría. 2017. Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad. Revista Mexicana de Biodiversidad (8): 924-935.
- Parra O, C Valdovinos, R Urrutia, M Cisternas, E Habit y M Mardones. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile central. Limnetica 22: 51–83.
- Parra O, González M, Dellarossa V, Rivera P y 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 y 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 y 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 pp.
- Parra O, González M, Dellarossa V, Rivera P y M Orellana. 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.
- Parra O, Valdovinos C, Urrutia R, Cisternas M, Habit E, Mardones M. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. Limnética 22(1-2):51-83.
- Pereira I y O Parra. 1984. Algas filamentosas dulceacuícolas de Chile. I. Algas bentónicas de Concepción. Gayana bot. 41(3-4): 141-200.
- Pérez J, V Claramunt, S Lobos, Rojas V Y Lobos G. 2018. Plan de restauración socioecológica Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata. Facultad de Ciencias Agronómicas. 79 pp.
- Pérez, J., Muñoz-Saez, A., Silva, K. Y Urbina, R. 2011. Planes de manejo predios Cerro Lonquén. Conservación de la biodiversidad de los sitios prioritarios Lonquén y Chena a través de la educación y las buenas Prácticas agrícolas. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Peters J.A. y R Donoso-Barros. 1986. Catalogue of the Neotropical Squamata. Part II. Lizards and Amphisbaenians. United States National Museum Bulletin 297:1-293.

- Pincheira-Donoso D y H Nuñez. 2005. Las especies chilenas del género *Liolaemus* (Wiegmann. 1834 (Iguania: Tropicuridae: Liolaeminae). Taxonomía, sistemática y evolución. Publicación Ocasional, Museo Nacional de Historia Natural (Chile) 59: 1-486.
- Plath, Oreste. 1991. El Folclor del Carbón. Santiago Chile. 199 pp.
- PNUD-Mideplan. 2000. Desarrollo humano en las comunas de Chile. Santiago de Chile: PNUD.
- PNUD-Mideplan. 2004. Desarrollo Humano en Chile. El poder: ¿para qué y para quién? Santiago de Chile: PNUD.
- PNUD-Mideplan. 2006. Las trayectorias del Desarrollo Humano en las Comunas de Chile (1994-2003). Santiago de Chile: PNUD.
- Prescott GW. 1970. Algae of the Western Great Lakes area. WMC Brown Co. Buduque. Iowa
- Rabanal F y J Nuñez. 2009. Anfibios de los bosques templados de Chile. Universidad Austral de Chile. 205 pp.
- Rey Benayas JM y JM Bullock. 2015. Vegetation restoration and other actions to enhance wildlife in European agricultural landscapes. En: Pereira, H.M., Navarro, L.M. (eds.) Rewilding European Landscapes, 127-142, Springer International Publishing, Switzerland.
- 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.
- Robertson M, P Nichols, P Horwitz, K Bradby y D Mac-Kintosh. 2000. Environmental narratives and the need for multiples perspectives to degraded landscapes in Australia. *Ecosystem Health*, 6(2): 119-133.
- Rodríguez A. 2014. Murciélagos en paisajes fragmentados: el efecto modulador de la matriz sobre la respuesta a la pérdida y fragmentación del hábitat. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias con Mención en Ecología y Biología Evolutiva. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- 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 y DG Mann. 1996. The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735 p.
- Ruiz VH y M Marchant. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Primera edición. Universidad de Concepción, Concepción. 356 pp.
- Rumrich U, H Lange-bertalot y M Rumrich. 2000. *Iconographia Diatomologica* 9. Diatomeen der Anden (von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego). Lange Bertalot (ed.), 671 pp.
- Scarsbrook M, J Quinn, J Halliday y R Morse. 2001. Factors controlling litter input dynamics in streams draining pasture, pine, and native forest catchments. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 35: 751-762.
- Secretaría de la Convención 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. 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->

- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2012. Guía para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre del Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y Fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA.
- 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.
- Sirombra M y L Mesa. 2010. Composición florística y distribución de los bosques ribereños subtropicales andinos del Río Lules, Tucumán, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 58(1): 499- 510.
- Smith C, Castillo J y V Claramunt. 2019b. Differences in stakeholder perceptions about native forest: implications for developing a restoration program. *Ecological Restoration. Restoration Ecology* Vol. 29: 1-10.
- Smith V, GD Tilman y JC Nekola. 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environ Pollut* 100, 179-196.
- Smith P Y H Romero. 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-Ramírez, C. 2004. The Chilean coastal range: a vanishing center of biodiversity and endemism in South American temperate rainforests. *Biodiversity & Conservation*, 13, 373–393.
- Stanghellini P y D Collentine. 2008. Stakeholder discourse and water management? implementation of the participatory model CATCH in a Northern Italian alpine sub-catchment. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 12: 317-331.
- 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.
- 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.
- Taylor S y R Bogdan. 1987. Introducción a los métodos cualitativos de investigación (1). Paidós. Barcelona, España.
- Toledo M, Fuentes C, Quiróz F. 2021. Manual para facilitadores de diálogos ciudadanos. Programa de Estudios Psicosociales en Contextos Educativo, Facultad de Psicología de la Universidad Diego Portales. 72 pp.
- Turner I. M. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *Journal of Applied Ecology*, 33, 200–209.
- UA, ICHM, IEH. 2020. Índice de desarrollo comunal. Chile 2020. Santiago de Chile, Universidad Autónoma de Chile.
- Uetz P, Freed P, Aguilar R. y Hošek J. (eds.) (2015) *The Reptile Database*, <http://www.reptile-database.org>
- Universidad de Concepción. 2016. Metodología para el Diseño de una Infraestructura Ecológica de Largo Plazo.
- Van der Valk, AG. 2006. *The Biology of Freshwater Wetlands*. Oxford University Press, Oxford, UK. 173pp.

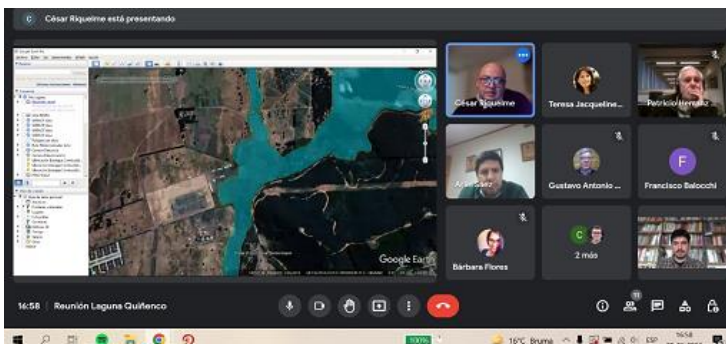
- Van Dijk A, P Hairsine, J Arancibia, y T Dowling. 2007. Reforestation, water availability and stream salinity: A multi-scale analysis in the Murray-Darling Basin, Australia. *Forest Ecology and Management*, 251: 94-109
- Vargas O. 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Veloso A. y J Navarro. 1988. Lista sistemática y distribución geográfica de anfibios y reptiles de Chile. *Museo Regionale di Scienze Naturali Bollettino* 6(2): 481-539.
- Vidal M y A Labra. 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag. Santiago, Chile. 593 pp.
- Vidal MA, Iturra - Cid M y Ortiz JC. 2008. Clasificación de anfibios y reptiles. En *Herpetología de Chile* (Eds. Vidal, M. & M. Labra), pp. 195 - 231. Science Verlag. Santiago.
- Vilina Y H Cofre. 1995. Aves Terrestres. Pp. 247-255. En Simonetti, JA, MTK Arroyo, AE Spotorno & E Lozada (Eds.) *Diversidad biológica de Chile*.
- Vogelmann E, J Prevedello y J Reichert. 2015. Origin of hydrophobic compounds and their effects in pinus and eucalyptus forests. *Ciência Florestal*, 25(4), 1067-1079
- Wetzel RG & GE Likens. 1991. *Limnological Analyses*. Springer Verlag, New York, 391 p.
- Wiegand, T., Revilla, E. y Moloney, K. A. 2005. Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics. *Conservation Biology*, 19, 108–121.
- 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>]
- Wolodarsky-Franke, A. y Díaz, S. 2011. *Cordillera de Nahuelbuta. Reserva mundial de biodiversidad*. Valdivia: WWF.
- WWF. 2020. *Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen*. Almond, R.E.A., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza.
- Yañez J. 2018. Descripciones de las especies vivientes: mamíferos exóticos de Chile. Pp 251-265. En: Muñoz-Pedrerros A. y J. Yáñez Valenzuela (Eds) *Mamíferos de Chile* CEA Ediciones, Valdivia, Chile.
- Yoccoz N, Nichols J y T Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 446-453.
- Zamorano-Elgueta. 2018. Silvopastoreo. En Donoso, P., Promis, A., Soto, D. (2018). *Silvicultura en bosques nativos. Experiencias en silvicultura y restauración en Chile. Argentina y el oeste de Estados Unidos*

ANEXOS

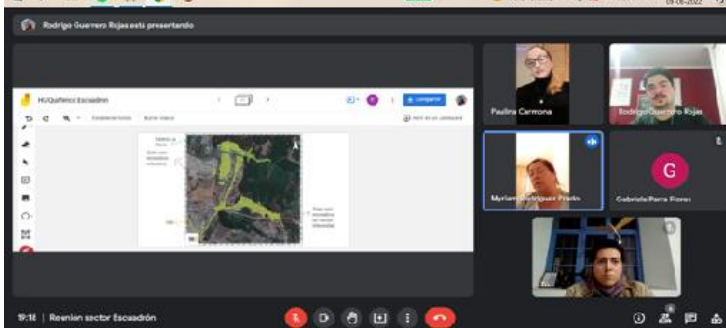
Anexo 1. Registro de talleres participativos y reuniones

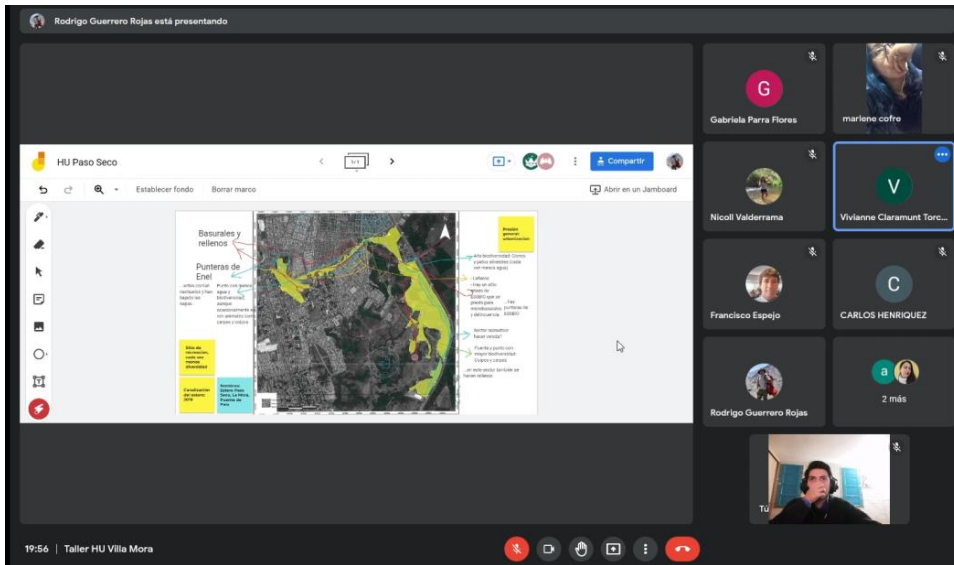


Reunión de inicio de proceso de gobernanza con actores propietarios de la cuenca del lago Quiñenco

