



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TOLTÉN Y BUENO

RÍO TOLTÉN

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

**UTP PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN EN
ECOHIDROLOGÍA Y ECOHIDRÁULICA LIMITADA
ECOHD Y UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO UV**

S.I.T N° 486

SANTIAGO, DICIEMBRE 2021

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

**Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Sr. Alfredo Moreno Charme**

**Director General de Aguas
Ingeniero Comercial Sr. Óscar Cristi Marfil**

**Jefe División Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Mauricio Lorca Miranda**

**Inspectora Fiscal
Ingeniera Civil Sra. Andrea Osses Vargas**

**Inspector/a Fiscales Subrogantes
Constructora Civil Sra. Cecilia Roa Espinoza
Ingeniero Civil Sr. Miguel Caro Hernández**

**Especialista SIG
Cartógrafo Sr. Guillermo Tapia Molina**

**Asesor Modelación Integrada
Ingeniero Civil Sr. Pedro Sanzana Cuevas**

**UTP PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN EN ECOHIDROLOGÍA Y ECOHIDRÁULICA
LIMITADA – ECOHYD Y UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO - UV**

Jefe de Proyecto

Ingeniero Civil Sr. Matías Peredo Parada

Profesionales Equipo Especialistas

Bióloga Sra. Rafaela Retamal Díaz

Ingeniero Civil Sr. David Poblete López

Ingeniero Civil Sr. Alonso Arriagada

Licenciado en Sociología Sr. Félix Rojo Mendoza

Ingeniero Agrónomo Sr. Oscar Melo Contreras

Cartógrafo Sr. Javier Fuentes Torrejon

Profesionales Equipo Complementario

Biólogo Marino y Ambiental Sr. Shaw Nozaki Lacy

Ingeniero Civil Sr. Jonás Valdivieso Bravo

Ingeniero Civil Sr. Lenín Henríquez Dole

Ingeniera Civil Sra. Cecilia Urrutia Romero

Ingeniera Civil Sra. Macarena Casanova Torres

Licenciada en Historia Sra. Viviana Chávez Mancilla

Cientista Político Sra. Carolina Pereira Vega

Ingeniero Ambiental Sr. Marcelo Soto Moya

Ingeniero Civil Sr. Juan Pablo Herane Espinosa

Ingeniero Civil Sr. Lenín Henríquez Dole

Ingeniero Civil Sr. Juan Pablo Herane Espinosa

Ingeniero Civil Sr. Manuel Carvallo Arrau

Ingeniera Civil Sra. Diana Quevedo Tejada

Bióloga Sra. Diana Bendek Quintero

ESTRUCTURA DEL INFORME FINAL Y DOCUMENTOS ANEXOS

- **Informe final**
- **Resumen ejecutivo**
- **Anexo A - Abreviaturas**
- **Anexo B - Referencias**
- **Anexo C - Glosario**
- **Anexo D- Figuras**
- **Anexo E - Antecedentes recopilados**
- **Anexo F – Aspectos metodológicos del plan de cuenca**
- **Anexo G - Proyecto SIG**
- **Anexo H - Modelo hidrológico acoplado**
- **Anexo I – Detalles procesos participativos**
- **Anexo J – Descripción y diagnóstico de la cuenca**
- **Anexo K - Plan de acción**

ÍNDICE

Página

1	<u>INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO</u>	8
1.1	INTRODUCCIÓN	8
1.2	OBJETIVOS	10
1.2.1	Objetivo general	10
1.2.2	Objetivos específicos	10
1.3	Caracterización de la cuenca	11
2	<u>PRINCIPALES RESULTADOS</u>	13
2.1	Balance hídrico	13
2.1.1	Oferta actual y futura	13
2.1.2	Demanda actual y futura	17
2.1.3	Brecha hídrica	24
2.1.4	Sustentabilidad	27
2.2	Calidad del agua y medio ambiente	28
2.3	Gobernanza del agua a nivel de cuenca	34
2.4	Brechas de coordinación	35
2.5	Brechas de información	36
3	<u>PLAN DE ACCIÓN</u>	37
3.1	Estructura del Plan de Gestión	37
3.2	Acciones del Plan	38
4	<u>CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS</u>	47
4.1	Evaluación conjunta del plan	53
4.2	Valorización económica del Plan Estratégico de Gestión Hídrica	60
4.2.1	Distribución de costos por actores	62
4.3	Cronograma de las soluciones	63
5	<u>IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN</u>	65
5.1	Hitos de referencia en la implementación del Plan	65
5.2	Estrategia de implementación	66
5.2.1	Aspectos institucionales	66
5.2.2	Gobernanza del agua	68
5.3	Aspectos de financiamiento	69
6	<u>MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN</u>	75
6.1	Indicadores	75
6.2	Seguimiento	78
7	<u>MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES</u>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1-1. Mapa conceptual metodológico del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Río Toltén. ...	9
Figura 1-2. Área de estudio.	12
Figura 2-1. Balance Hídrico anual 1990-2050, cuenca Río Toltén.....	14
Figura 2-2. Disponibilidad Hídrica anual 1990-2050. Cuenca Río Toltén.	14
Figura 2-3. Disponibilidad hídrica por décadas. Periodo 1990-2050, cuenca Río Toltén.	15
Figura 2-4. Volúmenes almacenados, caso Base, cuenca Río Toltén Alto	16
Figura 2-5. Volúmenes almacenados, caso Base, cuenca Río Toltén Medio.....	17
Figura 2-6. Caudales [hm ³ /año] para protección ambiental en las áreas protegidas pertenecientes a la cuenca Río Toltén.....	18
Figura 2-7. Caudales Turísticos por Subcuencas con ZOIT y para toda la cuenca Río Toltén.	19
Figura 2-8. Evapotranspiración según tipo de riego. Cuenca Río Toltén.	19
Figura 2-9. Demanda Evapotranspirativa futura según tipo de riego. Cuenca Río Toltén.	20
Figura 2-10. Demanda Hídrica de Pisciculturas según su naturaleza y tipo de derecho en la cuenca Río Toltén.	21
Figura 2-11. Demanda hídrica actual y futura de tipo consuntiva para diferentes usos.....	23
Figura 2-12. Demanda Hídrica actual y futura de tipo consuntiva para uso Silvoagrícola.	24
Figura 2-13. Demanda hídrica actual y futura de tipo no consuntiva en la cuenca.	24
Figura 2-14. Brecha para agua potable rural, demandas agrícolas bajo riego, y demandas consuntivas del Río Toltén.....	25
Figura 2-15 Superficie de áreas inundadas (humedales) dentro de la cuenca Río Toltén.....	30
Figura 2-16. Tipos de territorios inundados dentro de la cuenca Río Toltén, según el Inventario Nacional de Humedales.	31
Figura 2-17. Áreas de conservación dentro de la cuenca Río Toltén.	33
Figura 2-18. Mapa de actores de la cuenca Río Toltén.	35
Figura 3-1. Estructura del Plan Estratégico.	38
Figura 4-1. Criterios considerados para la priorización de las actividades a implementar en el Plan Estratégico.	48
Figura 4-2. Distribución de la priorización de acciones.	52
Figura 4-3. Esquema temporal de la simulación del PEGH para la cuenca Río Toltén.	54
Figura 4-4. Variación de la brecha total al implementar el PEGH en la cuenca Río Toltén.	56
Figura 4-5. Evolución temporal de la brecha agrícola bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.....	56
Figura 4-6. Evolución temporal de la cobertura de la demanda agrícola bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.....	57
Figura 4-7. Evolución temporal de la brecha de agua potable bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.	58
Figura 4-8. Evolución temporal de la brecha de agua potable bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.	59
Figura 4-9. Distribución de los costos de implementación y operación por área temática de las acciones pertenecientes al Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca Río Toltén.	60

Figura 4-10. Distribución de los costos de implementación y operación del Plan Estratégico de Gestión Hídrica del Río Toltén.	61
Figura 4-11. Distribución anual del costo del Plan.	62
Figura 4-12. Línea de tiempo de implementación de las acciones.	64
Figura 5-1. Estructura del Plan Estratégico.	66
Figura 5-2. Gobernanza del agua propuesto.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 2-1. Estimación de la DHF por Agua Potable Rural y Urbana [hm ³ /año].	18
Tabla 2-2. Consumo de agua de ganado en la cuenca Río Toltén.	20
Tabla 2-3. Estimación futura de la demanda hídrica en ganadería.	21
Tabla 2-4. Estimación futura de la demanda hídrica en pisciculturas.	22
Tabla 2-5. Demanda hídrica de Hidroeléctricas en la cuenca Río Toltén.	22
Tabla 2-6. Estimación futura de la demanda hídrica en uso industrial.	22
Tabla 2-7. Resumen de evaluación de criterios de sustentabilidad.	27
Tabla 2-8. Evaluación de ICA general en cada SHAC de la cuenca Río Toltén.	29
Tabla 2-9. Cantidad de organismo o instituciones presentes en la cuenca Río Toltén con vinculación en el recurso hídrico.	34
Tabla 3-1. Resumen de las acciones necesarias para disminuir las brechas identificadas en la cuenca río Toltén.....	39
Tabla 4-1. Regla de priorización de las acciones.....	49
Tabla 4-2. Priorización de las iniciativas definidas.....	50
Tabla 4-3. Promedio decadales de los indicadores del plan PEGH en la cuenca Río Toltén y su comparación con el escenario futuro e histórico.....	55
Tabla 4-4. Distribución de costos por actores y plazos.	62
Tabla 5-1. Rol de las instituciones sectoriales y regionales en la implementación del Plan.	67
Tabla 5-2. Fuentes de financiamiento para la ejecución del PEGH.	71
Tabla 6-1. Indicadores del Plan.	76

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

A continuación, se presenta la introducción al Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del río Toltén (en adelante PEGH), y los objetivos general y específicos abordados en el desarrollo de este Plan.

1.1 INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado de Chile que se encarga de planificar el desarrollo del recurso agua en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, promoviendo su gestión y administración en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación y uso eficiente, tanto para el consumo humano, como la producción de bienes y servicios y la conservación del medio ambiente.

Actualmente, dicho contexto es complejo. Se combina la necesidad de información para apoyar una gestión integrada del agua a nivel de cuenca con una alta presión de uso sobre los recursos hídricos en sus diferentes formas y un clima cambiante con pronósticos poco alentadores a nivel mundial (IPCC, 2014), que acentúan procesos como la megasequía que se vive en Chile desde 2010 (Núñez y Verbist, 2018).

Considerando lo anterior, la Dirección General de Aguas dio paso a una iniciativa a nivel país, para llevar a cabo el desarrollo de planes estratégicos en gestión hídrica para todas las cuencas del territorio nacional, priorizando la ejecución de estos según la alta presión de uso y la ubicación de la cuenca o cuencas en estudio en zonas afectadas por la crisis climática global y el efecto de la megasequía.

Es así como la cuenca Río Toltén entró en proceso de ser estudiada desde una visión integral, a escala de cuenca y en un horizonte de tiempo de 30 años al futuro, que permita a los tomadores de decisiones gestionar el recurso hídrico de la cuenca considerando las necesidades de todos los actores relevantes.

Este plan consideró diversas actividades que interactuaron entre sí, de tal forma que permitieron el diseño de un plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca, PEGH *ad hoc* para la cuenca (ver Figura 1-1). Las principales actividades desarrolladas fueron:

1. Recopilación y sistematización de antecedentes.
2. Descripción de la cuenca.
3. Diagnóstico de la cuenca.
4. Modelación hidrológica integrada.
5. Participación ciudadana.
6. Plan de acción.
7. Proyecto SIG.

Se inició con la caracterización y descripción de la cuenca en aspectos físicos, geográficos, clima, recursos superficiales y subterráneos, infraestructura, calidad de agua, medio ambiente y gobernanza en institucionalidad.

A continuación, se mostrará el diagnóstico de la cuenca al momento del estudio y a 30 años adelante, pudiendo determinar la brecha existente entre un estado ideal de la cuenca y el estado actual diagnosticado. Para el desarrollo del diagnóstico fue fundamental la aplicación de entrevistas, reuniones sectoriales y talleres de diagnóstico, actividades de Participación Ciudadana.

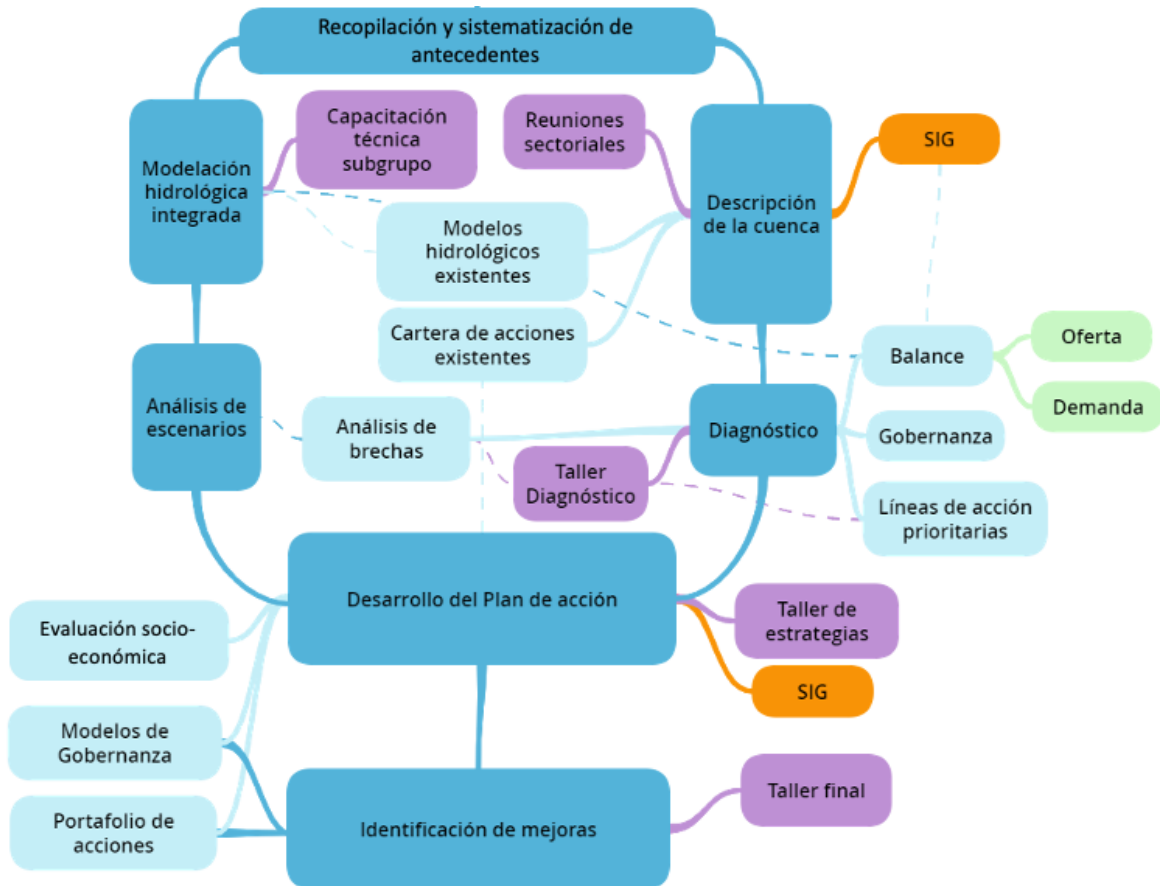


Figura 1-1. Mapa conceptual metodológico del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de los requerimientos planteados en las Bases Técnicas (Resolución D.G.A. Exenta 1611, 11 de septiembre de 2020).

De forma simultánea se desarrolló la modelación superficial en la plataforma WEAP, la modelación hidrogeológica en MODFLOW, y la integración de ambos modelos y la elaboración del sistema de información geográfica del PEGH.

Los productos obtenidos de la modelación fueron fundamentales para el PEGH ya que apoyaron en el análisis de las estrategias de desarrollo, con el fin de tomar las decisiones en función de la mejor información disponible. Por su parte, las instancias de participación ciudadana fueron fundamentales, permitieron conocer desde la fuente las problemáticas locales, tanto acerca del recurso hídrico como de gobernanza e institucionalidad.

Finalmente, el sistema de información geográfica facilitó la presentación de la información territorial, su actualización, manipulación y modificaciones futuras, dando trazabilidad y permanencia al conocimiento generado a nivel espacial.

En conjunto, todas estas actividades dieron soporte al diseño del PEGH, iniciando por la creación de un portafolio de acciones que pretenden cerrar las brechas identificadas, su priorización en términos económicos, temporales y de impacto en la brecha y la definición de las instituciones y actores involucrados, para finalmente disponer de una hoja de ruta realizable y medible a corto, mediano y largo plazo, dirigido a DGA, DOH, Ministerio de Medioambiente, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Energía, Ministerio de Minería, Organizaciones de Usuarios de Aguas, Gobiernos Regionales, Empresas privadas, sólo para mencionar los principales actores involucrados en la gestión eficiente del agua y la adaptación de las diversas actividades de desarrollo socioeconómico y medioambiental al cambio climático.

Este PEGH evalúa la cantidad y calidad de los recursos hídricos necesarios para todas las actividades y usos presentes en la cuenca, priorizando el consumo humano, otorgando un uso sustentable del recurso para así poder satisfacer las necesidades actuales y de futuras generaciones.

1.2 OBJETIVOS

A continuación, se presentan los objetivos general y específicos de este estudio:

1.2.1 Objetivo general

Proponer un plan estratégico indicativo para las cuencas de los Ríos Toltén y Bueno, que considere las particularidades de sus recursos hídricos, para así (i) conocer oferta y demanda histórica, actual y potencial de agua, (ii) establecer balance hídrico y sus proyecciones a 30 años, (iii) diagnosticar el estado de información, infraestructura e instituciones que toman decisiones respecto al recurso hídrico, y (iv) proponer cartera de acciones DGA y de terceros público-privados, que permitan suplir la demanda de agua y adaptación al cambio climático, con un portafolio de acciones que aseguren la sustentabilidad en cantidad y calidad, y mejoren la gestión u gobernanza de las aguas a nivel de cuencas.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Conocer el estado actual de las cuencas de los Ríos Toltén y Bueno en cuanto a oferta hídrica, demanda hídrica, balance de agua (tanto en cuanto a sus derechos de aprovechamiento de aguas, como a sus demandas de agua) y sus respectivas herramientas de cálculo y estimación (modelos), control de extracciones, calidad bio-físico-química de fuentes de agua superficiales y subterráneas, gobernanza y

- gestión del agua a nivel de la cuenca y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, de glaciología y nieves.
2. Construir y/o actualizar modelos de simulación hidrológicos de la cuenca, y su integración a nivel superficial-subterráneo.
 3. Determinar acciones para restaurar condiciones de abastecimiento y calidad de las fuentes de agua potable rural y urbana, por tipo de usuario, tanto para fuentes superficiales como subterráneas.
 4. Diagnosticar estado de la calidad de agua de las fuentes superficiales y subterráneas. Definir acciones para proteger funciones ecosistémicas críticas relacionadas con los cuerpos de agua superficiales y acuíferos en el tiempo.
 5. Diagnosticar el estado de infraestructura hidráulica presente (estado de funcionamiento, antigüedad y confiabilidad de los sistemas) y proponer acciones tendientes a mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca (superficial, subterránea, de montaña y glaciares).
 6. Identificar brechas entre oferta y demanda de agua en distintos escenarios de cambio climático, sequía e inundaciones, estableciendo un portafolio de acciones (estrategias de gestión) para reducirlas. Se deberá establecer un caso base y distintos escenarios para la evaluación.
 7. Entregar estrategias para mejorar la toma de decisiones, mediante la utilización de modelos operativos de gestión, los cuales deben tener escenarios planificación a corto, mediano y largo plazo, y ser adaptativos en el tiempo.
 8. Entregar estrategias para promover la conformación de las organizaciones de usuarios y fortalecer las existentes, promover y revitalizar la alianza público-privada, contemplando aspectos de gobernanza, plataformas de servicios de información y mercados de derechos de agua, para así incrementar cualitativamente la inversión requerida en infraestructura e investigación.

1.3 Caracterización de la cuenca

La cuenca Río Toltén colinda por el norte con la cuenca Río Imperial, por el nororiente con la cuenca Río Biobío y por el norponiente con la cuenca Río Budi. Por otra parte, por el sur colinda con la cuenca Río Valdivia y por el surponiente con la cuenca Río Queule. La

Figura 1-2 presenta la localización de la cuenca Río Toltén.

