



Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

ANÁLISIS DEL AUMENTO DE LA POBLACIÓN RURAL Y SU RELACIÓN CON LA
DINÁMICA DE LOS HUMEDALES EN EL CONTEXTO DE CRISIS HÍDRICA
DE LA COMUNA DE PAILLACO

Memoria para optar al título de Geógrafo(a)

SOFÍA BELÉN ALARCÓN INOSTROZA
Profesor guía: Rodrigo Vargas.

SANTIAGO – CHILE 2023.

Agradecimientos

Quiero agradecer, principalmente a mi familia por su apoyo incondicional en este camino. A mis padres por su amor y enseñanzas, a Camila y Laurent por compartir hogar en Santiago, a Natalia y Juan por ser compañeros en tantas tocatas y salidas, a Juan Pablo por ser siempre mi confidente. A mi gato, Giorno, por ser mi compañía en las frías noches de invierno donde trabajaba y sintetizaba información, gracias por ser fuerte y quedarte con nosotros luego de tu accidente.

A mis amigas y amigos de la universidad, Andrea, Javiera, Melisa, Tomás, Germán y Mariana por su compañía, cariño y el permitirme considerar el espacio de la universidad como uno seguro donde ser yo misma. A mis amigas del colegio Catalina, Yasmin, Fabiola y Nicole por siempre motivarme a seguir adelante en mis metas y recordarme mis capacidades y sueños.

A Patricia Möller, por introducirme en el camino de observación y conservación de los humedales, además de sus consejos para determinar los enfoques de esta memoria. A mi profesor Rodrigo Vargas, por su apoyo para llevar un tema de la región en la que nací. Además de todas las personas que formaron parte de esta memoria, apoyando con su tiempo e información valiosa sobre el territorio y sus vivencias.

Quiero dar mis profundas gracias a Valery por ser una amiga incondicional presente en mis etapas más importantes, en las alegrías y tristezas, por aprender ambas de las disciplinas y vidas de la otra de manera respetuosa y sedienta de conocimiento y empatía. A Macarena, por ser de mis mejores amigas y permitirme la posibilidad de aprender de ella cada día, por recibirme en su casa como una más y enseñarme su preciosa ciudad al otro lado de la cordillera.

A mis amigas virtuales, el grupo de lechugas por ser mi espacio virtual donde vivir en un momento donde no había posibilidades de tener una vida normal. Especialmente a Blanca, Dara y Ariana por ofrecerme su amistad sin importar las fronteras o diferencias. A Dana por permitirme conocer a una persona que esconde gran parte de su amabilidad, pero que tiene un gran corazón que siempre me echa una mano, aunque sea de madrugada. A mis amigas de Moa Lindas, por siempre echarme para arriba para ir por el mismo sueño en un mañana juntas y permitirme incorporarme a su grupo lleno de amor y comprensión.

A Hardin Paredes por enseñarme sobre el trabajo duro y la disciplina, que soy capaz de las cosas siempre que se siga trabajando de manera consistente. Gracias al Taekwondo por ser un recuerdo y pasión que nunca se fue de mi vida y darme una gran felicidad más una familia que siempre tengo presente en mi corazón.

Por último, a la fuerza que me permitió seguir aquí a pesar de que todo pareciera ir cuesta abajo. A mi serendipia, que se presentó en forma de canciones que llegaron al alma para recordarme mis metas y sueños. Gracias a BTS y TXT por hacerme ser una mejor versión de mí un paso a la vez.

Resumen

La presente investigación se enmarca en el escenario hídrico actual de la Región de Los Ríos, donde producto de la sequía que afecta al país en los últimos 15 años se ha decretado zona de escasez hídrica por la disminución de agua potable para la población rural en diferentes comunas de la región. Por su parte, los humedales de la región, unidades del patrimonio natural de la misma, se muestran sensibles al cambio climático y las influencias antrópicas, pero al mismo tiempo resilientes a uno de los efectos más evidentes, la sequía, por sus características intrínsecas. En el presente trabajo se buscará encontrar relaciones entre las coberturas actuales de los humedales en relación con el aumento de población en tres asentamientos rurales de la comuna de Paillaco, Se distinguirán patrones en el crecimiento de dichos asentamientos, de cómo este fenómeno potencialmente ha afectado a los humedales y finalmente se analizará la pertinencia de las medidas tomadas por las autoridades comunales para enfrentar dicha situación.

Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN.....	6
Introducción.....	6
1.2 Planteamiento del problema.....	6
1.3 Estado del arte.....	9
1.3.1 Definición de humedal.....	9
1.3.2 Legislación de humedales en Chile.....	10
1.3.3 Tipos de humedales continentales en la zona sur de Chile.....	13
1.3.4 Servicios ecosistémicos de los humedales.....	15
1.3.5 Principales amenazas a los humedales.....	17
1.3.6 Cambio climático.....	18
1.3.7 Escenario chileno en el cambio climático.....	19
1.3.8 Marco regulatorio de agua en Chile.....	20
1.3.9 Riesgo hídrico rural asociado al cambio climático.....	21
1.3.10 Sistemas de Agua Potable Rural.....	23
1.3.11 Resiliencia en los sistemas socio ecológicos.....	24
1.3.12 Resiliencia de los humedales.....	26
1.4 Área de estudio.....	27
1.5 Objetivos.....	32
CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO.....	33
2.1 Metodología.....	33
3.- Resultados.....	35
3.1 Antecedentes de la comuna de Paillaco en materia de humedales y medidas paliativas ante la escasez hídrica.....	35
2.- Caracterización de sectores seleccionados.....	41
2.1 Caracterización del sector Lumaco Paillaco.....	42
2.1 Caracterización del sector de Manao Bajo.....	44
2.3 Caracterización del sector de Pichirropulli.....	46
3.- Variación de las coberturas de humedales y de edificaciones en los sectores de Lumaco Paillaco, Manao Bajo y Pichirropulli.....	47
3.1 Variación de coberturas en Lumaco Paillaco.....	48
3.2 Variación de las coberturas en Manao Bajo.....	49
3.3 Variación de coberturas en Pichirropulli.....	50
4.-Discusiones.....	52
4.1.1 Síntesis de escenario de crisis hídrica y reconocimiento de humedales en la comuna de Paillaco.....	52

4.1.2 Caracterización de los comités APR de las localidades de Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli en el contexto de crisis hídrica.	53
4.1.3 Comparación de las áreas de humedales e infraestructura residencial y de servicios en Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli.	54
4.2 Conclusiones.....	56
Bibliografía	57
Anexos.....	67

Índice de figuras y tablas

Figura 1.....	25
Figura 2.....	29
Figura 3.....	30
Figura 4.....	31
Figura 5.....	34
Figura 6.....	36
Figura 7.....	39
Figura 8.....	41
Figura 9	43
Figura 10.....	45
Figura 11.....	47
Figura 12.....	49
Figura 13.....	50
Figura 14.....	51
Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	18
Tabla 3.....	28
Tabla 4.....	37
Tabla 5.....	39
Tabla 6.....	42
Tabla 7	44
Tabla 8.....	46

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN

Introducción

Chile está enfrentando la mayor sequía en el último siglo, marcada por un déficit de precipitaciones y una desertificación que afecta a la zona central. No obstante, los efectos de la sequía y el cambio climático comienzan a observarse en la zona sur del país, históricamente percibida como una zona privilegiada por su abundancia de agua, ríos caudalosos y vegetación nativa.

La declaración de escasez hídrica de la Región de Los Ríos en noviembre del 2021 generó una llamada de atención en la población de que la percepción anterior estaba lejos de la realidad, sobre todo en los sectores rurales donde las familias ven reducidas sus alternativas para acceder a una red de agua potable, requiriendo el suministro de dicho recurso por medio de camiones aljibe.

Los humedales son ecosistemas acuáticos que se presentan a lo largo de la región en lagos, ríos, esteros y bosques pantanosos (Habit et al, 2019). Ofrecen una serie de servicios ecosistémicos a la población tales como el control de inundaciones, provisión de agua dulce de calidad y uso recreativo, entre otros. No obstante, estos ecosistemas son sensibles a la deforestación, el cambio climático, el aumento de la población y la urbanización.

El objetivo es encontrar relaciones del efecto que tiene el aumento de la población en los sectores de humedal, si los cambios en el territorio y los asentamientos rurales han generado modificaciones en los ecosistemas de humedal, específicamente en la comuna de Paillaco, comuna de origen agrícola que está experimentando un aumento de población en su sector rural, debido a familias que buscan una segunda residencia o vivir con un mayor contacto con la naturaleza.

Para ello, se hicieron análisis de datos e imágenes y se realizaron una serie de encuentros con diferentes actores locales, con quienes se recopiló información con el fin de lograr sintetizar la situación actual de tres asentamientos humanos de la comuna, a través de los registros y demandas que tienen los comités de agua potable rural (APR).

1.2 Planteamiento del problema

La región de Los Ríos fue declarada en situación de escasez hídrica el 25 noviembre del año 2021 por la disminución de precipitaciones. Valdivia al 30 de noviembre de 2021 alcanzaba 924 mm, siendo este un valor anómalo para la comuna al no superar los 1000 mm en un año, ya que su promedio anual es de 2.307 mm/año (Municipalidad de Valdivia, 2016). La Dirección General de Aguas define la escasez hídrica como la condición en la cual la demanda del agua no puede ser satisfecha, dependiendo no solo de las condiciones climáticas, sino que también de los usos y gestión del agua y (Sepúlveda, 2022). El Ministerio de Obras Públicas decretó escasez hídrica en las 12 comunas que componen la región de Los Ríos. En la práctica, este decreto permite la distribución de las aguas por parte de las autoridades, por ejemplo, suspendiendo las

atribuciones de las Juntas de Vigilancia y los seccionamientos de las corrientes naturales dentro de la zona de escasez. Además de permitir la entrega de agua por camiones aljibe para los sectores rurales (Sepúlveda, 2021). Se suma el Decreto de Emergencia Agrícola por Déficit Hídrico que también comprendió las 12 comunas de la Región de los Ríos (Minagri, s.f), siendo esta una herramienta del Ministerio de Agricultura para entregar ayuda y apoyo eficaz para las zonas afectadas por la escasez de agua en el territorio nacional.

En el escenario actual de cambio climático que ha sufrido el país la población rural es particularmente vulnerable a la sequía por el déficit hídrico y la inseguridad alimentaria. Toda sequía puede tener un enorme impacto en la agricultura, que desencadena consecuencias sociales y económicas a la población (Naranjo et al, 2022). Los trabajadores agrícolas sufren la eliminación o disminución de la productividad en sus terrenos sin tener las herramientas para ser resilientes a las condiciones ambientales por el empobrecimiento familiar debido al efecto negativo de la sequía en la agricultura y la ganadería que sustenta la economía familiar, principalmente la de agricultores pequeños, (Vullrath et. al, 2022), además de las familias cuyos ingresos dependen directa o indirectamente de la producción agropecuaria tales como temporeros, comerciantes, entre otros.

A lo que se suma que los habitantes de sectores rurales ven afectada su dieta y seguridad alimentaria producto de la sequía (Meza et al, 2010). Ya que el ciclo hidrológico genera una serie de servicios ecosistémicos que incluyen la regulación del clima, de la química del suelo, del crecimiento de la vegetación, entre otros (Delgado, Torres-Gómez, Tironi-Silva y Marín, 2015). Como señala el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), la vulnerabilidad al cambio climático y a la variabilidad depende de tres dimensiones: Intensidad de los impactos, sensibilidad del rubro o agro-sistema según corresponda y la capacidad adaptativa a los cambios. Así mismo, el cambio climático amenaza la disponibilidad de alimentos y fibras producidos por el sector agropecuario, tal como la calidad, confiabilidad y predictibilidad de la producción en función de la base de recursos ambientales (Oyhantcabal & Methol, 2009).

Durante los últimos años, el país ha tenido un deterioro en sus ventajas comparativas tanto naturales como adquiridas, sumado a un alza en los eventos climáticos extremos como las sequías, inundaciones, heladas e incendios forestales (Schuster et al, 2021). La elevada dependencia de las actividades productivas a la disponibilidad de recursos hídricos hace al país especialmente sensible a los períodos de sequía (Banco Mundial; Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, 2021). Considerar la vulnerabilidad hídrica basada en las condiciones socio-adaptativas de la agricultura familiar campesina es relevante debido a que el proceso de cambio climático propone variaciones en las fechas de siembra o en la obtención de rendimientos (MINAGRI, 2013). Sin embargo, la región de Los Ríos mostró un crecimiento de 3,2% en el PIB del año 2022, dando un valor de 7.519 US\$ asociado a los aportes de los servicios personales como transporte, restaurantes y hoteles, seguidos de la industria manufacturera (Diario Financiero, 2023).

El año 2021 fue un año especial en cuanto a la disminución de precipitaciones. Los sistemas de agua potable rural (APR) no estaban preparados para la megasequía y a años extremadamente secos como fue el caso de 2021. Por lo que surge la necesidad

urgente de la planificación de los APR, modificando sus capacidades a través de la profundización de los pozos (Sepúlveda, 2022). Efectivamente, las sequías registradas en los últimos años han evidenciado una preocupante debilidad de los sistemas de agua potable rural para operar en condiciones de escasez hídrica, teniendo como consecuencia el aumento de abastecimiento a través de camiones aljibe (Banco Mundial; Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, 2021). En los últimos 10 años el gasto en camiones aljibes supera los 150.000.000.000 pesos, lo que equivale a construir dos hospitales de alta complejidad que superen los 25.000 m² (AMUR, 2021).

Esta ha sido una solución de emergencia, pero que se ha transformado en permanente en la práctica, para sustituir el abastecimiento tradicional por cañerías, pozos o vertientes en las comunidades rurales (Nazer et al., 2018). Sin embargo, no todos los actores se ven afectados de igual manera por la sequía, siendo las redes de abastecimiento hídrico un mecanismo burocrático que implica un constante esfuerzo administrativo, económico y social que no corresponde a una situación de emergencia (Fragkou et al., 2022).

Los humedales son ecosistemas acuáticos que sostienen la biodiversidad y proveen de importantes elementos para la vida, dada la variedad e interacción de flora y fauna que habita en ellos, entre otros. Esto permite el desarrollo de hábitats para diferentes especies de macroinvertebrados, peces, reptiles, anfibios, aves residentes y migratorias, y mamíferos (MHN, 2022). Entre los servicios ecosistémicos que brindan se tiene la disponibilidad de agua dulce, el suministro de alimentos y la depuración del agua de elementos químicos provenientes de la agricultura y de desechos nocivos (CODEFF, s.f). Además, tienen un rol de mitigación del cambio climático, a la vez que presentan un estado vulnerable en sus ecosistemas frente a los efectos de este.

No obstante, a pesar de su importancia para el medio ambiente, actualmente son los ecosistemas más amenazados, presentando alteración como consecuencia de la agricultura intensiva, urbanización, contaminación, construcción de represas, intervención para infraestructura turística, desecación, entre otras formas de intervención (Carrera y De la Fuente, 2003). Las actividades humanas representan una seria amenaza para la naturaleza, afectando las poblaciones y distribución de las especies, la composición de las comunidades ecológicas y la provisión de la naturaleza en general.

La comuna de Paillaco, ubicada en la Región de Los Ríos, se encuentra inserta en este contexto de escasez hídrica y ha destinado recursos a la entrega de agua potable a sus habitantes con déficit de agua a través de camiones aljibe, llegando incluso a entregar este servicio en el radio urbano de la capital comunal. Debido al aumento de población en el sector rural se seleccionaron los sectores de Lumaco Paillaco, Manao Bajo y Pichirropulli para hacer un acercamiento y analizar los cambios en las dinámicas de uso de suelo en la comuna.

Para dar respuesta a la contingencia de escasez hídrica, la municipalidad de Paillaco ha prestado apoyo a los comités de agua potable rural que se encuentran en su comuna y ha realizado un catastro de comités entre los meses de diciembre de 2021 a abril de 2022. Según el alcalde, Miguel Ángel Carrasco, en Paillaco hay cerca de 200 familias

que dependen exclusivamente de camiones aljibe para el agua potable, que almacenan en estanques. Paralelamente, hay cientos de familias que tienen pozos o vertientes, pero que no cuentan con un buen sistema de almacenamiento (Equipo Prensa, 2022). Sin embargo, la medida de los camiones aljibes es paliativa mientras se generan proyectos de infraestructura hidráulica en conjunto con la comunidad a través de la Unión Comunal de Agua y Defensa del Territorio, integrada por 30 dirigentes de comités de APR de Paillaco (Municipalidad de Paillaco, 2022).

El objetivo de esta investigación es analizar las relaciones entre humedales y crecimiento poblacional en localidades rurales de la comuna de Paillaco en el contexto de escasez hídrica de los sistemas de agua potable rural (APR) comunal.

1.3 Estado del arte.

1.3.1 Definición de humedal

Un humedal es definido por la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, más conocida como Ramsar como: “Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Establece además que los Humedales “pueden comprender sus zonas ribereñas o adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal” (Ramsar, 1971).

El Ministerio del Medio Ambiente señala que los humedales son ecosistemas acuáticos, superficies cubiertas de agua, natural o artificial, permanente o temporal. Distinguiendo según la zona geográfica como los estuarios, lagunas costeras y marismas a lo largo de la costa; salares, lagunas salobres, bofedales, vegas, ríos, lagos y lagunas a lo largo de la cordillera de los Andes; turberas y humedales boscosos, llamados hualves y pitrantonos, en el sur de Chile (MMA, s.f). En Chile están representados prácticamente todos los humedales descritos por Ramsar, exceptuando a los ecosistemas de arrecifes de coral, tundra y kársticos.

Los humedales son un tipo de ecosistema donde su atributo clave es ser una fuente de agua y productividad primaria, como parte de las cuencas hidrográficas y el paisaje. Este atributo les permite mantener una variada y singular cantidad de especies, las que se relacionan entre ellas y su entorno de manera diversa. Los procesos hidrológicos (como precipitaciones líquidas y sólidas, infiltración y percolación), permiten la provisión y mantención de la calidad del agua, siendo esto un componente clave para la mantención de la biodiversidad de los humedales (WCS, 2019).

Los humedales figuran entre los medios más productivos del mundo, siendo ecosistemas muy ricos en diversidad biológica, fuentes de agua y productividad. Son también esenciales para la salud, bienestar y seguridad de quienes habitan en ellos o en su entorno. Poseen atributos especiales que los hacen formar parte del patrimonio cultural de la humanidad asociado a tradiciones sociales, económicas y culturas locales, constituyendo una fuente de inspiración estética y artística además de aportar

información arqueológica sobre el pasado remoto. Además de brindar hábitat y protección a poblaciones de especies de aves, mamíferos, anfibios, reptiles, peces, invertebrados y a la vegetación (MMA - ONU Medio Ambiente, s.f).

Por lo general, están reconocidos 5 principales sistemas de hábitat de humedales (Cowardin et al., 1979; Costa et al., 1996; Frazier, 1999): Marinos, donde se incluyen los humedales de lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral. Estuarinos, que consideran los deltas, marismas inundadas por la marea y manglares. Lacustres, los sistemas de humedales asociados a lagos y lagunas. Fluviales, que incluyen los sistemas de humedales a lo largo de ríos y cursos de agua. Palustres, donde se consideran los pajonales, bofedales, pantanos, ciénagas y turberas. Además, se incluyen a los humedales artificiales, tales como: estanques de peces, estanques de granjas, tierras de regadío agrícola, salinas artificiales, reservorios, canteras de grava, plantas depuradoras y canales (Cintrón-Molero et al., 2004).

Dentro de los humedales palustres se encuentran los humedales boscosos, estos han sido definidos como áreas naturalmente inundadas o saturadas que soportan un importante componente de vegetación de tipo boscosa, adaptada a un suelo generalmente saturado y/o posiblemente aireado, en general representados a nivel internacional por los manglares costeros de Centro y Sudamérica y los humedales boscosos del ciprés de los pantanos ubicados en Estados Unidos (Correa-Araneda, 2011). En el caso de Chile, los humedales boscosos son menos conocidos y están representados por los “pitranos” o también conocidos como “hualves”, que significa pantano en lengua mapuche.

En Chile, existen alrededor 40 mil humedales, que cubren aproximadamente un total de 5.6 millones de hectáreas, lo que representa un 6.7% del país, tanto en zonas urbanas como rurales, de los cuales 2.6 millones se encuentran insertos en áreas protegidas, principalmente en el extremo sur del país, mientras que el 54% restante no tiene ningún tipo de protección.

1.3.2 Legislación de humedales en Chile.

La Convención Ramsar es el primer tratado moderno de carácter intergubernamental sobre conservación y uso racional de los recursos naturales. Es también el único tratado global relativo al medio ambiente donde se ocupa un tipo de ecosistema en particular, sirviendo de base para la acción nacional y cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales. Todas las regiones geográficas del planeta son abarcadas en este tratado a través de los 164 países miembros de la Convención (Antia, 2013).

El objetivo de este tratado internacional es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales, ayudados por la cooperación internacional para la contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

Chile es signatario de la Convención Ramsar promulgada como Ley de la República a través del Decreto Supremo N° 771 de 1981 del Ministerio de Relaciones Exteriores. Este Decreto se basa en tres pilares: uso racional de los humedales; selección de humedales para “lista Ramsar” y la garantía de su manejo eficaz; cooperar en materia de humedales transfronterizos y especies compartidas (Guerra, 2019). La actual lista de humedales protegidos son el Salar del Huasco y el Salar de Surire (Tarapacá), el Salar de Aguas Calientes IV, el Salar de Pujsa, y el Sistema Hidrológico de Soncor del Salar de Atacama (Antofagasta), los Complejo Lacustres Laguna del Negro Francisco y Laguna Santa Rosa (Atacama), Bahía Tongoy, Laguna Conchalí, las Salinas de Huentelauquén, el río Limarí, desde Salala hasta su desembocadura (Coquimbo), el parque Andino Juncal y El Yali (Valparaíso), Monkul (Araucanía), el Santuario Carlos Anwandter (Valdivia) y Bahía Lomas (región de Magallanes y Antártica).

Hay que incluir otras superficies de humedal de significativo valor ambiental, pero que no son reconocidas como Sitios Ramsar y quedan al amparo de normativas como la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994), el Decreto 82 de MINAGRI sobre el artículo 17 de la Ley 20.283 (2008) de recuperación del bosque nativo y fomento forestal, el Dictamen 04816N16 sobre Sitios Prioritarios para la Conservación de Humedales (2016) y la Ley de Humedales Urbanos (2020).

También, la Ley N°17.288 sobre Monumentos Nacionales de 1970 define la figura de área protegida “Santuario de la Naturaleza”, siendo esta una de las principales utilizadas para proteger los humedales de Chile. De acuerdo al artículo 31 de esta ley son santuario de la naturaleza “todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios o investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado” (Rojas et al., 2022). Esta categoría permite proteger humedales que estén ubicados en terrenos públicos o privados.