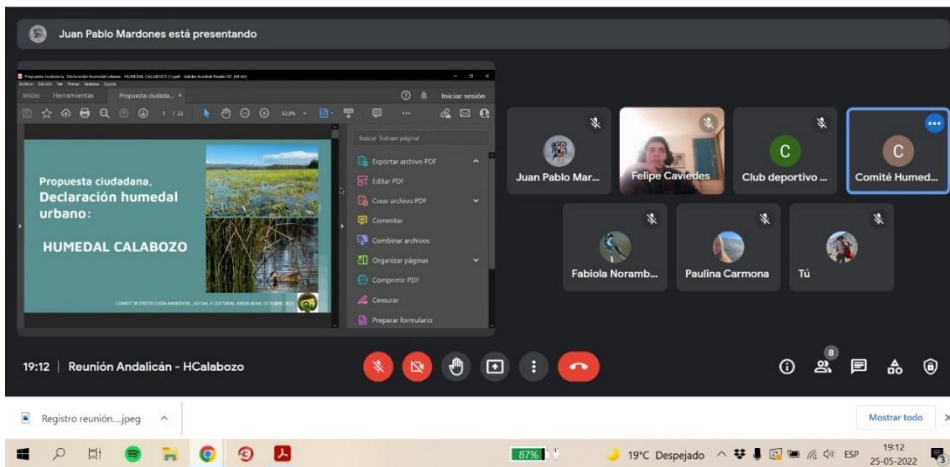


Registro de talleres participativos y reuniones en Humedal Urbano Escuadrón y Laguna Quiñenco





Registro de talleres participativos en Humedal Urbano Paso Seco



Registro de reunión Comité Ambiental Andalicán

Anexo 2. Listado florístico del sistema humedal Calabozo y Quiñenco

(Nomenclatura, O: Origen; H: Hábito; EC: Estado de conservación; Hp: Herbácea perenne; Ha: Herbácea anual; Ac: Acuática; A: Arbórea; Ar: Arbustiva; sAr: Subarborescente; Tp: Trepadora perenne; T: Trepadora. NC: No Clasificada; V: Vulnerable, LC: Preocupación menor)

| Especie | Nombre vernáculo | Familia | Origen | | Licitación | Licitación |
|--|--------------------|------------------|--------|---------|--------------------------------|--------------------------|
| | | | H | EC | ID: 6088 97- 58 – LE-2 1 | ID: 613419- 4-LE20 |
| <i>Acacia dealbata</i> Link | Aromo | Fabaceae | I | A | X | |
| <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br. | Aromo australiano | Fabaceae | I | A | X | X |
| <i>Acaena argentea</i> Ruiz & Pav. | Trun | Rosaceae | N | Hp | X | |
| <i>Acaena ovalifolia</i> Ruiz & Pav. | Cadillo | Rosaceae | N | Hp | X | |
| <i>Acrisione denticulata</i> (Hook. & Arn.) B. Nord. | Palpalen | Asteraceae | N | Ar | X | |
| <i>Adiantum chilense</i> Kaulf. | Palito negro | Pteridaceae | N | Hp | LC X | |
| <i>Aextoxicon punctatum</i> Ruiz & Pav. | Olivillo, teque | Aextoxicaceae | N | A | LC X | |
| <i>Agrostis capillaris</i> L. | Chépica | Poaceae | I | Hp | X | X |
| <i>Agrostis</i> sp. | | Poaceae | | | X | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. | Chépica | Poaceae | I | Hp | X | X |
| <i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>Palustris</i> | | Poaceae | I | Hp | | X |
| <i>Agrostis kuntzel</i> | | Poaceae | I | Hp | | X |
| <i>Aira caryophyllea</i> L. | | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Albizia lophantha</i> (Willd.) Benth. | | Fabaceae | I | A | X | |
| <i>Alisma lanceolatum</i> With. | | Alismataceae | I | Ac | X | X |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> L. | | Poaceae | I | Hp | X | |
| <i>Arctotheca calendula</i> (L.) Levyns | | Asteraceae | I | H | X | |
| <i>Aristotelia chilensis</i> (Molina) Stuntz | Maqui | Elaeocarpaceae | N | A | X | X |
| <i>Avena barbata</i> Pott ex Link | | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Azara integrifolia</i> Ruiz & Pav. | Corcolén | Rutaceae | E | Ar | X | |
| <i>Azara serrata</i> Ruiz & Pav. | Corcolén | Rutaceae | E | Ar | X | X |
| <i>Azolla filiculoides</i> Lam. | Flor del pato | Salviniaceae | N | Ac | X | X |
| <i>Baccharis racemosa</i> (Ruiz & Pav.) DC. | Chilca | Asteraceae | N | Ar | X | X |
| <i>Bacopa monnieri</i> | | Plantaginaceae | I | Hp | | X |
| <i>Bartsia trixago</i> L. | Bellardia | Orobanchaceae | I | Ha | X | |
| <i>Bellardia viscosa</i> (L.) Fisch. & C. A. Mey | Algaravía pegajosa | Orobanchaceae | I | Ha | X | |
| <i>Blechnum chilense</i> (Kaulf.) Mett. | Costilla de vaca | Blechnaceae | N | sAr | X | |
| <i>Blechnum hastatum</i> Kaulf. | Quilquil | Blechnaceae | N | Hp | LC X | X |
| <i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> (Hook. & Arn.) Nied. | Temu | Myrtaceae | E | A | X | |
| <i>Bomarea salsilla</i> (L.) Herb. | Salsilla | Alstroemeriaceae | N | Hp | X | X |
| <i>Boquila trifoliolata</i> (DC.) Decne. | Pilpilvoqui | Lardizabalaceae | N | Ar T | X | X |

| | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------|---|-----|-----|---|
| <i>Brassica rapa</i> | Yuyo | Brassicaceae | I | Ha | | X |
| <i>Briza maxima</i> L. | Tatiana | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Briza minor</i> L. | Tembladerilla | Poaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L. | Cebadilla | Poaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Bromus lithobius</i> Trin. | | Poaceae | N | Hp | X | |
| <i>Bromus rigidus</i> Roth. | Ripgut grass | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Calceolaria integrifolia</i> L. | | Calceolariaceae | N | Ar | X | |
| <i>Calceolaria</i> sp. | | Calceolariaceae | | | | X |
| <i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav.) D. Don | Tiaca | Cunoniaceae | N | A | X | |
| <i>Callitriche lechleri</i> (Hegelm.) Fassett | | Plantaginaceae | N | Ha | X | X |
| | | | | Ar | | |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br. | Carricillo | Convolvulaceae | I | T | X | X |
| <i>Cardamine hirsuta</i> | Berro amargo | Brassicaceae | I | Ha | | X |
| <i>Carduus pycnocephalus</i> L. | Cardilla | Asteraceae | I | Ha | X | |
| <i>Carex acutata</i> Boott | | Cyperaceae | E | Hp | X | |
| <i>Carex chilensis</i> Brongn. ex Duperrey | | Cyperaceae | N | Hp | X | X |
| <i>Carex fuscula</i> d'Urv. | | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Carex macloviana</i> var. <i>Pseudoleporina</i> | | Cyperaceae | N | Hp | | X |
| <i>Carex macrorrhiza</i> Boeck. | | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Carex</i> sp. | | Cyperaceae | | | | X |
| <i>Centella asiatica</i> (L.) Urb. | | Apiaceae | N | Hp | X | |
| <i>Cerastium fontanum</i> Baumg. | Oreja de ratón | Caryophyllaceae | I | Hp | X | X |
| <i>Cerastium fontanum</i> ssp. <i>Vulgare</i> | | Caryophyllaceae | I | Hp | | X |
| <i>Cestrum parqui</i> L'Hér | Palqui | Solanaceae | N | Ar | X | |
| <i>Chascolytrum romboideum</i> (Link.) L. Souza Chies | Essi, Longhi-Wagner | Poaceae | E | Hp | X | |
| <i>Chenopodium murale</i> (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch | Lampato | Chenopodiaceae | I | Ha | X | |
| <i>Chiropetalum tricuspdatum</i> (Lam.) A. Juss. | | Euphorbiaceae | N | sAr | X | |
| <i>Chusquea</i> sp. | Quila | Poaceae | N | Hp | | X |
| <i>Chusquea uliginosa</i> Phil. | Quila de los ñadis | Poaceae | E | Hp | X | |
| <i>Cirsium lanceolatum</i> | Cardo | Asteraceae | E | Ha | | X |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten. | | Asteraceae | I | Ha | X | X |
| | | | | Ar | | |
| <i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav. | Pilpilvoqui | Vitaceae | N | T | X | X |
| <i>Citronella mucronata</i> (Ruiz & Pav.) D. Don | Huillipatagua | Naranjillo | E | A | V X | |
| <i>Cladanthus mixtus</i> (L.) Chevall. | Manzanillón | Asteraceae | I | Ha | X | X |
| <i>Cliococca selaginoides</i> (Lam.) C.M. Rogers & Mildner | | Linaceae | N | Hp | X | |
| <i>Conanthera bifolia</i> Ruiz & Pav. | Flor de la viuda | Tecophilaceae | E | Hp | X | |
| <i>Conium maculatum</i> L. | | Apiaceae | I | Ha | X | X |
| | | | | Hp | | |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L. | | Convolvulaceae | I | T | X | |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist | | Asteraceae | I | Ha | X | |

