

**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS**

**ESTUDIO BÁSICO
“ANÁLISIS REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA
DE LARGO PLAZO 2025-2055”**

ETAPA 4 – REGIÓN LOS RÍOS

REV. 0

Preparado para:



marzo de 2025

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	INTRODUCCIÓN	9
1.2	MARCO ESTRATÉGICO REGIONAL	10
1.2.1	Visión objetivo	10
1.2.2	Objetivo estratégico general	11
1.2.3	Objetivos estratégicos específicos	11
CAPÍTULO 2	DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR HÍDRICO DE LA REGIÓN	14
2.1	CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN	14
2.1.1	Dimensión física	14
2.1.2	Clima	18
2.1.3	Dimensión Socioeconómica y cultural	19
2.2	ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS	21
2.2.1	Agua Potable Urbana	21
2.2.2	Agua Potable Rural	23
2.2.3	Agrícola	25
2.2.4	Generación eléctrica	27
2.2.5	Minero	28
2.2.6	Industrial	28
2.2.7	Forestal	29
2.2.8	Pecuario	30
2.2.9	Acuícola	31
2.2.10	Caudal de reserva turístico y protección ambiental	31
2.2.11	Análisis de demanda total en la región	32
2.3	ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA	35
2.3.1	Oferta Hídrica	35
2.3.2	Eventos extremos	46
2.3.3	Calidad de aguas	47
CAPÍTULO 3	ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	50

3.1	INFRAESTRUCTURA HÍDRICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES	50
3.1.1	Infraestructura hídrica existente al año 2023	50
3.1.2	Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente	65
CAPÍTULO 4	BRECHAS HÍDRICAS	71
4.1	BRECHAS DE BALANCE HIDRICO	71
4.2	BRECHAS ESTRATÉGICAS	76
4.2.1	Brechas de Información	77
4.2.2	Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia	78
4.2.3	Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica	81
4.2.4	Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas	83
4.2.5	Brechas para la seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación	86
4.2.6	Resumen de brechas estratégicas	88
4.3	BRECHAS HÍDRICAS PARA INFRAESTRUCTURA	90
4.3.1	Desarrollo matriz OAI	90
4.3.2	Identificación de brechas de Infraestructura	100
CAPÍTULO 5	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN	103
5.1	IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	103
5.2	TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS	105
5.3	CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES	106
5.4	DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOOGÍAS DE PROYECTOS	112
5.5	VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	116
5.6	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA	117
5.6.1	Beneficios de Inversiones	117
5.6.2	Incidencia en Matriz Hídrica	121
CAPÍTULO 6	EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SOCIOECONÓMICA	125
6.1	EVALUACIÓN MULTICRITERIO	125
6.2	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	128
CAPÍTULO 7	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	134
7.1	SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN	134
7.1.1	Contexto regional y áreas de intervención prioritarias	135

7.1.2	Factores críticos regionales	137
7.2	PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO	138
7.2.1	Análisis de estancamiento crítico	139
7.2.2	Análisis de desafío gestionable	141
7.2.3	Análisis de capacidad limitada	143
7.2.4	Análisis de avance sostenible y resiliente	145
CAPÍTULO 8	PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA	149
8.1	SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE	149
8.2	EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES	152
8.3	GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE	152
8.4	FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA	152
8.5	MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO	153
8.6	ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE	154
8.7	SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS	154
8.8	MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA	157
CAPÍTULO 9	BIBLIOGRAFÍA	158

FIGURAS

Figura 2.1-1	Hidrografía de la región de Los Ríos.....	16
Figura 2.1-2	Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Los Ríos.....	17
Figura 2.1-3	Escenarios emisiones del CMIP5 y trayectorias a 2100.	19
Figura 2.2-1	Clientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana... ..	22
Figura 2.2-2	Estimación consumo mensual promedio histórico por Cliente Residencial regulado	22
Figura 2.2-3	Superficie catastrada según tipo de cultivo en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 y proyección hasta el año 2055	26
Figura 2.2-4	Distribución de demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023	32
Figura 2.2-5	Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada	33
Figura 2.2-6	Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm ³ /año), por uso – actual y proyectada	34
Figura 2.3-1	Cuencas y subcuencas de la región de Los Ríos según clasificación BNA.....	36
Figura 2.3-2	Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Los Ríos, por tipología	38
Figura 2.3-3	Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Los Ríos..	39
Figura 2.3-4	Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la región de Los Ríos, por tipología	43
Figura 2.3-5	Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas, región de Los Ríos	44
Figura 3.1-1	Distribución de viviendas en región de Los Ríos 2017	53
Figura 3.1-2	Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua.....	54
Figura 3.1-3	Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región de Los Ríos	55
Figura 3.1-4	Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región de los Ríos según indicador BS13	56

Figura 3.1-5	Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural para el año 2022	57
Figura 3.1-6	Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Los Ríos	60
Figura 3.1-7	Red hidrométrica de la región de Los Ríos.....	64
Figura 4.1-1	Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 103.....	73
Figura 4.1-2	Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Los Ríos	74
Figura 4.1-3	Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Los Ríos.....	76
Figura 4.2-1	Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Los Ríos	89
Figura 4.3-1	Distribución geográfica de iniciativas catastradas sin ejecutar en periodo 2010-2022, asociadas a brechas de seguridad hídrica en la región de Los Ríos	96
Figura 5.1-1	Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas.....	104
Figura 5.2-1	Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas	105
Figura 5.3-1	Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones.....	107
Figura 5.3-2	Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión.....	108
Figura 6.2-1	Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión	130
Figura 6.2-2	Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Los Ríos.....	131
Figura 6.2-3	Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Los Ríos	132
Figura 6.2-4	Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Los Ríos	133
Figura 8.1-1	Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023.....	151
Figura 8.7-1	Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas	155

TABLAS

Tabla 2.2-1	Demanda hídrica Agua Potable Urbana actual y futura– Cuencas BNA región de Los Ríos	21
Tabla 2.2-2	Estimación demanda hídrica Agua Potable Rural actual y futura– Cuencas BNA región Los Ríos	23
Tabla 2.2-3	Proyección de la población rural en áreas con APR – Cuencas BNA región de Los Ríos	24
Tabla 2.2-4	Estimación demanda hídrica en áreas rurales sin APR actual y futura– Cuencas BNA región de Los Ríos	24
Tabla 2.2-5	Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región de Los Ríos	24
Tabla 2.2-6	Demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos ..	25
Tabla 2.2-7	Demanda hídrica consuntiva Generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos	27
Tabla 2.2-8	Demanda hídrica no consuntiva generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos.....	28
Tabla 2.2.9	Demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos	29
Tabla 2.2.10	Demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos...	30
Tabla 2.2.11	Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos ..	30
Tabla 2.2-12	Demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos.....	31
Tabla 2.2.13	Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Los Ríos	32
Tabla 2.2-14	Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región Los Ríos	33
Tabla 2.3-1	Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región	40
Tabla 2.3-2	Escorrentía total y glaciación en periodo histórico 1985-2015.....	41
Tabla 2.3-3	Oferta hídrica actual de agua subterránea en región	45
Tabla 2.3-4	Oferta hídrica actual de agua subterránea en región	45
Tabla 2.3-5	Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años	46
Tabla 2.3-6	Eventos extremos históricos en la región de Coquimbo, periodo 1912-2017 .	47
Tabla 2.3-7	Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de Los Ríos, periodo 2017-2023	47

Tabla 3.1-1	Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca	51
Tabla 3.1-2	Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Los Ríos	52
Tabla 3.1-3	Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Los Ríos	61
Tabla 3.1-4	Obras de tramo colector presentes en la región de Los Ríos	62
Tabla 3.1-5	Estaciones de monitoreo de la región de Los Ríos	63
Tabla 3.1-6	Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción	65
Tabla 3.1-7	Iniciativas según tipologías y características básicas	66
Tabla 3.1-8	Iniciativas con estado de ejecución	67
Tabla 3.1-9	Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Los Ríos	67
Tabla 3.1-10	Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Los Ríos	69
Tabla 3.1-11	Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción	69
Tabla 4.1-1	Brechas Hídricas por Cuenca Región de Los Ríos	75
Tabla 4.2-1	Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Los Ríos	80
Tabla 4.2-2	Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Ríos	82
Tabla 4.2-3	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Ríos	84
Tabla 4.2-4	Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Ríos (continuación)	85
Tabla 4.2-5	Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Los Ríos	87
Tabla 4.3-1	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Ríos	93
Tabla 4.3-2	Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Ríos (continuación)	94
Tabla 4.3-3	Incertidumbres detectadas por tipo de obra de infraestructura en la región de Los Ríos	98
Tabla 4.3-4	Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Los Ríos	102
Tabla 5.1-1	Iniciativas Estratégicas	105
Tabla 5.2-1	Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas	106
Tabla 5.3-1	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-01 ..	109
Tabla 5.3-2	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-02 ..	109
Tabla 5.3-3	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-03 ..	110
Tabla 5.3-4	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-04 ..	111

Tabla 5.3-5	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-05..	111
Tabla 5.4-1	Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF	112
Tabla 5.5-1	Costos totales propuesta por IE para dar respuesta a las brechas identificadas	116
Tabla 5.6-1	Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)	118
Tabla 5.6-2	Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica	122
Tabla 6.1-1	Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización	127
Tabla 8.1-1	Balance Hídrico Estructural actual de la región de Los Ríos	151

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta una breve introducción al estudio y el marco estratégico desarrollado para la región de Los Ríos en el contexto del estudio de los requerimientos de infraestructura hídrica para Plan Director de Infraestructura 2025-2055.

1.1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se identifica la cartera de proyectos estratégicos y prospectiva de requerimientos de inversión, así como también iniciativas de política pública, programas de inversión innovadores y/o medidas de gestión necesarias promover una mayor seguridad hídrica en la región de Los Ríos.

Para lo anterior, se desarrolla un diagnóstico actual y prospectivo de los principales sectores de demanda hídrica del país para el período 2025-2055, incluyendo también un análisis histórico de los niveles de precipitación y eventos climáticos extremos. Esto, en conjunto con la evaluación de la oferta hídrica, permite analizar la viabilidad hídrica de las iniciativas propuestas orientadas a abordar los diversos requerimientos hídricos proyectados de los distintos sectores de demanda económico-productivos y de los centros poblados distribuidos en el territorio regional.

Las iniciativas propuestas son definidas a partir de los resultados de las brechas identificadas en el diagnóstico, y del análisis de la disponibilidad de proyectos estratégicos regionales y por cuencas, tanto proyectados, como ejecutados y/o en ejecución, además de la identificación y/o propuestas de nuevas iniciativas, incluyendo aquellas innovadoras que propicien nuevas fuentes de disponibilidades hídricas. Estas iniciativas son evaluadas en base a una metodología multicriterio, que permite su priorización.

Finalmente, se entrega una nueva prospectiva de los programas y/o proyectos estratégicos de infraestructura hídrica identificados con nuevos horizontes de realización (con alcance temporal al 2055 y con escenarios de corte de 10, 20 y 30 años), en base a diversos criterios y/o escenarios, con sus requerimientos de inversión y programación estimados dentro del período 2025-2055, para ser presentados como propuestas dentro del proceso de elaboración del Plan Director de Infraestructura 2025-2055.

1.2 MARCO ESTRATÉGICO REGIONAL

Con la finalidad de garantizar la coherencia y conformidad con los aspectos generales, resulta esencial mantener los objetivos regionales en línea a los ejes estratégicos establecidos en base a las cuatro dimensiones de seguridad hídrica desarrolladas a nivel nacional. Esta estructura proporciona una sólida guía hacia la entrega de soluciones efectivas frente a las problemáticas regionales entorno al recurso hídrico, orientadas a una gestión eficiente y sustentable del agua en todo el país.

En base a lo anterior, se presenta a continuación el objetivo general y los objetivos estratégicos regionales:

1.2.1 Visión objetivo

La región de los Ríos conocida por su entorno natural, turismo y ruralidad se posicionará con un alto estándar y cobertura de servicios de infraestructura y gestión del recurso hídrico que garanticen la equidad territorial y mejore la calidad de vida de sus habitantes.

Lo anterior se llevará a cabo bajo un accionar descentralizado y articulado a nivel regional, a través de una planificación estratégica que permita identificar, priorizar y gestionar la ejecución de iniciativas que incidan en el desarrollo sostenible de la región, conservando su biodiversidad, bajo un escenario de mitigación y adaptación al cambio climático y a la reducción del riesgo y de desastres socio-naturales.

Para ello, los servicios de infraestructura y la gestión del recurso hídrico en la región considerarán como ejes estratégicos transversales: la identidad y pertinencia regional, la inclusión, el cuidado del patrimonio natural y cultural, el pueblo mapuche, la ruralidad, el enfoque de género, el fortalecimiento del tejido social, la promoción del desarrollo productivo sostenible a través de infraestructura habilitante y segura.

A continuación, se presenta el objetivo estratégico general y los objetivos estratégicos regionales los cuales se han definido a partir de la revisión y análisis de los Planes de Riego (CNR, 2020) de la región, análisis del Estudio de Análisis Integral Desarrollado para el Plan Director 2025-2055 (DIRPLAN, 2024), el Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos al 2021 (MOP, Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos, 2021), los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGHs) desarrollados dentro de la región (DGA, 2021a; DGA, 2021b) la Estrategia Regional de Desarrollo (GORE, 2021) y por último el inventario de planes del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2023).

1.2.2 Objetivo estratégico general

Garantizar el acceso universal a servicios de infraestructura básica, priorizando a las comunidades marginadas y rurales, mediante una gestión integrada y sostenible del agua que reduzca las disparidades territoriales y promueva la equidad social. Esto se logrará fomentando prácticas de economía circular, reutilizando aguas residuales y modernizando las infraestructuras para asegurar tanto la disponibilidad como la calidad del agua. Asimismo, se promoverá un desarrollo productivo sostenible, centrado en la protección de los ecosistemas, la resiliencia climática y la gestión de cuencas hidrográficas. Finalmente, se implementarán soluciones de infraestructura inteligentes y sostenibles, adaptadas a las particularidades del territorio, con el fin de fortalecer la resiliencia ante desastres y mejorar la calidad de vida de las comunidades.

1.2.3 Objetivos estratégicos específicos

1. Asegurar el acceso universal a servicios de infraestructura básica, con especial énfasis en comunidades marginadas y rurales, garantizando el derecho al agua potable y saneamiento accesible y de calidad. Se busca reducir las disparidades territoriales y promover la equidad social, priorizando asentamientos rurales pequeños y fomentando infraestructura estratégica que promueva el desarrollo sostenible. Además, se establecerán estándares mínimos de calidad para asegurar el acceso a servicios de agua y saneamiento en todas las áreas desatendidas.
2. Establecer estándares de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos socionaturales y promuevan la equidad en el acceso al agua y saneamiento. Priorizar iniciativas de saneamiento y reutilización de aguas residuales para mejorar la calidad de vida, proteger el ambiente y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Además, se busca mejorar la sostenibilidad y gestión de los servicios en zonas rurales, previniendo la segregación social urbana.
3. Promover el desarrollo productivo sostenible a través de infraestructura facilitadora y segura, la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles, priorizando al mismo tiempo el consumo humano y la producción de alimentos. Se proponen mayores presupuestos regionales para la infraestructura de acumulación dentro y fuera de los predios. Además, se destaca la necesidad de generar condiciones para un modelo de producción sostenible y un consumo responsable a través de modelos de negocios colaborativos y circulares, innovaciones y la mejora del patrimonio natural y cultural.

4. Gestionar los recursos hídricos a nivel de cuenca, fomentando prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad. Se recomienda implementar una gestión integrada del agua, con énfasis en la infraestructura para gestionar la disponibilidad y fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua. Se pretende promover mecanismos y medidas de incentivo para incrementar el uso eficiente y sostenible del agua, con base en la modernización de los sistemas y los usos múltiples del agua, incorporando criterios ambientales. Se sugiere adaptar los instrumentos de distribución mejorada de los recursos hídricos y de promoción del riego a las necesidades específicas del territorio, con énfasis en la acumulación y recolección de agua de lluvia. Se propone reforzar el apoyo, el seguimiento y la transferencia de conocimientos en torno a las formas organizativas de las obras de riego o drenaje y las tecnologías asociadas, difundiendo mejor la información a nivel territorial y sectorial.
5. Posicionarse con un alto estándar y una cobertura integral de servicios de infraestructura y gestión de recursos hídricos. Esto se logrará mediante un enfoque descentralizado y coordinado regionalmente, facilitado por una planificación estratégica que identifique, priorice y gestione iniciativas que contribuyan al desarrollo sostenible de la región, al tiempo que preserva su biodiversidad. La región implementará soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura y gestión de recursos hídricos, con un enfoque en la protección de los ecosistemas y los cursos de agua superficiales a través del aumento de la reforestación de bosques nativos en las cuencas hidrográficas, para mejorar la disponibilidad y calidad del agua. Adicionalmente, la región avanzará hacia una gestión integrada de los recursos hídricos que asegure la calidad del agua y el uso sostenible, promoviendo la protección y conservación de los recursos hídricos continentales.
6. Valorar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y diseño de intervenciones territoriales, e integrar este componente en políticas sectoriales específicas, normativas y planes especiales de bordes costeros, lacustres y fluviales, cauces y humedales, para visibilizar su valor y la necesidad de protección, restauración, reparación y remediación de estos sistemas. Para ello es clave la medición y monitoreo de las variables ambientales que caracterizan los servicios ecosistémicos, así como la promoción de prácticas de construcción sustentable en la planificación. Adicionalmente, se incentiva el inventario, caracterización y difusión de información sobre las condiciones del suelo y los cambios de uso del suelo, con el fin de anticipar y mitigar los potenciales riesgos de alteración o degradación de sus funciones. Además, es necesario diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca, incluyendo herramientas de cálculo, control de extracciones, calidad físico-química de fuentes superficiales y

subterráneas, gobernanza y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, glaciológica y nivológica.

7. Fortalecer la resiliencia ante amenazas como sequías, inundaciones y contaminación. Esto implica establecer estándares fundamentales de infraestructura para reducir la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos, promover infraestructura resiliente, considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación, proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y asegurar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque también incluye la identificación de áreas vulnerables e implementar medidas de prevención, adaptación y mitigación para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. Esto incluye la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura, así como el fortalecimiento de las capacidades públicas y privadas para la prevención y respuesta a desastres.

CAPÍTULO 2 DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR HÍDRICO DE LA REGIÓN

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN

A continuación, se presentan las principales características de la región en términos físicos, climáticos y socio-económicos. El detalle de este trabajo se presenta en el Anexo 13.01 del presente estudio.

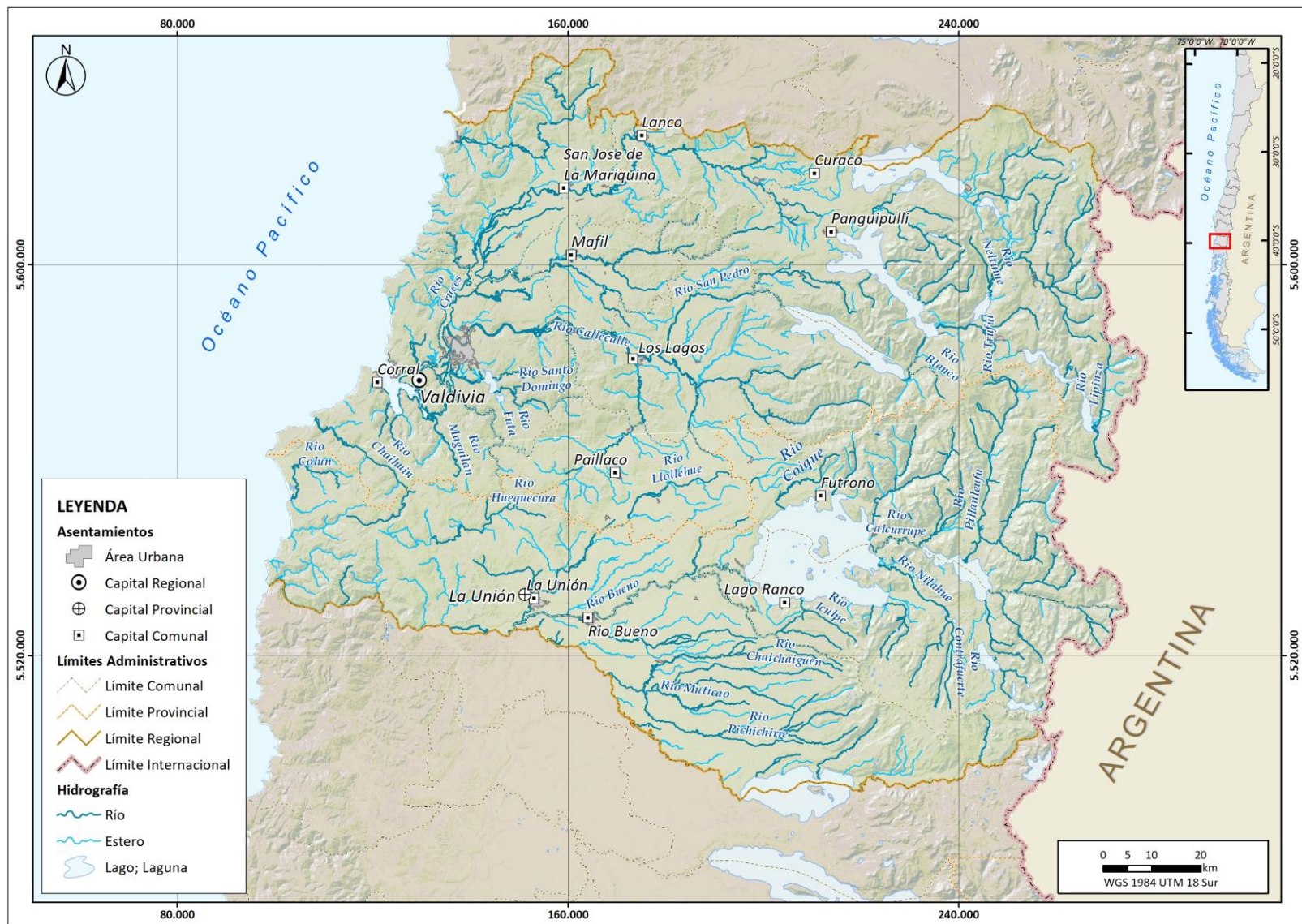
2.1.1 Dimensión física

La región de Los Ríos se caracteriza por una diversidad geomorfológica que incluye la Cordillera de los Andes, la Precordillera morrénica, la Depresión intermedia, la Cordillera de la Costa y las Planicies Litorales. Destacan la presencia de una cordillera volcánica activa con conos volcánicos en la zona oriental de los lagos, la acumulación de sedimentos fluvio-glaciovolcánicos en la Precordillera, una Depresión Intermedia con topografía ondulada y sistemas aluviales, una Cordillera de la Costa interrumpida por el río Valdivia, y planicies litorales estrechas interrumpidas por un muro costero.

La geología abarca depósitos Cuaternarios, que corresponden a materiales acumulados durante el período geológico más reciente, sedimentitas marinas y continentales del Mioceno, que corresponden a rocas sedimentarias, rocas intrusivas del Cretácico, las cuales provienen del magma, y rocas metamórficas del Paleozoico-Triásico, éstas últimas corresponden a rocas transformadas por presión y temperatura. Además, se observan depresiones desarrolladas durante el Terciario, generando cuencas sedimentarias por procesos extensionales. La hidrografía de la región se presenta en la Figura 2.1-1.

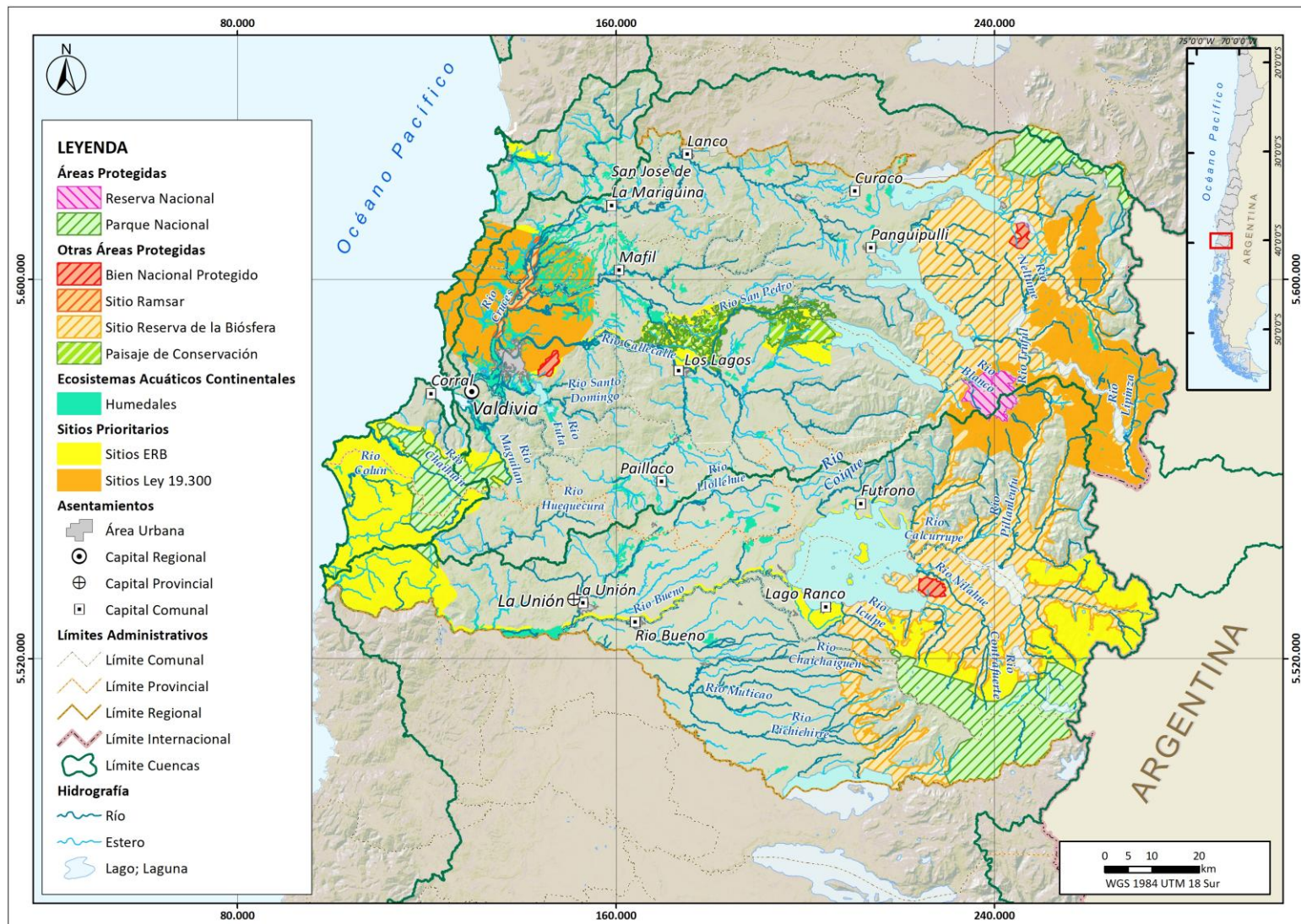
Por su parte las áreas protegidas y humedales contribuyen a la conservación de la biodiversidad y garantizan la disponibilidad de recursos hídricos, lo cual impulsa el desarrollo sostenible de la región, facilitando actividades económicas y la preservación de ecosistemas vitales.

En este ámbito, la región de Los Ríos cuenta con diversas áreas que resguardan la biodiversidad en las cuencas de los principales ríos de la zona, de acuerdo al Registro Nacional de Áreas Protegidas (RNAP) del Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Destacan el Parque Nacional Alerce Costero y la Reserva Nacional Mocho-Choshuenco, como ejemplos de reservas naturales significativas en la región (ver Figura 2.1-2). Con respecto a la protección de humedales, la región se caracteriza por tener diferentes niveles de criticidad. Las cuencas Río Bueno y Costeras entre límite región y Río Valdivia muestran una alta criticidad, con porcentajes de protección de humedales inferiores al 5%. Por otro lado, las cuencas Río Valdivia y Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno exhiben una criticidad media, con porcentajes de protección que varían entre el 5% y 25%. Esta situación destaca la necesidad de mejorar la gestión y protección de los humedales en la región para resguardar los recursos hídricos, garantizar la provisión de los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental a largo plazo (ver sección 4.2.4).



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

Figura 2.1-1 **Hidrografía de la región de Los Ríos**



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1-2 Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Los Ríos

2.1.2 Clima

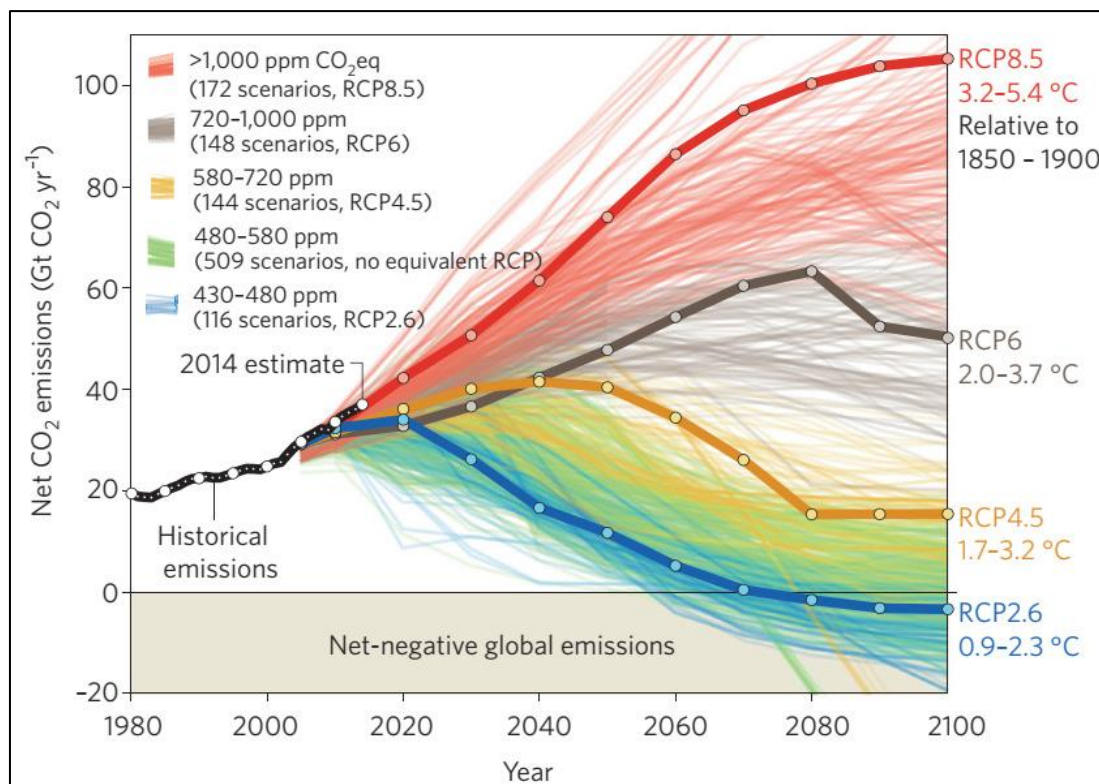
La Región de Los Ríos experimenta un clima templado lluvioso con precipitaciones distribuidas uniformemente a lo largo del año, aunque las variaciones topográficas, especialmente la presencia de la Cordillera de la Costa y de los Andes, generan disparidades significativas en la cantidad de lluvia. Mientras que en las zonas occidentales de estos macizos se registran las precipitaciones más altas, en la depresión intermedia disminuyen. Esta tendencia cambia hacia el sur, especialmente en el área de Chiloé continental, donde el ingreso de masas de aire se ve ligeramente mitigado por la presencia residual de la Cordillera de la Costa, sin que ello genere cambios sustanciales en el patrón de precipitaciones (BCN, 2023).

En el Anexo 13.01 se presenta la clasificación climática de Köppen-Geiger; además de los diagramas ombrotérmicos para cada cuenca de la región, calculados dentro del periodo histórico considerado 1985-2015, con información extraída del producto meteorológico CR2Met v2.5¹, asociado al estudio Homologación del cálculo hidrológico para la estimación de la oferta natural de agua histórica y futura en Chile (DGA, 2022).

Estos datos climáticos fueron obtenidos a partir de los resultados de las simulaciones de 4 modelos de circulación general (GCM, por sus siglas en inglés) de la iniciativa CMIP-5² (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), siendo ajustados a una escala espacial de 0,05° x 0,05° para Chile. Estos modelos poseen información histórica hasta el año 2005, por lo que, a partir de ese año, los resultados reportados corresponden a proyecciones. Los GCM utilizados corresponden a aquellos del escenario de emisiones RCP8.5, que supone la mayor tasa de emisiones hacia el futuro, siendo la más pesimista, pero que mejor predijeron lo ocurrido desde el año 2005 hasta el año 2014, como se puede ver en la Figura 2.1-3. El GCM representativo de la región corresponde al CSIRO-Mk3-6-1. Mayor información sobre los GCM seleccionados se presenta en Anexo 13.01.

¹ Conjunto de datos con información meteorológica (precipitación, temperaturas medias y extremas), georreferenciados para el Territorio de Chile Continental (CR2, 2024).

² <https://pcmdi.llnl.gov/mips/cmip5/>



Fuente: (Fuss, et al., 2014)

Figura 2.1-3 Escenarios emisiones del CMIP5 y trayectorias a 2100.

2.1.3 Dimensión Socioeconómica y cultural

La región de Los Ríos se sitúa en la macrozona sur del país y tiene un área de 18.348,2 km². Es una región con un crecimiento poblacional significativo, proyectando alcanzar los 424.963 habitantes para el año 2035, lo que representaría un aumento del 10,43% respecto al censo de 2017. Esta población se distribuye con un 51,57% de mujeres y un 48,43% de hombres. Con una estructura poblacional regresiva, la mayoría de la población se concentra en el rango etario de 25 a 64 años (INE, 2017). Del total de habitantes, un 71,7% reside en áreas urbanas, mientras que un 28,3% vive en áreas rurales. La presencia del pueblo Mapuche es notable, representando un 96,8% de la población originaria (INE, 2017). Además, la región ha experimentado una marcada disminución en los índices de pobreza en los últimos años, con una reducción drástica tanto en la pobreza extrema como en la no extrema, evidenciando una clara tendencia decreciente en los índices de pobreza (INE, 2017).

El Producto Interno Bruto (PIB) de la Región de Los Ríos consignado por el Banco Central de Chile (BC, 2022), corresponde a \$3.227 mil millones de pesos, representando el 1,23% a nivel nacional. En términos sectoriales se destaca la industria manufacturera (21,3%), seguida por servicios personales (18,9%) y servicios de vivienda e inmobiliarios (9,9%)

del PIB regional. Respecto al sector agropecuario-silvícola, este alcanza un 9,8% del PIB regional, el sector electricidad, gas, agua y gestión de desechos el 2,3% y por último el sector minero con 0,2% de participación del PIB regional (BC, 2022).

El crecimiento económico impulsado por sectores claves como la industria manufacturera, los servicios personales y el sector agropecuario-agrícola, junto con la reducción significativa de la pobreza, fortalece la calidad de vida de la población y promueve el desarrollo integral de la región.

2.2 ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS

En el presente acápite se cuantifica la demanda de agua actual y futura para el consumo de agua potable, y para los diferentes sectores productivos del recurso hídrico, tales como demanda agrícola, minera, industrial, entre otras.

2.2.1 Agua Potable Urbana

El análisis de la demanda de agua potable urbana en las cuencas de la región de Los Ríos está determinado por las fuentes de extracción que se localizan al interior de los límites definidos de las cuencas y que abastecen localidades con áreas urbanas. Los resultados del análisis son presentados a nivel de cuenca considerando el consumo en términos de volumen anual demandado ($Mm^3/año$).

Los cálculos de demanda hídrica actual consideran el consumo facturado en el año 2022 según el Sistema de Facturación Clientes y Cobertura (SIFAC II) (SISS, 2023). La demanda proyectada para Clientes Residenciales considera el consumo facturado histórico y la proyección de clientes de acuerdo a la tasa de crecimiento poblacional, mientras que para los demás clientes perteneciente a la categoría “Otros”³, se utiliza la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) (BC, 2022). El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2-1 Demanda hídrica Agua Potable Urbana actual y futura– Cuencas BNA región de Los Ríos

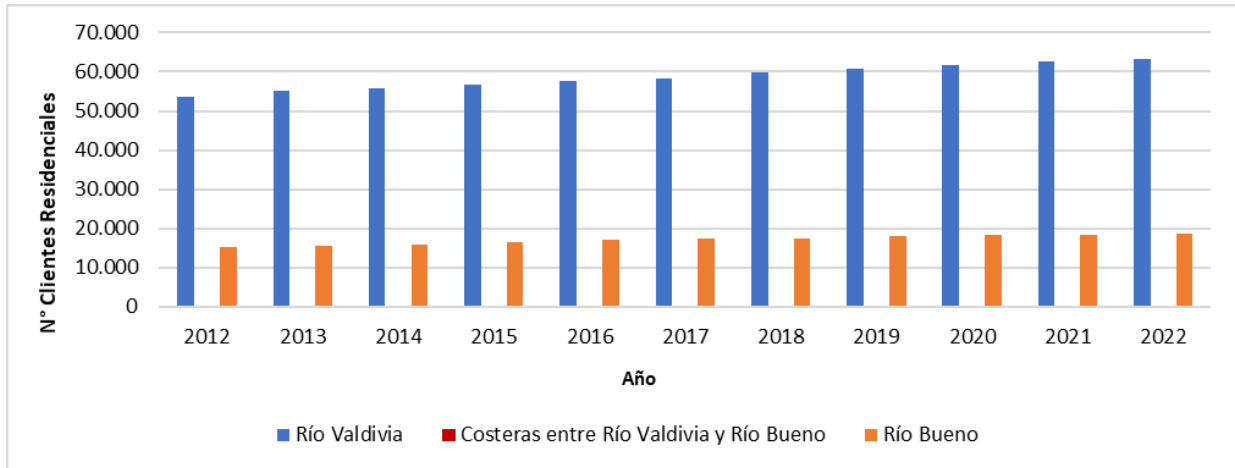
Cód. Cuenca	Cuencas	Demanda ($Mm^3/año$)				
		2022	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite región y Río Valdivia	0	0	0	0	0
101	Río Valdivia	13.821	14.044	14.659	15.106	15.453
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	143	147	155	163	171
103	Río Bueno	3.354	3.398	3.495	3.564	3.617
Total		17.318	17.589	18.309	18.833	19.241

Fuente: Elaboración propia en base a SISS (2023).

Según se desprende de la Tabla 2.2-1, la proyección futura muestra una tendencia al alza en las cuencas Río Valdivia (código BNA 101), Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (código BNA 102) y Río Bueno (código BNA 103), asociada al aumento de la población urbana que demanda el recurso hídrico en las cuencas. Asimismo, se observa que la mayor demanda se concentra en la cuenca Río Valdivia (código BNA 102), en donde opera el sistema de producción de agua potable Aguas Décima, que abastece a la mayor población de la región.

³ La categoría “Otros” incluye Clientes Industriales, Comerciales y No Asociados a Inmuebles.