Por otra parte, la Ley 21.202 de Humedales Urbanos, cuyo objetivo es proteger los humedales urbanos que sean declarados por el MMA a raíz de un Oficio del MMA o una solicitud de las municipalidades respectivas. Entiende como humedal urbano “todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces o salobres, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano” (BCN, 2020, pp. 3). Esta ley entrega los criterios mínimos para la sustentabilidad y la gestión de humedales urbanos, junto con el procedimiento para identificar estas áreas. Se contemplan tres criterios de identificación, siendo estos la presencia de suelos con mal drenaje o sin drenaje, la presencia de vegetación hidrófita y la existencia de un régimen hidrológico de saturación, sea permanente o temporal que genere condiciones de inundación periódica (Medel, 2022).

En síntesis, la legislación chilena sobre la conservación de los humedales es dispersa y carece de una única institucionalidad. Son diversos los cuerpos normativos de la legislación vigente que tienen injerencia en los ámbitos de la gestión para la conservación, uso y protección. Según Carrasco Lagos et. al (2015) algunas de las

instituciones públicas que intervienen en la gestión de los ecosistemas acuáticos en los siguientes temas son:

Usos, propiedad e intervención: la Dirección General de Aguas (DGA) se hace cargo de los derechos de agua. Las atribuciones de la DGA en relación a los humedales se refieren al agua y cauce que son parte del ambiente del humedal, entendiendo al cauce como el suelo por donde escurre el agua. En síntesis, le corresponde asignar y vigilar los derechos de aprovechamiento de aguas y fiscalizar las obras susceptibles de modificar los cauces tales como las de urbanización e infraestructura hidráulica. Por tanto, mientras el escurrimiento de las aguas, la recarga de acuíferos y los derechos de aguas no se vean afectados, para la DGA las normas a su cargo están siendo cumplidas, independiente de si los humedales son o no intervenidos de manera que se afecte en sus funciones ecológicas. Incluso frente a denuncias ciudadanas la DGA ha sido consistente en señalar que carece de responsabilidad sobre los humedales y solo se ocupan del agua y cauce en relación a sus competencias (Sepúlveda et al., 2018).

En tanto, la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) se ocupa de la modificación de los cauces. A esta entidad le corresponde asegurar que la red primaria y de disposición final para la evacuación y drenaje de aguas lluvia funcione correctamente en las áreas urbanas. Para la DOH, los humedales son parte de la infraestructura que las ciudades requieren para que las aguas lluvia escurran e infiltren. Por lo tanto, este organismo no identifica inconvenientes en que los humedales sean intervenidos y alterados ecológicamente, incluso ser reemplazados por tuberías o canales (Sepúlveda et al., 2018).

Fiscalización: la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) fiscaliza planes y normas de calidad y de emisión sobre la base de inspecciones, controles, mediciones y análisis. Según la Guía práctica para el conocimiento de humedales e identificación de conductas denunciables la SMA fiscaliza cuando existe una resolución de calificación ambiental, es decir, que esté vinculado a un proyecto de inversión o actividad económica que haya sido aprobada antes por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) (Bergamini et al., 2020). Por otra parte, el Ministerio de Salud (Minsal) fiscaliza las plantas de tratamiento de aguas servidas en zonas rurales y lo especificado en las normas primarias, a su vez monitorea la calidad de las aguas de los APR's y de otras entidades bajo el Código Sanitario.

Control y monitoreo: el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) se hace cargo de las aguas de riego y de los sistemas vegetacionales andinos, donde se desarrolla la vegetación azonal hídrica no arbórea, tales como vegas, etc. La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) se encarga de las plantas de tratamiento de aguas servidas y agua potable en zonas urbanas, entre otras. El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) lleva el monitoreo de los ecosistemas acuáticos y sus componentes, como los sedimentos y biota acuática o el control de normas secundarias.

Políticas y Normas: el MMA realiza las políticas y normas ambientales, conservación de la biodiversidad, etc. Mientras que el Minsal está a cargo del Código Sanitario y otras resoluciones transitorias.

1.3.3 Tipos de humedales continentales en la zona sur de Chile.

En la zona sur de Chile aumenta la disposición de agua respecto a las zonas norte y central, por lo que se incrementa la vegetación y los suelos sobresaturados, multiplicándose las zonas de mallines, humedales ribereños, de ambiente palustre y lacustre (lagos y lagunas), estuarios, humedales boscosos (incluyen humedales pantanosos y hualves), marismas y turberas no arboladas. Estas últimas se encuentran en mayor extensión en la zona sur austral de Chile (Baeza, 2018).

Bañados: Se denominan así a las zonas inundadas como consecuencia de un cataclismo que provoca el hundimiento del terreno. En Chile se encuentra el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter ubicado en el río Cruces, siendo un humedal bañado producto del hundimiento tectónico de los terrenos aledaños al río en Valdivia (Hauenstein, 2005). Se caracterizan por ser zonas inundadas de poca profundidad con mucho sedimento en el sustrato. Se componen de dos zonas, la primera es de menor profundidad con plantas acuáticas enraizadas como el lucheillo (*Egeria densa*) que permanece sumergido y sólo sus flores emergen a la superficie. Este es el hábitat más rico en diversidad de aves. Mientras que la otra zona es de mayor profundidad y tiene plantas no enraizadas que flotan libremente como la lenteja de agua (*Lemna minor*) y la hierba guatona (*Limnobiium laevigatum*) (Muñoz, 2003).

Hualves: Son los bosques húmedos con vegetación nativa, anegados de agua con drenaje deficiente. Formados por mirtáceas nativas como: temu (*Blepharocalyx cruckshanksii*), chequén (*Luma chequen*) y pitra (*Myrceugenia exsucca*) (MMA, s.f). Los hualves se presentan en suelos saturados por una napa freática de nivel fluctuante que libera temporalmente el agua del suelo en la época de verano. Se encuentran en áreas deprimidas del paisaje y en las orillas de los cursos de agua; contribuyen a regular el cauce de los ríos, ya sea, disminuyendo los procesos erosivos que ocurren en las riberas, controlando inundaciones y actuando como tampones para retener sustancias disueltas o suspendidas en el agua del suelo (Gerding, 2010). En Chile, los humedales boscosos de agua dulce están representados fundamentalmente por los “pitrantos”, también conocidos como hualves, que significa pantano o ciénaga en mapudungun. Estos se distribuyen entre Coquimbo y Puerto Montt a través de la cordillera de La Costa, la depresión intermedia y en sectores de mediana altura de la cordillera de Los Andes (Ramírez 1982, San Martín et al. 1988).

Ñadis: Corresponden a grandes extensiones de terrenos planos, con un suelo formado por una delgada capa orgánica (20 a 50 centímetros de espesor) que descansa sobre un sedimento de acarreo fluvio-glaciar. Estos depósitos fluviales están separados del suelo orgánico por una capa impermeable, cementada por óxidos de fierros y aluminios que son llamados comúnmente “fierrillos”. Esta capa impide el paso de la lluvia hacia los estratos inferiores y también la capilaridad del agua desde la napa freática. Por esto, los ñadis son biotopos con características extremas, ya que permanecen anegados durante la temporada de invierno y se secan por completo en el verano (Ramírez et. al, 1985).

Por otra parte, ñadi proviene del mapudungún y su significado es “pantano de temporada” (Carmona, 1981). Los ñadis mantienen una cubierta boscosa en

condiciones normales, que se compone de varios tipos forestales como arbustos, matorrales o formaciones del tipo de turbera. Actualmente, presenta principalmente praderas para el uso agrícola y ganadero (Ramírez, 1996), que fueron habilitadas mediante drenajes.

Mallín: Presentan una napa freática superficial en al menos una porción importante de su superficie con un sustrato geológico impermeable en el subsuelo. Esta acumulación de agua da origen a una condición de alta humedad, que permite el desarrollo de especies vegetales tolerantes a los suelos saturados, originando suelos muy ricos en materia orgánica (MMA, s.f). Este tipo de humedal se caracteriza por la presencia de especies vegetales hidrófilas, las cuales están adaptadas a las fluctuaciones del nivel del agua. También presentan una cobertura vegetal densa, dominada principalmente por plantas herbáceas que corresponden a las familias Juncaceae, Cyperaceae y Poaceae (Iriondo et al. 1974; Raffaele 1999).

Turbera: Son un tipo de humedal en el cual se deposita materia orgánica en diferentes estados de degradación anaeróbica (proceso biológico que se desarrolla sin oxígeno). Se forman en áreas deprimidas del terreno donde el agua se acumula o fluye lentamente, limitando la actividad biológica (Schlatter & Schlatter 2004). Este material acumulado se le llama turba, consiste en un 90% de agua y 10% de restos de plantas como líquenes, briófitos y herbáceas de medios húmedos, entre otros (CKPP, 2008). Se originan cuando en una laguna o pantano el material orgánico depositado excede al material descompuesto, resultando en un relleno de material orgánico (Domínguez & Larraín, 2013). Una vez que son rellenados del material vegetal que generalmente sobresale del nivel freático, formándose un estrato superficial biológicamente activo, conformado por asociaciones de vegetación dentro de la cual predominan los musgos del género *Sphagnum* y las plantas hidrófilas con gran capacidad de retener agua (Iturraspe & Roig, 2000).

En Chile, los ecosistemas de turberas están asociados a la región de tundra magallánica definida por Pizarro (1977) y se extienden desde el Golfo de Penas (48°S) hasta el extremo sur de América del Sur (56°S). No obstante, es posible observar incursiones hacia el norte, como por ejemplo en la Cordillera Pelada de Valdivia (40°S) y en la Isla Grande de Chiloé (42°S) (San Martín et. al, 1999), que corresponden a remanentes de la tundra magallánica (Villagra, 1988).

Vega: Corresponden a humedales donde la principal fuente hídrica proviene de aguas subterráneas. Estos se encuentran principalmente en áreas pantanosas del altiplano y la puna como un tipo de pradera nativa poco extensa de humedal permanente compuesto principalmente por plantas de la familia Cyperaceae y Juncaceae (MMA, s.f). También son descritas como terrazas fluviales planas formadas por los sedimentos que arrastran y depositan esteros y ríos de poca pendiente en sus orillas, es decir, que en la medida que el río profundiza su cauce y baja la napa freática, las terrazas no reciben nuevos sedimentos, el suelo mejora su drenaje y las inundaciones se hacen esporádicas, dando origen a las vegas (Gerding, 2010).

A nivel global, se registra que la pérdida de humedales continentales es sistemáticamente mayor, y ocurrido a un ritmo más acelerado, en comparación con la pérdida de los humedales costeros naturales. Según el Plan Nacional de Protección de

Humedales 2018-2022, los humedales continentales disminuyeron entre un 69% y un 75%, en tanto la extensión de los humedales costeros se redujo en un 62% (Alonso, 2023), no obstante, ambos tipos de humedales registran una disminución significativa.

1.3.4 Servicios ecosistémicos de los humedales.

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos del mundo, debido a que suministran servicios tales como el agua.

Los servicios de abastecimiento son los productos obtenidos directamente de la estructura biótica, hidrológica y geológica de los ecosistemas, estos incluyen agua de buena calidad, agua para diferentes usos, producción de recursos alimentarios y la producción de materias primas biológicas y minerales. Mientras que los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de manera indirecta del funcionamiento de los ecosistemas. Se incluye la regulación hídrica, la purificación del agua, el control de la erosión del suelo y el cambio climático. Finalmente, los servicios culturales son los beneficios intangibles o no materiales que obtiene la población a través de experiencias tales como el turismo, la contemplación, o la educación (Massa, 2018). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) considera también a los servicios de apoyo o soporte, que son los necesarios para la producción del resto del ecosistema, tales como la producción primaria, la formación del suelo y el ciclo de nutrientes (Caro & Mora, 2015).

Al margen de las diferencias de las categorías anteriores en las clasificaciones, estas últimas coinciden en el papel fundamental que desempeñan estos sistemas naturales en incontables procesos de carácter hidrológico, geomorfológico y ecológico; a la vez que poseen significativos valores estéticos y de valiosas nociones respecto a los usos tradicionales de suelo. Ya que en muchas regiones no solo constituyen un componente valioso del sistema natural, sino que también del sistema socioeconómico.

Según Quintana (2018), los humedales se encuentran entre los ecosistemas que presentan la mayor cantidad de bienes y servicios, aunque cuesta reconocerlos porque la mayoría son servicios públicos. Dentro de estos servicios públicos se considera el control microclimático, de la erosión e inundaciones; que si bien no tienen precio contribuyen al bienestar del sistema socioeconómico, a diferencia de los bienes que se comercializan (Massa, 2018). Asimismo, el autor separa las categorías de valor de uso directo, que derivan de los usos que se hacen de los recursos y servicios del humedal como la madera para generar energía o realizar construcciones, agua para riego y medioambiente natural para recreación de los del valor de uso indirecto asociado a los servicios indirectos provocados por las funciones de los humedales, tales como la protección contra las tormentas o retención de nutrientes. La dificultad de reconocimiento de los servicios públicos en los humedales viene desde el desconocimiento de las funciones de estos y de su no valorización en el mercado. Un aspecto que considerar para gestionar estos ecosistemas es que la provisión de bienes y servicios depende de las propiedades naturales del humedal, las cuales no se repiten en los ecosistemas vecinos. Así mismo, los servicios brindados por los humedales están infravalorados, ya que durante muchos años han sido considerados zonas insalubres e

improductivas, siendo desecados por motivos sanitarios o por su potencialidad para los usos agrícolas e inmobiliario (Viñals y Alonso, 2016; Dugan, 1990).

Los bienes (recursos naturales que se agotan) y servicios que los ecosistemas proveen a la sociedad dependen de los componentes, la estructura y los procesos ecológicos que ocurren en ellos. En el caso de los humedales estas características se vinculan con aspectos hidrológicos, geológicos, geomórficos y ecológicos. Estos bienes y servicios inciden en la calidad de vida de la población local, y muchos no son valorados en la economía inmediata o sencilla en términos de mercado (González, 2015).

En muchas regiones, los humedales no son solo un componente elemental del sistema natural sino también del socioeconómico, formando parte del patrimonio popular y siendo una herramienta de gran valor en la educación ambiental. Los lagos y humedales suponen una de las principales reservas de biodiversidad a nivel planetario, siendo también una fuente elemental de servicios ecosistémicos para la sociedad, tanto de abastecimiento como de regulación o cultural (Massa, 2018).

Tabla 1. Principales funciones, bienes y servicios de los humedales.

Funciones	Bienes	Servicios
<p>Hidrológicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Control de inundaciones. -Recarga de agua subterránea. -Descarga de agua subterránea. -Generación de cursos superficiales. <p>Bioquímicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Retención de nutrientes. -Retención de sedimentos. -Acumulación de turba. <p>Ecológicas</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mantenimiento de los ecosistemas. -Soporte de red alimentaria o trófica. 	<ul style="list-style-type: none"> -Agua potable y de riego. -Banco de información genética. -Bienes culturales. -Especies de interés cinegético. -Ganadería. -Madera y celulosa. -Materiales para la construcción. -Ocio, recreo y turismo. -Pesquerías comerciales y deportivas. -Plantas medicinales. 	<ul style="list-style-type: none"> -Almacenamiento de agua. -Depuración de aguas -Retención y asimilación de contaminantes. -Conectividad. -Control de inundaciones. -Control de la erosión. -Control microclimático. -Generación y fertilidad del suelo. -Mantenimiento de la calidad del agua y del suelo. -Retención de sedimentos. -Sumidero y/o fuente de nutrientes. -Espacio para el placer estético y emocional -Espacio para la educación y el ocio. -

Fuente: De Valoración de servicios ecosistémicos y planificación: una propuesta de gestión sostenible del turismo en humedales por Massa, 2018, p. 6.

La alteración de un humedal por obras o acciones sin tener en cuenta la dependencia hídrica en función de los servicios ecosistémicos, afecta directamente su funcionamiento y también el de los ecosistemas vecinos. Debido a que no hay una valoración económica de estos bienes y servicios, se genera una amenaza a la integridad ecológica de los humedales, potenciando el riesgo de pérdida de estos ambientes, así como también de los beneficios que ofrecen (Kandus et al., 2018).

1.3.5 Principales amenazas a los humedales.

Los humedales están sometidos a numerosos tipos de impactos, son considerados como uno de los ecosistemas más susceptibles ante perturbaciones a escala de la cuenca (Peña-Cortés et al. 2006). Entre las principales causas se encuentran la obtención de suelos aptos para la agricultura y para el establecimiento de proyectos inmobiliarios (Ramírez et al. 1983, Solervicens & Elgueta 1994, Ramírez et al. 1995, Ojeda 1998, Hauenstein et al. 1999). En ambos casos, los humedales son drenados y rellenados por lo general, transformándolos en canales o pozas temporales receptoras de basura y residuos debido al proceso de expansión de proyectos inmobiliarios (Figueroa et al, 2009). Además de ser utilizados como fuentes de extracción de leña para uso doméstico (*Blepharocalyx cruckshanksii* y *Myrceugenia exsucca*), lo que genera destrucción de los hábitats, además de una mayor penetración de luz solar, y por consecuencia, cambios en las características químicas del agua (Correa-Araneda et. al, 2011), lo que podría conllevar modificaciones en la trama trófica.

También pueden verse afectados en todas las regiones del mundo en su hidrología y sus funciones por el cambio climático, manifestándose en el aumento de las temperaturas, sequías, inundaciones, aumento de la salinidad y CO₂. Estos cambios afectan en las funciones fundamentales del ecosistema y de servicios ecosistémicos tales como: almacenamiento de carbono, hábitat de la vida silvestre y calidad del agua (Junk et. al, 2013). Los impactos negativos del cambio climático se verán agravados por otros factores de estrés como las especies invasoras y los cambios de uso del suelo, que potencialmente incrementan las dificultades de manejo y restauración de los humedales, además de la extinción de especies endémicas (Erwin, 2009).

Los asentamientos humanos son habituales a través de los corredores fluviales, los que pueden provocar alteraciones que plantean desafíos en la gestión de humedales conforme los impactos ocasionados río arriba se acumulan a lo largo de la vía fluvial (DuBow, 2013; Tockner y Stanford, 2002). A medida que aumenta la demanda de recursos fluviales, se espera que estos problemas empeoren (Baron et. al, 2002). La extracción de agua en los humedales estuarinos en conjunto con el aumento del nivel del mar puede causar la acumulación de sales solubles en la superficie, como también en las aguas subterráneas. Esto genera estrés en las especies que habitan en estos ecosistemas, incluso podría gatillar un colapso de la vegetación en los humedales estuarinos (Perry & Atkinson, 2009; Middleton & Souter, 2016).

Las amenazas se clasifican en físicas cuando tienen la capacidad de alterar el ecosistema, cambiando su estructura y funcionamiento; biológicas cuando afectan componentes bióticos del sistema; y químicas cuando alteran componentes abióticos específicos del sistema. En este último caso, por ejemplo, si la concentración de los compuestos químicos sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema, el sistema podría verse afectado en su totalidad (Font, 2017).

Tabla 2: Resumen de amenazas en los ecosistemas de humedales.

Amenazas físicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Alteración dinámica de la barra terminal, entorpecimiento de la conexión con sistemas hídricos salinos en los humedales costeros. ● Extracción de agua subterránea y superficial. ● Extracción y modificación de caudal de agua superficial de tributarios. ● Deforestación de la vegetación riparia y su impacto en los procesos erosivos. ● Incendios de formaciones vegetales y quema de vegetación ripariana. ● Drenaje de zonas de humedales (explotación de turberas). ● Sedimentación de ecosistemas de humedales. ● Alteración del tiempo de residencia del agua. ● Expansión de zonas urbanas e industriales.
Amenazas biológicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Pastoreo y ramoneo en zona de humedales. ● Eutroficación por excrementos y orina (pastoreo). ● Descarga de residuos líquidos orgánicos domésticos. ● Proliferación de algas tóxicas. ● Depredadores domésticos que afectan a la avifauna. ● Monocultivos, por simplificación y fragmentación del ecosistema circundante, y pérdida de biodiversidad. ● Extracción de biomasa (ejemplo: leña). ● Deforestación de la vegetación ripariana y su impacto en la biodiversidad por pérdida de ecosistema. ● Introducción de especies exóticas.
Amenazas químicas	<ul style="list-style-type: none"> ● Contaminación difusa proveniente del uso de agroquímicos en la agricultura. ● Descarga de riles (urbanos e industriales) con alta concentración de nutrientes y sales. ● Descarga de riles y variación de temperatura. ● Descarga de metales pesados ● Deforestación de la vegetación riparia y su impacto en la temperatura.

Fuente: De Humedales: Definiciones, funciones y amenazas por Font, 2017, p. 5.

1.3.6 Cambio climático.

El clima es consecuencia del vínculo que se presenta entre la atmósfera, los océanos, la criosfera (capas de hielo), la biosfera (organismos vivos) y la geosfera (suelos, sedimentos y rocas). Bajo esta visión holística, es posible concebir los flujos que se producen entre la materia y la energía en la atmósfera, para comprender el cambio climático global (GCCIP, 1997). Los cambios climáticos han existido desde el inicio de la historia del planeta, sin embargo, se señala por expertos que el clima en la actualidad cambia por causas naturales y causas de origen antropogénico (Arianne, 2021).

El cambio climático es el resultado de un modelo de desarrollo económico insostenible de los países más industrializados, altamente dependiente de los combustibles fósiles a los que se les atribuye la mayor contribución de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, además de otras actividades humanas. La convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (IPCC, 2013). El Cuarto Informe del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) constata que el cambio climático es “inequívoco”, “acelerado” e “inducido por la actividad humana”, el aumento previsto para la temperatura global por encima de 2°C para finales del siglo, debido a las concentraciones crecientes de gases de efecto invernadero, conlleva consecuencias potencialmente peligrosas para la humanidad (Borrás, 2016).

El IPCC recomienda dos medidas parcialmente complementarias que podrían amortiguar las causas o consecuencias del fenómeno global. La primera se trata de adaptación o ajuste climático proyectado, que gravita en reducir la vulnerabilidad y exposición a la variabilidad climática promoviendo sinergias con el desarrollo, además de la capacidad de reducir o evitar los daños que emanen de esta. Mientras que la segunda medida, refiere a la mitigación, como estrategia dirigida a acabar con las causas que originan la variabilidad climática, de tal manera que se reduzcan las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) mundiales y potencien la construcción de sumideros de carbono (Canaza. et al, 2021).

Por otra parte, mientras el fenómeno no sea reconocido como un problema real e importante en la vida de las personas, este no suscitará la presión y adhesión pública para realizar medidas de mitigación y adaptación, tampoco incrementará su peso relativo en la jerarquía de prioridades de las agendas políticas y sociales (Lezama, 2008); (Wolf y Moser, 2011).