| | | | | | | |
|---|--|----------------|---|----|------|---|
| <i>Cortaderia speciosa</i> | Cola de zorro | Poaceae | N | Hp | | X |
| <i>Cotula australis</i> | Cotula | Asteraceae | I | Ha | | X |
| <i>Crataegus</i> sp. | | Rosaceae | | | | X |
| <i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr. | Falsa achicoria | Asteraceae | I | Ha | X | |
| <i>Cryptocarya alba</i> (Molina) Looser | Peumo | Lauraceae | E | A | X | X |
| <i>Cuscuta</i> sp. | Cabello de ángel | Convolvulaceae | I | Ha | | X |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | Pasto bermuda | Poaceae | I | Hp | X | |
| <i>Cynosurus echinatus</i> L. | Cola de zorro | Poaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Cyperus grammicus</i> Kunze ex Kunth | | Cyperaceae | E | Hp | X | |
| <i>Cyperus involucratus</i> | Paragüita | Cyperaceae | N | Hp | | X |
| <i>Cyperus reflexus</i> Vahl | Ñocha | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Cyperus</i> sp. | | Cyperaceae | | | X | |
| <i>Cyperus virens</i> Michx. | Cortadera | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Cytisus scoparius</i> (L.) Link | | Fabaceae | I | Ar | X | |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. | Pasto ovillo | Poaceae | I | Hp | X | X |
| <i>Danthonia chilensis</i> E. Desv. | | Poaceae | E | Hp | X | |
| <i>Daucus carota</i> L. | Zanahoria | Apiaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Daucus pusillus</i> Michx. | | Apiaceae | I | Ha | X | |
| <i>Dichondra sericea</i> Sw. | | Convolvulaceae | N | Hp | X | |
| <i>Digitalis purpurea</i> L. | Dedadera | Plantaginaceae | I | Hp | X | |
| <i>Dioscorea auriculata</i> Poepp. | | Dioscoreaceae | E | Hp | | |
| <i>Drimys winterii</i> J.R. Forst. & G. Forst. | Canelo | Winteraceae | E | T | X | X |
| <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants | Paico | Chenopodiaceae | E | A | LC X | |
| <i>Echium vulgare</i> L. | Viborera | Boraginaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Eleocharis bonariensis</i> Nees | | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Eleocharis macrostachya</i> Britton | | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Eleocharis maculosa</i> (Vahl) Roem. & Schult. | | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Equisetum bogotense</i> Kunth | Yerba de la plata siete huiras, voqui-auca | Equisetaceae | N | Hp | X | X |
| <i>Ercilla spicata</i> (Bertero) Moq. | | Phytolaccaceae | E | Ar | X | |
| <i>Erodium moschatum</i> | Cola de caballo | Equisetaceae | N | Hp | | X |
| <i>Eryngium paniculatum</i> Cav. & Dombey ex F. Delaroché | Chupalla | Apiaceae | N | Hp | X | |
| <i>Erythranthe bridgesii</i> (Benth.) G.L. Nesom | Placa | Phrymaceae | N | Ha | X | |
| <i>Erythranthe glabratus</i> (Kunth) G.L. Nesom | Oqororo | Phrymaceae | N | Ha | X | |
| <i>Escallonia pulverulenta</i> (Ruiz & Pav.) Pers. | Corontillo | Escalloniaceae | E | Ar | X | X |
| <i>Escallonia revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Pers. | Lun | Escalloniaceae | E | A | X | |
| <i>Escallonia rosea</i> Griseb. | Siete camisas colorado | Escalloniaceae | N | Ar | X | |
| <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | Eucalipto | Myrtaceae | I | A | X | |

| | | | | | | |
|---|--------------------|---------------|---|----------|---|---|
| <i>Eucryphia cordifolia</i> Cav. | Ulmo | Cunoniaceae | N | A | X | |
| <i>Euphorbia</i> sp. | | Euphorbiaceae | | | | X |
| <i>Euphorbia terracina</i> L. | | Euphorbiaceae | I | Hp | X | |
| <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. | Hinojo | Apiaceae | I | Hp | X | |
| <i>Francoa appendiculata</i> Cav. Var. <i>Sonchifolia</i> (Cav.) Rolfe | Llaupangue | Saxifragaceae | E | Hp | X | X |
| <i>Fuchsia magellanica</i> Lam. | Chilco | Onagraceae | N | Ar | X | |
| <i>Fumaria capreolata</i> L. | | Fumariaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Galium aparine</i> L. | Lengua de gato | Rubiaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb. | Relbún | Rubiaceae | N | Hp | X | X |
| <i>Gamochaeta chamissonis</i> (DC.) Cabrera | | Asteraceae | N | Hp | X | |
| <i>Gamochaeta simplicicaulis</i> (Willd. Ex Spreng.) Cabrera | | Asteraceae | N | Ha | X | |
| <i>Garadoquia multiflora</i> Ruiz & Pav. | Menta de árbol | Lamiaceae | E | Ar | X | |
| <i>Gaultheria insana</i> (Molina) D.J. Middleton | Hued-hued | Ericaceae | N | Ar | X | |
| <i>Gaultheria mucronata</i> (L.f.) Hook. & Arn. | Chaura | Ericaceae | N | Ar | X | |
| <i>Genista monspessulana</i> | Retamilla | Fabaceae | I | Ar | | X |
| <i>Geranium bertereanum</i> Colla | | Geraniaceae | N | Hp | X | X |
| <i>Geranium core-core</i> Steud. | Core-core | Geraniaceae | N | Hp | X | |
| <i>Gevuina avellana</i> Molina | Avellano | Proteaceae | E | A | X | X |
| <i>Gochnatia foliolosa</i> (D. Don) D. Don ex Hook. & Arn. | | Asteraceae | E | Ar | X | |
| <i>Griselinia scandens</i> (Ruiz & Pav.) Taub. | Yelmo | Griselinaceae | E | Ar | X | |
| <i>Gunnera</i> aff. <i>Berteroi</i> Phil. | | Gunneraceae | N | Hp Ar | X | |
| <i>Hedera helix</i> L. | Hiedra | Araliaceae | I | T Hp | X | |
| <i>Herreria stellata</i> Ruiz & Pav. | Zarza | Asparagaceae | E | T | X | |
| <i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Fossat | Mostacilla | Brassicaceae | I | Ha | X | |
| <i>Holcus lanatus</i> L. | Pasto miel | Poaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Hordeum murinum</i> L. | Flechilla | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>Leporinum</i> (Link.) Arcang. | | Poaceae | I | Ha | X | |
| <i>Hyacinthus</i> sp. | Jacinto | Hyacinthaceae | I | Hp | | X |
| <i>Hydrocotyle indecora</i> DC. | | Apiaceae | N | Hp | X | |
| <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L.f. | Tangue | Apiaceae | N | Hp | X | |
| <i>Hydrocotyle</i> sp. | | Araliaceae | | Hp A | | X |
| <i>Hydrocotyle verticillata</i> Thunb. | | Apiaceae | N | Hp | X | |
| <i>Hypericum caespitosum</i> Cham. & Schltdl. | Ñanco | Ericaceae | E | Ha | X | |
| <i>Hypericum perforatum</i> L. | Hierba de San Juan | Ericaceae | I | Hp | X | |
| <i>Hypochaeris glabra</i> | | Asteraceae | I | Ha | | X |
| <i>Hypochaeris radicata</i> L. | Hierba del chancho | Asteraceae | I | Hp | X | X |

| | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|---|-----|----|---|---|
| Hypolepis poeppigii (Kunze) R.A. Rodr. | Wilelawen | Dennstaedtiaceae | N | Hp | LC | X | |
| Isolepis cernua (Vahl) Roem. & Schult. | | Cyperaceae | N | Ha | | X | |
| Jovellana violacea (Cav.) G. Don | | Calceolariaceae | E | Ar | | X | |
| Juncus acuminatus Michx. | | Juncaceae | E | Hp | | X | |
| Juncus capillaceus | | Juncaceae | N | Hp | | | X |
| Juncus cyperoides Laharpe | | Juncaceae | N | Hp | | X | |
| Juncus effusus L. | | Juncaceae | N | Hp | | X | X |
| Juncus microcephalus Kunth | | Juncaceae | N | Hp | | X | X |
| Juncus procerus E. Mey. | Junquillo | Juncaceae | N | Hp | | X | |
| Juncus sp. | | Juncaceae | | | | X | |
| Juncus tenuis Willd. | | Juncaceae | N | Hp | | X | X |
| Lactuca virosa L. | | Asteraceae | I | Ha | | X | |
| Lagurus ovatus L. | | Poaceae | I | Ha | | X | |
| Lapageria rosea Ruiz & Pav. | Copihue | Philesiaceae | E | T | | X | X |
| Lardizabala biternata Ruiz & Pav. | Coile | Lardizabalaceae | E | T | | X | |
| Lathyrus latifolius L. | | Fabaceae | I | T | | X | |
| Laurelia sempervirens (Ruiz & Pav.) Tul. | Laurel | Monimiaceae | E | A | | X | |
| Lemna minuta Kunth | Lenteja de agua | Araceae | N | Ac | | X | X |
| Leontodon saxatilis Lam. | | Asteraceae | I | Hp | | X | |
| Lepechinia chilensis (Molina) R. Morales | Salvia | Lamiaceae | E | Ar | | X | |
| Leucanthemum vulgare Lam. | Margarita | Asteraceae | I | Hp | | X | |
| Libertia chilensis (Molina) Gunckel | Calle-calle | Iridaceae | N | Hp | | X | |
| Limnobia laevigatum (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Heine | Hierba guatona | Hydrocharitaceae | I | Ac | | X | |
| Linum bienne Mill. | | Linaceae | I | Hp | | X | |
| Lithraea caustica (Molina) Hook. & Arn. | Litre | Anacardiaceae | E | A | | X | |
| Loasa acanthifolia Desr. | Ortiga brava | Loasaceae | N | Hp | | X | |
| Loasa triloba | Ortiga caballuna | Loasaceae | N | Ha | | | X |
| Lobelia tupa L. | Tupa | Campanulaceae | E | Hp | | X | X |
| Lolium multiflorum Lam. | Ballica italiana | Poaceae | I | Ha | | X | |
| Lolium perenne L. | Vallica | Poaceae | I | Hp | | X | |
| Lomatia dentata (Ruiz & Pav.) R. Br. | Avellanilli, piñol | Proteaceae | N | A | | X | |
| Lophosoria quadripinnata (J.F. Gmel.) C. Chr. | Palmita, ampe | Dicksoniaceae | N | sAr | | X | |
| Lotus corniculatus | Cuernecillo | Fabaceae | I | Hp | | | X |
| Lotus pedunculatus Cav. | | Fabaceae | I | Hp | | X | |
| Lotus sp. | | Fabaceae | | | | X | |
| Lotus uliginosus | Lotera | Fabaceae | I | Hp | | | X |