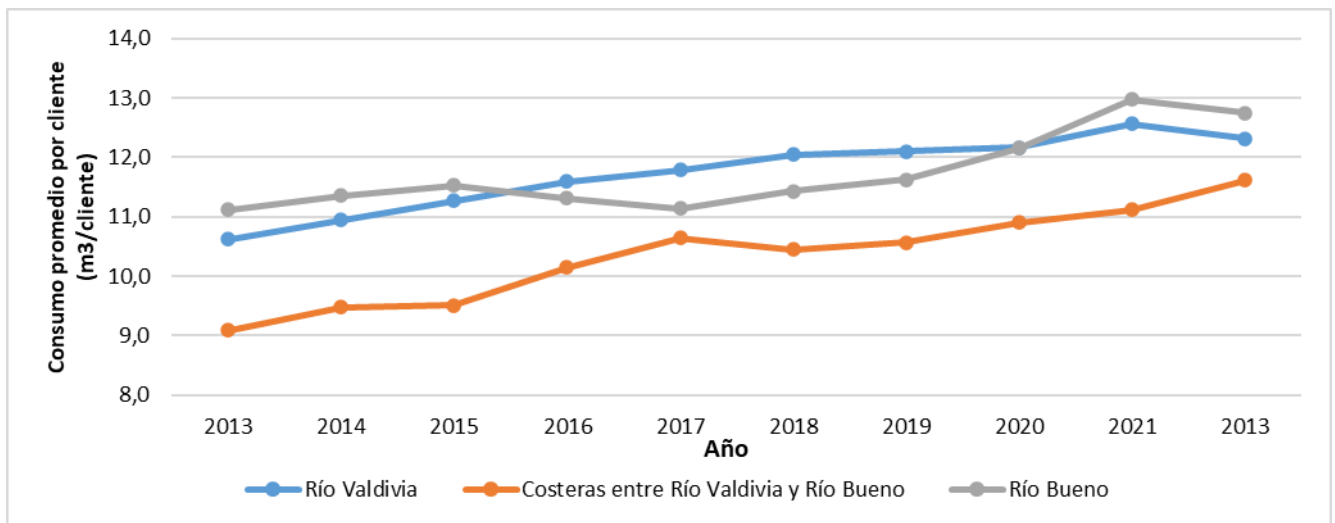
En relación a lo anterior, se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 94,6% del total de clientes en la región. Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los Clientes Residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa de crecimiento de un 0,2%. En la Figura 2.2-1 se muestra la distribución de Clientes Residenciales por cuenca entre los años 2013 y 2022.



Fuente: SISS (2023)

Figura 2.2-1 Clientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana

Junto con el aumento del número de clientes, también se ha observado un incremento en el consumo mensual promedio por cliente residencial de aproximadamente 5,6m³/mes (Figura 2.2-2). Cabe destacar, las cuencas que más consumo promedian son las cuencas del Río bueno (código BNA 103) y Río Valdivia (código BNA 101).



Fuente: SISS (2023)

Figura 2.2-2 Estimación consumo mensual promedio histórico por Cliente Residencial regulado

En cuanto a las fuentes de abastecimiento, estas son de carácter mixto, es decir, corresponde a fuentes superficiales y subterráneas. Si bien la región de Los Ríos cuenta con abundantes lluvias, estas han descendido en el tiempo, siendo el año 2021 el año más seco en 100 años (CR2, 2022). La región no se encuentra ajena a los efectos provocados por el cambio climático, por lo que se han estipulado dos decretos de escasez hídrica los años 2021 y 2022 (DGA, 2023).

2.2.2 Agua Potable Rural

A continuación, se presenta la estimación de la demanda de agua potable rural actual (año 2022) y proyectada de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) de las cuencas de la región de Los Ríos.

Los cálculos de la demanda hídrica consideran la información proporcionada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH, 2023) que contiene la identificación de los SSR que actualmente operan en la cuenca. La demanda proyectada considera las tasas de crecimiento poblacional provenientes del Censo de Población y Vivienda (INE, 2017) , así como también la demanda asociada a futuros proyectos en la región. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2-2 Estimación demanda hídrica Agua Potable Rural actual y futura– Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuencas	Demanda (Mm ³ /año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre límite región y Río Valdivia	275	282	300	313	323
101	Río Valdivia	50	51	54	57	58
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	249	255	273	285	294
103	Río Bueno	4.594	4.705	5.186	5.418	5.584
Total		5.168	5.293	5.813	6.073	6.259

Fuente: Elaboración propia en base a DOH (2023).

Según se desprende de la Tabla 2.2-2, la proyección futura muestra una tendencia al alza en todas las cuencas, asociado al aumento de población rural que demanda el recurso hídrico en las cuencas. Asimismo, se observa que la mayor demanda se centraliza en la cuenca del Río Bueno (código BNA 103), en donde se concentra la mayor población.

En la Tabla 2.2-3 se presenta la proyección de la población rural de áreas con APR en las cuencas de la región de Los Ríos, donde se observa un incremento en la población rural de un 19% para la cuenca del Río Bueno (código BNA 103) para el año 2055 respecto de la población actual, le siguen la cuenca del Río Valdivia (código BNA 101) con un 12%, las cuencas Costeras entre límite Región y Río Valdivia (código BNA 101) con un 11% y por último las cuencas Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (código BNA 102) con un 5,4%.

Tabla 2.2-3 Proyección de la población rural en áreas con APR – Cuencas BNA región de Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuencas	Proyección población APR				
		2022	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre límite región y Río Valdivia	8.168	8.229	9.054	9.184	9.258
101	Río Valdivia	64.809	65.296	72.272	73.311	73.895
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	4.590	4.625	4.744	4.812	4.850
103	Río Bueno	35.458	35.724	42.927	43.544	43.891
Total		113.025	113.874	128.997	130.851	131.894

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la Tabla 2.2-4 presenta la proyección de demanda futura para las áreas sin presencia de APR, donde se observa una proyección del 5% de aumento en el consumo para el año 2055 en la totalidad de las cuencas presentes en la región.

Tabla 2.2-4 Estimación demanda hídrica en áreas rurales sin APR actual y futura– Cuencas BNA región de Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda hídrica áreas sin APR (Mm3/año)				
		2022	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite región y R. Valdivia	8	8	8	9	9
101	Rio Valdivia	83	83	85	87	87
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	8	8	8	8	8
103	Rio Bueno	111	112	114	116	117
Total		210	211	215	220	221

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017)

En este sentido, se presenta por último la Tabla 2.2-5 donde se observa la proyección de población en áreas sin APR, con un aumento del 5% al año 2055 en relación a la población actual.

Tabla 2.2-5 Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región de Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuencas	proyección población APR				
		2022	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre límite región y Río Valdivia	445	448	460	466	470
101	Río Valdivia	4.532	4.567	4.684	4.751	4.789
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	423	426	437	443	447
103	Río Bueno	6.069	6.114	6.272	6.362	6.412
Total		11.469	11.555	11.853	12.023	12.119

Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2017)

2.2.3 Agrícola

Para estimar la demanda de agua para riego agrícola en la región de Los Ríos, se emplearon diversos datos y metodologías. Se consideraron los requerimientos de riego de los cultivos, teniendo en cuenta la demanda evapotranspirativa, el aporte de la precipitación y las eficiencias de los sistemas de riego. La estimación de la superficie de cultivo actual y futura se basó en los resultados de los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021), a los cuales se les aplicó tendencia. Además, se estableció un coeficiente de cultivo representativo para cada grupo de cultivo (Cereales, Hortalizas, Vides y Frutas) utilizando los catastros de ODEPA (ODEPA, 2022); mientras que los datos de evapotranspiración y precipitación se obtuvieron a partir de la homologación del Balance Hídrico Nacional del 2022. Las eficiencias de los sistemas de riego se determinaron mediante el cruce de información disponible en los Censos, ODEPA y la Comisión Nacional de Riego, proyectándola a futuro en función de las tendencias de los datos del Censo. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-6 indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2-6 Demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos

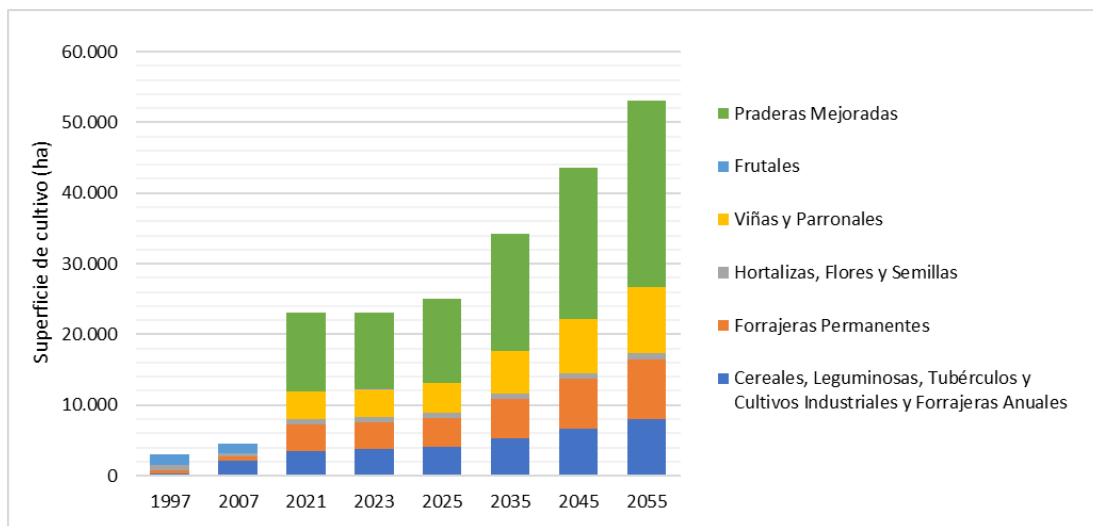
Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	10.179	10.559	14.088	14.974	20.297
101	Río Valdivia	105.268	108.803	150.275	151.306	210.916
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	7.455	7.520	10.481	10.549	15.287
103	Río Bueno	85.417	89.217	119.994	112.772	157.984
Total		208.319	216.099	294.838	289.601	404.484

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de la Tabla 2.2-6 se espera en la región un incremento del 94% en la demanda de agua para el período comprendido entre los años 2023 y 2055. El aumento previsto de la demanda, basado en datos censales históricos, se atribuye principalmente al aumento de la superficie cultivada de viñas, parronales y praderas mejoradas (Figura 2.2-3). Cabe mencionar que en el año 2045 se observa una disminución en la demanda, la cual se atribuye al ligero aumento en las estimaciones de precipitación en comparación con el año 2035. Este incremento resulta en una reducción de los requerimientos de riego.

Los datos recopilados en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 1997; INE, 2007; INE, 2021) muestran un cambio significativo en las áreas destinadas a diferentes tipos de cultivos durante el periodo 2007-2021. Se observa un aumento de la superficie dedicada principalmente a praderas mejoradas, viñas, parronales y forrajeras permanentes (Figura 2.2-3). Se estima que esta tendencia se mantendrá constante según las proyecciones hasta el año 2055. Este cambio en el tipo de cultivo podría atribuirse a la

mejor adaptación de estos cultivos a condiciones de sequía en comparación con otras opciones agrícolas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-3 Superficie catastrada según tipo de cultivo en los Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 y proyección hasta el año 2055

En lo que respecta a la evolución de la demanda hídrica según el tipo de cultivo, destacan como principales consumidores las praderas mejoradas seguido por el grupo de viñas y parronales, según las proyecciones para el periodo 2023 a 2055.

Respecto a las praderas mejoradas, para el año 2023, se estima una demanda de 85.522 Mm³, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 177.112 Mm³ para el año 2055. Esto representa un aumento del 107% en la demanda hídrica, consolidando a este cultivo como el de mayor necesidad de agua. Respecto a los cultivos de viñas y parronales se estima una demanda de 43.088 Mm³, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 86.725 Mm³ para el año 2055. Esto representa un aumento del 101% en la demanda hídrica.

En cuanto a los demás cultivos, se observa un incremento de la demanda hídrica en todos, salvo en los frutales los cuales muestran una tendencia a la baja.

El aumento de la demanda se debe a varios factores, por un lado, el cambio climático está afectando las tasas de evapotranspiración, lo que incrementa la cantidad de agua necesaria para mantener la productividad de los cultivos y por otro lado también contribuye el aumento de la superficie de cultivo. La eficiencia en el uso del agua y las prácticas de riego juegan un papel crucial, así como la adopción de tecnologías de riego más eficientes, como el riego por goteo.

A partir del análisis realizado, se identifican como variables claves que impactan en la estimación de la demanda actual y futura la superficie de cultivo, la eficiencia del riego, y el aumento de los requerimientos de agua debido al cambio climático. Estos factores pueden influir directamente en las proyecciones de demanda hídrica. Además, existen otros factores como los efectos del mercado o las actividades socioculturales costumbristas, que podrían afectar a largo plazo, pero que no son fácilmente predecibles de manera objetiva.

2.2.4 Generación eléctrica

A partir de los registros históricos de generación eléctrica obtenidos desde el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) se realizó una estimación de la demanda hídrica para la generación eléctrica en la región. Es importante destacar que la demanda ejercida por el sector de generación eléctrica consta de dos componentes en su uso: la no consuntiva (centrales hidroeléctricas) y la consuntiva (centrales termoeléctricas que utilizan agua para sus sistemas de enfriamiento). Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-7 y Tabla 2.2-8, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2-7 Demanda hídrica consuntiva Generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	0	0	0	0	0
101	Rio Valdivia	2.627	2.699	3.074	3.449	3.824
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	0	0	0	0	0
103	Rio Bueno	0	0	0	0	0
Total		2.627	2.699	3.074	3.449	3.824

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de Tabla 2.2-7, la demanda hídrica consuntiva para la generación eléctrica se concentra en la cuenca Río Valdivia, donde destaca la termoeléctrica Valdivia. Las proyecciones futuras indican un leve aumento en esta demanda, en línea con la tendencia al alza observada en los datos históricos de generación eléctrica en los últimos años.

Tabla 2.2-8 Demanda hídrica no consuntiva generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm³/año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	0	0	0	0	0
101	Rio Valdivia	2.413.485	2.161.436	1.611.566	1.558.726	1.414.620
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	0	0	0	0	0
103	Rio Bueno	5.302.389	5.230.220	5.350.602	5.849.588	5.882.494
Total		7.715.874	7.391.656	6.962.168	7.408.314	7.297.114

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2.2-8 se presenta una estimación de la demanda no consuntiva la cual está vinculada a diversas hidroeléctricas en donde destacan las hidroeléctricas Pilmaiquén y Pullinque. La proyección futura no muestra una tendencia clara al alza o a la baja. Lo anterior se debe a que la estimación de demanda futura se fundamenta en las tendencias productivas de la serie histórica utilizando proyecciones a través del uso de Series de Tiempo (SdT). Esta herramienta permite considerar el comportamiento histórico de la variable basal en la estimación del comportamiento futuro. Dado que, la tendencia de generación eléctrica histórica no presenta una tendencia al alza o a la baja definida se presentan fluctuaciones en la proyección de demanda.

2.2.5 Minero

En la región de Los Ríos no hay actividad minera detectada, por lo que no hay demanda hídrica vinculada a esta industria en la zona.

2.2.6 Industrial

La demanda hídrica industrial es estimada a partir de volúmenes declarados y que son emitidos a sistemas de alcantarillado o fuentes superficiales. A partir de lo anterior, se consideraron dos (2) fuentes principales de información: uno correspondiente al Sistema de Facturación Clientes y Cobertura (SIFAC II) de la Superintendencia de Servicios Sanitarios asociado a industrias que son parte del área de concesión de una empresa sanitaria y otro el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC) de la Superintendencia del Medio Ambiente asociado a las unidades fiscalizables.

Respecto al SIFAC II, no fueron consideradas aquellas industrias con servicio de agua potable, esto dado que dicha demanda forma parte de la demanda de agua potable urbana (acápite 2.2.1). En consecuencia, han sido consideradas desde el SIFAC II solo aquellas industrias que utilizan la red de alcantarillado de aguas servidas y extraen agua desde unas fuentes distintas a la red de agua potable. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.9 indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo

se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2.9 Demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	0	0	0	0	0
101	Rio Valdivia	41.457	43.716	56.713	73.948	93.093
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	0	0	0	0	0
103	Rio Bueno	2.126	2.242	2.909	3.793	4.775
Total		43.583	45.958	59.622	77.741	97.868

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos presentados en la Tabla 2.2.9, se observa una tendencia al alza en las proyecciones futuras, la cual está vinculada al desarrollo y crecimiento del sector industrial en la región. Este crecimiento se refleja en el incremento del Producto Interno Bruto (PIB) del sector manufacturero. Según los resultados obtenidos, se estima un aumento en la demanda de agua del orden del 125% para el período comprendido entre los años 2023 y 2055.

Para contextualizar el análisis de la demanda en el sector industrial, es importante destacar que la industria manufacturera representó en el año 2022 el 21,3% del PIB regional. Además, tuvo un incremento de un 110% entre los años 2013 y 2022 (BC, 2022).

El crecimiento del sector industrial en la región y, por consiguiente, el aumento de la demanda de agua sugiere la necesidad de implementar nuevas tecnologías que reduzcan el consumo de agua en los procesos industriales.

2.2.7 Forestal

Para estimar la demanda de agua de uso forestal (uso productivo), se tomaron como dato de partida las Cubiertas del Catastro de Usos del Suelo y Vegetación año 2014 de la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Las superficies plantas consideradas corresponden a especies forestales exóticas. Estas superficies fueron relacionadas con las necesidades hídricas evapotranspirativas, mediante las precipitaciones anuales de cada subcuenca de la región. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.10, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2.10 Demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	212.826	213.142	218.127	224.729	229.985
101	Rio Valdivia	2.065.888	2.068.703	2.115.724	2.173.725	2.221.156
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	74.581	74.692	76.439	78.753	80.595
103	Rio Bueno	431.577	432.467	445.305	461.087	474.288
Total		2.784.872	2.789.004	2.855.595	2.938.294	3.006.024

Fuente: Elaboración propia.

La proyección de la demanda forestal, como se indica en Tabla 2.2.10, tiene una leve tendencia al alza. Lo anterior debido a factores tales como el cambio en la superficie de bosques y plantaciones, y las tendencias históricas en el uso de la tierra. Cabe mencionar que, la demanda estimada en el presente acápite corresponde a únicamente a la demanda forestal de uso productivo. La demanda nativa forma parte de la demanda estimada para protección ambiental (acápite 2.2.10).

2.2.8 Pecuario

Para la estimación de la demanda hídrica del sector pecuario representada principalmente por las producciones bovina, ovina, caprina, avícola y porcina, se emplearon los Censos Agropecuarios de los años 1997 y 2007 y encuestas ODEPA. A partir de los datos de cabezas de ganado por distrito censal, se calculó la demanda de agua diaria aplicando una tasa de consumo unitaria. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2.11, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2.11 Demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	116	111	99	97	67
101	Rio Valdivia	4.351	4.335	4.394	4.492	4.864
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	36	36	37	39	43
103	Rio Bueno	7.455	7.450	7.709	7.978	8.500
Total		11.958	11.932	12.239	12.606	13.474

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2.2.11, se observa una tendencia al alza de la demanda durante el periodo comprendido entre los años 2023 y 2055. Este aumento se asocia, de acuerdo a la información censal, a un aumento de las cabezas de ganado en el periodo histórico y que se proyecta hasta el año 2055.

2.2.9 Acuícola

Para la estimación de la demanda acuícola no consuntiva en la región fueron localizados los centros acuícolas “en tierra” del RNA, de los cuales fueron seleccionados exclusivamente aquellos en que la fuente hídrica utilizada no proviene de agua de mar, siendo considerados los que utilizan agua proveniente de río, estero, arroyo, pozo, vertiente, lago, laguna o canal. Para la estimación de la demanda de agua dulce actual y futura, se determinó la producción de cada explotación por grupo de cultivo, luego las producciones, expresadas en toneladas anuales, se multiplicaron por una tasa de consumo de agua, característica de cada especie. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-12, indicando los volúmenes anuales demandados. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

Tabla 2.2-12 Demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	0	0	0	0	0
101	Río Valdivia	7.855.525	8.019.751	4.939.321	2.104.433	2.104.433
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	0	0	0	0	0
103	Río Bueno	10.291.903	10.018.223	5.982.814	2.020.722	2.020.722
Total		18.147.428	18.037.974	10.922.135	4.125.155	4.125.155

Fuente: Elaboración propia.

Según se desprende de la Tabla 2.2-12, la proyección de la demanda acuícola muestra una tendencia a la baja. La totalidad de esta demanda proyectada, basada en datos históricos de producción, se concentra mayoritariamente en las cuencas Río Valdivia y Río Bueno. Es importante destacar que, dado que las proyecciones indican una demanda nula para los años 2055, se ha mantenido constante, de forma conservadora, la estimación correspondiente al año 2045.

2.2.10 Caudal de reserva turístico y protección ambiental

El caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental se ha determinado en aquellas estaciones de la red fluviométrica de la DGA cercanas y potencialmente representativas del flujo de agua mínimo asociado a áreas de conservación existentes en las cuencas, presentadas en la Tabla 2.2.13. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B del Informe Nacional, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 13.02.

En la región se ha estimado un caudal de reserva para las siguientes áreas de conservación: Sitio Prioritario Mocho Choshuenco (SP1-052), Sitio Prioritario Río Cruces (Santuario Carlos Anwandter) (SP2-190) y Sitio Prioritario Curiñanco (SP1-051), los tres en la cuenca Río Valdivia.

Tabla 2.2.13 Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Los Ríos

Caudal de reserva para protección ambiental (MMm³)													
Cuenca	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Río Valdivia	318	159	129	254	853	1.697	1.857	1.489	1.007	898	767	642	10.070

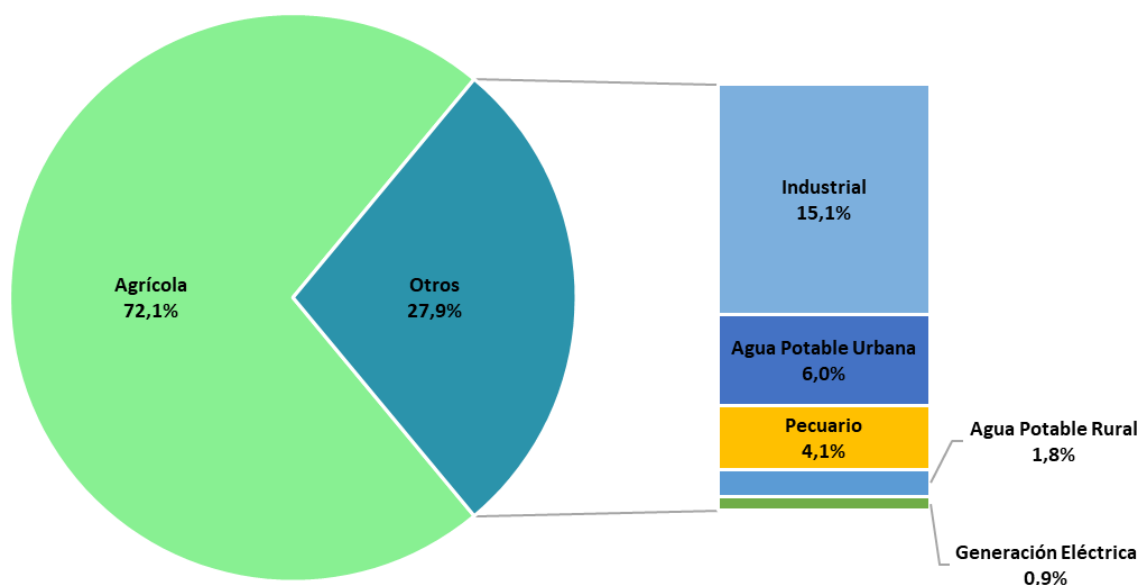
Fuente: Elaboración propia.

2.2.11 Análisis de demanda total en la región

A continuación, se presentan los resultados del análisis de demanda extractiva y el análisis de demanda no extractiva y no consuntiva total en la región.

i. Análisis de demanda extractiva total en la región

A continuación, en la Figura 2.2-4, se presenta la distribución del total de demanda hídrica consuntiva en la región de Los Ríos en el año 2023, destacando el sector agrícola como el principal demandante consuntivo de agua para fines productivos, seguido del sector industrial. El resumen de las demandas se presenta en el Anexo 13.02.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-4 Distribución de demanda consuntiva total regional (%), por uso – año 2023

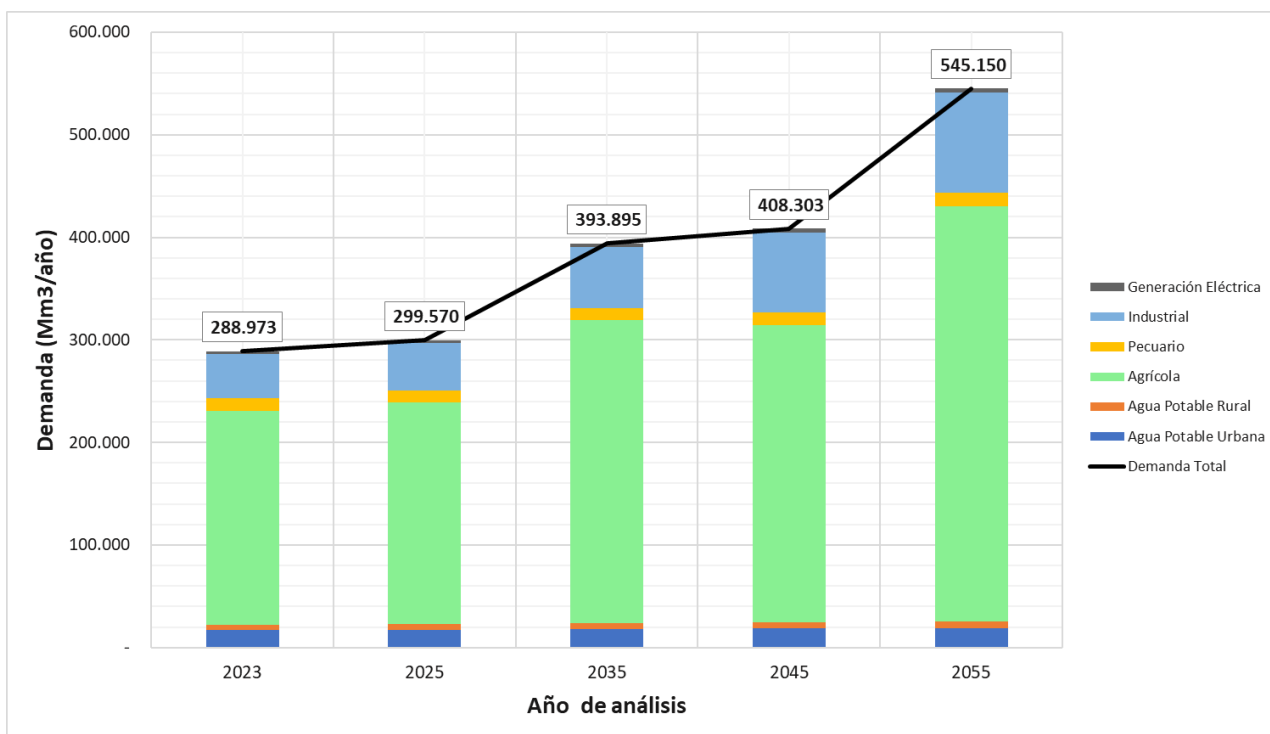
En la Tabla 2.2-14 y Figura 2.2-5 se presentan las demandas consuntivas proyectadas por uso, para toda la región. En esta última se puede observar que, dadas las condiciones base utilizadas para la estimación de las demandas en los acápite anteriores, se espera un aumento de aproximadamente un 89% de las demandas consuntivas totales en el periodo 2023-2055; asociado principalmente al sector agrícola que corresponde a un 77% del

aumento de la demanda consuntiva total, seguido por el sector industrial que corresponde aproximadamente al 21% del aumento de la demanda consuntiva total.

Tabla 2.2-14 Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región Los Ríos

Cód. Cuenca	Cuenca	Demanda (Mm ³ /año)				
		2023	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	10.570	10.952	14.487	15.384	20.687
101	Rio Valdivia	167.574	173.648	229.169	248.358	328.208
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	7.883	7.958	10.946	11.036	15.795
103	Rio Bueno	102.946	107.012	139.293	133.525	180.460
Total		288.973	299.570	393.895	408.303	545.150

Fuente: Elaboración propia.



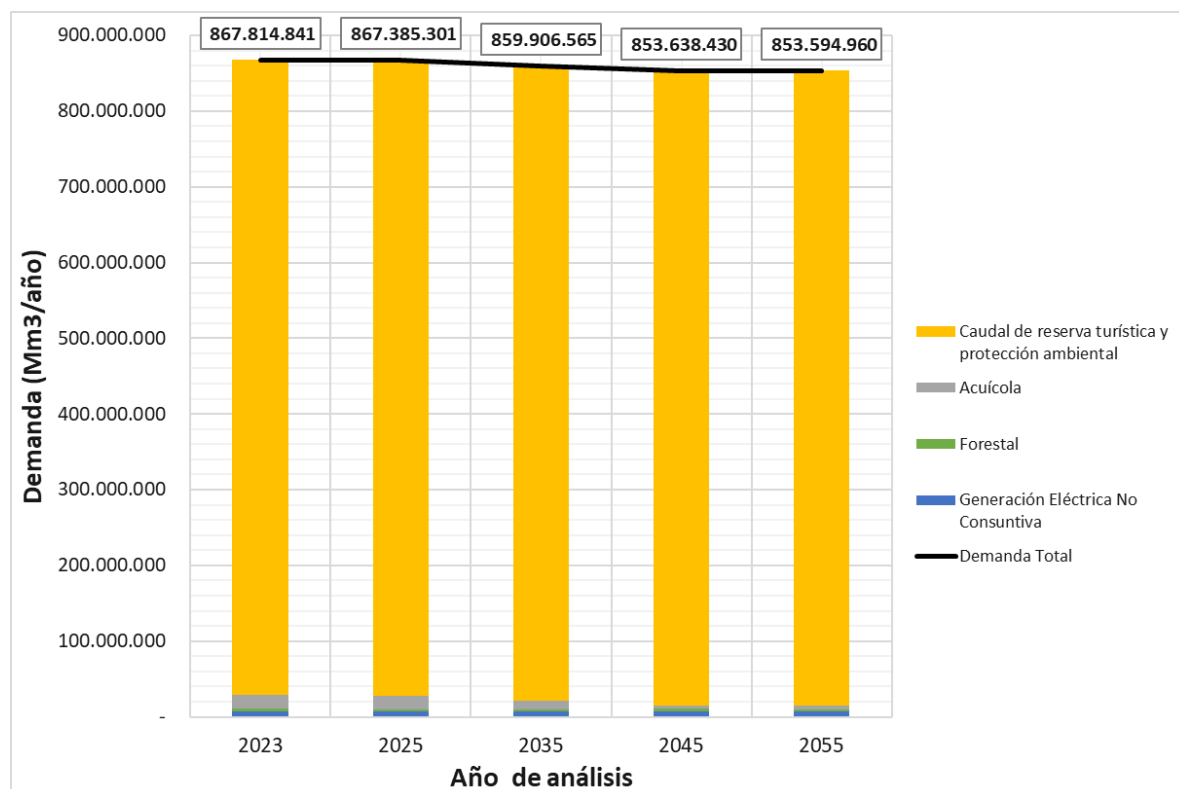
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-5 Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm³/año), por uso – actual y proyectada

i. Análisis de demanda no extractiva y no consuntiva total en la región

Finalmente, en la Figura 2.2-6 se presenta la proyección de las demandas consuntivas no extractivas y no consuntivas para la región. El caudal de reserva para uso turístico y protección ambiental destaca por su mayor demanda frente a los otros sectores. El sector forestal, acuícola y generación eléctrica poseen demandas muy bajas en comparación con el caudal de reserva por lo que no se alcanzan a ver reflejadas en la figura antes mencionada. Con respecto a la generación eléctrica, cabe señalar que el presente análisis

no incorpora limitantes respecto a la disponibilidad física o legal de los DAA, actuales o futuros, en los cauces con hidroeléctricas.



Nota 1: La demanda anual del caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental fue calculada mediante el promedio de la demanda actual del año 2023.

Nota 2: Dado que no existen planificaciones actuales o futuras de nuevos sitios prioritarios, la demanda proyectada para el caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental se considera como constante.

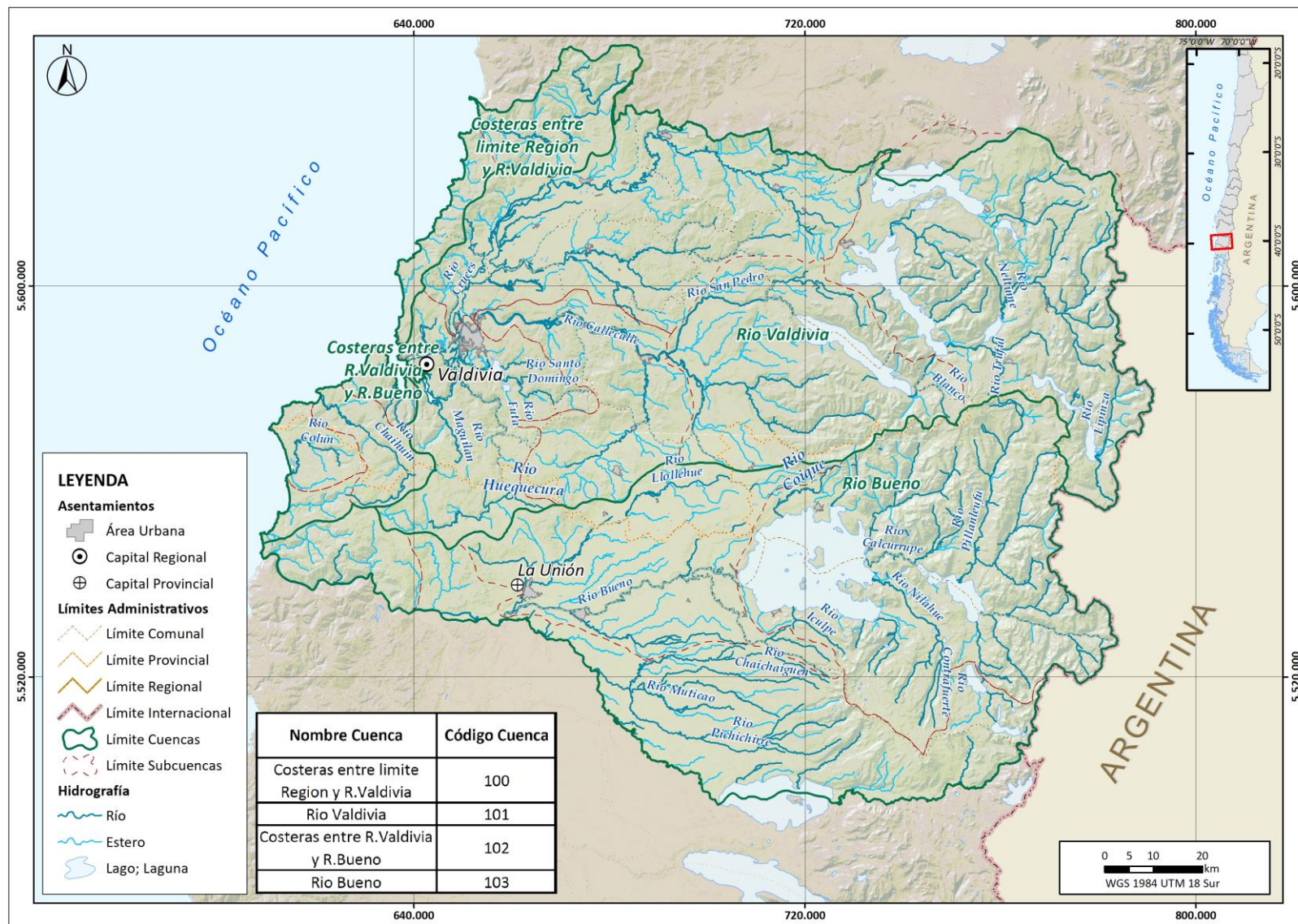
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.2-6 Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm³/año), por uso – actual y proyectada

2.3 ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA

2.3.1 Oferta Hídrica

A continuación, se presenta el análisis de oferta física hídrica por cuenca de acuerdo a la clasificación del Banco Nacional de Aguas (BNA) en la región de Los Ríos, incluyendo la identificación de DAA actuales, las restricciones de uso vigentes, y el análisis de caudales y recargas. La clasificación de cuencas hidrográficas BNA se presenta en la Figura 2.3-1.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023).

Figura 2.3-1 Cuencas y subcuencas de la región de Los Ríos según clasificación BNA

2.3.1.1 Agua superficial

i. Derechos de aprovechamiento superficiales concedidos

Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_XIV_Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

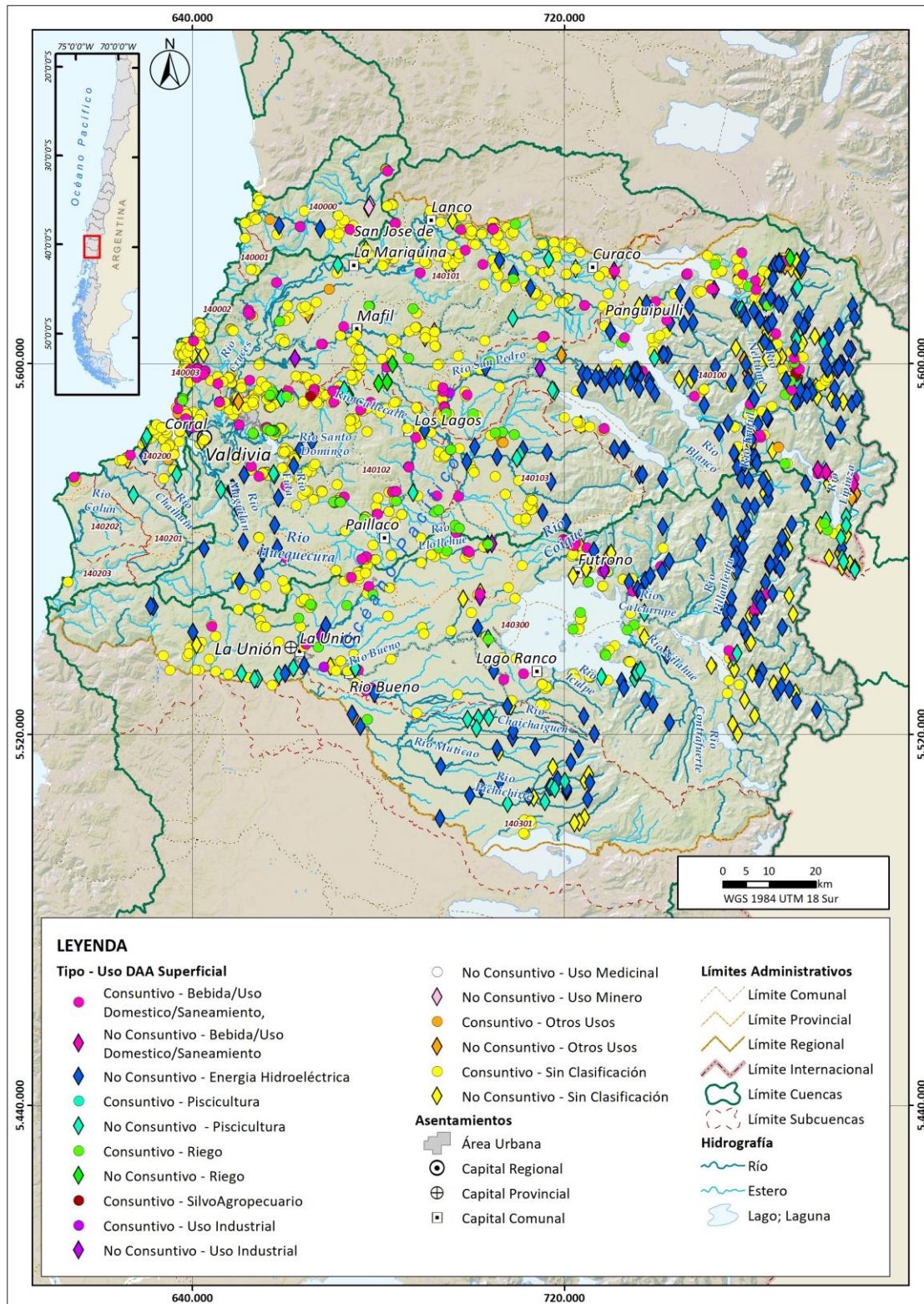
En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la Región de Los Ríos existen 9.101 DAA superficiales registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 1.579.681,5 litros por segundo constituidos⁴. La distribución de los DAA de acuerdo al tipo de uso se presenta en la Figura 2.3-2. La caracterización de los DAA según tipo de solicitud o tipo de ejercicio, se presentan en el Anexo 13.03.

ii. Restricciones de uso sobre fuentes superficiales

Para obtener una comprensión completa de los desafíos relacionados con la escasez de agua que han surgido en la región, se detallan a continuación las limitaciones respecto al uso del agua actual y futura en sus distintas formas de protección para fuentes de agua superficiales, en un periodo de análisis de 11 años (2012-2023). Para esto se revisan las restricciones para el uso de DAA definidas por Dirección General de Aguas para fuentes superficiales, entre las que se encuentran; i) Declaración de agotamiento de aguas superficiales; ii) Decretos de reserva; y iii) Decretos de escasez hídrica ii) Áreas de restricción de aguas subterráneas; iii) Zonas de Prohibición de aguas subterráneas.