1.3.7 Escenario chileno en el cambio climático.

Chile presenta un escenario de cambio climático en el que se completan 14 años de sequía, acompañado de un aumento en las temperaturas y olas de calor, más la disminución de las precipitaciones. Las proyecciones del MMA indican que los eventos meteorológicos extremos se van a acentuar en frecuencia, intensidad y duración, tales como: duración de las olas de calor, frecuencia de las sequías y aumento de las marejadas que trae como consecuencia la erosión de las playas (DGAC, 2022). El país es altamente vulnerable (ONU, 2022). La vulnerabilidad climática frente a eventos extremos en Chile se encuentra bajo condiciones de riesgos de desastre, como tsunamis, terremotos e incendios. El cambio climático no solo genera problemas de agua o calor, sino también incrementa la ocurrencia de efectos extraordinarios como lluvias intensas, aluviones y otros tipos de amenazas naturales que afectan a millones de personas a lo largo del país (Guzmán, 2022).

Las condiciones que hoy se experimentan son las que se proyectan a futuro debido al cambio climático, si bien no todas las condiciones de la mega sequía son debido al cambio climático. Según la actualización del CR2 (2022) “los modelos climáticos -que ya tienen adecuados los niveles de gases de efecto invernadero- señalan que la disminución de precipitaciones en este período debería ser de menos de 10%, pero en forma sostenida se han tenido déficits de 30% o más”. La actual sequía es el adelanto de lo que será el clima en el futuro y es por ello que el escenario actual sirve como preparación para las próximas décadas con escasez hídrica.

1.3.8 Marco regulatorio de agua en Chile.

La ley que regula el agua en Chile es el Código de Aguas creado en 1981, el que se caracteriza por crear una nueva categoría de derechos: consuntivos y no consuntivos. El derecho consuntivo se refiere al derecho de consumo de aguas sin que puedan reutilizarse superficialmente, siendo el caso de los derechos solicitados para actividades para riego, minería, industria y uso doméstico. Aun así, siempre existe una fracción significativa de los usos consuntivos que retorna al cauce, ya sea de forma directa o difusa, provocando en algunos casos problemas de contaminación (Larraín, 2006). Mientras que los derechos no consuntivos son aquellos donde se posibilita el empleo de agua sin consumo, obligando a restituir en la misma calidad, cantidad y oportunidad (generación eléctrica, pisciculturas, etc.) (MOP, s.f).

El artículo 6 del Código de Aguas, define el derecho de aprovechamiento como un derecho real que recae sobre las aguas y que consiste en el uso y goce de ellas a su titular en conformidad de la ley, expresando este derecho de aprovechamiento en unidad de volumen por unidad tiempo. Este derecho se ha entendido como un poder subjetivo que habilita para usar aguas que se encuentren en una fuente natural, (Figueroa, 2003) es decir, la posibilidad de extraer una cantidad de agua y usarla de forma privada. Según Segura (2002), el derecho no se refiere a cierta agua en específico, sino que consiste en un derecho de extracción, que permite extraer las aguas que se encuentren en el cauce o en el acuífero en el momento en que el titular del derecho las usa.

Si bien, el Estado puede regular los derechos de aprovechamiento de aguas bajo ciertas circunstancias críticas, los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) eran entregados a perpetuidad sin existir causales para su revocación, hasta la reforma del Código de Aguas en 2022 (Ley 21.435), en que se promulgó conceder dichos derechos hasta por 30 años, prorrogables automáticamente. Asimismo, el acceso al agua no era consagrado como un derecho humano, sino hasta dicha reforma Reconociendo así el acceso al agua y saneamiento como un derecho humano esencial que debe ser garantizado por el Estado. También se otorgó prevalencia a los usos de consumo humano, doméstico de subsistencia y saneamiento, ya sea en el otorgamiento o limitación de DAA. El uso doméstico de subsistencia es el aprovechamiento que una persona o familia hace del agua que ella misma extrae para satisfacer sus necesidades de bebida, aseo personal, bebida para sus animales y cultivo de productos hortofrutícolas indispensables para su subsistencia.

1.3.9 Riesgo hídrico rural asociado al cambio climático.

En el escenario de cambio climático mencionado, la escasez hídrica se puede desarrollar por motivos que van más allá de las condiciones climáticas, como la gestión, regulación e infraestructura que condicionan el acceso, propiedad y utilización para actividades productivas que para desarrollarse requieren de grandes volúmenes de agua, generando desigualdades hídricas en el territorio ya sea a nivel local. Por ello, la necesidad de satisfacer la multiplicidad de usos del agua, incluyendo el consumo humano, el desarrollo productivo, prácticas culturales o de conservación en los territorios, provocando el aumento en el consumo del agua y con ello, el riesgo a la inseguridad hídrica bajo los efectos del cambio climático (Álamos et. al, 2021).

La oferta o disponibilidad del agua para un territorio depende de las precipitaciones, aportes de glaciares, acuíferos subterráneos, embalses, vegetación y de cómo en conjunto todos estos flujos transitan a través de una cuenca (CR2, 2020).

Para comprender la seguridad hídrica se requiere de la combinación de dos miradas (Urquiza & Billi, 2020). La primera es de corte transversal para evaluar el acceso equitativo, la cantidad y calidad de los servicios ofrecidos en los diferentes territorios, o de manera inversa, que evidencie las brechas en términos de acceso y/o equidad (Bohoslavsky & Justo, 2011; UN WATER, 2013; Wood et al., 2019). Mientras que la segunda se trata de una perspectiva longitudinal que busca examinar la sostenibilidad y resiliencia de los servicios frente a distintos tipos de amenazas en el tiempo (Grizzetti et al., 2016; Hussien et al., 2018; Peña, 2016). La intersección entre estas dimensiones analíticas permite revelar los diferentes niveles de inseguridad hídrica y priorizar aquellos territorios que enfrentan brechas de acceso que limitan la satisfacción de las necesidades del sistema, como también los riesgos que puedan afectar la provisión de los satisfactores de dichas necesidades en el futuro (Álamos et. al, 2021).

El riesgo hídrico es definido por la Cepal como la situación en que el territorio no es capaz de garantizar la sostenibilidad de los servicios y su capacidad de respuesta y adaptación frente a las posibles amenazas, en este caso se dirá que el territorio enfrenta situaciones de riesgo hídrico. Esta condición estará mediada por el grado de exposición a las amenazas, así como a las condiciones de vulnerabilidad que son propias de cada sistema (ecosistemas, sistemas técnicos de suministro y sistemas socioculturales) que están involucrados en la provisión de los servicios hídricos (Urquiza & Billi, 2020).

El riesgo está compuesto por las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad. En el caso de las amenazas, estas pueden ser de carácter natural o antrópico. Las amenazas de carácter natural comprenden eventos extremos como erupciones volcánicas, terremotos, lluvias intensas que pueden provocar aluviones e inundaciones, sequías prolongadas, etc. Mientras que las amenazas de carácter antrópico son las que pueden afectar la provisión de servicios hídricos en la cuenca como la contaminación de las fuentes hídricas, cambios morfológicos y ecológicos en los sistemas hídricos por construcción de infraestructuras, etc. (Urquiza & Billi, 2020). En el caso de la exposición, es la distribución territorial de las personas y bienes que pueden verse afectados ante un evento catastrófico, relacionada directamente con el grado de amenaza y la

vulnerabilidad (Andrade, 2015). La exposición ante las amenazas puede afectar en la necesidad de un servicio hídrico, a medida que los cambios en los regímenes o eventos extremos climáticos alteran la oferta hídrica para la producción de agua potable, llevando a la instalación de nuevas infraestructuras como sistemas de almacenamiento de agua a nivel de cuenca o domicilio, además de un mayor uso de sistemas eficientes para el uso del agua. Por ello, la importancia de que los sistemas de provisión tengan un sistema sostenible, para evitar que el sistema se convierta a sí mismo en una fuente de riesgos futuros para el territorio y su población (Urquiza & Billi, 2020). Por último, la vulnerabilidad son las debilidades y fallas del sistema de gestión de recursos hídricos que impiden que el sistema funcione de manera óptima (Huang & Cai, 2009). Sumando a este concepto la sensibilidad en el territorio por grupos vulnerables de la población por situación económica o características del territorio asociadas a la preexistencia de situaciones de escasez hídrica como ocurre en amplias zonas de Chile (Valdés-Pineda et al., 2014), Perú (Williams y Murray, 2019) y México (Raynal-Villasenor, 2020). La vulnerabilidad también está relacionada a la capacidad de respuesta de un territorio frente a las amenazas, si este se caracteriza por tener un alto grado de flexibilidad, diversidad o redundancia de fuentes (ej.: subterráneas, superficiales, reutilizada, lluvia o de mar, etc.) así como también infraestructura hídrica (embalses, desaladoras, de tratamiento de aguas residuales y obras de protección de inundaciones o infraestructura verde) podrá mantener o recuperar rápidamente su nivel de suministro de servicios hídricos en caso de amenazas (Urquiza & Billi, 2020).

En Chile, desde 2009 hasta la actualidad se presenta la sequía más prolongada de la que se tiene registro, conocida como megasequía, la cual afecta principalmente entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía con déficits de precipitación entre 25 y 45% (CR2, 2015; Garreaud et al., 2019). Se ha decretado emergencia hídrica y agrícola en 16 regiones, para la que deberán implementarse medidas severas en algunos casos (Aqua Fundación, s.f). Chile está entre los 18 países con mayor riesgo hídrico, siendo el primero de América Latina, alcanzando en 2019 un déficit hídrico de 77% por la falta de lluvias; más de 1.400 kilómetros a lo largo del territorio se encuentran en estado de emergencia hídrica; el 38% de la población chilena ha sido afectada por la desertificación y el 72% de la superficie presenta algún grado de sequía (Aqua Fundación, s.f). Es necesario enfatizar en que la sequía es un desastre natural crónico que ocurre con frecuencia en diferentes países del mundo, siendo lenta su gestión, a la vez que su mitigación no es tan predecible en comparación a otros desastres como las inundaciones repentinas, terremotos o ciclones. Los impactos de la sequía en el desarrollo económico y la vida social son más profundos que los de otros desastres naturales (Liu & Chen, 2021).

Se presentó un Plan Sequía para enfrentar la crisis hídrica, que busca aumentar la disponibilidad del agua y mejorar la eficiencia de su uso para asegurar el abastecimiento para el consumo humano y la producción de alimentos (Gob, s.f). Este Plan de Sequía pone énfasis en cuatro ejes para cumplir su objetivo: el uso de agua desalada, principalmente en las regiones de Coquimbo y Valparaíso; la tecnificación del riego para la producción de alimentos, a través de inversión pública para los sistemas de regadío y canales, embalses, tranques, pozos y encauzamiento en ríos; el aumento de recursos para los sistemas de agua potable rural y el uso eficiente del recurso en las ciudades, que consiste en un trabajo coordinado con las municipalidades para la creación de

ordenanzas municipales que sancionen el riego de los jardines durante el día, riego por tendido de los parques y plazas, el lavado de autos con manguera y otros tipos de usos irresponsables del agua (Gob, s.f). No obstante, la sociedad chilena carece de cultura de cuidado del agua y tampoco se toma conciencia de la magnitud del problema hídrico. Esta postura puede deberse a que se cuenta con un recurso de calidad disponible, especialmente en las zonas urbanas, que tras su uso es tratado para volver a los cauces naturales. Por tanto, la población no percibe el valor del recurso, no solo desde un punto de vista económico, sino desde una perspectiva natural y económica. Lo que lleva a una carencia de cuidado del agua para garantizar su sustentabilidad en el corto y mediano plazo (Pizarro, et al, 2021).

Así también, no se debe olvidar que el agua subterránea sostiene numerosos ecosistemas, siendo de una evolución más lenta que el agua superficial y por ello constituye una reserva que tiene la capacidad de amortiguar los efectos de las sequías (Custodio et al., 2017). Por lo tanto, su explotación, cada vez más intensiva conforme se agotan las fuentes superficiales, pone en riesgo su perennidad dado que no se ha acompañado su consumo con conocimiento y legislación adecuada, teniendo como resultado la sobreexplotación de acuíferos y exclusión de los pequeños usuarios para acceder al agua (Santos, 2019). En Chile, las aguas subterráneas no han sido consideradas adecuadamente en la legislación y por gestores de recursos hídricos, aun si forman parte de un ciclo hidrológico único estrechamente interrelacionado con las aguas superficiales (Baeza, 2020).

1.3.10 Sistemas de Agua Potable Rural

Los sistemas de agua potable rural, bajo la Ley 20.998 son definidos como servicios sanitarios rurales que prestan servicios de agua potable y saneamiento a las comunidades rurales sin fines de lucro para su uso doméstico. El uso doméstico se entiende como el destinado para el consumo familiar o para pequeñas actividades comerciales o artesanales (que determine el reglamento en función de volúmenes de consumo). Además, requiere el abastecimiento de agua de calidad, en cantidad y continuidad, en forma universal para todos los usuarios que se ubiquen dentro del área de servicio (Biblioteca del Congreso Nacional, 2017).

El Programa de Agua Potable Rural, se inicia en Chile en 1964 como parte de la respuesta pública a la constatación de que un 94% de la población rural, a inicios de la década de los 60, no contaba con agua potable. Teniendo así las secuelas asociadas a la ingesta de agua no potable como la morbilidad y mortalidad, sobre todo infantil (DOH, 2015).

Este programa es de carácter nacional y está dirigido a la Población Rural Concentrada (localidades que tienen entre 150 y 3.000 habitantes con 15 viviendas por km de calle o de la futura red de agua potable), y a la Semiconcentrada (de al menos 80 habitantes y una concentración mínima de 8 viviendas por km de calle o de futura red de agua potable) que carecen de agua potable rural o que tienen el servicio del programa pero que necesita ser ampliado o mejorado (DOH, 2007).

Se establecen normas técnicas para que todos los sistemas nuevos puedan cumplir con proporcionar agua potable en calidad, cantidad y continuidad del servicio (Fundación Amulén, 2020). Tanto en los proyectos nuevos de instalación como en los de ampliación y mejoramiento participan los gobiernos regionales, por intermedio de su respectivo Consejo Regional, el que selecciona a partir de proyectos elegibles que han aprobado su factibilidad técnica, económica y social. El Estado subvenciona íntegramente la instalación de la infraestructura y con las tarifas posteriores de los beneficiarios del sistema se debe financiar la operación, administración y mantenimiento de los servicios de agua potable (DOH, 2007).

En noviembre de 2020, entró en vigencia la Ley 20.998 sobre los Servicios Sanitarios Rurales, que establece el marco jurídico e institucional que regula la prestación de servicios sanitarios rurales, entendiéndose como tales la recolección y tratamiento de las aguas servidas. Un servicio sanitario rural se define como aquel que consiste en la provisión y saneamiento de agua potable y/o saneamiento sin fines de lucro en las comunidades rurales, para uso doméstico, y requiere el abastecimiento de agua de calidad, en cantidad y con continuidad en forma universal para todos los usuarios que se ubiquen en el área de servicio (Biblioteca del Congreso Nacional, 2017).

Existe un 47,2% de población rural que no cuenta con un abastecimiento formal de agua potable y que se concentra en la macrozona sur, conformado por las regiones que poseen una mayor población rural que se abastece mediante fuentes informales, a saber, La Araucanía (71%), Biobío (68%), Los Lagos (64%) y Los Ríos (62%). Esta población se abastece de agua mediante fuentes informales de agua superficial como ríos, vertientes, esteros, lagos; de agua subterránea (pozos y norias) o camiones aljibes en los casos donde no hay fuentes de agua superficial o subterránea (Amulén, 2020). La situación de las zonas sin agua potable se divide en dos grandes tipos: las localidades semiconcentradas que tienen o no tienen sistemas de APR y las localidades, con una densidad poblacional más baja que las semiconcentradas. Se presentan problemas de abastecimiento en los dos casos anteriores, por ejemplo, en las localidades semiconcentradas que tienen sistemas de APR es común que se produzcan fallas o cortes en sus suministros, principalmente por falta de mantención, aunque también por cambios en las condiciones climáticas.

1.3.11 Resiliencia en los sistemas socio ecológicos.

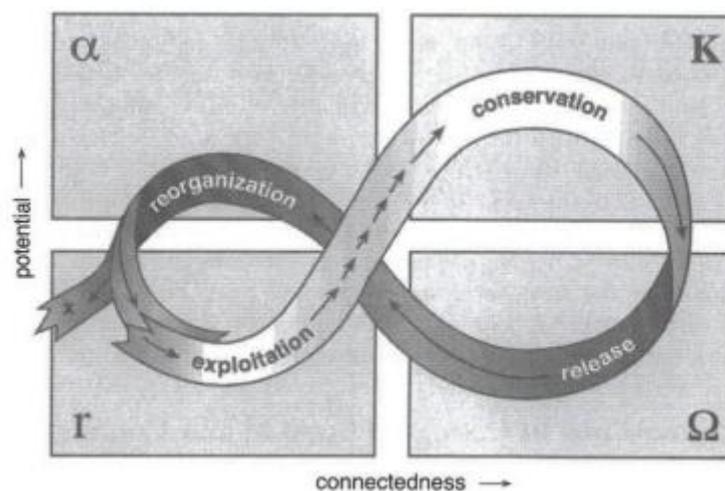
El enfoque de sistemas socio ecológicos entiende a estos como un entramado de relaciones en torno a los recursos que son necesarios para la vida humana, dónde interactúan variables sociales y ambientales, siendo no solo un sistema que se estructura en base a un problema ecológico, sino también considerando a los sistemas sociales que interactúan en un espacio determinado (Ostrom, 2009).

Es así, que los sistemas socio-ecológicos adquieren un papel fundamental en los estudios ambientales contemporáneos, no sólo porque permiten englobar los ámbitos sociales y ecológicos, sino que además el concepto reconoce la dinámica y cambios que sufre una comunidad y al recurso que gestiona como factores centrales (Semerena & Hernández, 2014).

La resiliencia es la velocidad con la que una comunidad retorna a su estado inicial después de haber sido perturbada por un disturbio (Quintana et. al, 2014). Fue planteada por Holling (1973) como la capacidad de un sistema de absorber y aprender de las perturbaciones a las que se ve sometido para conseguir salir adelante sin cambios sustanciales en su estructura y funciones. Añade, que desde ese punto de vista un sistema puede ser muy resiliente y fluctuar mucho, teniendo poca estabilidad. Es una propiedad emergente de los ecosistemas y se relaciona con el comportamiento de autoorganización mantenido en el tiempo. La autoorganización es la interacción entre la estructura del ecosistema y los procesos que permiten el desarrollo del sistema, independiente de las condiciones iniciales (Gunderson, 2000).

El ciclo adaptativo es planteado por Holling (1986), como una metáfora para describir las cuatro fases que ocurren de manera común en los procesos de cambio de los sistemas complejos como resultado de su dinámica interna e influencia externa. Es decir, en su crecimiento, conservación, liberación o destrucción creativa y posterior reorganización (Castillo & Velásquez, 2015). La primera fase (**r**) es donde ocurre el crecimiento y se caracteriza por la disponibilidad de recursos, estructura de acumulación y alta resiliencia. Conforme incrementan la estructura y conexiones entre los componentes del sistema, crece la cantidad de energía requerida para mantenerlo. La segunda fase (**K**) en la que el ritmo de crecimiento de red se ralentiza y el sistema se vuelve más interconectado, con menos flexibilidad y más vulnerabilidad a las perturbaciones externas. Estas dos fases (**r-K**), se integran en un bucle de crecimiento que se denomina *front loop*, que corresponde al proceso de sucesión ecológica en los ecosistemas, constituyendo los modos de desarrollo en las sociedades (Walker et al, 2006). El paso de la fase k de conservación a la fase conocida como (Ω), corresponde a la liberación, que puede suceder en apenas un latido, una perturbación puede ser suficiente para que se produzca. Por lo general, cuanto más prolongada haya sido la fase de conservación, menor es el shock para pasar a esta fase (García, 2019). Finalmente, la cuarta fase (α) consiste en la reorganización y equivale a la fase de innovación y reestructuración en la sociedad. Estas dos últimas fases constituyen un segundo bucle llamado *back loop*, resultando en una nueva fase r que podría ser similar a la fase r previa o con ligeras diferencias (Walker, 2006).

Figura 1: Fases de los ciclos adaptativos



Fuente: Holling y Gunderson (2002).

1.3.12 Resiliencia de los humedales

Los humedales en su estado natural son relativamente resilientes al cambio climático debido a su naturaleza semi acuática. La resiliencia ecológica que poseen los humedales está relacionada con el cambio lento de variables edáficas tales como los niveles de nutrientes del sustrato, el pH, el potencial redox, como también factores climáticos en un largo plazo. Esto se comprueba en los ciclos de sequía e inundación, procesos de sedimentación, ciclos de pastoreo, entre otros (Quintana et. al, 2014). Los sistemas acuáticos, como los humedales, son resilientes a las inundaciones y sequías especialmente cuando están bien conservados como el sistema costero Rocuant-Andalién en la región del Biobío, que pudo absorber el impacto del tsunami del 2010. Es decir, pueden ser usados positivamente para reducir los riesgos por desastre y mejorar la disponibilidad de agua (Santos, 2019).

En la última década, se ha trabajado el concepto de infraestructura verde, que consiste en considerar a los ecosistemas como un tipo de infraestructura (Cardoso da Silva y Wheeler, 2017), sustentado por los autores en que los ecosistemas sanos proveen de bienes y servicios, siendo consumidos por el ser humano directa o indirectamente a través de las interacciones con otras infraestructuras de origen antrópico. El término “infraestructura verde” fue usado por primera vez en 2004 por la Comisión de Corredores de Florida y fue definido como una red interconectada conformada de áreas naturales y otros espacios que conservan los valores y funciones de los ecosistemas naturales, como mantener el aire y agua limpios, proveyendo un amplio abanico de beneficios a la vida silvestre y humana (Benedict y Mahón, 2006). Siendo una herramienta para proporcionar beneficios ecológicos, económicos y sociales a través de soluciones naturales que ayudan a entender las ventajas que ofrece la naturaleza a la sociedad para movilizar inversiones que sostengan y mejoren estos beneficios (Comisión Europea, 2013).

En esta línea, son consideradas como soluciones basadas en la naturaleza que pueden proporcionar una multitud de servicios de gran valor social, ambiental y económico para la sociedad. Estas representan acciones que tienden a la mitigación y adaptación al cambio climático con un enfoque ecosistémico basado en el ciclo del carbono y la sustentabilidad de recursos naturales (Marquet et. al, 2021). El Comité Científico de Cambio Climático las define como:

“Acciones para proteger, gestionar de forma sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que abordan los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente bienestar humano y beneficios para la biodiversidad, con el cambio climático, la seguridad alimentaria, los riesgos de desastres, la seguridad hídrica, el desarrollo social y económico y la salud humana son los desafíos sociales comunes” (Cohen-Shacham et.al, 2016).

La Unión Europea establece que las soluciones basadas en la naturaleza están inspiradas y respaldadas por el medio natural, siendo rentables y permitiendo beneficios ambientales, sociales y económicos que permiten construir la resiliencia. Estas soluciones brindan diversidad, características y procesos naturales en ciudades,

paisajes tanto terrestres como marinos, por medio de intervenciones locales adaptadas para el uso eficiente de los recursos (Fundación Conama, 2018).