| | | | | | | |
|---|-------------------------------|----------------|---|---------|------|---|
| Ludwigia peploides | Duraznillo de agua | Onagraceae | | Hp A | | X |
| Ludwigia peploides (Kunth) P.H. Raven subsp. montevidensis (Spreng.) P.H. Raven | Pato de la rana | Onagraceae | N | Ac | X | X |
| Luma apiculata (DC.) Burret | Arrayan | Myrtaceae | N | A | X | X |
| Luma chequen | Chequén | Myrtaceae | N | Ar | | X |
| Lupinus angustifolius | Lupino | Fabaceae | I | Ha | | X |
| Lupinus arboreus Sims | Chocho, Altramuz | Fabaceae | I | Ar | X | |
| Lupinus microcarpus Sims | Altramuz | Fabaceae | N | Ha | X | |
| Luzula chilensis Nees & Meyen ex Kunth | | Juncaceae | N | Hp | X | |
| Lythrum hyssopifolia L. | | Lythraceae | I | Ha | X | |
| Malva aff. Neglecta Wallr. | Malva común | Malvaceae | I | Hp | X | |
| Marrubium vulgare L. | Toronjil Cuyano | Lamiaceae | I | Hp | X | |
| Maytenus boaria | Maitén | Celastraceae | N | A | | X |
| Medicago arabica | Trébol manchado | Fabaceae | I | Ha | | X |
| Medicago polymorpha L. | Carretón | Fabaceae | I | Ha | X | X |
| Melica violacea Cav. | | Poaceae | E | Hp | X | |
| Mentha aquatica L. | Hierba buena, sándalo de agua | Lamiaceae | I | Hp | X | X |
| Mentha pulegium L. | Poleo, menta | Lamiaceae | I | Hp | X | |
| Modiola caroliniana (L.) G. Don | Pila-pila | Malvaceae | I | Hp | X | |
| Muehlenbeckia hastulata (SM.) I.M. Johnston. | Molleca, quilo | Polygonaceae | N | Ar | X | X |
| Myoschilos oblongum Ruiz & Pav. | Orocoi, orochoipo | Santalaceae | N | Ar | X | X |
| Myrceugenia exsucca (DC.) O. Berg. | Pitra, Patagua | Myrtaceae | N | A | X | X |
| Myrceugenia leptospermoides (DC.) Kausel | Macella, petrillo | Myrtaceae | E | Ar | LC X | X |
| Myrceugenia obtusa (DC.) O. Berg | Rarán | Myrtaceae | E | A | X | |
| Myrceugenia ovata | Chinchin | Myrtaceae | N | A | | X |
| Myrceugenia parvifolia (DC.) Kausel | Chequén, Chilquilco | Myrtaceae | E | A | X | |
| Myriophyllum aquaticum | | | | | | X |
| Myriophyllum quitense Kunth | Loroma, aguasana | Haloragaceae | N | Ac | X | |
| Nassella laevissima (Phil.) Barkworth | Hierba aguja | Poaceae | N | Hp | X | |
| Nassella poeppigiana (Trin. & Rupr.) Barkworth | Quilmén, fechilla | Poaceae | N | Hp | X | |
| Nasturtium officinale R. Br. | Berro de agua | Brassicaceae | I | Hp | X | X |
| Naturtium sp. | | | | | | X |
| Nothofagus obliqua (Mirb.) Oerst. | Roble | Nothofagaceae | E | A | X | X |
| Nothoscordum gramineum (Sims) Beauverd | | Amaryllidaceae | | | | |
| Oenothera stricta Ledeb. ex Link | Don Diego de la noche | Alliaceae | N | Hp | X | |
| Oldenlandia salzmännii (DC.) Benth. & Hook. | | Onagraceae | N | Ha | X | |
| Ornithopus compressus | Pie de pájaro | Rubiaceae | N | Ha | X | |
| | | Fabaceae | I | Ha | | X |

| | | | | | | | |
|---|---------------------|------------------|---|-----|----|---|---|
| Ornithopus pinnatus (Mill.) Druce | | Fabaceae | I | Ha | Hp | X | |
| Oxalis micrantha | | Oxalidaceae | N | Ha | | | X |
| Oxalis rosea Jacq. | Culle colorado | Oxalidaceae | E | Ha | | X | X |
| Papaver somniferum L. | Amapola real | Papaveraceae | I | Ha | | X | |
| Parentucellia latifolia | | Scrophulariaceae | I | Ha | | | X |
| Pasithea caerulea (Ruiz & Pav.) D. Don | Azulillo | Liliaceae | N | Hp | | X | |
| Paspalum cfr. vaginatum Sw. | Chépica | Poaceae | N | Hp | | X | |
| Persea lingue (Ruiz & Pav.) Nees | Lingue | Lauraceae | N | A | LC | X | |
| Persicaria maculosa Gay | | Polygonaceae | I | Ha | | X | |
| Petrorhagia dubia (Raf.) G. López & Romo | | Caryophyllaceae | I | Ha | | X | |
| Peumus boldus Molina | Boldo | Minimiaceae | E | A | | X | X |
| Phragmites australis (Cav.) Trin. | Carrizo | Poaceae | I | Hp | | X | X |
| Phyla nodiflora (L.) Greene | Hierba de la virgen | Verbenaceae | N | Hp | | X | |
| Phyla nodiflora (L.) Greene var. minor (Gillies & Hook) N. O'Leary & P. Peralta | | Verbenaceae | N | Hp | | X | |
| Phytolacca chilensis (Miers ex Moq.) H. Walter | | Phytolaccaceae | E | sAr | | X | |
| Pinus radiata D. Don | Pino radiata | Pinaceae | I | A | | X | |
| Piptochaetium depressum (Steud.) C. Peña | | Poaceae | E | Hp | | X | |
| Piptochaetium stipoides (Trin. & Rupr.) Hack. | | Poaceae | N | Hp | | X | |
| Plantago australis Lam. | Llantén | Plantaginaceae | N | Hp | | X | |
| Plantago lanceolata L. | Llantén menor | Plantaginaceae | I | Hp | | X | X |
| Plantago major L. | Llantén mayor | Plantaginaceae | I | Hp | | X | X |
| Plantago pachyneura Steud. | | Plantaginaceae | N | Hp | | X | |
| Plantago sp. | | Plantaginaceae | | | | | X |
| Poa annua | | Poaceae | I | Ha | | | X |
| Poa trivialis L. | Poa común | Poaceae | I | Hp | | X | |
| Podanthus ovatifolius Lag. | Mitique, palo negro | Asteraceae | E | Ar | | X | X |
| Polygonum cfr. Lapathifolium | | Polygonaceae | I | Ar | | | X |
| Polygonum hydropiperoides Michx. | Duraznillo | Polygonaceae | I | Hp | | X | |
| Polypogon australis Brongn | | Poaceae | N | Hp | | X | |
| Polypogon chilensis (Kunth) Pilg. | | Poaceae | N | Ha | | X | |
| Polypogon viridis (Gouan) Breistr. | | Poaceae | I | Hp | | X | |
| Populus nigra L. | Álamo | Salicaceae | I | A | | X | |
| Potentilla anserina | | Rosaceae | I | Hp | | | X |
| Proustia pyrifolia DC. | Parrila blanca | Asteraceae | E | Ar | | X | X |
| Prunella vulgaris L. | Hierba negra | Lamiaceae | I | Hp | | X | |
| Prunus domestica L. | Ciruelo europeo | Rosaceae | I | A | | X | |
| Pseudognaphallium cheirantifolium (Lam.) Hilliard & B.L. Burt | | Asteraceae | N | Hp | | X | |
| Quillaja saponaria Molina | Quillay | Quillajaceae | E | A | | X | |

| | | | | | | |
|--|---------------------------------|-----------------|---|---------|----|---|
| Ranunculus repens L. | Botón de oro | Ranunculaceae | I | Hp | X | X |
| Ranunculus trichophyllus | | Ranunculaceae | N | Ha A | | X |
| Raphanus sativus L. | Rábano | Brassicaceae | I | Ha | X | X |
| Rapistrum rugosum | | Brassicaceae | I | Ha | | X |
| Rhaphithamnus spinosus (Juss.) Moldenke | Arrayán macho, repu | Verbenaceae | N | Ar | X | |
| Ribes punctatum Ruiz & Pav. | Brevilla, zarzaparrilla | Saxifragaceae | N | Ar | X | X |
| Romulea rosea (L.) Eckl. | | Iridaceae | I | Hp | X | X |
| Rosa sp. | | Rosaceae | I | Ar | X | |
| Rubus praecox | Zarzamora | Rosaceae | I | Ar | | X |
| Rubus ulmifolius Schott | Mora, zarzamora | Rosaceae | I | Ar | X | |
| Rumex acetosella L. | Acederilla, vinagrillo | Polygonaceae | I | Hp | X | X |
| Rumex conglomeratus Murray | Romaza | Polygonaceae | I | Hp | X | |
| Rumex crispus L. | | Polygonaceae | I | Hp | X | |
| Rumex cuneifolius Campd. | | Polygonaceae | E | Hp | X | |
| Rumex sp. | | Polygonaceae | I | Ha | X | X |
| Rumohra adiantiformis (G. Forst.) Ching | Calahuala, yerba del lagarto | Dryopteridaceae | N | Hp | LC | X |
| Sagittaria montevidensis Cham. & Schltdl. | Lengua de vaca | Alismataceae | E | Ac | X | |
| Salix babylonica L. | Sauce llorón | Salicaceae | I | A | X | |
| Salix caprea L. | Sauce cabruno | Salicaceae | I | Ar | X | X |
| Salix cfr. pedicellata Desf. | Bimi | Salicaceae | I | A | X | |
| Salix humboldtiana Willd. | Sauce amargo, sauce chileno | Salicaceae | N | A | X | |
| Salix sp. | | Salicaceae | | | | X |
| Salix viminalis L. | Mimbrera blanca | Salicaceae | I | Ar | X | X |
| Sanguisorba minor Scop. | | Rosaceae | I | Hp | X | |
| Sanicula crassicaulis Poepp. ex DC. | Pata de león | Apiaceae | N | Hp | X | |
| Saponaria officinalis | Jabonera | Caryophyllaceae | I | Hp | | X |
| Schoenoplectus californicus (C.A. Mey.) Soják | Totora | Cyperaceae | N | Hp | X | X |
| Senecio fistulosus Poepp. ex Less. | Hualtata | Asteraceae | N | Hp | X | |
| Senecio vulgaris | Senecio | Asteraceae | I | Ha | | X |
| Senna stipulacea (Aiton) H.S. Irwin & Berneby var. stipulacea | | Fabaceae | E | Ar | X | |
| Sherardia arvensis L. | azulillo | Rubiaceae | I | Ha | X | X |
| | Carmelitilla, | | | | | |
| Silene gallica L. | Calabacillo | Caryophyllaceae | I | Ha | X | |
| Sisymbrium officinale (L.) Scop. | Mostacilla | Brassicaceae | I | Ha | X | |
| Solanum furcatum Dunal | Hierba mora | Solanaceae | N | Hp | X | X |
| Soliva sessilis Ruiz & Pav. | Dicha | Asteraceae | N | Ha | X | |
| Sonchus asper (L.) Hill | Serraja, ñilhue | Asteraceae | I | Ha | X | |
| Sonchus oleraceus L. | Cerraja, ñilhue | Asteraceae | I | Ha | X | X |
| Sophora macrocarpa | Mayu | Fabaceae | E | Ar | | X |
| Spergularia media (L.) C. Presl | | Caryophyllaceae | I | Hp | X | |