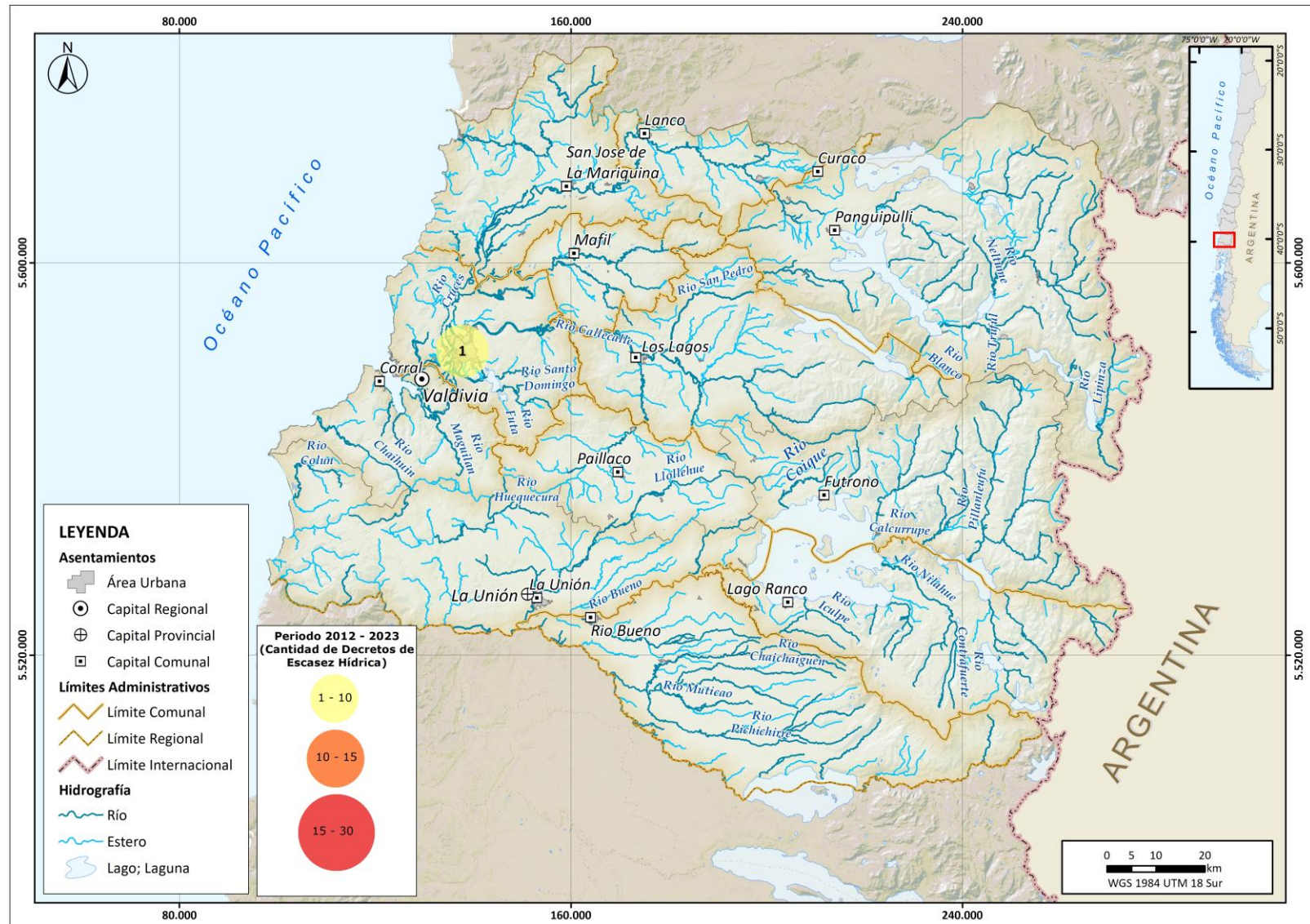
En la región, no hay restricciones de uso de aguas superficiales. Mayor detalle respecto a las restricciones y a la distribución temporal a nivel comunal de los decretos declarados dentro del periodo analizado se presentan en el Anexo 13.03.

⁴ No se consideran los DAA cuyas unidades de caudal este expresada en acciones, quintiles u otros, ya que dichas conversiones variarán dependiendo de la prorrata de cada Organización de Usuarios de Agua.



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023).

Figura 2.3-2 Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Los Ríos, por tipología



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023),

Figura 2.3-3 Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Los Ríos

iii. Oferta en la fuente

El análisis sobre la oferta hídrica se plantea desde un punto de vista físico, en este caso como disponibilidad de agua, sin considerar los derechos de aprovechamiento de cada cuenca. Sin perjuicio de lo anterior, para el análisis de iniciativas específicas que requieran contar con DAA se considerará la disponibilidad de la oferta legal. Por esto, en este estudio se considera como oferta de la fuente la escorrentía disponible para cada cuenca, obtenida del modelo VIC generado en el Balance Hídrico (DGA, 2022).

Las curvas de oferta hídrica actual (periodo 1985-2015), obtenidas del Balance Hídrico Nacional, fueron calculadas a partir del análisis de frecuencia realizado a las series anuales de caudal. Asimismo, a partir de la selección del GCM representativo de la región se obtuvieron las curvas de excedencia para el periodo futuro, definido como la ventana 2025-2055. Tanto el análisis para la selección de GCM, como las curvas de oferta hídrica actual y proyectada para cada una de las cuencas que componen la región se presentan en el Anexo 13.03.01.

Es importante mencionar que, si bien se dispone de valores para diferentes periodos de excedencia, la oferta hídrica superficial se asocia al caudal de 85% de probabilidad de excedencia en régimen natural, de modo de asegurar la cantidad de agua disponible para la gran mayoría de años. Asimismo, a partir de la selección del GCM representativo de la región se obtuvieron las curvas de excedencia para el periodo futuro, definido como la ventana 2025-2055.

Finalmente, en la Tabla 2.3-1 se presentan los valores de caudal con probabilidad de excedencia del 85% para las situaciones histórica y futura. Si bien los valores no difieren de sobremanera, debido a que las principales variaciones ocurren para las probabilidades de excedencia menores, para cada una de las cuencas, se considera el menor valor de ambos valores presentados, como un criterio conservador.

Tabla 2.3-1 Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región

Cuenca	Q ₈₅ actual (Mm ³ /año)	Q ₈₅ proyectado (Mm ³ /año)
Costeras entre límite Región y R. Valdivia	571.890	561.260
Rio Valdivia	14.156.539	13.776.681
Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	1.027.262	969.646
Rio Bueno	18.564.816	17.649.253

Fuente: Elaboración propia.

Es posible observar que se prevé una disminución del caudal de 85% de probabilidad de excedencia en todas las cuencas, según el GCM seleccionado como escenario desfavorable. Bajo esta condición, las cuencas de la región presentan una disminución porcentual entre 1,9% y 5,6%.

Además, es importante tener en consideración la posible incidencia de los cambios proyectados en glaciares en el ciclo hidrológico, por lo que para estimar este efecto se considerarán los resultados presentados en el Balance Hídrico Nacional. En este, se presenta (en tablas) el aporte de escorrentía glaciar histórico a nivel de cuenca y la variación porcentual de escorrentía glaciar proyectada por los GCM a nivel de latitud. A partir de esta información es que se determina la afectación de los cambios en los glaciares en el ciclo hidrológico. En la Tabla 2.3-2 se muestra el caudal medio del periodo 1985-2015 y el aporte glaciar a este, según lo reportado en el informe final del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2022).

Tabla 2.3-2 Escorrentía total y glaciar en periodo histórico 1985-2015.

Código BNA	Cuenca	Q total (m³/s)	Q glaciar (m³/s)
100	Costeras entre límite Región y R. Valdivia	23,46	0,0
101	Rio Valdivia	543,01	2,48
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	41,5	0,0
103	Rio Bueno	710,27	2,31

Fuente: Elaboración propia.

Además, el GCM CSIRO-Mk3-6-1 proyecta una disminución de aproximadamente 0,62m³/s del caudal glaciar, en promedio para las cuencas de la región, obtenido del mismo informe final. Esta variación tiene un impacto en la estacionalidad de la disponibilidad hídrica, el impacto de su disminución debe ser analizada con mayor detalle en estudios específicos para cada zona. Dado que esta situación se considera una brecha de información, se propondrá incluir dichos estudios como iniciativas habilitantes para la implementación de servicios de infraestructura.

2.3.1.2 Agua subterránea

i. Derechos de aprovechamiento subterráneo concedidos

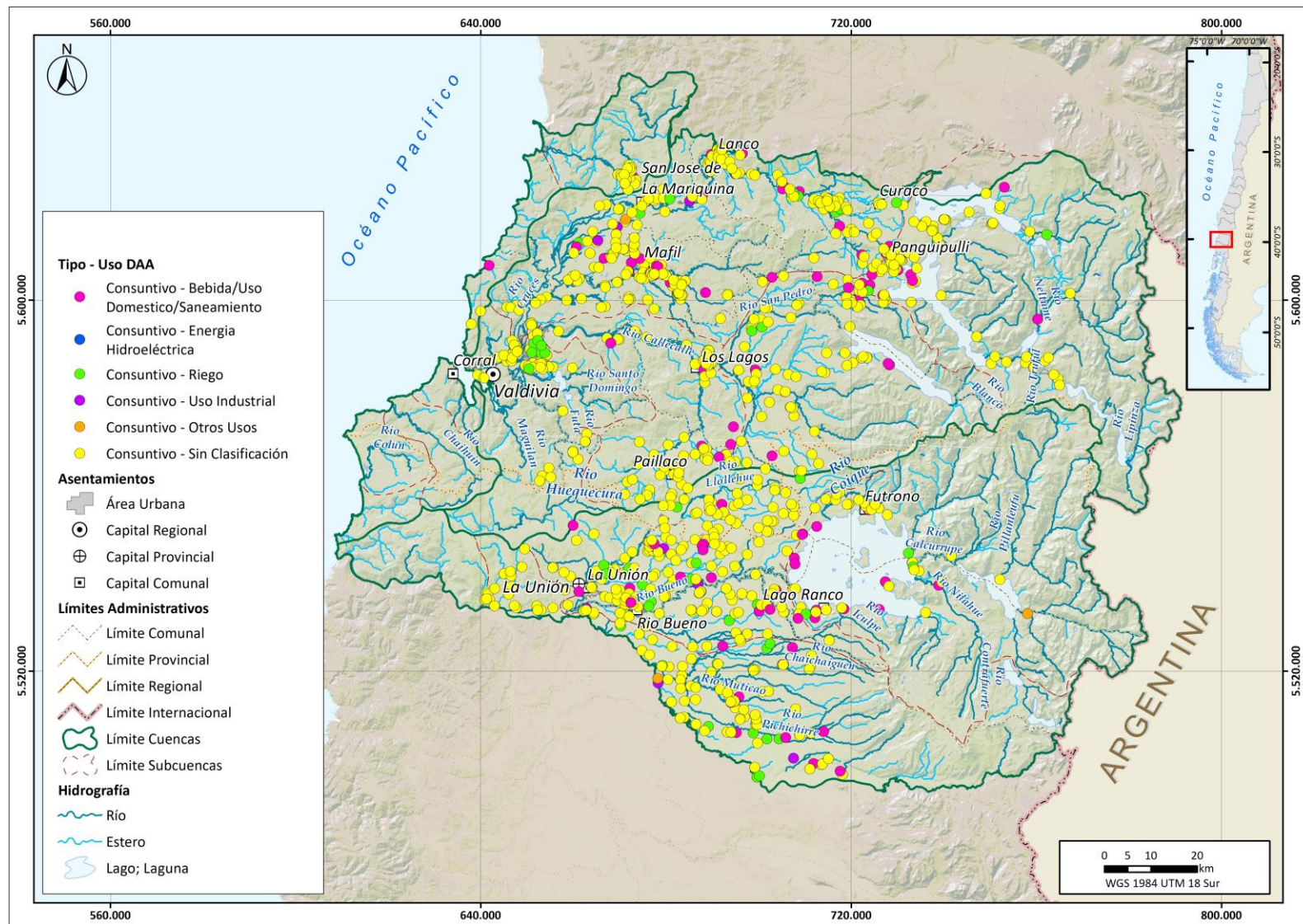
Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos_Concedidos_XIV_Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la Región de Los Ríos existen 2.030 DAA subterráneas registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 28.091,8 litros por segundo constituidos. La distribución de los DAA de acuerdo al tipo de uso se presenta en la Figura 2.3-4. La caracterización de los DAA según tipo de solicitud o tipo de ejercicio, se presentan en el Anexo 13.03.

ii. Restricciones de uso sobre fuentes subterráneas

Para obtener una comprensión completa de los desafíos relacionados con la escasez de agua que han surgido en la región, se detallan a continuación las limitaciones respecto al uso del agua actual y futura en sus distintas formas de protección para fuentes de agua subterráneas, en un periodo de análisis de 11 años (2012-2023). Para esto se revisan las restricciones para el uso de DAA definidas por Dirección General de Aguas para fuentes superficiales, entre las que se encuentran; i) Áreas de restricción de aguas subterráneas; y ii) Zonas de Prohibición de aguas subterráneas.

En la Figura 2.3-5 se presentan las restricciones vigentes para aguas subterráneas. Mayor detalle respecto a las restricciones y a la distribución temporal a nivel comunal de restricciones declaradas dentro del periodo analizado se presentan en el Anexo 13.03.



Fuente: Elaboración propia en base a información DGA (2023).

Figura 2.3-4 Ubicación geográfica de los DAA subterráneos en la región de Los Ríos, por tipología

iii. Oferta en la fuente

La oferta hídrica actual en lo que respecta a aguas subterráneas se obtuvo de distintos estudios realizados en las cuencas que componen la región. A partir de estos, en la Tabla 2.3-3 se presentan las recargas de los acuíferos para cada una de las cuencas. Es importante mencionar que no se disponen de referencias para todas las cuencas, siendo para el caso de esta región las más pequeñas. Esta brecha de información es comentada en el acápite 4.2.1. ii.

Tabla 2.3-3 Oferta hídrica actual de agua subterránea en región

Código Cuenca	Cuenca	Recarga (l/s)	Fuente
100	Costeras entre límite Región y R. Valdivia	-	
101	Río Valdivia	44.795	PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA (DGA, 2021a)
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	-	
103	Río Bueno	4.960	PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TOLTÉN Y BUENO (DGA, 2021b)

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de lo presentado anteriormente, para el caso de la oferta hídrica proyectada, el uso de las fuentes mencionadas ya no resulta válido debido a los supuestos particulares que se usaron en cada uno de esos estudios para estimar la recarga subterránea en el periodo futuro. En este sentido, se consideró que la recarga subterránea varía de manera proporcional a la variación de la precipitación. Por lo tanto, para estimar la recarga acuífera futura, se aplicó la variación de precipitación del GCM considerado (CSIRO-Mk3-6-0) como referencia del clima futuro de la región a las recargas presentadas en la Tabla 2.3-3. De este modo, en la Tabla 2.3-4 se presentan las recargas proyectadas para cada una de las cuencas. El supuesto utilizado es parte de las brechas de información en el acápite 3.3.

Tabla 2.3-4 Oferta hídrica actual de agua subterránea en región

Código Cuenca	Cuenca	Recarga histórica (l/s)	Variación de precipitación (%)	Recarga Proyectada (l/s)
100	Costeras entre límite Región y R. Valdivia	-	-4,2	-
101	Río Valdivia	44.795	-4,5	42.800
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	-	-5,0	-
103	Río Bueno	4.960	-4,6	4.729

Fuente: Elaboración propia

Es posible observar que, ante la baja de precipitación proyectada por el GCM seleccionado como escenario desfavorable, se prevé un descenso de la recarga equivalente. Además, considerar que la recarga es una variable que se evalúa de manera constante para un periodo, por lo que se utiliza el valor promedio de los periodos histórico y futuro. Finalmente, es importante mencionar que no existen fuentes disponibles para todas las cuencas, de modo de estimar la recarga, lo que se menciona también en el acápite ii. En el Anexo 13.03 se presenta un análisis más extenso de la situación de la región, incluyendo curvas estacionales.

2.3.2 Eventos extremos

En lo que respecta a evento extremos, a partir del uso del GCM representativo (que no necesariamente es el que caracteriza los eventos extremos futuros), se realizó un análisis de variaciones en los eventos extremos de gran magnitud (precipitaciones máximas en 24 horas) y de baja magnitud (años con sequías). A partir de los resultados obtenidos, se observa que se prevé un aumento en los eventos de gran magnitud de hasta un 6% en el caso de la cuenca más crítica. Por otro lado, para el caso de las sequías, en todas las cuencas se proyecta un pequeño aumento en los años con sequía en comparación al periodo histórico (ver Anexo 13.03.02).

Tabla 2.3-5 Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años

Cod Cuenca	Nombre Cuenca	1985-2015 (mm/d)	2025-2055 (mm/d)	Variación (%)
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	105.3	108.4	2.9
101	Río Valdivia	107.5	114.5	6.5
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	124.0	119.5	-3.6
103	Río Bueno	89.1	90.4	1.5

Fuente: Elaboración propia.

Es importante tener en consideración que los eventos extremos no se deben únicamente al efecto de la intensidad de precipitación, sino que son producto de la sinergia de distintos fenómenos climáticos y geográficos. En este sentido, aspectos como la duración y distribución temporal de la tormenta, fisiografía, humedad del suelo y superficie pluvial pueden llegar a afectar la intensidad de un evento extremo. Al respecto, uno de los aspectos que pueden llegar a tener un mayor impacto es el área pluvial, correspondiente a la superficie que principalmente genera la escorrentía efectiva que deriva en la crecida. Esta superficie pluvial está determinada por el cruce entre la cuenca aporte total a un punto y la posición de la línea de nieve o isoterma 0°C. Por lo tanto, a partir de los eventos observados en el último tiempo, resulta importante tener en consideración que variaciones de la isoterma 0°C pueden provocar un efecto sinérgico que aumente la intensidad de la crecida

antes eventos de precipitación, por lo que resulta necesario tomar este aspecto en cuenta. Este tipo de análisis debiera realizarse a escala de cuenca para lograr una correcta estimación, como lo fue el estudio realizado por Mardones y Garreaud (2019) en la zona Central de Chile (30° 38°S), donde se obtuvieron variaciones proyectadas de la isoterma 0°C.

En relación a los eventos extremos históricos, en base a Eridanus (2018), se presenta la Tabla 2.3-6 con los eventos extremos de origen natural históricos ocurridos entre los años 1912 y 2017 dentro de la región.

Tabla 2.3-6 Eventos extremos históricos en la región de Coquimbo, periodo 1912-2017

Tipo	1912-2007 (95 años)	2008-2017 (9 años)
Inundaciones	104	48
Aluvión	9	0

Fuente: Elaboración propia en base a Eridanus (2018).

En base a SENAPRED (2023), en el periodo 2017-2023, se observan tres (3) sistemas frontales provocando inundaciones de escala reducida y daños menores a viviendas. Por otra parte, se identifica diecisiete (17) eventos de remoción en masa.

En relación a las inundaciones y aluviones catastrados por SENAPRED (2023) y EM DATA (2024), se observan nueve (9) inundaciones ocurridas entre los años 2017 y 2023 afectando a la cuenca de Río Valdivia (código BNA 101), Cuencas Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (código BNA 102) y la cuenca del Río Bueno (código BNA 103). La Tabla 2.3-7 presenta las cuencas afectadas por inundaciones y aluviones.

Tabla 2.3-7 Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de Los Ríos, periodo 2017-2023

Código BNA	Nombre Cuenca	Inundación	Aluvión
100	Costeras entre límite región y Río Valdivia		
101	Río Valdivia	X	
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	X	
103	Río Bueno	X	

Nota: Cuencas afectadas en rojo.

Fuente: Elaboración propia en base a SENAPRED (2023) y EM-DAT (2024).

2.3.3 Calidad de aguas

La calidad de las aguas en las distintas cuencas de la región de Los Ríos ha sido evaluada principalmente a través de los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH), cuando están disponibles. A continuación, se detalla la situación de cada cuenca:

Se ha observado que las concentraciones de molibdeno (Mo) y plomo (Pb) superan los límites establecidos en las normativas vigentes. En cuanto al hierro (Fe) y el selenio disuelto, aunque generalmente se mantienen dentro de los límites permitidos por la Norma de Agua Potable, en ocasiones se han registrado valores que exceden los máximos permitidos, situación que también se ha observado en el caso del mercurio (Hg).

Las mediciones de pH, en su mayoría, cumplen con los valores establecidos por la Norma NCh-409, aunque se han registrado algunos valores extremos que salen del rango aceptado. Sin embargo, estos valores son aptos según la Norma de Riego. Por último, la conductividad eléctrica (CE) se ha mantenido por debajo de los límites establecidos en la Norma de Riego, excepto en el año 2010, cuando se registró un aumento que superó dichos límites.

En cuanto a la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Valdivia, se cuenta con una buena cobertura de monitoreo. Los parámetros que presentan concentraciones normales o que se encuentran por debajo de los límites establecidos por la Norma de Riego (NCh 1333) incluyen arsénico total, cadmio, cadmio total, cobre total, cobalto total, cromo total, plata total, plomo total, selenio y zinc total. Sin embargo, algunos parámetros, como aluminio total, manganeso, hierro, cloruros, conductividad eléctrica (CE), níquel total y sulfatos, ocasionalmente superan los límites permitidos por la norma. En particular, los valores elevados de hierro (Fe) y manganeso (Mn) podrían estar relacionados tanto con factores antrópicos como naturales. Además, los valores elevados de pH en la mayoría de los casos indican la presencia de aguas básicas. En general, se puede inferir que las aguas en la parte baja de la cuenca tienden a mostrar un aumento en las concentraciones de los parámetros analizados según la norma NCh1333, lo cual probablemente se debe a una mayor influencia de actividades humanas (DGA, 2021a).

En la cuenca del río Bueno (Código BNA: 103), la caracterización hidroquímica se realizó por cada Sector de Aprovechamiento en Común (SHAC) de la cuenca. Los SHAC de Bueno Superior (14-05-410) y Bueno Medio (14-11-521) presentan aguas de tipo bicarbonatadas magnésicas (HCO_3^- - Mg^{2+}). En cambio, el SHAC Rahue (10-106-522) solo muestra valores de cationes de sodio (Na^+) y potasio (K^+) en el periodo comprendido entre 2011 y 2020. Respecto a los parámetros de hierro (Fe) y manganeso (Mn), ambos presentan un comportamiento geoquímico similar y están distribuidos de manera dispersa a lo largo de la cuenca, lo que sugiere que las fuentes de estos metales son probablemente de origen natural. En cuanto a los valores de sodio porcentual (Na%), estos se encuentran por encima de los límites establecidos, lo que se debe a las bajas concentraciones de otros cationes como potasio y magnesio. Finalmente, los valores de pH indican que las aguas son ligeramente ácidas, un comportamiento similar al observado en los casos del hierro y

plomo, lo que sugiere que este fenómeno tiene una causa natural debido a su dispersión general en la cuenca (DGA, 2021b).

CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

3.1 INFRAESTRUCTURA HÍDRICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES

En este acápite se da cuenta de las obras de infraestructura, relativas al recurso hídrico relevantes para el propósito de este estudio. Para esto, primero se realizará la identificación de infraestructura existente al año 2023 de acuerdo a los catastros y base de datos públicos existentes; luego se analizará el estado de la infraestructura existente desde el punto de vista de las principales demandas definidas en el acápite 2.2 incluyendo las nuevas fuentes disponibles para su abastecimiento. El detalle de los catastros utilizados se presenta en el anexo metodológico.

3.1.1 Infraestructura hídrica existente al año 2023

A continuación, se presenta una breve categorización de la infraestructura existente y su capacidad instalada total. Para esto, la infraestructura hídrica se ha clasificado en: obras de acumulación, centrales para la generación eléctrica, infraestructura de distribución, obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas y pozos. Además, se incluye un apartado con respecto a infraestructura para el uso de agua desde fuentes no convencionales e infraestructura de defensa fluvial y aluvional.

La identificación de cada tipo de obra y su correspondiente información de capacidades instaladas se presenta de forma georreferenciada en la geodatabase SIG para la región en el Anexo C del Informe Nacional. No obstante, un resumen de dicho catastro se presenta en la Figura 3.1-6.

3.1.1.1 Obras de acumulación

En la región de los Ríos no se identifican grandes obras de acumulación.

3.1.1.2 Centrales para la generación eléctrica

En la región de Los Ríos, se han identificado veintidós (22) centrales hidroeléctricas. Destacan entre ellas la central Pilmaiquén en la comuna de Río Bueno, con una potencia de 40,8 MW, y la central Pullinque en Panguipulli, con una potencia de 51,4 MW.

3.1.1.3 Infraestructura de distribución

En la región de Los Ríos es posible identificar a siete (7) bocatoma, información proporcionada por CNR, pero no se encontró información detallada de cada bocatoma presente en la región.

Respecto a canales de riego, en la región de Los Ríos se identifican aproximadamente 15 km de canales, ubicados en su totalidad en la cuenca Río Valdivia. En otras cuencas de la región no se identifican canales.

3.1.1.4 Obras de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas servidas

i. Zonas urbanas

En la región de Los Ríos se identifican 2 concesiones de agua potable con las empresas Aguas Decima y ESSAL. Asimismo, se observa que abarcan doce (12) territorios operacionales.

A continuación, se presenta la Tabla 3.1-1 donde se observa el número de territorios operacionales por cuenca, su producción al año 2022 y el porcentaje de cambio en la producción al año 2055, según las proyecciones de demanda desarrolladas en el acápite 2.2.1.

Tabla 3.1-1 Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca

Cód. Cuenca	Cuencas	N° de Territorios Operacionales	Producción 2022 (m³/año)	Aumento al 2055 (%)
100	Costeras entre limite región y Río Valdivia	0	0	0%
101	Río Valdivia	7	19.014.056	8%
102	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	1	200.592	20%
103	Río Bueno	4	5.464.383	12%

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, se presenta a continuación la Tabla 3.1-2 donde se observan los planes de desarrollo vigentes por parte de las concesiones sanitarias presentes en la región, con su respectivo alcance territorial.

Tabla 3.1-2 Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Los Ríos

Concesión	Plan de Desarrollo	Alcance
Aguas Decima	Valdivia	Valdivia
SURALIS	Panguipulli	Panguipulli
	Río Bueno	Río Bueno
	Corral	Corral
	La Unión	La Unión
	Futrono	Futrono
	Lago Ranco	Lago Ranco
	Lanco	Lanco
	Los Lagos	Los Lagos
	Máfil	Máfil
	Paillaco	Paillaco
	San José	San José

Fuente: Elaboración propia en base a SURALIS (2023) y Aguas Décima (2023)

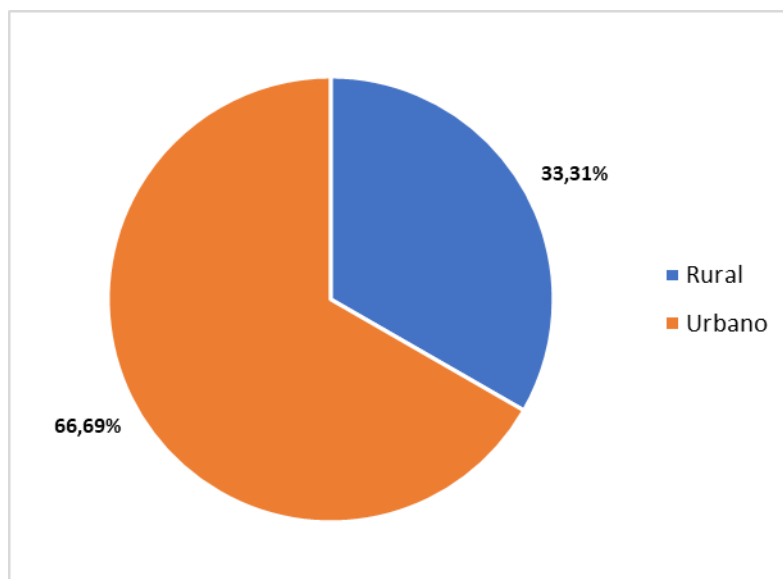
De acuerdo a lo señalado en el Informe de Gestión de Servicios Sanitarios 2022 (SISS, 2023) uno de los objetivos principales en la gestión de sus concesiones es mantener “un abanico de alternativas para hacer frente a posibles agravamientos de las condiciones, producto del cambio climático”, asegurando el “consumo urbano multipropósito en condiciones de continuidad conforme lo determine la voluntad del usuario final” (Celedón, 2023).

Bajo este contexto, y según los datos entregados en el Informe de Coberturas 2022 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2023), las cifras de cobertura de agua potable y alcantarillado del sector sanitario en la región de Los Ríos, en las áreas concesionadas, alcanza un 89,1%.

Para información más detallada se presenta en el en el Anexo 13.01.

ii. Zonas rurales

De acuerdo a los catastros más recientes el 33,3% del total de viviendas registradas en el censo de población (INE, 2017) en la región de Los Ríos, corresponde a zonas rurales. Esto resulta equivalente a 51.288 viviendas y alrededor de 109.051 habitantes (ver Figura 3.1-1).



Fuente: INE (2017)

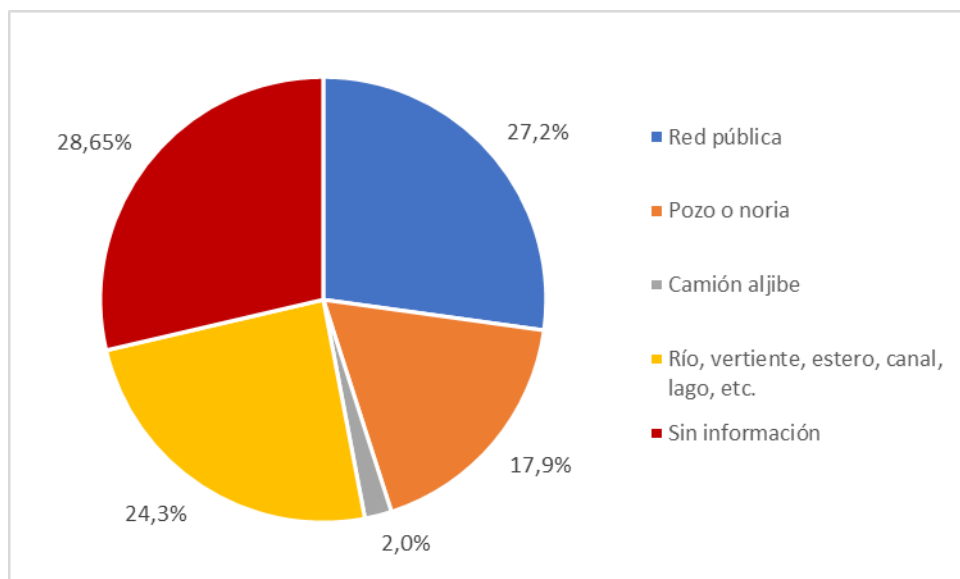
Figura 3.1-1 Distribución de viviendas en región de Los Ríos 2017

Del total de hogares en zonas rurales se ha identificado que un 28,7% no presenta información en relación a las fuentes de abastecimiento en base a los datos del censo de población (INE, 2017). En este contexto, se presenta un breve análisis respecto al estado del agua potable y saneamiento actual y futuro en la región de Los Ríos.

a) Agua Potable

De acuerdo a los datos presentados en el último censo de población y vivienda (INE, 2017), del 71,4% de los hogares en zona rural con un acceso aceptable a servicios básicos, un 27,2% (13.948 viviendas) cuenta con abastecimiento desde una red pública de agua⁵, seguido de un 24,3% que se abastece mediante río, vertiente, estero entre otros (ver Figura 3.1-2).

⁵ Incluye hogares abastecidos por Servicios Sanitarios Rurales (SSR) o acogidos al Artículo 52 bis del Decreto Fuerza Ley N°382/1988 del Ministerio de Obras Públicas.



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

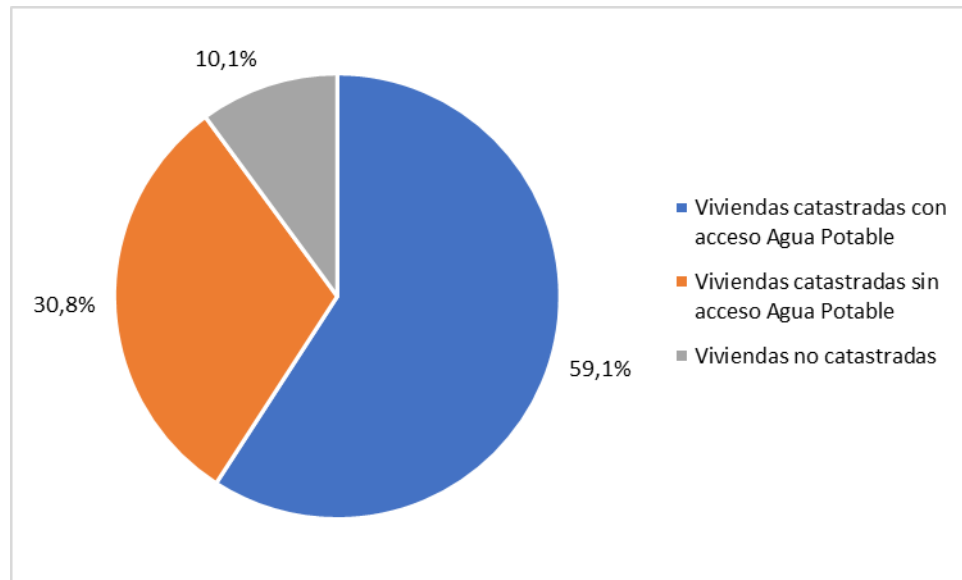
Figura 3.1-2 Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua

Por otra parte, el Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural (SICVIR) creado para dar seguimiento y cumplimiento de los objetivos propuestos por la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNRD) en 2020, entrega información del número de viviendas comunal por región con conexión a la red de agua potable.

El indicador BS12 relacionado al porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable, considera once (11) de las doce (12) comunas de la región, las cuales concentran el 89,9% del total de las viviendas rurales de la región.

Bajo los datos otorgados por el indicador, un 59,1% (30.336 viviendas) de las viviendas rurales de la región de Los Ríos posee conexión a la red de agua potable, mientras que un 30,8% (15.781 viviendas) no cuenta con acceso a la red pública de agua (ver Figura 3.1-4).

A modo de resumen, se identifica que un 89,9% de las viviendas rurales de la región han sido catastradas, en base a esto, un 30,8% de las viviendas informa que no presenta acceso a la red de agua potable. Por último, se concluye además que, el indicado BS12 presenta una brecha de información del 10,1% del total de viviendas rurales de la región de Los Ríos.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo poblacional (INE, 2017) y SICVIR (2021).

Figura 3.1-3 Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región de Los Ríos

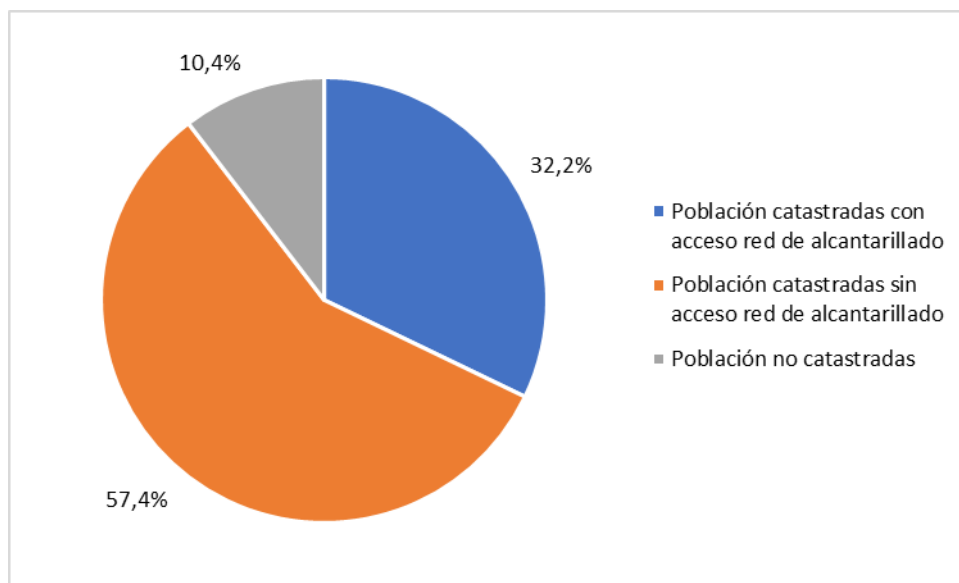
Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas (2021), en adelante DOH, presenta un listado con ciento ochenta y seis (186) Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en la región de Los Ríos, los cuales abastecen a las doce (12) comunas de la región. Estos SSR se encuentran distribuidos en sistemas básicos (29,6%) semiconcentrados (32,3%) y concentrados (38,2%). Dentro del listado de SSR y en base al total de población rural regional (109.051 habitantes), existe un número estimado de 109.315 beneficiarios, sobrepasando la población total rural de la región en un 0,24%. Esto puede significar a modo de especulación la existencia de población flotante, producto de actividades laborales o segundas viviendas que genera una mayor demanda de las aguas potable rurales.

Por último, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS, 2022) igualmente presenta un listado de SSR para la región, con un total de treinta y tres (33) sistemas distribuidos en once (11) comunas. Estos sistemas de agua potable rural abastecen aproximadamente al 55,4% de la población rural regional (60.424 beneficiarios), dejando una brecha del 44,6% (48.627 habitantes).

b) Saneamiento

De acuerdo a los datos presentados en el indicador BS13 (SICVIR, 2020) el cual considera once (11) de las doce (12) comunas de la región; concentrando el 89,6% del total de la población rural de la región. Se observa que el 19,6% (21.357 habitantes) de la población rural se encuentra saneada por alcantarillado, mientras que un 78,7% (172.676 habitantes) no cuenta con acceso a la red de alcantarillado

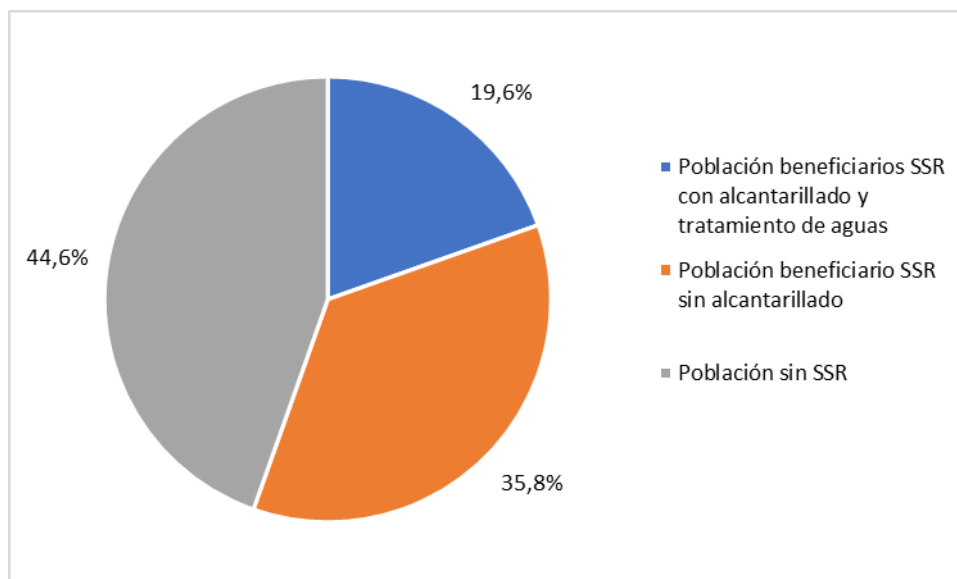
A modo de resumen, se presenta la Figura 3.1-4, donde se identifica que un 89,6% de la población rural regional ha sido catastrada, de acuerdo a estos datos, se indica que un 35,8% no presenta acceso a la red de alcantarillado. Por último, además se presenta una brecha de información del 44,6% de la población rural de la región de Los Ríos.