En el caso de los humedales, las soluciones basadas en la naturaleza son la conservación y restauración de los sistemas poniendo en valor los servicios ecosistémicos de diferente valor. Destacando los asociados a la provisión de agua, es decir, la conservación de los sistemas de humedales para no interrumpir el ciclo del agua, generando mayor disponibilidad del recurso en un escenario de cambio climático (Marquet et. al, 2021). Sin embargo, en términos prácticos, normalmente las decisiones de manejo se enfocan en proyectos de humedales individuales y condiciones locales, así como del ciclo del agua gestionando el tratamiento de las aguas superficiales o subterráneas como componentes separados (Destouni et al., 2015; Borer et al., 2014). Este enfoque fragmentario puede conducir al riesgo de implementar soluciones costosas e ineficientes, ya que se pasan por alto efectos dinámicos que se desarrollan en escalas más altas del humedal. Llevando a la contribución del deterioro de los humedales a nivel mundial (Thorslund, 2017).

El potencial de mitigación de los humedales radica en su capacidad de sumideros de carbono según su manejo o estado de conservación, ya que en el caso de que la tasa de productividad no supere a la de degradación, estos pueden convertirse en una fuente neta de emisiones de carbono a la atmósfera (Dinsa & Gameda, 2019; Villa & Bernal, 2018). La mayor parte de retención de carbono ocurre en los humedales que se encuentran en zonas tropicales o subtropicales, sin embargo, esto varía mucho según sus características hidrogeomórficas y su ubicación dentro del paisaje (Bernal & Mitsch, 2013). Ya que, si bien los humedales retienen carbono en su suelo, la capacidad real de sumidero depende del balance neto de sus flujos. Como el caso de las emisiones de metano, que dificultan la capacidad de muchos humedales de agua dulce para funcionar como sumideros de carbono, debido a su potencial efecto como gases de efecto invernadero, el cual es 28 veces mayor al del carbono (Bastviken et al., 2011).

Los humedales (andinos, turberas, urbanos, lagunares, entre otros) sirven para regular el escurrimiento de agua al ser receptores y almacenadores de agua lluvia, lo que mitiga el riesgo de inundaciones e influyen la provisión de agua, tanto en cantidad como calidad. También, el proceso de evapotranspiración disminuye la temperatura del ambiente a su alrededor (Sun et al, 2012). Por ello, es necesario considerar no sólo su potencial de mitigación, sino también el de adaptación al cambio climático (Erwin, 2009).

1.4 Área de estudio

La comuna de Paillaco (aguas tranquilas en mapudungun) se encuentra ubicada en la provincia de Valdivia, región de Los Ríos. Sus límites comunales son: al norte con Valdivia y Los Lagos, al oriente con Futrono, al oeste con Corral y al sur con La Unión. De acuerdo al censo del 2017 tiene una población de 20.188 habitantes, de los cuales un 61,7% corresponde a población urbana y un 38, 3% a población rural (Municipalidad de Paillaco, s.f). De acuerdo a los datos del INE, en el censo del 2002 la comuna presentaba una población total de 19.237 personas, experimentando una variación de un 4,94%. El desglose por edades se presenta en la tabla 3.

Sus primeros registros de habitantes fueron huilliches, que habitaron el valle y se expandieron hacia la cordillera, posteriormente llegaron los colonos alemanes que desarrollaron el valle a través de la construcción del ferrocarril que permitió el despeque del comercio y el desarrollo de actividades económicas forestales, agrícolas y ganaderas (Santiesteban, 2020). Los rubros que concentraron el mayor número de trabajadores al año 2019 fueron: industria manufacturera; agricultura, silvicultura, ganadería y pesca; administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria (Sitrural, 2021). En el caso de los servicios básicos la comuna mantiene un 23,6% de población carente de estos servicios. Estos se definen en el sector urbano; acceso de los hogares al agua potable que provenga de la red pública o sistema de distribución de aguas subterráneas, mientras que en los sectores rurales se refiere a los hogares que cuenten como mínimo con una llave fuera de la vivienda y disponibilidad del servicio de saneamiento de aguas servidas (Sitrural, 2021).

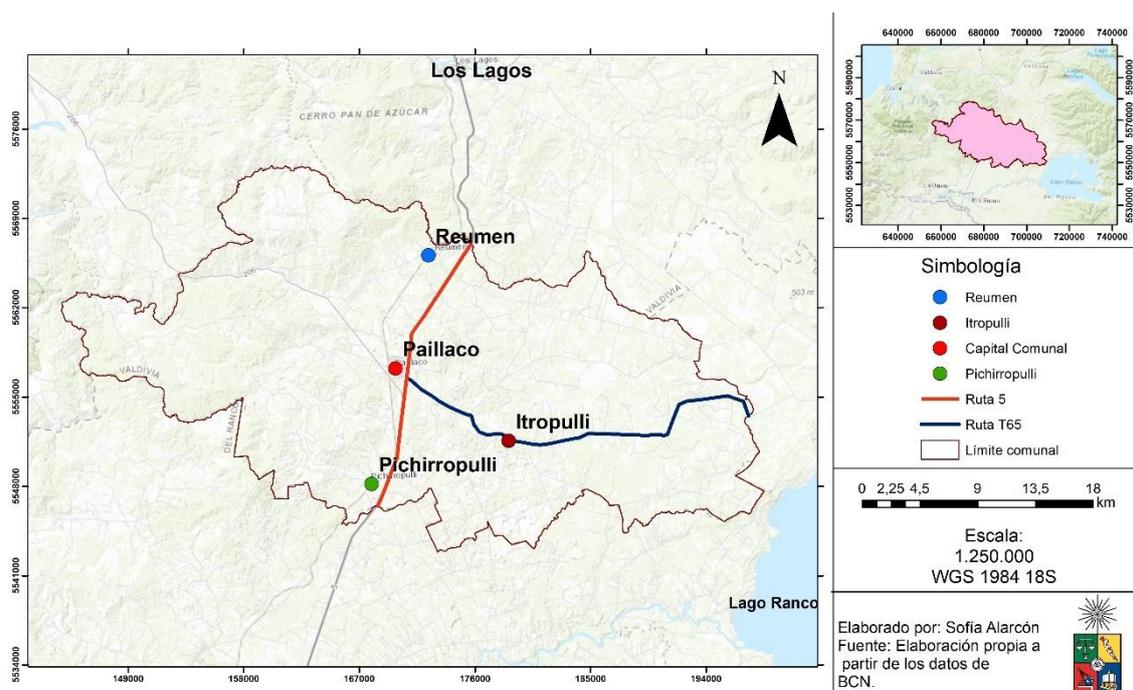
Tabla 3: Población por rango etario, según Censo 2002 y 2017

Grupos de edad	Año 2002	Año 2017
0 a 14 años	5.140	4.205
15 a 29 años	4.263	4.250
30 a 44 años	4.402	3.802
45 a 64 años	3.525	5.235
65 o más años	1.907	2.696
Total, de la población	19.237	20.188

Fuente: Pladeco de Paillaco 2020-2024.

La comuna se encuentra en la depresión intermedia bajo el dominio de la Selva Valdiviana, principalmente constituida por bosques fluviales, perennes, caducos, mixtos y de coníferas. Las zonas boscosas representan solo el 17,43% de la superficie comunal y se ubican en las áreas de mayor altitud en el sector occidental costero. (Municipalidad de Paillaco, 2020). En el caso de las praderas, estas corresponden al 59,8% de la superficie total, ubicándose en sectores de menor altitud y en el valle longitudinal.

Figura 2: Cartografía del área de estudio.

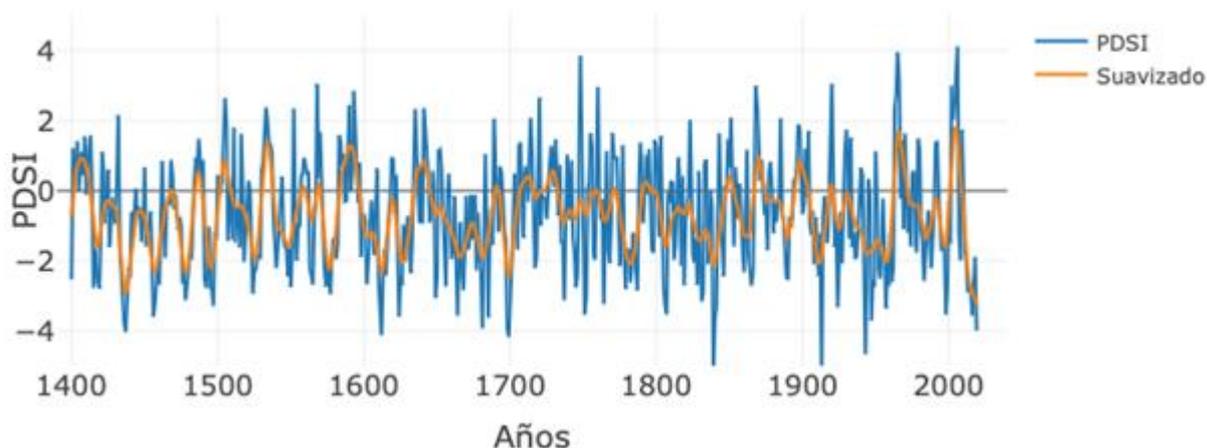


Fuente: Elaboración propia, 2023.

Se distinguen dos climas principales en la comuna, el clima templado lluvioso con influencia mediterránea, que corresponde a las áreas donde las precipitaciones del mes más seco (enero) son de 43 milímetros de lluvia. Los promedios anuales son superiores a 1.817 milímetros. Mientras que el clima templado lluvioso frío se caracteriza por precipitaciones de más de 2.000 milímetros y una oscilación media anual de más de 10°C. En este clima, el número de días con heladas es mayor a 50, ocurriendo incluso en la estación de verano. La menor cantidad de precipitaciones se da en enero y la mayor cantidad ocurre en julio. Las temperaturas son más altas en enero con un promedio de 16,7 °C y las temperaturas más bajas del año se producen en julio con un promedio de 7,7 °C.

En la mayor parte de la comuna las precipitaciones oscilan entre 1.488 - 1.840 mm anuales. Hacia los extremos oriente y poniente aumenta a 1.841 - 2.265 mm anuales, mientras que en el norponiente y en el sur la precipitación es de mayor magnitud, con 2.245 - 2.266 mm anuales. Aun así, con las cantidades de mm caídos anualmente, se ha presentado un escenario de escasez hídrica, el cual ha afectado el rubro agropecuario que caracteriza a la comuna, como se aprecia en el siguiente gráfico donde se realizó una reconstrucción del clima usando el índice de Severidad de Sequía de Palmer (Municipalidad de Paillaco, s.f).

Figura 3: Nivel de sequía a partir de la precipitación y temperatura en la comuna de Paillaco.



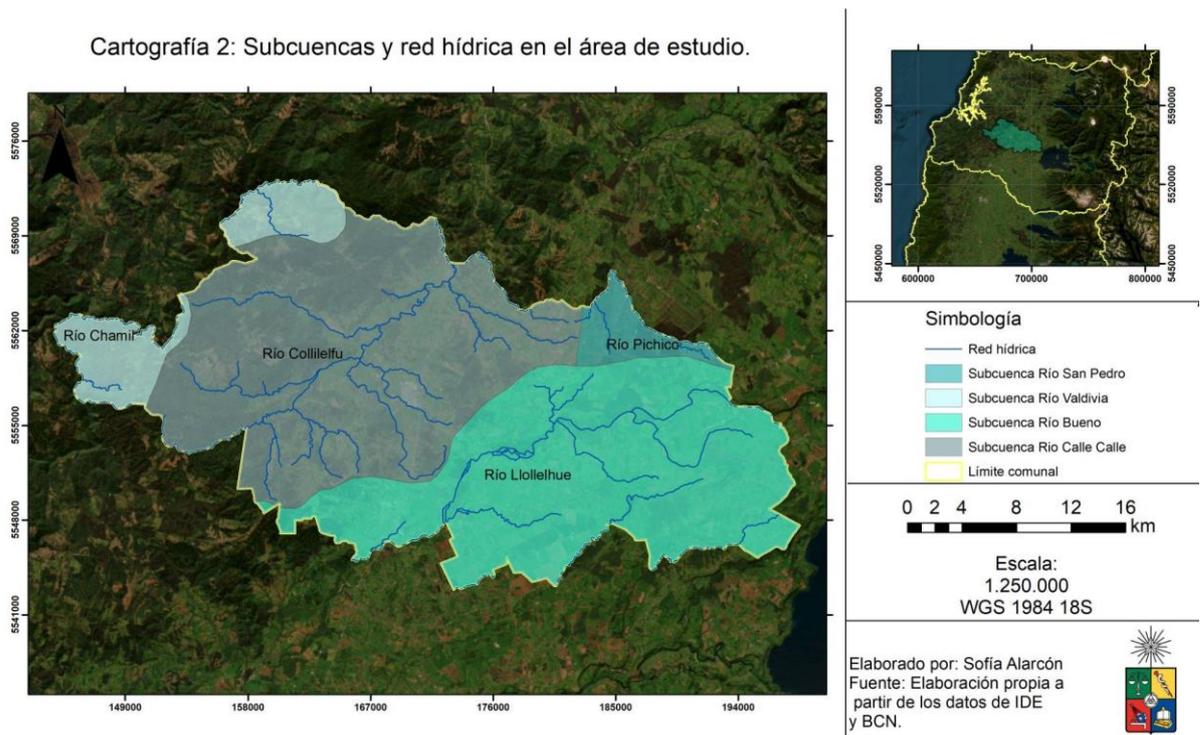
Fuente: South America Drougth Atlas. CR2.

Se utilizó un 0 para indicar una situación normal, mientras que la sequía se expresa con números negativos. Por ejemplo, -2 es una sequía moderada, -3 es una sequía grave y -4 es una sequía extrema. Evidenciando así, el escenario de sequía que ha aumentado exponencialmente en la comuna.

La comuna de Paillaco forma parte de la cuenca del río Bueno y de la cuenca del río Valdivia. La cuenca del río Valdivia abarca alrededor del 60% de la comuna, mientras que la cuenca del río Bueno cubre el 40% restante. La red hídrica de la comuna se caracteriza por presentar una entramada red de esteros y ríos, de los cuales sólo los dos mencionados anteriormente superan los 30 kilómetros de recorrido y la que en su totalidad cubre alrededor de 1.450 km de longitud. Sus principales cursos afluentes son los ríos Llollelhué, Collilelfu, Pichico y Chamil (Municipalidad de Paillaco, 2020), además de tres sistemas de drenaje que fluyen a las comunas de Corral, Lago Ranco y Valdivia (López, 2008).

La cuenca del río Valdivia se encuentra inserta en dos regiones; la región de La Araucanía y la región de Los Ríos. Esta es una cuenca que se genera más allá de la frontera con Argentina, en el lago Lácar, siendo una cuenca transfronteriza. Tiene una extensión de 10.275 km² y una de sus características es la cadena de grandes lagos dispuestos en serie en su parte alta (González, 2021). La cuenca andina del río Bueno forma parte de la Región de los Lagos y también abarca parte de la Región de los Ríos, con 15.367 km² de extensión. En su tercio oriental existe una gran cantidad de lagos de variadas dimensiones, entre los que destacan el lago Ranco, Puyehue y Rupanco. El río Bueno nace en el extremo poniente del lago Ranco, recorriendo 130 km en dirección E-W hasta desembocar en el océano Pacífico al norte de la punta de Dehui (DGA, 2018). Sus límites se encuentran al norte con la cuenca del río Valdivia, al oeste con el océano Pacífico, extendiéndose hacia el este con la frontera con Argentina.

Figura 4: Subcuencas y red hídrica en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

1.5 Objetivos

- Objetivo general:

Analizar las relaciones entre humedales y crecimiento poblacional en localidades rurales de la comuna de Paillaco en el contexto de escasez hídrica de los sistemas de agua potable rural comunal.

- Objetivos específicos:

1. Analizar el escenario de escasez hídrica y las áreas de humedales de la comuna de Paillaco

2.- Caracterizar los Comités de Agua Potable Rural (APR) de las localidades de Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli en el contexto de escasez hídrica.

3.- Analizar los efectos de la escasez hídrica y de las intervenciones humanas en las áreas de los humedales de las localidades de Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli en el período de 2011 a 2021.

CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO.

2.1 Metodología.

El inicio de esta investigación se remonta a la Práctica Profesional realizada por la autora en 2022 en el marco de la educación ambiental, donde se profundizó las potencialidades de aprendizaje y reflexión en torno a los humedales cercanos a los centros educacionales de la región de Los Ríos, que recibieron un kit multipropósito de valoración de humedales del Centro de Humedales Río Cruces. En este trabajo, principalmente, de caracterización en terreno se identificaron problemáticas respecto a las amenazas a los humedales ubicados en zonas rurales en torno a actividades económicas del tipo primario y a actividades derivadas de asentamientos humanos, tales como basurales y presencia de ganado y de animales domésticos.

Es decir, la metodología comenzó con un acercamiento territorial de la información existente sobre los humedales en la comuna de Paillaco. Para lo cual se dio lugar a una recolección de información digital a través de documentos de la municipalidad tales como el PLADECO y de la revisión de la prensa local.

También se trabajó con el Catastro Regional de Humedales realizado por la consultora Edáfica con el financiamiento del Gobierno Regional, cuyo objetivo fue elaborar un diagnóstico de los humedales en la región. Este estudio emitió resultados para marzo del año 2023, por lo que se pudo tener el catastro de humedales de la comuna, principalmente conformado por ríos, esteros, bosques pantanosos y tranques asociados a uso agrícola.

Se consideraron los comités de servicios sanitarios rurales de diferentes localidades ubicadas en la comuna de Paillaco. Los cuales fueron asistidos de manera técnica y administrativa por ESSAL hasta mayo de 2023, empresa sanitaria que brinda servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en las provincias de Valdivia y Ranco de la región de Los Ríos (ESSAL, s.f). A partir de junio 2023 la asistencia técnica la brinda directamente la DOH. De los APR's se obtuvo el material digital de la red hídrica y el libro de socios y usuarios con la cantidad de beneficiarios del servicio de agua potable rural. Para el escenario hídrico de las localidades de la investigación, se solicitó la información a la municipalidad para obtener el número de familias beneficiadas por sector, las medidas paliativas locales en el escenario de escasez hídrica, además del análisis de las variables hidro-meteorológicas que dan cuenta de dicho escenario.

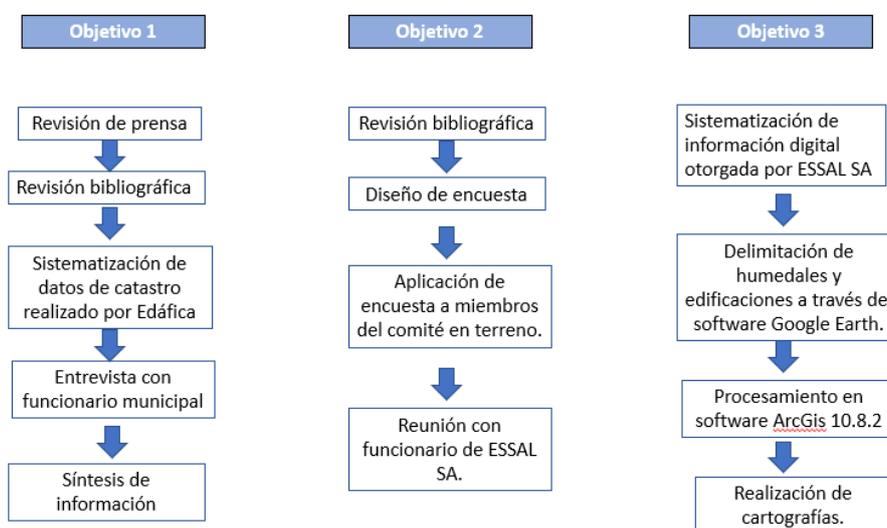
De los 10 comités de agua potable que gestiona ESSAL se seleccionaron tres, a saber, Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli, para realizar un análisis de cambios de uso de suelo en torno a los humedales insertos en las áreas de cobertura de dichos comités. Fueron seleccionados por encontrarse insertos en torno a cursos de agua presentes en el catastro, como son los esteros Lumaco y Rucaquilén y el río Llollehue. Para obtener información en particular sobre los comités APR seleccionados se elaboró una encuesta para dirigentes y operadores que buscó profundizar en sus características, funcionamiento y respuestas ante cambios en su entorno socioambiental.

Estos comités de APR se abastecen mediante captaciones de agua subterránea, particularmente de pozos profundos de 100 metros de profundidad. Si bien el rol de las aguas subterráneas en el mantenimiento de los humedales y de estos en la recarga de aquellas, es menos conocido que el papel de las aguas superficiales, es de vital importancia la comprensión del manejo tanto de las aguas superficiales como de las aguas subterráneas y de cómo afectan a los humedales, especialmente cuando se trata del manejo a escala de cuenca, con el fin de permitir el mantenimiento de las características ecológicas de los humedales (Vidal & González, 2013).

Para analizar los cambios en los humedales, se determinó un período de 10 años, considerando que es el mayor período de aumento de población para evaluar los cambios de área entre humedales, incluyendo fuentes como esteros y bosque pantanoso asociado a los ecosistemas catastrados más el aumento de coberturas de uso humano como residencial, infraestructura para actividades económicas primarias y servicios. En un buffer de 1 kilómetro respecto de la red APR proporcionada por ESSAL. Esta delimitación de usos de suelo se hizo a través del software Google Earth, para luego ser analizado mediante ArcGis 10.8.2.

Un uso de suelo ocurre cuando este es intervenido físicamente, aunque también se puede definir como el proceso de producción de bienes materiales para alimentación, instrumentos de trabajo y todos los objetos que aseguren la supervivencia del ser humano (Ramos et al, 2004). El cambio de usos de suelo por actividades antrópicas, es un proceso dominante con efectos negativos sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, como por ejemplo, la deforestación de los bosques y humedales para la actividad agropecuaria que altera los servicios ecosistémicos (Ramos et al, 2021). El estudio de cambios de uso de suelo estima la distribución de los cambios en coberturas naturales y los usos artificiales, identificando las coberturas que presentan los mayores problemas ambientales. Ayudando a la creación de escenarios ambientales y socioeconómicos.

Figura 5: Metodología.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.- Resultados.