| | | | | | | |
|---|--------------------------------|------------------|---|-----|---|---|
| <i>Stachys grandidentata</i> Lindl. | Hierba santa, toronjilcillo | Lamiaceae | E | Hp | X | |
| <i>Stachys macraei</i> Benth. | | Lamiaceae | E | Hp | X | |
| <i>Stellaria arvalis</i> Fenz ex F. Phil. | | Caryophyllaceae | N | Hp | X | |
| <i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw. var. <i>chilensis</i> (Benth.) C. C. Cowan | Contrayerba | Plantaginaceae | N | Ac | X | |
| <i>Sticherus squamulosus</i> (Desv.) Nakai | Yerba loza, huedahue | Gleicheniaceae | E | Hp | X | |
| <i>Stipa manicata</i> | | Poaceae | N | Hp | | X |
| <i>Taraxacum officinale</i> | Diente de laón | Asteraceae | I | Hp | | X |
| <i>Teline monspessulana</i> (L.) K. Koch | Retamilla | Fabaceae | I | Ar | X | |
| <i>Teucrium bicolor</i> Sm. | Oreganillo | Lamiaceae | E | Ar | X | |
| <i>Trichocline aurea</i> | Hierba de la yesca | Asteraceae | N | Hp | | X |
| <i>Trifolium micranthum</i> Viv. | | Fabaceae | I | Ha | X | |
| <i>Trifolium repens</i> L. | Trébol blanco | Fabaceae | I | Hp | X | |
| <i>Trifolium subterraneum</i> | Trébol subterráneo | Fabaceae | I | Ha | | X |
| <i>Triglochin concinna</i> Burt Davy | | Juncaginaceae | N | Hp | X | |
| <i>Tropaeolum tricolor</i> Sweet | Relicario, Soldadillo | Tropaeolaceae | E | Hp | X | |
| <i>Typha angustifolia</i> | | Typhaceae | N | Hp | | X |
| <i>Typha dominguensis</i> Pers. | | Typhaceae | I | Hp | X | |
| <i>Typha</i> sp. | | Typhaceae | | | | X |
| <i>Ugni molinae</i> Turcz. | Murtilla | Myrtaceae | N | Ar | X | |
| <i>Ulex europaeus</i> L. | Espinillo | Fabaceae | I | Ar | X | X |
| <i>Uncinia phleoides</i> (Cav.) Pers. | Quinquín | Cyperaceae | N | Hp | X | |
| <i>Valeriana crisperuiz</i> Ruiz & Pav. | | Caprifoliaceae | N | Ha | X | |
| <i>Vallisneria</i> sp. | | Hydrocharitaceae | | | | X |
| <i>Verbascum thapsus</i> L. | | Scrophulariaceae | I | Ha | X | |
| <i>Verbena hispida</i> | | Verbenaceae | N | Hp | | X |
| <i>Verbena litoralis</i> Kunth | Verbena | Verbenaceae | N | Hp | X | |
| <i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. | Verónica acuática | Plantaginaceae | I | Ha | X | |
| <i>Veronica arvensis</i> | | Plantaginaceae | I | Ha | | X |
| <i>Veronica serpyllifolia</i> L. | | Plantaginaceae | I | Hp | X | |
| <i>Vicia sativa</i> L. | Arveja | Fabaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Vinca major</i> L. | Hierba doncella | Apocynaceae | I | Hp | X | |
| <i>Viola arvensis</i> Murray | Pensamiento silvestre | Violaceae | I | Ha | X | |
| <i>Viola portalesia</i> Gay | Violeta arbustiva | Violaceae | E | sAr | X | |
| <i>Vulpia bromoides</i> (L.) Gray | | Poaceae | I | Ha | X | X |
| <i>Weinmannia trichosperma</i> Cav. | Tineo | Cunoniaceae | N | A | X | |
| <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng. | Cala | Araceae | I | Hp | X | |

Fuente: Elaboración propia en base a (Claramunt et al., 2021)

Anexo 3. Listado de especies de vertebrados terrestres presentes en sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Clase | Orden | Familia | Especie | Nombre común | Origen/Endemismo | Categoría de conservación | Licitación ID: 6088 97- 58 – LE-2 1 | Licitación ID: 613419-4-LE20 |
|----------|-----------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|---|-------------------------------------|------------------------------|
| Amphibia | Anura | Leiuperidae | <i>Pleurodema thaul</i> | Sapito de cuatro ojos | Nativa | Casi amenazada (D.S. N°41/2011 MMA) | X | X |
| Amphibia | Anura | Batrachylidae | <i>Batrachyla taeniata</i> | Sapito de antifaz | Nativa | Casi amenazada (D.S. N°42/2011 MMA) | X | |
| Amphibia | Anura | Alsolidae | <i>Eusophus roseus</i> | Sapo rosado | Endémica | Vulnerable (D.S. N°41/2011 MMA) | X | |
| Amphibia | Anura | Alsolidae | <i>Eusophus calcaratus</i> | Rana de hojarasca | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°42/2011 MMA) | X | |
| Amphibia | Anura | Batrachylidae | <i>Batrachyla leptopus</i> | Rana moteada | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°42/2011 MMA) | X | |
| Amphibia | Anura | Calyptocephalellidae | <i>Calyptocephalla gayi</i> | Rana chilena | Endémica | Vulnerable (D.S. N°50/2008 MINSEGPRES) | | X |
| Aves | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Buteo polyosoma</i> | Aguilucho | Nativa | | X | X |
| Aves | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Elanus leucurus</i> | Bailarín | Nativa | | X | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Cygnus melanocorpus</i> | Cisne cuello negro | Nativa | En peligro (D.S. N°5/1998 MINAGRI) | X | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas flavirostris</i> | Pato jergón chico | Nativa | | | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas georgica</i> | Pato jergón grande | Nativa | | | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas sibilatrix</i> | Pato real | Nativa | | | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas cyanoptera</i> | Pato colorado | Nativa | | X | X |

| | | | | | | | | |
|------|-----------------|--------------|-----------------------------------|--------------------|-------------|--|---|-----|
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Anas platalea</i> | Pato cuchara | Nativa | | | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Oxyura sp.</i> | Pato rana | Nativa | | | X |
| Aves | Anseriformes | Anatidae | <i>Netta peposaca</i> | Pato negro | Nativa | | | X |
| Aves | Apodiformes | Trochilidae | <i>Patagona gigas</i> | Picaflor gigante | Nativa | | | X |
| Aves | Apodiformes | Trochilidae | <i>Sephanoides sephanoides</i> | Picaflor chico | Nativa | | X | X |
| Aves | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Cathartes aura</i> | Jote cabeza roja | Nativa | | X | X |
| Aves | Cathartiformes | Cathartidae | <i>Coragyps atratus</i> | Jote cabeza negra | Nativa | | X | X |
| Aves | Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Gallinago paraguayae</i> | Becacina | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N° 16/2020 MMA) | | X X |
| Aves | Charadriiformes | Scolopacidae | <i>Tringa melanoleuca</i> | Pitotoy grande | Nativa | | X | X |
| Aves | Charadriiformes | Charadriidae | <i>Vanellus chilensis</i> | Queltehue | Nativa | | X | X |
| Aves | Columbiformes | Columbidae | <i>Patagioenas araucana</i> | Torcaza | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N° 16/2020 MMA) | X | X |
| Aves | Columbiformes | Columbidae | <i>Columba livia</i> | Paloma | Introducida | | X | X |
| Aves | Falconiformes | Falconidae | <i>Milvago chimango</i> | Tiuque | Nativa | | X | X |
| Aves | Gruiformes | Rallidae | <i>Pardirallus sanguinolentus</i> | Pidén | Nativa | | X | X |
| Aves | Gruiformes | Rallidae | <i>Gallinula melanops</i> | Tagüita | Nativa | | X | X |
| Aves | Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica rufifrons</i> | Tagua frente roja | Nativa | | | X |
| Aves | Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica leucoptera</i> | Tagua chica | Nativa | | | X |
| Aves | Gruiformes | Rallidae | <i>Fulica armillata</i> | Tagua | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Fringillidae | <i>Sporagra barbata</i> | Jilguero | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Furnaridae | <i>Aphrastura spinicauda</i> | Rayadito | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Furnaridae | <i>Cinclodes fuscus</i> | Churrete Acanelado | Nativa | | | X |
| Aves | Passeriformes | Furnaridae | <i>Cinclodes patagonicus</i> | Churrete | Nativa | | | X |

| | | | | | | | | |
|------|----------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------------------|---|---|
| Aves | Passeriformes | Furnaridae | <i>Leptasthenura aegithaloides</i> | Tijeral | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Furnariidae | <i>Phleocryptes melanops</i> | Trabajador Golondrina de dorso negro | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Hirundinidae | <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | Golondrina chilena | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Icteridae | <i>Agelasticus thilius</i> | Trile | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Icteridae | <i>Sturnella loyca</i> | Loica | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Icteridae | <i>Molothrus bonariensis</i> | Mirlo | Nativa | | | X |
| Aves | Passeriformes | Passeridae | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión | Introducida | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Icteridae | <i>Curaeus curaeus</i> | Tordo | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Rhinocryptidae | <i>Scytalopus magellanicus</i> | Churrín del sur | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Rhinocryptidae | <i>Eugralla paradoxa</i> | Churrín de la Mocha | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Thraupidae | <i>Sicalis olivacens</i> | Chirigüe verdense | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Troglodytidae | <i>Troglodytes aedon</i> | Chercán | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Turdidae | <i>Turdus falcklandii</i> | Zorzal | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Lessonia rufa</i> | Colegial | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Anairetes parulus</i> | Cachudito | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Elaenia albiceps</i> | Fio Fio | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Xolmis pyrope</i> | Diucón | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Tachuris rubrigastra</i> | Siete colores | Nativa | | X | X |
| Aves | Passeriformes | Tyrannidae | <i>Hymenops perspicillatus</i> | Run-Run | Nativa | | X | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Casmerodius albus</i> | Garza grande | Nativa | | X | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Egretta thula</i> | Garza chica | Nativa | | X | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Ardea cocoi</i> | Garza cuca | Nativa | | | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza boyera | Nativa | | X | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Huairavo | Nativa | | X | X |
| Aves | Pelecaniformes | Ardeidae | <i>Ixobrychus involucris</i> | Huairavillo | Nativa | Preocupación Menor (D.S. | | X |

| | | | | | | N° 16/2020 MMA) | |
|------|------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|--------|--|---|
| Aves | Pelecániformes | Threskiornithidae | <i>Theristicus melanopis</i> | Bandurria | Nativa | | X |
| Aves | Pelecániformes | Threskiornithidae | <i>Plegadis chihi</i> | Cuervo de pantano | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N° 16/2020 MMA) | X |
| Aves | Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podilymbus podiceps</i> | Picurio | Nativa | | X |
| Aves | Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Rollandia rolland</i> | Pimpollo | Nativa | X | X |
| Aves | Strigiformes | Tytonidae | <i>Tyto alba</i> | Lechuza | Nativa | X | X |
| Aves | Strigiformes | Strigidae | <i>Glacidium nanum</i> | Chuncho | Nativa | X | X |
| Aves | Suliformes | Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax brasilianus</i> | Yeco | Nativa | X | X |
| Aves | Piciformes | Picidae | <i>Dryobates lignarius</i> | Carpintero | Nativa | X | |
| | | | | Chincol | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Emberizidae | <i>Zonotrichia capensis</i> | Chucao | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°79/2018 MMA) | X |
| Aves | Galliformes | Odontophoridae | <i>Callipepla californica</i> | Codorniz | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Thraupidae | <i>Phrygilus gayi</i> | Cometocino | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Thraupidae | <i>Diuca diuca</i> | Diuca | Nativa | X | |
| Aves | Charadriiformes | Laridae | <i>Larus dominicanus</i> | Gaviota dominicana | Nativa | X | |
| Aves | Podicipediformes | Podicipedidae | <i>Podiceps major</i> | Huala | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Rhinocryptidae | <i>Pterotochos tarnii</i> | Hued hued | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°79/2018 MMA) | X |
| Aves | Accipitriformes | Accipitridae | <i>Parabuteo unicinctus</i> | Peuco | Nativa | X | |
| Aves | Piciformes | Picidae | <i>Colaptes pitius</i> | Pitio | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Cotingidae | <i>Phytotoma rara</i> | Rara | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Mimidae | <i>Mimus thenca</i> | Tenca | Nativa | X | |
| Aves | Columbiformes | Columbidae | <i>Zenaida auriculata</i> | Tortola | Nativa | X | |
| Aves | Columbiformes | Columbidae | <i>Columbina picui</i> | Tortolita cuyana | Nativa | X | |
| Aves | Paseriformes | Rhinocryptidae | <i>Pterotochos megapodius</i> | Turca | Nativa | X | |