Fuente: Elaboración propia en base a Censo poblacional (INE, 2017) y SICVIR (2021).

Figura 3.1-4 Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región de los Ríos según indicador BS13

Por otra parte, de acuerdo al listado de Sistemas Sanitarios Rurales de la SiSS (2022), se menciona que, del total de beneficiados por agua potable rural en la región, un 19,6% (21.357 beneficiarios), presenta servicio de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas (ver Figura 3.1-5).



Fuente: Elaboración propia en base a SiSS (2022).

Figura 3.1-5 Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural para el año 2022

A modo de conclusión se desprende preliminarmente que de la población catastrada un 35,8% no cuenta con alcantarillado, mientras que se presenta una brecha de información cercana al 44,6% de la población rural total de la región de Los Ríos.

3.1.1.5 Pozos

Se identificaron un total de mil ocho (1.008) pozos de extracción en la región de Los Ríos, de los cuales un 82% se identifica como uso sin clasificación, seguido de un 11,2% de uso para bebida/saneamiento según DGA (2023).

3.1.1.6 Infraestructura hídrica para uso de fuentes no convencionales

i. Acuíferos profundos

No se identifican antecedentes ni proyectos relacionados a la infraestructura de acuíferos profundos.

ii. Recarga artificial de acuíferos

No se identifican antecedentes ni proyectos relacionados a la infraestructura de recarga artificial de acuíferos.

iii. Desalinización

Dentro de la región se identifica la presencia de un (1) proyecto de planta desalinizadora, ubicada en la Caleta Los Molinos, Niebla, en la cuenca Río Valdivia. La planta tiene una

capacidad estimada de 0,12 L/s de agua potable y su uso es para fines particulares de los pescadores de la caleta. Es gestionada por la Federación Interregional de Pescadores Artesanales del Sur (FIPASUR) (MOP, 2023).

iv. Cosecha de aguas lluvia

De acuerdo a los antecedentes recopilados en la región se han identificado cinco (5) proyectos de instalación de sistemas de cosecha de aguas lluvias.

En el año 2016, por parte de la Intendencia Regional de Los Ríos, se instalaron 150 sistemas de cosecha de aguas lluvias en las comunas de Máfil y Paillaco, en la cuenca Río Valdivia; y en la comuna de Futrono, en la cuenca Río Bueno. Igualmente, en el año 2017, la Intendencia desarrolló dos proyectos de instalación de sistemas de cosecha de aguas lluvias a 200 viviendas por comuna. Las comunas beneficiadas fueron Mariquina y Río Bueno, ubicadas en las cuencas Río Valdivia y Río Bueno respectivamente (Voltari, 2018).

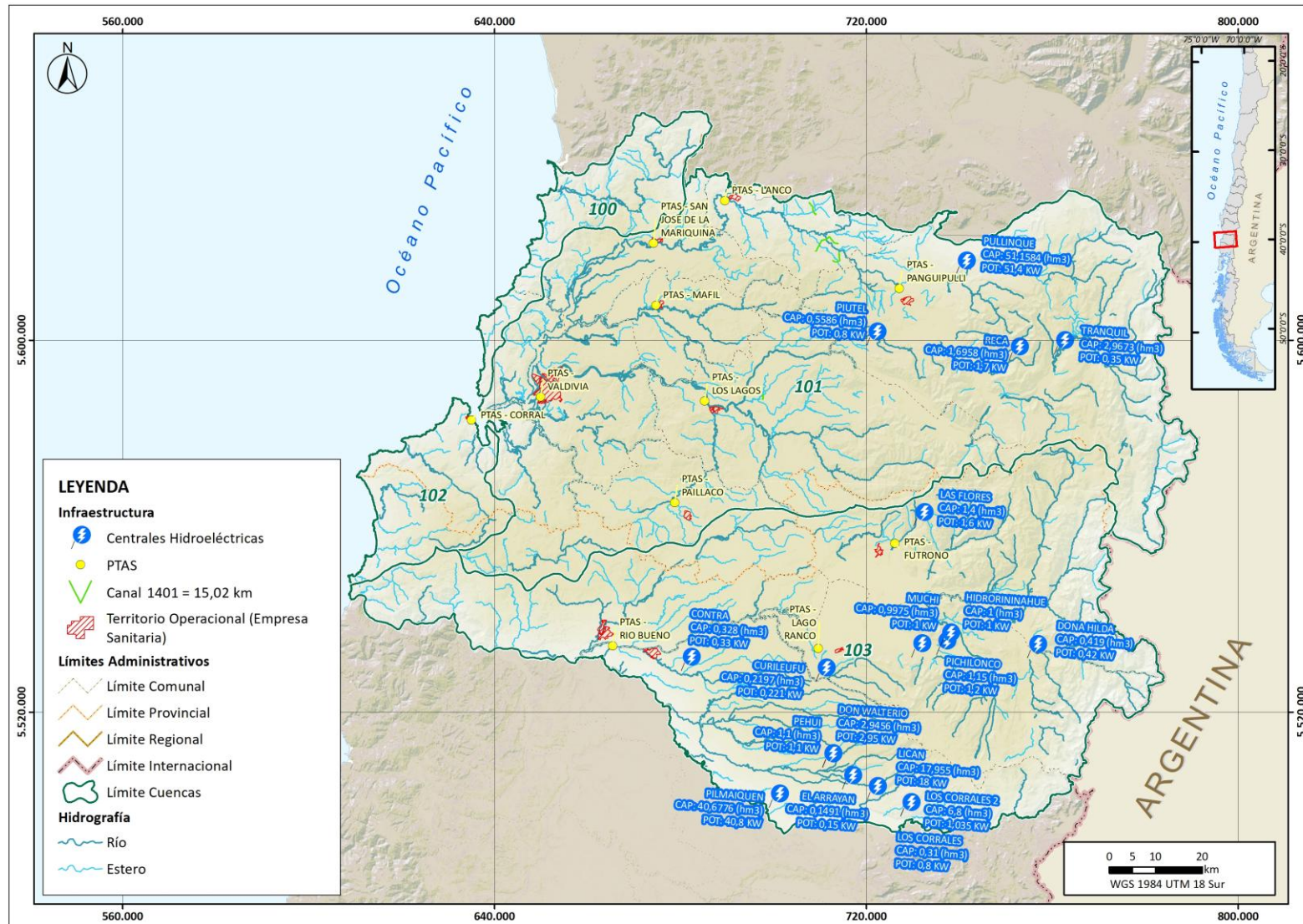
Por su parte, la Universidad Austral en conjunto con el Gobierno Regional de Los Ríos desarrollaron en 2018 dos sistemas pilotos de captación de aguas lluvias en las localidades de Santa Filomena y Ñanculén, ubicadas en la cuenca Río Valdivia. En paralelo desarrollaron una aplicación que permite dimensionar el diseño un sistema dentro de la región adaptado a las distintas variables climáticas del territorio (UACH, 2016).

A su vez, el Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes (CEGA) se encuentra desarrollando el proyecto SCALL-OI, que consiste en la instalación de sistemas de captación de aguas lluvias en conjunto con sistemas de potabilización mediante osmosis inversa, en cinco lugares de la región: la Escuela Rural Los Guindos, el Centro de Innovación Colaborativa (CIC), la Escuela Cerro Pitren, la Posta Salud Rural Cayumapu Alto; ubicados en la cuenca Río Valdivia, y a usuarios particulares de la localidad Pisu Pisu en la cuenca Río Bueno (CEGA, 2024).

v. Uso de aguas servidas tratadas

Se identifican dos (2) proyectos de uso de aguas servidas en la región. El primer proyecto fue desarrollado por el Centro de Humedales Río Cruces (CEHUM) de la UACH en conjunto con la Cooperativa de Aprendizaje en Restauración Ecológica y Permacultura (CAREP). Consistió en el establecimiento de tres (3) humedales artificiales que permiten la depuración de aguas grises y negras domiciliarias y su posterior reutilización en riego de frutales mediante riego tecnificado, en la localidad de Los Pellines, ubicada en la cuenca Río Valdivia (CORFO, 2021) (DF, 2021).

El segundo proyecto también es liderado por CEHUM y consiste en el establecimiento de un humedal depurador de riles para la industria quesera, en particular para la empresa Quesos Runca, ubicada en la cuenca Río Valdivia. El proyecto se encuentra en construcción y considera la reutilización de las aguas tratadas en los procesos productivos de la empresa (UACH, 2024).



Fuente: Elaboración propia en base a CNR (2020) y DGA (2023)

Figura 3.1-6 Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Los Ríos

3.1.1.7 Infraestructura de defensa fluvial y aluvional

Dentro de la región de Los Ríos se han identificado obras relacionadas con crecidas y contaminación de sistemas hídricos, las cuales están orientadas en mitigar efectos de fenómenos naturales y actividad humana.

A partir de lo anterior, se consideran los planes maestros de aguas lluvias con estado tramitado para la región presentados en la Tabla 3.1-3.

Tabla 3.1-3 Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Los Ríos

Nombre	Localidad	Cuenca BNA	Decreto
Plan Maestro de Aguas Lluvias Valdivia	Valdivia	Costeras entre limite Región y R. Valdivia (100) y Río Valdivia (101)	D.S. N°1937 del 31-10-2002
Plan Maestro de Aguas Lluvias Valdivia Actualización	Valdivia	Costeras entre limite Región y R. Valdivia (100) y Río Valdivia (101)	D.S N°398 del 01-09-2014
Plan Maestro de Aguas Lluvias Panguipulli ¹	Panguipulli	Río Valdivia (101)	s/i

Nota 1: Si bien el plan está desarrollado de forma técnica, aún se está procesando el decreto supremo.

Fuente: Elaboración en base a CIDOH y recopilación de antecedentes.

En la Tabla 3.1-4 se presentan los tramos colectores presentes en la región.

Tabla 3.1-4 Obras de tramo colector presentes en la región de Los Ríos

Nombre obra	Estado	Cuenca BNA
Canal Cinco de Octubre, Di Baggio, Canal Clemente Escobar y Estero Catrico	Existente	Río Valdivia
Regidor Roberto Fernández Muñoz, Santa Flor, Montealegre, Intendente Narciso Carvallo, Av Circunvalación, San Pedro, Nueva San Luis, Rubén Dario, Pablo Neruda, Av Circunvalacion Sur, Infanta Elena, Homecenter Sodimac, Pedro de Montoya, José Victorino Lastarria, Terminal, General Mackenna, Pasaje D, Av Francia, Cinco de Octubre, René Schneider, San Luis, Carlos Hilker, Psj Cinco, Lincoyán, Escuela El Bosque, Noruega, Italia, Irlanda, Av Italia, Av Pedro Montt, Carlos Haverbeck, Santiago Bueras, Alonso de Benítez, Aníbal Pinto, Di Baggio, General Lagos, Domeyko, Baquedano, Clemente Escobar, Sotomayor, Camilo Henríquez, Beauchef, Anfión Muñoz, Bertolotto, Lautaro, Yungay, Maipú, Paseo Libertad, Av Arturo Prat, Janequeo, Carlos Anwandter, Paseo Costanera, Av Ramón Picarte, Koenig, Simpson, Ecuador, Balmaceda, Colombia, Las Frambuesas, 21 de Mayo, Pasaje 1, Pedro Aguirre Cerda, Isabel Rodas, Los Lingues, Los Robles, Pintora Clara Werkmeister Martin, Las Quilas, Los Ciruelos y Los Manzanos	Proyectado	

Fuente: Departamento de Territorio de la Dirección de Planeamiento DIRPLAN, (2024)

No hay obras de control aluvional en la región.

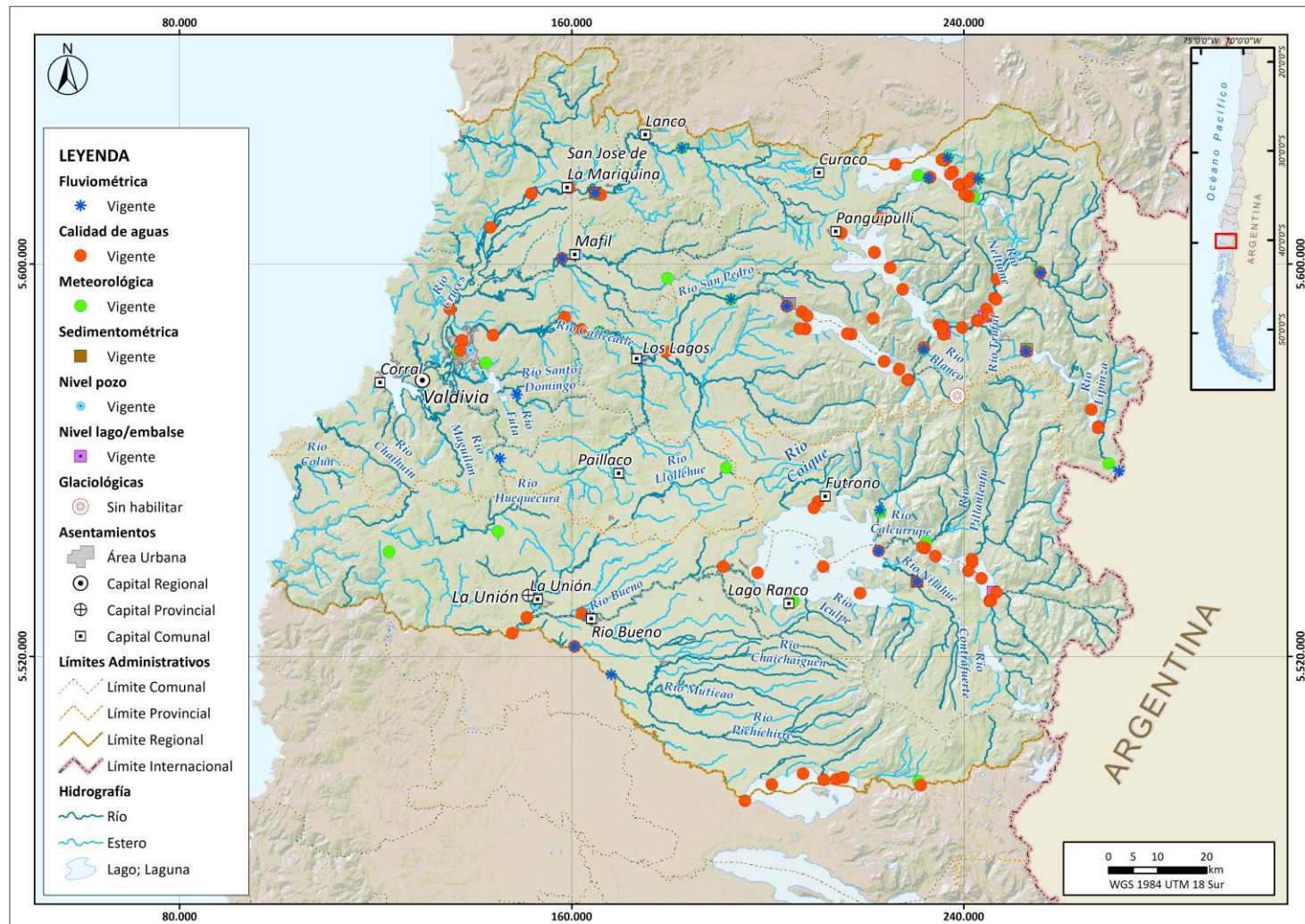
3.1.1.8 Red hidrométrica

De acuerdo a la información publicada por DGA (2023), en la región de Los Ríos se encuentran 161 estaciones de monitoreo vigentes que constituyen la red hidrométrica de la región. En la Tabla 3.1-5 se muestra en detalle el tipo de estación presente en la región y su estado, en el Anexo 13.01 se encuentra la distribución de la red por cuenca. En la Figura 3.1-7 se presenta la ubicación de la totalidad de estaciones de la red. Se observa que la infraestructura de monitoreo se concentra en las cuencas de Río Valdivia y Río Bueno.

Tabla 3.1-5 Estaciones de monitoreo de la región de Los Ríos

Tipo de Estación	Vigentes	Sin habilitar
Calidad de Aguas	97	0
Fluviométrica	23	0
Meteorológica	28	0
Nivel de pozo	5	0
Sedimentométrica	2	0
Nivel de lago y embalses	6	0
Glaciológica	0	1
Rutas de nieve	0	0
Total	161	1

Fuente: Elaboración propia en base a (DGA, 2022)



Fuente: Elaboración propia en base a DGA (2023)

Figura 3.1-7 Red hidrométrica de la región de Los Ríos

3.1.2 Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente

A continuación, se exponen las propuestas identificadas en diversos estudios y planes para la región de Los Ríos entre los años 2010 y 2022.

3.1.2.1 Infraestructura hídrica y nuevas fuentes sin ejecutar propuesta entre 2010-2022

A partir de antecedentes revisados de diversos planes de gestión hídrica, con base principal en el estudio “Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050” (MOP, 2019), se han catastrado las iniciativas propuestas dentro del periodo mencionado. Por otro lado, considerando que existían iniciativas que resuelven la misma brecha, se decidió agrupar aquellas con los mismos objetivos, de manera de sintetizar los requerimientos de las acciones estratégicas.

Las iniciativas catastradas se clasificaron según tres tipologías definidas y cada una de las tipologías tiene una estrategia de acción. Las iniciativas catastradas según la clasificación planteada se presentan en la Tabla 3.1-6.

Tabla 3.1-6 Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
Infraestructura hídrica estructural	Redes hidrométricas	9
	Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas	4
	Defensa fluvial y aluvional	1
	Desalinización	0
	Infraestructura de riego	1
	Infraestructura de distribución de agua	0
	Obras de acumulación de agua	0
	Reúso de aguas residuales	0
	Redes de aguas lluvias	1
	Captación de aguas	0
	Trasvase de aguas	0
	Drenaje de aguas	0
	Control de erosión	0
	Recarga de acuíferos	0
	Conservación de riberas	1
	Total	17
Infraestructura hídrica no estructural	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	4
	Análisis sistemas glaciares y periglaciares	0
	Estudio calidad de agua superficial y subterránea	0
	Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	1
	Conservación y restauración de riberas y cauces	0
	Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales	0
	Estudios obras de acumulación de agua	10
	Estudios de riesgo fluvial y aluvional	0
	Conservación obras de riego	0

Tipología	Estrategias de acción	N° de iniciativas
	Estudio sistemas de riego	1
	Estudios contaminación de aguas	0
	Estudios de saneamiento	0
	Estudios de aguas lluvias	1
	Estudio obras de distribución de aguas	0
	Estudios de desalación	0
	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	8
	Estudio de reúso de aguas	2
	Diagnóstico de OUA y DAA	3
	Estudios para abastecimiento de agua potable	0
	Total	30
Medidas de gestión	Creación de capital humano	5
	Análisis situación legal DAA	0
	Fortalecimiento y formalización de OUA	0
	Reservas de agua	0
	Manejo de quebradas	0
	Manejo riesgos de contaminación de aguas	0
	Manejo de normas ambientales e hídricas	1
	Planes y políticas	2
	Total	8
Total, general		55

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la revisión de los antecedentes, se definen las características básicas que debe incluir una iniciativa al ser propuesta como medida pública. Las iniciativas según tipologías y las características básicas se presentan en la Tabla 3.1-7.

Tabla 3.1-7 Iniciativas según tipologías y características básicas

Tipología	Características básicas			
	Identificación del problema	Monto asociado	Responsable de la iniciativa	Fecha de ejecución
Infraestructura hídrica estructural	4	9	13	9
Infraestructura hídrica no estructural	21	19	23	4
Medidas de gestión	6	6	8	3

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3.1-8 se presentan las iniciativas que contienen información acerca del estado de su ejecución.

Tabla 3.1-8 Iniciativas con estado de ejecución

Tipología	Estrategia de acción	N° de iniciativas	Estado
Infraestructura hídrica estructural	Infraestructura de riego	1	Prefactibilidad

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3.1-9 se presentan los planes de desarrollo de empresas sanitarias presentes en la región por implementar.

Tabla 3.1-9 Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Los Ríos

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
Aguas Décima	2018	Valdivia	Reposición equipos PEAP, aumento de capacidad PTAP, reposición e inclusión de equipos PTAP, reposición equipos PEAS y refuerzo de red de AS
SURALIS	2021	Corral	Reposición e inclusión de equipos PTAP y mejoramiento PTAS
		Futrono	Aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución o recolección, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PEAS, aumento de capacidad PTAS
		La Unión	Captaciones, aumento de capacidad PTAP, obras de distribución o recolección, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAP, reposición equipos PEAP, reposición de red de AS, refuerzo de red de AS, aumento de capacidad PTAS y aumento de capacidad PEAS
		Lago Ranco	Aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución o recolección, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS

Empresa	Vigencia plan	Alcance zonal	Infraestructura estructural planificadas
		Lanco	Captaciones, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP y ampliación PEAS
		Los Lagos	Aumento de capacidad PEAP, obras de distribución o recolección, aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAS, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		Panguipulli	Ampliación PTAP, captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución o recolección y ampliación PEAS
		Río Bueno	Obras de almacenamiento y potabilización, aumento de capacidad PEAP, aumento de capacidad PTAP, obras de distribución o recolección, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PEAS
		Máfil	Mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización y obras de distribución
		Paillaco	Captaciones, obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS
		San José de la Mariquina	Captaciones, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de red de AS y aumento de capacidad PTAS

Fuente: Elaboración en base a SISS, (2023).

Por último, en la Tabla 3.1-10 se consideran los planes maestros de aguas lluvias proyectadas y en desarrollo para la región.

Tabla 3.1-10 Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Los Ríos

Nombre	Localidad	Cuenca BNA	Decreto	Estado decreto
Plan Maestro de Aguas Lluvias La Unión y Río Bueno	La Unión y Río Bueno	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno (102) y Río Bueno (103)	s/i	En desarrollo
Plan Maestro de Aguas Lluvias Los Lagos	Los Lagos	Río Valdivia (101)	s/i	En desarrollo

Fuente: Elaboración en base a CIDOH y recopilación de antecedentes.

3.1.2.2 Iniciativas ejecutadas en el periodo 2015-2023

A partir de los antecedentes de la Inversión histórica del MOP entre los años 1986-2023, en la Tabla 3.1-11 se presentan las iniciativas ejecutadas a partir de las estrategias de acción y montos asociados a cada proyecto. El listado completo de estas iniciativas se presenta en el Anexo 13.04.

Tabla 3.1-11 Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción

Tipología	Estrategias de acción	Programa	N° iniciativas	Inversión	
				Miles \$ cada año	Miles \$ año 2023
Infraestructura hídrica estructural	Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas	APR concentrado	125	27.022.865	33.960.666
		APR semi concentrado	272	44.771.321	54.091.552
		Ampliación y mejoramiento de servicios existentes de APR	39	24.887.854	27.781.377
	Redes hidrométricas	Conservación obras de riego	2	129.500	183.243
	Redes de aguas lluvias	Conservación de obras de aguas lluvias	25	6.005.193	6.969.563
		Evacuación y drenaje de aguas lluvias	21	4.835.410	6.437.351
Infraestructura hídrica no estructural	Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación de riberas (defensas fluviales)	55	15.309.041	18.518.042

Tipología	Estrategias de acción	Programa	N° iniciativas	Inversión	
				Miles \$ cada año	Miles \$ año 2023
	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Modelación hidrológica organizacional	2	146.512	205.830
Medidas de gestión	Planes y políticas	Gestión y manejo de cuencas hidrográficas	2	124.748	176.973
		Planes maestros de aguas lluvias	2	192.885	203.560

Fuente: Elaboración en base a MOP, (2023).

CAPÍTULO 4 BRECHAS HÍDRICAS

4.1 BRECHAS DE BALANCE HIDRICO

Se estimó la brecha hídrica a nivel de cuenca (BNA) para cada una de las presentes en la región. Para esto, se consideró como oferta hídrica la curva de frecuencia calculada a partir de los caudales medios anuales, obtenidos del Balance Hídrico Nacional (DGA, 2022). en el periodo 1985-2015. Por otro lado, la demanda hídrica se determinó al agregar las demandas consuntivas de los diferentes usos en cada cuenca, siendo estas: agua potable urbana, agua potable rural, agrícola, pecuario, minera, industrial y generación eléctrica, incorporando además la demanda proyectada. Adicionalmente, se incluye la recarga subterránea, proveniente de estudios específicos en la cuenca, en caso de existir, por lo que no todas las cuencas disponen de esta información. Finalmente, para las proyecciones de oferta, se consideraron los caudales del GCM representativo de la región obtenido del BHN, mientras que, para la recarga subterránea, con el objetivo de lograr una coherencia en el criterio utilizado, se consideró el porcentaje de cambio de precipitación del GCM representativo en la ventana futura como la variación en la recarga futura. En el Anexo 13.05 se presentan los gráficos con las brechas para cada cuenca. La metodología utilizada para la clasificación se presenta en el Anexo B del Informe Nacional.

En particular, **la brecha hídrica asociada al balance hídrico considera como oferta hídrica disponible para satisfacción de la demanda aquella que posee una probabilidad de excedencia del 85%, mientras que la demanda potencial corresponde a la sumatoria de demandas de agua asociada a los diferentes tipos de consumo y actividades productivas consuntivas.** Considerando el carácter estratégico del Plan y las tendencias observadas y proyectadas respecto al aumento sostenido de la demanda y los efectos del cambio climático en la oferta, se establece la componente de balance de la brecha hídrica para el **año 2055**. Cabe señalar que las brechas asociadas al balance hídrico y las brechas hídricas estratégicas son factores complementarios para el análisis de brechas de infraestructura y para la selección de medidas a implementar. Es decir, las brechas de infraestructura se identificarán considerando la existencia de brechas asociadas a la disponibilidad física de agua (brechas de balance hídrico), además de la necesidad de ejecutar estudios, programas u otras medidas de gestión para que la infraestructura seleccionada pueda ser implementada correctamente

(brechas hídricas estratégicas). Para definir la brecha hídrica asociada al balance, este estudio consideró dos criterios:

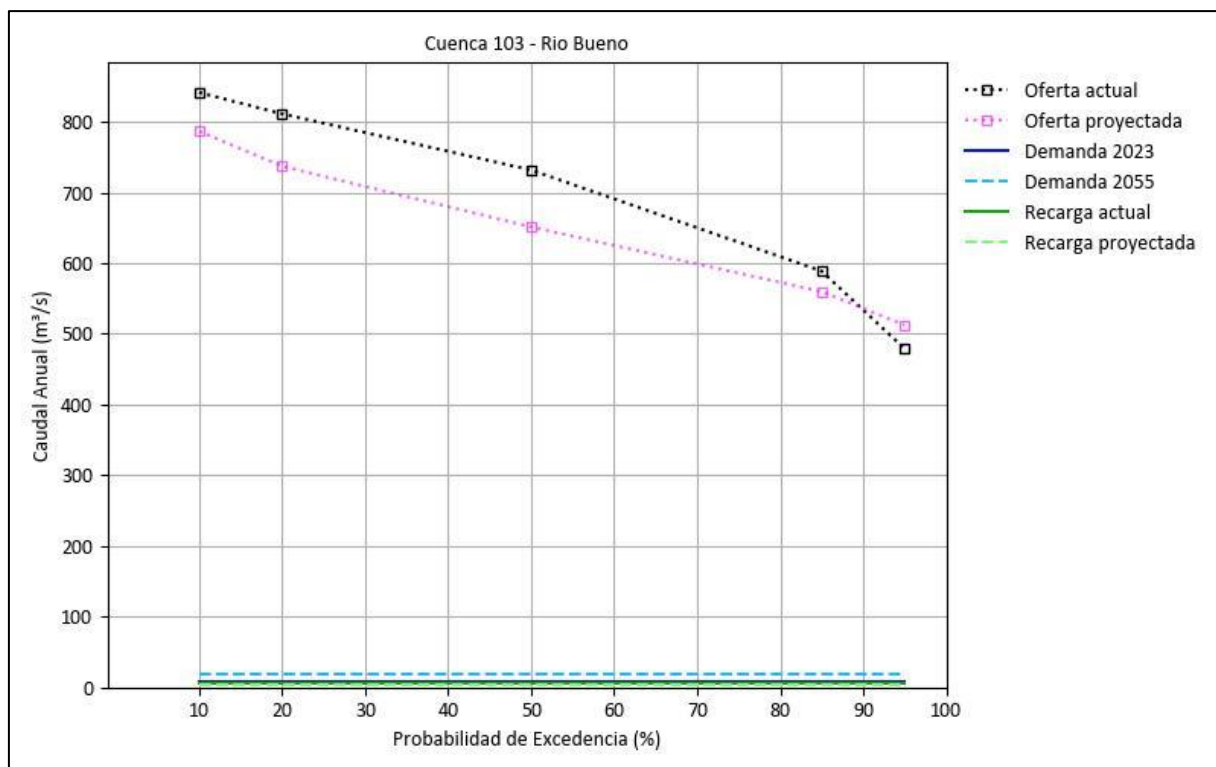
- **Criterio 1:** Se evalúa si la demanda total de la cuenca supera la oferta superficial⁶ en la misma considerando diferentes probabilidades de excedencia. Se considera una **cuenca crítica** aquella donde la demanda supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 50%; una **cuenca en estrés** se determina cuando la demanda supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%; y una **cuenca con recursos** es en la cual la demanda no supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%.
- **Criterio 2:** Se evalúa si en la actualidad existen restricciones para el uso de agua en la cuenca (declaraciones de agotamiento o decretos de escasez para la componente superficial, y, áreas de restricción o zonas de prohibición para la componente subterránea). Este criterio se aplica solo a la situación actual.

Clasificación final: En el caso de existir dos (2) tipos de restricción (superficial y subterráneo) en la cuenca, esta se define inmediatamente como **cuenca crítica**. En el caso de existir un (1) tipo de restricción (superficial o subterráneo) en la cuenca, la clasificación definida en el *Criterio 1* se promueve en un nivel de criticidad, por ejemplo:

Criterio 1 = cuenca con recursos
Criterio 2 = decreto de escasez vigente
Clasificación final = cuenca en estrés

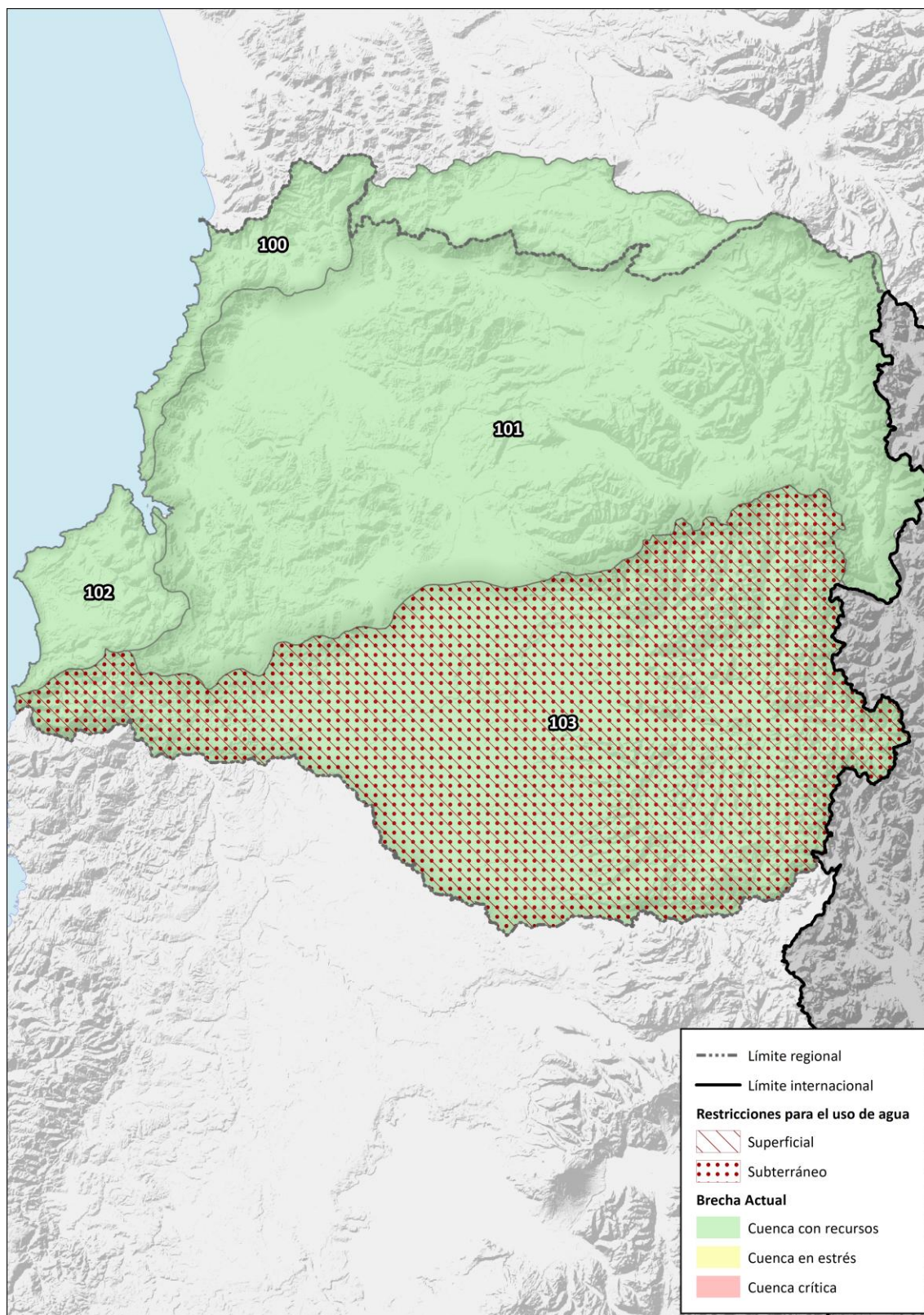
Para la situación actual de la región, en la Figura 4.1-2 se observa que todas las cuencas se encuentran en una situación cuya demanda total no supera la oferta disponible con una probabilidad de excedencia del 85%, es decir son cuencas **con recursos hídricos disponibles**. Sin embargo, se debe considerar que la cuenca del río Bueno (Figura 4.1-1) actualmente posee restricción tanto para el uso de aguas superficiales como para aguas subterráneas, con lo que finalmente es reclasificada a **cuencas crítica** (ver Tabla 4.1-1).

⁶ En base al Balance Hídrico Nacional (DGA, 2018)



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-1 Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 103



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-2 Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Los Ríos

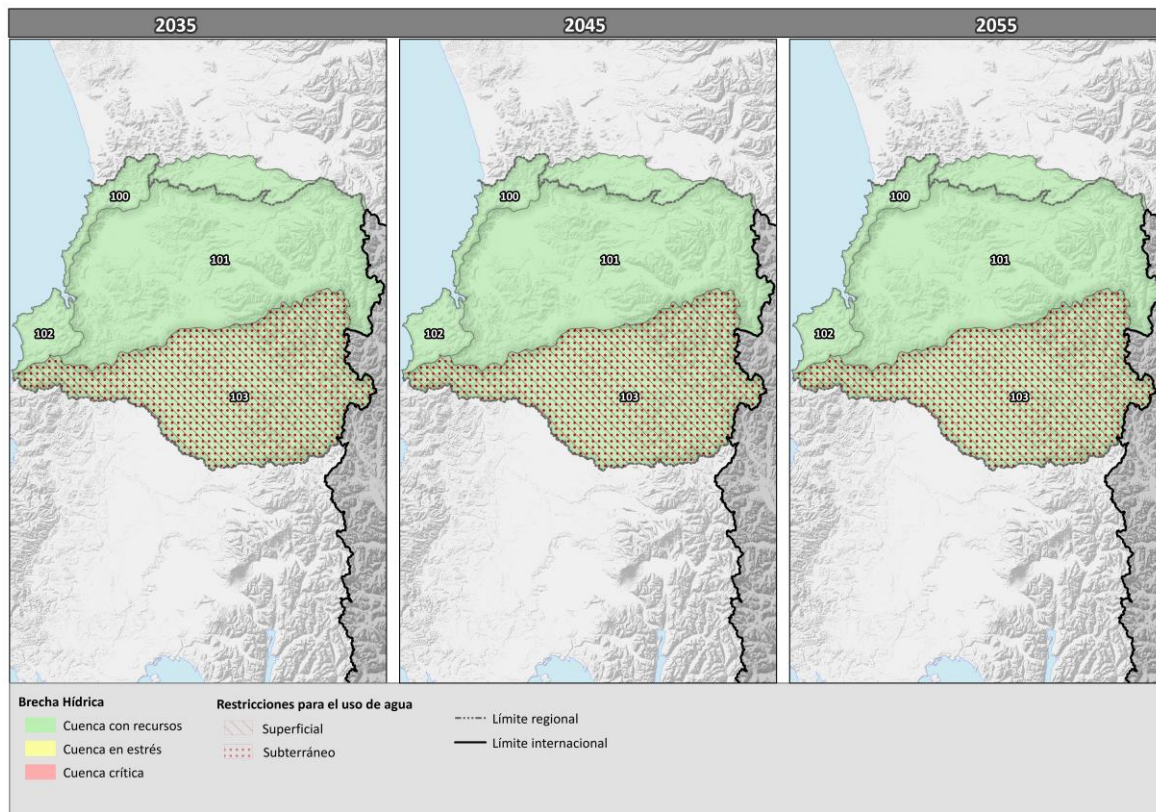
Tabla 4.1-1 Brechas Hídricas por Cuenca Región de Los Ríos

Código BNA	Nombre Cuenca	2025	2035	2045	2055
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
101	Rio Valdivia	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	Con recursos	Con recursos	Con recursos	Con recursos
103	Rio Bueno	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.1-1 se aprecia que solo la cuenca río Bueno (BNA 103) se encuentra en una situación crítica al año 2025. No obstante, se debe considerar que, si bien según el balance hídrico de la cuenca, el estado de las cuencas es con recursos a futuro, si existieran restricciones superficiales o subterráneas existentes (las cuales solo se encuentran en esta cuenca de la región), la situación sería de estrés o crítica. Esta situación se puede observar en la Figura 4.1-3.

Complementario a lo anterior es importante mencionar que una fuente de recursos hídricos utilizados en las cuencas corresponde a recursos subterráneos, donde el disponer de una estimación de la recarga permite acortar la brecha hídrica de interpretar solo el cruce de oferta y demanda. En este sentido, existe una brecha de información en varias de estas cuencas, donde no existe un estudio específico que defina la magnitud de las recargas en ellas. En vista de lo presentado anteriormente, es posible decir que hay cuencas que presentan brechas de información para el completo entendimiento de la situación hídrica. Finalmente, en lo que respecta a esta región, si bien el estado de todas las cuencas es con recursos, se evidencia una situación crítica en la cuenca río Bueno (BNA 103).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1-3 Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Los Ríos

4.2 BRECHAS ESTRATÉGICAS

De acuerdo a lo definido en la metodología para el presente estudio (Anexo B del Informe Nacional) se incluirán las siguientes brechas estratégicas:

- Brechas de información: brechas existentes que limiten la caracterización de la cuenca en los siguientes aspectos: ambiental, climáticos, hidrológicos, hidrogeológicos, calidad de aguas, infraestructura, nuevas fuentes existentes, coordinación y gestión hídrica.
- Brechas para la seguridad hídrica: corresponden a los desafíos de seguridad hídrica regional relacionados directa o indirectamente a la disponibilidad de agua, que dificulta el cumplimiento de los objetivos de seguridad hídrica. Las brechas estarán diferenciadas de acuerdo a las dimensiones de seguridad hídrica:
 - i) seguridad hídrica para el consumo humano, la salud y subsistencia,
 - ii) seguridad hídrica para el desarrollo económico,
 - iii) seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas, y

- iv) seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación.