La cuenca posee una superficie de 8.514,9 km², su cauce principal es el Río Toltén, que nace en el Lago Villarrica, posee una longitud de 125 km y una pendiente media de un 0,18 %. La cuenca posee un ancho de 68 km y un desnivel altitudinal de 3.300 m, altura alcanzada en la zona alta de la subcuenca Río Pucón, cercano al paso fronterizo Mamuil Malal

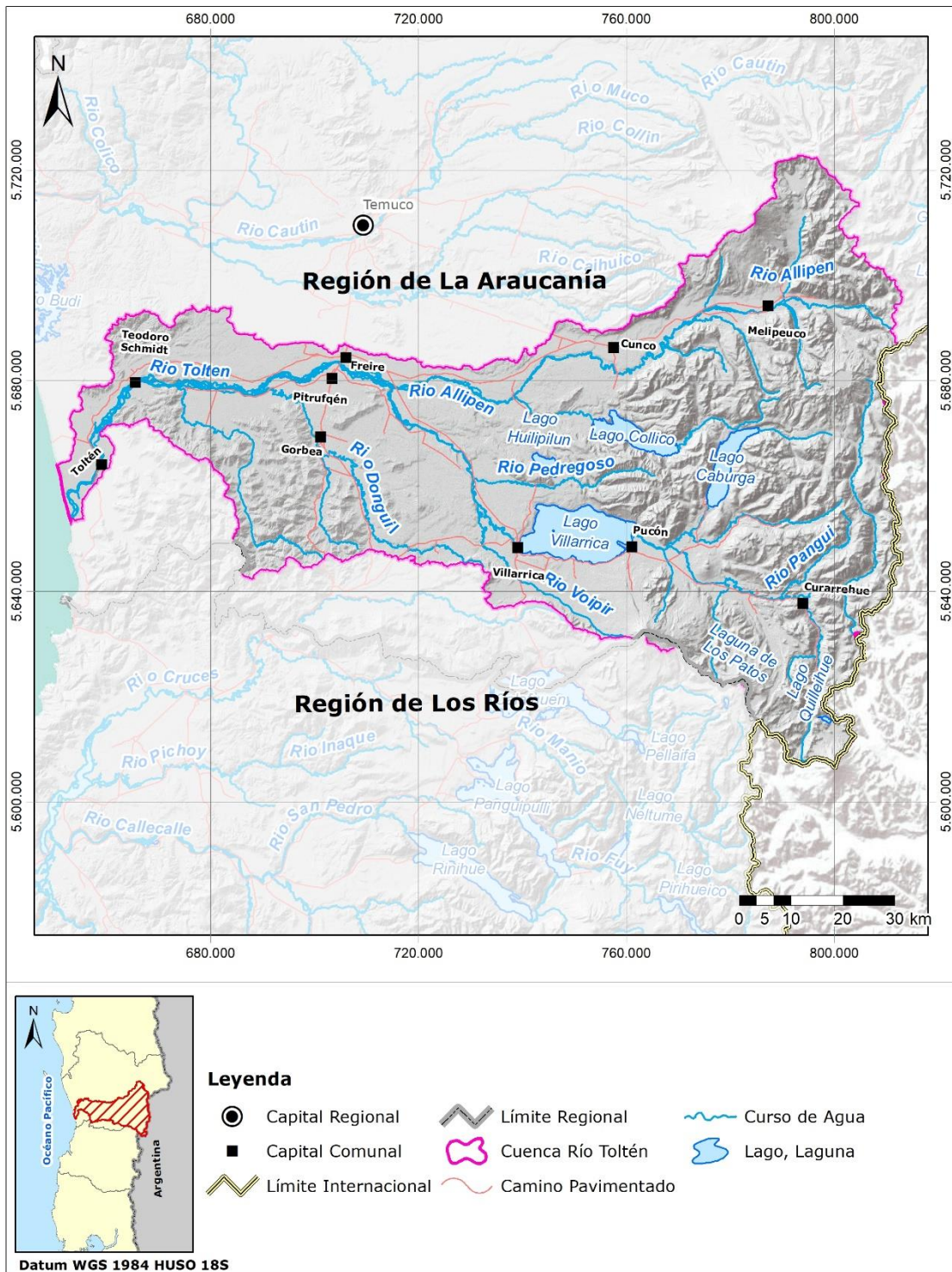


Figura 1-2. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia en base a información contenida en Mapoteca DGA (2021).

2 PRINCIPALES RESULTADOS

El PEGH se ha construido principalmente a partir del diagnóstico sobre el balance hídrico actual (1980-2019) y proyectado (2020-2050), la calidad del agua superficial y subterránea y la gobernanza e institucionalidad en la cuenca. A continuación, se presentan los principales resultados entorno a estos temas y las brechas identificadas.

2.1 Balance hídrico

El balance hídrico actual y proyectado surge del contraste sobre la oferta hídrica superficial y subterránea y las demandas presentes en la cuenca.

2.1.1 Oferta actual y futura

La disponibilidad hídrica en la cuenca Río Toltén u oferta en la fuente, fue obtenida a partir de los resultados de la modelación acoplada realizada entre WEAP y MODFLOW. Teniendo en cuenta los resultados que puede entregar WEAP, se consideran la precipitación y la evapotranspiración como datos a tener en cuenta para calcular la disponibilidad hídrica en la cuenca.

Respecto a lo anterior se consideró el concepto de disponibilidad natural como la diferencia entre la precipitación anual en toda la cuenca y la evaporación de la zona no agrícola (o de ladera). De esta manera se estimó la cantidad de agua disponible para cualquier fin, aporte natural a los cauces o recarga de acuíferos, como de uso humano (consumo de agua, uso en agricultura o industrias).

En la Figura 2-1 se muestran los resultados del Balance Hídrico del sector obtenido a partir del modelo acoplado WEAP y Modflow en la cuenca Río Toltén a nivel de totales anuales sin considerar el caudal superficial que sale de la cuenca, de manera de mostrar la evolución de los componentes del balance a través del tiempo. El ejercicio se realizó desde 1990 al 2050, ya que antes existen distorsiones productos del "warm up" del modelo. La Figura 2-1 presenta el balance de la cuenca total considerando flujos entrantes y salientes, mientras que Figura 2-2 corresponde a la disponibilidad hídrica, es decir, a los flujos entrantes y salientes sin considerar la descarga del Río de la cuenca. Cabe destacar que es este flujo el que condiciona el balance hídrico y lo hace negativo. A medida que evoluciona el sistema, esta descarga disminuye debido a la disminución de la precipitación y a la disminución del nivel de acuífero y, por lo tanto, de los afloramientos hacia la red de drenaje. Esto se traduce en que a futuro, serán los caudales en el río los que sufrirán una mayor disminución.

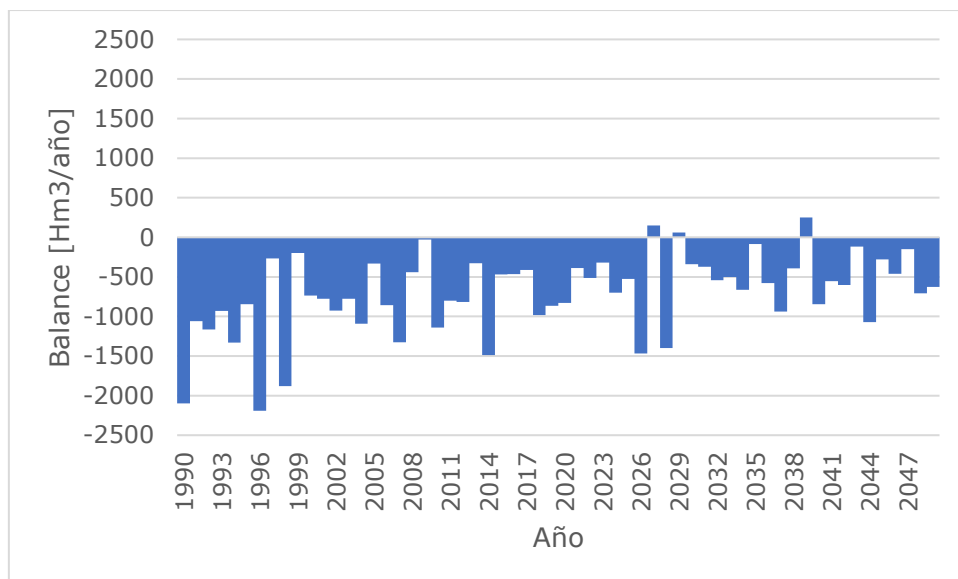


Figura 2-1. Balance Hídrico anual 1990-2050, cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

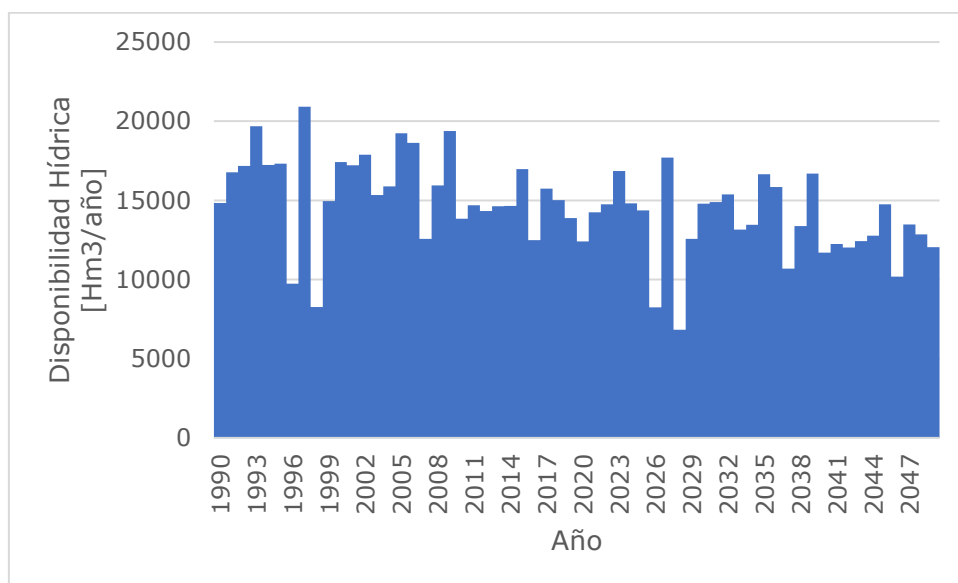


Figura 2-2. Disponibilidad Hídrica anual 1990-2050. Cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

Para el Balance de disponibilidad hídrica (Figura 2-2), se aprecia que todos los años existe un balance positivo sin evidenciar balances negativos a nivel anual. Esto muestra que a nivel anual, la cuenca Río Toltén muestra superávit en todos los años.

A nivel mensual se observa una disminución de la disponibilidad entre el periodo histórico 1990-2020 y el periodo futuro 2020-2050 (Figura 2-3), sin embargo, no se observa en ningún mes un déficit en el recurso.

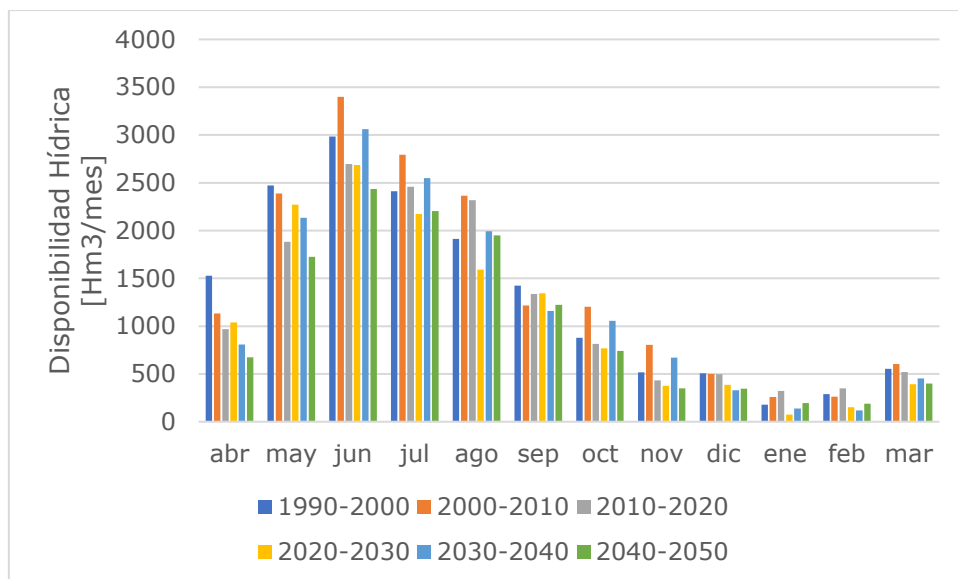


Figura 2-3. Disponibilidad hídrica por décadas. Periodo 1990-2050, cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

Como se mencionó anteriormente, se observa que, para el escenario histórico y de cambio climático, el balance es negativo. Se pronostica que en general el balance es menos negativo en el futuro, lo que se estima, está dado por la disminución en el afloramiento hacia los Ríos y la mayor retención del agua subterránea en el sistema, con la consecuente disminución de caudal en los ríos.

Respecto a los volúmenes almacenados y proyectados para el año 2050, estos fueron calculados para cada uno de los SHAC modelados (Toltén Alto y Toltén Medio)

Como se observa en la Figura 2-4 , se presenta la gráfica de los volúmenes almacenados totales para el SHAC Toltén Alto, considerando ambos sistemas acuíferos (somero, libre y profundo confinado). Se aprecia que los volúmenes tienen una tendencia sistemática al descenso comenzando de un valor igual a 21.000 Hm³ hasta alcanzar un valor igual a 16.500 Hm³.

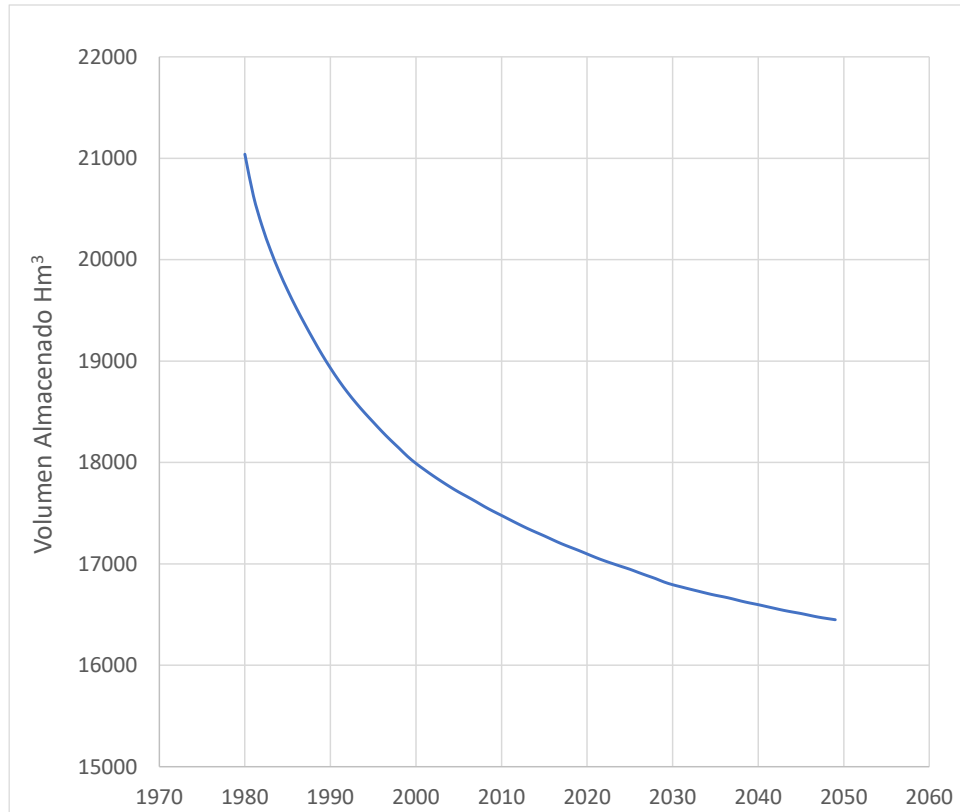


Figura 2-4. Volúmenes almacenados, caso Base, cuenca Río Toltén Alto

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

En la Figura 2-5 , se presenta el volumen extraíble en el SHAC Toltén Medio, al igual que en Toltén Alto, la curva presenta un sostenido descenso desde 19.600 Hm³, aproximadamente, hasta un valor igual a 18.200 Hm³.

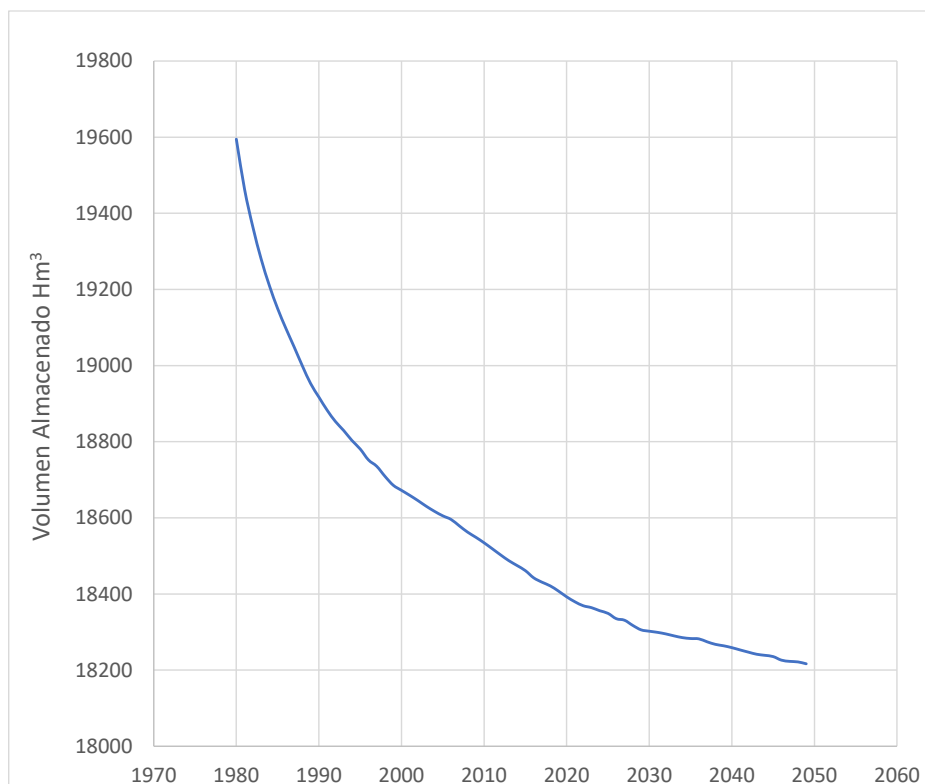


Figura 2-5. Volúmenes almacenados, caso Base, cuenca Río Toltén Medio

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

Esto muestra la tendencia general de ir descendiendo en el tiempo para los dos SHAC más importantes de la cuenca Río Toltén.

2.1.2 Demanda actual y futura

La cuenca del río Toltén presenta diversos usos como el consumo humano, caudales para ecosistemas acuáticos, agrícola, ganadero, forestal, pisciculturas e hidroelectricidad. Esto conlleva a indicar que son importantes en la cuenca, tanto los usos consuntivos, no consuntivos, como aquellos considerados in situ.

La demanda hídrica para consumo humano, tanto urbana (APU) como rural (SSR), fue establecida a través de la dotación hídrica otorgada para cada habitante por la cantidad de habitantes que habitan el territorio. En la cuenca existen 83 SSR y solo una empresa que abastece de Agua Potable Urbana (Aguas Araucanía). La demanda actual para para las SSR y APU es igual a 3,42 Hm³/año y 6,43 Hm³/año, respectivamente. La demanda futura se proyectó basado en las proyecciones de crecimiento de población y los desplazamiento entre población rural y urbana, la cual se proyecta al 2050 igual a 3,45 Hm³/año y 6,65 Hm³/año para la demanda rural y urbana, respectivamente.

La Tabla 2-1 presenta el de la DHF para agua potable urbana y rural en la cuenca

Tabla 2-1. Estimación de la DHF por Agua Potable Rural y Urbana [hm³/año].

Zonas de distribución	2030	2040	2050
Rural	3,39	3,45	3,45
Urbana	6,16	6,41	6,65

Fuente: Elaboración propia.

Los caudales para ecosistemas acuáticos han sido establecidos para usos ambientales como turísticos bajo diversos estudios.

La evaluación de la DGA (2017b) seleccionó Áreas Silvestres Protegidas acorde a la disponibilidad de datos fluviométricos y para el caso de la Región de la Araucanía se realizó la estimación de la demanda ambiental para:

- Reserva Nacional Villarrica
- Sitio Prioritario Mahuidanche – Lastarria

Los caudales resultantes se muestran en la Figura 2-6.

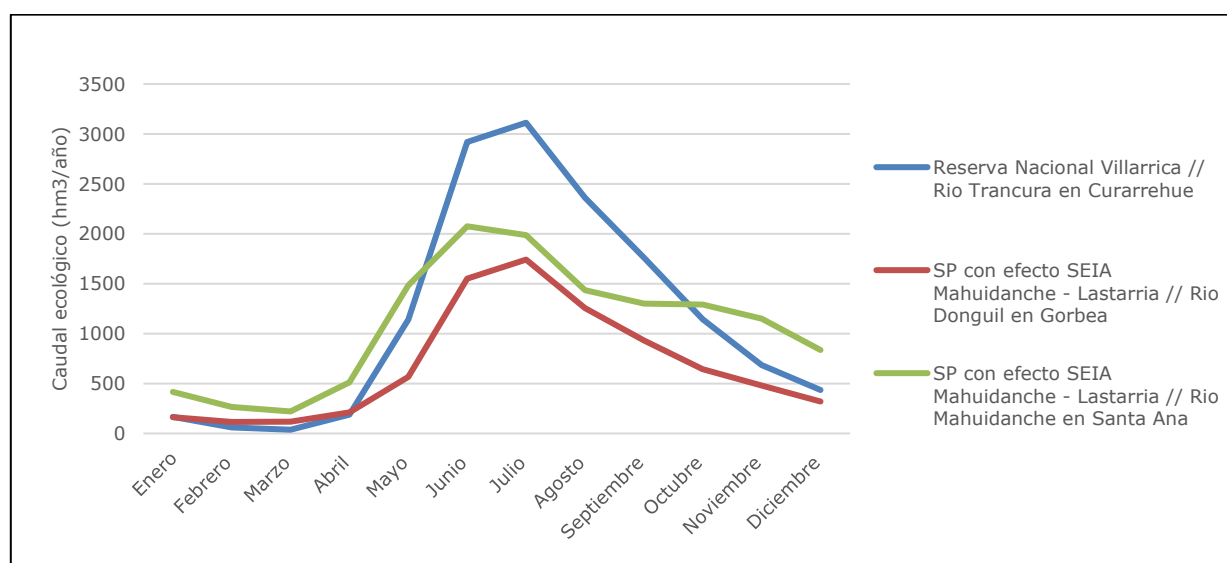


Figura 2-6. Caudales [hm³/año] para protección ambiental en las áreas protegidas pertenecientes a la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia, basado en DGA (2017a).

Según el informe de la DGA titulado "Estimación de la Demanda Actual, Proyecciones Futuras y Caracterización de la Calidad de los Recursos Hídricos en Chile, Volumen II" (DGA 2017), han evaluado caudales turísticos para las subcuencas de Toltén, números 0941 y 0942, que corresponden a ZOIT Pucón-Villarrica (Figura 2-7).