| | | | | | | | | |
|-----------|------------|------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------|---|---|---|
| Mamíferos | Chiroptera | Vespertilionidae | Myotis chiloensis | Murciélag o orejas de ratón | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°06/2017 MMA) | X | X |
| Mamíferos | Chiroptera | Molossidae | Tadarida brasiliensis | Murciélag o cola de ratón | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°33/2011 MMA) | X | X |
| Mamíferos | Rodentia | Myocastoridae | Myocastor coypus | Coipo | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°18/2016 MMA) | X | X |
| Mamíferos | Rodentia | Muridae | Rattus rattus | Rata | Introducida | | X | X |
| Mamíferos | Carnivora | Canidae | Lycalopex sp. | Zorro | Nativa | Preocupación menor (para ambas especies del género) | X | |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | Liolaemus tenuis | Lagartija esbelta | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°19/2012 MMA) | X | X |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | Liolaemus lemniscatus | Lagartija lemniscata | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N°19/2013 MMA) | X | X |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | Liolaemus schroederii | Lagartija de Schröder | Nativa | Vulnerable (D.S. N°18/2016 MMA) | X | |
| Reptilia | Squamata | Tropiduridae | Liolaemus cyanogaster | Lagartija vientre azul | Nativa | Fuera de peligro (D.S. N°5/1998 MINAGRI) | X | X |
| Reptilia | Squamata | Colubridae | Philodryas chamissonis | Culebra de cola larga | Nativa | Preocupación Menor (D.S. N° 16/2016 MMA) | X | X |
| Reptilia | Squamata | Leiosauridae | Pristidactylus torquatus | Gruñidor del sur | Nativa | Vulnerable (D.S. N°38/2015 MMA) | X | |

Anexo 4. Especies potenciales de anfibios para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| 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>Eusophus 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 5. Especies potenciales de reptiles para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Especie | Nombre común | I.M. Coronel, 2012/20 13 | 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 6. Especies potenciales de mamíferos para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Especie | Nombre común | I.M. | | |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------|
| | | Coronel 2012/20 13 | Yanez 2018 | CC Raices, 2020 |
| <i>Cervus elaphus</i> | Ciervo rojo | | | |
| <i>Hippocamelus bisulcus</i> | Huemul | | x | |
| <i>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 glirioides</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 norvegicus</i> | Rata | x |
| <i>Rattus norvegicus</i> | Guarén | x |
| <i>Felis silvestris</i> | Gato doméstico | x |

Anexo 7. Especies potenciales de aves para el Sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Orden | Especie | Nombre común | I.M.C. 2012/2013 | Ebird 2014/2020 | Galilea, 2019 | CC Raices, 2020 |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|-----------------|---------------|-----------------|
| | <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</i> | Cisne coscoroba | | x | | |
| Anseriformes | <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 | | | | |
| | <i>Oreotrochilus leucopleurus</i> | Picaflor cordillerano | | | | |
| Apodiformes | <i>Patagonas gigas</i> | Picaflor gigante | | | | x |
| | <i>Sephanoides sephanoides</i> | Picaflor chico | x | | | |
| Caprimulgiformes | <i>Systellura longirostris</i> | Gallina ciega | | | | x |
| | <i>Attagis gayi</i> | Perdicita cordillerana | | | | |
| | <i>Vanellus chilensis</i> | Queltehue | | x | x | x |
| Charadriiformes | <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 | | | | |
| | <i>Bubulcus ibis</i> | Garza bueyera | | x | | |
| Cicaniiformes | <i>Ixobrychus involucris</i> | Huairavillo | | x | | x |
| | <i>Plegadis chihi</i> | Cuervo de pantano | | x | | |
| | <i>Theristicus melanopsis</i> | Bandurria | | x | | x |
| | <i>Columba araucana</i> | Torcaza | | x | | x |
| Columbiformes | <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 |
| | <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 |
| Falconiformes | <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 |
| | <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 | | |
| Gruiformes | <i>Porphyriops melanops</i> | Taguita | | x | | x |
| | <i>Pardirallus sanguinolentus</i> | Pidén | x | x | | x |
| | <i>Laterallus jamaicensis</i> | Pidencito | | | | |
| | <i>Phytotoma rara</i> | Rara | x | x | | x |
| | <i>Zonotrichia capensis</i> | Chincol | x | x | | |
| | <i>Spinus barbatus</i> | Jilguero | x | x | x | |
| Passeriformes | <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 | |
| | <i>Ardea alba</i> | Garza grande | x | x | | x |
| | <i>Ardea cocoi</i> | Garza cuca | | x | | |
| Pelecaniformes | <i>Nycticorax nycticorax</i> | Huairavo | x | | | |
| | <i>Egretta thula</i> | Garza chica | x | x | x | |
| Phoenicopteriformes | <i>Phoenicopiterus chilensis</i> | Flamenco chileno | | | | |
| | <i>Colaptes pitius</i> | Pitío | x | | | |
| Piciformes | <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 | | |
| | <i>Asio flammeus</i> | Nuco | | | | |
| | <i>Bubo magellanicus</i> | Tucuquere | | | | x |
| Strigiformes | <i>Glacidium nanum</i> | Chuncho | | | | x |
| | <i>Strix rufipes</i> | Concón | | | | |
| | <i>Athene cunicularia</i> | Pequén | | x | | x |
| | <i>Tyto alba</i> | Lechuza | | | | x |
| Tinamiformes | <i>Nothoprocta perdicaria</i> | Perdiz chilena | | | | x |

Anexo 8. Fotografías registros limnológicos



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. Punto de muestreo P7



Fotografía 8. Punto de muestreo P8



Fotografía 9. Punto de muestreo P9



Fotografía 10. Punto de muestreo P10



Fotografía 11. Punto de muestreo P11

FAUNA ÍCTICA



Fotografía 12. *Cheirodon galusdae*



Fotografía 13. *Galaxias maculatus*



Fotografía 14. *Nematogenys inermis*



Fotografía 15. *Oncorhynchus mykiss*



Fotografía 16. *Australoheros facetus*



Fotografía 17. *Gambusia affinis*

MICROALGAS BENTÓNICAS



Fotografía 18. *Aulacoseira granulata*



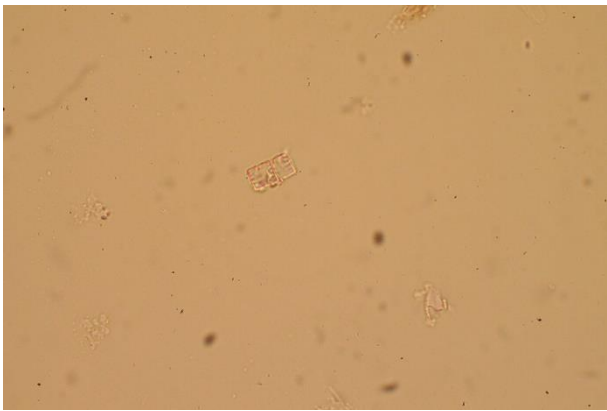
Fotografía 19. *Cymbella lanceolata*



Fotografía 20. *Achnanthes oblongella*



Fotografía 21. *Hippodonta hungarica*



Fotografía 22. *Staurosirella pinnata*



Fotografía 23. *Tabellaria flocculosa*

MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS



Fotografía 24. *Cricotopus* sp.



Fotografía 25. Elmidae indet.



Fotografía 26. Oligochaeta



Fotografía 27. *Parastacus cf pugnax*



Fotografía 28. Medición parámetros *in situ*. Foto referencial.



Fotografía 29. Muestreo para análisis de aguas. Foto referencial.



Fotografía 30. Pesca eléctrica

Anexo 9. Listado de especies de vertebrados terrestres presentes en sistema humedal Calabozo y Quiñenco

| Taxa | Licitación ID: 6088 97- 58 –LE-2 1 | Licitación ID: 613419- 4-LE20 |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Fitoplancton | | |
| <i>Achnanthaceae</i> | X | |
| <i>Achnanthes hungarica</i> | | X |
| <i>Achnanthes oblongella</i> | X | X |
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> | X | X |
| <i>Aulacoseira crenulata</i> | | X |
| <i>Aulacoseira granulata</i> | X | X |
| <i>Cyclotella</i> sp. | | X |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | X | |
| <i>Cymbella lanceolata</i> | X | |
| <i>Cymbella simonsenii</i> | X | |
| <i>Diadensis contenta</i> | | X |
| <i>Diatoma moniliformis</i> | | X |
| <i>Diploneis subovalis</i> | | X |
| <i>Diadensis cf confervacea</i> | X | |
| <i>Brachysira minor</i> | | X |
| <i>Encyonema minutiforme</i> | X | |
| <i>Encyonema minutum</i> | X | |
| <i>Encyonopsis microcephala</i> | X | |
| <i>Eunotia bilunaris</i> | X | X |
| <i>Eunotia cf incisa</i> | X | |
| <i>Eunotia</i> spp. | | X |

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <i>Fragilaria capucina</i> | X | X |
| <i>Fragilaria parasitica</i> | X | |
| <i>Fragilaria germainii</i> | | X |
| <i>Frustulia vulgaris</i> | X | |
| <i>Gomphonema angustum</i> | | X |
| <i>Gomphonema gracile</i> | | X |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | X | X |
| <i>Gomphonema spp</i> | | X |
| <i>Hippodonta hungarica</i> | X | |
| <i>Mayamaea atomus</i> | | X |
| <i>Mayamaea pelliculosa</i> | | X |
| <i>Melosira varians</i> | | X |
| <i>Navicula cincta</i> | | X |
| <i>Navicula cryptocephala</i> | X | X |
| <i>Navicula cryptotenella</i> | X | X |
| <i>Navicula radiosa</i> | X | |
| <i>Navicula seminulum</i> | | X |
| <i>Navicula veneta</i> | X | |
| <i>Naviculadicta cf seminulum</i> | X | |
| <i>Nitzschia acicularis</i> | | X |
| <i>Nitzschia dissipata</i> | | X |
| <i>Nitzschia gracilis</i> | X | X |
| <i>Nitzschia frustulum</i> | X | |
| <i>Nitzschia inconspicua</i> | | X |
| <i>Nitzschia linearis</i> | X | |
| <i>Nitzschia palea</i> | X | X |
| <i>Nitzschia spp.</i> | X | X |
| <i>Pinnularia cf microstauron</i> | | X |
| <i>Pennada</i> | X | X |
| <i>Pinnularia sp.</i> | X | |
| <i>Psammothidium subatomoides</i> | X | X |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> | X | |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> | | X |
| <i>Sellaphora pupula</i> | X | |
| <i>Stauroneis heinii</i> | X | |
| <i>Staurosirella pinnata</i> | X | X |
| <i>Synedra acus</i> | | X |
| <i>Tabellaria flocculosa</i> | X | |
| <i>Ulnaria ulna</i> | X | X |
| Macroinvertebrados bentónicos | | |
| <i>Oligochaeta Indet.</i> | X | X |
| <i>Elmidae Indet.</i> | X | |
| <i>Cricotopus sp.</i> | X | |

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| <i>Gripopterygidae Indet.</i> | | X |
| <i>Leptoceridae Indet.</i> | | X |
| <i>Hyalella sp.</i> | | X |
| <i>Aegla sp.</i> | | X |
| Zooplankton | | |
| <i>Aegla sp.</i> | | X |
| <i>Ostracoda indet.</i> | | X |
| <i>Daphnia ambigua</i> | | X |
| <i>Chydorus sphaericus</i> | | X |
| Peces | | |
| <i>Cheirodon galusdae</i> | X | |
| <i>Nematogenys inermis</i> | X | |
| <i>Galaxias maculatus</i> | X | |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i> | X | X |
| <i>Gambusia affinis</i> | X | X |
| <i>Australoheros facetus</i> | X | X |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Permiso de pesca

Verificación del Documento:

- Id del Documento: 10461
- Código de verificación: 80739088349
- Verificar validez en <https://tramites.subpesca.cl/wf-tramites/public/documentos/validar>

MINISTERIO DE ECONOMÍA
FOMENTO Y TURISMO

**SUBSECRETARÍA DE PESCA Y
ACUICULTURA**

PINV E-2021-529 CARACTERIZACIÓN
LIMNOLÓGICA

AUTORIZA A BIONATIVA
CONSULTORES AMBIENTALES SpA
PARA REALIZAR PESCA DE
INVESTIGACIÓN QUE INDICA.