4.2.1 Brechas de Información

A continuación, se presentan algunas de las brechas de información identificadas durante el diagnóstico. Estas pueden estar vinculadas a información hídrica para la caracterización física de la región, las estimaciones de oferta-demanda o la caracterización de infraestructura.

i. Para caracterización de infraestructura:

- No se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua de entre un 10% y un 29% de las viviendas rurales.
- No se posee información en relación al acceso de red de alcantarillado de alrededor de entre el 45% y el 57% de la población rural.
- No se posee real conocimiento de la situación de acceso al agua potable y alcantarillado en las áreas rurales de la región, ya que los indicadores presentan sesgo de información al dejar a comunas fuera de análisis.
- Los catastros de SSR no se encuentran estandarizados y actualizados, aquellos perteneciente a la DOH presentan mayor número de SSR; no obstante, no aportan información en relación al saneamiento. Mientras que el listado de SSR de la SISS presenta información de saneamiento, pero los catastros se encuentran restringidos a aquellos SSR que poseen tarificación.
- No existen catastros de SSR actualizados y generalizados para la región, que contengan la información necesaria para identificar concretamente el porcentaje de población rural con acceso a agua potable y alcantarillado
- Insuficiente información respecto a disponibilidad de agua en acuíferos.
- No se dispone de información detallada respecto al volumen embalsado de gran parte las obras de acumulación de la región. Esta falta de datos dificulta la evaluación precisa de la capacidad de almacenamiento hídrico disponible, así como la planificación efectiva para el manejo del recurso hídrico y la prevención de posibles crisis hídricas.
- Déficit de red hidrométrica operativa y consolidada.
- Se identifica una serie de brechas de información entorno al funcionamiento y gestión de las obras de acumulación de aguas, lo que repercute en el mal funcionamiento y distribución del recurso hídrico.
- En las cuencas costeras entre límite región y Río Valdivia (Código BNA: 101) y costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (Código BNA: 102), no se cuenta con información disponible de calidad de aguas.

ii. Para caracterización de oferta-demanda

- Desconocimiento de los titulares de DAA.
- Déficit de estaciones y metodologías de muestreo de calidad de aguas.
- Bajo nivel de integración de datos e información proveniente del sector público y privado.
- Carencia de protocolo de validación de información proveniente de distintas fuentes, ya sea público o privado
- Se identifica déficit de estudios hidrogeológicos actualizados y de modelación de las cuencas de la región lo que permite conocer la disponibilidad hídrica, mejorar su distribución y uso considerando los niveles actuales de la cantidad del recurso en una situación de cambio climático y déficit hídrico.
- Falta de estudios con estimaciones de recarga
- GCM seleccionado como escenario desfavorable no permite realizar todos los análisis. Además, existen limitaciones en estos GCM, aclarados en el mismo estudio que los realizó.
- No se presentan catastros a nivel regional y comunal con la totalidad de eventos extremos ocurridos.
- Se reconoce una carencia de datos sobre los consumos reales de agua por parte de los principales sectores productivos en la región. Esta falta de información no solo dificulta la estimación de la demanda actual de agua, sino también dificulta la capacidad de proyectar de manera adecuada las necesidades futuras.

4.2.2 Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia

En esta dimensión, el análisis se centró en garantizar el acceso equitativo y suficiente al agua potable y a servicios de saneamiento para las personas, con un enfoque en las necesidades básicas de consumo humano. Las brechas identificadas se relacionaron con la cobertura insuficiente de estos servicios, la falta de infraestructura y las dificultades para asegurar un suministro adecuado.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la

justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada.

En la Tabla 4.2-1 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

Tabla 4.2-1 Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Los Ríos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre límite región y Río Valdivia	Río Valdivia	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	Río Bueno
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii entre un 31% y un 44% de las viviendas rurales no presentan acceso a la red de agua potable, mientras que se presenta una brecha de información de alrededor del 10% y el 29% de las viviendas rurales regionales.	Población de localidades rurales desconcentradas y semiconcentradas sin servicios de agua potable	Falta de infraestructura básica de agua potable y saneamiento en comunidades marginadas y rurales, lo que impide reducir las disparidades territoriales y promover la equidad social a través del acceso universal a servicios de calidad.	Porcentaje de cobertura de la red de agua potable rural respecto del total de viviendas de la cuenca.	Cobertura menor a o igual a 70% Cobertura mayor a 70% y menor a 85% Cobertura mayor o igual a 85	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4
En base a los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4ii entre un 36% y un 57% de la población rural no presenta acceso a la red de alcantarillado, mientras que se presenta una brecha de información de alrededor de entre un 10% y un 45% de la totalidad de la población rural regional.	Déficit en la cobertura del servicio de saneamiento y tratamiento en APR concentrados, semiconcentradas y desconcentradas	Falta de infraestructura básica de agua potable y saneamiento en comunidades marginadas y rurales, lo que impide reducir las disparidades territoriales y promover la equidad social a través del acceso universal a servicios de calidad.	Porcentaje de cobertura de la población saneada por alcantarillado rural respecto al total de la población de la comuna.	Cobertura menor a o igual a 30% Cobertura mayor a 30% y menor a 50% Cobertura mayor o igual a 50%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4
La población rural de áreas con APR en las cuencas de la región de Los Ríos, presenta un incremento en la población rural de un 19% para la cuenca del Río Bueno (código BNA 103) para el año 2055 respecto de la población actual, le siguen la cuenca del Río Valdivia (código BNA 101) con un 12%, las cuencas Costeras entre límite Región y Río Valdivia (código BNA 101) con un 11% y por último las cuencas Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (código BNA 102) con un 5,4%. Para las áreas sin presencia de APR, se observa una proyección del 5% de aumento para el año 2055 en la totalidad de las cuencas presentes en la región. (ver acápite 2.2.2)	Aumento de la demanda de agua potable en áreas sin planificación y sin disponibilidad suficiente.		Tasa de migración en las comunas de la región (x1000)	Migración neta mayor o igual a 10 Migración neta menor a 10 y mayor a 0 Migración neta menor o igual a 0	Alta =4 Media =2 Baja =2	2	2	2	1
Se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 94,6% del total de clientes en la región. Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los Clientes Residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa de crecimiento de un 0,2% (ver acápite 2.2.1)	Aumento de la demanda de agua potable urbana asociada a un incremento de la población		Tasa de crecimiento Demanda Urbana promedio por cuenca ((Dda35 - Dda25)/Dda25) (acápite 2.2.1)	Alta Criticidad = Tasa de crecimiento mayor a 8% Alta Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 8% y mayor a 4% Baja Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 4%	Alta =4 Media =2 Baja =1	N/A	2	2	1
Para el año 2022 se estimó un promedio de pérdidas por distribución de un 39% a nivel regional; las pérdidas más altas se registraron en las localidades de Panguipulli, San José de la Mariquina y Lanco (más de un 45% de pérdidas), mientras que solo la localidad de Valdivia se mantuvo bajo un 20% de pérdidas. (ver Anexo 05.02 Demanda futura)	Deterioro en el sistema de distribución de agua potable (pérdidas)		Porcentaje de pérdidas por efecto de fugas	Pérdidas mayor o igual a 40% Pérdidas menor a 40 y mayor a 20% Pérdidas menor o igual a 20%	Alta =4 Media =2 Baja =1	N/A	4	2	2
Dentro de la región de Los Ríos no se observa infraestructura o proyectos de infraestructura asociados a fuentes no convencionales para consumo humano	Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el consumo humano a escalas relevantes	Falta de estándares de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos sicionaturales y promuevan la equidad en el acceso al agua y saneamiento, especialmente mediante iniciativas de reutilización de aguas residuales para generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez.	Uso de fuentes no convencionales de agua en consumo humano	No existen proyectos para uso de fuentes no convencionales para consumo humano Se planifica la implementación de proyectos públicos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
 Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica

Esta dimensión abordó la relación entre el uso del recurso hídrico y las actividades productivas clave en la región. El enfoque principal fue identificar las brechas en la eficiencia hídrica en estos sectores. Las brechas se centraron en la necesidad de mejorar el uso eficiente del agua en los procesos productivos y en asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las actividades económicas.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y *baja criticidad* con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada.

En la Tabla 4.2-2 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

Tabla 4.2-2 Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Los Ríos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre límite región y Río Valdivia	Río Valdivia	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	Río Bueno
En la región de Los Ríos, la eficiencia de aplicación de riego promedio estimada para el año 2023 es del 74%. Esta eficiencia varía entre un 73% y un 75%, siendo la cuenca "Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno" la que presenta el valor más bajo, y la cuenca "Río Bueno" el valor más alto. Aunque se observan eficiencias de aplicación de riego elevadas y no hay una disparidad significativa entre las cuencas, aún existen oportunidades para promover mejoras en la gestión del agua. Esto contribuiría a aumentar la productividad de los cultivos y mitigar los impactos del cambio climático (mayor detalle en Anexo 13.02)	Déficit en tecnificación del riego y modernización de sistemas de control de heladas.	-	Eficiencia de aplicación de riego (%) (año 2023)	Eficiencia de riego ≤ 70% 70% < Eficiencia de riego < 75% Eficiencia de riego ≥ 75%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	2	2	1
En la región de Los Ríos se identifican aproximadamente 15 km de canales, ubicados en su totalidad en la cuenca Río Valdivia. En otras cuencas de la región no se identifican canales. Es fundamental mantener estos canales para minimizar las pérdidas de agua por filtración y evaporación, lo que a su vez mejora la eficiencia en la distribución del recurso hídrico (mayor detalle en Anexo 13.01).	Deterioro en el sistema de distribución de agua para riego.	-	Longitud total de canales de riego	Concentra más del 75% de los canales de la región. Concentra entre el 40 y el 75% de los canales de la región. Concentra menos del 40% de los canales de la región.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	4	1	1
Según la tendencia histórica, se prevé que la demanda hídrica agrícola en la región de Los Ríos aumentará en un 94% para el año 2055. A pesar de que en los últimos 14 años se ha observado una reducción de la superficie dedicada a gran parte de los cultivos y un aumento significativo en la de viñas, parronales y praderas mejoradas, los cuales muestran una mejor adaptación a condiciones de estrés hídrico en comparación con otros cultivos, aún es necesario, dadas las proyecciones, fomentar la investigación y el desarrollo de cultivos más resistentes a la sequía y menos dependientes del riego (mayor detalle en acápite 2.2.3 del estudio).	Aumento de la demanda de agua para riego debido a superficies de cultivo con uso intensivo de agua.	Falta de gestión integrada del agua a nivel de cuenca, incluyendo infraestructura para gestionar la disponibilidad y fomentar la investigación de nuevas fuentes de agua. Falta de adaptación de instrumentos de distribución de recursos hídricos a las necesidades específicas del territorio, como la acumulación y recolección de agua de lluvia.	Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica agrícola (Periodo 2023-2055)	Aumento de la demanda agrícola ≥ 35% 10% < Aumento de la demanda agrícola < 35% Aumento de la demanda agrícola ≤ 10%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	4	1	4
En la región de Los Ríos no se identifican Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUAs).	Descoordinación entre las instituciones con atribuciones en la gestión del agua de la cuenca (Juntas de vigilancia, organizaciones de usuarios, organismos del Estado, etc.).	-	Presencia de OUAs	No hay presencia de OUAs o solo CA/AC Presencia de CAS o JV Presencia de JV y CAS	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4
En la región de Los Ríos, después de la actividad agropecuaria-silvícola, la industria manufacturera se destaca como el principal sector económico que demanda recursos hídricos en la actualidad. Se espera que la demanda total de agua de la industria manufacturera aumente en un 125% en el periodo 2023-2055. Ante este escenario, es crucial implementar tecnologías innovadoras y eficientes para una gestión sostenible del recurso hídrico en el sector industrial (mayor detalle en acápite 2.2.6 del estudio).	Déficit de modernización de tecnologías y optimización del uso a través de equipos y procesos para la eficiencia hídrica en la producción minera e industrial	Falta de adaptación de instrumentos de distribución de recursos hídricos a las necesidades específicas del territorio, como la acumulación y recolección de agua de lluvia.	Variación porcentual de la demanda hídrica industrial (Periodo 2023-2055)	Aumento de la demanda ≥ 100% 50% < Aumento de la demanda < 100% Aumento de la demanda ≤ 50%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	4	1	4
En la región de Los Ríos no se identifican obras de acumulación. Respecto a las proyecciones de la oferta hídrica superficial, se observa una tendencia a la baja hasta el año 2055, lo que podría resultar en una reducción de los volúmenes aportantes a posibles futuros proyectos de acumulación (ver acápite 2.3.1.1 del estudio para más detalle).	Disminución de aportes superficiales a obras de acumulación.	-	Disminución de la oferta hídrica superficial (Periodo 2025-2055).	Disminución de la oferta hídrica superficial ≥ 5% 2 < variación de la oferta hídrica superficial < 5% Disminución de la oferta hídrica superficial ≤ 2%	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	2	4	4
En la región de Los Ríos se han implementado obras multipropósito destinadas a garantizar el suministro de agua mediante fuentes no convencionales, así como proyectos futuros en esta línea. Estas obras abarcan la instalación de desaladoras y la cosecha de aguas lluvias y uso de aguas servidas tratadas, distribuidas en dos cuencas de la región. En las demás cuencas, no se han identificado obras en funcionamiento ni proyectos futuros hasta el momento (mayor detalle en acápite 3.1.1.6 del estudio).	Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el desarrollo de actividades productivas a escalas relevantes.	Falta de infraestructura facilitadora y segura y de soluciones inteligentes y sostenibles que prioricen tanto el consumo humano como la producción de alimentos, y la necesidad de mayores presupuestos regionales para infraestructura de acumulación.	Presencia de obras o proyectos multipropósito para el abastecimiento de agua desde fuentes no convencionales	No existen proyectos para uso de fuentes no convencionales. Se planifica la implementación de proyectos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales. Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales.	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	1	4	1

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas

En esta dimensión, la atención se enfocó en el equilibrio entre el uso del agua y la protección de los ecosistemas naturales, especialmente en áreas de alta biodiversidad y valor ambiental. Las brechas se identificaron en relación con la conservación de los caudales ecológicos, la preservación de humedales. El objetivo fue garantizar que el uso del agua no comprometa la integridad de los ecosistemas acuáticos y terrestres en la región.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada

En la Tabla 4.2-3 y la Tabla 4.2-4 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y su clasificación para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha.

Tabla 4.2-3 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Ríos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificació n (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre límite región y Río Valdivia	Río Valdivia	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	Río Bueno
Una práctica agrícola que no prioriza la eficiencia en el uso de agroquímicos conduce a la contaminación del suelo, agua y aire, así como a la generación de pasivos ambientales. En la Región de Los Ríos, con una destacada producción de cultivos como el maíz y la papa, el uso intensivo de agroquímicos presenta riesgos significativos. En 2023, el 37% de las muestras de agua en zonas agrícolas mostraron niveles superiores a los recomendados de nitratos (Fuente: Informe de la Oficina de Planificación Agraria, 2023).	Escaso manejo de contaminantes y pasivos ambientales en agricultura		Calidad de agua, parámetro nitrato en la Cuenca	Sobre el límite permitido de 50 mg/L=Alta criticidad. Entre 40 a 50 mg/L=Media criticidad. Bajo 40 mg/L=baja criticidad	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1
El deterioro de la calidad del agua en la Región de Los Ríos se agrava con la falta de saneamiento en localidades rurales. En 2023, el 62% de las localidades rurales no contaban con sistemas adecuados de tratamiento, afectando la calidad del agua en ríos y lagos (Fuente: Ministerio de Salud, 2023).	Deterioro de la calidad de aguas debido a las descargas de aguas servidas desde localidades rurales sin servicios de saneamiento		% de cobertura de alcantarillado	70% de cobertura o inferior=Alta criticidad. 70 al 90%=Media criticidad. Sobre el 90%=Baja criticidad	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	4	4	4
La actividad industrial en la Región de Los Ríos, especialmente en la producción de papel y celulosa, contribuye al riesgo de contaminación. En 2022, se reportaron niveles elevados de contaminantes en cuerpos de agua cercanos a zonas industriales debido a la falta de control durante eventos de crecidas (Fuente: Informe del Centro de Estudios del Agua, 2022).	Riesgos de contaminación de las aguas por parte de sector industrial y minero asociado a eventos de crecidas e inundaciones	Insuficiente gestión integrada de los recursos hídricos que asegure la calidad del agua y promueva la protección y conservación de los recursos hídricos continentales.	Cuenta con Plan de Gestión Integrada de Cuencas	Alta Criticidad (Valor 4): No cuenta con Plan de Gestión Integrada de Cuencas Baja Criticidad (Valor 1): Cuenta con Plan de Gestión Integrada de Cuencas	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	1	4	4
La expansión agrícola y el cambio de uso del suelo en Los Ríos han afectado negativamente a los ecosistemas acuáticos. Un estudio de 2023 revela que el 47% de los humedales han sido alterados por la expansión agrícola, afectando su capacidad para regular la calidad del agua (Fuente: Fundación Defensores del Medio Ambiente, 2023).	Ecosistemas adyacentes a sistemas acuáticos afectadas por cambio de uso de suelo o uso productivo intensivo	Falta de un enfoque descentralizado y coordinado regionalmente que facilite la planificación estratégica y gestione iniciativas para el desarrollo sostenible y la preservación de la biodiversidad. Falta de soluciones inteligentes y sostenibles en los proyectos de infraestructura y gestión de recursos hídricos para mejorar la disponibilidad y calidad del agua mediante la reforestación de bosques nativos en cuencas hidrográficas.	Tasa de deforestación en la región del Biobío en los últimos 20 años. Datos de MAPBIOMAS Chile, abril de 2024. Se calcula como: Tasa de Deforestación Anual(%)=(bosque nativo al inicio- bosque nativo final/bosque nativo al inicio)*(T/100). T es el periodo de 20 años.	Alta criticidad: Tasa de deforestación anual mayor al 2%. Media criticidad: Tasa de deforestación anual entre 1% y 2%. Baja criticidad: Tasa de deforestación anual menor al 1%.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1
La Región de Los Ríos carece de normas secundarias específicas para la calidad de aguas superficiales. Según el informe de 2022 del Servicio Nacional de Salud, la falta de directrices claras ha dificultado la implementación de medidas de restauración efectivas en cuerpos de agua afectados por eutrofización (Fuente: Servicio Nacional de Salud, 2022).	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas superficiales		Existencia de Norma Secundaria de Aguas Superficiales	Alta criticidad: Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	2	2
La región no cuenta con normas secundarias para la calidad de aguas subterráneas, lo cual es crítico para la protección de acuíferos utilizados en zonas agrícolas y urbanas. En 2023, un estudio reveló que el 39% de los acuíferos monitoreados en Los Ríos presentaban niveles preocupantes de contaminación por nitratos (Fuente: Instituto de Hidrología de Los Ríos, 2023).	Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas subterráneas		Existencia de Norma Secundaria de Aguas Subterráneas	Alta criticidad: Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Subterráneas Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Subterráneas	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	2	2

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2-4 Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Los Ríos (continuación)

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre límite región y Río Valdivia	Río Valdivia	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	Río Bueno
A pesar de algunos esfuerzos en la mejora de infraestructura, la frecuencia y la calidad del monitoreo de aguas en Los Ríos siguen siendo insuficientes. Un informe de 2023 indica que solo el 31% de los sitios de monitoreo cumplen con los estándares internacionales de frecuencia y precisión (Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Los Ríos, 2023).	Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de aguas e hidrometría	Falta de medición y monitoreo de las variables ambientales que caracterizan los servicios ecosistémicos para la protección, restauración y remediación de bordes costeros, lacustres, fluviales, cauces y humedales. Insuficiente diagnóstico del estado de la infraestructura hidráulica actual y falta de acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca, incluyendo control de extracciones y la calidad físico-química de las fuentes de agua.	Frecuencia de monitoreo, información disponible en línea de la página de la Dirección General de Aguas. Complementado con extracciones efectivas o monitoreo de calidad de aguas	Alta criticidad: Menos del 50% de los parámetros necesarios monitoreados o No cuenta con monitoreo de extracciones efectivas y no cuenta con monitoreo de calidad de aguas. Media criticidad: Entre 50% y 75% de los parámetros necesarios monitoreados. O Cuenta con monitoreo de calidad de aguas Baja criticidad: Más del 75% de los parámetros necesarios monitoreados.	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	2	4	2
La pérdida de capacidad natural de los ecosistemas en Los Ríos se debe a la insuficiencia del caudal ambiental en humedales y bosques ribereños. Un estudio de 2022 muestra que el 49% de los humedales han perdido su capacidad de filtración debido a la reducción de caudal (Fuente: Centro de Investigación en Ecología de Ecosistemas, 2022).	Pérdida de capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad ambiental de las aguas y mantener servicios ecosistémicos	Insuficiente diagnóstico del estado de la infraestructura hidráulica actual y falta de acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca, incluyendo control de extracciones y la calidad físico-química de las fuentes de agua.	Indice Compuesto de Criticidad Ambiental=Valor de Calidad del Agua+Valor de Criticidad de Humedales	Alta Criticidad: Oferta hídrica menor al 40% del caudal ambiental necesario. Media Criticidad: Oferta hídrica entre 40% y 75% del caudal ambiental necesario. Baja Criticidad: Oferta hídrica mayor al 75% del caudal ambiental necesario.	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	1	1	1
	Degradación y pérdida de servicios ecosistémicos provistos por humedales, salares u otro tipo de ecosistema acuático		Cobertura de Protección de humedales = Superficie de Humedales Protegidos / Superficie Total de Humedales en la Cuenca. Considera cualquier tipo de Humedal informado en shape oficial de Ministerio de Medio Ambiente.	Alta Criticidad (4): Porcentaje de Protección < 5% Media Criticidad (2): 5% ≤ Porcentaje de Protección < 25% Baja Criticidad (1): Porcentaje de Protección ≥ 25%	Alta =4 Media =2 Baja =1	4	2	2	4

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Brechas para la seguridad hídrica que promueva la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación

En esta dimensión, el foco estuvo en la capacidad de las cuencas hidrográficas para enfrentar amenazas relacionadas con el cambio climático y eventos extremos, como sequías prolongadas, inundaciones o episodios de contaminación. Las brechas identificadas se relacionaron con la vulnerabilidad de las cuencas ante estos fenómenos y la necesidad de fortalecer las infraestructuras de almacenamiento y protección. El objetivo fue asegurar la resiliencia de las cuencas frente a eventos futuros y reducir el riesgo de desastres hídricos.

La evaluación de brechas estratégicas se inició con la definición de objetivos específicos regionales basados en una revisión exhaustiva de antecedentes locales y nacionales sobre la gestión hídrica y sus desafíos. Luego, a partir de dichos objetivos se identificaron brechas estratégicas específicas, las que son complementadas con información hídrica, ambiental y socio-económica, asegurando una integración de los desafíos regionales con los contextos de mayor escala.

Para analizar las brechas identificadas, se desarrollaron indicadores específicos. Estos indicadores fueron seleccionados con base en los objetivos y necesidades particulares de la región, y sus rangos fueron establecidos en función de la información disponible en la justificación regional. Finalmente, se establecieron niveles de criticidad para cada indicador, utilizando una escala donde *alta criticidad* se asignó con un valor de 4, *criticidad media* con 2, y baja criticidad con 1. Esta clasificación permitió evaluar las cuencas hidrográficas según su vulnerabilidad y necesidades de intervención, conforme a cada dimensión de seguridad hídrica evaluada

En la Tabla 4.2-5 se presentan las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha. El criterio es aplicado de acuerdo a una serie de indicadores que permiten establecer rangos de análisis cuantitativo para las brechas.

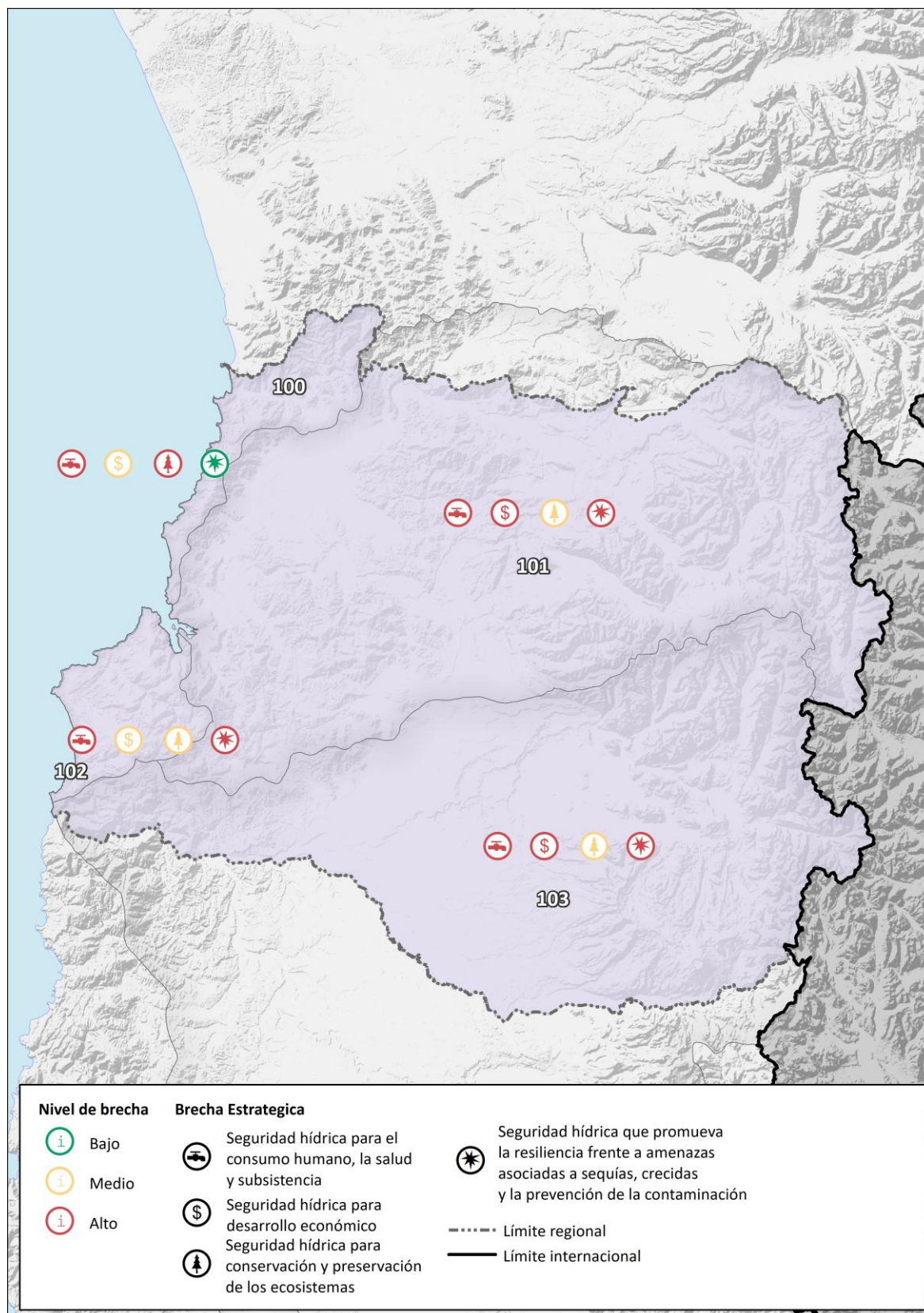
Tabla 4.2-5 Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Los Ríos

Justificación regional	Brechas Estratégicas Generales	Brechas Estratégicas Específicas Regionales	Indicador	Rango	Clasificación (qué tan crítica es la brecha)	Costeras entre límite región y Río Valdivia	Río Valdivia	Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno	Río Bueno
No se observa infraestructura de resiliencia dentro de la región de Los Ríos. En cuanto a planes de drenaje, se observa solo plan maestro de aguas lluvias de la ciudad de Valdivia.	Baja efectividad de sistemas de drenaje de aguas lluvia	Falta de estándares fundamentales de infraestructura que reduzcan la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos y promuevan infraestructura resiliente, incorporando soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección a eventos extremos (acápite 2.3.2). Se incluye la ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 2.3.2)	Variación porcentual sobre 20% de Pp24 en eventos extremos u Ocurrencia Histórica de eventos de inundación o aluvión. Variación porcentual entre 1 y 20% de Pp24 en eventos extremos Variación porcentual bajo el 1% de Pp24 en eventos extremos	Alta =4 Media =2 Baja =1	2	4	4	4
No se identifica Infraestructura de defensa fluvial y aluvional dentro de la región de Los Ríos.	Aumento del impacto de eventos de crecida asociado a precipitaciones intensas.	Falta de identificación de áreas vulnerables y medidas de prevención, adaptación y mitigación para mejorar la resiliencia, seguridad y desarrollo sostenible, junto con el fortalecimiento de las capacidades para la prevención y respuesta a desastres.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección en relación a la densidad poblacional de la cuenca. Se incluye la ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 2.3.2)	Densidad poblacional >= 100 h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp. u Ocurrencia Histórica de eventos de inundación o aluvión. Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	4	4	4
No se identifica Infraestructura de defensa fluvial y aluvional dentro de la región de Los Ríos.	Aumento del impacto por eventos de deslizamientos de tierra sobre infraestructura y poblaciones.	Falta de identificación de áreas vulnerables y medidas de prevención, adaptación y mitigación para mejorar la resiliencia, seguridad y desarrollo sostenible, junto con el fortalecimiento de las capacidades para la prevención y respuesta a desastres.	Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección en relación a la densidad poblacional de la cuenca	Densidad poblacional >= 100 h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp	Alta =4 Media =2 Baja =1	1	2	2	2

N/A: Evaluación de la brecha no aplica a la cuenca. s/i: La cuenca no cuenta con suficiente información para evaluar el indicador.
 Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Resumen de brechas estratégicas

En la Figura 4.2-1 se presenta un resumen de las brechas estratégicas identificadas en la región y clasificadas para cada cuenca según el grado de criticidad de dicha brecha.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.2-1 Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Los Ríos

4.3 BRECHAS HÍDRICAS PARA INFRAESTRUCTURA

4.3.1 Desarrollo matriz OAI

En este acápite se presentan las brechas relativas a las obras de infraestructura hídrica, específicamente vinculadas a la disponibilidad de información hídrica.

4.3.1.1 Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos estratégicos regionales vinculados a los ejes estratégicos a nivel nacional:

i. Dimensión para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano

- Asegurar el acceso universal a servicios de infraestructura básica, con especial énfasis en comunidades marginadas y rurales, garantizando el derecho al agua potable y saneamiento accesible y de calidad. Se busca reducir las disparidades territoriales y promover la equidad social, priorizando asentamientos rurales pequeños y fomentando infraestructura estratégica que promueva el desarrollo sostenible. Además, se establecerán estándares mínimos de calidad para asegurar el acceso a servicios de agua y saneamiento en todas las áreas desatendidas.
- Establecer estándares de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos socionaturales y promuevan la equidad en el acceso al agua y saneamiento. Priorizar iniciativas de saneamiento y reutilización de aguas residuales para mejorar la calidad de vida, proteger el ambiente y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Además, se busca mejorar la sostenibilidad y gestión de los servicios en zonas rurales, previniendo la segregación social urbana.

ii. Dimensión para la producción sostenible y eficiencia hídrica

- Promover el desarrollo productivo sostenible a través de infraestructura facilitadora y segura, la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles, priorizando al mismo tiempo el consumo humano y la producción de alimentos. Se proponen mayores presupuestos regionales para la infraestructura de acumulación dentro y fuera de los predios. Además, se destaca la necesidad de generar condiciones para un modelo de producción sostenible y un consumo responsable a través de modelos de negocios colaborativos y circulares, innovaciones y la mejora del patrimonio natural y cultural.
- Gestionar los recursos hídricos a nivel de cuenca, fomentando prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad. Se recomienda implementar una gestión integrada del agua, con énfasis en la infraestructura para gestionar la disponibilidad y fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua. Se pretende promover

mecanismos y medidas de incentivo para incrementar el uso eficiente y sostenible del agua, con base en la modernización de los sistemas y los usos múltiples del agua, incorporando criterios ambientales. Se sugiere adaptar los instrumentos de distribución mejorada de los recursos hídricos y de promoción del riego a las necesidades específicas del territorio, con énfasis en la acumulación y recolección de agua de lluvia. Se propone reforzar el apoyo, el seguimiento y la transferencia de conocimientos en torno a las formas organizativas de las obras de riego o drenaje y las tecnologías asociadas, difundiendo mejor la información a nivel territorial y sectorial.

iii. Dimensión para la conservación y preservación de los ecosistemas

- Posicionarse con un alto estándar y una cobertura integral de servicios de infraestructura y gestión de recursos hídricos. Esto se logrará mediante un enfoque descentralizado y coordinado regionalmente, facilitado por una planificación estratégica que identifique, priorice y gestione iniciativas que contribuyan al desarrollo sostenible de la región, al tiempo que preserva su biodiversidad. La región implementará soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura y gestión de recursos hídricos, con un enfoque en la protección de los ecosistemas y los cursos de agua superficiales a través del aumento de la reforestación de bosques nativos en las cuencas hidrográficas, para mejorar la disponibilidad y calidad del agua. Adicionalmente, la región avanzará hacia una gestión integrada de los recursos hídricos que asegure la calidad del agua y el uso sostenible, promoviendo la protección y conservación de los recursos hídricos continentales.
- Valorar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y diseño de intervenciones territoriales, e integrar este componente en políticas sectoriales específicas, normativas y planes especiales de bordes costeros, lacustres y fluviales, cauces y humedales, para visibilizar su valor y la necesidad de protección, restauración, reparación y remediación de estos sistemas. Para ello es clave la medición y monitoreo de las variables ambientales que caracterizan los servicios ecosistémicos, así como la promoción de prácticas de construcción sustentable en la planificación. Adicionalmente, se incentiva el inventario, caracterización y difusión de información sobre las condiciones del suelo y los cambios de uso del suelo, con el fin de anticipar y mitigar los potenciales riesgos de alteración o degradación de sus funciones. Además, es necesario diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca, incluyendo herramientas de cálculo, control de extracciones, calidad físico-química de fuentes superficiales y subterráneas, gobernanza y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, glaciológica y nivológica.

iv. Dimensión para la resiliencia frente a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación

- Fortalecer la resiliencia ante amenazas como sequías, inundaciones y contaminación. Esto implica establecer estándares fundamentales de infraestructura para reducir la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos, promover infraestructura resiliente, considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación, proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y asegurar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque también incluye la identificación de áreas vulnerables e implementar medidas de prevención, adaptación y mitigación para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. Esto incluye la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura, así como el fortalecimiento de las capacidades públicas y privadas para la prevención y respuesta a desastres.

4.3.1.2 Acciones o Iniciativas 2010-2022

A continuación, se identifican las necesidades de infraestructura hídrica en la región. El análisis se realiza desde el punto de vista de las principales demandas definidas en el acápite 2.2, incluyendo las nuevas fuentes disponibles para su abastecimiento.

En análisis de las iniciativas estratégicas de inversión en la región de Los Ríos (ver acápite 3.1.2) se identificaron un total de 55 iniciativas entre 2010 y 2022, distribuidas en conservación de recursos hídricos, consumo humano, desarrollo económico y resiliencia ante eventos extremos. Las iniciativas de infraestructura hídrica estructural corresponden, principalmente, a redes hidrométricas, producción y distribución de agua potable y tratamiento de aguas servidas, desalinización, infraestructura de riego, infraestructura de distribución de agua, obras de acumulación de agua, reúso de aguas residuales, redes de aguas lluvias, captación de aguas, trasvase de aguas, recarga de acuíferos y conservación de riberas. Cabe señalar que, en el caso de las iniciativas regionales, se han aplicado para todas las cuencas de la región.

Con el objetivo de vincular las iniciativas catastradas, con los objetivos estratégicos regionales, se presentan en la Tabla 4.3-1 y Tabla 4.3-2 las tipologías de iniciativas y las medidas asociadas que potencialmente podrían ayudar a alcanzar los objetivos estratégicos.