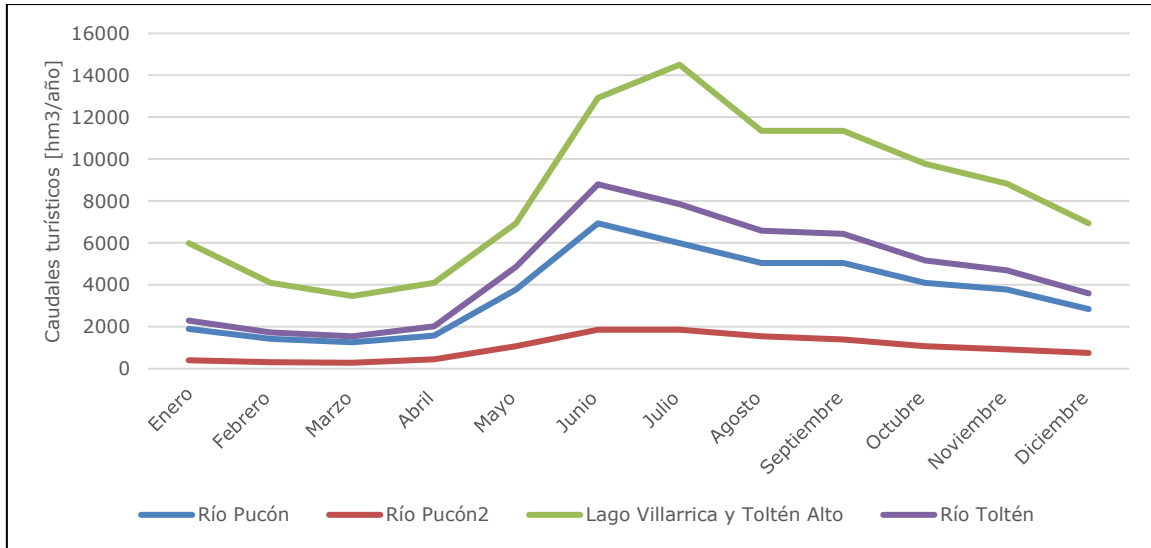


Figura 2-7. Caudales Turísticos por Subcuencas con ZOIT y para toda la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia, basado en DGA (2017a).

La demanda agrícola se entiende por la necesidad de agua que requieren los diferentes cultivos en la zona de estudio, para lo cual se determina la necesidad evapotranspirativa según superficie y tipo de cultivo, independizando la superficie que se abastece exclusivamente de riego, en especial la demanda neta de riego (demanda bruta menos los aportes por precipitación) de aquella que es utilizada como secano y de la forestal.

La demanda del secano puede ser entendida como demanda de cereales o pastizales que son utilizados para forraje de ganadería, y esta demanda es satisfecha exclusivamente por precipitación directa. De forma análoga, la demanda del sector forestal se asumió que se satisface exclusivamente de la precipitación, mientras que la demanda agrícola de riego es satisfecha mediante sistemas de riego superficiales y subterráneo.

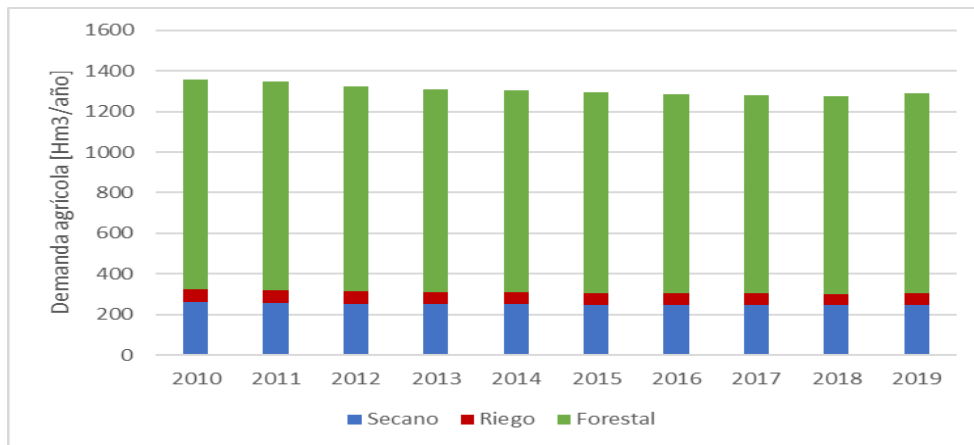


Figura 2-8. Evapotranspiración según tipo de riego. Cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 2-8 se observa que la demanda por riego es muy baja respecto a la demanda evapotranspirativa de secano.

La demanda evapotranspirativa futura estimada según el tipo de riego y basado en las proyecciones que cada sector agrícola evidencia a futuro. La CNR tiene proyectado la construcción de un canal de riego para aumentar la superficie en 27.000 há (ver Anexo K, iniciativa OH-01), por otra parte, el gremio forestal no tiene contemplado aumentar la superficie de plantaciones (ver anexo I. Procesos participativos). La demanda total para el año 2030 y 2050 se ha estimado en 1.337,3 hm³/año y 1.385,6 hm³/año, respectivamente. Se observa un aumento en la superficie de riego y una disminución en la de secano debido a las distintas iniciativas CNR en Toltén Sur ya comentadas en el Anexo K Plan de Acción.

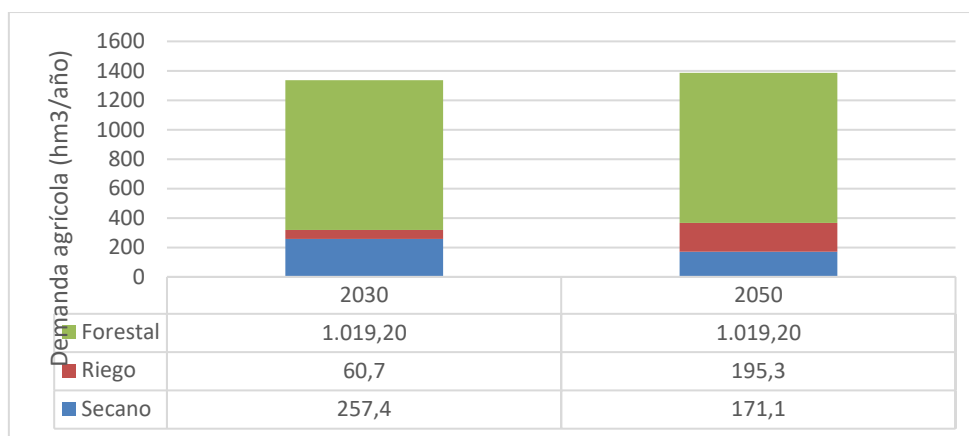


Figura 2-9. Demanda Evapotranspirativa futura según tipo de riego. Cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia a partir de información expresada en Anexo K y Anexo I

En la cuenca Río Toltén se realiza la ganadería de 181.545 cabezas de Bovinos y 4,131 cabeza de Ovinos principalmente, según datos de encuestas de bovinos y ovinos, respectivamente. Considerando consumos promedios por cabeza de Bovino según (FAO, 2017), el consumo de agua se muestra en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Consumo de agua de ganado en la cuenca Río Toltén.

Tipo de ganadería	CAUDAL [hm ³ /año]				
	2007	2013	2015	2017	2019
Bovino	1,75	1,57	1,16	1,07	1,34
Ovino	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Fuente: Elaboración propia, basada en antecedentes ODEPA (2021) y Luengo, L., & Concha, S., (2010).

La Tabla 2-3 presenta los resultados obtenidos para la estimación de la demanda hídrica futura de ganadería ovina y bovina en la cuenca Río Toltén. Para mayores antecedentes revisar Anexo F, acápite 2.2.2. Ganadería.

Tabla 2-3. Estimación futura de la demanda hídrica en ganadería.

Tipo de ganadería	Caudal [hm ³ /año]		
	2030	2040	2050
Bovino	1,34	1,34	1,34
Ovino	0,01	0,01	0,01

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados obtenidos del Plan.

Existen otras demandas con uso principalmente industrial como lo son las centrales hidroeléctricas y las pisciculturas.

En la cuenca Río Toltén, el registro de SERNAPESCA para el año 2021 identifica a través del código de las centrales, un total de 45 Pisciculturas. Sin embargo, estas no describen el caudal utilizado y por tanto no es posible determinar la demanda hídrica a través de este registro. Debido a esto, la demanda hídrica producida por las Pisciculturas en la cuenca Río Toltén fue obtenida a través de los DAA registrados al año 2021. Para más información de los Aspectos metodológicos dirigirse al Anexo F, acápite 2.2.4. Pisciculturas.

La Demanda Hídrica para Pisciculturas en la cuenca Río Toltén es de **227,48 hm³/año**, donde 219,9 hm³/año tienen su origen en aguas superficiales y 7,56 hm³/año su origen en aguas subterráneas. Por otra parte, la Figura 2-10 presenta la distribución de la Demanda Hídrica según su naturaleza y tipo de derecho.

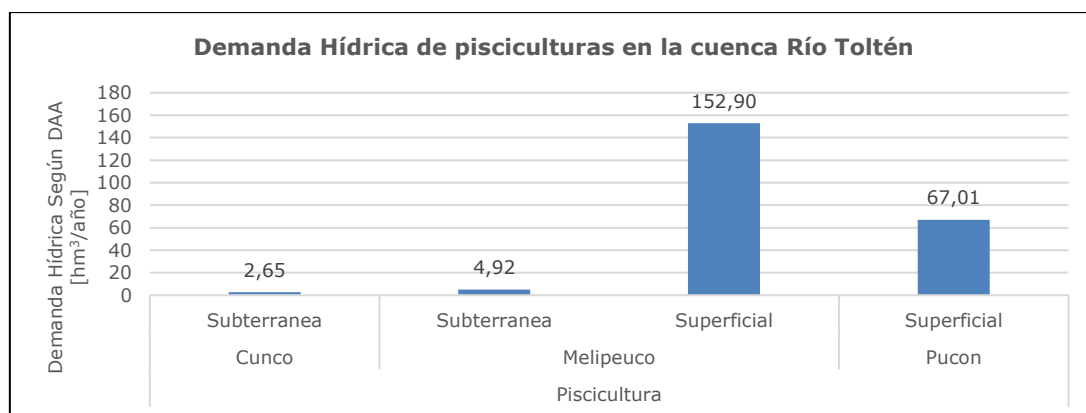


Figura 2-10. Demanda Hídrica de Pisciculturas según su naturaleza y tipo de derecho en la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia, basado en antecedentes DGA (2021d).

La proyección de la Demanda Hídrica Futura para pisciculturas se ha planteado a partir de la evolución histórica de los DAA no consuntivos otorgados en la cuenca de estudio, con el caudal asignados por piscicultura. La Tabla 2-4 presenta los resultados obtenidos para la estimación de la Demanda Hídrica Futura generada por las pisciculturas en la cuenca Río Toltén.

Tabla 2-4. Estimación futura de la demanda hídrica en pisciculturas.

Años	DAA Consuntivos		DAA No consuntivos	
	N° DAA	Caudal [hm ³ /año]	N° DAA	Caudal [hm ³ /año]
2030	7	7,57	11	219,91
2040	7	7,57	11	219,91
2050	7	7,57	11	219,91

Fuente: Elaboración propia, basado en antecedentes DGA (2021d).

Cabe destacar que, como la fecha de otorgamiento y la cantidad los DAA para uso en pisciculturas no son suficientes para generar una tendencia de crecimiento proyectada, la demanda futura considera que, no existen nuevos derechos otorgados para uso de pisciculturas, proyectando así los DAA del año 2020 al año 2030, 2040 y 2050.

La Tabla 2-5 presenta el resultado obtenido por la Demanda Hídrica proveniente de las centrales hidroeléctricas de pasada presentes en la cuenca Río Toltén.

Tabla 2-5. Demanda hídrica de Hidroeléctricas en la cuenca Río Toltén.

Comuna	N° de Hidroeléctricas	Caudal [hm ³ /año]
Cunco	2	148,85
Melipeuco	5	1.284,33
Villarrica	3	192,37
Gorbea	1	7,88
Total	11	1.633,44

Fuente: Elaboración propia, basada en antecedentes Ministerio de Energía (2021).

La Tabla 2-6 presenta los resultados obtenidos para la estimación de la DHF generada por el uso industrial en la cuenca Río Toltén.

Tabla 2-6. Estimación futura de la demanda hídrica en uso industrial.

Años	DAA Consuntivos		DAA No consuntivos	
	N° DAA	Caudal [hm ³ /año]	N° DAA	Caudal [hm ³ /año]
2030	3	1,20	24	3.529,26
2040	3	1,20	24	3.529,26
2050	3	1,20	24	3.529,26

Fuente: Elaboración propia, , basada en DAA de DGA (2021).

A continuación, la Figura 2-11 y la Figura 2-12 presentan un resumen de la demanda hídrica de tipo consuntiva, mientras que la Figura 2-13 presenta un resumen de la demanda hídrica de tipo no consuntiva.

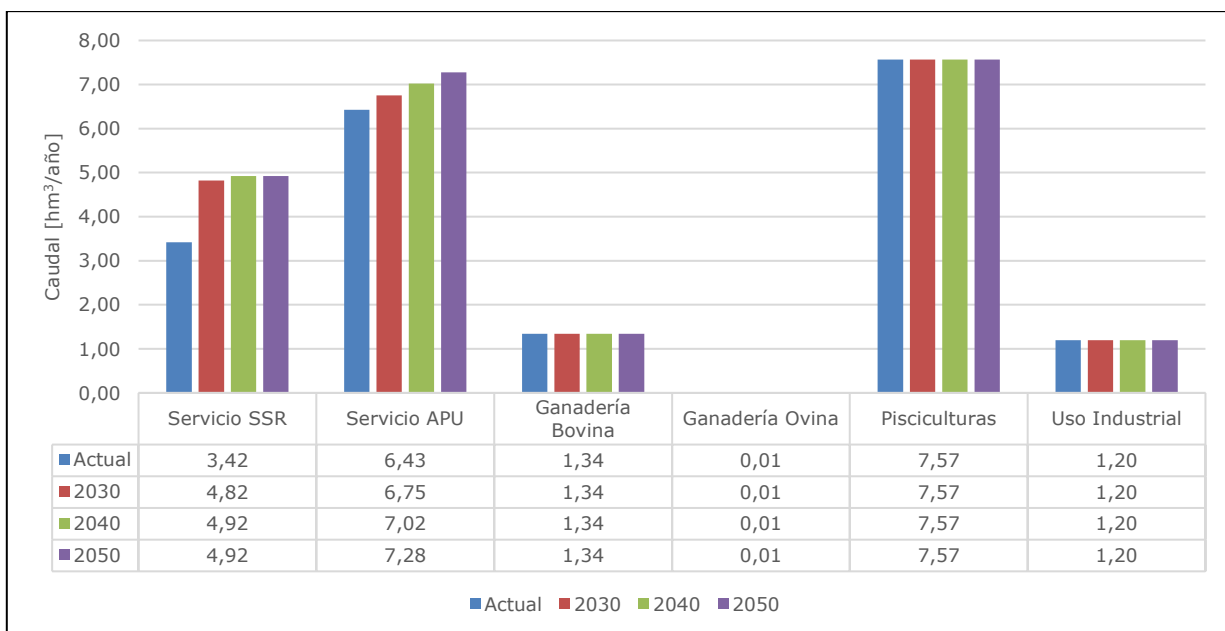


Figura 2-11. Demanda hídrica actual y futura de tipo consuntiva para diferentes usos.

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados obtenidos del Plan.



Figura 2-12. Demanda Hídrica actual y futura de tipo consuntiva para uso Silvoagrícola.

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados obtenidos del Plan.

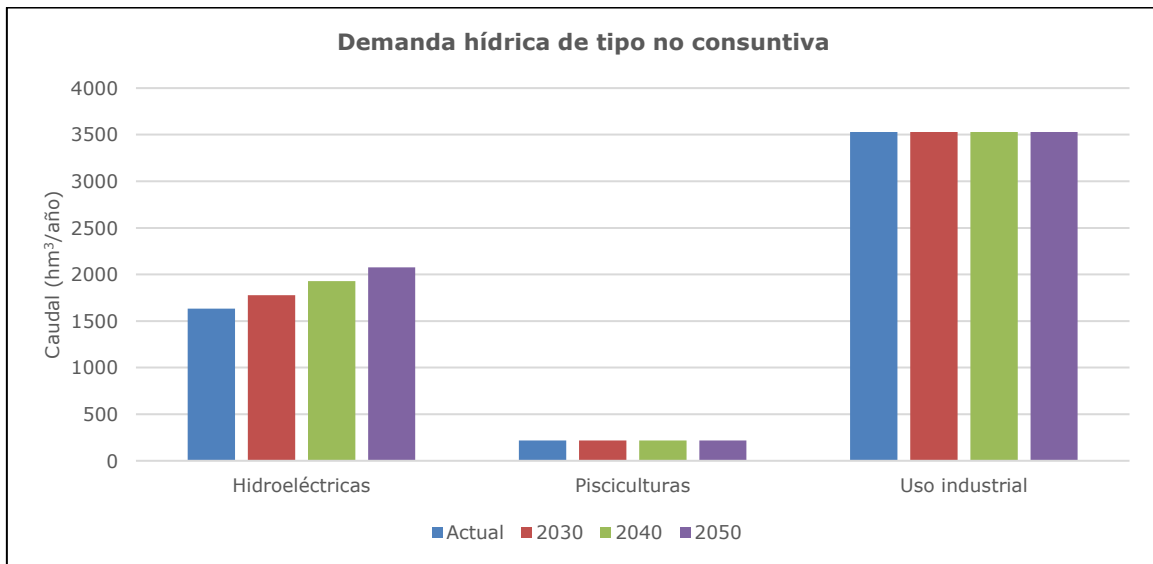


Figura 2-13. Demanda hídrica actual y futura de tipo no consuntiva en la cuenca.

Fuente: Elaboración propia, basado en resultados obtenidos del Plan.

2.1.3 Brecha hídrica

La brecha asociada al déficit generado para poder satisfacer las demandas evidenciadas en la cuenca, fueron abordadas mediante el concepto de demanda insatisfecha y por el déficit anual en el recurso subterráneo.

La demanda insatisfecha, fue determinada a partir de los resultados del modelo acoplado (WEAP y MODFLOW). En primer lugar, se identifica la demanda insatisfecha en riego, definida como la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real. La brecha para se calcula restando la ET potencial y ET actual a nivel anual [hm³]. La fórmula utilizada se presenta a continuación.

$$Brecha_{riego} = ET_{potencial} - ET_{actual}$$

Además, se define la demanda insatisfecha de agua potable como la demanda potencial (estimada a partir del producto entre la población y la dotación por habitante al día, considerando el crecimiento poblacional) y el consumo real de agua en base a la disponibilidad de agua en los distintos pozos y los DDAA asociados a esos pozos, además de la disponibilidad en las fuentes superficiales.

En la Figura 2-14 se presenta la brecha asociada a las demandas analizadas a nivel de cuenca para distintas décadas. Se aprecia que la brecha para riego es cercana a los 240 millones de m³ en la última década. En cambio, la brecha de agua potable rural es bastante menos, por lo menos con respecto a disponibilidad del recurso en base a la modelación, que puede presentar incertidumbres y errores puntuales.

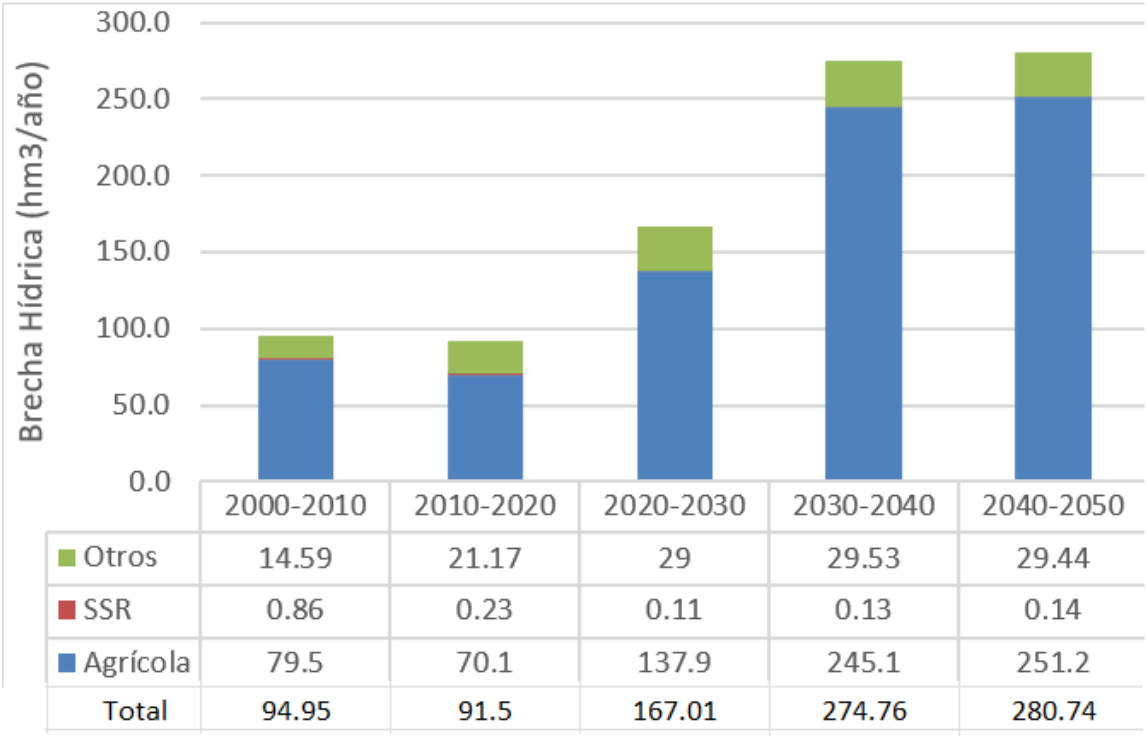


Figura 2-14. Brecha para agua potable rural, demandas agrícolas bajo riego, y demandas consuntivas del Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

Se aprecia que la brecha total de la cuenca se encuentra entre los 94,9 hm³ a los 280,8 hm³ lo que representa aproximadamente un 3% de la precipitación total caída en la cuenca. Si se analiza por rubro, la brecha de riego es la que presenta mayor magnitud con un total de 79,5 hm³ en la década 2010-2020 y un total de 251,2 hm³ en la década 2040-2050. Le siguen las brechas de otros usos consuntivos como industriales, APU, etc. Con una brecha igual a 21,17 hm³ en la década 2010-2020 y una brecha igual a 29,44 hm³ para la condición futura. Finalmente, la brecha asociada a SSR casi no sufre variación pasando de 0,23 hm³ a 0,14 hm³ en la condición futura. Así, la cuenca Río Toltén presenta una brecha total histórica igual a 92 hm³ (década 2010-2020) y una brecha proyectada igual a 280,8 hm³ (década 2040-2050).