VALPARAÍSO,

R. EX. Nº **E-2021-757**

FECHA: **29/12/2021**

VISTO: Lo solicitado por Bionativa Consultores Ambientales SpA, mediante ingreso electrónico E-PINV-2021-495, de 02 de noviembre de 2021; lo informado por la División de Administración Pesquera de esta Subsecretaría, en Informe Técnico PINV Nº E-2021-529, de 30 de noviembre de 2021; los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto "**CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA ASOCIADA AL PROYECTO AVANCE EN LA CARACTERIZACIÓN HÍDRICA Y GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL SISTEMA HUMEDAL CALABOZO Y QUIÑENCO, REGIÓN DEL BIOBÍO**", elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría; las leyes Nº 19.880 y Nº 21.358; la Ley General de Pesca y Acuicultura Nº 18.892 y sus modificaciones cuyo texto refundido, coordinado y sistematizado fue fijado por el D.S. Nº 430, de 1991, el D.F.L. Nº 5, de 1983, el D.S. Nº 461, de 1995, el Decreto Exento Nº 878, de 2011, todos del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; y la Resolución Exenta Nº 332, de 2011, del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

CONSIDERANDO:

Que, Bionativa Consultores Ambientales SpA ingresó mediante carta citada en Visto, una solicitud para desarrollar una pesca de investigación conforme los Términos Técnicos de Referencia del proyecto denominado "**CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA ASOCIADA AL PROYECTO AVANCE EN LA CARACTERIZACIÓN HÍDRICA Y GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL SISTEMA HUMEDAL CALABOZO Y QUIÑENCO, REGIÓN DEL BIOBÍO**".

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

Que dicha solicitud cumple con las exigencias dispuestas en el D.S. N° 461, de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, que establece los requisitos que deben cumplir las solicitudes de pesca de investigación.

Que de acuerdo con lo anterior y de conformidad a lo dispuesto en los artículos 98 a 102 de la Ley General de Pesca y Acuicultura y el D.S. N° 461, de 1995, citado en Visto, corresponde autorizar la pesca de investigación solicitada.

RESUELVO:

1.- Autorízase a Bionativa Consultores Ambientales SpA, R.U.T. N° 77.328.153-K, con domicilio en El Membrillo N° 128, Teno, Región del Maule, para efectuar una pesca de investigación de conformidad con los Términos Técnicos de Referencia del Proyecto denominado **"CARACTERIZACIÓN LIMNOLÓGICA ASOCIADA AL PROYECTO AVANCE EN LA CARACTERIZACIÓN HÍDRICA Y GESTIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL SISTEMA HUMEDAL CALABOZO Y QUIÑENCO, REGIÓN DEL BIOBÍO"**, elaborados por la peticionaria y aprobados por esta Subsecretaría y el informe técnico citado en Visto, los que se consideran parte integrante de la presente resolución.

2.- El objetivo de la pesca de investigación que por la presente resolución se autoriza, consiste en ejecutar la caracterización limnológica del sistema humedal Calabozo y Quiñenco en la comuna de Coronel.

3.- La pesca de investigación se efectuará en un período de 12 meses, contados desde la fecha de publicación de la presente resolución, de conformidad con lo establecido en el artículo N° 174 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, a ejecutarse en los humedales Calabozo y Quiñenco, ciudad de Coronel, Región de Biobío.

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

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

| Matriz Biológica | Arte de Pesca, Equipos o elementos | Características |
|--------------------------------|---|---|
| Zooplancton | Red zooplancton | Red malla de 110 µm y una apertura de boca de 30 cm de diámetro |
| Macro invertebrados bentónicos | Corer de PVC | Corer de 0,00396 m ² |
| | Red Surber | Red de 0,09 m ² (30 x 30 cm) de superficie de muestreo y malla de apertura de 250 µm |

b) La captura con retención temporal

de las siguientes especies:

| Especie nativas | Nombre común |
|------------------------------------|-------------------------|
| <i>Aplochiton zebra</i> | Farionela listada |
| <i>Bullockia maldonadoi</i> | Bagrecito |
| <i>Cheirodon galusdae</i> | Pocha de los lagos |
| <i>Cheirodon kiliani</i> | Pocha |
| <i>Diplomystes nahuelbutaensis</i> | Bagre |
| <i>Mordacia lapicida</i> | Lamprea de agua dulce |
| <i>Nematogenys inermis</i> | Bagre grande |
| <i>Odontesthes brevianalis</i> | Cuaque del norte |
| <i>Odontesthes mauleanum</i> | Cauque |
| <i>Percichthys melanops</i> | Trucha negra |
| <i>Percilia gillissi</i> | Carmelita |
| <i>Percilia irwini</i> | Carmelita de concepción |
| <i>Trichomycterus areolatus</i> | Bagrecito |
| <i>Trichomycterus chiltoni</i> | Bagrecito |
| Especies introducidas | |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i> | Trucha arcoíris |

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

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

5.- Para la captura de peces se autoriza un equipo de pesca eléctrica especializada para dichos fines, el uso de chinguillos auxiliares y redes de cerco orilleras. De la misma manera y para zonas de mayor profundidad, podrá utilizar trampas de peces, espineles y redes.

Respecto del uso de espineles, estos no deberán superar un número máximo de 10 anzuelos, todos sin "rebarba", los que deberán ser operados con tiempos de reposo inferiores a 12 horas. Las redes utilizadas no deben superar los 25 metros de longitud y nunca cubrir todo el curso de agua.

En lagos, las redes podrán alcanzar un máximo de 125 metros de longitud y no más de tres unidades por cuerpo de agua. El tamaño de malla deberá corresponder al adecuado a cada especie objetivo, evitando la captura incidental de otras especies. El periodo de captura de la red no debe superar las 12 horas continuas. Durante este periodo, se deberá revisar regularmente la red a objeto de evitar la sobre captura, la captura de especies no objetivo, la mortalidad de los organismos atrapados.

El uso de los artes de pesca que se autorizan en el presente numeral, de acuerdo con el informe técnico citado en Visto, están diseñados específicamente para la toma acotada de muestras con fines de investigación, desarrollo de líneas base y/o seguimientos ambientales, por lo cual cumplen con las exigencias establecidas en el inciso final del artículo 48 de la Ley General de Pesca y Acuicultura.

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

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

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

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

- a) Desinfectar los equipos, artes, implementos, aparejos de pesca y demás fómites que entren en contacto directo con el agua; en el lugar en donde se efectúen las actividades en terreno, tanto al comienzo y término de cada muestreo y en cada estación, debiendo utilizar los protocolos descritos en la Resolución Exenta N° 332, de 2011 del Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura y el Manual para el Monitoreo e Identificación de la microalga bentónica *Didymosphenia geminata*, de esta Subsecretaría.
- b) Dar aviso a más tardar dentro de las primeras veinticuatro horas, una vez terminadas las campañas de muestreo, a la Dirección Regional del Servicio correspondiente, en caso de que durante la ejecución de las actividades en terreno se sospeche de la aparición de dicha plaga en el área de estudio. De la misma forma, en caso de encontrar células de la plaga en los análisis posteriores, se deberá dar aviso dentro del mismo plazo.

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

- Deberá ser realizada mediante envío de un correo electrónico y una carta certificada dirigida al Director Regional de la región o regiones donde se ejecutará la pesca de investigación. La información respecto de la dirección de envío, correos y contacto para efectos de enviar la notificación están consignadas en el sitio web <http://www.sernapesca.cl/nuestras-oficinas>.
- Deberá incluir el nombre del proyecto y/o la RCA que involucra la actividad, el número de la presente resolución, la programación actividades en terreno, detalladas por día de trabajo, incluyendo información de las estaciones de trabajo y sus coordenadas geográficas en UTM. Asimismo, señalará los nombres de los profesionales y técnicos que conforman el equipo de trabajo y sus datos de contacto.
- La notificación de las actividades y la entrega de la información señalada es obligatoria y su incumplimiento se sancionará de conformidad con la Ley de Pesca y Acuicultura.

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

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

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

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

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

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

13.- La peticionaria designa como persona responsable de la presente pesca de investigación a don Luis Abrigo González, R.U.T. N° 14.014.921-7, del mismo domicilio.

Asimismo, el jefe de proyecto y personal técnico participante del estudio corresponde a las personas que se indica, en las calidades que en cada caso se mencionan, según la información proporcionada en el *currículum vitae* de cada uno de ellos:

| Nombre | RUT | Profesión | Función |
|----------------------|--------------|------------------|------------------|
| Luis Abrigo González | 14.014.921-7 | Biólogo | Jefe de proyecto |

14.- La peticionaria deberá dar cumplimiento a las obligaciones que se establecen en la presente resolución, y a las establecidas en la Ley General de Pesca y Acuicultura y en el D.S. N° 461, de 1995, del actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. El incumplimiento hará incurrir a la titular en el término inmediato de la pesca de investigación sin que sea necesario formalizarlo, y sin perjuicio de las sanciones que correspondan de acuerdo con lo dispuesto en la Ley General de Pesca y Acuicultura, ya citada.

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

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

17.- La presente resolución podrá ser impugnada por la interposición del recurso de reposición contemplado en el artículo 59 de la Ley N° 19.880, ante esta misma Subsecretaría y dentro del plazo de cinco días hábiles contados desde la respectiva notificación, sin perjuicio de la aclaración del acto dispuesta en el artículo 62 del citado cuerpo legal y de las demás acciones y recursos que procedan de conformidad con la normativa vigente.