Tabla 4.3-1 Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Ríos

Objetivos y problemas identificados en la región (O)		Tipo de iniciativas necesarias para alcanzar objetivos (A)		
Dimensión estratégica SH Nacional	Objetivos regionales específicos	Infraestructura estructural	Infraestructura no estructural	Medidas de Gestión
D1. Derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia	Asegurar el acceso universal a servicios de infraestructura básica, con especial énfasis en comunidades marginadas y rurales, garantizando el derecho al agua potable y saneamiento accesible y de calidad. Se busca reducir las disparidades territoriales y promover la equidad social, priorizando asentamientos rurales pequeños y fomentando infraestructura estratégica que promueva el desarrollo sostenible. Además, se establecerán estándares mínimos de calidad para asegurar el acceso a servicios de agua y saneamiento en todas las áreas desatendidas.	Producción-distribución de agua potable	Estudio hidrogeológico disponibilidad hídrica	Creación de capital humano Planes y políticas
		Saneamiento y tratamiento de aguas servidas	Estudios de saneamiento	Creación de capital humano Planes y políticas
		Captación de aguas	Estudios para abastecimiento de agua potable	Reservas de agua Planes y políticas Análisis situación legal DAA
		Captación de aguas	Reservas y áreas de protección de recursos hídricos Estudios para abastecimiento de agua potable	
		Infraestructura de distribución de agua	Estudio obras de distribución de aguas	
	Establecer estándares de infraestructura básica que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos siconaturales y promuevan la equidad en el acceso al agua y saneamiento. Priorizar iniciativas de saneamiento y reutilización de aguas residuales para mejorar la calidad de vida, proteger el ambiente y generar nuevas fuentes de agua en zonas de escasez, contribuyendo a la economía circular del agua. Además, se busca mejorar la sostenibilidad y gestión de los servicios en zonas rurales, previniendo la segregación social urbana.	Desalinización Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia) Recarga artificial de acuíferos	Estudios de desalación Estudio de reúso de aguas Estudios de aguas lluvias Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
D2. Producción sostenible y eficiencia hídrica	Promover el desarrollo productivo sostenible a través de infraestructura facilitadora y segura, la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles, priorizando al mismo tiempo el consumo humano y la producción de alimentos. Se proponen mayores presupuestos regionales para la infraestructura de acumulación dentro y fuera de los predios. Además, se destaca la necesidad de generar condiciones para un modelo de producción sostenible y un consumo responsable a través de modelos de negocios colaborativos y circulares, innovaciones y la mejora del patrimonio natural y cultural.	Obras de acumulación de agua Trasvase de aguas	Reglas de operación para embalses Estudios obras de acumulación de agua	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA Fortalecimiento y formalización de OUA Planes y políticas
		Desalinización Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia) Recarga artificial de acuíferos	Estudios de desalación Estudio de reúso de aguas Estudios de aguas lluvias Estudio obras de recarga artificial de acuíferos	Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
	Gestionar los recursos hídricos a nivel de cuenca, fomentando prácticas, tecnologías y menores requerimientos de producción para conciliar el consumo de agua con la disponibilidad. Se recomienda implementar una gestión integrada del agua, con énfasis en la infraestructura para gestionar la disponibilidad y fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua. Se pretende promover mecanismos y medidas de incentivo para incrementar el uso eficiente y sostenible del agua, con base en la modernización de los sistemas y los usos múltiples del agua, incorporando criterios ambientales. Se sugiere adaptar los instrumentos de distribución mejorada de los recursos hídricos y de promoción del riego a las necesidades específicas del territorio, con énfasis en la acumulación y recolección de agua de lluvia. Se propone reforzar el apoyo, el seguimiento y la transferencia de conocimientos en torno a las formas organizativas de las obras de riego o drenaje y las tecnologías asociadas, difundiendo mejor la información a nivel territorial y sectorial.	Infraestructura de riego	Estudios para la conservación obras de riego Estudio sistemas de riego	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA
		Infraestructura de distribución de agua	Estudio obras de distribución de aguas	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA
		Captación de aguas	Incentivos para el recambio cultivos de menor requerimiento hídrico Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Campañas para el recambio cultivos de menor requerimiento hídrico
			Diagnóstico de OUA y DAA	Creación de capital humano Análisis situación legal DAA Fortalecimiento y formalización de OUA Planes y políticas
		Redes hidrométricas y telemedición	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Creación de capital humano

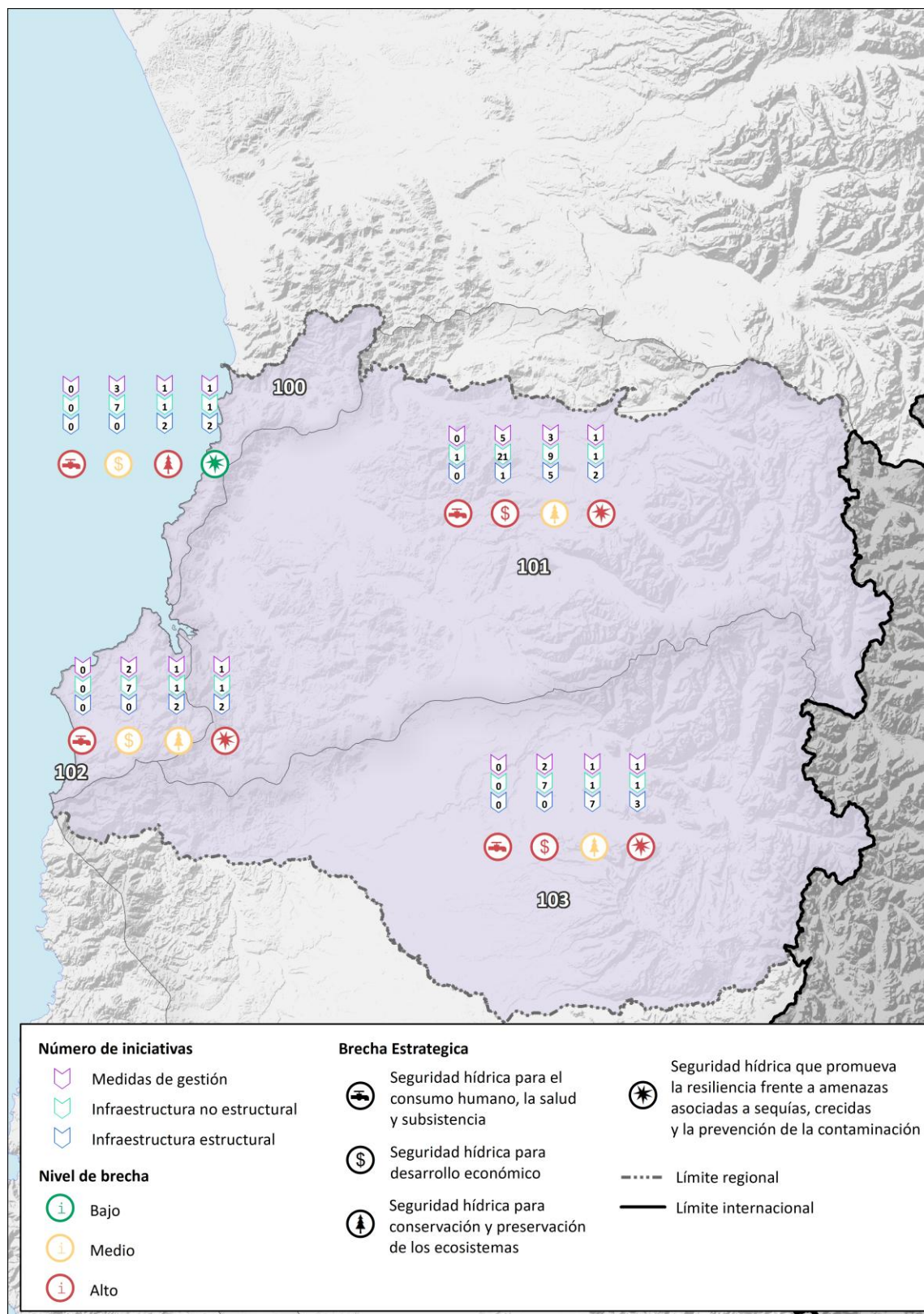
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3-2
 Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Los Ríos (continuación)

Objetivos y problemas identificados en la región (O)		Tipo de iniciativas necesarias para alcanzar objetivos (A)		
Dimensión estratégica SH Nacional	Objetivos regionales específicos	Infraestructura estructural	Infraestructura no estructural	Medidas de Gestión
D3. Conservación y preservación de los ecosistemas	Posicionarse con un alto estándar y una cobertura integral de servicios de infraestructura y gestión de recursos hídricos. Esto se logrará mediante un enfoque descentralizado y coordinado regionalmente, facilitado por una planificación estratégica que identifique, priorice y gestione iniciativas que contribuyan al desarrollo sostenible de la región, al tiempo que preserva su biodiversidad. La región implementará soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura y gestión de recursos hídricos, con un enfoque en la protección de los ecosistemas y los cursos de agua superficiales a través del aumento de la reforestación de bosques nativos en las cuencas hidrográficas, para mejorar la disponibilidad y calidad del agua. Adicionalmente, la región avanzará hacia una gestión integrada de los recursos hídricos que asegure la calidad del agua y el uso sostenible, promoviendo la protección y conservación de los recursos hídricos continentales.	Reúso de aguas residuales	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo riesgos de contaminación de aguas
		Saneamiento y tratamiento de aguas servidas	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Creación de capital humano Manejo riesgos de contaminación de aguas
		Reúso de aguas residuales	Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas
	Valorar los sistemas naturales como soporte fundamental en la planificación y diseño de intervenciones territoriales, e integrar este componente en políticas sectoriales específicas, normativas y planes especiales de bordes costeros, lacustres y fluviales, cauces y humedales, para visibilizar su valor y la necesidad de protección, restauración, reparación y remediación de estos sistemas. Para ello es clave la medición y monitoreo de las variables ambientales que caracterizan los servicios ecosistémicos, así como la promoción de prácticas de construcción sustentable en la planificación. Adicionalmente, se incentiva el inventario, caracterización y difusión de información sobre las condiciones del suelo y los cambios de uso del suelo, con el fin de anticipar y mitigar los potenciales riesgos de alteración o degradación de sus funciones. Además, es necesario diagnosticar el estado de la infraestructura hidráulica actual y proponer acciones para mejorar el monitoreo de las aguas de la cuenca, incluyendo herramientas de cálculo, control de extracciones, calidad físico-química de fuentes superficiales y subterráneas, gobernanza y red hidrométrica superficial, subterránea, de calidad, glaciológica y nivológica.		Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Reservas de agua
			Estudio calidad de agua sup. y subt. Estudios contaminación de aguas	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Reservas de agua
		Redes hidrométricas y telemedición	Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Creación de capital humano Planes y políticas
		Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación y restauración de riberas y cauces	Manejo de normas ambientales e hídricas Manejo riesgos de contaminación de aguas Reservas de agua
		Conservación y restauración de riberas y cauces	Conservación y restauración de riberas y cauces Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales	Manejo de normas ambientales e hídricas Reservas de agua Planes y políticas
D4. Resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación	Fortalecer la resiliencia ante amenazas como sequías, inundaciones y contaminación. Esto implica establecer estándares fundamentales de infraestructura para reducir la vulnerabilidad a eventos climáticos extremos, promover infraestructura resiliente, considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación, proteger a la población de los peligros relacionados con el clima, invertir en soluciones ecológicas y basadas en la naturaleza y asegurar la compatibilidad de la infraestructura. El enfoque también incluye la identificación de áreas vulnerables e implementar medidas de prevención, adaptación y mitigación para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. Esto incluye la implementación de soluciones inteligentes y sostenibles en el desarrollo de proyectos de infraestructura, así como el fortalecimiento de las capacidades públicas y privadas para la prevención y respuesta a desastres.	Redes de aguas lluvias Drenaje de aguas	Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
		Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres Defensa fluvial y aluvional	Estudios de riesgo fluvial y aluvional Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas
		Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres Defensa fluvial y aluvional	Estudios de riesgo fluvial y aluvional Análisis de red hidrométrica y plataformas de información	Manejo de quebradas Manejo de normas ambientales e hídricas Planes y políticas

Fuente: Elaboración propia

Considerando lo anterior, en la Figura 4.3-1 se presenta un resumen del número de iniciativas catastradas, que por diferentes razones aún no se han ejecutado (ver acápite 3.1.2 y detalles en el Anexo 13.04), y que pudiesen resolver alguna de las diferentes brechas de seguridad hídrica identificadas en el Capítulo 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3-1 Distribución geográfica de iniciativas catastradas sin ejecutar en periodo 2010-2022, asociadas a brechas de seguridad hídrica en la región de Los Ríos

4.3.1.3 Incertidumbres

i. Sobre aspectos técnicos y disponibilidad de información

En la región de Los Ríos, la ejecución de obras de infraestructura hídrica enfrenta diversos desafíos técnicos que obstaculizan su progreso. Uno de los problemas principales es la falta de datos hidrométricos suficientes, lo que limita la planificación y el diseño adecuado de las obras hidráulicas. A pesar de que la Dirección General de Aguas (DGA) está trabajando en la construcción de nuevas estaciones de monitoreo y en la elaboración de reportes para abordar esta brecha, la información relativa a la frecuencia en el monitoreo sigue siendo insuficiente. La viabilidad técnica y económica de algunos proyectos, especialmente en el área de saneamiento y en la implementación de nuevas tecnologías, también genera incertidumbre, una situación que se observa a nivel nacional.

Con respecto a incertidumbres por tipo de infraestructura, se presentan en la Tabla 4.3-3, los factores inciertos que pueden afectar la implementación de las iniciativas presentadas, o la capacidad de alcanzar los objetivos esperados en la región de Los Ríos.

Para el análisis de incertidumbre, se seleccionaron los proyectos del Banco Integrado de Proyectos (BIP) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MIDESO) considerando ciertos criterios específicos. En primer lugar, se incluyeron solo aquellos proyectos ubicados en la región en estudio y relacionados exclusivamente con el sector “Recursos Hídricos”. Además, la selección se limitó a proyectos con financiamiento previsto entre 2015 y 2024 que se encontraban en las etapas de perfil, prefactibilidad o factibilidad.

Los proyectos seleccionados para el análisis corresponden a aquellos cuyo Resultado de Análisis Técnico Económico (RATE) indica recomendación favorable (RS) o no recomendación, ya sea por falta de información (FI), objeciones técnicas (OT) o incumplimiento de normativas (IN).

En función del Resultado de Análisis Técnico Económico (RATE) se identificaron los subsectores con mayor cantidad de proyectos no recomendados. Para esto se calculó el porcentaje de proyectos no recomendados respecto al total de proyectos en cada subsector. Esta comparación permitió determinar los subsectores con mayores dificultades para alcanzar una recomendación favorable, proporcionando una base para analizar las causas de las no recomendaciones en aquellos subsectores con porcentajes elevados de proyectos no aprobados.

Posteriormente, se revisaron las fichas de Iniciativas de Inversión (IDI) de los proyectos no recomendados en estos subsectores, con el fin de identificar las causas específicas de

su no aprobación. Esta revisión proporcionó información crucial para reducir la incertidumbre en futuras evaluaciones.

Tabla 4.3-3 Incertidumbres detectadas por tipo de obra de infraestructura en la región de Los Ríos

Servicios Sanitarios (APR)	• Viabilidad técnica y legal: Se requiere acreditar la propiedad de los terrenos donde se construirán los sistemas de agua potable y de los beneficiarios de casetas, así como ingresar los permisos de servidumbre de paso para las redes de distribución. Además, se requiere obtener las autorizaciones específicas de ferrocarriles para paralelismos y atraviesos. Los diseños y especificaciones técnicas deben estar firmados por la unidad formuladora, cumplir con los requisitos sectoriales vigentes y estar debidamente estructurados. Por último, se deben gestionar las aprobaciones de diseño por parte de organismos pertinentes como ESSBIO, DOH y SERVIU, y certificar la elegibilidad de las familias beneficiarias según los requisitos del programa de saneamiento. • Congruencia e imprecisiones en los antecedentes del proyecto: Se requiere una revisión exhaustiva de todos los antecedentes del proyecto de prefactibilidad de la construcción, mejoramiento y/o ampliación de servicios de agua potable rural para identificar y corregir cualquier incongruencia o imprecisión en la información proporcionada. • Planificación y viabilidad económica: Se requiere desarrollar un perfil completo con diagnóstico, alternativas de solución y costos, incorporar términos de referencia para consultorías con plazos claros, y ajustar el presupuesto desglosándolo y actualizando las carpetas digitales. • Discrepancias en la ficha IDI: Es necesario corregir los indicadores de resultados para alinearlos con los resultados de la evaluación social, especificar claramente la localización geográfica del proyecto, y complementar la descripción de actividades, asegurando que reflejen con exactitud los objetivos, magnitudes y detalles del proyecto. • Operación y viabilidad del sistema: Asegurar compromisos formales de administración del sistema por parte de las entidades responsables. Además, se requiere clarificar y verificar los aportes de los beneficiarios y los indicadores de rentabilidad, estableciendo costos operativos y de mantenimiento.
Obras de Drenaje Urbano (Evac. Aguas servidas)	• Viabilidad técnica y legal: Se requiere un informe de la SISS que clarifique la responsabilidad de la empresa sanitaria en las obras, así como la disponibilidad legal de los terrenos y servidumbres necesarias para la ejecución del proyecto. Además, se necesita un análisis detallado de las alternativas de tratamiento y una revisión de la ingeniería por expertos, debido a preocupaciones sobre la solidez de los diseños. • Planificación y viabilidad económica: Se requiere de una revisión exhaustiva en la evaluación económica, especialmente en la inversión inicial y los costos operativos, ajustándolos a precios sociales. Por otra parte, se solicitan presupuestos oficiales, cronogramas de actividades, listado de beneficiarios y un plano de catastro actualizado. • Congruencia e imprecisiones en los antecedentes del proyecto: Es fundamental definir claramente el problema central de la iniciativa, evitando confundirlo con la falta de una solución, para identificar correctamente la

	necesidad real. Además, se requiere actualizar los datos demográficos e identificar de manera precisa la población beneficiaria. • Discrepancias en la ficha IDI: Es necesario corregir errores de redacción de las justificaciones y actualizar la descripción de las actividades según el alcance real del proyecto.
--	---

Fuente: Elaboración propia en base a Fichas BIP y Cartera de iniciativas

i. Sobre aspectos socioambientales

En el contexto de la planificación y ejecución de infraestructuras hídricas, los factores socioambientales juegan un papel crucial en la generación de incertidumbres. Los conflictos ambientales, especialmente aquellos con antecedentes históricos, pueden representar serios obstáculos para la implementación de proyectos. La aceptación de la comunidad y la resolución de conflictos previos son esenciales para la viabilidad de cualquier obra. Los casos emblemáticos de la región de Los Ríos son ejemplos de cómo estos conflictos pueden causar incertidumbres significativas.

En relación a los conflictos asociados a los recursos hídricos, destaca el conflicto en el Santuario del Río Cruces en Valdivia, donde en 2004, tras la entrada en operación de la Planta de Celulosa Valdivia de CELCO-ARAUCO, el Santuario sufrió un grave desastre ecológico. La población de cisnes de cuello negro, una especie vulnerable, se redujo drásticamente de 8,000 a menos de 400 en pocos meses, y su reproducción se detuvo debido a la desaparición del lucheillo, su principal alimento. La contaminación del río aumentó los niveles de compuestos químicos y metales, afectando también otras especies y cambiando la calidad del agua, lo que impactó negativamente al turismo y la economía local. Este desastre ha representado un riesgo potencial para la salud humana y el ecosistema del humedal (Larraín, 2010).

En 2013, la Corte Suprema sancionó a CELCO por incumplimientos ambientales en su planta de Valdivia, y en 2014 se acordó una indemnización por el daño causado al Santuario del Río Cruces. La empresa fue obligada a crear un humedal artificial y realizar monitoreos. En 2016, la Superintendencia de Medio Ambiente formuló nuevos cargos contra las plantas Valdivia y Nueva Aldea por infracciones graves, incluyendo contaminación del río, afectaciones a la fauna y emisiones tóxicas. CELCO arriesga la pérdida de su permiso ambiental y la clausura de las plantas.

En un fallo reciente, el Tribunal Ambiental de Valdivia revisó las sanciones impuestas a CELCO por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) debido a diversas infracciones ambientales en la planta Valdivia. El tribunal confirmó la mayoría de los cargos por incumplimientos graves relacionados con la gestión de residuos industriales y vertidos al río Cruces. Sin embargo, ordenó reclasificar uno de los cargos debido a la falta de pruebas concluyentes sobre el impacto del derrame de licor verde en la muerte

masiva de peces. Esta resolución implica que la empresa sigue bajo vigilancia y debe cumplir con medidas correctivas (La Tercera, 2020).

Por otra parte, se presenta el conflicto entre las comunidades mapuche y la empresa ENERBOSCH, el cual gira en torno a la construcción de una minicentral hidroeléctrica en el río Mañío. Las comunidades de Cayumapu Alto, Bajo y Coihueco rechazan el proyecto debido a su impacto negativo en el "itrofil mogen" (biodiversidad) y el "kume mogen" (bienestar), afectando el agua, la flora, la fauna, las economías y el turismo mapuche. Denuncian que la empresa ha actuado de manera inconsistente y sin obtener el consentimiento real de las comunidades, utilizando prácticas engañosas y presionando a los habitantes. Por otra parte, también cuestionan la validez de las evaluaciones ambientales, alegando que no se ha respetado el Convenio 169 de la OIT, que garantiza la consulta libre e informada a los pueblos indígenas (Red Panguipulli, 2024).

Por último, se presenta el caso de ESSAL y la contaminación del lago Panguipulli, donde se explicita la recepción de una denuncia en la Superintendencia de Servicios Sanitarios, proveniente de la Gobernación Marítima de Valdivia contra ESSAL por descargas no autorizadas de aguas servidas en el lago Panguipulli. Estudios revelaron altos niveles de contaminación, lo que llevó al alcalde de la zona a solicitar la revocación de la calificación ambiental de ESSAL. La empresa atribuyó el problema a la falta de un sistema adecuado de drenaje de aguas lluvias por parte de MOP y SERVIU (INDH, 2020).

4.3.2 Identificación de brechas de Infraestructura

A continuación, se presenta la identificación de brechas de infraestructura para la región.

La metodología para asignar brechas de infraestructura hídrica por cuenca se desarrolló mediante un proceso sistemático que comenzó con la definición de objetivos específicos de gestión del agua, organizados en torno a cuatro dimensiones clave de seguridad hídrica: derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano (D1); producción sostenible y eficiencia hídrica (D2); conservación de ecosistemas (D3); y resiliencia ante amenazas como sequías, crecidas y contaminación (D4).

Con estos objetivos como base, se identificaron brechas estratégicas para cada dimensión de seguridad hídrica. Para evaluar y priorizar las cuencas, se desarrollaron indicadores específicos que reflejan las necesidades de cada una en función de los objetivos establecidos. A cada indicador se le asignó un nivel de criticidad según su urgencia de intervención, utilizando una escala de alta (valor 4), media (valor 2) y baja (valor 1) criticidad. Esta clasificación facilitó la evaluación de la vulnerabilidad de cada cuenca y guió la asignación de brechas específicas de infraestructura.

Con base en los niveles de criticidad obtenidos, se definieron las intervenciones necesarias para cada cuenca, clasificándolas en infraestructura estructural, infraestructura no estructural y medidas de gestión. Este análisis general de brechas de infraestructura constituye la base para definir la cartera de inversiones en los siguientes capítulos del estudio, proporcionando una visión clara de las necesidades prioritarias en cada área y permitiendo una planificación eficiente de las intervenciones. El detalle del análisis se encuentra en el Anexo 13.05.

En la Tabla 4.3-4 se presenta el universo y las metas por tipología utilizadas para definir la cartera asociada a las iniciativas estratégicas. En el Anexo 13.07, se presenta el detalle por tipo de inversión.

Tabla 4.3-4
Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Los Ríos

Código TP	Tipología de Proyecto (TdP)	N° inversiones	Universo	Metas
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	98	Población sin Abastecer 2055	-
1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	56	Población sin Abastecer 2055	-
1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	4	Total de APR existentes y Proyectados 2055	-
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	21	Población sin Saneamiento 20255 (AOR existente y proyectado)	-
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	7	Planes de Recursos Hídricos y Riego según Vigencia	-
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras	1	Población sin Abastecer 2055 en sector costero (2 km de borde costero)	-
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua: - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego; - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	4	Normalización de elementos eficientes para APR según N° de arranques existentes y proyectados	-
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	1	De acuerdo a disminución de recarga y características favorables para la recarga	Máximo 30 ha por cuenca
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego	4	Aguas recolectadas y tratadas en Sistemas APR y APU de emisarios submarinos	-
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones; Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios; Plan de Seguimiento a Planes de Riego	11	Cuantificado según número de inversiones	-
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego; Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego; Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	27	Programa de Embalses DOH	Considera una meta de avance de 5% del total de canales
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales	10	Cuantificado según número de inversiones	-
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	11	Cuantificado según número de inversiones	-
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	5	Cuantificado según número de inversiones	-
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	2	Cuantificado según número de inversiones	-
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	6	Cuantificado según número de inversiones	-
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	17	Cuantificado según número de inversiones	-
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces	17	-	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año); OCAS: Rendimiento de avance 16 km-año
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	2	Priorizar ejecución de estudios	-
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	9	Planes de Manejo de Cauce según Vigencia	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año)
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas	13	Planes de Manejo de Cauce según Vigencia	Rendimiento de avance a validar con región (2 km-año)
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	12	Planes de Aguas Lluvia según Vigencia y N° de habitantes sector Urbano	Rendimiento de avance a validar con región (1 km-año)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5 IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN

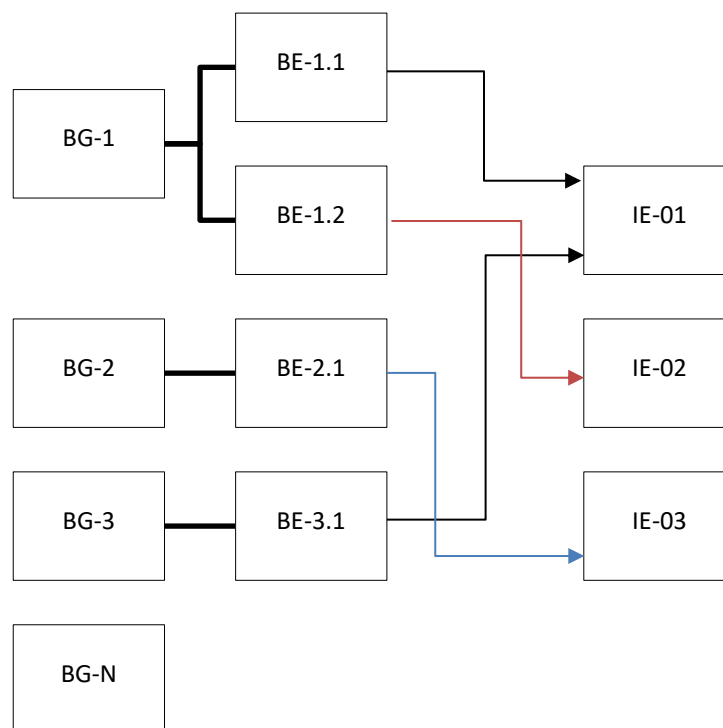
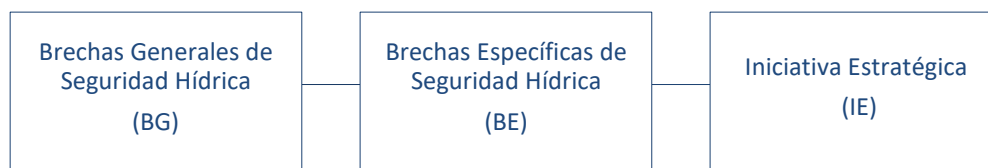
En el presente acápite se identifican las iniciativas estratégicas y sus carpetas de pre/inversión hídrica a considerar en una planificación prospectiva a 2055.

En el Anexo 13.07 se presenta cada Iniciativa Estratégica junto a su carpeta de pre/inversión en detalle.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Una vez identificadas las brechas de seguridad hídrica tanto a nivel nacional como regional, se formularon Iniciativas Estratégicas (IE). Estas buscan abordar las diversas deficiencias y requerimientos detectados en las brechas mencionadas, agrupándolos en temáticas similares. La respuesta a estas problemáticas se planteará a través de una cartera de preinversión e inversión.

En el esquema siguiente se presenta un diagrama entre las brechas y las Iniciativas Estratégicas, denominando “BG” a las Brechas Generales de seguridad Hídrica y “BE” a las Brechas Específicas de Seguridad Hídrica. Es importante destacar que una IE puede dar respuesta a diferentes BE.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.1-1 Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas

Las iniciativas estratégicas son codificadas como:

RRR – INI – EST – NN

Donde *RRR* corresponde a las siglas que identifican la región (RIO), *INI – EST* la abreviación de “Iniciativas Estratégica” y *NN* un número correlativo.

Para esta región se han identificado las siguientes iniciativas estratégicas:

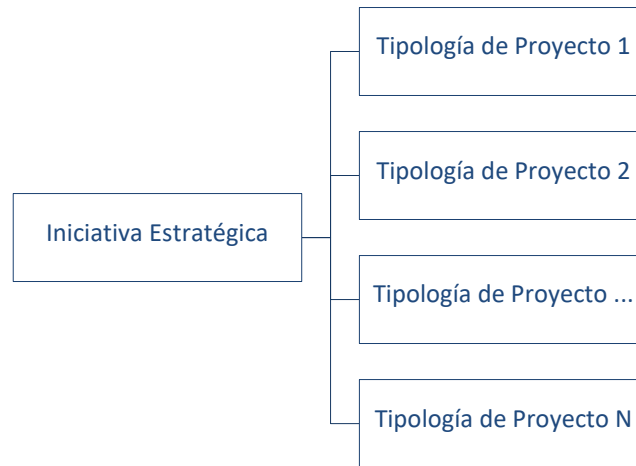
Tabla 5.1-1 Iniciativas Estratégicas

Iniciativas Estratégicas	Código Iniciativa Estratégica
ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales	RIO-INI-EST-01
fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego	RIO-INI-EST-02
implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas, con énfasis en la calidad de las aguas	RIO-INI-EST-03
obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza, con énfasis en la calidad de las aguas	RIO-INI-EST-04
sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en cambios del patrón hidrológico	RIO-INI-EST-05

Fuente: Elaboración propia

5.2 TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS

Dada la diversidad y magnitud de potenciales inversiones de infraestructura hidráulica que se podrían proyectar en cada cuenca, se clasificaron de acuerdo a su tipología de proyecto.


Figura 5.2-1 Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas

En el caso de la región de Los Ríos las Tipologías de proyectos son los presentados en la Tabla 5.2-1.

Tabla 5.2-1 Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas

RIO-INI-EST-01	1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural
	1-2	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural
	1-3	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural
	1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales
RIO-INI-EST-02	2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático
	2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras
	2-3	Eficiencia en el Uso del Agua - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana
	2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos
	2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego
	2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios Plan de Seguimiento a Planes de Riego
	2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego
RIO-INI-EST-03	3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales
	3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
	3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
	3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
	3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
	3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas
RIO-INI-EST-04	4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces
	4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad
RIO-INI-EST-05	5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas
	5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas
	5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias

Fuente: Elaboración propia

5.3 CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES

Con las iniciativas estratégicas definidas en conjunto de sus tipologías de proyecto se procedió a conformar la cartera de preinversiones e inversiones de la región a nivel de cuencas. Es importante mencionar que cada iniciativa de inversión se somete a un proceso de etapas, las cuales se conforman de: 1) Estudio y/o Prefactibilidad, 2) Factibilidad, 3) Diseño y 4) Ejecución.

Generalmente, los estudios y/o prefactibilidades corresponden a proyectos directores y/o de una espacialidad a nivel de cuenca, comuna, provincia o región, como son, por ejemplo, Los Planes Maestros de Aguas Lluvias, Los Planes de Manejo de Cauce, Los planes Integrales de Riego o los Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, desde donde nace una serie de ideas y proyectos que se desarrollan posteriormente en las etapas de factibilidad, Diseño y Ejecución. En el caso de las conservaciones, sólo se considera la etapa de ejecución.

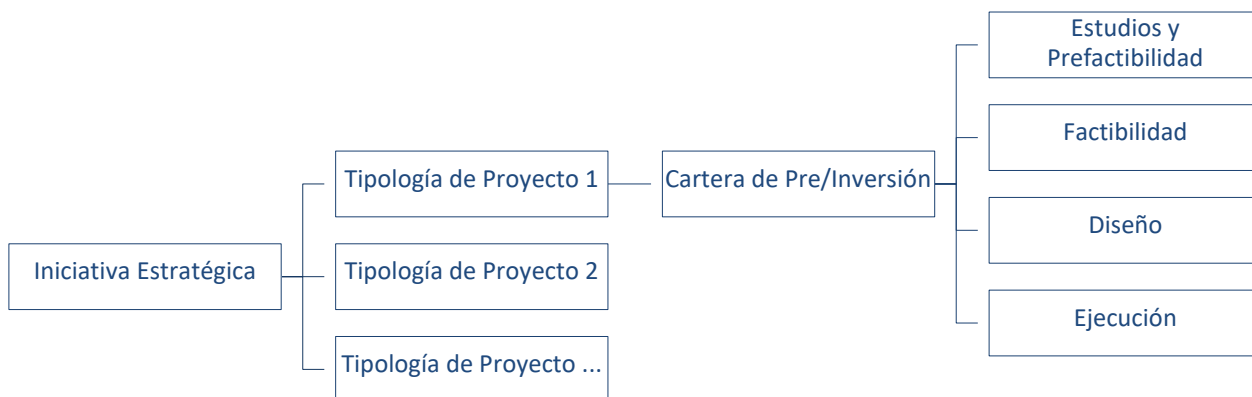


Figura 5.3-1 Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones

Para la conformación de la cartera, se contó con tres fuentes principales, además de las brechas identificadas en el capítulo 4:

- Cartera de proyectos existente, catastradas en el acápite 3.1.2. Los cuales se codificaron con la sigla CAR-INI-NNNN, donde NNNN es un número correlativo a nivel nacional de iniciativas.
- Estudio “Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica” del Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas (PIIH) para los años 2020-2050 (DGOP, 2021). Los cuales se codificaron con la sigla PIIH-XXX-NNNN, donde XXX corresponde al tipo de proyecto definido en el citado estudio (CM: Cartera maestra; APR: Proyectos de Agua Potable Rural; INO: Proyectos de innovación) y NNNN es un número correlativo a nivel nacional.
- Cartera de Iniciativas de 2024-2028 (Quinquenal). Los cuales se codificaron con la sigla QUIN-NNNN, donde NNNN es un número correlativo a nivel nacional de iniciativas.

Con esta información se consideraron los siguientes pasos:

1. Se agruparon las inversiones por tipología de proyecto
2. Se descartan las iniciativas repetidas bajo la siguiente priorización
 - a. Cartera Quinquenal: primera prioridad

- b. Cartera PIH: Segunda prioridad
- c. Cartera proyectos Existentes. Tercera Prioridad

3. En el caso de que no se cubra la brecha con las iniciativas ya existentes, se propone una nueva inversión. Esta inversión se codifica con la sigla AIH-RRR-IE-TP-NN, donde AIH corresponde a la sigla “Análisis de Requerimientos de Infraestructura Hídrica”, “RRR” el código de la región (RIO), “IE” el numero correlativo de la Iniciativa estratégica, “TP” la tipología de proyecto a la que pertenece y NN un número de correlativo.

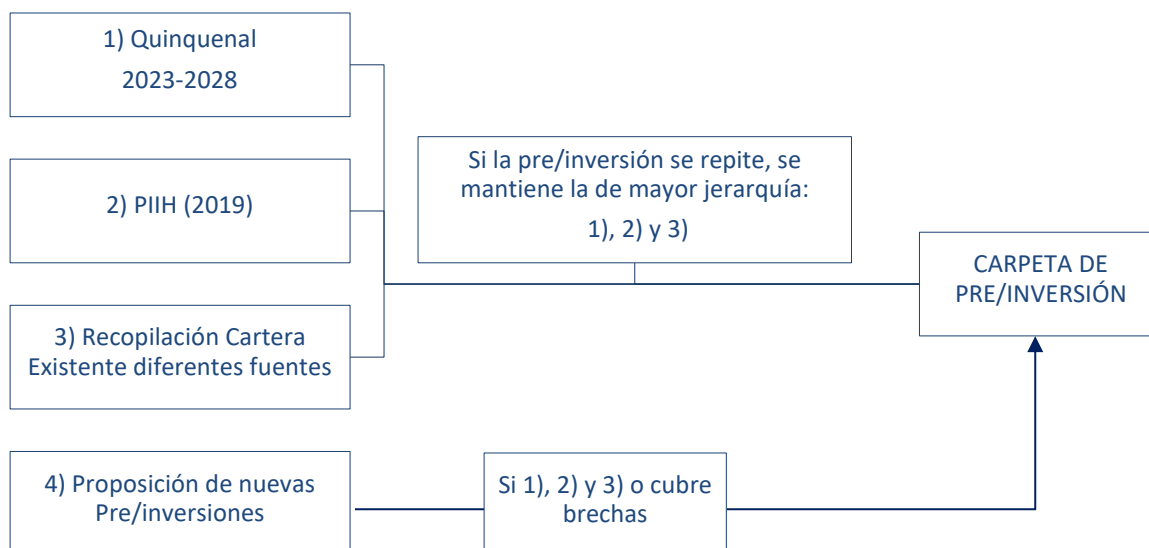


Figura 5.3-2 Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión

Se consideraron los siguientes criterios para determinar las brechas en cada una de las tipologías de proyecto. Los documentos utilizados para la determinación de las inversiones se presentan en el Anexo 11.07.

Tabla 5.3-1 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-01

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	A partir de proyección de Demanda APR sin abastecimiento, informada en el numeral 2.2.2, se define el número total de arranques promedio de los sistemas de APR y cantidad por cuenca y comuna.
1-2	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	No se proyectan ampliaciones al sistema, ya que el aumento se considera en 1.1.
1-3	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	Se propone proyectar al menos un sistema de telemetría y Control por Cuenca
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	A partir de Minuta "Estimación Brecha de SSR. RRP/18.08.2024" y proyección de nuevas APR en 1.1, se estima el total de proyectos a desarrollar para cubrir la brecha existente. Ver Anexo 13.07.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-2 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-02

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	Se propone la ejecución de un Plan Estratégico de Gestión Hídrica o similar, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (se observan cuencas no estudiadas con sistemas hidrológicos).
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras	Se recomienda realizar un estudio de viabilidad para la instalación de plantas de desalinización en cuencas donde existan localidades con más de 25 viviendas a una distancia de hasta 2 km de la costa. También se evalúa la proyección de sistemas de Agua Potable Rural (APR) en estas localidades, ofreciendo una alternativa a la proyección actual de APR. Este tipo de obras no se contempla en la zona austral de Chile
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua. - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego. - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	Se proponen proyectos de nuevas tecnologías para el consumo eficiente a nivel regional y su aplicación en Sistemas APR y Riego
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	Se proponen obras para la recuperación y recarga de acuíferos en cuencas donde existen antecedentes de Áreas de Restricción y Zonas de Prohibición para extracción de aguas subterráneas y además el Balance Hídrico Nacional indique si la cuenca posea una condición de estrés hídrico o cuenca crítica.
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego	Se propone estudios y proyectos de reutilización de aguas servidas para el uso en riego donde exista presencia de APR y, de presencia, zonas con riego.

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones. Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios. Plan de Seguimiento a Planes de Riego	Se proponen medidas de gestión, como seminarios, talleres, programas de capacitación y seguimiento, además de programas de reforzamiento de OUA.
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	Se propone la ejecución de un Plan Integral de Cuenca(s), en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (se observen sectores cultivables). Se proponen obras de mejoramiento y/o construcción de canales a una tasa de un (1) kilómetro por año, en cada cuenca con presencia de riego y/o canales. Se propone obras de Acumulación en cuencas "Con Recursos" considerando el balance hídrico realizado en el numeral 4.1.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-3 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-03

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales	Se proponen en puntos estratégicos antes o después de confluencias, zonas altas y desembocaduras, cubriendo los principales cauces y considerando cercanía de estaciones existentes (ver Anexo 13.07). Idealmente, que cada cuenca BNA tenga al menos una estación. Existen excepciones en las que no se justifica por tratarse de quebradas secas, cuencas muy pequeñas o bien ubicaciones muy poco accesibles (Campo de Hielo Sur, por ejemplo).
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	Superficial: en cada estación Fluviométrica. Subterránea, al menos una en cada pozo de medición proyectado y en SHAC sin medición con igual condición de superficie que en 3.5
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	Se proponen ubicaciones en áreas con poca cobertura de estaciones y que sea sean representativas de diversas zonas climáticas de Köppen para cada cuenca, considerando también la accesibilidad. Detalles en Anexo 13.07
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	Inicialmente se considera cobertura nacional. En base a esto, se prioriza para rutas de nieve zonas norte, sur y austral, escogiendo sectores planos, accesibles y lo suficientemente elevados según la latitud. Se proponen ubicaciones cercanas a pasos fronterizos, centros de montaña o puntos elevados de la Carretera Austral (cuesta Queulat, por ejemplo). Respecto a glaciares, estos son escasos en la zona norte, además de encontrarse a grandes elevaciones y ser en su mayoría rocosos, por lo que se proponen estaciones a partir del norte chico en glaciares de montaña, de valle o efluentes, de dimensiones importantes y relativamente accesibles, en base a IPG (DGA, 2022). Así y todo, algunas ubicaciones

		propuestas para zona austral son accesibles únicamente vía marítima, como es el caso de algunas ya existentes en la zona. Detalles en Anexo 13.07.
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	Se propone al menos un pozo de medición por SHAC cada 200 km ² . (Superficie con pendientes menor a 15% aptos para acumular agua)
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	Se propone la implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral a nivel regional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-4 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-04

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces	Se proponen estudios y/o proyectos donde el perímetro (km) de humedales (ríos, lagos, lagunas, salares, otros) es superior a los 20 km y en cuencas donde se hayan declarados áreas de restricción o Zonas de Prohibición y la cuenca sea prioritaria.
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	Se propone un estudio de manejo de normas ambiental e hídricas, Reservas de Agua, Planes y Políticas, a nivel regional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3-5 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar RIO-INI-EST-05

Código	Descripción Tipología	Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	Se propone la ejecución de un Plan de manejo de Cauce, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades concentradas, a orillas de un cauce importante). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas	Se propone la ejecución de un Plan de manejo de Cauce, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2015 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades concentradas, a orillas de un cauce importante). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias	Se propone la ejecución de un Plan Maestro de Aguas Lluvias o su Actualización, en caso de que el estudio vigente haya sido ejecutado antes del año 2010 o en el caso de que sea necesaria su ejecución (existencia de localidades con más de 50.000 habitantes). Se proponen proyecto de obras aluvionales de acuerdo a las características de la cuenca y considerando una inversión probable en 10 años.

Fuente: Elaboración propia

5.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS

Definida la cartera de inversión de cada Iniciativa Estratégica se procedió a definir su costo. Si bien, parte de las inversiones cuentan con una estimación de costos, en especial la cartera del Quinquenal, en general, estas no cuentan con un presupuesto. Misma condición se tiene con las inversiones propuestas.

Con el fin de determinar los costos, se estimaron precios Unitarios para diferentes tipos de proyectos genéricos al cual se le asignó un código INI. Este código fue asignado a todos los proyectos recopilados que tenían características similares al proyecto genérico y de esta manera valorizar su costo en todas las etapas de desarrollo.

Finalmente, dada la naturaleza de la tipología de proyecto, se indica si corresponde a una inversión innovadora, es decir, que corresponde a un tipo de inversión poco utilizada o nueva para el ministerio.