Es necesario indicar que la brecha asociada a riego no corresponde a una carencia del recurso hídrico en sí, sino que está asociado a una carencia de seguridad de riego, debido a que las superficies de secano no evapotranspiran de acuerdo a la potencial, por lo tanto, esos volúmenes [hm³] de brecha indicadas deben ser disminuidas de acuerdo a la entrega de seguridad de riego. De acuerdo a los criterios tomados para representar la demanda de los SSR, las brechas de SSR no corresponden a un déficit de agua para satisfacer la demanda, sino que a la no regularización de derechos de agua por parte de los SSR en donde los derechos disponibles son menores que la demanda estimada.

Existen además brechas asociadas a otros usos, los cuales engloban a consumo humano para industrias, procesos productivos, ganadería, etc. De acuerdo al análisis de los derechos de agua, estos consumos tienen una fuente principalmente subterránea. Al no contar con la información de la profundidad de pozos, no es posible asociarlo a que el pozo se haya secado o a una insuficiencia estructural.

Las centrales hidroeléctricas y las pisciculturas al ser usos no consuntivos, es muy importante la oportunidad de uso en el sector de captación y restitución, y no es aconsejable incluirlos en un análisis de brechas a nivel de cuencas o a nivel de SHAC debido a la mayor escala espacial de estas unidades de análisis que el tramo de río (entre captación y restitución). De todas maneras, fueron incluidas las centrales hidroeléctricas y las pisciculturas en la modelación de tal forma de comprobar que los caudales pasantes en el sector del río emplazamiento de estos usos era suficiente para tener una seguridad de uso de acuerdo a la naturaleza de su operación. Sin embargo, su inclusión no fue del todo exitosa debido a que la red hidrográfica utilizada en la modelación no aborda la totalidad de efluentes menores en donde están emplazadas, dejando de incorporar del orden del 60% de las pisciculturas y del 40% de las centrales hidroeléctricas. Para poder incorporar todas las centrales hidroeléctricas y pisciculturas es necesario disminuir la escala de modelación, logrando definir mayor cantidad de afluentes y cambiar la escala espacial a nivel de tramo de río.

Los usos in situ como el turismo y la conservación de ecosistemas, presentan similares brechas de implementación en el modelo acoplado, pero la diferencia es que estos dos usos no presentan competencia por uso, por lo tanto, un caudal ambiental puede cumplir con ambos objetivos. En la cuenca existen estimaciones de caudales para uso turístico y reservas ambientales (ver capítulo 3.2), pero no están desarrollados para la totalidad de la

extensión fluvial donde se realiza turismo ni el caudal ambiental se ha determinado en todos los cuerpos de agua de interés. En este estudio se realizó el ejercicio de determinar el caudal ecológico mínimo mediante la minuta MMA (2015) (ver Anexo H, acápite 4.4.7) en cada una de las estaciones fluviométricas presentes en la cuenca. Sin embargo, este caudal solo considera el caudal necesario para aspectos ecológicos exclusivamente y está orientado a mantener un caudal en el río al momento de otorgar nuevos derechos de agua. En consecuencia, y dada la importancia del turismo y la conservación de ecosistemas acuáticos en la cuenca que ha quedado plasmada en las distintas instancias de participación ciudadana desarrollados en elaboración de este Plan (Ver anexo I, Procesos participativos) es que es necesario desarrollar estudios de caudal ambiental que incluya aspectos ecológicos y socioculturales (como el turismo, cosmovisión mapuche de conservación de ecosistemas, etc) específicos para cada humedal relevante definido en la cuenca

2.1.4 Sustentabilidad

Se analizaron 5 criterios para definir la sustentabilidad del acuífero evaluados en cada SHAC, tanto en la condición histórica como en la condición futura (escenario IPSL). Estos criterios van orientados a: 1) evaluar descensos generales en cada SHAC, 2) no afectar los recursos superficiales ya comprometidos, 3) satisfacción de la demanda al 95%, 4) la inexistencia de más de un 5% desconectados y 5) que las extracciones realizadas en un SHAC no afecten las condiciones de los SHAC vecinos.

Se debe indicar que el criterio de sustentabilidad 4, no pudo ser analizado debido a que no se contaba con la información de la profundidad de los pozos. En caso de que alguno de los 3 primeros criterios de sustentabilidad no sea sustentable, no se evaluará el criterio 5, dado que el acuífero ya se cataloga como tal.

Como se observa en la Tabla 2-7, todos los criterios en todos los SHACs son no sustentables, por lo que en resumen la cuenca es no sustentable. Se debe indicar que los criterios 4 y 5 no fueron evaluados puesto que con los 3 primeros criterios la cuenca era no sustentable. El detalle de la información se encuentra en el Anexo H, acápite 5.4.4.

Tabla 2-7. Resumen de evaluación de criterios de sustentabilidad.

SHAC	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5
Toltén Alto	No Sustentable	No Sustentable	No Sustentable	No evaluado	No evaluado
Toltén Medio	No Sustentable	No Sustentable	No Sustentable	No evaluado	No evaluado
Toltén Bajo	No Sustentable	No Sustentable	Sustentable	No evaluado	No evaluado
Total	No Sustentable	No Sustentable	No Sustentable	No evaluado	No evaluado

Fuente: Elaboración propia a partir de modelo acoplado WEAP-MODFLOW.

2.2 Calidad del agua y medio ambiente

La cuenca Río Toltén se presenta un programa de monitoreo de calidad en estaciones de la Red Hidrométrica de la DGA y se ha desarrollado el estudio DGA (2016) que realiza mediciones puntuales sobre la calidad del agua superficial. En total se cuenta con 54 puntos de monitoreo en los cuales pudo desarrollarse análisis histórico, algunos que son estaciones y otros puntos de medición

Para cada punto de muestreo, que pudo ser calculado, la calidad es buena, por tanto, cada subcuenca posee una calidad del agua buena, es decir, el 80% de las mediciones respetan los umbrales de calidad de agua para los parámetros utilizados en la metodología DGA (2019b).

En general se observa que las cuatro subcuencas presentan parámetros por sobre norma de riego o de consumo humano. Además, los parámetros que se encuentran por sobre la norma en su mayoría son elementos como Hierro, Mercurio, Boro, Plomo, entre otros. Son 12 parámetros los que se encuentran sobre una o ambas normas de calidad en la cuenca. Otro elemento que destaca es que la subcuenca Lago Villarrica y Toltén Alta presenta mayor cantidad de número de muestras tomadas y, por tanto, la cantidad de incumplimientos por cada parámetro se reduce desde la perspectiva porcentual.

Considerando lo anteriormente señalado, la calidad del agua ambiental de la cuenca Río Toltén es buena siguiendo la metodología DGA (2019b) a pesar que existen 12 parámetros por sobre las normas de uso del agua para riego y consumo humano

Al realizar una revisión de fuentes de contaminación adicionales, el estudio desarrollado por DGA (2004) presenta las descargas de tipo domiciliario y descargas de residuos industriales líquidos como fuentes de contaminación. Una forma de evaluar las descargas domiciliarias sería a través de la contaminación por coliformes. No obstante, este parámetro no es medido en la Plataforma de DGA ni en el Informe SIT 396 (DGA, 2016).

En la cuenca Río Toltén varios pueblos descargan aguas servidas a los Ríos de la cuenca: Villarrica descarga un caudal de aguas servidas, previo tratamiento en lagunas de estabilización sobre el Río Trancura, con una carga orgánica DBO₅ de 155 ton/año. Pucón descarga un caudal de aguas servidas, previo tratamiento en lodos activados, de 18,7 l/s, al Río Trancura, con una carga orgánica DBO₅ de 12 ton/año. Estas dos localidades descargan con un tratamiento previo, que este sujeto a cumplimiento.

Por su parte, Freire, Pitrufquén y Nueva Toltén descargan un caudal de aguas servidas sin tratamiento, de 22,7 l/s, al Río Toltén, con una carga orgánica DBO₅ de 143 ton/año. Gorbea descarga un caudal de aguas servidas, sin tratamiento, de 5,6 l/s, al Río Donguil, con una carga orgánica DBO₅ de 35 ton/año. Cunco descarga un caudal de aguas servidas, sin tratamiento, de 7,5 l/s, al Río Allipén, con una carga orgánica DBO₅ de 47 ton/año. Todos estos cursos receptores de importantes cantidades de aguas servidas sin tratamiento presentan contaminación bacteriológica grave. (Orrego, 2002; DGA, 2004).

La actividad económica principal de la cuenca gira en torno a las actividades turísticas, sin embargo, también son de importancia económica las actividades forestales, agrícolas,

ganaderas y pesqueras. Dentro de estos rubros se han identificado industrias lecheras que descargan directa o indirectamente a través de un curso fluvial menor, sus efluentes industriales. Muchas de ellas poseen licencia ambiental a través de RCA y su fiscalización está a cargo de la SMA.

En la cuenca Río Toltén no existe un programa de monitoreo de calidad de agua subterránea, y todas las mediciones provienen de un estudio técnico (DGA, 2016), con 42 puntos de muestreo de aguas subterráneas durante los años 2013 y 2014

En base a la información disponible fue posible realizar la caracterización hidroquímica por cada SHAC de la cuenca Río Toltén. Todos los SHAC tienen carácter hidroquímica tipo magnesio-bicarbonato con tendencia a tipos mixtos.

Para conocer la calidad del agua subterránea se aplicó el Índice de Calidad de Agua (ICA), basado en el informe DGA (2009) "Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos." Se seleccionó esta metodología porque el ICA es definida primariamente por los elementos químicos que afectan la salud humana y funciona como un reflejo de la calidad del acuífero. Los resultados (ver Tabla 2-8) indican que la gran mayoría de las muestras de aguas subterráneas tienen una ICA de clase "Excepcional." Solo hay 2 de clase "Bueno" y 1 de clase "Regular." No hay muestras de aguas subterráneas que indica una ICA clase "Insuficiente" o "Intratable."

Entre los casos de ICA "Bueno" en SHAC-9-08-403 (Toltén Alto) se destaca que presenta un valor alto de nitrato en el punto de muestra O-187 (NO₃: 14,13 mg/L). En SHAC-9-10-405 (Toltén Medio), también se presenta un valor alto de nitrato, en este caso en el punto de muestra O-228 (NO₃: 11,38 mg/L). Esto podría indicar que la selección de parámetros basados en la Región de Los Ríos podría no ajustarse bien en esta cuenca.

El caso de ICA clase "Regular," en SHAC-9-08-403 (Toltén Alto), se explica por el punto de muestreo O-54 que presenta un alto valor de arsénico (As: 0,03 mg/L).

Tabla 2-8. Evaluación de ICA general en cada SHAC de la cuenca Río Toltén.

Nombre SHAC	Código SHAC	Nº ICA	Nº Excepcional	Nº Bueno	Nº Regular
Toltén Alto	SHAC-9-08-403	22	20	1	1
Toltén Medio	SHAC-9-10-405	22	21	1	-
Toltén Bajo	SHAC-9-09-404	3	3	-	-

Fuente: Elaboración propia, basado en datos de DGA (2016).

De acuerdo al Inventario Nacional de Humedales (MMA, 2020a), la cuenca Río Toltén es dominada por áreas inundadas en forma permanente (Figura 2-15) y es dominada con la presencia de lagos y lagunas (31.706,20 ha) y de los Ríos que los conectan (14.167,44 ha). Se presenta relativamente menos área con inundaciones en forma andina (235,81 ha) o costera (intermareales; 507,18 ha). También, se presentan 3 tranques dentro de la

cuenca, pero su extensión es muy baja (2,88 ha). Estos tranques pueden funcionar como hábitat dulceacuícola, especialmente para plancton y macroinvertebrados.

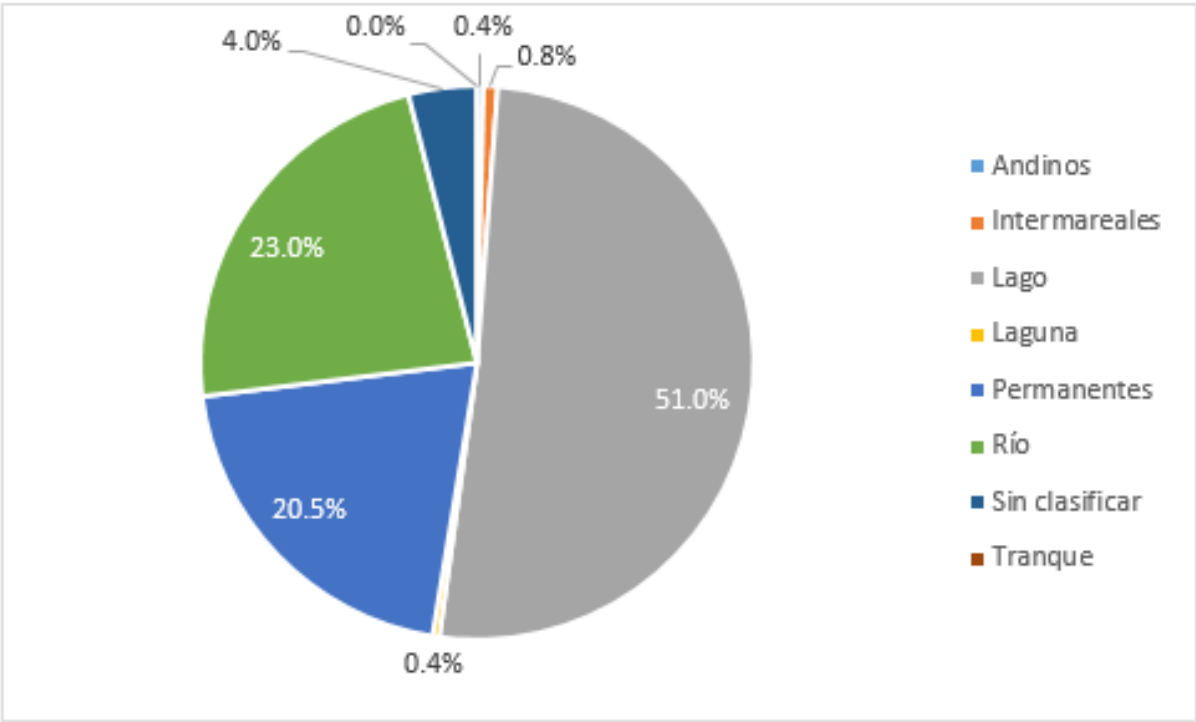


Figura 2-15 Superficie de áreas inundadas (humedales) dentro de la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia, basado en MMA (2020a).

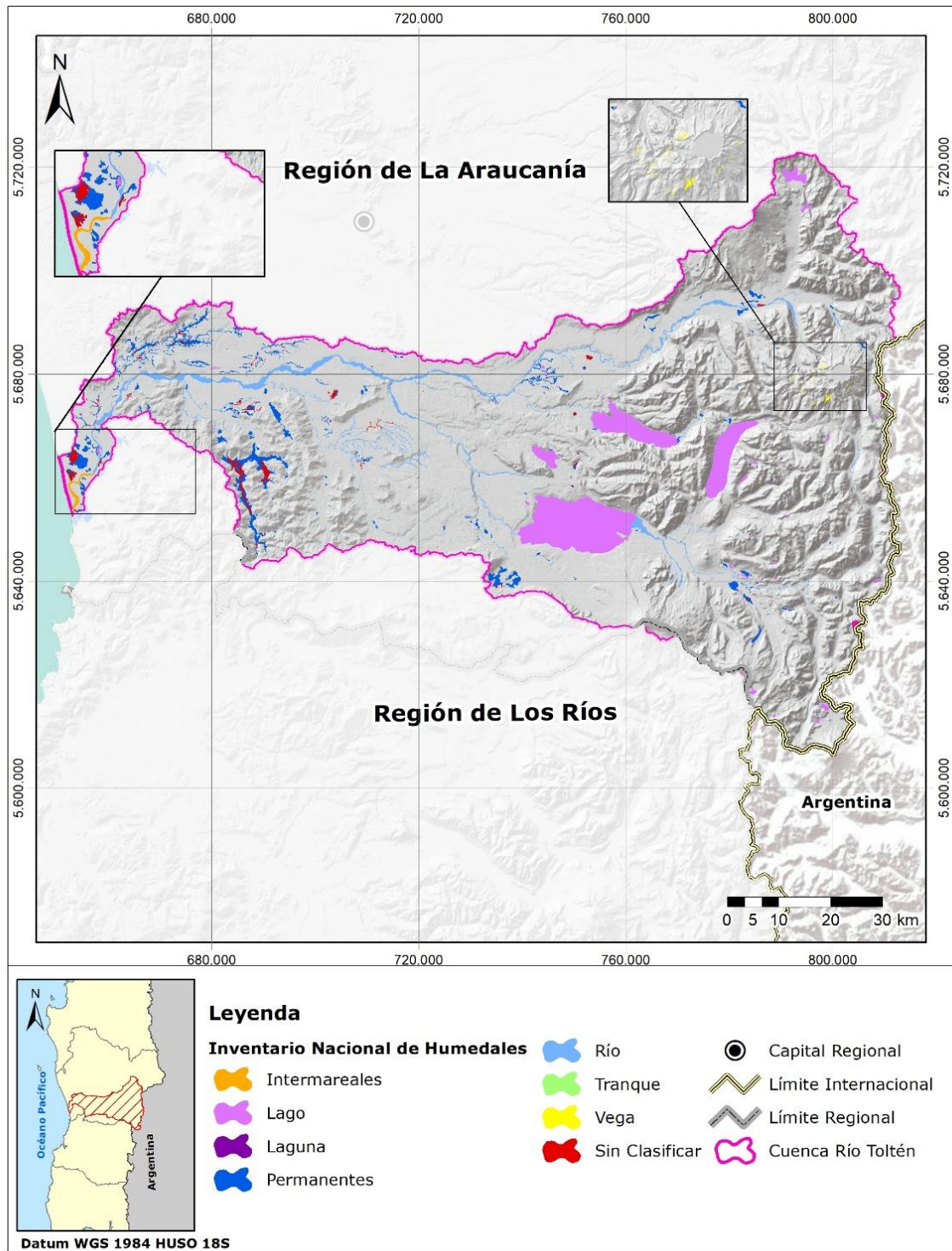


Figura 2-16. Tipos de territorios inundados dentro de la cuenca Río Toltén, según el Inventario Nacional de Humedales.

Fuente: Elaboración propia, basado en MMA (2020a).

Finalmente, es importante destacar que los humedales permanentes en el sector de desembocadura del Río Toltén se caracterizan por poseer una gran extensión de humedales permanentes (Figura 2-16). Según Portal GEOMIN (2020), la geología superficial de esta zona indica sedimentos fluviales y depósitos fluvioglaciares. Debido a esto, es posible que puedan formar humedales debido a una conexión más directa a la mesa de agua en la zona.

Dentro de la cuenca Río Toltén, hay una riqueza de territorios bajo diferentes formas de conservación de paisaje. La mayoría de los predios son de tipo "Áreas Protegidas Privadas" (APP), con 16 propiedades que cubren 4.505,88 ha dentro de la cuenca (Figura 2-17). Además, la cuenca contiene 517.364,30 ha de la Reserva de la Biósfera Bosques Templados Lluviosos (solo 45,29% de su extensión total) y un Sitio Prioritario sin efecto SEIA (4.339,86 ha). Estos Sitios Prioritarios no tienen protección oficial como las áreas del SNASPE. Entre las Áreas Silvestres Protegidas presentes en la cuenca se encuentran: 3 Parques Nacionales (82.890,19 ha) y dos Reservas Forestales (54.821,75 ha).

En adición a estas áreas orientados a la conservación de la naturaleza y la biodiversidad, se presenta una Zona de Interés Turística (134.455,33 ha), dos Áreas de Protección Turística (7.817,52 ha) y una Zona de Prohibición de Caza (10.574,41 ha). Estas áreas tienen distintos niveles de protección de la naturaleza.

Debido a la sobreposición de varias áreas de conservación, la totalidad de territorio bajo de un tipo u otro enfoque de conservación se expresa en 537.387,883 ha, o una totalidad de 63,16% de la cuenca. La gran mayoría de las áreas de conservación están ubicadas en la Cordillera de Los Andes.