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

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

ANÓTESE, NOTIFIQUESE POR CARTA CERTIFICADA, PUBLÍQUESE EN EXTRACTO EN EL DIARIO OFICIAL POR CUENTA DE LA INTERESADA Y A TEXTO ÍNTEGRO EN EL SITIO DE DOMINIO ELECTRÓNICO DE LA SUBSECRETARÍA DE PESCA Y ACUICULTURA Y DEL SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA Y ARCHÍVESE



ALICIA GALLARDO LAGNO
Subsecretaria de Pesca y Acuicultura

Anexo 11. Análisis morfométrico de peces colectados en el área de estudio. Caracterización limnológica del Sistema Humedal Calabozo y Quiñenco. Marzo de 2022.

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> | 16,8 | 49,9 | 10,52 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 6,8 | 3,6 | 11,45 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,8 | 2,20 | 11,28 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 6,0 | 2,26 | 10,46 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 7,2 | 3,99 | 10,69 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 7,2 | 4,21 | 11,28 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,1 | 1,62 | 12,21 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,8 | 2,11 | 10,81 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,4 | 2,02 | 12,83 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,8 | 2,13 | 10,92 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,8 | 2,16 | 11,07 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,2 | 1,63 | 11,59 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,8 | 2,00 | 10,25 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 4,8 | 1,23 | 11,12 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,2 | 1,71 | 12,16 |
| P1 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 5,2 | 1,66 | 11,81 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,5 | 0,48 | 11,20 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,19 | 11,83 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,4 | 1,86 | 11,81 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,2 | 0,92 | 12,42 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,2 | 0,89 | 12,01 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,2 | 0,90 | 12,15 |
| P1 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,3 | 0,94 | 11,82 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,8 | 0,36 | 16,40 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,1 | 0,11 | 11,88 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,2 | 0,44 | 13,43 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 1,8 | 0,07 | 12,00 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,2 | 0,12 | 11,27 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,5 | 0,19 | 12,16 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,7 | 0,25 | 12,70 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,1 | 0,40 | 13,43 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,6 | 0,23 | 13,09 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,0 | 0,31 | 11,48 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,5 | 0,21 | 13,44 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,5 | 0,20 | 12,80 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,0 | 0,36 | 13,33 |
| P2 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 2,0 | 0,09 | 11,25 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,9 | 0,06 | 8,75 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,2 | 0,65 | 8,77 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,6 | 0,41 | 8,79 |

| Punto de muestreo | Especie | LT (cm) | PT (g) | K |
|-------------------|----------------------------|---------|--------|-------|
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,2 | 0,29 | 8,85 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,0 | 0,24 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,3 | 0,32 | 8,90 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,14 | 8,96 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,14 | 8,96 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,14 | 8,96 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,14 | 8,96 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,9 | 0,22 | 9,02 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,3 | 0,11 | 9,04 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,3 | 0,33 | 9,18 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,0 | 0,59 | 9,22 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,0 | 0,25 | 9,26 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,8 | 0,51 | 9,29 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,2 | 0,10 | 9,39 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,15 | 9,60 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,15 | 9,60 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,15 | 9,60 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,15 | 9,60 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,6 | 0,04 | 9,77 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,6 | 0,04 | 9,77 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,8 | 0,54 | 9,84 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,3 | 0,12 | 9,86 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,3 | 0,12 | 9,86 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,3 | 0,12 | 9,86 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,8 | 0,05 | 8,57 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,5 | 0,03 | 8,89 |
| P2 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 23,8 | 156,90 | 11,64 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,3 | 0,02 | 9,10 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,3 | 0,02 | 9,10 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,3 | 0,02 | 9,10 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,9 | 0,06 | 9,11 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,9 | 0,06 | 9,28 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 1,9 | 0,06 | 9,44 |

| Punto de muestreo | Especie | LT (cm) | PT (g) | K |
|-------------------|---------------------------|---------|--------|-------|
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,2 | 0,10 | 9,39 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,2 | 0,10 | 9,39 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,2 | 0,10 | 9,39 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,2 | 0,10 | 9,39 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,4 | 0,13 | 9,40 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,5 | 0,15 | 9,60 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,6 | 0,16 | 9,10 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,6 | 0,16 | 9,10 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,7 | 0,18 | 9,14 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,20 | 9,11 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,20 | 9,11 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 2,8 | 0,21 | 9,57 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,2 | 0,31 | 9,46 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,3 | 0,33 | 9,18 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,5 | 0,41 | 9,56 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,6 | 0,43 | 9,22 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,7 | 0,47 | 9,28 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,7 | 0,48 | 9,48 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,8 | 0,50 | 9,11 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 3,8 | 0,52 | 9,48 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,2 | 0,69 | 9,31 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,2 | 0,70 | 9,45 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,2 | 0,70 | 9,45 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,4 | 0,81 | 9,51 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,6 | 0,90 | 9,25 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 4,8 | 1,02 | 9,22 |
| P3 | <i>Gambusia affinis</i> | 5,0 | 1,19 | 9,52 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,2 | 1,78 | 12,66 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,4 | 2,02 | 12,83 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,2 | 1,92 | 13,65 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,26 | 12,20 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,4 | 2,16 | 13,72 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,5 | 2,02 | 12,14 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,39 | 12,91 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,2 | 1,85 | 13,16 |

| Punto de muestreo | Especie | LT (cm) | PT (g) | K |
|-------------------|------------------------------|---------|--------|-------|
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,8 | 2,66 | 13,63 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 6,2 | 3,00 | 12,59 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,49 | 13,47 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,4 | 1,99 | 12,64 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,34 | 12,12 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,5 | 2,01 | 12,08 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,6 | 1,97 | 11,22 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,4 | 1,89 | 12,00 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,09 | 11,29 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,6 | 2,19 | 12,47 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,8 | 2,36 | 12,10 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,8 | 2,45 | 12,56 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,32 | 11,94 |
| P4 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,46 | 13,20 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 4,8 | 1,42 | 12,84 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 5,2 | 1,80 | 12,80 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 5,6 | 2,19 | 12,47 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 6,2 | 3,03 | 12,71 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 4,9 | 1,32 | 11,22 |
| P4 | <i>Galaxias maculatus</i> | 5,9 | 2,99 | 14,56 |
| P7 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 12,9 | 25,21 | 11,74 |
| P7 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 11,3 | 18,02 | 12,42 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,35 | 12,21 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,07 | 11,18 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,5 | 1,93 | 11,60 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,0 | 1,57 | 12,56 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,25 | 11,30 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,2 | 2,13 | 15,15 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 6,4 | 3,36 | 12,82 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,4 | 0,55 | 13,99 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 3,5 | 0,54 | 12,59 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,8 | 2,19 | 11,22 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 5,7 | 2,05 | 11,07 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,36 | 12,30 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,26 | 11,39 |
| P8 | <i>Cheirodon galusdae</i> | 4,8 | 1,29 | 11,66 |
| P8 | <i>Nematogenys inermis</i> | 6,8 | 2,78 | 8,84 |
| P8 | <i>Nematogenys inermis</i> | 8,2 | 4,99 | 9,05 |
| P8 | <i>Oncorhynchus mykiss</i> | 9,8 | 8,81 | 9,36 |
| P9 | <i>Australoheros facetus</i> | 4,5 | 2,01 | 22,06 |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Comunidad acuática presente en el sistema humedal Calabozo y Quiñenco.

| Taxa | Licitación ID: 6088 97- 58 –LE-2 1 | Licitación ID: 613419- 4-LE20 |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Fitoplancton | | |
| <i>Achnantheaceae</i> | X | |
| <i>Achnanthes hungarica</i> | | X |
| <i>Achnanthes oblongella</i> | X | X |
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> | X | X |
| <i>Aulacoseira crenulata</i> | | X |
| <i>Aulacoseira granulata</i> | X | X |
| <i>Cyclotella</i> sp. | | X |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | X | |
| <i>Cymbella lanceolata</i> | X | |
| <i>Cymbella simonsenii</i> | X | |
| <i>Diadismus contenta</i> | | X |
| <i>Diatoma moniliformis</i> | | X |
| <i>Diploneis subovalis</i> | | X |
| <i>Diadismus cf confervacea</i> | X | |
| <i>Brachysira minor</i> | | X |
| <i>Encyonema minutiforme</i> | X | |
| <i>Encyonema minutum</i> | X | |
| <i>Encyonopsis microcephala</i> | X | |
| <i>Eunotia bilunaris</i> | X | X |
| <i>Eunotia cf incisa</i> | X | |
| <i>Eunotia</i> spp. | | X |
| <i>Fragilaria capucina</i> | X | X |
| <i>Fragilaria parasitica</i> | X | |
| <i>Fragilaria germainii</i> | | X |
| <i>Frustulia vulgaris</i> | X | |
| <i>Gomphonema angustum</i> | | X |
| <i>Gomphonema gracile</i> | | X |
| <i>Gomphonema parvulum</i> | X | X |
| <i>Gomphonema</i> spp | | X |
| <i>Hippodonta hungarica</i> | X | |
| <i>Mayamaea atomus</i> | | X |
| <i>Mayamaea pelliculosa</i> | | X |
| <i>Melosira varians</i> | | X |
| <i>Navicula cincta</i> | | X |
| <i>Navicula cryptocephala</i> | X | X |
| <i>Navicula cryptotenella</i> | X | X |
| <i>Navicula radiosa</i> | X | |
| <i>Navicula seminulum</i> | | X |

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <i>Navicula veneta</i> | X | |
| <i>Naviculadicta cf seminulum</i> | X | |
| <i>Nitzschia acicularis</i> | | X |
| <i>Nitzschia dissipata</i> | | X |
| <i>Nitzschia gracilis</i> | X | X |
| <i>Nitzschia frustulum</i> | X | |
| <i>Nitzschia inconspicua</i> | | X |
| <i>Nitzschia linearis</i> | X | |
| <i>Nitzschia palea</i> | X | X |
| <i>Nitzschia spp.</i> | X | X |
| <i>Pinnularia cf microstauron</i> | | X |
| <i>Pennada</i> | X | X |
| <i>Pinnularia sp.</i> | X | |
| <i>Psammothidium subatomoides</i> | X | X |
| <i>Pseudostaurosira brevistriata</i> | X | |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> | | X |
| <i>Sellaphora pupula</i> | X | |
| <i>Stauroneis heinii</i> | X | |
| <i>Staurosirella pinnata</i> | X | X |
| <i>Synedra acus</i> | | X |
| <i>Tabellaria flocculosa</i> | X | |
| <i>Ulnaria ulna</i> | X | X |
| Macroinvertebrados bentónicos | | |
| <i>Oligochaeta Indet.</i> | X | X |
| <i>Elmidae Indet.</i> | X | |
| <i>Cricotopus sp.</i> | X | |
| <i>Gripopterygidae Indet.</i> | | X |
| <i>Leptoceridae Indet.</i> | | X |
| <i>Hyaella sp.</i> | | X |
| <i>Aegla sp.</i> | | X |
| Zooplankton | | |
| <i>Aegla sp.</i> | | X |
| <i>Ostracoda indet.</i> | | X |
| <i>Daphnia ambigua</i> | | X |
| <i>Chydorus sphaericus</i> | | X |
| Peces | | |
| <i>Cheirodon galusdae</i> | X | |
| <i>Nematogenys inermis</i> | X | |
| <i>Galaxias maculatus</i> | X | |
| <i>Oncorhynchus mykiss</i> | X | X |
| <i>Gambusia affinis</i> | X | X |
| <i>Australoheros facetus</i> | X | X |