Tabla 5.4-1 Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
1	NE-4-01	1	1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en la Cuenca	Ejecución-Prefactibilidad	280.000	no
2	ES-2-01				Construcción Sistema APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
3	ES-2-05				Construcción Sistema APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
4	ES-2-08				Construcción Sistema APR, Cuenca	Ejecución	2.800.000	no
5	ES-2-13				Conservación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	50.000	no
6	ES-2-01	1	1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural	Ampliación Sistema APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
7	ES-2-05				Ampliación Sistema APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
8	ES-2-08				Ampliación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	2.800.000	no
9	ES-2-13				Conservación Sistema APR, Cuenca	Ejecución	50.000	no
10	ES-1-02	1	1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural	Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Factibilidad	1.000.000	no
11	ES-1-02.1				Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Diseño	80.000	no
12	ES-1-02.2				Construcción Sistema de Telemetría, Cuenca	Ejecución	150.000	no
13	ES-2-02	1	1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales	Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Factibilidad	90.000	no
14	ES-2-06				Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Diseño	280.000	no
15	ES-2-07				Construcción Alcantarillado, Cuenca	Diseño	280.000	no
16	ES-2-09				Construcción Sistema Saneamiento APR, Cuenca	Ejecución	1.000.000	no
17	ES-2-10				Construcción Alcantarillado, Cuenca	Ejecución	3.200.000	no
18	ES-2-15				Construcción Planta de Tratamiento, Cuenca	Ejecución	400.000	no

Tabla 5.4-1 Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
19	NE-4-03	2	2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático	Estudio de Disponibilidad de Alternativas de Recursos Hídricos	Ejecución-Prefactibilidad	280.000	no
20	ES-2-14.1	2	2-2	Diseño, Construcción de Sistemas de plantas desaladoras	Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Factibilidad	180.000	si
21	ES-2-14.2				Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Diseño	250.000	si
22	ES-2-14				Construcción Planta Desaladora, Cuenca	Ejecución	9.000.000	si
23	NE-4-04	2	2-3	Eficiencia en el Uso del Agua - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana	Nuevas tecnologías para el consumo eficiente	Ejecución-Prefactibilidad	150.000	no
24	ES-2-04.1				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Factibilidad	150.000	no
25	ES-2-04				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Diseño	150.000	no
26	ES-2-12				Normalización Elementos eficientes en el Sistema APR	Ejecución	2.500.000	no
27	ES-7-01	2	2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos	Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Factibilidad	150.000	no
28	ES-7-02				Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Diseño	200.000	no
29	ES-7-03				Construcción Obras para la Recuperación y Recarga de acuíferos, Cuenca	Ejecución	1.500.000	no
30	ES-2-03	2	2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas Urbanas para Riego	Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Factibilidad	150.000	si
31	ES-2-11				Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Diseño	280.000	si
32	ES-2-11.1				Construcción Sistema de reúso de Aguas, Cuenca	Ejecución	2.500.000	si
33	NE-2-03	2	2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios Plan de Seguimiento a Planes de Riego	Medida de gestión: Programa de reforzamiento de OUA	Medida de Gestión	250.000	no
34	ES-3-05.1				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Factibilidad	200.000	no
35	ES-3-05				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Diseño	250.000	no
36	ES-3-08				Mejoramiento Tecnológico Sistema de Riego, Cuenca	Ejecución	4.000.000	no
37	NE-4-02	2	2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego. Diseño, Construcción	Diagnóstico de Recursos Hídricos y Demanda de Riego	Ejecución-Prefactibilidad	380.000	no
38	ES-3-01				Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Factibilidad	210.000	no

Tabla 5.4-1 Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
39	ES-3-03			de Obras Medianas de Riego. Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego	Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Diseño	350.000	no
40	ES-3-06				Construcción Obras medianas de Riego, Cuenca	Ejecución	2.600.000	no
41	ES-3-09				Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Ejecución	3.000.000	no
42	ES-3-02				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Factibilidad	650.000	no
43	ES-3-04				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Diseño	2.000.000	no
44	ES-3-07				Construcción Obras mayores de Riego, Cuenca	Ejecución	35.000.000	no
45	ES-3-10				Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Ejecución	4.500.000	no
46	ES-1-04	3	3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluviométricas en Cauces y/o Canales	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Ejecución	100.000	no
47	ES-1-01.1				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
48	ES-1-01.2				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Diseño	40.000	no
49	ES-1-01				Construcción Estación Fluviométrica, Cuenca	Ejecución	198.000	no
50	ES-1-01.1	3	3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas	Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
51	ES-1-01.2				Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Diseño	40.000	no
52	ES-1-01				Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca	Ejecución	198.000	no
50	ES-1-01.1	3	3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas	Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
51	ES-1-01.2				Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Diseño	40.000	no
52	ES-1-01				Construcción Estación Meteorológica, Cuenca	Ejecución	198.000	no
53	ES-1-01.1	3	3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves	Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
54	ES-1-01.2				Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Diseño	40.000	no
55	ES-1-01				Construcción Estación de Monitoreo de Glaciares y Nieve, Cuenca	Ejecución	198.000	no
56	ES-1-03.1	3	3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación	Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Factibilidad	10.000	no
57	ES-1-03.2				Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Diseño	10.000	no
58	ES-1-03				Construcción Estación piezométrica, Cuenca	Ejecución	50.000	no
59	NE-2-01	3	3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas	Medida de gestión: Seminarios y talleres	Medida de Gestión	20.000	no
60	NE-2-02				Medida de gestión: Programas de Capacitación y Seguimiento	Medida de Gestión	60.000	no
61	NE-4-06				Medida de gestión: Programas de Capacitación y Seguimiento	Medida de Gestión	200.000	no
62	NE-4-05				Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral	Ejecución-Prefactibilidad	250.000	no
63	NE-3-02	4	4-1	Conservación y restauración de riberas, cauces y humedales	Estudio de Erosión y arrastre de sedimentos y sus efectos ambientales, económicos y sociales en el territorio	Ejecución	150.000	si

Tabla 5.4-1 Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
64	NE-3-01				Estudio Definición de franjas de restricción y Prohibición por riesgo de inundación, erosión u otro	Ejecución	350.000	si
65	NE-3-03				Estudio de Reforestación y forestación de cuencas en sectores con riesgo de erosión	Ejecución	150.000	si
66	ES-4-07.1				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Factibilidad	200.000	si
67	ES-4-07.2				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Diseño	200.000	si
68	ES-4-07				Mejoramiento de Riberas y/o orillas Naturales, río	Ejecución	3.000.000	si
69	ES-4-06.1				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Factibilidad	100.000	si
70	ES-4-06.2				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Diseño	150.000	si
71	ES-4-06				Construcción de Obras de Regulación e Infiltración, en Cuenca	Ejecución	1.200.000	si
72	ES-5-06.1				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Factibilidad	150.000	si
73	ES-5-06.2				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Diseño	200.000	si
74	ES-5-06				Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Ejecución	1.000.000	si
75	ES-3-11.1				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	factibilidad	250.000	si
76	ES-3-11.2				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Diseño	400.000	si
77	ES-3-11.3				Construcción de áreas verdes de flora nativa para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Ejecución	4.000.000	si
78	NE-1-04	4	4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad	Manejo de normas ambientales e hídricas, Reservas de agua, Planes y políticas	Ejecución	20.000	no
79	ES-4-03	5	5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas	Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Factibilidad	300.000	no
80	ES-4-03.1				Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Diseño	400.000	no
81	ES-4-05				Construcción de Obras aluvionales, río/quebrada	Ejecución	3.000.000	no
82	ES-4-01				Plan de Manejo de Cauce, en río	Ejecución-Prefactibilidad	400.000	no
83	ES-4-02	5	5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas	Construcción de Defensas Fluviales, en río	Factibilidad	100.000	no
84	ES-4-02.1				Construcción de Defensas Fluviales, en río	Diseño	120.000	no
85	ES-4-04				Construcción de Defensas Fluviales, en río	Ejecución	4.500.000	no
86	ES-4-08				Conservación de Riberas, en río	Ejecución	1.000.000	no
87	ES-5-01	5	5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización, Ciudad de	Ejecución-Prefactibilidad	350.000	no
88	ES-5-02				Construcción Sistema de Aguas Lluvias, Ciudad de	Factibilidad	250.000	no

Tabla 5.4-1 Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF

N°	COD INI	IE	Código TP	Tipologías de Proyecto (TP)	Nombre de Pre/Inversión (Genérico)	Etapa MDSyF	Costo (M\$)	Innovadoras
89	ES-5-03			Drenaje de Aguas Lluvias	Construcción Estero/Canal de Aguas Lluvias, Ciudad de	Diseño	300.000	no
90	ES-5-04				Construcción Sistema de Colectores de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	2.460.000	no
91	ES-5-05				Construcción Estero/Canal de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	3.400.000	no
92	ES-5-07				Conservación Sistema de Aguas Lluvias, Ciudad de	Ejecución	1.100.000	no

Fuente: Elaboración propia

5.5 VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

A continuación, se presenta un resumen de la cantidad y costos totales de inversión propuesta por Iniciativa Estratégica para dar respuesta a las brechas identificadas en la región. Es importante destacar que no es viable realizar el total de inversiones de manera simultánea, tanto por la magnitud de recursos económicos, mano de obra y control. Es por ello que en el siguiente Capítulo se realiza la priorización de los proyectos en función de las necesidades más inmediatas. La planilla con el detalle de la cartera de inversiones de cada Iniciativa Estratégica se presenta en el Anexo 13.07.

Tabla 5.5-1 Costos totales propuesta por IE para dar respuesta a las brechas identificadas

IE	N° de Inversiones	Costo de Inversiones no Priorizada (M\$)
RIO-INI-EST-01	179	279.993.962
RIO-INI-EST-02	55	345.936.667
RIO-INI-EST-03	51	33.195.606
RIO-INI-EST-04	19	41.460.000
RIO-INI-EST-05	34	53.295.537
TOTAL	338	753.881.771

Fuente: Elaboración propia

5.6 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA

5.6.1 Beneficios de Inversiones

Para estimar los beneficios de las inversiones propuestas se consideraron los siguientes criterios:

- Se define su incidencia o impacto asociado a su desarrollo, tales como:
 - Más Información
 - Más Personas abastecidas
 - Más personas con saneamiento
 - Superficie de riego equivalente beneficiada
 - Volumen Regulado
 - Protección de Riberas
 - Recarga Acuíferos
- Se define la unidad de medida del Beneficio, por ejemplo:
 - en proyectos reúso el beneficio se mide en las potenciales hectáreas beneficiadas,
 - en proyectos de APR y saneamiento en el número de personas.
 - En proyectos fluviales, aluviales en km de riberas mejorados/protegidos
- El Beneficio efectivo solo se incorpora en las Inversiones en etapas de ejecución y de estudio (prefactibilidad y Ejecución)

En la Tabla 5.6-1, se indica la unidad de Beneficio y la incidencia de cada tipo de inversión, el detalle del beneficio se presenta en el Anexo 01.07.

Tabla 5.6-1 Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidencia
ES-1-01.1F_G	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.1M_RN	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.2F_G	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01.2M_RN	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01F	Ejecución	Construcción de Estaciones Fluviométrica c/s Montaña	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01M	Ejecución	Construcción de Estaciones Meteorológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01G	Ejecución	Construcción de Estaciones Glaciológicas	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-01RN	Ejecución	Construcción de Rutas de Nieve	Unidad	estaciones	Más Información
ES-1-02.1	Factibilidad	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-02.2	Diseño	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-02	Ejecución	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Nº APR existentes promedio	inversiones	Más Información A nivel Cuenca
ES-1-03.1	Factibilidad	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-03.2	Diseño	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-03	Ejecución	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Unidad	pozos de monitoreo	Más Información
ES-1-04	Ejecución	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-2-01	Factibilidad	Prefactibilidad Construcción Sistema de Agua Potable Rural	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-01A	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-02	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-03	Factibilidad	Diseño de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Beneficiada
ES-2-04.1	Factibilidad	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	Personas	Mayor Eficiencia
ES-2-04	Diseño	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	Personas	Mayor Eficiencia
ES-2-05	Diseño	Diseño Construcción Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-05A	Diseño	Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-06	Diseño	Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-07	Diseño	Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-08	Ejecución	Construcción Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-08A	Ejecución	Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Nº Arranques	Personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-09	Ejecución	Construcción/Ampliación Sistema SSR	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-10	Ejecución	Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Nº Arranques	Personas	Más personas con Saneamiento
ES-2-11	Ejecución	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-2-11.1	Diseño	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Nº Arranques	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-2-12	Ejecución	Implementación de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Nº Arranques regionales	personas	Red de APR
ES-2-13	Ejecución	Conservación Infraestructura Sanitaria (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-2-14.1	Factibilidad	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-14.2	Diseño	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas
ES-2-14	Ejecución	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Nº Arranques	personas	Más Personas Abastecidas

Tabla 5.6-1 Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidencia
ES-2-15	Ejecución	Construcción de Plantas de Tratamiento	Nº Arranques	personas	Más personas con Saneamiento
ES-3-01	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras medianas de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-02	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras mayores de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-03	Diseño	Diseño de obras medianas de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-04	Diseño	Diseño de obras mayores de riego y acumulación	Unidad	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-05.1	Factibilidad	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Unidad	inversiones	Mayor Eficiencia
ES-3-05	Diseño	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Unidad	inversiones	Mayor Eficiencia
ES-3-06	Ejecución	Construcción de obras medianas de riego y acumulación	km	ha	Superficie de Riego Equivalente Beneficiada
ES-3-07	Ejecución	Construcción de obras mayores de riego y acumulación	Anual	Volumen Regulado	Volumen Regulado
ES-3-08	Ejecución	Construcción Mejoramiento tecnológico para la eficiencia de sistemas de Riego	Unidad	ha	Mayor Eficiencia
ES-3-09	Ejecución	Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Anual	Anuales	Conservación
ES-3-10	Ejecución	Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Anual	Anuales	Conservación
ES-3-11.1	Factibilidad	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Unidad	inversiones	Protección Riberas
ES-3-11.2	Diseño	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Unidad	inversiones	Protección Riberas
ES-3-11.3	Ejecución	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	km	km	Protección Riberas
ES-4-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan de Manejo de Cauce	Unidad	inversiones	Diagnóstico del comportamiento Fluvioaluvial
ES-4-02	Factibilidad	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-02.1	Diseño	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-03	Ejecución	Diseño Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-03.1	Diseño	Diseño Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-04	Ejecución	Construcción de Defensas Fluviales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-05	Ejecución	Construcción de Obras aluvionales	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-06.1	Factibilidad	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-06.2	Diseño	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-06	Ejecución	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros) (	10 km	x 10 km	Recarga Acuífero
ES-4-07.1	Factibilidad	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-07.2	Diseño	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-07	Ejecución	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	1 km	km	Protección Riberas
ES-4-08	Ejecución	Conservación de Riberas río/Estero/Quebrada (Anual)	Anual	Anuales	Conservación

Tabla 5.6-1 Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General)

COD INI	Etapas	Nombre Inversión General	Unidad Valorización	Unidad Beneficio	Incidenia
ES-5-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización (más de 50.000 hab)	Unidad	Inversiones	Diagnóstico del comportamiento de la ciudad frente a eventos de precipitación extrema
ES-5-02	Factibilidad	Factibilidad Construcción Conducciones de Aguas Lluvias (año)	Unidad	Inversiones	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-03	Diseño	Diseño Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-04	Ejecución	Construcción Colector de Aguas Lluvias (año)	1 km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-05	Ejecución	Construcción Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	1 km	km	Drenaje y Evacuación de Aguas Lluvias
ES-5-06.1	Factibilidad	Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Unidad	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-5-06.2	Diseño	Construcción Sistema Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)	Unidad	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-5-06	Ejecución	Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)	1 km	Volumen recarga m3/año	Recarga Acuífero
ES-5-07	Ejecución	Conservación de Colectores río/Estero/Quebrada (Anual)	Anual	Anuales	Conservación
ES-7-01	Factibilidad	Factibilidad construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-7-02	Diseño	Diseño construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero
ES-7-03	Ejecución	Construcción recarga acuífero	1 Ha	Volumen recarga	Recarga Acuífero

Fuente: Elaboración propia

5.6.2 Incidencia en Matriz Hídrica

Para estimar la incidencia de las inversiones propuestas en la matriz hídrica se consideraron los siguientes criterios:

- Se define su incidencia hídrica como:
 - Sin Incidencia
 - Más Oferta
 - Menos Demanda
 - Más demanda
- Se indican criterios definidos para su cuantificación. Los valores se presentan en m³/año, salvo proyectos de embalse, donde la unidad se explicita en hm³
- El efecto efectivo solo se incorpora en las Inversiones en etapas de ejecución.

En la Tabla 5.6-2, se indican los metros cúbicos anuales por unidad según la variable determinada para valorizar la inversión e incidencia en la Matriz Hídrica el detalle se presenta en el Anexo 01.07.

Tabla 5.6-2 Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-1-01.1F_G	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.1M_RN	Factibilidad	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.2F_G	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Fluviométricas o Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01.2M_RN	Diseño	Diseño y Construcción de Estaciones Meteorológicas/Ruta de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01F	Ejecución	Construcción de Estaciones Fluviométrica c/s Montaña	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01M	Ejecución	Construcción de Estaciones Meteorológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01G	Ejecución	Construcción de Estaciones Glaciológicas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-01RN	Ejecución	Construcción de Rutas de Nieve	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02.1	Factibilidad	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02.2	Diseño	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-02	Ejecución	Construcción de Sistemas de Telemétricos para Control en Línea	Sin Incidencia	
ES-1-03.1	Factibilidad	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-03.2	Diseño	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-1-03	Ejecución	Construcción y/o Ampliación de Red Piezométrica + Calidad	Sin Incidencia	
ES-1-04	Ejecución	Conservación redes Hidrométricas (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-01	Factibilidad	Prefactibilidad Construcción Sistema de Agua Potable Rural	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-01A	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-02	Factibilidad	Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-03	Factibilidad	Diseño de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-04.1	Factibilidad	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-04	Diseño	Diseño de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-05	Diseño	Diseño Construcción Sistema APR	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-05A	Diseño	Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Más Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-06	Diseño	Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-07	Diseño	Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-08	Ejecución	Construcción Sistema APR	Más Demanda	caudal por Arranque
ES-2-08A	Ejecución	Ampliación/Mejoramiento Sistema APR	Más Demanda	caudal por Arranque
ES-2-09	Ejecución	Construcción/Ampliación Sistema SSR	Sin Incidencia	
ES-2-10	Ejecución	Construcción de Colectores de Aguas Servidas	Sin Incidencia	
ES-2-11	Ejecución	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	caudal por Arranca x factor de recuperación 0,8
ES-2-11.1	Diseño	Implementación de Sistemas de reúso de agua en zonas sin saneamiento	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-12	Ejecución	Implementación de Elementos Eficientes en el sistema de Agua Potable	Menos Demanda	Considera un 5% en el mejoramiento de la eficiencia de la red
ES-2-13	Ejecución	Conservación Infraestructura Sanitaria (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14.1	Factibilidad	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14.2	Diseño	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-2-14	Ejecución	Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua	Más Oferta	caudal por Arranque
ES-2-15	Ejecución	Construcción de Plantas de Tratamiento	Sin Incidencia	
ES-3-01	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-02	Factibilidad	Estudio de prefactibilidad de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-03	Diseño	Diseño de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción

Tabla 5.6-2 Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-3-04	Diseño	Diseño de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-05.1	Factibilidad	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-05	Diseño	Construcción Mejoramiento tecnológico de sistemas de Riego	Menos Demanda	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-06	Ejecución	Construcción de obras medianas de riego y acumulación	Menos Demanda	Para la estimación de estos volúmenes, se han considerado las siguientes variables: 1. Demanda de agua para riego por cuenca, 2. Longitud total de los canales por cuenca. 3. Porcentaje promedio de pérdida de agua en canales, según el Boletín INIA N° 412. Además, se ha asumido que el máximo de hectáreas regadas por kilómetro de canal es de 100 hectáreas.
ES-3-07	Ejecución	Construcción de obras mayores de riego y acumulación	Más Oferta	
ES-3-08	Ejecución	Construcción Mejoramiento tecnológico para la eficiencia de sistemas de Riego	Menos Demanda	
ES-3-09	Ejecución	Conservación obras medianas de riego, Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-10	Ejecución	Conservación grandes obras de riego, Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.1	Factibilidad	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.2	Diseño	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-3-11.3	Ejecución	Construcción de áreas verdes para la protección de riberas y orillas, en río/estero	Sin Incidencia	
ES-4-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan de Manejo de Cauce	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-02	Factibilidad	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-02.1	Diseño	Diseño Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-03	Ejecución	Diseño Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-03.1	Diseño	Diseño Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-04	Ejecución	Construcción de Defensas Fluviales	Sin Incidencia	
ES-4-05	Ejecución	Construcción de Obras aluvionales	Sin Incidencia	
ES-4-06.1	Factibilidad	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-06.2	Diseño	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-06	Ejecución	Construcción de obras regulación e infiltración (Zanjas, piscinas, otros) (	Más Oferta	Para el cálculo se considera que para Pp mayores a 5mm la zanja se llena completamente
ES-4-07.1	Factibilidad	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-4-07.2	Diseño	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	
ES-4-07	Ejecución	Programa de Conservación y Restauración Ecológica	Sin Incidencia	
ES-4-08	Ejecución	Conservación de Riberas río/Estero/Quebrada (Anual)	Sin Incidencia	
ES-5-01	Ejecución-Prefactibilidad	Plan Maestro de Aguas Lluvias o Actualización (más de 50.000 hab)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-02	Factibilidad	Factibilidad Construcción Conducciones de Aguas Lluvias (año)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-03	Diseño	Diseño Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-04	Ejecución	Construcción Colector de Aguas Lluvias (año)	Sin Incidencia	

Tabla 5.6-2 Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica

COD INI	Etapas	Nombre Inversión PU	Incidencia	Consideraciones
ES-5-05	Ejecución	Construcción Sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Estero/Canal	Sin Incidencia	
ES-5-06.1	Factibilidad	Construcción Sistema Urbanos de drenaje Sostenibles (SUDS)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-06.2	Diseño	Construcción Sistema Urbanos de drenaje Sostenibles (SUDS)	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-5-06	Ejecución	Implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)	Más Oferta	
ES-5-07	Ejecución	Conservación de Colectores río/Estero/Quebrada (Anual)	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-01	Factibilidad	Factibilidad construcción recarga acuífero	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-02	Diseño	Diseño construcción recarga acuífero	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
ES-7-03	Ejecución	Construcción recarga acuífero	Más Oferta	
NE-1-04	Coordinación Integral de Instituciones Públicas y Privadas	Creación de mesa de trabajo para el Manejo Integrado de Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-01	Programa	Diseño y Ejecución de Seminarios y talleres	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-02	Programa	Diseño y Ejecución de Programas de Capacitación y Seguimiento	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-2-03	Programa	Programa de reforzamiento de OUA	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-01	Instrumento Director	Definición de franjas de restricción y Prohibición por riesgo de inundación, erosión u otro	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-02	Estudio	Elaboración Estudio de erosión y arrastre de sedimentos a nivel de cuenca periurbana y sus efectos ambientales, económicos y sociales en el territorio	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-3-03	Estudio	Reforestación y forestación de cuencas en sectores con riesgo de erosión	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-01	Estudio	Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en la Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-02	Estudio	Diagnóstico de Recursos Hídricos y Demanda de Riesgo	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-03	Estudio	Estudio de Disponibilidad de Alternativas de Recursos Hídricos para Consumo Humano	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-04	Estudio	Nuevas tecnologías para el consumo humano eficiente y su reúso	Más Oferta	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-05	Estudio	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral de la Cuenca	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción
NE-4-06	Estudio	Programa de Operación de los sistemas	Sin Incidencia	Solo considera estudio y diseño no construcción

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 6 EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SOCIOECONÓMICA

La metodología desarrollada por MOP para la evaluación socioeconómica ex-ante de planes territoriales de infraestructura (DIRPLAN, 2012) es *“una herramienta que permite al MOP seleccionar el plan más apropiado para un determinado territorio, entendido como aquel que cumple de mejor manera los objetivos que el Plan se propuso para el territorio”*.

Se basa en los siguientes principios generales:

- Existen criterios de decisión que no son incorporados en los indicadores económicos y que son relevantes para la evaluación y selección.
- El procedimiento de evaluación es simple, de fácil aplicación y en concordancia con las metodologías y procedimientos vigentes del Sistema Nacional de Inversiones (SNI).

De acuerdo a lo definido por DIRPLAN, la metodología trata de identificar la mejor alternativa dentro de un conjunto conocido de posibles alternativas, cada una con un determinado impacto en cada uno de los criterios de evaluación, lo que corresponde a un problema de ordenar-jerarquizar o clasificar las alternativas. Para esto se mide cómo cada una de las carteras alternativas de iniciativas estratégicas de inversión cumple: i) con contribuir a los objetivos que el plan se estableció y ii) con contribuir a la eficiencia en el uso de los recursos de inversión. La medición de la contribución a los objetivos del Plan se realiza mediante el cálculo de lo que se ha denominado “Índice Multicriterio” (IMC), mientras que la contribución a la eficiencia en el uso de los recursos se realiza mediante la metodología Costo-Beneficio planteado en la “Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua” (Dictuc, 2021).

6.1 EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Para la priorización de medidas se utiliza una aproximación de la metodología de Análisis Multicriterio para la Toma de Decisiones (MCDM, por sus siglas en inglés). Este método ha sido estudiado para la priorización de infraestructura hidráulica, específicamente cuando se toman decisiones de inversión de un conjunto de iniciativas que contemplan el mismo producto

estratégico (tipo de inversión). En el presente informe se consideran como criterios de desarrollo las evaluaciones ambientales, tipologías de obras, factores socioeconómicos, político normativo y estratégico a nivel cuenca (ver Tabla 6.1-1), para mayor detalle de la metodología ver Anexo B del Informe Nacional. El resultado de la priorización multicriterio para la región se presenta en el Anexo 01.08.

Tabla 6.1-1 Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización

Ámbito	Ambiental	Tipologías de Obras		Social	Socioeconómico	Político Normativo	Estratégico nivel cuenca y regional
Indicador	Protección y recuperación de las fuentes de agua	Requiere ingreso a SEIA	Categoría Sustentabilidad de Obras	Obras vinculadas a Dimensiones de Seguridad Hídrica ⁽²⁾	Categoría de Multipropósito	Alineamiento político / normativo	PRIORIZACIÓN DE CUENCAS EN LA REGIÓN (viene del listado de cuencas priorizadas, depende del código de cuenca)
Escala	Alta [4]: Iniciativas destinadas a la protección y recuperación de los recursos hídricos Baja [1]: No aplica lo anterior	Alta [4]: No requiere ingreso a SEIA Media [2]: Requiere análisis de pertinencia a SEIA Baja [1]: Requiere ingreso a SEIA	Alta [4]: Iniciativas innovadoras MOP (SbN, protección y recuperación de las fuentes de agua, recarga acuíferos, las habilitadas para el MOP por las leyes 21.639 y 20.998, otras) basadas en la Naturaleza u otras iniciativas no cubiertas por el MOP Media Alta [3]: Inversiones vinculadas a optimizar el uso del recurso hídrico Media Baja [2]: Embalses fuera del río o piscinas de acumulación Baja [1]: Iniciativas Tradicionales (Embalses en el río, Trasvase de agua entre distintas cuencas, otras obras grises no mencionadas anteriormente)	Alta [14]: Iniciativas vinculadas a Consumo Humano [D1 -AP] Media Alta [11]: Iniciativas vinculadas a Resiliencia [D4] Media Baja [7]: Iniciativas vinculadas a Conservación [D3] Baja [7]: Iniciativas vinculadas a Desarrollo Económico [D2] Baja [4]: Iniciativas vinculadas a Saneamiento [D1 - AS]	Alta [4]: Iniciativas multipropósito Baja [1]: No aplica lo anterior	Alta [4]: Cuenta con factibilidad política y cuenta con normativa adecuada Media [2]: Cuenta con factibilidad política, pero requiere cambios normativos Baja [1]: No cuenta con factibilidad política y/o requiere cambios normativos	Alta [4]: Mayor o igual al percentil del 75% Media [2]: Entre los percentiles del 75% y 25% Baja [1]: Menor o igual al percentil del 25%
Justificación	Alta [4]: Permite la protección y recuperación de los recursos hídricos de acuerdo a la definición de la iniciativa en el informe regional, acápite 5.3 Conformación de la cartera de pre/inversión Baja [1]: No se vincula a proyectos destinados a la protección y recuperación de los recursos hídricos	Alta [4]: Conforme a lo dispuesto ¹ , NO es necesario que la inversión deba ejecutarse o modificarse previa la evaluación de su impacto ambiental Media [2]: Conforme a lo dispuesto ¹ , la inversión requiere análisis de pertinencia para evaluación ambiental Baja [1]: Conforme a lo dispuesto ¹ , SI es necesario que la inversión deba ejecutarse o modificarse previa la evaluación de su impacto ambiental	Alta [4]: Se considera iniciativa innovadora de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3.1 del Anexo B Enfoque metodológico Media Alta [3]: Se considera iniciativa vinculada a optimizar el uso del recurso hídrico de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3 del Anexo B Enfoque metodológico Media Baja [2]: Se considera iniciativa vinculada a embalses fuera del río o piscinas de acumulación, de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3 del Anexo B Enfoque metodológico Baja [1]: Se considera iniciativa NO innovadora de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.3.1 del Anexo B Enfoque metodológico	Alta [14]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Consumo Humano [D1-AP] Media Alta [11]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación [D4] Media Baja [7]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Conservación y preservación de los ecosistemas [D3] Media Baja [7]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Producción sostenible y eficiencia hídrica [D2] Baja [4]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Saneamiento Y Reúso [D1-AS]	Alta [4]: Se considera iniciativa multipropósito de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.2 del Anexo B Enfoque metodológico Baja [1]: Se considera iniciativa NO multipropósito de acuerdo a la definición presentada en el acápite 5.2 del Anexo B Enfoque metodológico	Alta [4]: Cuenta con factibilidad política y cuenta con normativa adecuada de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional Media [2]: Cuenta con factibilidad política, pero requiere cambios normativos de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional Baja [1]: No cuenta con factibilidad política y/o requiere cambios normativos de acuerdo a la normativa e instrumentos planteados en el acápite 3 del Informe Nacional	
Ponderación	10%	9%	13%	20%	12%	12%	12%
Max	4	4	4	4	4	4	4
Min	1	1	1	1	1	1	1

(1): En el artículo 8° de la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en el artículo 10° de la misma Ley

(2): Dimensiones previamente ponderadas según cantidad de habitantes por cuenca, actividad económica con mayor demanda hídrica en la región, área de humedales protegidos en la cuenca y densidad poblacional por cuenca, correspondientemente a cada dimensión.

Fuente: Elaboración propia

6.2 EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Dentro de la evaluación socioeconómica se desarrolló la evaluación Costo-Beneficio utilizando un enfoque basado en la normalización para garantizar la comparabilidad entre las variables. El método de normalización fue considerado según lo planteado por Dictuc (2021).

Tanto el costo como el beneficio de cada iniciativa fueron normalizados según el método de re-escalamiento, el cual considera los valores de las variables llevándolos a un rango entre [0-1], empleando las fórmulas:

$$Ec(1) \quad y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} * 100$$

$$Ec(2) \quad y_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} * 100$$

Donde:

Ec(1): Para indicadores con relación positiva, en este caso los **beneficios**

Ec(2): Para indicadores con relación negativa, en este caso los **costos**

y_{ij} = Variable normalizada

x_{ij} = Variable original

$\min(x_{ij})$ = El valor más bajo de esa variable en todo el conjunto de datos de la misma tipología

$\max(x_{ij})$ = El valor más alto de esa variable en todo el conjunto de datos de la misma tipología

Este proceso permitió ajustar los datos, originalmente expresados en distintas unidades, a una escala común. Posteriormente, la razón costo-beneficio fue calculada dividiendo el beneficio normalizado por el costo normalizado:

$$\text{Razón costo beneficio} = \frac{\text{Beneficio normalizado}}{\text{Costo normalizado}}$$

Los valores de la razón reflejan la relación relativa entre el beneficio generado y el costo incurrido, donde valores mayores a 1 indican que el beneficio supera al costo en términos relativos, mientras que valores menores a 1 evidencian que el costo es mayor que el beneficio.

La razón costo beneficio se ponderó con el 12% mientras que la ponderación de la tabla multicriterio (ver Tabla 6.1-1) es de 88%. Este ajuste busca mantener una equivalencia con la ponderación asignada al criterio de evaluación socioeconómica en la metodología multipropósito.

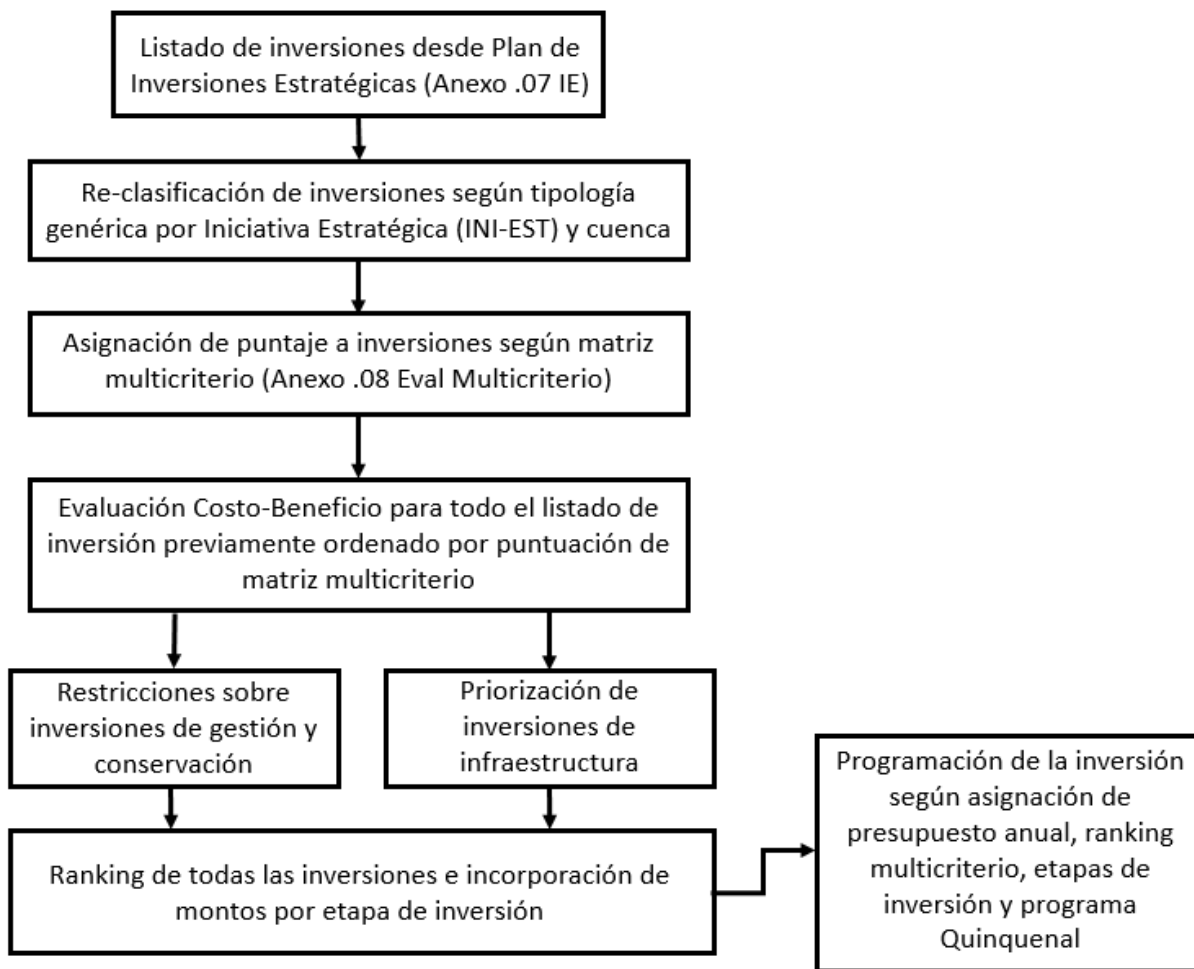
6.3 PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES

Según lo planteado en este capítulo, se han priorizado las inversiones a partir de la matriz multicriterio y el puntaje asignado a cada iniciativa planteada.

Dentro del proceso de priorización se consideraron una serie de restricciones, las cuales permiten una evaluación más precisa y alineada con los objetivos de este estudio. Las restricciones son:

- Se dejan fuera del ranking para la programación de la inversión todas las iniciativas vinculadas a conservación, las que quedan con un monto fijo anual asignado que equivale al promedio de la inversión histórica del MOP para este tipo de iniciativas entre los años 2019-2023. Para la región de Los Ríos, este equivale a \$4.000.000 (miles de pesos).
- Las medidas de gestión e instrumentos directores (inversiones de gestión) se priorizan por sobre las inversiones de infraestructura, por lo que sus montos de inversión quedan asociados al año 0 (cero) de la cartera programada. Esto debido a que estos tipos de inversión suelen ser medidas habilitantes para la ejecución de inversiones de infraestructura.
- La priorización incluye la inversión de los programas Quinquenales definidos por MOP para los años 2024-2028. Los proyectos marcados como “Ejecutado” ya se desarrollaron, su inclusión en las planillas es para el análisis y orden de la misma, considerando que algunos de estos proyectos aún tienen etapas por ejecutar. Esto no afecta a la inversión final ya que el monto asociado a etapas ya desarrolladas es cero.
- Se considera en la programación un monto disponible anual equivalente a \$24.700.000 (miles de pesos), el cual se obtiene a partir del promedio ajustado anual de la inversión histórica del MOP para esta región entre los años 2019-2023.
- En la programación se incluye el orden de las etapas que conforman una inversión, ordenándose de acuerdo a la siguiente priorización:
 1. Estudio y/o prefactibilidad
 2. Factibilidad
 3. Diseño
 4. Ejecución
- En el caso de las conservaciones, solo se considera la etapa de ejecución.