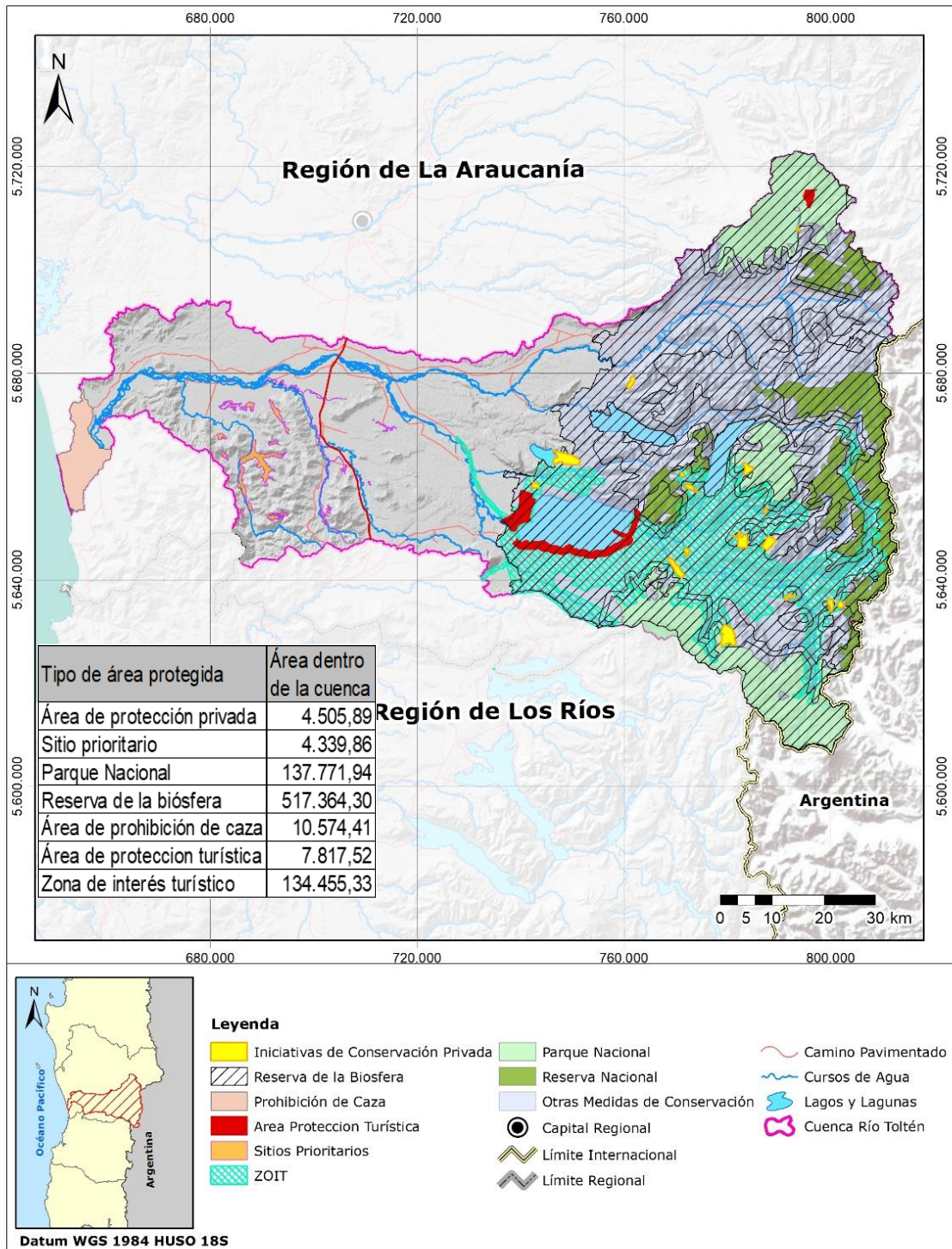


Figura 2-17. Áreas de conservación dentro de la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia, basado en SINIA (2020).

2.3 Gobernanza del agua a nivel de cuenca

En la cuenca Río Toltén se evidencia la presencia de instituciones y organismos con distintos niveles de vinculación con el recurso hídrico. En la Tabla 2-9 se resumen la cantidad de instituciones presentes en la cuenca Río Toltén, que presentan algún grado de vinculación con el recurso hídrico.

Tabla 2-9. Cantidad de organismo o instituciones presentes en la cuenca Río Toltén con vinculación en el recurso hídrico.

Institución / Organizaciones	Cantidad
Servicios Públicos	13
Municipalidades	10
Servicios Sanitarios Rural	97
Forestales	72
Piscicultura	41
Centrales Hidroeléctricas	11
Juntas de vigilancia	0
Asociación de canalistas	5
Operadores de turismo	32
Organizaciones sociales	21
Asociaciones o comunidades indígenas	747

Fuente: Elaboración propia (2021).

Es posible identificar que existen Instituciones públicas claves (actores claves) como lo es el caso de la DOH, DGA, CNR, SISS, SEA, SMA y Municipios; ya que son considerados con capacidad para influir en el proceso, vinculado a temáticas de distribución de agua a la población, administración de derechos de agua, falta de alcantarillados en sectores donde aumenta la población y fiscalización de contaminaciones provenientes de empresas diferentes rubros.

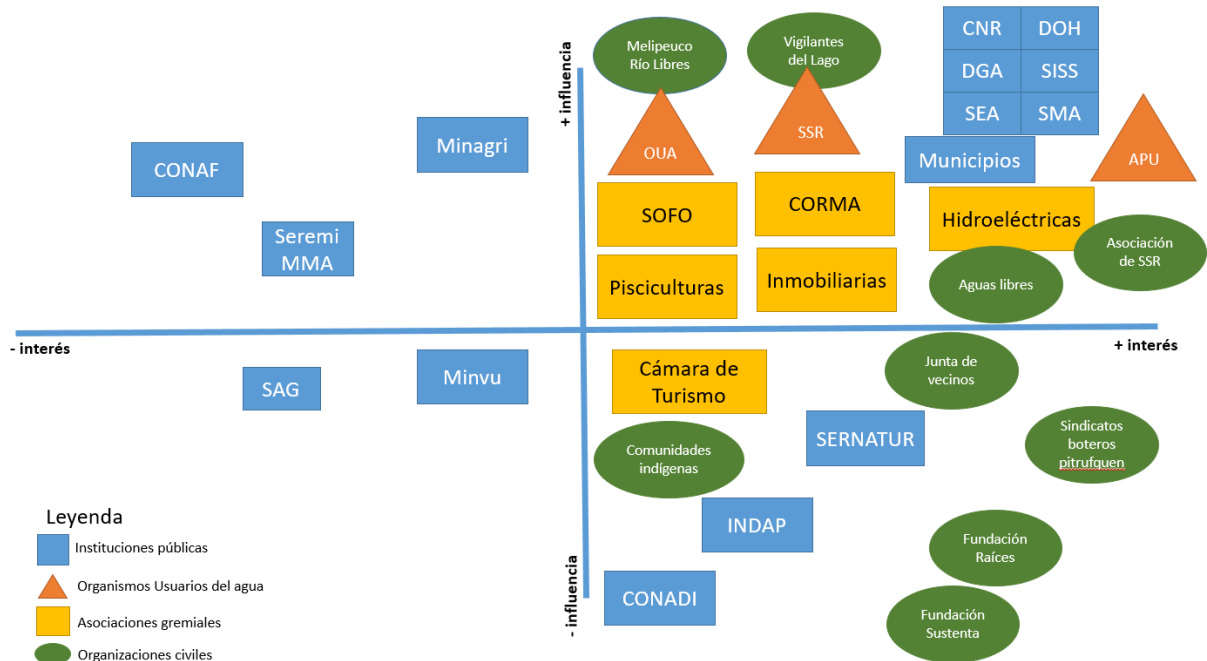


Figura 2-18. Mapa de actores de la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia a partir de procesos participativos (Ver Anexo I. Procesos participativos).

En el mapa se destaca la alta influencia e interés de los gremios forestales, hidroeléctricas, pisciculturas y sector agrícola, quienes se encuentran cuestionados por las organizaciones sociales, juntas de vecinos, comunidades indígenas y SSR, desde la perspectiva ambiental puesto que, los consideran como agentes que no contribuyen a la preservación del entorno natural, incluso los catalogan como agentes de contaminación. Estos gremios son actores primarios ya que pueden sufrir cambios, asociados a la gestión hídrica de la cuenca.

Aguas libres Villarrica, Vigilantes del Lago, Fundación Raíces, Melipeuco Ríos Libres Fundación Sustenta, son actores con objetivos muy similares como lo son la protección ambiental y cuidado de los Ríos y lagos de la cuenca. Para el gremio del Turismo también es importante contar con el cuidado ambiental, por lo que son agentes que comparten algunos objetivos.

2.4 Brechas de coordinación

De acuerdo a los procesos participativos (Anexo I. Procesos participativos), fue posible identificar brechas en la coordinación de los distintos actores en torno al recurso hídrico. Estas se traducen en:

- No existe una instancia u organismo que genere una coordinación ni gestión de temas respecto al recurso hídrico que sea capaz de aunar ideas, decisiones,

acciones, etc. Ante esto, se han generado pequeñas iniciativas locales o a nivel de gremio como las Unión comunal de APR en Villarrica y en Curarrehue.

- Existen algunos SSR que no cuentan con derechos de agua, y ven con preocupación el otorgamiento de derechos de agua ya que se comienzan a agotar y a futuro si se requiere construir nuevos SSR no podrían contar con la inscripción de aprovechamiento de agua.
- Para los SSR hay un alto nivel de burocratización y de espera para la construcción de nuevos SSR (permisos, infraestructuras y nuevas directivas), argumentado en que un nuevo SSR demora años en su diseño y aprobación.
- Hay poca confianza en la Dirección General de Aguas, aludiendo que los tiempos de respuesta son excesivos y que hay poca transparencia en la toma de decisiones. No tienen confianza en los estudios que realiza la DGA.
- Organizaciones sociales consideran que hay contaminación por parte del rubro turístico, que no cuentan con sistema de alcantarillado, por parte de los ganaderos y por las pisciculturas. Comentan que es necesario aumentar la fiscalización.
-

2.5 Brechas de información

Se evidencian diversas brechas de información, tanto en conocimiento de calidad del recurso hídrico en sí como en calidad del agua.

En primer lugar, existen sectores de la cuenca que no cuentan con una densidad adecuada de estaciones de monitoreo. Estas brechas pueden resumirse en:

Recurso hídrico superficial

- Las variables meteorológicas están bien cubiertas considerando las estaciones de monitoreos propias de la DGA y aquellas administradas por el INIA y DMC. Sin embargo, no hay mediciones nivales ni asociados a los glaciares existentes en la cuenca. Específicamente, se requiere conocer los aportes nivales o glaciares en la cuenca alta del Río Allipén.
- Ríos afluentes al Río Toltén sin estación de monitoreo, como el Río Pedregoso, Río Longlong o Río Los Boldos o el Río Curaco. Asimismo, la parte baja del Río Toltén no tiene una estación fluviométrica cercana a la desembocadura (Detalles de las estaciones presentes puede verse en el Anexo J. Descripción y diagnóstico. Capítulo 9.2).

Recurso hídrico subterráneo

- El conocimiento respecto a aguas subterráneas es más bien escaso, con una red de monitoreo de niveles de pozo con 14 pozos pertenecientes a SISS y 3 pozos pertenecientes a la DGA distribuidos mayoritariamente en el SHAC Toltén medio. Esta carencia de información se traduce en un desconocimiento del comportamiento del acuífero, profundidad a la cual se encuentra el nivel freáticos, etc.

- Desconocimiento de las condiciones hidrogeológicas del acuífero en los lugares de captación, particularmente en los SSR en donde la profundidad de los pozos es del orden de 15 a 20 metros.

Calidad del agua

- Zonas sin monitoreo de calidad de agua subterránea en el Lago Caburgua y que posee implicancias en la NSCA del Lago Villarrica, cuerpo de agua con el que posee conexión.
 - Lagos, Ríos y aguas subterráneas poseen parámetros de medición diferentes y no es posible comparar y evaluar químicamente estos cuerpos de agua considerando que representan una unidad para la cuenca.
1. Sesgo metodológico que se presenta para los metales de Bario, Mercurio, Molibdeno y Plomo en el caso de las aguas superficiales

3 PLAN DE ACCIÓN

Seguidamente se presenta la estructura del Plan de Acción y se identifican las iniciativas que lo conforman, como resultado del diagnóstico previo, los resultados de las actividades de Participación Ciudadana, el apoyo de la herramienta de modelación hidrológica y la evaluación de la cartera de acciones actualmente existente.

3.1 Estructura del Plan de Gestión

La estructura del Plan de Gestión Hídrica se basa en desarrollar iniciativas ante brechas definidas en el diagnóstico de la cuenca. Estas iniciativas fueron evaluadas bajo 4 criterios los que permitieron su priorización. Las iniciativas priorizadas y seleccionadas forman parte de la cartera de acciones del Plan.

El Plan, además de contener acciones que reduzcan las brechas identificadas, se considera que debe velar por una seguridad hídrica y por la sostenibilidad. Para ello, se ha considerado que las acciones deben proveer de los elementos necesarios que apunten al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por la ONU y por los criterios de sostenibilidad de una cuenca según el programa de ecohidrología de la UNESCO.



Figura 3-1. Estructura del Plan Estratégico.

Fuente: Elaboración propia.

En la implementación del Plan, deben participar activamente diversas instituciones estatales y privadas, a distintas escalas espaciales y administrativas. De esta forma se velará por la correcta implementación y ejecución de este Plan.

3.2 Acciones del Plan

Las acciones para llevar a cabo en el PEGH buscan cerrar las brechas encontradas en la cuenca en los ámbitos de la coordinación, información y balance hídrico. Así, las brechas encontradas en el ámbito de la coordinación, se abordan desde acciones que propenden a la necesidad de fortalecer la gobernanza e institucionalidad, así como fortalecer y formalizar organizaciones usuarias de agua; en el ámbito de la información se abren dos líneas, una de generación de nueva información disponible tanto para la autoridad como para la comunidad y la segunda de capacitación hacia la comunidad que le permita un empoderamiento informado; y finalmente en el ámbito de las brechas de balance hídrico queda en evidencia una competencia entre los usos agrícola y de consumo humano, de la mano de la falta de gestión; para suplir la escasez hídrica se propone el ingreso de agua a la cuenca desde nuevas fuentes o a través de infraestructura hidráulica construida para este fin y mejoras en la eficiencia en el riego.

Bajo este concepto, las acciones del Plan Estratégico de Gestión Hídrica se muestran a continuación (Tabla 3-1):

Tabla 3-1. Resumen de las acciones necesarias para disminuir las brechas identificadas en la cuenca río Toltén.

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
AG-01	Medidas de Gestión	Gobernanza	Creación y fortalecimiento de la Oficina Municipal de Asuntos Hídricos (OMAH) como ente técnico de capacitación y canalización de inquietudes, denuncias entre la ciudadanía, la institucionalidad pública y el consejo de cuencas	Carencia de una instancia a nivel local que fomente el desarrollo de actividades de participación ciudadana con una mirada hídrica y ambiental con énfasis en los procesos de difusión de programas formativos y capacitaciones orientados hacia el cuidado, conservación y preservación del recurso hídrico y aspectos legales. Así como también a la entrega de información ambiental que ayude a la toma de conciencia sobre la importancia del cuidado del medio ambiente a los habitantes como a los visitantes de la cuenca del río Toltén	GORE
AG-02	Medidas de Gestión	Gobernanza	Creación y promoción de un Consejo coordinador a nivel de cuencas	Inexistencia de una organización que genere instancias de trabajo y coordinación entre los diferentes actores de la cuenca y cuyo objetivo principal se centre en la tematica del agua.	GORE

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
CH-01	Medidas de Gestión	Capital Humano	Educación ambiental para la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos desde una mirada ecohidrológica	Desconocimiento de las medidas o acciones que puede tomar la ciudadanía para hacer un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico	MINEDUC
CH-02	Medidas de Gestión	Capital Humano	Programa de acompañamiento continuo a Servicios Sanitarios Rurales	Bajo nivel de formación en el capital humano en las Servicios Sanitarios Rurales para hacer frente a las nuevas tecnologías, digitalización y operación de sistemas de tratamiento.	DOH

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
FO-01	Medidas de Gestión	Fortalecimiento	Programa de constitución y fortalecimiento de Comunidades de Aguas Subterráneas	Inexistencia de OUA organizadas y participativas que gestionen y coordinen el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la cuenca del río Toltén	DGA
FO-02	Medidas de Gestión	Fortalecimiento	Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio	Existencia de servicios Sanitarios Rurales sin derechos regularizados y/o sin regularización de los títulos de dominio y servidumbres prediales	DGA

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
FO-03	Medidas de Gestión	Fortalecimiento	Constitución y fortalecimiento de Comunidades de Agua y Asociación de Canalistas existente, así como de canales riego proyectados	OuAs presentes en la cuenca que no están oficialmente constiuidas y que presentan un bajo nivel organizacional y de gestión de la distribución y conducción del agua superficial	DGA
FO-04	Medidas de Gestión	Fortalecimiento	Programa de apoyo legal y técnico para la conformación y operación de la Junta de Vigilancia en la Cuenca Río Toltén.	Inexistencia de una organización que genere instancias de trabajo y coordinación entre los diferentes actores de la cuenca y cuyo objetivo principal se centre en la tematica del agua	DGA

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
OH-01	Sistemas de Información	Infraestructura	Diseño y construcción del canal de riego Pitrufrquen Gorbea	Carencia de seguridad de riego deficiencia en la disponibilidad de agua de riego para los productores silvoagropecuarios ubicados en las comunas de Pitrufrquén y Gorbea asociado al déficit hídrico estacional en época de estiaje	DOH
OH-02	Sistemas de Información	Infraestructura	Mejoramiento y aumento de capacidad de infraestructura hidráulica en Servicios Sanitarios Rurales	Insatisfacción de la demanda de agua potable para consumo rural debido a la incapacidad de la infraestructura para portear o entregar la dotación requerida	DOH
OH-03	Oferta Hídrica	Infraestructura	Profundización de pozos existentes para abastecimientos de Servicios Sanitarios Rurales	Existe una deficiencia en la accesibilidad al recurso hídrico, por lo que los SSR no aseguran el abastecimiento de agua potable a sus beneficiarios, esta deficiencia es, según representantes de SSR en actividades PAC, es que alguno de los pozos se secan, con el agravanes es que no todos los SSR conocen la profundidad de sus y la cantida de los pozos que efectivamente se secan en una época del año	DOH
OH-04	Oferta Hídrica	Infraestructura	Profundizacion de pozos existentes para pequeños agricultores	Existe una deficiencia en la accesibilidad del recurso hídrico, por lo que no asegura su abastecimiento, esta deficiencia es, según actividades de PAC, es que alguno de los pozos se secan (Se desconoce la	INDAP

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
				profundidad y la cantida de los pozos)	
OM-01	Otras medidas	Ecosistemas	Asignación de caudal ambiental en humedales de interés en la cuenca del río Toltén y sus afluentes	Alta vulnerabilidad de humedales bajo ninguna categoría de conservación legal frente a un escenario de menor disponibilidad hídrica futura producto del cambio climático	MMA
OM-02	Otras medidas	Ecosistemas	Desarrollo de mecanismos normativos que aseguren la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y provisión hídrica a través de la protección de humedales	Alta vulnerabilidad de humedales bajo ninguna categoría de conservación legal frente a un escenario de menor disponibilidad hídrica futura producto del cambio climático	MMA
OM-03	Otras medidas	Ecosistemas	Implementación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) en la cuenca Río Toltén	Preocupación por parte de la ciudadanía sobre rubros productivos potenciales contaminantes del agua	MMA
RA-01	Oferta Hídrica	Recarga de Acuífero	Siembra y cosecha de lluvias mediante zanjas de infiltración	Vulnerabilidad del acuífero (en especial el volumen almacenado) en el río Toltén debido a la poca recarga que presentan y la presión que serán sometidos debido a un aumento de la	Alianza público-privada

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
				demanda y a la disminución en el nivel de precipitación según lo proyectado en el cambio climático	
SI-01	Oferta Hídrica	Sistemas de información	Instalación y operación de estaciones de monitoreo de niveles de aguas subterráneas	Carencia de información de niveles de pozos de monitoreo. La información existente se basa en aquella obtenida de 14 pozos SISS y 3 DGA, los cuales no están espacialmente no están distribuidos en toda la cuenca y las mediciones realizadas en dichos pozos no son periódicas	DGA
SI-02	Oferta Hídrica	Sistemas de información	Monitoreo participativo de calidad del agua realizado por la ciudadanía	Desconocimiento por parte de la ciudadanía de los potenciales efectos sobre el ecosistema acuático producto de la actividad de distintos gremios productivos como las piscicultura, actividad forestal y las centrales hidroeléctricas	GORE
SI-03	Sistemas de Información	Sistemas de información	Fortalecimiento del actual programa de monitoreo de calidad de las aguas superficial y subterránea	Dificultad para caracterizar la calidad del agua la Cuenca del río Toltén, debido a carencia de datos y sesgo metodológico en el monitoreo fisicoquímico entre diferentes cuerpos de agua (rios, lagos) que dificulta analizar con enfoque de cuencas	DGA
SI-04	Sistemas de Información	Sistemas de información	Instalación e implementación de estaciones fluviométricas de monitoreo	Carencia de información fluviométrica en sectores hidrográficos de importancia a nivel de cuenca	DGA

CODIGO	EJE	TEMA	ACCION	BRECHA	INSTITUCIÓN RESPONSABLE
SI-05	Sistemas de Información	Sistemas de información	Implementación y operación de estaciones de calidad del agua subterránea en pozos SSR	Escasa información de calidad del agua subterránea en todos los SHACs de la cuenca del río Toltén	DGA
SI-06	Sistemas de Información	Sistemas de información	Desarrollo de una plataforma única de visualización de datos hidrometeorológicos y medioambientales	Complejo acceso a la información hídrica y medioambiental existente en la cuenca	GORE

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K - Plan de acción).

4 CARTERA DE INICIATIVAS PROPUESTAS

Las acciones mencionadas en este PEGH son una selección de acciones identificadas a partir del trabajo interdisciplinario de los investigadores del estudio con los actores del territorio, todas importantes para la mejora de la gestión hídrica en las cuencas. Sin embargo, su implementación en el territorio requiere de una hoja de ruta que establezca la prioridad en el tiempo de cada una de ellas.

La priorización de acciones en el territorio en un contexto de escasez hídrica es altamente compleja debido a la necesidad de comparar criterios muy distintos, para los cuáles no siempre se tiene el mismo tipo de información, o en algunos casos el impacto es inconmensurable (Dodgson *et al.* 2000). En la mayoría de los casos el costo económico de la acción es el criterio utilizado para decidir su implementación. En otros métodos de evaluación utilizados, la imprecisión, la incertidumbre y los aspectos arbitrarios de los datos se agregan en un número o puntaje para cada alternativa, lo que enmascara valoraciones muy negativas generalmente en los aspectos sociales y ambientales (Roy & Vincke 1981; Vincke, 1986). Sin embargo, en un contexto de escasez hídrica y conflictos socioambientales, se hace fundamental la priorización de la sostenibilidad social y ambiental de las propuestas traducida ya sea en la ponderación a los criterios sociales por encima de los económicos, o en la incorporación de la opinión de los principales actores en alguna etapa de selección de las propuestas (Banco Mundial, 2018). Involucrar a los principales afectados en la toma de decisiones puede generar impactos positivos en la sustentabilidad de las decisiones (Dietz & Stern 2008). En este sentido en esta etapa, además del costo, tiempo de implementación e impacto en la brecha, se levantó la opinión de los principales actores en las cuencas sobre cada una de las propuestas (criterio Beneficio percibido desde los actores locales) para ayudar en la distribución de las acciones en el tiempo; en la Figura 4-1 se resume el significado de cada criterio empleado para la priorización de las iniciativas.