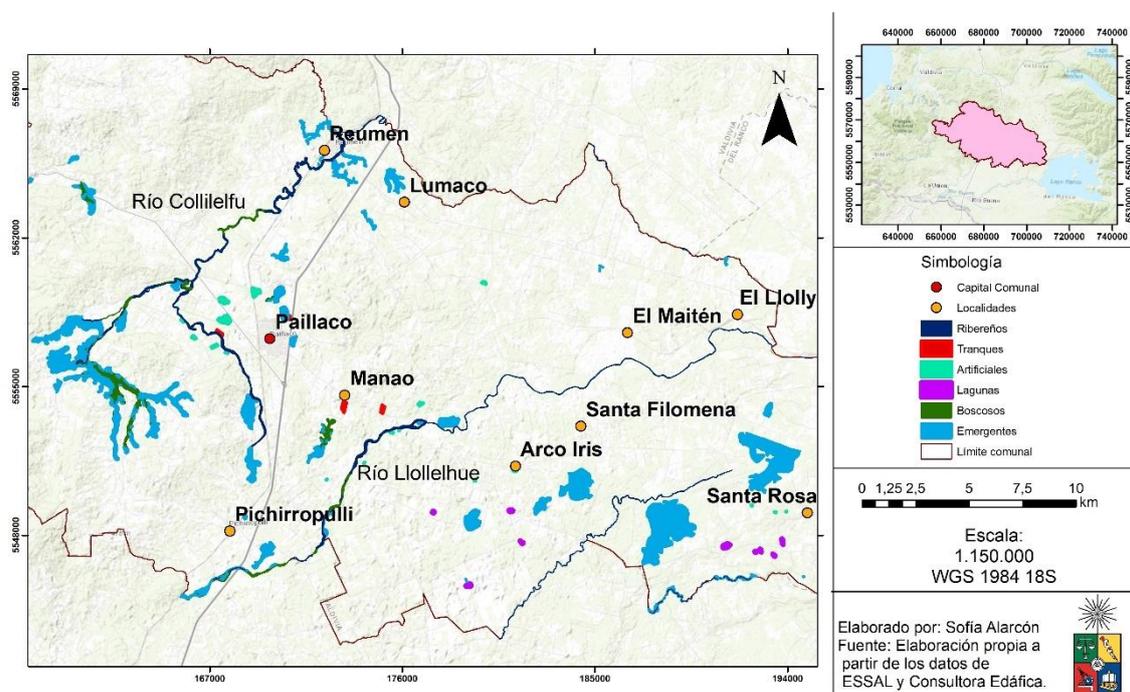
3.1 Antecedentes de la comuna de Paillaco en materia de humedales y medidas paliativas ante la escasez hídrica.

Como se mencionó anteriormente, la región de Los Ríos se encuentra bajo un estudio con el fin de obtener un catastro sobre los humedales de la región. En la primera etapa de este catastro, se identificaron 777 unidades de gestión de humedales, es decir, humedales que comparten un mismo régimen hídrico, en una superficie de 1.545,9 hectáreas (Palma, 2022). De estas unidades, se seleccionaron 34 para realizar un diagnóstico social, ambiental y de régimen de propiedad a nivel específico, con la finalidad de elegir al menos 2 ecosistemas por comuna. En el caso de Paillaco, se seleccionaron los sectores de El Llolly, asociado al río Llollehue; y el sector La Peña asociado al estero Pulican y a humedales palustres emergentes del sector.

La actualización del Diagnóstico Integral de los Humedales de la Región de Los Ríos señaló que existe una abundancia de humedales de los tipos lacustre, palustre (tanto emergentes como permanentes) y ribereño. La comuna de Paillaco tiene una mayor presencia de humedales palustres, los cuales son descritos como “Ecosistemas no mareales dominados por plantas emergentes, típicas de las familias de las ciperáceas y juncáceas. Pueden ser estacionales o permanentes”. En la misma categoría de humedal palustre, se encuentran los humedales del tipo boscoso, que consisten en ecosistemas dominados por árboles y plantas emergentes persistentes, musgos y líquenes. Corresponden a los bosques pantanosos siempre verdes, dominados por la familia de las mirtáceas, llamados localmente como hualves (Humedales Los Ríos, 2023).

En la comuna de Paillaco, se catastraron humedales de los tipos boscoso, emergente, artificial, lagunar y ribereño. Como se indica en la figura, existen dos focos de localización de humedales, uno en el norte y el otro en el sur de la comuna, condicionados por las cuencas de los ríos Collilelfu y Llollehue y sus afluentes conformados por diferentes esteros y lagunas.

Figura 6: Humedales catastrados en la comuna de Paillaco.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Hay que considerar que la comuna de Paillaco no es ajena al fenómeno de la nueva ruralidad, donde se reconfigura el habitar tradicional en los sectores rurales debido a las nuevas valoraciones de lo rural desde lo urbano (Aguilera, 2019). La vida rural deja de estar asociada, principalmente, al área agropecuaria e integra una serie de actividades y relaciones sociales que vinculan a las aldeas campesinas con los centros urbanos y la actividad industrial (Pérez, 2005). La población rural deja de ser solo población campesina dedicada a actividades campesinas y se reconocen a mineros, empresarios agricultores, pescadores, artesanos, pobladores rurales que se dedican a los servicios y además a personas de origen urbano que migraron para establecer su primera o su segunda vivienda a través de las denominadas parcelaciones de agrado.

Se producen proyectos inmobiliarios en áreas rurales, donde se simula que continúa el destino agrícola del predio siendo que se cambia a un destino habitacional. Según el SAG (2022) en los últimos años se ha producido un aumento exponencial en las solicitudes de subdivisión de predios agrícolas. En el año 2019 se tenían en promedio 10.000 solicitudes, en 2021 subieron a 19.000 solicitudes, proyectando 20.000 para el 2022. Es decir, se produce exponencialmente un fraccionamiento del territorio agrícola mediante lotes con una superficie desde 0,5 a 1 hectárea. Estas parcelaciones generan deterioro en los sistemas agro-productivos, debido a que la subdivisión de suelos para uso habitacional se produce en suelos con una alta vocación para la producción agrícola amenazando la sustentabilidad local o bien en terrenos de aptitud preferentemente forestal lo que potencia la deforestación y los procesos de erosión.

El aumento de población va acompañado de un aumento en la concentración de residuos domiciliarios que demandan nuevos servicios de recolección o acopio de basura y en una presión para el desarrollo de nueva infraestructura energética y vial para mejorar la infraestructura de base que se ve saturada por el aumento de población. En la región de Los Ríos se ha producido un aumento de 222% en la venta de parcelas en zonas alejadas de las grandes ciudades entre 2019 y 2021, según la firma dedicada a las tasaciones y entrega de servicios inmobiliarios, Arenas & Cayo. Siendo mayor la disponibilidad de oferta e interés en la comuna de Valdivia (Saravia, 2022).

La sequía y escasez hídrica actual de la comuna se enmarca en una situación de mayor escala, a saber, la región de Los Ríos fue declarada bajo su primer decreto de escasez hídrica el 29 de noviembre del 2021, que fue renovado por un año más en agosto del 2022 por el MOP. La declaratoria permite aplicar herramientas de ayuda en particular a las zonas rurales como parte de las medidas de emergencia, tratando de reducir al mínimo los daños generales derivados de la sequía (MOP, 2021). El decreto de escasez hídrica se extendió por dos meses más en agosto del 2022, tras constatar el descenso de los niveles de agua potable rural en distintos puntos de las comunas de Panguipulli, Paillaco, Río Bueno, Valdivia, Mariquina, Los Lagos y Lago Ranco, que mostraron una disminución de más del 50% de la capacidad de las obras de captación de aguas subterráneas dedicadas al abastecimiento de agua potable rural y saneamiento de sectores rurales (Cabrera, 2022). Sin embargo, desde julio de 2023 que no se renovó la vigencia del decreto de escasez hídrica, lo que afecta directamente en las licitaciones para proyectos relacionados al agua potable rural, principalmente relacionados al suministro mediante APR's y camiones aljibe (Pavez, 2023). La razón tras esta decisión del MOP, radica en el aumento de precipitaciones en el último año, resultando en un superávit del 20% para la comuna de Lago Ranco y de un déficit de solo 10% para la comuna de Valdivia.

En respuesta al escenario hídrico actual, la comuna de Paillaco cuenta desde el año 2021 con el Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad al alero de la Secretaría Comunal de Planificación, con el objetivo de gestionar proyectos, planes y/o programas orientados a la prevención, atención eficiente, eficaz y económica de las demandas de agua para el consumo humano de la comunidad.

Dentro de las medidas paliativas aplicadas para enfrentar el escenario hídrico se encuentra la gestión de recursos para medidas contra el estrés hídrico de la comuna y la escasez hídrica, donde se trabajó en conjunto con los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) para priorizar los trabajos de Diseño, Mejoramiento y Ampliación. En los sistemas de distribución colapsados en la actualidad se optó por un Estudio Hidrogeológico y de Sondaje.

Tabla 4: Resumen de inversión municipal en Diseños y Estudios en SSR.

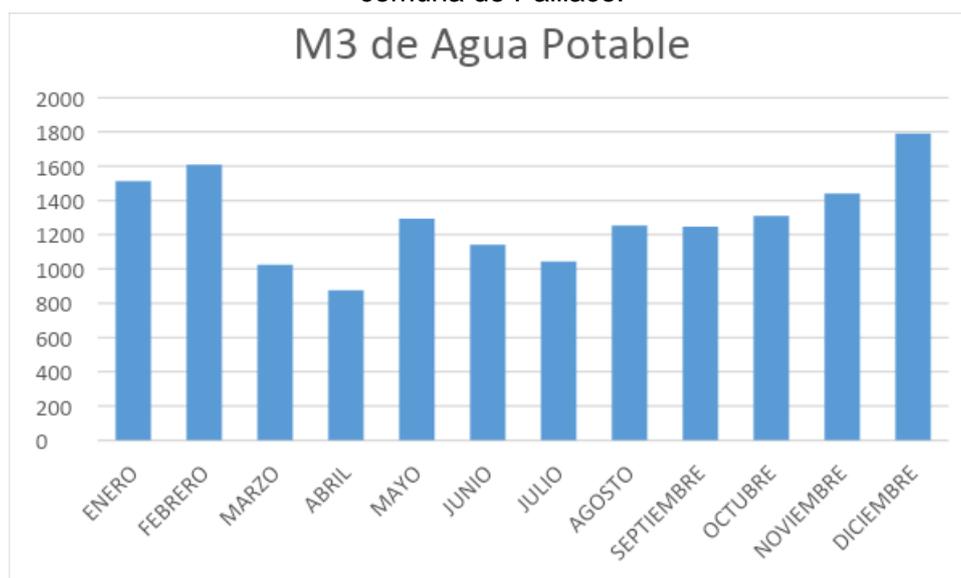
Localidad	Etapa	Presupuesto Final
Arcoíris	Diseño Mejoramiento y Ampliación	\$51.750.000
Itropulli	Diseño Mejoramiento y Ampliación	\$49.450.000
Lago Verde	Diseño	\$49.450.000
Santa Rosa Chica	Estudio Hidrogeológico y Sondaje	\$150.000.000
El Llolly	Estudio Hidrogeológico y Sondaje	\$150.000.000

Fuente: Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad de la Municipalidad de Paillaco, 2023.

También se ha apoyado para que los sectores con población semi concentrada cuenten con sistemas sanitarios rurales a futuro, en el marco del Programa Agua Potable Rural de la DOH. Es el caso del comité de agua potable rural El Radal, donde se determinó un total de 8,87 familias/km, cumpliendo con el requisito de la densidad mínima, con un Estudio Hidrogeológico financiado por Forestal Arauco. Mientras que en el comité de agua potable rural Los Laureles de Santa Rosa, se determinó la factibilidad en su Estudio Hidrogeológico para realizar una captación profunda en un terreno que aún no se define.

Para las familias con inaccesibilidad al agua potable, se determinó un Programa de Emergencia de Agua Potable como solución paliativa a esta necesidad. Este programa está diseñado usando los estándares OMS avalados por ONEMI (hoy SENAPRED); se entregan 50 litros diarios por persona, con una carga semanal de 350 litros a través de camiones aljibe que entregan el agua en las residencias familiares. Para esto, se cuenta con tres camiones municipales, dos de 10 mil litros y uno de 5 mil litros. El año pasado la entrega de camiones aljibe tuvo un incremento del 11,02% respecto del 2021. El agua para los camiones aljibe es suministrada por el comité APR de Manao Bajo con quien se tiene un contrato de suministro anual.

Figura 7: Metros cúbicos mensuales en 2021 entregados por camión aljibe en la comuna de Paillaco.



Fuente: Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad de la Municipalidad de Paillaco, 2022.

En la tabla 5 se observa el número de familias beneficiarias por sector. Según el encargado del Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad, Roque Montecinos, la entrega de agua por camiones aljibe se realiza a las familias que se encuentran fuera de la red APR, a la espera de ser integradas a alguna en funcionamiento o a nuevos proyectos considerados por la DOH.

Tabla 5: Número de familias que reciben agua a través de camiones aljibe por sector, comuna de Paillaco.

SECTORES	N° DE FAMILIAS
LA PALOMA	1
SANTA ROSA	1
BELEN	1
CAYUMAN	1
CHAPUCO	21
COMUNIDAD REYES CURINAO	11
CRUCE PAILLACO	1
CRUCE REUMEN	13
CUESTA NAIGUAL	2
DEMAIHUE	9
EL LLOLLY	6
EL SALTO	1
HUICAHUE BAJO	9
ITROPULLI	10
LA HUACHA	2
LA LUMA	11
LAS LOMAS	1
LIUCURA	7
LO VASQUEZ	1

LOS LAURELES	7
LOS SILOS	13
MANAO ALTO	6
PAILLACO URBANO	14
PICHIPAILLACO	1
PICHIQUEMA	8
REGINA	4
ROPULLI	17
RUTA 5	1
SANTA ELENA	11
SANTA ROSA GRANDE	10
SANTA ROSA CHICA	8
TALLOS ALTOS	6
UNION CHILENA	5
YERBAS BUENAS	3
COMUNIDAD ANTIÑIR ORMERO	2
COMUNIDAD JOSÉ CALVIO	16
EL MIRADOR	1
LA BETONERA	2
LOS COPIHUES	1
LOS FOSOS	1
LOS GUINDOS	1
LUMAMAHUIDA	4
LUMINADO CHAPUCO	2
MANAO	7
PICHIRROPULLI	10
PIEDRA AZUL	1
REUMEN – STA LAURA	2
RUTA T206	1
LA PEÑA	1
COMUNIDAD JOSE LEAL NEIMAN	6
LAGO VERDE	13
MATA DE CAÑA	3
ARCOIRIS	3
LOS ENCINOS	2
TOTAL	303

Fuente: Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad, 2023.

En el caso de Lumaco Paillaco, no hay registros actuales de que se les dé el servicio de agua potable a través de camiones aljibe.

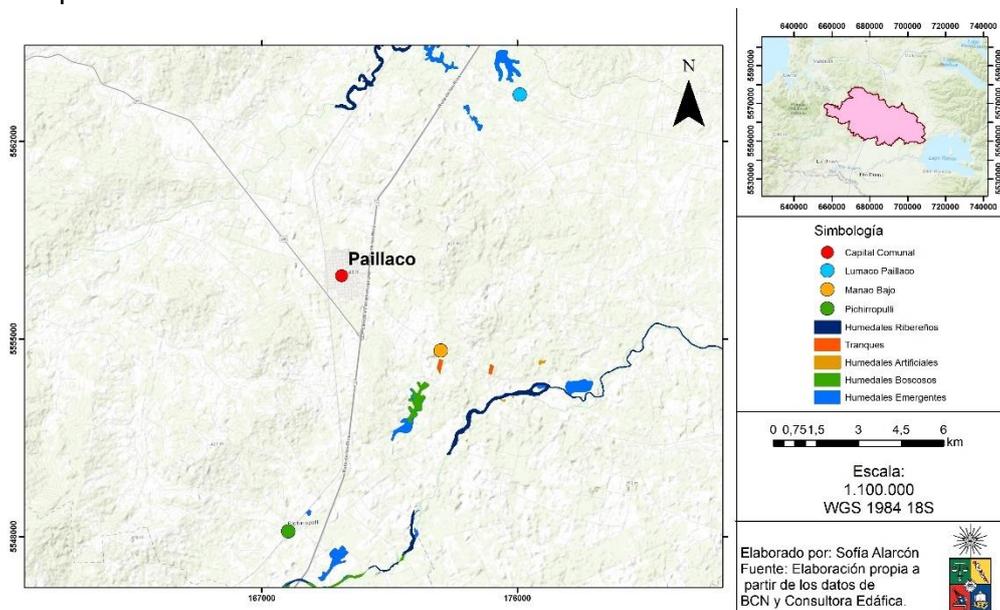
2.- Caracterización de sectores seleccionados.

En la comuna de Paillaco se reconocen 17 asentamientos, que se agrupan en 3 categorías, según su cantidad de habitantes. El INE (2019) define las ciudades como una entidad que tiene más de 5000 habitantes, a excepción de las que tienen menor población, pero que político-administrativamente corresponden a una capital regional o provincial; las aldeas como una entidad rural cuya población oscila entre 301 y 2000 habitantes, donde más del 50% de la población se dedique a actividades primarias; los caseríos corresponden a las entidades rurales con nombre propio que posean 3 viviendas o más cercanas entre sí y que tengan menos de 301 habitantes. El primer grupo corresponde a la ciudad de Paillaco que es el asentamiento con mayor cantidad de población con 9,973 habitantes, seguido de las aldeas como Reumén (947 habitantes), Pichirropulli (728 habitantes) e Itropulli (380 habitantes), finalizando con los caseríos, donde se integran los demás asentamientos (Corporación Cultural Municipal, 2021).

La elección de las 3 localidades a investigar se basa en su ubicación en torno a las cuencas principales de la comuna, como lo es la del río Llolehue, ya que Lumaco Paillaco se encuentra en torno a esteros que a corta distancia desembocan en el río Llolehue, mientras que Manao Bajo y Pichirropulli se encuentran en torno al río Llolehue con esteros que son afluentes de este.

Otro criterio utilizado en la selección de las localidades se refiere a que estas se encuentran en un proceso de aumento de su población rural por la cercanía a zonas urbanas: Lumaco Paillaco con la aldea de Reumén, Manao Bajo con Paillaco y Pichirropulli que se ha consolidado como aldea bajo los criterios del INE.

Figura 8: Humedales catastrados para las localidades de Lumaco Paillaco, Manao Bajo y Pichirropulli.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.1 Caracterización del sector Lumaco Paillaco.

Lumaco Paillaco es considerado como parte del sector El Llolly en el Pladeco 2020-2024. Como indica la Tabla 6, su comité de agua potable rural inició con 21 socios y actualmente cuenta con 113 socios y 173 arranques (hay socios que tienen cabañas y tienen a su nombre más de un arranque).

Tabla 6: Cuestionario de comité APR de Lumaco Paillaco.

Nombre del comité APR	Lumaco Paillaco
Nº de socios y medidores al inicio	21
Nº de socios y medidores actual	113 con 173 medidores
Fecha de creación del comité APR	9 de Febrero de 2009
Anterior método de provisión de agua	Pozos personales y camión aljibe
Profundidad del primer pozo y fechas de construcción y operación	100 m, realizado en 2011, en operación desde el 2016.
Estado actual del pozo	Sigue en operación
Demanda de agua al conformar el APR (caudal l/s).	11 l/s
Actual demanda de agua (caudal l/s).	A la espera de informe actualizado de DOH.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Este comité fue constituido en 2009 e inició sus actividades en 2016 con un servicio sanitario rural que se abastece a través de un pozo profundo de 100 m con un caudal de 11 l/s. Los vecinos del sector han manifestado a la municipalidad su descontento por la nula respuesta de esta a las constantes cartas pidiendo mayor intervención pública, particularmente por el aumento de arranques para los nuevos vecinos en virtud del aumento de población en el sector a la espera de factibilidad para acceder al Servicio Sanitario Rural (SSR) (Diario El Paillaquino, 2021). Lo anterior debido a las lentas gestiones por parte de las autoridades comunales y regionales en el Diseño y Mejoramiento para incorporar a las nuevas familias del sector, así como también a las nuevas viviendas construidas por hijos de residentes locales.

Dada la lentitud de una respuesta tanto del municipio como por parte de la DOH, están a la espera de los estudios actualizados sobre el caudal de su pozo. Aun así, la operadora del APR señala que su servicio no presenta problemas de presión durante el año, ni problemas asociados a la calidad del agua tales como turbidez, olor o microalgas o relativos al ámbito fisicoquímico.

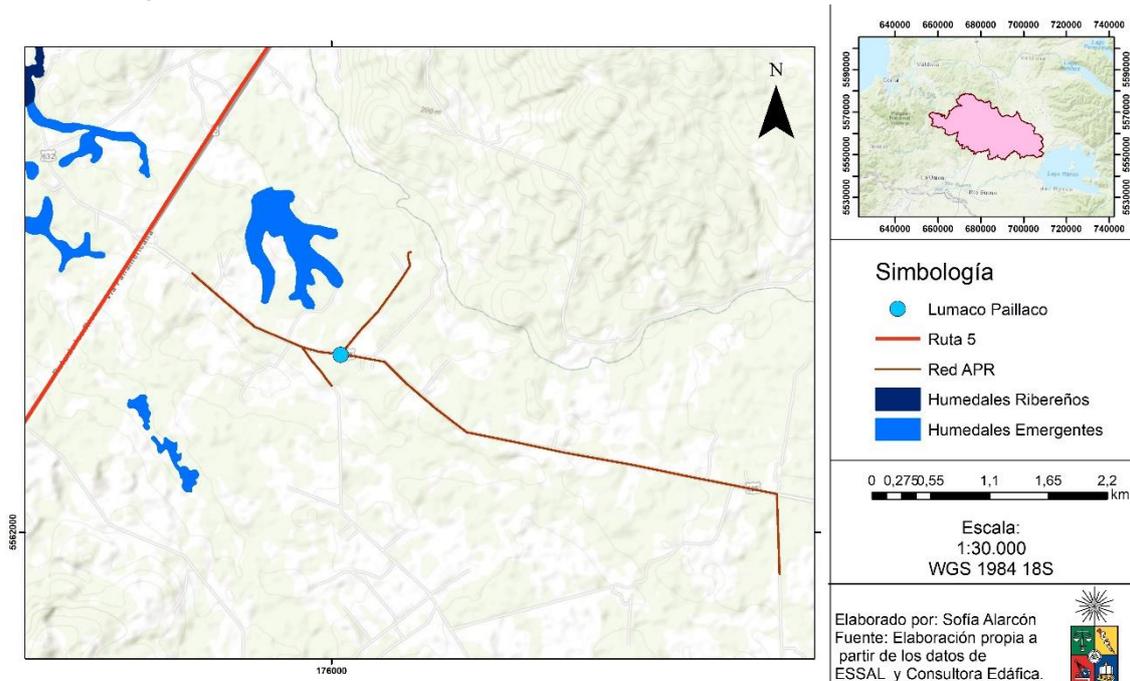
“Tengo 28 viviendas con la factibilidad pedida en la DOH y 50 más que están esperando todavía por agua. Yo les digo que tienen que ir a la municipalidad con sus registros a pedir el agua en camiones porque nosotros como comité no vemos eso.” (Carolina, Operadora de Lumaco Paillaco).

Se desprende de lo anterior que estos usuarios no piden agua potable a través de camiones aljibe porque se trata de segundas residencias, o se encuentren en medio de

las construcciones para próximamente acceder a la red cuando se ponga en marcha la ampliación.