Figura 4-1. Criterios considerados para la priorización de las actividades a implementar en el Plan Estratégico.

Fuente: Elaboración propia a partir del consenso de los especialistas.

La combinación de escalas en los 4 criterios anteriores se estableció según reglas de criterio experto, donde son más importantes, e igualmente relevantes entre ellas, el impacto en la brecha y la importancia para los actores, seguidas por el costo y el tiempo de implementación. De esta manera si una acción tiene un alto impacto en la brecha y es altamente valorada (beneficio), el tiempo y costo se consideran como irrelevantes. En cambio, si los primeros criterios tienen menor valoración, se evalúa el costo (menor costo mejor) y el tiempo (menor tiempo mejor) en la evaluación general de la acción. De esta manera se incorpora la opinión local sobre el beneficio de las acciones en las cuencas, dando como resultado la Tabla 4-1:

Tabla 4-1. Regla de priorización de las acciones.

Impacto en la brecha específica (ALTO, MEDIO, BAJO)	Beneficio percibido por actores locales (ALTO, MEDIO, BAJO)	Costo de implementación y operación (ALTO, MEDIO, BAJO)	Tiempo de implementación (CORTO, MEDIO, LARGO)	Prioridad
ALTO	ALTO	No se considera	No se considera	ALTA
ALTO	MEDIO	BAJO, MEDIO	No se considera	ALTA
ALTO	MEDIO	ALTO	CORTO, MEDIO	ALTA
ALTO	MEDIO	ALTO	LARGO	MEDIA
ALTO	BAJO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
ALTO	BAJO	ALTO	CORTO, MEDIO	MEDIA
ALTO	BAJO	ALTO	LARGO	BAJA
MEDIO	ALTO	BAJO, MEDIO	No se considera	ALTA
MEDIO	ALTO	ALTO	No se considera	MEDIA
MEDIO	MEDIO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
MEDIO	MEDIO	ALTO	CORTO, MEDIO	MEDIA
MEDIO	MEDIO	ALTO	LARGO	BAJA
MEDIO	BAJO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
MEDIO	BAJO	ALTO	No se considera	BAJA
BAJO	ALTO	BAJO, MEDIO	No se considera	MEDIA
BAJO	ALTO	ALTO	No se considera	BAJA
BAJO	MEDIO, BAJO	No se considera	No se considera	BAJA

Fuente: Elaboración propia a partir de consenso entre especialistas.

Todas las alternativas identificadas provienen de una selección de ideas del territorio que además fueron evaluadas con mayoría de aceptación por los actores locales. Por lo tanto, la totalidad de las acciones fueron seleccionadas para ser incorporadas como parte del Plan Estratégico.

Como ya se comentó anteriormente, se realizó una priorización de las acciones basados en la combinación de 4 criterios: Impacto, percepción local, costo y plazo de implementación. El desarrollo paso a paso de la priorización se presenta en el Anexo K.3 – Priorización, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2. Priorización de las iniciativas definidas.

CODIGO	ACCION	Priorización
OM-01	Asignación de caudal ambiental en humedales de interés en la cuenca Río Toltén y sus afluentes	Alta
OM-02	Desarrollo de mecanismos normativos que aseguren la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos y provisión hídrica a través de la protección de humedales	Media
OM-03	Implementación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA)	Alta
AG-01	Creación y fortalecimiento de la Oficina Municipal de Asuntos Hídricos (OMAH) como ente técnico de capacitación y canalización de inquietudes, denuncias, capacitación entre la ciudadanía, la institucionalidad pública y el consejo de cuencas	Alta
AG-02	Creación y promoción de un Consejo coordinador a nivel de cuencas	Alta
FO-01	Programa de constitución y fortalecimiento de CAS	Alta
FO-02	Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio	Alta
FO-03	Constitución y fortalecimiento de Comunidades de Agua y Asociación de Canalistas existente, así como de canales riego proyectados	Media
FO-04	Programa de apoyo legal y técnico para la conformación y operación de la Junta de Vigilancia en la Cuenca Río Toltén.	Media

CODIGO	ACCION	Priorización
CH-01	Educación ambiental para la conservación de los ecosistemas y recursos hídricos desde una mirada ecohidrológica	Media
CH-02	Programa de acompañamiento continuo a Servicios Sanitarios Rurales	Alta
FA-01	Siembra y cosecha de lluvias mediante zanjas de infiltración	Alta
SI-01	Instalación y operación de estaciones de monitoreo de niveles de aguas subterráneas	Alta
SI-02	Monitoreo participativo de calidad del agua realizado por la ciudadanía	Media
SI-03	Fortalecimiento del actual programa de monitoreo de calidad de las aguas superficial y subterránea	Media
SI-04	Instalación e implementación de estaciones superficiales de monitoreo	Media
SI-06	Plataforma única de visualización de datos hidrometeorológicos y medioambientales	Media
OH-01	Diseño y construcción del canal de riego Pitrufquén Gorbea	Baja
OH-02	Mejoramiento y aumento de capacidad de infraestructura hidráulica en Servicios Sanitarios Rurales	Media
OH-03	Implementación y operación de estaciones de calidad del agua subterránea en pozos SSR	Media
OH-04	Profundización de pozos existentes para abastecimientos de Servicios Sanitarios Rurales	Alta
SI-05	Profundización de pozos existentes para pequeños agricultores	Media

Fuente: Elaboración propia a partir de la planilla de priorización contenida en el Anexo K.3. Priorización, pestaña Priorización.

Se observa que solo una iniciativa tiene una priorización baja (5%), la cual es el Diseño y construcción del canal de riego Pitrufrquén Gorbea. El motivo de dicha priorización no radica en la importancia que este canal puede prestar para el desarrollo de la agricultura en la región, sino que la valoración de la ciudadanía participante es baja, porque hay una percepción que el beneficio es para una pequeña representación de la región.

De las restantes 21 iniciativas seleccionadas, 10 (45%) de ellas presentan una clasificación Alta y 11 (50%) presentan una prioridad Media. De estas últimas, la mayoría obedece a iniciativas de obtención o mejoramiento de la información existente, las cuales no se perciben como beneficio directo en la reducción de la brecha por parte de los actores locales, sin embargo, son absolutamente necesarias para eliminar brechas de información y de implementación del modelo hidrológico acoplado.

De las temática de acciones con mayor porcentajes de una elevada priorización destaca las acciones relacionadas con el ecosistema, lo cual demuestra la importancia que presentan el ecosistema acuático y ribereño por parte de los actores locales (Figura 4-2).

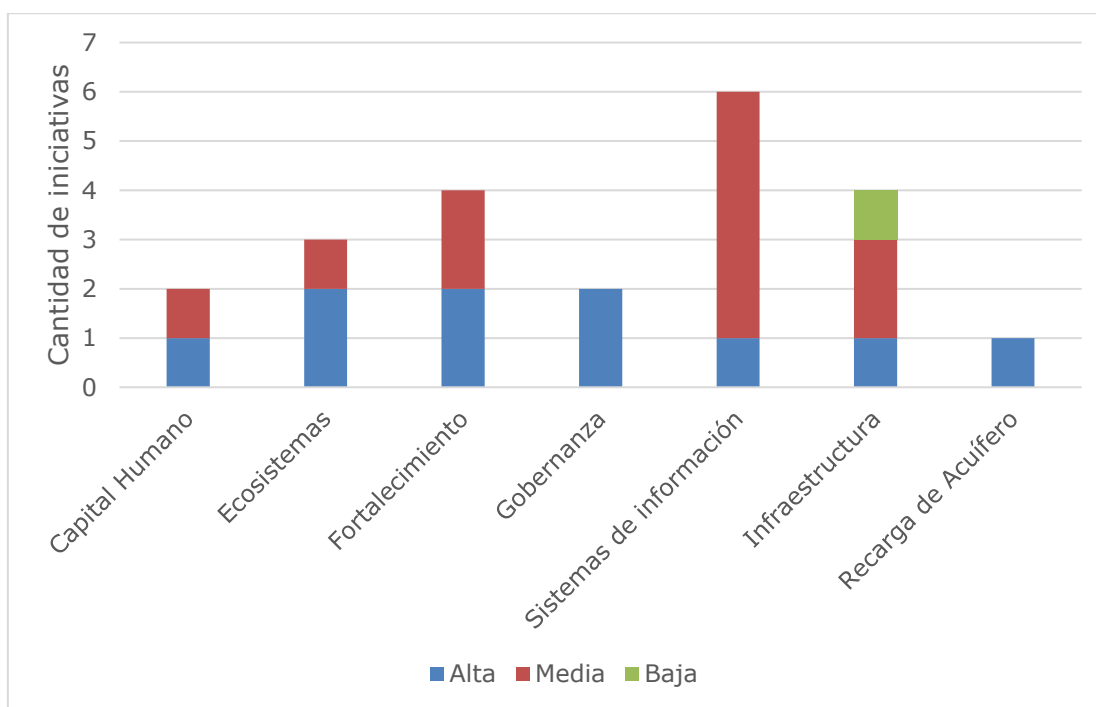


Figura 4-2. Distribución de la priorización de acciones.

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo K.3. Plan de Acción).

4.1 Evaluación conjunta del plan

Para evaluar las mejores condiciones que generan las iniciativas planteadas anteriormente, las iniciativas posibles de modelar se incorporaron en conjunto en el modelo hidrológico integrado. Para ello se generó un único escenario en el cual se incorporaron las iniciativas definidas en los distintos escenarios. Estas iniciativas fueron puestas en marcha de acuerdo a los plazos de implementación expresados anteriormente.

Particularmente, se consideraron los escenarios: Canal de riego Pitrufrquén Gorbea, Siembra y cosecha de agua mediante zanjas de infiltración y la mantención de un caudal ambiental. En la Figura 4-3 se puede apreciar los escenarios considerados y su fecha propuesta para su puesta en marcha en el PEGH.

El escenario del PEGH para la cuenca Río Toltén fue comparado con la situación futura de la cuenca, en caso de no implementar el PEGH. Esta condición futura considera que se mantienen los derechos de agua otorgados al 2019.

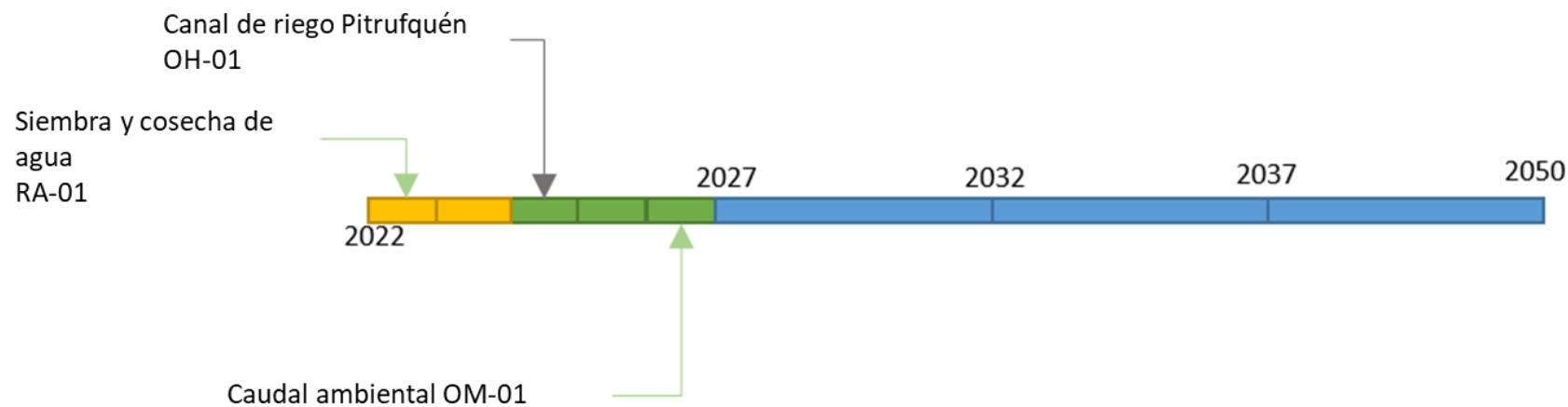


Figura 4-3. Esquema temporal de la simulación del PEGH para la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de los indicadores del PEGH se muestran en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3. Promedio decadales de los indicadores del plan PEGH en la cuenca Río Toltén y su comparación con el escenario futuro e histórico.

Década	Brecha [hm ³ /año]		Cobertura [%]		Variación del acuífero [hm ³ /año]
	Agrícola	Agua potable Rural	Agrícola	Agua potable Rural	
Histórico (2010-2019)	70,1	0,23	44%	92%	-52,68
Futuro (2040-2050)	245,1	0,13	34%	97%	-21,28
PEGH (2040-2050)	74,0	0,13	80%	98%	-32,40

Fuente: Elaboración basada en resultados de modelación (anexo H. modelo hidrológica acoplado, capítulo 5.2.2).

Se aprecia que la implementación del PEGH mejora los indicadores de los dos usos analizados, disminuyendo considerablemente la brecha hídrica del sector agrícola desde 245 hm³ a 74 hm³ y aumentando su cobertura de un 34% a un 80%. El agua potable rural, también ve mejorados sus indicadores, pero en valores bastante menores, ya que la brecha hídrica se mantiene en 0,13 hm³, y su cobertura aumenta del 97% al 98%.

De esta forma, la brecha total (que incluye las brechas agrícolas, de demanda de agua potable rural y la variación del almacenamiento del acuífero) pasó de 272,6 hm³/año (en el escenario futuro) a 106,5 hm³/año con la implementación del PEGH. Así, la brecha total, disminuyen en un 61% (Figura 4-4).

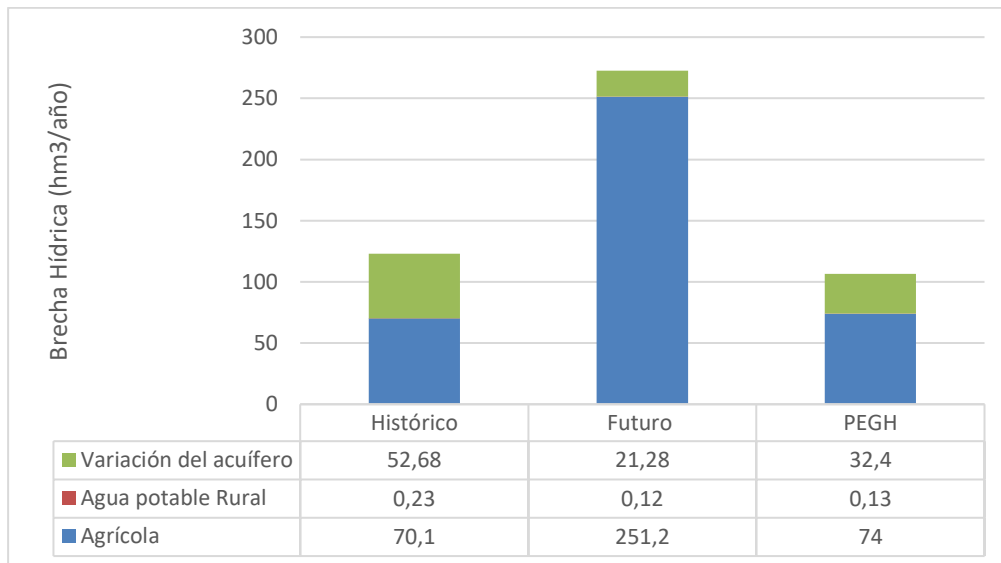


Figura 4-4. Variación de la brecha total al implementar el PEGH en la cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia basado en resultados modelación hidrológica acoplada (Anexo H modelación hidrológica acoplada, capítulo 5.2.2)

La variación temporal de la brecha hídrica en el periodo 1980-2050 (que incluye los escenarios históricos y futuros) y la disminución temporal de la brecha agrícola una vez implementado el Plan se muestra en la Figura 4-5. En donde S02 corresponde al SHAC Toltén Medio, el cual es aquel donde mayormente se aprecia la disminución de la brecha dada por la implementación del Plan

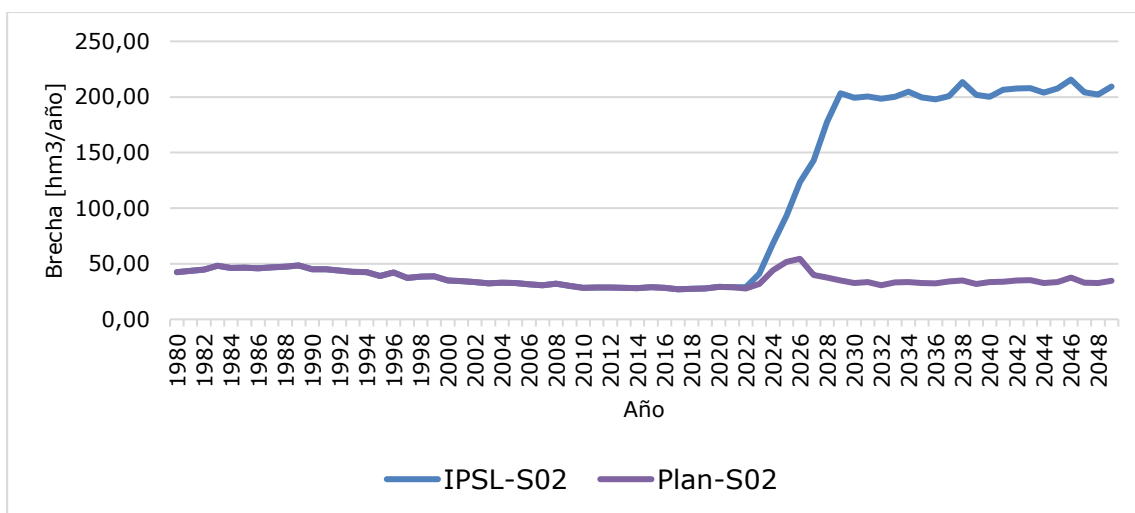


Figura 4-5. Evolución temporal de la brecha agrícola bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia basado en resultados modelación hidrológica acoplada (Anexo H modelación hidrológica acoplada, capítulo 5.2.2).

Se aprecia que la brecha agrícola disminuye levemente a partir del año 2020 al 2028. A partir de dicho año 2026 se aprecia una reducción notoria de la brecha, que la fecha cuando se activa la iniciativa de la construcción del canal de riego Pitrufoquén-Gorbea (iniciativa OH-01) y ya están operativas las zanjas de infiltración (RA-01).

En la Figura 4-6 se muestra la evolución de la cobertura de la demanda de riego, en donde se aprecia que cuando el canal de riego (OH-01) y las zanjas están operativas (RA-01), la cobertura de la demanda aumenta en torno al 90% de la demanda proyectada de acuerdo a la superficie planificada en riego. En donde S02 corresponde al SHAC Toltén Medio, el cual es aquel donde mayormente se aprecia la disminución de la brecha dada por la implementación del Plan.

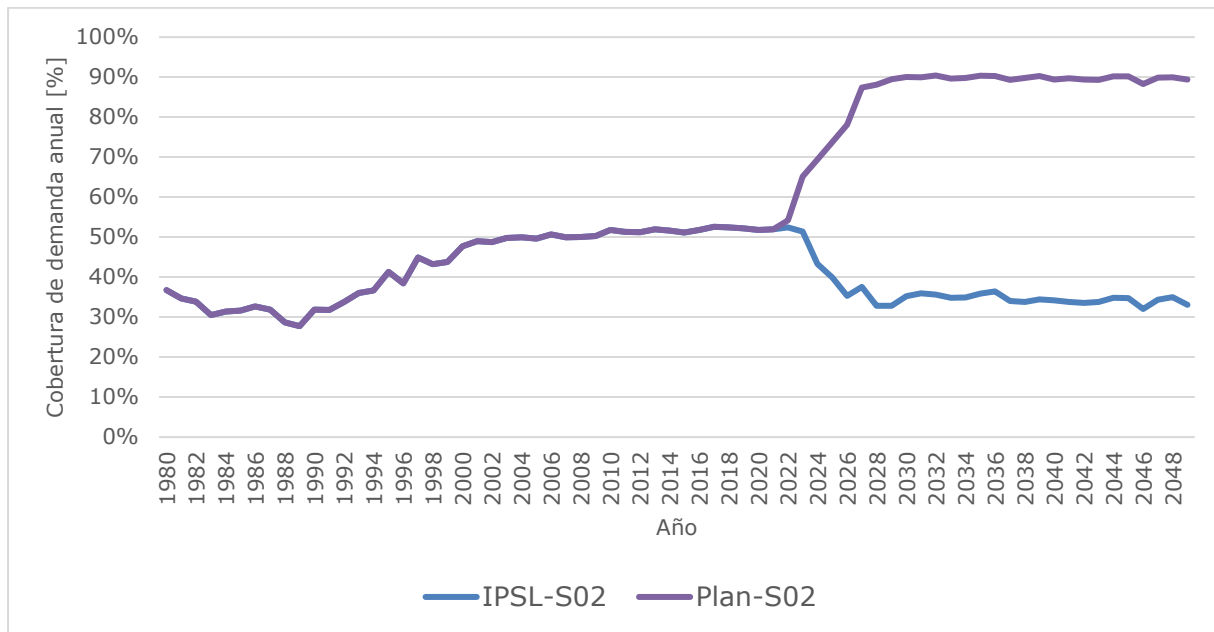


Figura 4-6. Evolución temporal de la cobertura de la demanda agrícola bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia basado en resultados modelación hidrológica acoplada (Anexo H modelación hidrológica acoplada, capítulo 5.2.2).