Al preguntar por el conocimiento de los humedales del sector mediante una fotografía impresa con los humedales catastrados, la operadora señaló que no tenían en el sector y que estos podían encontrarse a la entrada de Valdivia. Por otra parte, como se observa en la Figura 8, la localidad se encuentra inserta cerca de ecosistemas del tipo palustre emergente, que como fueron descritos anteriormente son ecosistemas que se caracterizan por la abundancia de plantas de las familias de las totoras, juncos y arbustos. En este caso asociados a los esteros El Trébol y Liucura del catastro realizado en la región.

Figura 9: Humedales catastrados en la localidad de Lumaco Paillaco.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.1 Caracterización del sector de Manao Bajo.

El sector de Manao es considerado como parte de Itropulli para el Pladeco de Paillaco, en el camino a Dollinco en conjunto con los sectores Los Silos, Aguas Negras y Unión Chilena. Se divide entre Manao Alto y Manao Bajo. Las familias de este sector en su mayoría se dedican a la pequeña agricultura campesina, cultivando en sus parcelas con el apoyo de diferentes programas gubernamentales, tales como del Departamento rural del municipio o de iniciativas de producción local de INDAP. La población del sector Itropulli se estima en 2.200 habitantes, a partir de la suma de usuarios de la posta de Itropulli y la posta rural de Manao.

Tabla 7: Cuestionario de comité APR de Manao Bajo.

Nombre del comité APR	Manao Bajo
Nº de socios y medidores al inicio	68 socios, con 71 arranques
Nº de socios y medidores actual	87 socios, con 102 arranques
Fecha de creación del comité APR	2009.
Anterior método de provisión de agua	Pozos personales y el fundo Bellavista otorgaba agua.
Profundidad del primer pozo y fecha	100 m, realizado en 2014.
Estado actual del pozo	Sigue en operación
Demanda de agua al conformar el APR (caudal l/s).	2 l/s.
Actual demanda de agua (caudal l/s).	10 l/s.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para este estudio se recopiló la información del comité de Agua Potable Rural de Manao Bajo, que fue conformado en 2009 y que se encuentra funcionando desde el 2014. Antes de conformar su comité, la gente se abastecía de agua potable mediante pozos y un estero local, el cual se secó, además de agua obtenida del fundo Bellavista. Iniciaron con 68 socios y 71 arranques en su resolución sanitaria, aumentando a 87 socios con 102 arranques a la fecha. Algunos socios presentan 2 o más arranques por la compra de parcelas en el sector, especialmente en el cruce de Manao y el límite con el fundo Rucaquilén donde se lotearon 14 parcelas. Poseen un pozo profundo de 100 metros realizado en 2014, que lleva operando desde 2016 hasta la fecha sin complicaciones.

Este sector vende agua potable a la municipalidad gracias a su superávit de agua. Según el operador del APR Martín Villarroel se vende más de 1.000.000 m³ de agua por mes, obteniendo \$2.500.000 mensuales para el comité, que son usados para autogestión de mejoras del sistema. Este ingreso, sumado a la cuota de ingreso de \$350.000 para cada nuevo socio les permite realizar mejoras al sistema tal como nuevas bombas, pasando de una de 2 l/s a una de 10 l/s, a diferencia de la extensión de la red que recibe intervención del gobierno regional. En palabras del operador:

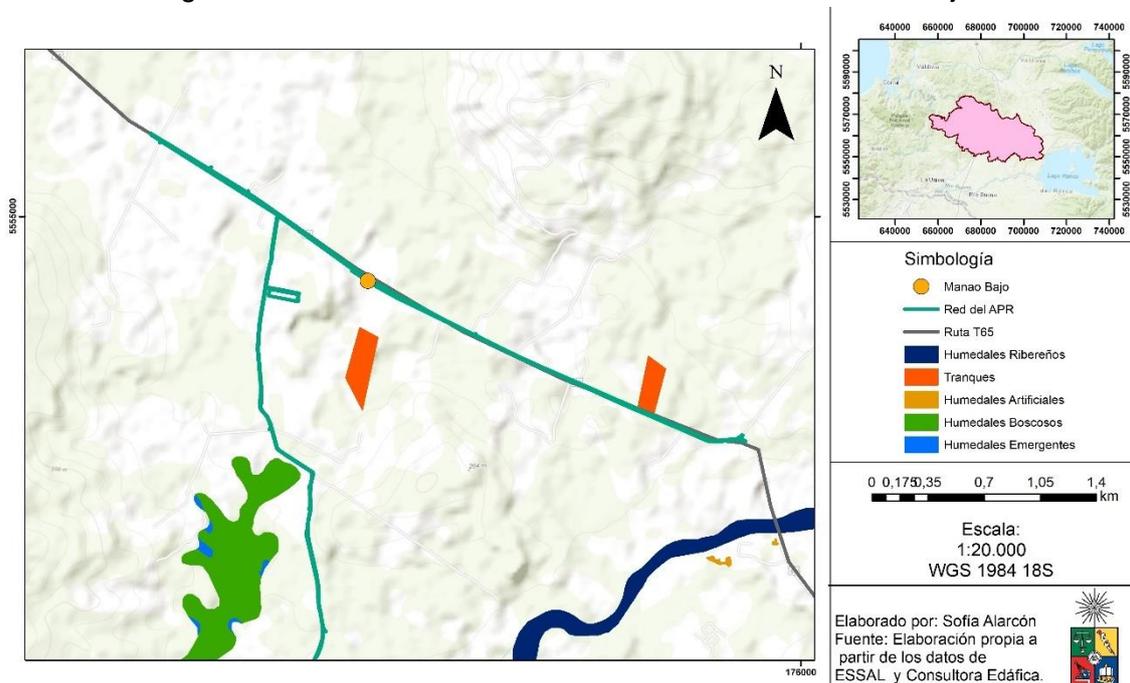
“Nosotros estamos desligados del gobierno, pero no tanto. Como vemos que los otros comités están muy mal porque esperan que les den soluciones, nosotros

preferimos cobrar un poco más y que esto ande bien. Porque el gobierno quiere que seamos empresarios con su nueva ley y que luego paguemos impuestos.”

A partir de la información otorgada, se concluye que no existe déficit de agua potable en el sector, sin embargo, en base a los registros municipales son 7 las familias que reciben el servicio de agua potable mediante camión aljibe, lo que significa que tienen una demanda que no se satisface completamente. El operador sostiene que sus proyectos son autogestionados y que solo recurren a la municipalidad para solicitar los fondos para la expansión de la red, por lo que se entiende que están en el proceso de registro de nuevos socios para solicitar un proyecto de ampliación del sistema.

Al preguntar sobre el conocimiento de los humedales de la zona, mostrándoles una fotografía satelital con el área de los humedales catastrados, respondieron que no tenían conocimiento de ello, no obstante, agregaron que los nuevos socios del comité compraron parcelas en el sector delimitado como humedal boscoso con remanentes de humedal emergente. El sector tiene tranques asociados al uso agrícola y a la extracción de áridos, como se puede observar en la Figura 9.

Figura 10: Humedales catastrados en el sector de Manao Bajo.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.3 Caracterización del sector de Pichirropulli.

La localidad de Pichirropulli se encuentra a unos 15 kilómetros de la ciudad de Paillaco en dirección sur. Tiene acceso por la Ruta 5 y por la Ruta T - 678, la que hace poco fue asfaltada. La posta del sector cuenta con 1788 usuarios que se atienden de manera permanente, estimando una población total de 1800 personas. Posee un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas servidas que es administrada por el comité de agua potable rural del sector, el cual cuenta actualmente con 375 arranques y 340 socios, teniendo un registro inicial en 1991 con 80 arranques. Para el nuevo proyecto que pretende ampliar la red del APR, se aplicaron encuestas en 300 viviendas, con una estimación de agua para 1200 personas, aproximadamente.

Tabla 8: Cuestionario de comité APR de Pichirropulli.

Nombre del comité APR	Pichirropulli
Nº de socios y medidores inicial	80 arranques
Nº de socios y medidores actual	340 socios y 375 arranques
Fecha de creación del comité APR	1979
Anterior método de provisión de agua	Pozos personales con bombas manuales
Profundidad del primer pozo y fecha	48 m, 1979
Estado y profundidad actual del pozo	Sigue en operación. Se proyecta aumentar a 60 m.
Demanda de agua al conformar el APR (caudal l/s).	7 l/s.
Actual demanda de agua (caudal l/s).	Nuevo sondaje proyecta 27 l/s.

Fuente: Elaboración propia, 2023.

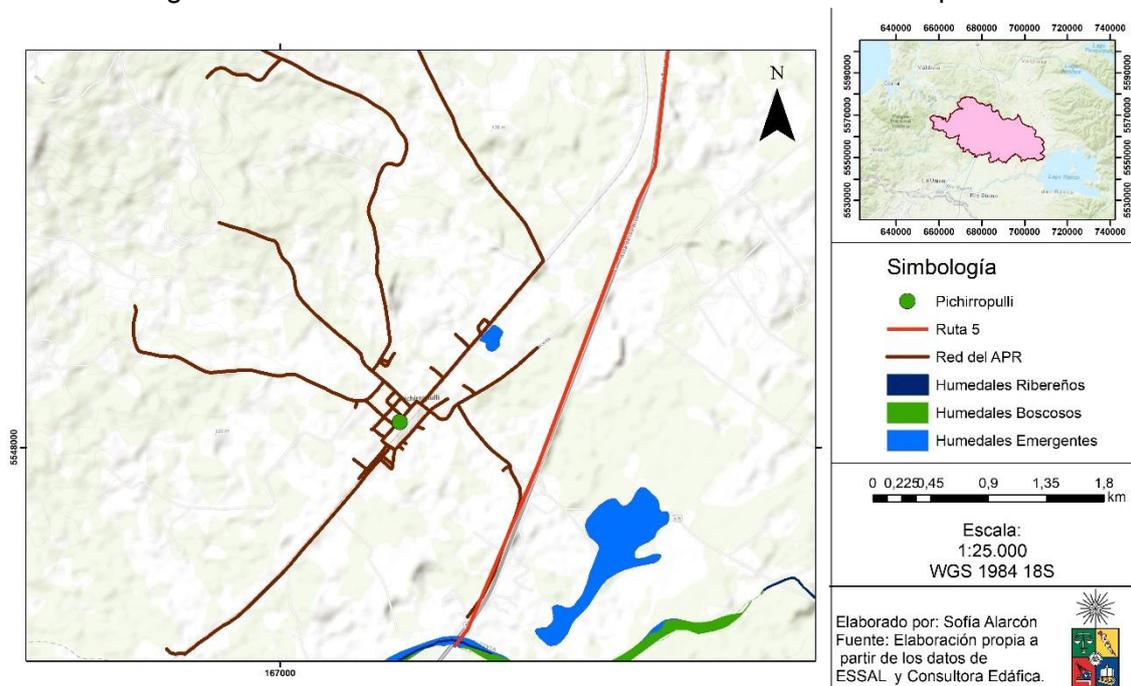
“Hay 50 familias esperando agua y otro APR cercano en el sector de Pichiquema, pidiendo unirse a la red... El nuevo caudal nos dejaría entregar agua porque tenemos buena agua”.

Antes de conformar su comité, se abastecía la población mediante pozos personales con bombas manuales. Este comité es de los más antiguos de la comuna, comenzando con 80 arranques en 1979 mediante un pozo de 48 metros de profundidad con un caudal de 7 l/s hasta 12 l/s, que se sigue usando hasta la actualidad en la espera de la implementación del nuevo pozo por 27 l/s con una profundidad de 60 m, con un nivel estático de 3,88 m y un nivel dinámico de 28,71. El sondaje de este pozo fue financiado por el GORE y la DOH, tras años de espera por la comunidad (Decoop, 2022). En cuanto al financiamiento de la red, la administradora Gladys Pinto señala que el sistema se mantiene por sí mismo para financiar la mantención del pozo, equipos y cloración, requiriendo fondos del gobierno solo para reemplazar la red de distribución, debido a que son muy antiguas. En la entrevista con ella, añade que el consumo mensual es de 6.000 m³ a 6.500 m³.

“No se pueden colocar nuevos arranques, no hay presión. Las cañerías cumplieron su vida útil” ... “La celulosa compró alrededor nuestro, quiso poner una fábrica y como comunidad nos negamos”.

Al preguntarle sobre los humedales del sector, comentó que antes era mayor la superficie de los humedales, pero que se habían construido viviendas sobre ellos y que en otras partes se reemplazaron por carreteras y uso forestal.

Figura 11: Humedales catastrados en la localidad de Pichirropulli.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.- Variación de las coberturas de humedales y de edificaciones en los sectores de Lumaco Paillaco, Manao Bajo y Pichirropulli.

En los tres sectores caracterizados anteriormente, se realizó la delimitación de los humedales catastrados en torno a la red del APR. Se utilizó un buffer de 1000 metros para estimar las viviendas que actualmente obtienen agua de la red, en comparación con la realidad de hace 10 años cuando la población era menor. Además, se estimó mediante imágenes las viviendas actuales cercanas a la red APR que están en espera de unirse al sistema por los proyectos de ampliación que se encuentran en curso, lo que se expresa en porcentaje de cobertura respecto al área utilizada en el buffer de 1000 metros.

3.1 Variación de coberturas en Lumaco Paillaco.

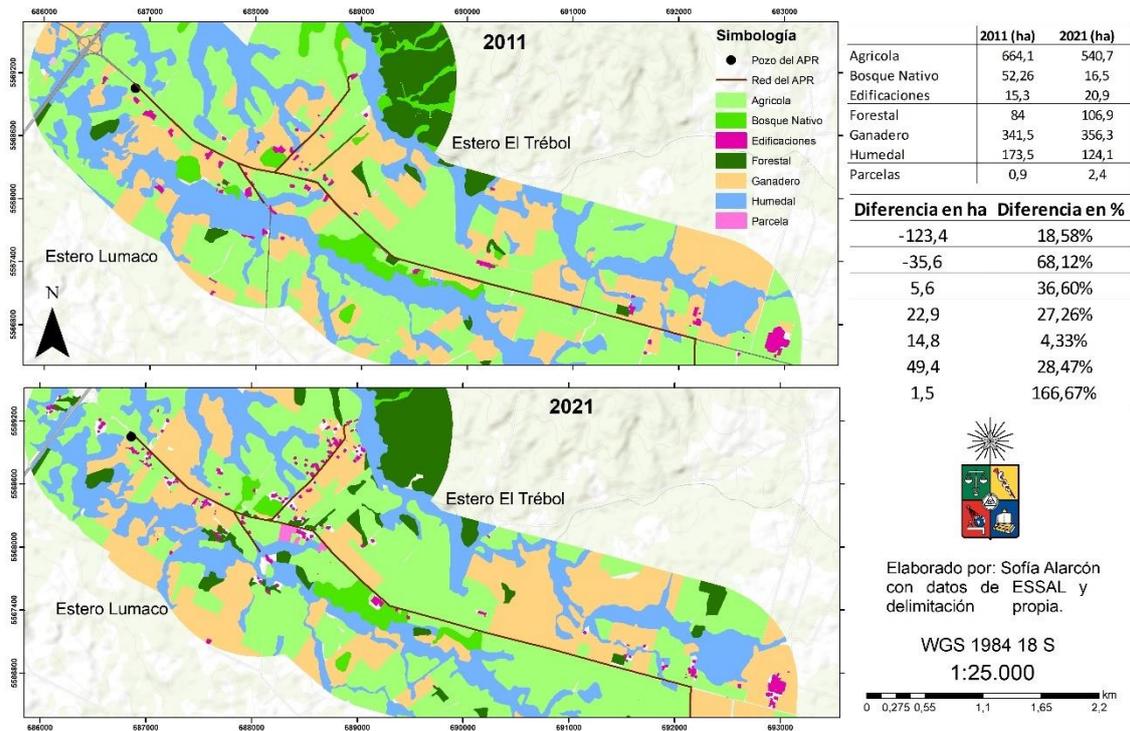
En el caso de Lumaco Paillaco se observa un aumento en las construcciones, mientras que la cobertura de humedales disminuye en un período de 10 años. Esto se debe a un proceso de mayor cobertura en los suelos para cultivos agrícolas y de parcelación para venta de los nuevos pobladores de los sectores rurales. La variación de las edificaciones entre 2011 y 2021, se explica por la variable de que gran cantidad de suelos destinados para fines agrícolas y ganaderos han sido vendidos para uso residencial, por lo que se desmontan las construcciones temporales para guardar insumos. Mientras que las parcelas vendidas se hallan sin construcciones, debido a que los dueños se encuentran en proceso de solicitud de factibilidad para unirse a la red del APR lo que equivale a la cantidad de socios inscritos que se encuentran esperando la factibilidad del agua.

La actividad forestal se incrementa en torno al estero El Trébol y al estero Lumaco. Las edificaciones aumentan en torno a la red del APR, así como la actividad ganadera.

Los humedales se ven reducidos por las coberturas de uso ganadero, agrícola y forestal. Este fenómeno produce varias amenazas para dichos ecosistemas y sus especies, debido a la deforestación que ha permitido el desarrollo de las actividades económicas mencionadas. En el caso de la ganadería, Quintana et, al (2019) señala que el sobrepastoreo produce cambios en la composición botánica de los humedales, ya que el ganado tiene un hábito de pastoreo selectivo de las especies de mayor palatabilidad y calidad. También se produce contaminación en los cursos de agua por escorrentía o lixiviación a través de la expulsión de orina y materia fecal con restos no metabolizados de fármacos por vía oral o inyectable.

Como se observa en la Figura 12, las principales presiones para los humedales provienen del uso ganadero y agrícola, lo que ha provocado que la superficie de humedales se reduzca en un 28,47%. Mientras que un valor alarmante en el área abarcada es el del bosque nativo, que se redujo en un 68,12% por las presiones hacia el sector norte por el aumento del uso forestal, en torno a los esteros El Trébol y estero Lumaco, principalmente de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Por otra parte, se produce la disminución de la superficie usada con fines agrícolas, debido a que son tierras donde ha aumentado la construcción de viviendas, aumentando las edificaciones en un 36,60%.

Figura 12: Variación de coberturas de suelo (ha) en el período de 2011 a 2021 en la localidad de Lumaco Paillaco.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.2 Variación de las coberturas en Manao Bajo.

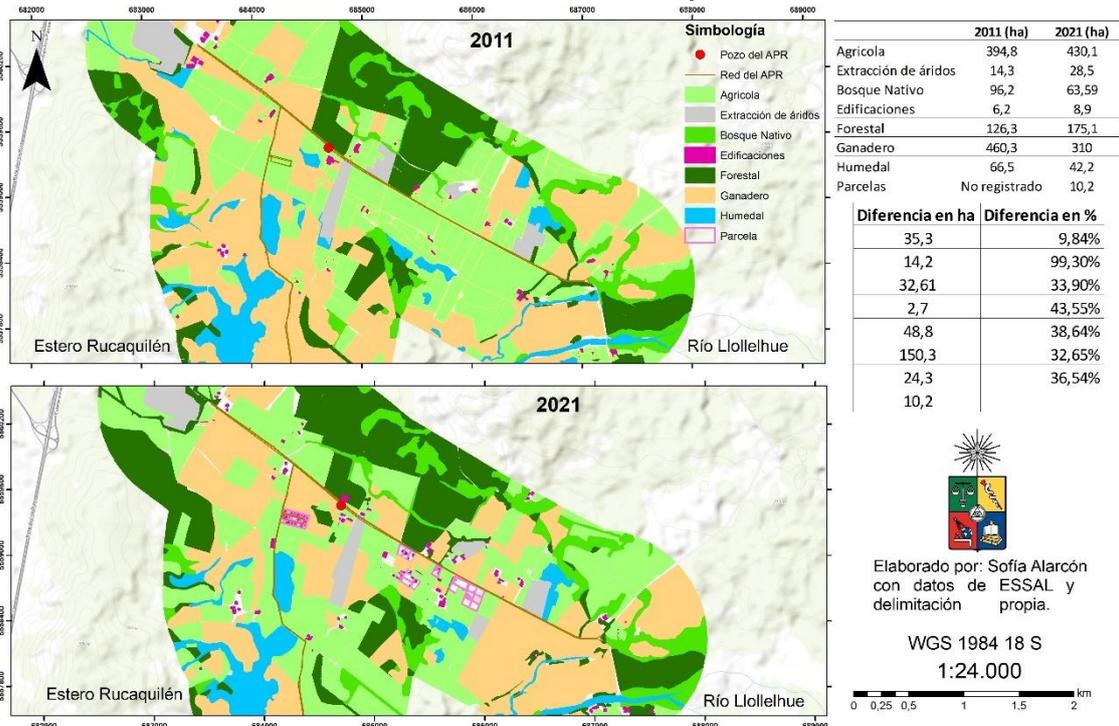
En Manao Bajo, además del aumento de viviendas en comparación con 2011 dado el aumento de población por la instalación de la red APR, actualmente las edificaciones se concentran en torno a la ruta T-65, que coincide con la red del APR, a diferencia del año 2011 en que las construcciones estaban en torno a las actividades agrícola y ganadera. La superficie de humedales se vio disminuida por la presión de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales en los esteros afluentes al río Lollehue. En el caso de la extracción de áridos, en terreno se observó que se producen espejos de agua, que atraen aves, aumentando al doble la superficie que tenían en 2011.

Las parcelas, surgen de la subdivisión de un terreno predial con fines inmobiliarios que, para realizar obras como la instalación de viviendas, construcción de caminos, entre otros, intervienen el entorno natural mediante la fragmentación de ecosistemas, deforestación de bosque nativo, pérdida de biodiversidad y destrucción de humedales (Humedales Los Ríos, 2022). Uno de los riesgos a los que se exponen los humedales por las parcelaciones, es cuando estas se encuentran colindantes, como en los humedales palustres con espejo de agua estacional en el período de invierno o en las riberas de los ríos. Dichas intervenciones en los bosques pantanosos para convertirlos en parcelas genera praderas que también son un tipo de humedal permanente o

temporal, pero que adquiere otro uso de suelo, que simplifica y disminuye la composición y riqueza de las especies nativas y endémicas.

En la localidad de Manao Bajo se observa el aumento de población a través del aumento de superficie en las edificaciones y el modelo de venta de parcelas por medio de subdivisión de predios agrícolas, especialmente en torno a la red del APR, aumentando en un 43,55% en un período de 10 años. Mientras que se reduce la superficie de humedales en un 36,54% como indica la Figura 13, principalmente por las presiones del uso forestal y ganadero.

Figura 13: Variación de coberturas de suelo (ha) en el período de 2011 a 2021 en la localidad de Manao Bajo.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como puede verse en la imagen las características de los humedales en la zona corresponden principalmente a los esteros afluentes del río Llollehue, en torno a la actividad ganadera del sector. A lo que actualmente se suma la presión e interés por la venta de terrenos en torno a la red del APR.