En forma análoga, se muestra la evolución temporal de la brecha de agua potable para la cuenca Río Toltén, considerando la condición histórica, la futura y la aplicación del Plan (Figura 4-7). En donde S02 corresponde al SHAC Toltén Medio, el cual es aquel donde mayormente se aprecia la disminución de la brecha dada por la implementación del Plan

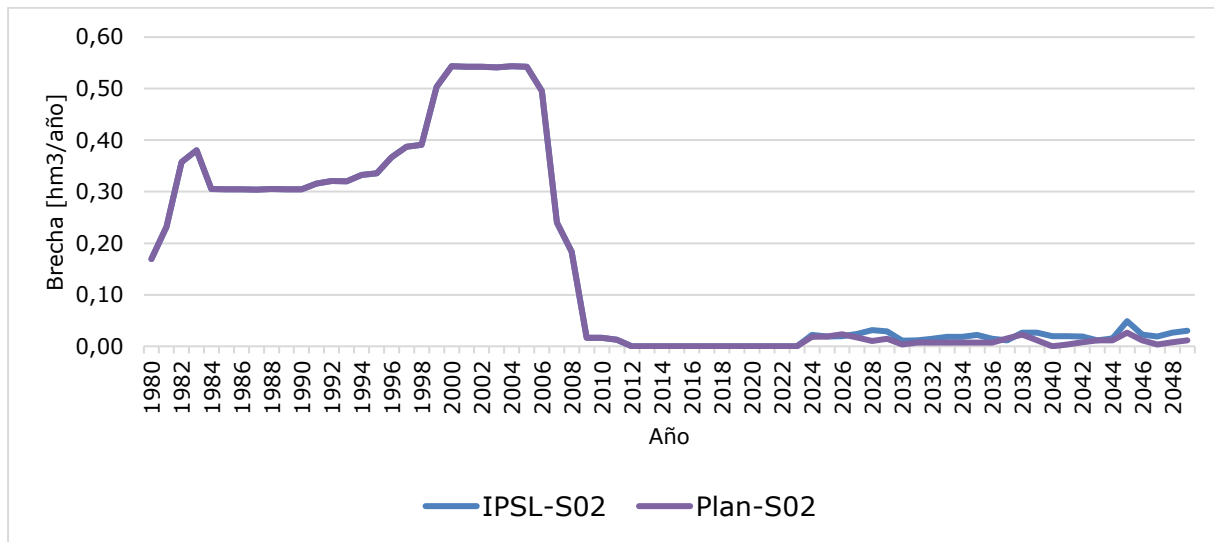


Figura 4-7. Evolución temporal de la brecha de agua potable bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia basado en resultados modelación hidrológica acoplada (Anexo H modelación hidrológica acoplada, capítulo 5.2.2).

Se aprecia que bajo la aplicación el PEGH, la brecha de agua potable disminuye levemente cuando se implementa el Plan de las iniciativas modeladas. Esta disminución obedece principalmente a la implementación de las zanjas de infiltración, puesto que mejora la condición del acuífero. La brecha no disminuye completamente ya que esta iniciativa no abarca la totalidad de SSR presentes en la cuenca, puesto que existen algunas que extraen superficialmente.

La cobertura del agua potable rural no presenta mayores variaciones entre la implementación de las iniciativas modeladas en el PEGH, pasando de un 97% de cobertura en el año 2020 a un 98% de cobertura al año 2049.

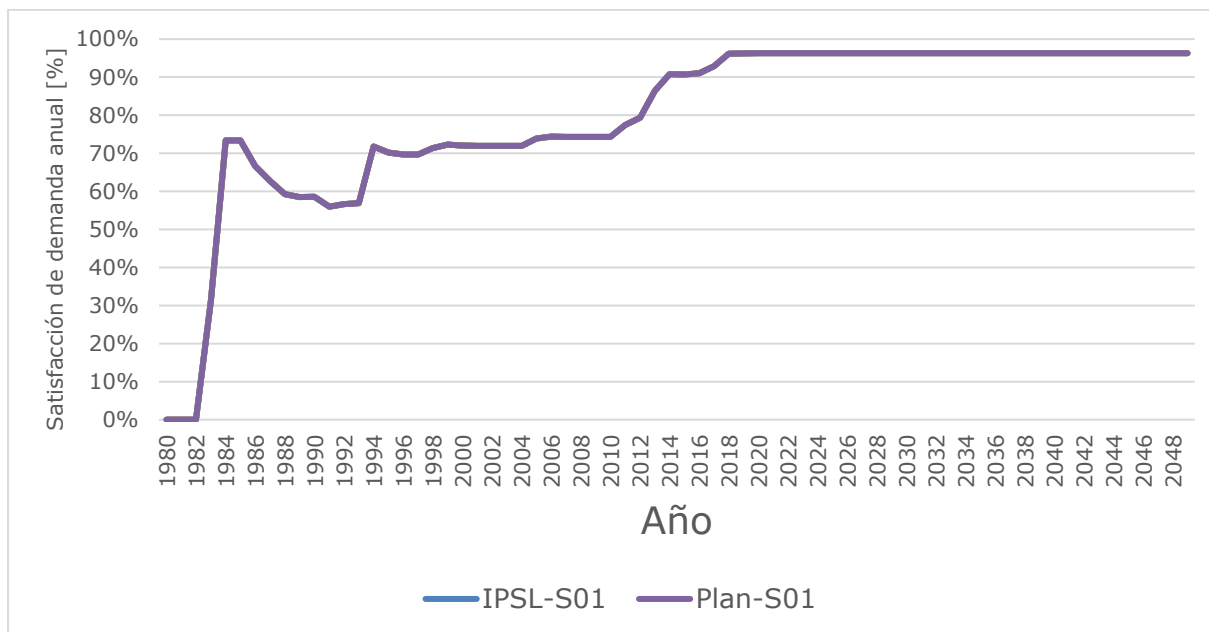


Figura 4-8. Evolución temporal de la brecha de agua potable bajo escenario histórico, futuro y con la implementación del Plan en la cuenca Río Toltén.

Fuente: elaboración propia basado en resultados modelación hidrológica acoplada (Anexo H modelación hidrológica acoplada, capítulo 5.2.2).

Es importante mencionar que los resultados de los escenarios aquí mostrados se simularon con un clima similar e incluso más seco y cálido que lo observado en la última década (2010-2020), de manera de simular condiciones similares a las observadas en los primeros años de la década y con las proyecciones más severas de cambio climático. De todas maneras, es posible que, simulando la cuenca Río Toltén, con mejores condiciones climáticas, los sistemas sigan respondiendo de manera no sustentable, dada la alta demanda que existe por el agua.

Esto muestra que los escenarios simulados para este PEGH no logran cerrar completamente las brechas para esos dos usos, por tanto, es necesario implementar el resto de iniciativas que no son modelables en sí, pero que indirectamente permite contribuir a cerrar la brecha hídrica detectada. Por ejemplo, la brecha hídrica en el agua potable rural, no se genera por un déficit hídrico en la cuenca, sino por el acceso al agua, tanto en infraestructura como legal, lo cual han sido abordados en iniciativas que no fue posible modelar, como las iniciativas “Mejoramiento y aumento de capacidad de infraestructura hidráulica en Servicios Sanitarios Rurales” (OH-02), “Profundización de pozos existentes para abastecimientos de Servicios Sanitarios Rurales” (OH-03) y “Programa de apoyo para el saneamiento y regularización de los derechos de agua de los SSR y títulos de dominio” (FO-02).

4.2 Valorización económica del Plan Estratégico de Gestión Hídrica

El costo del Plan es de 80.353,9 M \$USD (miles de dólares) para las 22 acciones definidas, en donde un 85% de dicho monto es considerando acciones para infraestructura que den seguridad hídrica para consumo humano y para agricultura a distintas escalas de producción. y un 7% para sistemas de información. El detalle del porcentaje de costo de cada temática, se aprecia en la Figura 4-9.

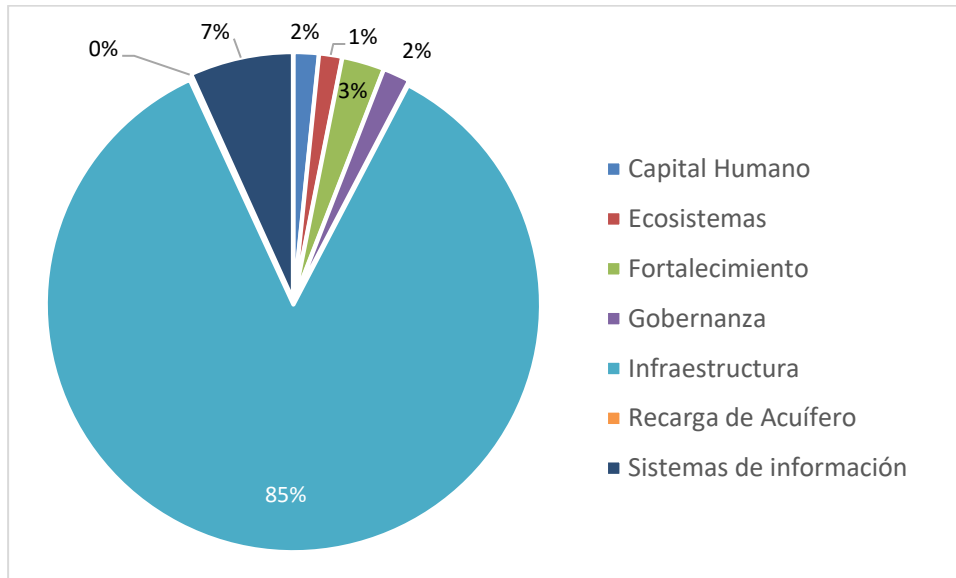


Figura 4-9. Distribución de los costos de implementación y operación por área temática de las acciones pertenecientes al Plan Estratégico de Gestión Hídrica de la cuenca Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K Plan de acción).

En cuanto a la distribución de las inversiones y los costos de operación en los plazos (Corto, Mediano y Largo) del Plan estos se muestran en la (Figura 4-10). De ella se aprecia que los montos mayores se producen en el largo plazo debido a la construcción del canal de riego Pitrufrquén Gorbea y sus redes de riego asociadas. En el mediano plazo, el aumento del valor del Plan se debe principalmente a la inversión a realizar en cuanto a infraestructura hidráulica de pozos e infraestructura para Servicios Sanitarios Rurales.

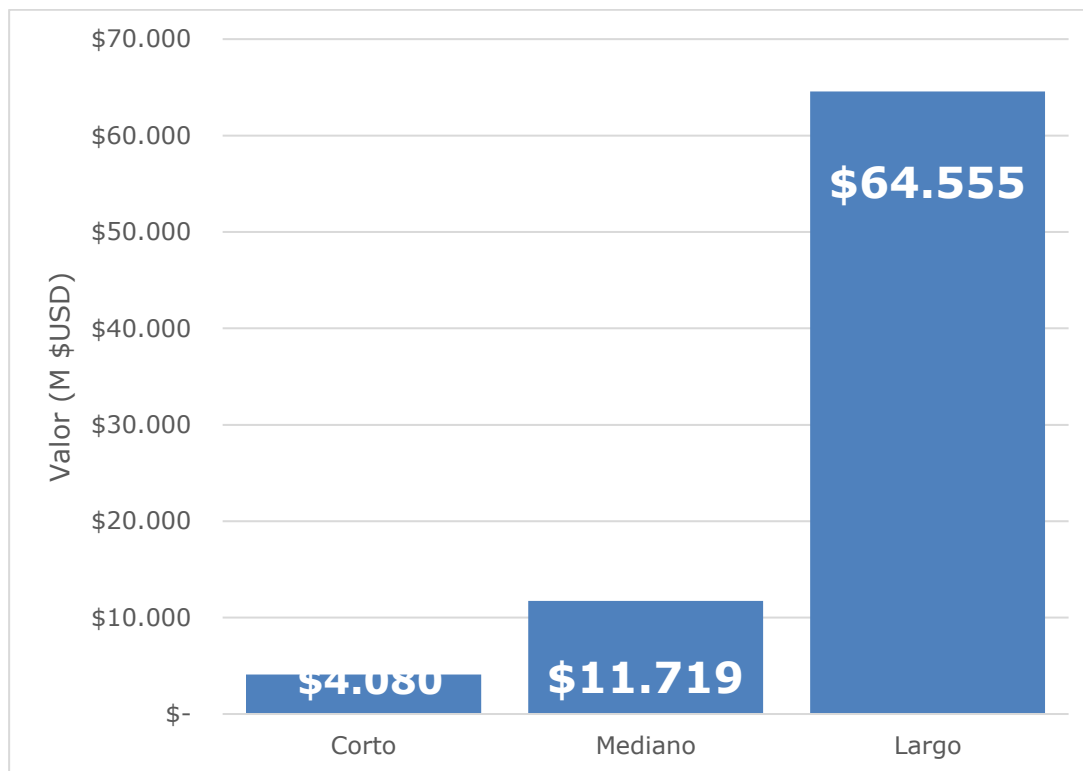


Figura 4-10. Distribución de los costos de implementación y operación del Plan Estratégico de Gestión Hídrica del Río Toltén.

Fuente: Elaboración propia (ver Anexo K Plan de acción).

Al realizar una distribución anual de los costos del Plan (Figura 4-11) se aprecia que la mayor inversión ocurre entre los años 8 y 11 de comienzos del Plan (equivalentes a 2030 a 2033), lo cual comprende los periodos de mediano y comienzos del largo plazo. Estas inversiones se traducen en instalación de estaciones de medición, construcción del canal de riego Pitrufquén Gorbea, reposición de sistema de agua potable rural y profundización de pozos existentes.

Durante el corto plazo (0-2 años) los costos son principalmente de operación, debido a la implementación temprana de iniciativas como la Oficina Municipal de Asuntos Hídricos, monitoreo participativo y programa de monitoreo de calidad del agua, los cuales no requieren mayor inversión para iniciar sus actividades.

En el largo plazo, se terminan la construcción de las iniciativas comenzadas en el mediano plazo, para posteriormente ejecutar medidas que necesitan de apoyo constante para su ejecución y de esta forma velar por su autonomía y funcionamiento, como por ejemplo la oficina de asuntos hídrico, monitoreo participativo, educación ambiental y el comité de cuencas.

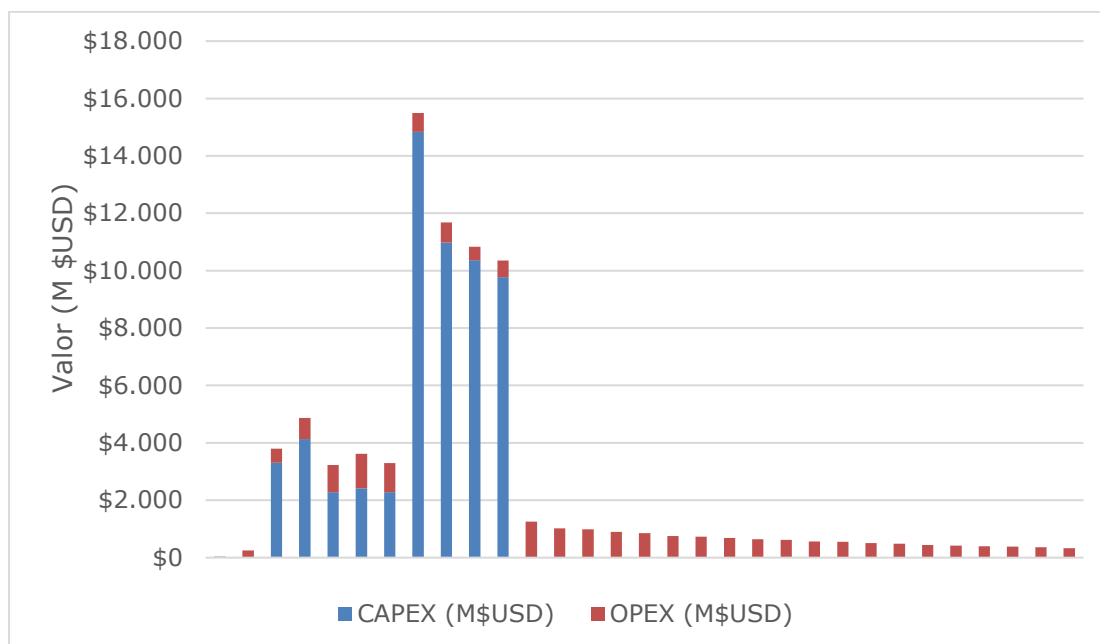


Figura 4-11. Distribución anual del costo del Plan.

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K, Plan de acción).

4.2.1 Distribución de costos por actores

El cuadro siguiente resume la inversión por institución responsable y período de ejecución. El principal responsable es la DOH con un 57% del costo del Plan, le sigue la DGA con un 17% del costo. El detalle se puede ver en la Tabla 4-4

Tabla 4-4. Distribución de costos por actores y plazos.

Institución	Corto [M \$USD]	Mediano [M \$USD]	Largo [M \$USD]	Total [M \$USD]
DGA	DGA	\$ 1.077	\$ 1.652	\$ 4.208
MMA	MMA	\$ 2	\$ 322	\$ 239
DOH	DOH	\$ 2.855	\$ 8.106	\$ 57.827
GORE	GORE	\$ 108	\$ 459	\$ 1.568
MINEDUC	MINEDUC	\$ 2	\$ 80	\$ 182
INDAP	INDAP	\$ -	\$ 922	\$ -
Privados	Privados	\$ 34	\$ 178	\$ 531
TOTAL	TOTAL	\$ 4.080	\$ 11.719	\$ 64.555

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K, Plan de acción).

4.3 Cronograma de las soluciones

En la Figura 4-12 se observa que para el corto plazo 10 son las acciones que deben ser implementadas. En términos generales, estas acciones obedecen a la implementación de la Oficina de Asuntos Hídricos, protección de humedales, Apoyo a SSR en saneamiento de sus derechos de aguas y la implementación temprana de aspectos de información como la plataforma de visualización de información hidrometeorológica y ambiental, como programas de monitoreo de calidad del agua.

En el mediano plazo, se implementan fuertemente las acciones que presentan mayor inversión, como la instalación de estaciones de medición, reposición de infraestructura hidráulica a SSR, profundización de pozos a SSR y a pequeños agricultores, construcción de estaciones de monitoreo y constitución y fortalecimiento de CAS y Asociaciones de Canalistas.

Finalmente, en el largo plazo se espera que las juntas de vigilancias y el comité de cuencas se encuentren operativos y permita llevar a cabo la gestión de cuencas.

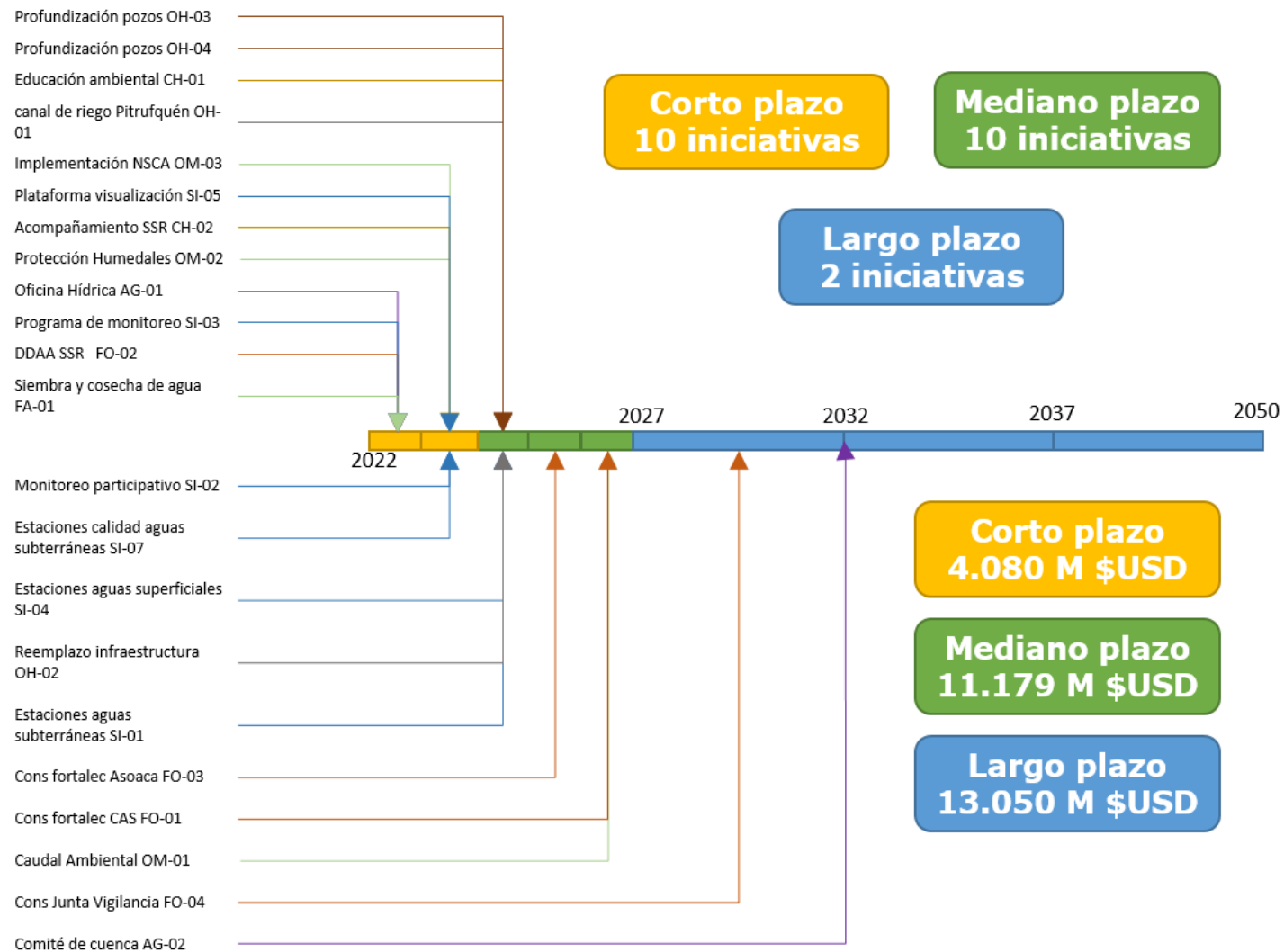


Figura 4-12. Línea de tiempo de implementación de las acciones.

Fuente: Elaboración propia (Ver Anexo K. Plan de Acción).