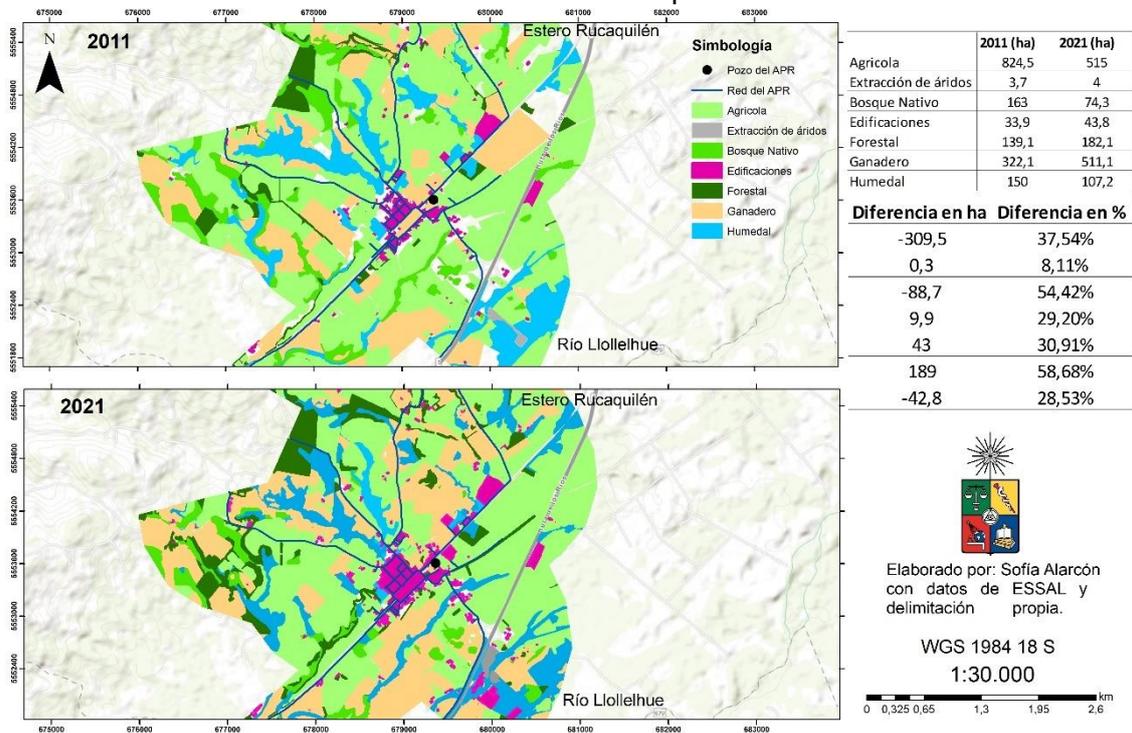
3. 3 Variación de coberturas en Pichirropulli

Actualmente Pichirropulli presenta un poblado, que representa un aumento del 29,20% del área de edificaciones comparado con 2011. Se observa una disminución en la cobertura de los humedales de 28,53%, principalmente por el aumento de plantaciones forestales y la concentración de edificaciones en la aldea de Pichirropulli, que se ha consolidado como un área urbana que ofrece variados servicios en torno a su centro,

ver Figura 14. Lo que produce que los afluentes del río Llollehue sean canalizados para el uso más eficiente de suelo para fines productivos.

En los sectores más alejados de la red APR aumenta la cobertura de uso forestal, principalmente de eucaliptos (*Eucalyptus spp*), lo que produce una serie de amenazas por riesgo de incendios forestales, no solo para los humedales, sino para la creciente población, donde se ven expuestos a perder sus viviendas y medios de vida. Las zonas con mayor riesgo de incendio forestal son las donde coexisten las poblaciones humanas y los ecosistemas vegetales (ONU, 2022), agravado por las plantaciones exóticas como *Pinus radiata* y *Eucalyptus spp* las cuales producen una mayor exposición y riesgo de sufrir incendios forestales en comparación con la cobertura de bosque nativo (Gonzalez et al, 2020).

Figura 14: Variación de coberturas de suelo en el período de 2011 a 2021 en la localidad de Pichirropulli.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Como se observa en la figura anterior, hay una serie de esteros que bajan por las quebradas hasta llegar al río Llollehue desde el estero Rucaquilén, así como un foco urbano donde se concentran los servicios en torno a la mayor cantidad de viviendas, lo que contrasta con la información dada por la administradora del APR, que señaló que la zona estaba rodeada de sectores inundados.

En Pichirropulli, no se encontró el patrón de poblamiento que caracteriza a las parcelaciones, sino una tendencia que obedeció a la subdivisión de terrenos familiares, con la construcción de nuevas viviendas para los hijos de los propietarios.

CAPÍTULO 4: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.-Discusiones

A continuación, se discutirán los resultados encontrados en la investigación en torno a los objetivos planteados para comprender la situación actual de la comuna de Paillaco en torno a la crisis hídrica actual y los nuevos catastros de humedales en la región, aplicados en 3 asentamientos.

De esta forma, se abordarán las discusiones según cada objetivo específico.

4.1.1 Síntesis de escenario de crisis hídrica y reconocimiento de humedales en la comuna de Paillaco.

En este primer objetivo, se realizó una revisión bibliográfica, de prensa y de recopilación de información local para tener un contexto territorial de la comuna en cuanto a su información y grado de consciencia sobre los humedales, así como de las medidas que están tomando en el escenario de sequía.

Actualmente se encuentra en proceso la realización de un catastro de humedales por parte del GORE, no obstante, esta institución publicó en su web en marzo de 2023 los resultados preliminares para revisión común. La valorización de los humedales es un trabajo complejo de educación ambiental, que busca la vinculación de estos ecosistemas con la población, para que esta entienda su valor como patrimonio natural y como una unidad que brinda servicios ecosistémicos, y no solo como un bien de carácter productivo. Solo en Pichirropulli se reconoció la presencia de humedales en su área por parte del comité encuestado, que declaró su presencia en los esteros locales que confluyen al río Llollehue. Mientras que en el caso de los Comités APR's de Manao y Lumaco Paillaco indicaron desconocer la presencia de humedales en sus asentamientos y que sí eran conscientes que dichos ecosistemas se encontraban en Valdivia.

Ahora que se tiene la información preliminar de la situación de los humedales al alcance de toda la población, se considera que este proceso debe estar acompañado de una mayor divulgación y acercamiento a los habitantes del territorio en pos de preservar y/o conservar estos ecosistemas, integrando la posición e interés de los vecinos. Lo anterior se refuerza por el actual y activo proceso de venta de terrenos para parcelas que se desarrolla en las áreas de estudio, y que muy probablemente, de no mediar la acción oportuna y eficaz de acercamiento a la población referida anteriormente, dejará a los humedales fragmentados e insertos en una matriz de parcelas, con intereses privativos.

Las actuales medidas de la municipalidad para brindar una solución hídrica a las familias que se encuentran sin acceso al agua potable tienen un carácter meramente paliativo. El encargado del Departamento de Asuntos Hídricos y Sustentabilidad de la municipalidad sostuvo que la entrega de agua por camiones aljibe se realiza a las familias que se encuentran en listas de espera para unirse a la red APR, en las

modalidades de mejoramiento, ampliación y construcción de nuevos pozos que se desarrollan en la actualidad. La municipalidad no dispone actualmente de instancias ni protocolos para enfrentar situaciones de emergencia ni de déficits hídricos más allá del servicio de camiones aljibe. Siendo la construcción de nuevos APR y la ampliación y mejoramiento de los existentes con sus dilatados plazos correspondientes, dada la confluencia de distintas fuentes de financiamiento y la burocracia propia del sistema, las únicas medidas que ofrece la institucionalidad para enfrentar situaciones de crisis hídrica en el área de estudio.

Un aspecto interesante que surge para analizar en la problemática presentada es el costo actual del servicio de camiones aljibe de la municipalidad, dado su carácter paliativo, en comparación con los costos del presupuesto corriente que tienen los proyectos de construcción o mejoramientos de los sistemas APR.

4.1.2 Caracterización de los comités APR de las localidades de Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli en el contexto de crisis hídrica.

En este segundo objetivo se caracterizaron los asentamientos de Lumaco Paillaco, Manao Bajo y Pichirropulli a través de información otorgada por ESSAL y la información obtenida en terreno a través de miembros del comité. En los comités de Lumaco Paillaco y Manao Bajo no se encontraron problemas asociados a la cantidad y calidad del agua potable en su servicio y sí se constataron este tipo de problemas en Pichirropulli.

Un punto que destacar es la desconfianza que tienen las personas entrevistadas de los APR's en la figura del Estado, representada por el municipio y la DOH, debido a la lentitud del procesamiento de las solicitudes para mejorar o crear infraestructura hidráulica en las localidades rurales.

El gasto que realiza la municipalidad para el mantenimiento del servicio de camiones aljibe genera una cierta sensación de desigualdad social en los APR's, ya que en la mayoría de los casos los comités de APR solo manejan un presupuesto que les permite mantener sus operaciones rutinarias, requiriendo de inversión externa proveniente de la DOH, municipalidad y el Gobierno regional para el desarrollo de las mejoras necesarias en sus sistemas.

También existen sensaciones de abandono y desesperanza en los comités de APR como en Pichirropulli, que están a la espera de la inversión estatal para mejorar su sistema y cumplir con el suministro de agua a sus localidades. El comité señaló que los procesos para ampliar la red de su APR han sido largos y burocráticos, más aún por lo experimentado durante la pandemia, período en que se paralizó el desarrollo de los proyectos para ser reanudados en el último año.

4.1.3 Comparación de las áreas de humedales e infraestructura residencial y de servicios en Lumaco Paillaco, Manao y Pichirropulli.

El tercer objetivo tuvo complicaciones, en su desarrollo, particularmente por los obstáculos para realizar los trabajos de terreno debido a que los accesos a los humedales considerados se encontraban en terrenos privados. Por ende, el principal análisis de uso de suelo se realizó vía remota.

En el área de estudio se aplican los cambios territoriales que caracterizan a la nueva ruralidad donde la población rural deja de estar conformada solo por campesinos y agricultores y comienzan a hacer uso del espacio nuevos habitantes con otros intereses por el suelo rural, como es el caso de Manao Bajo donde parte de la población nueva tiene la capacidad de pago para comprar parcelas y acercarse al comité para gestionar el acceso al agua potable para su segunda residencia.

Todos los miembros de los comités que fueron entrevistados señalaron percibir un aumento de población en su sector correspondiente, población que está en espera de la factibilidad para unirse al sistema. Gran parte de dicha población no participa de las dinámicas territoriales cotidianas del territorio, por ejemplo, los menores de edad no hacen uso de los establecimientos educacionales rurales, dado que su vinculación al territorio se restringe al carácter de habitantes de segunda vivienda.

El aumento de población en el área de estudio se convierte en un potencial para concretar inversiones en infraestructura hídrica en cada uno de los asentamientos, ya que una de las variables clave para la factibilidad de concretar una inversión pública de construcción o ampliación de un sistema APR se basa en la cantidad de población y de viviendas por km de calle o de la futura red de agua potable, a través de las categorías de localidad concentrada o semiconcentrada.

Finalmente, hay que destacar la necesidad de establecer regulaciones para proteger los humedales de los tipos boscoso y emergente, que actualmente se ven expuestos a los procesos de parcelación para convertirse en uso habitacional. Si bien existen mecanismos para conservar el bosque nativo en los predios privados, como el concurso de bonificaciones de la Ley 20.283, que consiste en un Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo con el objetivo de que los dueños de los predios realicen un manejo sustentable de sus bosques nativos, especialmente aquellas actividades cuyo costo de ejecución es alto. Sin embargo, en los registros comunales solo se encontró un caso acogido a dicho mecanismo en la localidad de Manao Bajo. Destacando como primer paso relevante para la conservación de los humedales de tipo boscoso la realización del catastro regional donde estos fueron caracterizados y localizados para conocimiento público, debido a que una de las preocupaciones planteadas por Figueroa et, al (2011), era la nula caracterización y evaluación de este tipo de humedales, de mano con la falta de estudios para estos ecosistemas.

Entre los efectos ecológicos de las plantaciones de eucalipto, se encuentra la competencia que se produce cuando se inserta eucalipto en terrenos con vegetación nativa. Según Poore & Fries (1999), se produce como efecto la competencia de la flora

con los eucaliptos por el agua, nutrientes, la perturbación del terreno, el efecto de sombra producido en la vegetación nativa. Mientras que también tiene un efecto en la fauna nativa sufre el cambio de hábitat, al cambio el tipo de flora, especialmente en la especie de árbol dominante. Al establecerse una plantación de eucalipto se produce el efecto de sustitución, donde se reemplaza un ecosistema por otro. Por otra parte, en relación con cultivos agrícolas dependiendo de las circunstancias la presencia de una plantación de eucalipto produce aumento de temperatura y reducción en la transpiración, incluyendo la competencia por agua y elementos nutritivos.

Las plantaciones forestales en una superficie extensa favorecen la propagación del fuego al producirse incendios forestales, debido a que esta cobertura se compone de un tipo de combustible denso e inflamable (compuesto por pino y eucalipto de rápido crecimiento) los cuales se distribuyen de manera continua a lo largo del paisaje sin un manejo adecuado (González et al, 2020). Se han establecido relaciones entre la actividad humana y el régimen del fuego, donde se incluyen como factores el cambio climático antropogénico, la creciente área de interfaz entre lo urbano y lo rural (donde convergen o mezclan viviendas y formaciones vegetales), más el incremento de las plantaciones forestales de especies de alta inflamabilidad antes mencionadas. Es en esta interfaz de lo urbano-rural que se originan el 60% de los incendios forestales, producto del crecimiento poblacional, la expansión urbana, más una mayor cobertura vegetal a estos sectores urbanizados.

Si bien los humedales están en constante cambio debido a las dinámicas fluviales y de sedimentos, a esto se suma el impacto que tienen en ellos las actividades humanas (Patiño, 2016). Las actividades antrópicas generan una serie de presiones en los ecosistemas de humedal, desde el estrés hídrico generado por las plantaciones forestales que además genera la amenaza de incendios forestales para los ecosistemas insertos en torno a las localidades estudiadas; en contraposición con el aumento de población en torno a estos centros con oferta de venta de parcelas en un espacio que aumenta su cobertura de edificaciones en torno a plantaciones forestales. Los humedales son sujeto de cambio mediante las actividades antrópicas que pueden observarse en un análisis espacio temporal para establecer la degradación y fragmentación en los ecosistemas de humedales.

Las principales causas del deterioro y alteración de los humedales derivan de la urbanización, el consumo excesivo y el uso ineficiente del agua. El desarrollo urbano y rural a través de los cambios de uso de suelo y la hidro geomorfología; la desviación del agua mediante represas, diques y canalizaciones; el desarrollo de infraestructura vial y centros urbanos en valles fluviales, la deforestación y explotación intensiva de actividades agrícola-ganaderas, sumado a la contaminación del agua por vertidos residuales, exceso de nutrientes y otros compuestos provenientes del uso de fertilizantes, plaguicidas y fármacos (UNLP, 2020). Especialmente, como consecuencia del uso ganadero asociado tanto a la presencia de animales como a sus prácticas de manejo. El sobrepastoreo produce cambios en la composición botánica de los pastizales, debido a que el ganado tiene hábitos de pastoreo selectivo de las especies de mayor patabilidad y calidad (Quintana et al, 2019). Sumado a la contaminación de los cursos de agua por la materia fecal y de orina. En directa relación con lo presentado en los cambios de uso de suelo para las tres localidades, donde próximo a los

humedales identificados se encuentran usos ganaderos y agrícolas. Exponiendo a estos ecosistemas a la contaminación por estas actividades productivas.

Por último, se refuerza la necesidad de aprovechar y fortalecer las instancias para comunicar y educar a la población sobre la riqueza ecosistémica de los humedales y su importancia para el abastecimiento hídrico de los APR's.

4.2 Conclusiones

En síntesis, se confirma que existe una disminución del área de cobertura de los humedales, a la vez que un aumento de las edificaciones en las tres localidades rurales estudiadas. Este fenómeno responde a un proceso en el que la expansión territorial y se vuelve una amenaza para dichos ecosistemas, tanto directa como indirectamente, a través de la construcción de gasolineras, centros comerciales, espacios de recreación, entre otras edificaciones que caracterizan a una localidad urbanizada.

Es muy importante crear iniciativas en las que se invierta en conocer los humedales de la región, para generar instancias de protección y conservación en los lagos, esteros, hualves, etcétera. Sin embargo, así como se ha investigado sobre el beneficio de la infraestructura verde y las soluciones basadas en la naturaleza; las medidas tomadas tanto por la municipalidad como por el gobierno regional no incluyen inversión a largo plazo que solucione los problemas, sino más bien inversión del tipo presupuestaria de emergencia, dirigida al financiamiento del sistema de camiones aljibe y proyectos para la construcción de nuevos sistemas de APR para las familias insertas en las localidades sin un sistema propio.

Cabe destacar que no se encontraron situaciones de déficit hídrico en las localidades seleccionadas lo que no representa la situación del resto de la comuna inserta en una región con una Declaración de Escasez Hídrica vigente. Lo que vuelve relevante la correcta proyección en los futuros proyectos de ampliación de estos sistemas sanitarios rurales, considerando el aumento de población y la evolución del comportamiento de los pozos a nivel regional. Los miembros representativos de los comités entrevistados señalaron que no había problemas en torno al agua potable, exceptuando a Pichirropulli que es un comité antiguo con otros problemas asociados a su red de APR como la falta de presión y el cumplimiento de la vida útil de las cañerías. De todas maneras, cabe analizar prolijamente la oferta de agua de cada comité con la incorporación de los nuevos socios inscritos en listas de espera.

Cabe reflexionar respecto del carácter de los comités. Es posible que uno de los caminos posibles que sigan los comités APR sea el de convertirse en una empresa sanitaria en el marco de la nueva ley de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), tal como de alguna forma lo realiza el comité de la localidad de Manao Bajo al vender permanentemente agua potable a la municipalidad. En este contexto, se debe considerar el principio declarado en la normativa vigente de estas entidades: los APR son estructuras sin fines de lucro, además de incorporar en la gestión gubernamental la estructura económica-social y de recursos de cada comité, dada las desigualdades constatadas donde puede aumentar significativamente la cuota de ingreso para entrar a un comité de APR y no todas las familias puedan acceder a ello. Sumando, el caso de Lumaco Paillaco donde

hay socios con más de un arranque para sus cabañas, las cuales son usadas con fines lucrativos para las temporadas de mayor presencia turística, lo que produce mayor demanda de agua potable de la red para cuando las cabañas son ocupadas.

Finalmente, señalar qué si bien esta investigación es una aproximación a la realidad del sector, es necesario hacer un análisis más detallado sobre los efectos de los cambios de uso de suelo en cada ecosistema de humedal asociado a cada uno de los sectores analizados. Dicha investigación debería analizar y brindar información sobre los cambios físicos en un período mayor de tiempo en las áreas de los humedales, superficie, profundidad, márgenes, erosión y calidad de las aguas, y en los cambios bióticos tales como variación de las comunidades vegetales, de sus estructuras, y de la composición de la flora y fauna nativas, así como evidenciar posibles efectos antrópicos sobre el medio ambiente y la población en general.

La continuación de trabajos similares a la presente memoria, en el futuro, podría ser de vital importancia para conformar literatura sobre el tema en cuestión y favorecer futuras medidas orientadas en mejorar la conservación de estos ecosistemas así también, brindar una mejor calidad de vida a quienes habitan los territorios rurales mencionados anteriormente. Generar literatura adicional sobre problemas rurales en localidades de la región de los Ríos, puede propiciar interés por el desarrollo de proyectos para aportar a lo antes mencionado, poniendo énfasis en la conservación y valoración de estos ecosistemas.

Bibliografía

Aguilera, C. (2019). Nueva ruralidad: Perspectivas y enfoques de la Geografía, aplicadas a la Comuna de Santa Cruz, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/171041/nueva-ruralidad-perspectivas-](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/171041/nueva-ruralidad-perspectivas-yenfoques.pdf?sequence=1#:~:text=La%20Nueva%20Ruralidad%20actualmente%20es,a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20Geograf%C3%ADa.)

[yenfoques.pdf?sequence=1#:~:text=La%20Nueva%20Ruralidad%20actualmente%20es,a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20Geograf%C3%ADa.](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/171041/nueva-ruralidad-perspectivas-yenfoques.pdf?sequence=1#:~:text=La%20Nueva%20Ruralidad%20actualmente%20es,a%20trav%C3%A9s%20de%20la%20Geograf%C3%ADa.)

Álamos, N., Monsalve, T., Billi, M., Lefort, I., Allendes, A., Navea, J., Calvo, R., Urquiza, A. (2021). Vulnerabilidad hídrica territorial. Documento de trabajo NEST-r3 N°3, Santiago, Chile. <https://www.doi.org/10.17605/OSF.IO/AGJ6P>

Alonso, M. (2023). Ruta Transmedia Humedal (RA). Ecoeducación del Patrimonio Ramsar, Humedal Costero de Reñaca mediante ruta transmedia de experiencia interactiva e inmersiva. *Repositorio UVM*.

Andrade, M. (2015). Riesgo hídrico y vulnerabilidad en la gestión del territorio. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 2, p. 285-296, ago. 2015. ISSN 2179-0892.

Antiao M. (2013). Legislación aplicable a los Humedales en Chile: Análisis crítico de su protección en la normativa vigente. *Universidad Austral de Chile*.

Asociación de Municipios Rurales. (2021). Recursos Hídricos, desertificación y sequía. *AMUR*.

Baeza, E. (2018). Los humedales en Chile y su relación con territorios indígenas. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26180/2/Informe_Humedales_en_territorio_indigena.pdf

Baeza, E. (2020). Importancia de las aguas subterráneas y experiencias chilena y extranjera sobre su gestión. *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/28611/1/Informe_Gestion_Aguas_Subterraneas.pdf

Banco Mundial (2021). El agua en Chile: elementos de desarrollo y resiliencia. *Banco Mundial, Washington, DC*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/147629/El-Agua-en-Chile-Elemento-de-Desarrollo-y-Resiliencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.....

Betancur-Vargas, T., García-Giraldo, D. A., Vélez-Duque, A. J., Gómez, A. M., Flórez-Ayala, C., Patiño, J. E., & Ortíz-Tamayo, J. Á. (2017). Aguas subterráneas, humedales y servicios ecosistémicos en Colombia. *Biota Colombiana*, 18(1), 1-28.

Biblioteca del Congreso Nacional. (2017). Ley 20.998. *Biblioteca del Congreso Nacional*. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1100197>

Borràs, S. (2016). Movimientos para la justicia climática global: replanteando el escenario internacional del cambio climático. *Relaciones Internacionales*.

Cabrera, M. (29 de septiembre de 2022). Gobierno extiende por un año el decreto de escasez hídrica para la región de Los Ríos. *Biobio Chile*. <https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2022/09/29/gobierno-extiende-por-un-ano-el-decreto-de-escasez-hidrica-para-la-region-de-los-rios.shtml>

Canaza-Choque, F. A., Condori-Pilco, L. B., Peralta-Cabrera, J. P., & Dávila-Quispe, R. O. (2021). En la puerta del infierno. Proximidad, tensiones y escenarios difíciles en medio del cambio climático. *Revista revoluciones*, 3(3), 5-13.