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

La estrategia de implementación del Plan recoge la estructura del instrumento, los aspectos institucionales y de gobernanza, de cultura del agua y de financiamiento

5.1 Hitos de referencia en la implementación del Plan

A continuación, se presentan los hitos de cada plazo del Plan, estos hitos marcan la criticidad de las acciones, tanto las que se implementan en el mismo plazo, como para aquellas en plazos posteriores:

Corto Plazo

- Creación de la Oficina Municipal de Asuntos Hídricos (AG-01). En forma primera se implementará en municipios piloto. Esta iniciativa es relevante porque es en donde se gestionarán otras iniciativas como el programa de monitoreo participativo (SI-02), la plataforma única de visualización (SI-05) y el programa de capacitación en asuntos hídricos (CH-02)
- Desarrollo del APL para la construcción de zanjas de infiltración y su construcción (FA-01)
- Desarrollo de la Plataforma única de visualización de datos hidrometeorológicos y medioambientales (SI-06)
- Comienzo del saneamiento de los DDAA de las SSR (FO-02)
- Comienzo del programa de monitoreo participativo (SI-02)
- Comienzo del programa de monitoreo de calidad de aguas (SI-03)

Mediano Plazo

- Inicio constitución de la Comunidad de Aguas Subterráneas (FO-01) y de la asociación de Canalistas (FO-03)
- Instalación de estaciones de monitoreo y comienzo de monitoreo (SI-01; SI-04; SI-05)
- Inicio de iniciativas para protección de ecosistemas de humedales (OM-02); determinación de caudal ambiental (OM-01) y establecimiento de NSCA (OM-03).
- Comienzo de construcción de Canal de riego Pitrufrquén Gorbea (OH-01) y de profundización de pozos para SSR (OH-03) y para pequeños agricultores (OH-04).

Largo Plazo

- Constitución de las Juntas de Vigilancia (FO-04)
- Término de construcción del canal de riego Pitrufrquén Gorbea
- Constitución de la Federación de Juntas de Vigilancia para posteriormente derivar al comité de cuencas (AG-02)

5.2 Estrategia de implementación

La estructura del Plan de Gestión Hídrica se basa en desarrollar iniciativas ante brechas definidas en el diagnóstico de la cuenca. Estas iniciativas son evaluadas bajo 4 criterios, los que permite su priorización. Las iniciativas priorizadas y seleccionadas forman parte de la cartera de acciones del PEGH.

El PEGH, además de determinar acciones que vayan en vías de eliminar o reducir brechas identificadas, también se ha considerado que debe velar por una seguridad hídrica y por la sostenibilidad. Para ello, se ha considerado que las acciones deben proveer de los elementos necesarios que apunten al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por la ONU y por los criterios de sostenibilidad de una cuenca según el programa de ecohidrología de la UNESCO.



Figura 5-1. Estructura del Plan Estratégico.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Aspectos institucionales

En la implementación del Plan, deben participar activamente diversas instituciones estatales y privadas, a distintas escalas espaciales y administrativas. De esta forma se velará por la correcta implementación y ejecución de este Plan.

A continuación, se muestran el rol de las instituciones, tanto públicas como privadas en las respectivas acciones.

Tabla 5-1. Rol de las instituciones sectoriales y regionales en la implementación del Plan.

Institución	Rol	Inversión Miles de USD
Dirección General de Aguas	Definición de acciones orientadas a la obtención de información y facilitar la regularización de DDAA por parte de las SSR y la constitución de OUA. Apoyo para la constitución y fortalecimiento de distintos niveles organizacionales de OUA, como las CAS, Comunidades de agua de riego superficial y Juntas de Vigilancia	\$ 6.937
Dirección de Obras Hidráulicas	Apoyo a las SSR en distintos aspectos, como el programa de regularización y saneamiento de Derechos de Agua, profundización de pozos y reposición y ampliación del equipamiento. Además liderará la construcción del canal Pitrufquén Gorbea.	\$ 68.788
Ministerio de Medio Ambiente	El principal rol es fortalecer la protección de los humedales y los sistemas acuáticos mediante la determinación del caudal ambiental y generar un APL con las juntas de vigilancia para su implementación. Además generar expedientes para promover humedales con figura de protección oficial e implementar NSCA en la totalidad de la red fluvial	\$ 564
Gobierno Regional	Apoyo en la participación ciudadana en la gestión de la cuenca a distintos niveles participativos. Para ello apoyará la creación y operación de la oficina de asuntos hídricos, monitoreo participativo y el funcionamiento del comité de cuencas.	\$ 2.135
Ministerio de educación	Velar por la educación ambiental de los actores de la cuenca y generar consciencia del uso eficiente y conservación de ecosistemas	\$ 264
Instituto de desarrollo agropecuario	Apoyo al pequeño agricultor para disminuir la carencia en seguridad de riego, mediante la profundización de los pozos de donde se abastecen para riego.	\$ 922
Privados y OUA	Conformación y participación en mesas de la sociedad civil y en el monitoreo ciudadano Permitir y facilitar la gestión del agua, participando en reforzar las capacidades técnicas y de gestión. Tecnificación de riego e implementación de sistemas de medición, telemetría y automatización intra y extrapredial	\$ 743

Fuente: Elaboración propia basado en Anexo K

5.2.2 Gobernanza del agua

La cuenca está en un estado básico de organización de gestión del agua, por lo que es necesario desarrollar distintas instancias de gestión y coordinación del agua. El modelo de gobernanza propuesto (Ver Anexo I. Modelo de gobernanza), para de una aproximación bottom-up, es decir, va construyendo instancias participativas desde la célula más básica en la escala espacial local, hasta ir construyendo instancias más globales de coordinación y gestión en donde se van incorporando distintos actores previamente constituidos y organizados.

La configuración del modelo de gobernanza (Figura 5-2) empieza por la constitución de las Comunidades de Aguas Subterráneas en forma parcializada, siendo la CAS del SHAC Toltén medio la prioritaria en constituirse. A las 4 OUA existente en la cuenca, éstas deben fortalecerse y agregar una OUA extra para la gestión del canal Pitrufrquén Gorbea. Esto da pie a la necesidad de gestionar en forma conjunta las aguas subterráneas y superficiales mediante el establecimiento de una Junta de Vigilancia (JdV) en la cuenca Río Toltén quien coordine a todos los actores con derechos de agua que participen en sus respectivas OUA, tanto superficial como subterránea.

Finalmente, y cuando se haya implementado normativa que permita la creación de Consejo de cuencas, es cuando las instituciones públicas participarán oficialmente como parte de la gestión de cuencas.

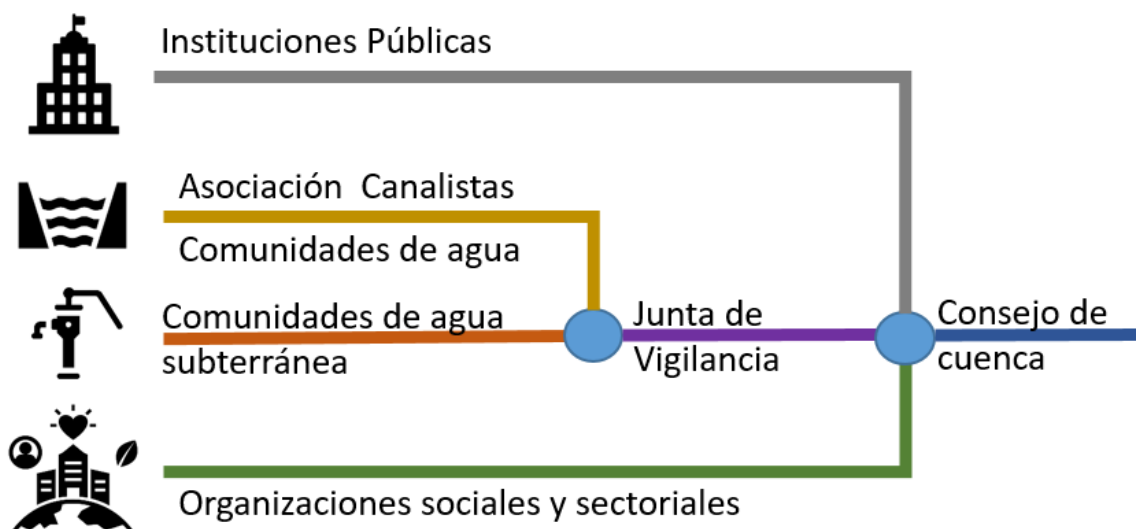


Figura 5-2. Gobernanza del agua propuesto.

Fuente: Elaboración propia basado en Anexo K.

En términos generales, el Consejo de cuencas corresponde a una instancia público-privada compuesta por representantes del Estado, de los Gobiernos Locales, de los usuarios directos e indirectos de las aguas, así como la sociedad civil organizada (Centros de estudio,

organizaciones funcionales, sectoriales y civiles) y las distintas OUA (Juntas de Vigilancia, CAS y Asociación de Canalistas).

El rol del consejo se formalizará en el largo plazo, en el ámbito político estratégico, y en lo principal en esta instancia se debieran tomar decisiones sobre:

- Velar por la implementación del Plan Estratégico de Gestión Hídrica
- Gestionar los apoyos y financiamientos requeridos para la implementación del Plan Estratégico
- Representar a la cuenca en las instancias políticas, técnicas y sociales que así lo requieran.
- Definición de criterios mínimos de seguridad hídrica, de común acuerdo entre todos los actores.
- Ser una instancia de acuerdo que permita abordar vacíos de planificación y gestión, territorial y sectorial.

Desde el punto de vista operativo, el Consejo podrá trabajar mediante grupos de trabajo internos en las distintas áreas que se crea conveniente, como, por ejemplo: Agua potable y tratamiento, conservaciones de ecosistemas acuáticos, actividades productivas consuntivas, no consuntivas e in situ, adaptación y resiliencia al cambio climático, cultura y educación.

Este consejo debiera tener una secretaría técnica que apoye en temáticas técnicas al consejo. La estructura profesional de la Secretaría Técnica propuesta es la siguiente:

1. Secretario: responsable de la conducción de la Secretaría y su relación con los actores de la gobernanza. Define los lineamientos técnicos y estratégicos dentro de su ámbito de acción.
2. Coordinador territorial: profesional local, que se encarga de mantener la continuidad en las relaciones, reuniones y compromisos de cada Comités de Seguridad Hídrica y del Consejo de Cuenca. Participa en actividades de carácter territorial.
3. Staff de Asesores: asesores senior en gestión de recursos hídricos superficiales, subterráneos, materias legales, ambientales y sociales.
4. Equipo de profesionales: equipo permanente de ingenieros que mantienen los modelos hidrológicos, hidrogeológicos y del cumplimiento normativo ambiental, y forma parte de la contraparte técnica de estudios locales.

Es importante que la conformación de este consejo sea autónoma, y cuente con financiamiento propio.

5.3 Aspectos de financiamiento

El financiamiento es variado, y proviene principalmente de las instituciones que participan en la implementación de las acciones. La DOH es la principal fuente de financiamiento, en conjunto con la DGA de acuerdo a las mejoras en infraestructura de los servicios sanitarios rurales y la densificación del monitoreo.

Durante la ejecución de la elaboración del Plan se evidenciaron algunas instancias en donde es posible llevar a cabo algunas alianzas público-privada, ya sea para el financiamiento como para la operación de las acciones. Estas se refieren principalmente a 1) implementación y seguimiento de un caudal ambiental, siendo las JV o la confederación, y posteriormente el comité de cuenca, 2) Construcción y mantención de las zanjas de infiltración y 3) Programa de monitoreo participativo.

Respecto de la gobernanza, mencionada en los aspectos institucionales, se propone como una instancia pública privada que debe contar con una Secretaría Técnica, que proporcione un apoyo técnico permanente, manteniendo la continuidad de las actividades que se realizan en la cuenca. La secretaría técnica está compuesta por un equipo técnico permanente compuesto por un Secretario, un equipo de modeladores para mantener operativos los modelos hidrológicos e hidrogeológicos, además de un staff de asesores senior.

Además, la oficina de asuntos Hídricos que se instala a nivel local, también debe tener un presupuesto externo que asegure su funcionamiento y autonomía. Esta Oficina presenta un equipo técnico compuesto por un director, un secretario y un profesional técnico.

Ambas instancias de gobernanza deben poseer un financiamiento asegurado que permita su autonomía y continuidad en el tiempo. Se propone que sea el GORE quien realiza las gestiones para el logro del financiamiento.

A continuación, se muestran alternativas de financiamiento para aquellas iniciativas que deben velar por autonomía en su realización, es decir que no se vean condicionadas al funcionamiento propio de la institucionalidad. Se excluye de la Tabla 5-2, fondos propios de las distintas instituciones públicas que participan directamente del PEGH.

Tabla 5-2. Fuentes de financiamiento para la ejecución del PEGH.

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
	100 - 150 Mill de pesos.	Gobierno Regional (GORE)	Fondos para la Innovación y Competitividad, permite al GORE asignar parte del presupuesto total de los recursos correspondientes a este programa a Universidades Estatales o reconocidas por el Estado, destinados a desarrollar y promover investigación aplicada, emprendimiento innovador, desarrollo, difusión y transferencia tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de capacidades y redes regionales para la innovación, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura pro innovación y emprendimiento.	Regional
	Depende de la disponibilidad presupuestaria y la priorización de la región.	SUBDERE - GORE	Fondo Nacional de Desarrollo Regional, programa de inversiones públicas, a través del cual, el Gobierno Central transfiere recursos a regiones para el desarrollo de acciones en los distintos ámbitos de desarrollo social, económico y cultural de la región con el objeto de obtener un desarrollo territorial armónico y equitativo.	Regional
	4 - 10 Mill de pesos	MMA	Fondo de Protección Ambiental, fondo concursable de carácter nacional que busca apoyar iniciativas ciudadanas y financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.	Nacional
FPR	Monto máximo 10 millones por comuna	MMA	Fondo para el Reciclaje, está destinado a Municipalidades y Asociaciones de Municipalidades, y busca promover hábitos más sustentables en el manejo de residuos, instalar conocimiento técnico y contar con infraestructura apta para la separación y reciclaje.	Nacional

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
FIA	Entre 15 a 60 millones de pesos (proyectos históricos)	MINAGRI - GORE	Fundación para la Innovación Agraria, impulsar la innovación en el sector silvoagropecuario y la cadena agroalimentaria asociada, cuenta con fondos de apoyo para la ejecución de iniciativas de innovación en el sector silvoagropecuario, a nivel nacional y regional, y la cadena agroalimentaria asociada. Considera instrumentos como: Proyectos para la innovación, Capital semilla joven para la innovación, Giras para la innovación, Consultorías para la innovación, Eventos para la innovación, Estudios para la innovación	Nacional Regional -
CORFO	<ul style="list-style-type: none"> - PTI: Hasta 5.000 UF - Programa Crédito Verde: US\$ 250 mil - US\$ 7 millones 	CORFO	<p>Tiene como objetivo apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad en el país junto con fortalecer el capital humano y las capacidades tecnológicas.</p> <p>Cuenta con programas tales como:</p> <p>Programa Territorial Integrado (PTI): conjunto interrelacionado de proyectos y actividades como capacitación, innovación, infraestructura, asistencia técnica, asociativa empresarial y financiamiento, tendientes a crear, desarrollar y mejorar la calidad productiva de un territorio determinado.</p> <p>Programa Crédito Verde (nuevo): busca para potenciar el desarrollo de proyectos que mitiguen los efectos del cambio climático y/o mejoren la sustentabilidad ambiental de las empresas, reimpulsando la inversión en iniciativas de Energía Renovable, Eficiencia Energética y Economía Circular.</p>	Nacional
Programa de Desarrollo de Inversiones - (PDI)	<ul style="list-style-type: none"> •Hasta \$2.500.000 por productor individual al año. •Hasta \$25.000.000 y \$35.000.000 	INDAP	Este programa busca contribuir a la capitalización y/o modernización de los sistemas de producción silvoagropecuarios y/o conexos (turismo rural, artesanía, agregación de valor y servicios) de la Agricultura Familiar Campesina a través del cofinanciamiento de inversiones (proyectos individuales o asociativos).	Nacional

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
	para postulantes asociativos informales y formales, respectivamente			
BID	Hasta 1.5 MM USD	BID	Financiamiento para gestión de cuencas y/o implementación de Soluciones basadas en la naturaleza. En conjunto con otros fondos gestionados por el BID, por ejemplo el Fondo Fiduciario Japonés	Latinoamericano y el Caribe
FFPA	Se determinan anualmente por la Subsecretaría de Pesca.	Ministerio de Economía y Fomento - Consejo de Fomento de la Pesca Artesanal	Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal, tiene como objetivo promover el desarrollo sustentable del sector pesquero artesanal chileno, y apoyar los esfuerzos de - las organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas de todo Chile, que buscan mejorar las condiciones de vida y laborales de sus asociados, respetando - los recursos y el medioambiente, mediante el co-financiamiento de proyectos gestionados por las propias organizaciones.	Nacional
Programa FIPA	Presupuesto asignado en la Ley de Presupuestos de la Nación y por otros aportes	Ministerio de Economía y Fomento - Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura	Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura, está destinado a financiar proyectos de investigación pesquera y de acuicultura, necesarios para fundamentar la adopción de medidas de administración de las pesquerías y de las actividades de acuicultura	Nacional

Tipo de fuente	Rango de montos	Institución que lo otorga	Descripción financiamiento	Tipo de financiamiento
	(como por ejemplo; pagos anticipados de patentes pesqueras y de acuicultura)			
Fondo Concursable para las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA)	Hasta \$5.000.000	CNR	Fondo para proyectos presentados por Organización de usuarios de aguas constituida (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas, Comunidades de Aguas (superficiales y subterráneas) y Comunidades de Drenaje definidas en el Código de Aguas)	Nacional
INDESPA	150.000 pesos por pescador.	INDESPA	Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala, financia iniciativas para fomentar, desarrollar y diversificar la actividad productiva sustentable del sector pesquero artesanal, mediante el sistema de Concurso Público, orientados a pescadores y pescadoras artesanales, acuicultores de pequeña escala y organizaciones artesanales del sector.	Nacional

Fuente: Elaboración propia.

6 MONITOREO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

El Plan Estratégico es un proceso de mejoramiento y evaluación continua, permitiendo una gestión adaptativa de los recursos hídrica, presentándose de esta forma flexible ante la efectividad de las acciones como de los intereses de los actores.

Ante esto, el seguimiento debe ser claro y objetivo, sin dar lugar a interpretaciones erróneas. Es por eso que los indicadores de seguimiento juegan un rol importante.

Se proponen entonces dos categorías de indicadores:

- De **Impacto**: son propios de cada iniciativa y miden los resultados obtenidos de la implementación de esta. Estos indicadores están contenidos en la ficha resumen de la iniciativa en el campo métrica (ver Anexo k.1 – Plan de acción).
- De **Ejecución**: corresponden al seguimiento del plan en su globalidad y se refieren a los plazos y el presupuesto.

6.1 Indicadores

A continuación, se presentan los indicadores para cada una de las iniciativas del Plan. Se definió distintos indicadores para cada Eje Estratégico, y se distinguió entre indicadores de proceso (aquellos que dan cuenta de una acción que avanza hasta ser completada), e indicadores de impacto (aquellos que se deben evaluar permanentemente y que dan cuenta de variables físicas o umbrales de satisfacción de una condición establecida). Los indicadores de cuenca corresponden a un subconjunto de los indicadores de estado.

Los indicadores se traducen en:

Tabla 6-1. Indicadores del Plan.

Eje	Tipo indicador	Indicador	Meta	Monitoreo	Medio de Verificación	Responsable
Balance y déficit hídrico	Impacto	Volumen de agua aportada (m ³ /año)	120.000 m ³ /año	Niveles de pozo	Formulario de registro	DGA
Seguridad Hídrica para consumo humano	Impacto	Porcentaje de familias con arranque de agua potable	Más del 90% de las familias con arranque	Medidor de agua domiciliario	Registro visual	DOH
Seguridad para conservación	Impacto	Pérdida de biodiversidad	Sin pérdida de biodiversidad en humedales	Riqueza y abundancia de especies	Campañas de seguimiento	MMA
Calidad del agua	Impacto	Cumplimiento de la NSCA	360 días al año con cumplimiento de norma en la totalidad de la red	Campañas de monitoreo fisicoquímico	Análisis de laboratorio	DGA
Seguridad para conservación	Ejecución	Cumplimiento del caudal ambiental	Caudal suficiente en el Río para cumplimiento de Caudal Ambiental	Monitoreo de caudal Riqueza y abundancia de especies acuáticas	Campaña de seguimiento	MMA

Eje	Tipo indicador	Indicador	Meta	Monitoreo	Medio de Verificación	Responsable
Seguridad Hídrica para consumo humano	Impacto	Cantidad de camiones aljibes	Reducir a un 10% cantidad de camiones aljibes	Contratos con proveedores	Factura de pago de servicio	DOH
Gestión Institucional	Ejecución	Capacitación	Capacitar a 50 personas al año	Asistencia a programas de capacitación	Lista de asistencia	Of. De asuntos hídricos
Gestión institucional	Ejecución	Información de calidad del agua	Todas las subcuencas con monitoreo	Chequeo de realización de la campaña	Realización de campaña	DGA
Gestión institucional	Ejecución	Información de nivel freático	Todos los SHAC con monitoreo	Chequeo de realización de la campaña	Realización de campaña	DGA

Fuente: Elaboración propia basado en Anexo K

6.2 Seguimiento

El seguimiento permite saber si las acciones consideradas fueron efectivas, así como tomar decisiones en forma temprana, en caso de que la efectividad de las medidas no sea la esperada.

Este paso del Plan cobra importancia, por tanto, es importante que se realice de forma programada y por personas capacitadas para y en constante contacto con la ejecución del Plan. Con el fin que pueda entregar reportes periódicos del grado de cumplimiento de las metas.

Complementariamente, para que el seguimiento sea efectivo, esta información debe ser pública, para ser sometida al escrutinio de la sociedad civil.

7 MECANISMOS PARA EL ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES

Este Plan presenta 3 horizontes de tiempo: Corto, mediano y largo plazo. Ante ello se espera que el seguimiento y toma de decisiones se realice en periodos de tiempos oportuno de acuerdo a los objetivos de cada plazo. De esta forma poder generar un plan adaptativo.

Se deben generar distintas instancias de toma de decisión, con horizonte a 2, 5 y 10 años, que permitan incorporar de manera permanente las mejoras que se requieran para el Plan general, producto del análisis de la ejecución del mismo, de sus resultados, y de los cambios de contexto.

Estas instancias de toma de decisión deben ser coordinados por la secretaria técnica del comité de cuencas quienes revisen el cumplimiento dentro del periodo anterior, y se ajusten las iniciativas.