Carvacho, C. V., & Valladares, E. C. (2020). Nuevas determinantes para comprender los alcances de la ruralidad: representaciones del cambio climático en la agricultura familiar campesina. *Boletín de Estudios Geográficos*, (113), 111-132.

Carrasco-Lagos P, RA Moreno, A Figueroa, C Espoz y C de la Maza (2015) Sitios Ramsar de Chile. Seremi del Medio Ambiente Región Metropolitana de Santiago, Universidad Santo Tomás, Universidad de Chile y CONAF. 56 pp.

Caro, C. I., Torres, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Orinoquia*, 19(2), 237-252.

Castillo-Villanueva, L., & Velázquez-Torres, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 17(2), 11-32.

Celedon, L., & Adolfo, G. (2021). Vulnerabilidad hídrica en la comuna Quemchi, Archipiélago de Chiloé. *Universidad de Concepción*. [Http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/9126](http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/9126)

Cintrón-Molero, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (2004). Un sistema de clasificación de humedales propuesto para la Convención de Ramsar1. DOCUMENTOS DEL CURSO-TALLER “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”, 37.

Cuassolo, F., & Díaz Villanueva, V. (2019). Exóticas en humedales: Análisis de las comunidades vegetales de mallines naturales y urbanos en la ciudad de Bariloche. *Ecología austral*, 29(3), 405-415.

Corporación Cultural Municipal. (2021). Plan Comunal de Cultura 2022-2025. Ilustre Municipalidad de Paillaco. <https://redaliwen.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2023/04/Plan-Comunal-de-Cultura-Paillaco-FINAL.pdf>

Correa-Araneda, F., Urrutia, J., & Figueroa, R. (2011). Estado del conocimiento y principales amenazas a los humedales boscosos de agua dulce de Chile. *Revista chilena de historia natural*, 84 (3), 325-340. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000300002>

CR2. (29 de diciembre de 2022). Escasez hídrica en Chile: Desafíos de un futuro con menos agua (Crónica Digital). Cr2.cl. <https://www.cr2.cl/escasez-hidrica-en-chile-desafios-de-un-futuro-con-menos-agua-cronica-digital/>

Diario El Paillaquino. (2021). Junta de vecinos señala haber presentado 40 solicitudes al municipio de Paillaco y ninguno fue contestado. *Diario El Paillaquino*. <https://diarioelpaillaquino.cl/2021/02/junta-de-vecinos-senala-haber-presentado-40-solicitudes-al-municipio-de-paillaco-y-ninguno-fue-contestado/>

Diario Financiero. (24 de abril de 2023). Todas las regiones se expandieron en 2022, destacando Arica y Parinacota, Magallanes y Los Lagos. *Diario Financiero*. <https://www.df.cl/economia-y-politica/macro/pib-regional-a-pesar-de-caidas-en-el-cuarto-trimestre-regiones>

Dirección General de Aeronáutica Civil. (2022). Cambio Climático: Chile sumará 14 años consecutivos de sequía y proyectan aumento en olas de calor. *DGAC Gob*. <https://www.dgac.gob.cl/cambio-climatico-chile-sumara-14-anos-consecutivos-de-sequia-y-proyectan-aumento-en-olas-de-calor-%EF%BF%BC/#:~:text=El%202022%20cerrar%C3%ADa%20con%20precipitaciones,cambio%20clim%C3%A1tico%20en%20el%20pa%C3%ADs.>

Dirección de Obras Hidráulicas. (2007). Informe Final. Programa de Agua Potable Rural. *Ministerio de Obras Públicas*. https://www.dipres.gob.cl/597/articulos-139605_informe_final.pdf

Dirección de Obras Hidráulicas. (2015). Informe Final de Evaluación. Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural (APR). *Ministerio de Obras Públicas*. https://www.dipres.gob.cl/597/articles-141243_informe_final.pdf

Domínguez, E., & Larraín, J. (2013). *Sphagnum magellanicum* (pompón): El musgo de la turbera. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*.

ESSAL. (s.f). Actividades y negocio. ESSAL Pura Vida. Revisión en línea el 12 de diciembre del 2022, en <https://www.essal.cl/empresa/actividades-y-negocio#:~:text=La%20empresa%20produce%20y%20distribuye,dentro%20de%20su%20Territorio%20Operacional>.

Figuroa, R., Suarez, M. L., Andreu, A., Ruiz, V. H., & Vidal-Abarca, M. R. (2009). Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile Central. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 76-94.

Flores, L. (2012). Análisis del decreto ley 701 referente al otorgamiento de bonificaciones para la forestación de suelos ñadi. *Universidad Austral de Chile*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/fifg261a/doc/fifg261a.pdf>

Font, E. V. (2017). Humedales: Definiciones, funciones y amenazas. *En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN, Santiago de Chile*.

Fragkou, M. C., Monsalve-Tapia, T., Pereira-Roa, V., & Bolados-Arratia, M. (2022). Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 48(145).

Fundación Amulén. (2020). Pobres de Agua. Radiografía del agua rural de Chile: Visualización de un problema oculto. *Fundación Amulén*. https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf

Fundación Conama (2018). Soluciones basadas en la naturaleza. *Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018*.

García, M. G. (2019). Del riesgo a la resiliencia. Hacia el diseño y gestión adaptativo del paisaje. *Estudios del hábitat*, 17(1), e057-e057.

Gerding, V. (2010). Suelos de humedales y trumaos húmedos del sur de Chile. *Biblioteca CEHUM*. <http://biblioteca.cehum.org/handle/CEHUM2018/1628>

Gobierno de Chile (s.f). Plan sequía. *Gobierno de Chile*. Recuperado el 3 de octubre del 2022, de <https://www.gob.cl/plansequia/#:~:text=El%20Gobierno%20ha%20dise%C3%B1ado%20un,pilares%20de%20la%20Estrategia%20H%C3%ADdrica>.

Gobierno de Chile (s.f). Plan de emergencia. *Gobierno de Chile*. Recuperado el 3 de octubre del 2022, de <https://www.gob.cl/plansequia/emergencia/>

González Arratia, M., Hauenstein Barra, E., Peña Cortés, F., García, M., & Urrutia, O. (2003). Comentarios sobre bosques pantanosos, humedales importantes del Centro-Sur de Chile.

González Bogotá, L. R. (2015). Diagnóstico para la valoración de biodiversidad y servicios ecosistémicos del humedal el Burro. *Universidad Militar Nueva Granada*. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7256>

González Gaudiano, E. J., & Meira Cartea, P. Á. (2020). Educación para el cambio climático: ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, 42(168), 157-174.

González, K. (2021). Aplicación de un modelo conceptual DPSIR para la gestión ambiental de lagos en la cuenca del río Valdivia. *Universidad de Concepción*.

González, M.E., Sapiains, R., Gómez-González, S., Garreaud, R., Miranda, A., Galleguillos, M., Jacques, M., Pauchard, A., Hoyos, J., Cordero, L., Vásquez, F., Lara, A., Aldunce, P., Delgado, V., Arriagada, Ugarte, A.M., Sepúlveda, A., Farías, L., García, R., Rondanelli, R., J., Ponce, R., Vargas, F., Rojas, M., Boisier, J.P., C., Carrasco, Little, C., Osses, M., Zamorano, C., Díaz-Hormazábal, I., Ceballos, A., Guerra, E., Moncada, M., Castillo, I. 2020. Incendios forestales en Chile: causas, impactos y resiliencia. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, Universidad de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Austral de Chile.

González Sandoval, L. (2021). Causas y efectos de la escasez hídrica en la comuna de Tiltit, 2008-2020. [Seminario de grado: Economía y Sociedad, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/184284/Causas-y-efectos-de-la-escasez-hidrica.pdf?sequence=1>

Guerra F. (2019). Fiscalización ciudadana y herramientas legales para la protección de humedales. Observatorio ciudadano Forecos. https://forecos.cl/wp-content/uploads/2019/07/Presentaci%C3%B3n-FPA-Humedales_Felipe-Guerra-3.pdf

Guzmán J. (2022). Nuevo informe de cambio climático ONU: por qué Chile es un país “altamente vulnerable” (La Tribuna). CR2. <https://www.cr2.cl/nuevo-informe-de-cambio-climatico-onu-por-que-chile-es-un-pais-altamente-vulnerable-la-tribuna/>

Habit, E., K. Górski, D. Alò, E. Ascencio, A. Astorga, N. Colin, T. Contador, P. de los Ríos, V. Delgado, C. Dorador, P. Fierro, K. García, O. Parra, C. Quezada- Romegialli, B. Ried, P. Rivera, C. Soto-Azat, C. Valdovinos, I. Vera-Escalona, S. Woelfl (2019). Biodiversidad de Ecosistemas de Agua Dulce. Mesa Biodiversidad-Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. 64 páginas.

Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F., & Muñoz-Pedrerros, A. N. D. R. É. S. (2005). Diversidad vegetal en humedales costeros de la Región de La Araucanía. *Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile*, 1, 197-209.

Hídricos, R. (2020). Agua y Cambio Climático. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020*.

Humedales Los Ríos. (2022). Efectos inmediatos y potenciales de las parcelaciones en los humedales rurales de Los Ríos. *Humedales Los Ríos*. <https://humedaleslosrios.cl/2022/06/el-efecto-de-las-parcelaciones-sobre-los-humedales-rurales-de-la-region-de-los-rios%EF%BF%BC/>

Humedales Los Ríos (2023). ¿Qué tipos de humedales predominan en la región de Los Ríos? *Humedales Los Ríos*. <https://humedaleslosrios.cl/2022/05/que-tipo-de-humedales-predominan-en-la-region-de-los-rios/>

Instituto Nacional de Estadísticas (2019). Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos 2019. *Instituto Nacional de Estadísticas*. https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_AI_Cs_2019.pdf

Kandus, P., & Minotti, P. G. (2018). Vivir sin humedales. En Agua + Vida. Buenos Aires: Unsam Ed., 2018.

Larraín, S. (2006). El agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Polis. Revista Latinoamericana*, (14).

León, C., Oliván Martínez, G., & Fuertes Lasala, E. (2012). Turberas esfagnosas de Chiloé (Chile) y su problemática ambiental. *Bol. Soc. Esp. Briol.* 38-39: 29-40 (2012)

López, M. (2008). Plan de protección contra incendios forestales para la comuna de Paillaco, Región de los Ríos. *Universidad Austral de Chile*.

Massa, T. F. (2018). Valoración de servicios ecosistémicos y planificación: una propuesta de gestión sostenible del turismo en humedales. *Atlantic Review of Economics: Revista Atlántica de Economía*, 1(1), 10.

Marquet, Pablo A., Maisa Rojas, Alejandra Stehr, Laura Farías, Humberto González, Juan Carlos Muñoz, Elizabeth Wagemann, Carolina Rojas, Ignacio Rodríguez y Jorge Hoyos (2021). Soluciones basadas en la naturaleza. Coordinado por Pablo A. Marquet y Maisa Rojas. Santiago: Comité Científico de Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. doi: 10.5281/zenodo.5736938

Medel Rodríguez, J. (2022). Identificación y clasificación de humedales en la comuna de Coronel. aplicación de variables del plan nacional de protección de humedales 2018-2022.

Meza, L., Corso, S., Soza, S., Hammarskjöld, A. D., de Estudios, O., & Agrarias-ODEPA, P. (2010). *Gestión del riesgo de sequía y otros eventos climáticos extremos en Chile*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Ministerio de Agricultura. (2021). Recursos naturales. Comuna de Paillaco. *Sitrural* https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2022/07/Paillaco_rrnn.pdf

Ministerio de Agricultura (s.f). Emergencia Agrícola por Déficit Hídrico. *Ministerio de Agricultura*. Recuperado el 19 de octubre del 2022, de <https://www.minagri.gob.cl/emergencia-agricola-por-deficit-hidrico/#:~:text=Emergencia%20Agr%C3%ADcola%20por%20Deficit%20H%C3%ADrico,la%20baja%20disponibilidad%20de%20agua.>

Ministerio de Obras Públicas (19 de noviembre de 2021). Decretan escasez hídrica en la Región de los Ríos. *Ministerio de Obras Públicas*. <https://www.mop.gob.cl/decretan-escasez-hidrica-en-la-region-de-los-rios/>

Ministerio de Obras Públicas (s.f). Derechos de aprovechamiento de aguas superficiales. *Ministerio de Obras Públicas*. <https://www.mop.gob.cl/tramitesmop/derechos-de-aprovechamiento-de-aguas-superficiales/#:~:text=El%20derecho%20no%20consuntivo%20posibilita,actividad%20por%20ejemplo%3A%20riego%2C>

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f). Humedales de Chile. *Ministerio del Medio Ambiente*. Recuperado el 06 de septiembre del 2022, de <https://humedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/#:~:text=Los%20humedales%20son%20ecosistemas%20acu%C3%A1ticos,bofedales%2C%20vegas%2C%20r%C3%ADos%2C%20lagos>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Ministerio del Medio Ambiente publica la Ley Marco de Cambio Climático en el Diario Oficial. *Ministerio del Medio Ambiente*. <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-publica-la-ley-marco-de-cambio-climatico-en-el-diario-oficial/>

Ministerio del Medio Ambiente, ONU Medio Ambiente. (2021). Guía para facilitar la gestión de las denuncias sobre actividades que afectan a Humedales. Elaborada por Huella Naturaleza Spa., consultora Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centro-sur de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile 37 p.

Ministerio del Medio Ambiente. (s.f). ¿Qué son los humedales? Ministerio del Medio Ambiente. Recuperado el 02 de septiembre del 2022, de <https://humedales.mma.gob.cl/>

Moomaw, W. R., Chmura, G. L., Davies, G. T., Finlayson, C. M., Middleton, B. A., Natali, S. M., ... & Sutton-Grier, A. E. (2018). Wetlands in a changing climate: science, policy and management. *Wetlands*, 38(2), 183-205.

Municipalidad de Paillaco (s.f). Información Comunal. Ilustre Municipalidad de Paillaco. Recuperado el 29 de agosto del 2022, de <https://www.munipaillaco.cl/informacion-comunal/#:~:text=La%20comuna%20de%20Paillaco%20%E2%80%93que,y%20al%20oriente%20con%20Futrero>.

Municipalidad de Paillaco (14 de septiembre de 2021). Municipalidad anunció inversión de \$96 millones en proyectos de APR en Arcoiris, Itropulli y Unión Chilena. *Munipaillaco*. <https://www.munipaillaco.cl/municipalidad-anuncio-inversion-de-96-millones-en-proyectos-de-apr-para-arco-iris-itropulli-y-union-chilena/>

Municipalidad de Paillaco (26 de julio de 2022). Invertirán \$300 millones en agua potable para El Llolly y Santa Rosa Chica. *Munipaillaco*. <https://www.munipaillaco.cl/invertiran-300-millones-en-agua-potable-para-el-llolly-y-santa-rosa-chica/>

Municipalidad de Paillaco. (2020). Pladeco 2020 - 2024. *Ilustre Municipalidad de Paillaco*. <https://www.munipaillaco.cl/wp-content/uploads/2020/07/PLADECO-2020-2024.pdf>

Muñoz, A. (2003). Los humedales del río Cruces. CEA. <https://www.ceachile.cl/Cruces/PDF/1.%20El%20rio%20Cruces..pdf>

Moya, B. V., Hernández, A. E., & Borrell, H. E. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (37), 127-132.

Naranjo, G., Barrenechea, F., & Calderón, M. (2022). Disasters and social vulnerability: the case of the drought in the commune of Tiltill, province of Chacabuco, Metropolitan Region of Santiago, Chile. *Revista Geográfica De Chile Terra Australis*, 58. <https://doi.org/10.23854/07199562.2022581.Naranjo101>

Orozco, J. J. V. (2008). La Ciénaga de Chiconahuapan, Estado de México: un humedal en deterioro constante. *Contribuciones desde Coatepec*, (15), 101-125.

ONU. (12 de agosto, 2022). Medidas frente a los incendios que devastan bosques y turberas. *ONU Programa para el Medio Ambiente*. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/medidas-frente-los-incendios-que-devastan-bosques-y-turberas>

Palma, L. (7 de febrero de 2022). Diagnóstico integral de los humedales de los Ríos y su primer listado de 34 sitios relevantes a estudiar. *Diario Futrono*. <https://www.diariofutrono.cl/noticia/actualidad/2022/02/diagnostico-integral-de-los-humedales-de-los-rios-y-su-primer-listado-de-34-sitios-relevantes-a-estudiar>

Patiño, J. E. (2016). Análisis espacial cuantitativo de la transformación de humedales continentales en Colombia. *Biota Colombiana*, 17, 86-105.

Pavez, G. (26 de septiembre de 2023). Cuestionan decisión del MOP de no renovar el decreto de escasez hídrica para Los Ríos. *Río en línea*. <https://www.rioenlinea.cl/cuestionan-decision-del-mop-de-no-renovar-el-decreto-de-escasez-hidrica-para-los-rios/>

Pizarro Guillen, L. E. (2022). Mitigación del impacto del cambio climático en el recurso hídrico de la sierra peruana con el uso de qochas. *Universidad Científica*.

Pérez, E. (2005). Desafíos sociales de las transformaciones del mundo rural: nueva ruralidad y exclusión social en PNUD (ed) *Chile Rural Un desafío para el desarrollo humano*. (pp. 17-32).

Poore M.E.D & Fries, C. (1987). *Efectos ecológicos de los eucaliptos*. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

Ramírez, C., Correa, M, Figueroa., H., José San Martín, A. (1985). Variación del hábito y hábitat de *Nothofagus antarctica* en el centro sur de Chile. *Bosque*, 6(2), 55-73.

Ramos-Reyes, R., Palma-López, D. J., Ortiz-Solorio, C. A., Ortiz-García, C. F., & Díaz-Padilla, G. (2004). Cambios de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de

información geográfica en una región cacaotera. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 267-278.

Ramos-Reyes, R., Megía-Vera, H. J., & Landeros-Pascual, D. (2021). Modelo del cambio de uso de suelo en el sistema lagunar Carmen-Pajonal-Machona, México. *Terra Latinoamericana*, 39.

Ramsar (s.f). Annotated List of Wetlands of International Importance. *Ramsar Sites Information Service*.
https://rsis.ramsar.org/sites/default/files/rsiswp_search/exports/Ramsar-Sites-annotated-summary-Chile.pdf?1682350738

Rojas, C., Bergamini, K., Mallega, M., Stamm, C. (2022). La protección de humedales en la costa de Chile. En "Hacia una Ley de Costas en Chile: bases para una Gestión integrada de Áreas Costeras" (pp. 415-431). *Serie Geolibros*.

Servicio Agrícola y Ganadero. (2022). Ministro Valenzuela por parcelaciones rurales: "no se han prohibido las parcelaciones, pero vamos a fiscalizar". *Servicio Agrícola y Ganadero*. <https://www.sag.cl/noticias/ministro-valenzuela-por-parcelaciones-rurales-no-se-han-prohibido-las-parcelaciones-pero-vamos-fiscalizar>

Santos, A. (2019). Ríos y humedales, gobernanzas locales y conocimiento ante nuevos escenarios climáticos. *Repositorio Institucional de Documentación Científica del Instituto Humboldt*.
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/35432/2019-SantosAnaCarolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Saravia, C. (2 de marzo, 2022). Venta de parcelas registra un aumento de más de 100% y la Región de Los Ríos se consolida como el destino preferido. *Diario Financiero*.
<https://www.df.cl/empresas/construccion/venta-de-parcelas-registra-un-aumento-de-mas-de-100-y-la-region-de-los>

Semerena, R. E., & Hernández, S. B. (2014). Resiliencia de un sistema socio-ecológico. *Cambio climático y sistemas socioecológicos*, 25-36.

Sepúlveda, C., Lara, M., Pérez, S., Guerra, F., Rodríguez, C., Pino, A. (2018). De la invisibilidad a la multiplicidad: movilizaciones, ontologías e imaginarios urbanos en torno a la defensa de los humedales de Valdivia. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, núm. 35, pp. 5-28, 2018.

Shuster Ubilla, S., Gómez Nome, C., Pino Calderón, A., Valenzuela Lagos, E., & Howland, F. (2021). Brechas de género para la adaptación al cambio climático en rubros priorizados del sector silvoagropecuario y recomendaciones para Chile. *CCAFS Info Note*.
<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/118010/InfoNote%20VF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Urquiza, A & Billi, M. (2020). "Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe: definición y aproximación territorial para el análisis de brechas y riesgos de la

población”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/138), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Quintana, R. D. (2018). Humedales, biodiversidad y servicios ecosistémicos. ¿ Hacia dónde vamos?.

Quintana, R., Boné, E., Casa, V., Mataloni, G., Sfara, V., & Andelman, M. (2019). Ganadería en Humedales. *Wetlands International*.

Quintana, R; Vicari, R & Magnano, A. (2014). Resiliencia de humedales frente al cambio climático. *Research Gate*.

Thorslund, J., Jarsjo, J., Jaramillo, F., Jawitz, J. W., Manzoni, S., Basu, N. B., ... & Destouni, G. (2017). Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management. *Ecological Engineering*, 108, 489-497.

Vidal Olivera, V. M., & González-Abreu Fernández, R. (2013). Aguas superficiales y subterráneas en el Gran Humedal del Norte de Ciego de Ávila. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 34(3), 57-69.

Villagra, M. E. (2022). Los acuíferos transfronterizos de Perú y Chile, prospectiva de los recursos hídricos. *Cuadernos de Trabajo*, (17), 53-57.

Universidad Nacional de la Plata. (2020). Humedales: reservas de vida en peligro de extinción. *UNLP*. <https://unlp.edu.ar/investiga/especiales/humedales-17562-22562/>

Urrutia-Jalabert, R., Rojas Ponce, Y. (2020). Influencia del clima sobre crecimiento de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.) y resiliencia de la especie frente a las sequías en el centro-sur de Chile. *INFOR*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/30430>

Zucchetti, A., Gonzales, P., Alcántara, T., Hartmann, N., Cánepa, M., & Gutiérrez, C. (2020). Infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación al cambio climático: prácticas inspiradoras en ciudades de Perú, Chile y Argentina. *IDRC Digital Library*.

Anexos

Nombre del comité APR	
Nº de socios inicial	
Nº de socios actual	
Año de creación del comité APR	
Anterior método de provisión de agua	
Profundidad del primer pozo y fecha	
Profundidad de pozo actual y fecha	
Demanda de agua al conformar APR (caudal l/s)	
Actual demanda de agua (caudal l/s)	

A continuación, se presenta un cuadro con indicadores respecto a la calidad de agua del APR. Marcar si se presentan:

Turbidez	
Olor	
Microalgas	

Indicar si se presentan las siguientes situaciones respecto al servicio del APR.

Servicio sin problemas de presión en el año	
Servicio con períodos de cortes en período de verano.	
Servicio con cortes permanentes	