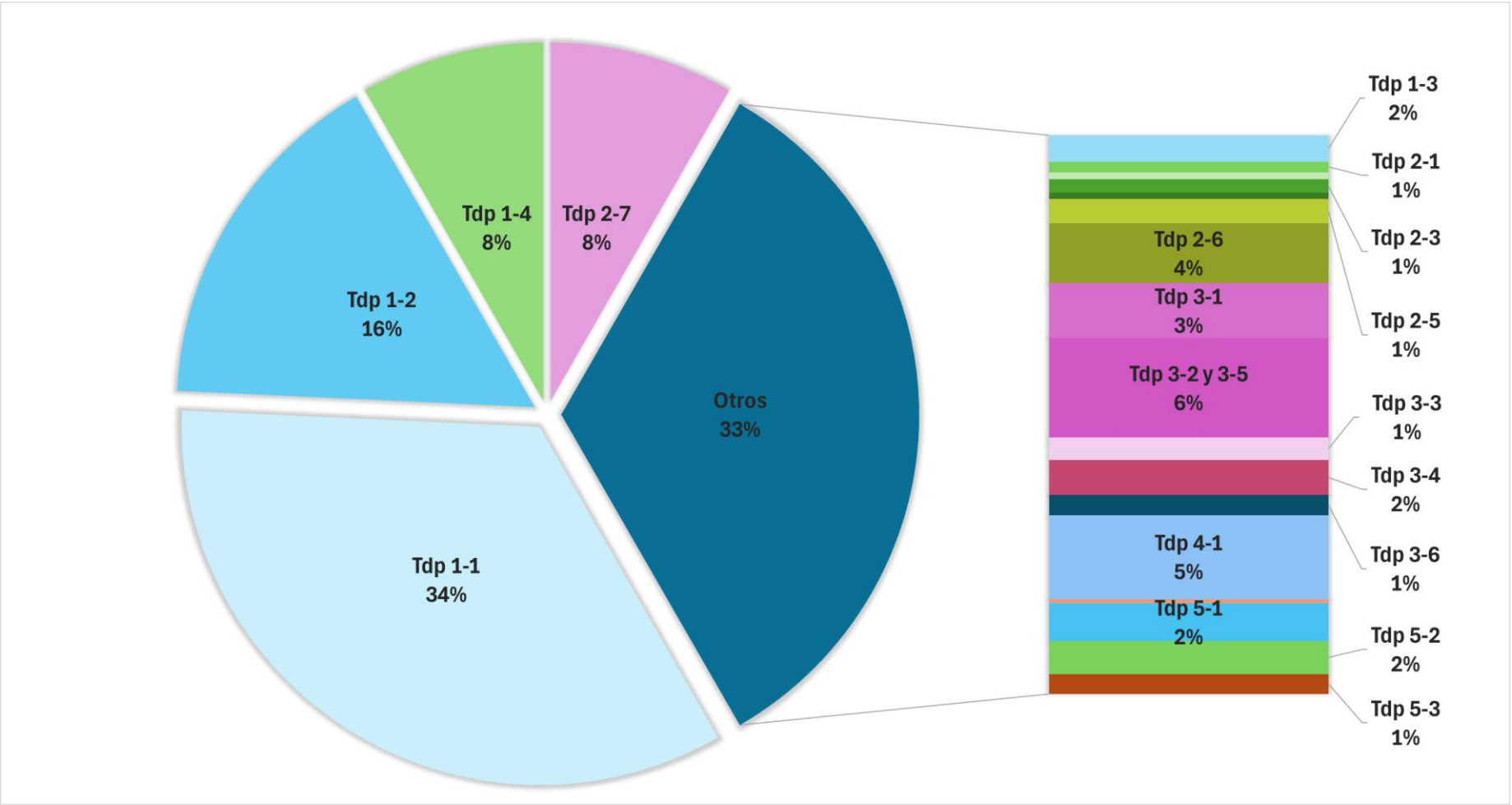
Para una revisión más detallada del procedimiento utilizado, en la Figura 6.2-1 se presenta un diagrama del proceso de priorización multicriterio y la generación de la cartera de inversión desarrollada para cada región.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.2-1 Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión

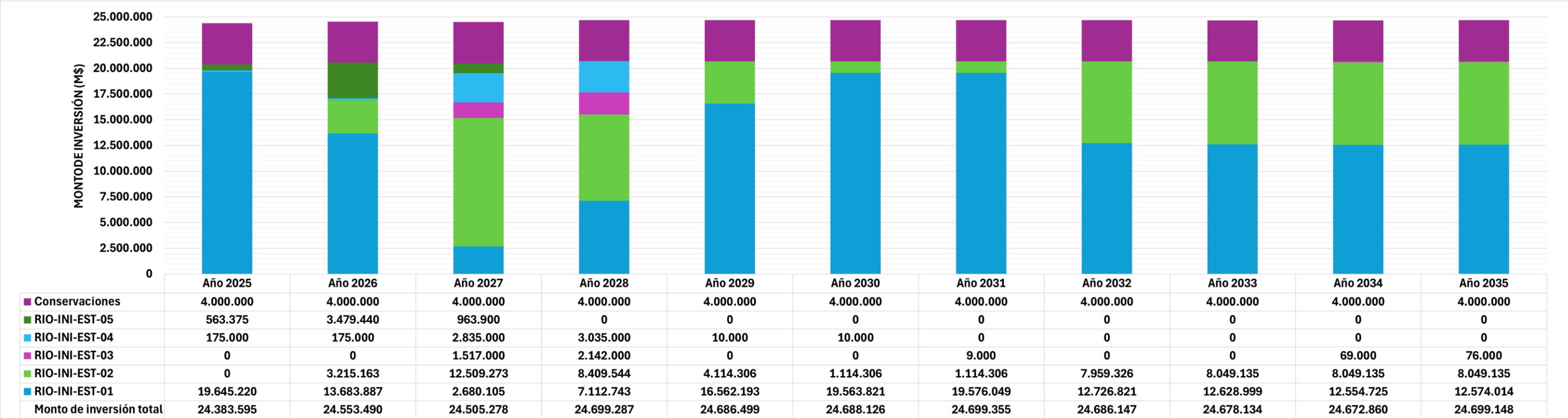
Finalmente, en la Figura 6.2-2 se presenta la cartera de inversión por tipología de proyecto, con su respectiva cantidad y porcentaje. En la Figura 6.2-3 se presenta la cartera de inversiones por cada iniciativa estratégica en la que se desarrollan. En la Figura 6.2-4 se presenta la cartera de inversiones por tipo de fuente de inversión a desarrollar durante el periodo 2025-2035.



Tipología de proyecto	Descripción
1-1	Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural
1-2	Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural
1-3	Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural
1-4	Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales
2-1	Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego. Posterior Diseño, Construcción y Operación de Alternativas Resilientes al Efecto del Cambio Climático
2-2	Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras
2-3	Eficiencia en el Uso del Agua: - Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego; - Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable Urbana
2-4	Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos
2-5	Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para Riego
2-6	Desarrollo de Regularización de DAA en Captaciones; Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios; Plan de Seguimiento a Planes de Riego
2-7	Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego; Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego; Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego
3-1	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluiométricas en Cauces y/o Canales
3-2	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas
3-3	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas
3-4	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves
3-5	Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación
3-6	Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas
4-1	Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces
4-2	Medida de Gestión: Implementación de Norma Secundaria de Calidad
5-1	Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas
5-2	Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición, Restauración o Conservación de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas
5-3	Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias

Fuente: Elaboración propia

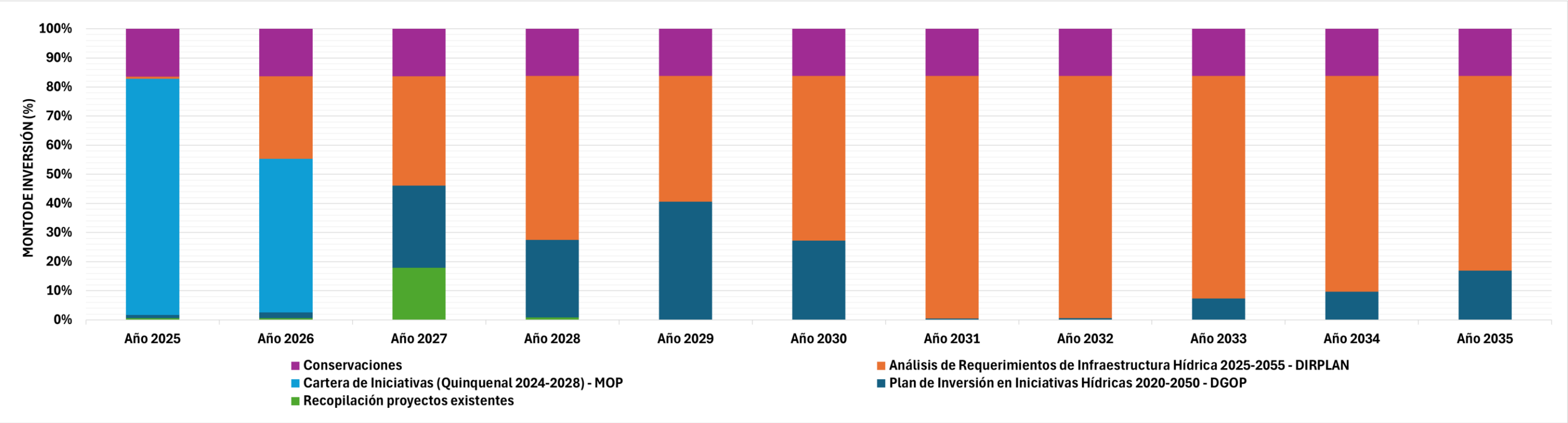
Figura 6.2-2 Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Los Ríos



Leyenda	Descripción iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego
INI-EST-03	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas, con énfasis en la calidad de las aguas
INI-EST-04	Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza, con énfasis en la calidad de las aguas
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en cambios del patrón hidrológico

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.2-3 Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Los Ríos



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.2-4 Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Los Ríos

CAPÍTULO 7 PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO

A continuación, se presenta la propuesta de escenarios de desarrollo que permitirán analizar la cartera de inversión de manera estratégica, considerando tanto las tendencias emergentes como los posibles puntos de inflexión que podrían impactar significativamente en la planificación y la capacidad de respuesta frente a los requerimientos hídricos del país.

En primer lugar, se definirán los puntos de inflexión o factores críticos para la toma de decisiones sobre los recursos hídricos; para luego definir los escenarios de desarrollo sobre los cuales se implementará la cartera de inversión.

7.1 SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN

Para la selección de factores se consideró como supuesto que unos pocos actores clave impulsan las decisiones que conducen a la implementación de proyectos, y que las decisiones se basan en un conjunto discreto de factores que colectivamente dan forma a las decisiones finales (Siddiqi, Eriqat, & Diaz Anadon, 2016). Es así como, inicialmente, se identificaron diferentes factores críticos transversales a nivel nacional vinculados a variables como:

- Distribución geográfica y migración: proyección de crecimiento poblacional
- Brechas hídricas y de infraestructura asociadas a la demanda del recurso: Uso y distribución de agua para el consumo humano, el desarrollo económico-productivo, y para la conservación y preservación ecosistémica.
- Brechas hídricas y de infraestructura asociadas a la oferta del recurso y calidad de agua: Sustentabilidad de fuentes de abastecimiento hídrico para diferentes usos y la prevención de contaminación. Incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento hídrico. Resiliencia frente a eventos extremos.
- Gobernanza hídrica: colaboración entre los diversos actores involucrados en la gestión hídrica. Desarrollo económico local e impacto social de proyectos de infraestructura hídrica. Acceso a información hídrica en cantidad y calidad.

Con el objetivo de identificar los factores críticos regionales, se desarrolla una breve contextualización de la situación actual en la región respecto a los desafíos y oportunidades futuras en materia de seguridad hídrica.

7.1.1 Contexto regional y áreas de intervención prioritarias

La **Región de Los Ríos** presenta una dinámica territorial compleja, con marcadas diferencias entre sus zonas urbanas y rurales. Valdivia, capital regional y principal centro urbano, concentra el 73,28% de la población urbana, con un crecimiento demográfico del 1,15% anual. En contraste, comunas como San José de la Mariquina (1,98%) y Paillaco (1,45%) presentan un crecimiento más acelerado, reflejando una tendencia de expansión en zonas rurales. La provincia de Valdivia, que incluye comunas como Lanco, Los Lagos, Mariquina y Panguipulli, tiene una mayor cobertura de agua potable (82,71%), mientras que la provincia de Ranco, conformada por La Unión, Río Bueno, Futrono y Lago Ranco, apenas alcanza el 73,63%, lo que evidencia una brecha en infraestructura básica.

El acceso al **agua potable urbana** está asegurado en gran parte por empresas concesionarias como **Aguas Décima y ESSAL**, con cobertura del 89,1% en las áreas concesionadas. Sin embargo, el sistema presenta desigualdades entre las cuencas hídricas. La **cuenca del río Valdivia (BNA 101)** concentra la mayor demanda, con 13,82 millones de m³ anuales en 2022, proyectados a 15,45 millones de m³ en 2055. En la **cuenca del río Bueno (BNA 103)**, la demanda alcanzó los 3,35 millones de m³ en 2022, con un crecimiento proyectado del 7,8% en 30 años. En contraste, las **cuencas costeras entre el límite regional y el río Valdivia (BNA 100)** y entre el **río Valdivia y el río Bueno (BNA 102)** presentan una demanda significativamente menor. La eficiencia en el uso del agua potable urbana es variable: el consumo residencial ha aumentado 5,6 m³/mes por cliente en los últimos años, reflejando un uso intensivo en sectores urbanos densamente poblados como Valdivia y La Unión.

En zonas **rurales**, la brecha en infraestructura es significativa. A pesar de que existen **186 Servicios Sanitarios Rurales (SSR)** distribuidos en la región, su cobertura es insuficiente. La demanda hídrica en estas áreas alcanzó los 5,17 millones de m³ en 2022 y se proyecta un incremento del 21% para 2055, especialmente en la **cuenca del río Bueno (BNA 103)**, donde se concentra el 84% de la demanda rural total. La eficiencia en el uso del agua en estas comunidades sigue siendo baja debido a la falta de infraestructura de almacenamiento y distribución, así como la dependencia de fuentes como vertientes y pozos. En localidades como Panguipulli y Máfil, la cobertura de sistemas formales es limitada, lo que genera un mayor riesgo de contaminación de las fuentes hídricas.

El **saneamiento** presenta aún mayores deficiencias. En áreas urbanas, la cobertura de alcantarillado en las concesiones sanitarias alcanza el 89,1%, pero en zonas rurales es preocupantemente baja. Solo el 19,6% de la población rural tiene acceso a sistemas de

alcantarillado formal, con grandes deficiencias en comunas como **Futrono, Lago Ranco y Corral**, donde muchas viviendas aún dependen de pozos negros o fosas sépticas. Esta situación incrementa la contaminación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas, afectando la calidad del agua en la región.

El **uso del agua en actividades económicas** también es desigual. La **agricultura** es el principal consumidor hídrico, representando el **77% del aumento proyectado en la demanda de agua** para 2055. En la **cuenca del río Valdivia (BNA 101)**, el consumo agrícola pasó de 105,26 millones de m³ en 2023 a una proyección de 210,91 millones de m³ en 2055, lo que representa un crecimiento del **100% en 30 años**. En la **cuenca del río Bueno (BNA 103)**, la demanda agrícola también se duplicará, de **85,4 millones a 157,98 millones de m³**. La eficiencia en el uso del agua de riego sigue siendo un desafío, con sistemas mayormente gravitacionales y escasa implementación de tecnologías como el riego por goteo o aspersión.

El sector **industrial** es el segundo mayor consumidor de agua en la región. En la **cuenca del río Valdivia (BNA 101)**, la demanda industrial se estima en 41,45 millones de m³ en 2023, con un aumento proyectado del **125% hacia 2055**. La mayoría de las industrias se concentran en **Valdivia, Mariquina y La Unión**, con una alta dependencia del agua subterránea. El uso eficiente del agua en la industria es aún limitado, con escasas iniciativas de recirculación o reutilización de aguas residuales.

En el sector **forestal**, la demanda de agua también es considerable. En la **cuenca del río Valdivia (BNA 101)**, las plantaciones forestales consumieron **2.065,88 millones de m³ en 2023**, con un aumento proyectado del 7,5% para 2055. Esta actividad ha generado conflictos ambientales, especialmente en zonas de alta concentración de plantaciones como **Lanco, Panguipulli y Mariquina**, donde la expansión forestal ha reducido la disponibilidad de agua para otros usos.

El impacto del **cambio climático** agrava las tensiones sobre el recurso hídrico. La oferta de agua superficial en la región se ha reducido en un **5,6% en las principales cuencas**, con una disminución proyectada en la escorrentía del **río Valdivia (BNA 101)** de **14.156 millones de m³ a 13.776 millones de m³** en los próximos 30 años. La situación es similar en la **cuenca del río Bueno (BNA 103)**, donde la oferta hídrica se reducirá en **915 millones de m³**. Estos cambios afectan la disponibilidad de agua para todos los sectores, aumentando la vulnerabilidad de las zonas rurales y las actividades agrícolas.

Ante estos desafíos, es esencial fortalecer la **infraestructura hídrica y la planificación territorial**. La actualización de los **Planes Reguladores Comunales (PRC)** es urgente, ya que la mayoría de ellos data de la década de 1990. Solo **Paillaco** cuenta con un PRC actualizado en 2022. Comunas como **Mariquina y Los Lagos** han experimentado una expansión urbana

sin regulación adecuada, lo que incrementa la presión sobre los recursos hídricos. La modernización de la infraestructura de almacenamiento y distribución de agua, junto con la promoción de tecnologías eficientes en riego y uso industrial, permitirá una gestión más sostenible del recurso hídrico en la región.

El desarrollo de **soluciones innovadoras**, como la recarga de acuíferos y la cosecha de aguas lluvias, es fundamental para mejorar la seguridad hídrica. En la región ya existen iniciativas en esta línea, como el proyecto **SCALL-OI**, que instala sistemas de captación de aguas lluvias con osmosis inversa en localidades rurales de la cuenca del río Valdivia. Sin embargo, es necesario ampliar estas iniciativas y fortalecer la regulación sobre el uso del agua, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

La Región de Los Ríos enfrenta un **desafío estructural en la gestión del agua**, con brechas evidentes entre zonas urbanas y rurales, y una creciente presión sobre sus fuentes hídricas debido al cambio climático y el crecimiento de la demanda. La modernización de la infraestructura, la actualización de los instrumentos de planificación y la implementación de estrategias de eficiencia en el uso del agua serán clave para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo en el territorio.

7.1.2 Factores críticos regionales

A partir de los resultados del análisis de antecedentes presentados anteriormente, y la evaluación experta de la consultora, se identifican los siguientes factores críticos que afectan a la región de forma transversal:

- **Fuentes de abastecimiento y eficiencia en el uso del agua:** La falta de formación técnica y organizativa limita la eficiencia del riego y la modernización agrícola en comunidades indígenas y pequeños productores de Panguipulli, Mariquina y La Unión. Muchos sistemas de riego tradicionales presentan bajas eficiencias, con pérdidas significativas de agua en un contexto de creciente demanda hídrica. La ausencia de capacitación en manejo eficiente del recurso, tecnologías de riego y organización comunitaria impide mejorar la productividad sin comprometer la disponibilidad hídrica. Es fundamental implementar programas de educación técnica, financiamiento para infraestructura de riego y fortalecimiento de organizaciones de usuarios del agua para fomentar un desarrollo agrícola sostenible y resiliente.
- **Déficit de infraestructura de agua potable y saneamiento en comunidades rurales y marginadas:** La cobertura de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) en la Región de Los Ríos es insuficiente, afectando principalmente a comunidades rurales e indígenas en la provincia de Ranco y sectores aislados de Valdivia. Solo el 19,6% de la población rural tiene alcantarillado, mientras que muchas localidades dependen de vertientes y pozos

no regulados, exponiéndose a contaminación y enfermedades. La brecha en infraestructura perpetúa desigualdades, afectando calidad de vida y desarrollo económico. Es crucial ampliar la red de SSR, modernizar los sistemas de saneamiento y fomentar inversiones en tecnologías descentralizadas que permitan acceso universal y equitativo al agua potable y saneamiento seguro.

Las selecciones de estos factores permiten obtener información sobre qué escenarios pueden impulsar la progresión a lo largo de posibles diferentes vías de desarrollo e impulsar la selección de proyectos particulares en el futuro. En este contexto, y con el fin de dar respuesta a las brechas de seguridad hídricas, se propusieron Iniciativas Estratégicas, las cuales engloban un espectro de tipos de proyectos similares que, a su vez, cuentan con una cartera de pre/inversiones. El detalle se presenta en el Anexo 01.07. Las Iniciativas Estratégicas vinculadas a los factores críticos seleccionados y sus respectivos códigos son:

- “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Agua Potable y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas rurales” [RIO-INI-EST-01].
- “Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en la calidad del agua” [RIO-INI-EST-02].

Dada la magnitud de pre/inversión propuestos, se realizó una priorización de ellos utilizando una matriz Multicriterio, además de una evaluación socioeconómica simplificada. Considerando las iniciativas priorizadas en el acápite 6.2, a continuación, se presentan la propuesta de escenarios de desarrollo futuro, en base a las incertidumbres, vulnerabilidades y oportunidades de la cartera de acciones actual.

7.2 PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región de Arica y Parinacota enfrenta desafíos estructurales significativos en torno a la gestión de los recursos hídricos, influenciados por factores como el crecimiento poblacional, la presión sobre los ecosistemas, los efectos del cambio climático y la vulnerabilidad de su infraestructura hídrica.

En este acápite se presentan los cuatro escenarios de desarrollo que reflejan la interacción de las **tendencias globales, los factores locales y los quiebres de tendencia regionales**, y su impacto en los aspectos mencionados de los **desafíos de seguridad hídrica y la capacidad de respuesta del sistema**. Estos escenarios desarrollo corresponden a:

- **Estancamiento crítico:** Aumentan los desafíos de seguridad hídrica y se obstaculiza la capacidad de respuesta.

- **Desafío gestionable:** Aumentan los desafíos de seguridad hídrica, pero no se obstaculiza la capacidad de respuesta.
- **Capacidad limitada:** No aumentan los desafíos de seguridad hídrica, pero se obstaculiza la capacidad de respuesta.
- **Avance sostenible y resiliente:** No aumentan los desafíos de seguridad hídrica y no se obstaculiza la capacidad de respuesta.

Cada escenario ha sido diseñado para proporcionar una visión amplia sobre cómo se pueden desarrollar los recursos hídricos en la región y cómo las políticas y las inversiones pueden mitigar o potenciar los desafíos.

7.2.1 Análisis de estancamiento crítico

La crisis de seguridad hídrica en la Región de Los Ríos se ha manifestado a través de una compleja interacción de factores ambientales, socioeconómicos y de gobernanza, generando un desbalance estructural que compromete la sostenibilidad a largo plazo. La creciente demanda de recursos hídricos, conjugada con una oferta cada vez más incierta debido a variaciones climáticas y presiones antrópicas, ha incrementado la vulnerabilidad del territorio. La ausencia de una planificación hídrica adaptativa y la falta de inversión en infraestructura eficiente han exacerbado esta crisis, limitando la capacidad de resiliencia del sistema hidrológico regional. Esta problemática no solo incide en el acceso y la calidad del agua potable, sino que también afecta la estabilidad socioeconómica y ambiental, con impactos de amplio espectro sobre la población y los sectores productivos.

En términos de abastecimiento de agua potable, las comunidades rurales de las provincias de Valdivia y Ranco experimentan deficiencias críticas. Se estima que entre un 31% y un 44% de las viviendas rurales no tienen acceso a la red de agua potable, con localidades como Lago Ranco, Futrono y Máfil siendo particularmente afectadas. Además, entre un 36% y un 57% de la población rural no cuenta con acceso a alcantarillado, con deficiencias pronunciadas en comunas como La Unión y Los Lagos. Estas condiciones conducen a una mayor dependencia de fuentes de agua no reguladas y de calidad variable, incrementando los riesgos de enfermedades hídricas y comprometiendo la salud pública. La insuficiencia en los sistemas de saneamiento agrava la situación, permitiendo que residuos no tratados sean vertidos en cuerpos de agua estratégicos, como los ríos Valdivia (BNA 101) y Bueno (BNA 103), lo que acelera la degradación de la calidad del recurso hídrico.

El déficit en acceso a agua potable y saneamiento impulsa dinámicas de migración interna, con desplazamientos poblacionales desde áreas rurales hacia centros urbanos como Valdivia y La Unión. Este proceso genera una carga adicional sobre la infraestructura urbana, intensificando la presión sobre los sistemas de abastecimiento y saneamiento en un contexto donde las tasas de pérdida de agua en la distribución alcanzan un 39%, con

localidades como Panguipulli, San José de la Mariquina y Lanco registrando pérdidas superiores al 45%. La desigualdad en la distribución del recurso se vuelve más acentuada, incrementando los conflictos entre distintos sectores sociales y productivos, lo que puede derivar en disputas por derechos de uso y asignación de caudales.

El sector agrícola, que representa uno de los principales motores económicos de la región, es particularmente vulnerable a la crisis hídrica. Se proyecta que la demanda de agua para riego aumentará en un 94% para el año 2055, mientras que la eficiencia en la aplicación de riego presenta variaciones entre cuencas. La cuenca "Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno" (BNA 102) registra la eficiencia más baja con un 73%, mientras que la cuenca del río Bueno (BNA 103) alcanza un 75%. La escasez de infraestructura de acumulación y almacenamiento limita la capacidad del sector para adaptarse a eventos climáticos extremos, comprometiendo la estabilidad de cultivos estratégicos como maíz y papa en localidades como Paillaco y Mariquina. La sobreexplotación de fuentes hídricas para el riego intensivo contribuye a la degradación de los suelos y a la alteración de los ciclos hidrológicos naturales.

El crecimiento del sector industrial, especialmente en la manufactura de celulosa y papel, añade una presión considerable sobre los recursos hídricos. Se proyecta que el consumo industrial de agua aumentará en un 125% entre 2023 y 2055, consolidándose como uno de los principales sectores consumidores en la región. Las plantas de celulosa en San José de la Mariquina descargan grandes volúmenes de residuos en cuerpos de agua como el estuario del río Valdivia, sin una regulación efectiva de su impacto ambiental. La ausencia de normativas secundarias específicas para la calidad del agua superficial y subterránea ha permitido que estas externalidades negativas persistan sin medidas de mitigación adecuadas. Esta situación, junto con la explotación intensiva de acuíferos, ha deteriorado la calidad del agua disponible para el consumo humano y ha afectado la biodiversidad acuática regional.

Los efectos del cambio climático intensifican aún más la incertidumbre en la disponibilidad hídrica. Se proyecta una reducción de entre un 1,9% y un 5,6% en la oferta hídrica superficial hacia 2055, lo que tendrá implicaciones directas sobre la estabilidad de los ecosistemas acuáticos y la disponibilidad de agua para usos productivos y domésticos. La reducción de caudales afecta especialmente a sistemas altamente sensibles, como los humedales de la región, de los cuales el 47% ha sido alterado debido a la expansión agrícola y urbana. La pérdida de estas áreas de regulación natural compromete la capacidad de filtración de contaminantes y la estabilidad de los ciclos hidrológicos locales, incrementando la vulnerabilidad del sistema socioambiental.

Para enfrentar esta crisis, es imperativo adoptar un enfoque de gestión integrada del recurso hídrico que incorpore tanto medidas de mitigación como estrategias de adaptación a largo plazo. La modernización de la infraestructura de distribución de agua se presenta como una necesidad prioritaria, mediante la reducción de pérdidas en la red y la implementación de tecnologías de monitoreo inteligente. La construcción de sistemas de reutilización de aguas residuales es otra estrategia fundamental para optimizar la disponibilidad del recurso, promoviendo su uso en actividades industriales y agrícolas sin comprometer los volúmenes destinados al consumo humano.

El fortalecimiento de la gobernanza hídrica es esencial para garantizar una gestión equitativa y sostenible. La formalización de Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs) en la región permitiría mejorar la coordinación entre actores locales y establecer mecanismos de distribución eficientes. La implementación de normativas secundarias para la calidad del agua y el fortalecimiento de la fiscalización de emisiones industriales son medidas clave para la protección de los cuerpos de agua estratégicos.

El desarrollo de infraestructura de almacenamiento, como embalses y tranques de regulación, es crucial para estabilizar el suministro hídrico en el largo plazo. La restauración de ecosistemas estratégicos, incluyendo la reforestación de cuencas hidrográficas y la rehabilitación de humedales, contribuiría a mejorar la calidad y disponibilidad del agua, reforzando la resiliencia hídrica de la región.

La crisis hídrica en la Región de Los Ríos no solo refleja deficiencias estructurales en la gestión del recurso, sino que también pone de manifiesto la necesidad urgente de una planificación hídrica basada en principios de sostenibilidad y equidad. La implementación de soluciones integradas en infraestructura, gobernanza y conservación ambiental es el único camino viable para evitar que la región enfrente un punto de no retorno, en el que la escasez de agua limite su desarrollo y bienestar.

7.2.2 Análisis de desafío gestionable

La seguridad hídrica en la Región de Los Ríos constituye un problema de creciente complejidad debido a la intersección de factores climáticos, socioeconómicos y políticos que impactan la disponibilidad y calidad del recurso hídrico. El aumento en la demanda de agua en sectores productivos como la agricultura, la industria manufacturera, la generación de energía y el consumo humano ha generado un desequilibrio progresivo entre la oferta y la demanda hídrica, exacerbado por el cambio climático y la disminución de la precipitación anual. Esta situación ha resultado en una contracción sostenida de los caudales en las principales cuencas hidrográficas de la región, en particular el Río Valdivia (BNA 101) y el Río Bueno (BNA 103), lo que ha incrementado la competencia por los recursos hídricos y ha puesto en riesgo la estabilidad de los ecosistemas acuáticos.

La desigualdad en el acceso al agua potable persiste como una preocupación central, especialmente en las zonas rurales de la región. Entre un 31% y un 44% de las viviendas en comunas como Mariquina, Panguipulli y Futrono carecen de acceso a la red de agua potable, lo que pone de manifiesto una brecha significativa en la equidad hídrica. Adicionalmente, hasta un 57% de la población rural en localidades como Lago Ranco, Los Lagos y Corral no cuenta con sistemas de alcantarillado adecuados, lo que agrava la problemática del saneamiento y genera externalidades negativas en la calidad del agua superficial y subterránea. En contraste, los centros urbanos como Valdivia y La Unión presentan una mayor cobertura de servicios básicos, aunque con deficiencias estructurales en sectores periurbanos. Además, la región enfrenta un nivel crítico de pérdidas de agua potable en la distribución, con un promedio del 39% y registros superiores al 45% en Panguipulli, San José de la Mariquina y Lanco, lo que evidencia ineficiencias sistémicas en la infraestructura hídrica.

El crecimiento del sector agropecuario ha sido uno de los principales motores del incremento en la demanda hídrica, con una proyección de aumento del 94% para el año 2055. Este crecimiento se ha visto acompañado por un cambio en la tipología de cultivos, con una disminución de la superficie sembrada de cereales y un incremento en la superficie dedicada a viñedos y praderas mejoradas, especialmente en las comunas de Paillaco, Lanco y La Unión. La eficiencia de aplicación de riego en la región presenta un promedio del 74%, con variaciones entre las cuencas: la cuenca "Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno" (BNA 102) registra el menor porcentaje de eficiencia con un 73%, mientras que la cuenca del Río Bueno (BNA 103) alcanza el 75%. Esto representa una oportunidad de optimización a través de la implementación de tecnologías de riego de alta precisión y estrategias de conservación del recurso hídrico.

En el ámbito industrial, la manufactura es el segundo sector con mayor demanda hídrica después de la agricultura, con una proyección de aumento del 125% en su consumo para el período 2023-2055. En ciudades como Valdivia y La Unión, donde se concentran las industrias forestales y de celulosa, el alto volumen de extracción de agua para procesos productivos ha generado presiones sobre la disponibilidad del recurso y ha contribuido a la contaminación de los cuerpos de agua circundantes. Se han registrado concentraciones elevadas de residuos industriales en los ríos Calle Calle y Cruces, particularmente en periodos de crecidas, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos de regulación y fiscalización ambiental.

El deterioro de los ecosistemas hídricos también ha sido una consecuencia de la presión antrópica sobre los recursos hídricos. Se estima que el 47% de los humedales han sido alterados por la expansión agropecuaria, comprometiendo su capacidad de regulación hídrica y su función ecosistémica en la mitigación de inundaciones. Particularmente, el

Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter y la cuenca del Río Cruces han experimentado una pérdida significativa de biodiversidad debido a la degradación de sus cuerpos de agua. Además, la contaminación por agroquímicos es un problema grave, con un 37% de las muestras de agua en zonas agrícolas que superaron los niveles recomendados de nitratos en 2023, con mayor incidencia en la cuenca del Río Bueno y Lago Ranco. La ausencia de normativas secundarias sobre la calidad del agua ha dificultado la implementación de medidas efectivas de restauración y conservación de los cuerpos de agua afectados.

Frente a este escenario, es imperativo implementar estrategias de mitigación y adaptación que garanticen la sostenibilidad del recurso hídrico en la región. La modernización de la infraestructura de abastecimiento de agua potable debe ser una prioridad, con un enfoque en la reducción de pérdidas en la red de distribución y la expansión de la cobertura en las localidades rurales de Lago Ranco, Futrono y Mariquina. La implementación de sistemas descentralizados de tratamiento de aguas servidas podría mejorar los indicadores de saneamiento y reducir la contaminación en cuerpos de agua como el Río Calle Calle y el Lago Riñihue.

En el sector agropecuario, se deben incentivar las prácticas de riego eficiente mediante subsidios para la adquisición de tecnologías de riego por goteo y sistemas de monitoreo de humedad del suelo. Asimismo, la regulación del uso industrial del agua debe fortalecerse mediante la implementación de normativas ambientales más estrictas y la promoción de esquemas de economía circular en el tratamiento y reutilización de efluentes industriales. El desarrollo de infraestructura de almacenamiento y acumulación de agua es otra estrategia clave para mejorar la resiliencia hídrica de la región. La construcción de embalses multipropósito y sistemas de captación de aguas lluvias permitiría mitigar la disminución de la oferta hídrica superficial prevista para 2055, con prioridad en las cuencas del Río Bueno y Río Valdivia. La restauración de ecosistemas hídricos, la creación de Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUAs) y el fortalecimiento del monitoreo de la calidad del agua son medidas fundamentales para consolidar una gobernanza hídrica sostenible y equitativa en la región.

7.2.3 Análisis de capacidad limitada

La región de Los Ríos enfrenta una crisis latente en la gestión de sus recursos hídricos, caracterizada por una intersección de factores estructurales, climáticos y socioeconómicos que comprometen la seguridad hídrica a mediano y largo plazo. Aunque los balances hídricos actuales indican un equilibrio entre oferta y demanda, la región carece de mecanismos resilientes para enfrentar los impactos del cambio climático, la creciente presión antrópica sobre las cuencas y la inadecuada infraestructura de captación, almacenamiento y saneamiento. La insuficiencia institucional y la carencia de planes de gestión integral exacerban estas problemáticas, dificultando la implementación de estrategias de adaptación.

La infraestructura de abastecimiento y saneamiento presenta deficiencias significativas, particularmente en las zonas rurales de las provincias de Valdivia y Ranco. Localidades como Corral, Lago Ranco y Futrono presentan un acceso deficitario a agua potable, con tasas de cobertura que oscilan entre el 56% y el 69%, mientras que en Valdivia y La Unión la cobertura alcanza niveles cercanos al 95%. Sin embargo, las redes de distribución exhiben ineficiencias críticas, evidenciadas en la pérdida del 39% del agua suministrada, particularmente en los sistemas urbanos de Panguipulli, San José de la Mariquina y Lanco. En el ámbito del saneamiento, entre el 36% y el 57% de la población rural en las cuencas del Río Bueno (BNA 103) y Río Valdivia (BNA 101) carece de acceso a sistemas de alcantarillado, lo que se traduce en descargas irregulares y un incremento en la contaminación de cursos de agua.

El cambio climático ha introducido una dinámica incierta en los patrones hídricos de la región, proyectándose una disminución del 5.6% en los caudales de la cuenca del Río Bueno y un 4.5% en la del Río Valdivia. Esta reducción afecta particularmente la viabilidad de los derechos de aprovechamiento consuntivos destinados a la agricultura y el abastecimiento urbano. Simultáneamente, el aumento del 6.5% en la frecuencia de precipitaciones extremas genera un riesgo adicional de inundaciones y erosiones del suelo, afectando la estabilidad de las riberas en Valdivia, La Unión y otras localidades ribereñas. La degradación de ecosistemas críticos, como los humedales del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, agrava esta situación, comprometiendo la capacidad de filtración y regulación hídrica natural.

El crecimiento de la demanda hídrica impone una presión adicional sobre los recursos disponibles. Se estima que el sector agrícola incrementará su consumo en un 94% para 2055, impulsado por la expansión de cultivos en las cuencas del Río Bueno y las Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (BNA 102). Este incremento podría superar la capacidad de regulación hídrica regional, especialmente dado el bajo desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución. En zonas urbanas, la eficiencia en el uso del agua presenta un rendimiento variable: la aplicación de riego en espacios públicos y privados promedia una eficiencia del 74%, mientras que en la distribución de agua potable se observa un margen de optimización significativo.

El deterioro de la calidad del agua representa una amenaza creciente para la sostenibilidad ambiental y la salud pública. En sectores agrícolas como Paillaco y Los Lagos, el 37% de las muestras analizadas superaron los niveles recomendados de nitratos, lo que indica una contaminación severa atribuida al uso intensivo de fertilizantes. Adicionalmente, el 62% de las localidades rurales carecen de sistemas adecuados de tratamiento de aguas servidas, lo que favorece la acumulación de residuos orgánicos y patógenos en ríos como el Calle-Calle

y el Bueno. La degradación de los humedales ha reducido su capacidad de filtración en un 49%, lo que limita su función como barrera natural contra la contaminación difusa.

Para mitigar estas problemáticas, se requiere una estrategia integral que combine la modernización de infraestructura, la regulación efectiva y la implementación de modelos de gestión sustentables. La expansión de la infraestructura de abastecimiento y saneamiento debe priorizarse en localidades con menor cobertura, como Lago Ranco y Corral. La reducción de pérdidas en la distribución mediante la optimización de redes urbanas y rurales resulta imprescindible, así como la ampliación de plantas de tratamiento en Valdivia y La Unión.

Asimismo, el desarrollo de infraestructura de almacenamiento es fundamental para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico. La construcción de embalses y tranques en cuencas clave como el Río Bueno y el Río Valdivia permitiría optimizar la gestión del agua en periodos de escasez. La rehabilitación de canales de riego y la implementación de nuevas tecnologías para el uso eficiente del agua en la agricultura también son acciones prioritarias. El desarrollo de sistemas de riego tecnificado y el fomento de cultivos con menor dependencia hídrica contribuirían a mejorar la eficiencia productiva sin incrementar la presión sobre las fuentes de agua.

En el plano normativo, la implementación de regulaciones ambientales más estrictas es imprescindible. La creación de normas secundarias para la calidad del agua superficial y subterránea garantizaría el control de la contaminación, mientras que la restauración de humedales y bosques ribereños fortalecería la resiliencia ecológica. Adicionalmente, la instauración de un sistema de monitoreo permanente permitiría detectar anomalías en la calidad del agua y responder oportunamente a posibles crisis hídricas.

Finalmente, la gobernanza del agua en la región requiere un fortalecimiento institucional. La creación de Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs) facilitaría la gestión participativa del recurso, mientras que la inclusión de la seguridad hídrica en los planes de desarrollo regionales permitiría alinear políticas de crecimiento urbano y rural con la disponibilidad del agua. La capacitación y educación en el uso eficiente del recurso, tanto en sectores productivos como en el consumo humano, debe ser una prioridad para garantizar la sostenibilidad hídrica a largo plazo.

7.2.4 Análisis de avance sostenible y resiliente

El presente escenario de desarrollo proyecta un modelo sostenible y resiliente para la gestión de los recursos hídricos en la Región de Los Ríos, abordando los desafíos estructurales que afectan tanto a las zonas urbanas como rurales. La región ha avanzado significativamente en la optimización del uso del agua, la expansión de infraestructura

hídrica y la gobernanza del recurso, pero aún enfrenta brechas críticas en acceso, eficiencia y sostenibilidad, especialmente en el contexto del cambio climático y la creciente demanda hídrica de los sectores agrícola e industrial.

Uno de los avances más significativos en la gestión hídrica regional ha sido la reducción de la brecha en el acceso al agua potable, diferenciando claramente entre zonas urbanas y rurales. En ciudades como **Valdivia, La Unión, Río Bueno y Panguipulli**, la cobertura de agua potable ha alcanzado niveles superiores al **90%**, respaldada por la modernización de la infraestructura de distribución y el mejoramiento de los sistemas de potabilización. No obstante, el desafío persiste en áreas rurales, particularmente en las **cuenkas del Río Bueno (BNA 103), Río Valdivia (BNA 101) y Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (BNA 102)**, donde entre un **31% y un 44% de las viviendas carecen de acceso a redes de agua potable**. En las provincias del Ranco y Valdivia, se ha identificado una brecha de información del **10% al 29%**, lo que impide una planificación eficaz de la expansión de infraestructura.

Para abordar esta problemática, la cobertura de **Sistemas de Agua Potable Rural (APR)** ha crecido en un **19% en la cuenca del Río Bueno, un 12% en la cuenca del Río Valdivia y un 11% en las cuencas costeras** al sur de Valdivia, con un enfoque particular en localidades como **San José de la Mariquina, Los Lagos y Futrono**. En sectores con mayor aislamiento geográfico, como **Lago Ranco y Máfil**, se han desarrollado modelos de abastecimiento alternativo, incluyendo **captación de aguas lluvias y perforación de pozos profundos**. Sin embargo, las pérdidas en la distribución de agua potable siguen siendo una limitación crítica. En 2022, se registró un índice de pérdida del **39% a nivel regional**, con valores superiores al **45% en Panguipulli, San José de la Mariquina y Lanco**, mientras que **Valdivia reportó niveles inferiores al 20%**. Se han implementado **sensores de detección de fugas y estrategias de mantenimiento de redes**, aunque la sostenibilidad financiera de estas intervenciones aún no está asegurada.

El acceso a servicios de saneamiento y alcantarillado es otro desafío persistente, con diferencias significativas entre áreas urbanas y rurales. En ciudades como **Valdivia, La Unión y Río Bueno**, la cobertura de alcantarillado supera el **95%**, con infraestructura consolidada para el tratamiento de aguas residuales. En contraste, en zonas rurales de **Mariquina, Lago Ranco y Los Lagos**, se estima que entre un **36% y un 57% de la población no tiene acceso a sistemas de alcantarillado**, lo que genera externalidades ambientales significativas, especialmente en los cursos de agua cercanos.

El impacto de la falta de saneamiento adecuado es evidente en los datos de 2023, donde se reportó que el **62% de las localidades rurales carecían de sistemas eficientes de tratamiento de aguas residuales**, afectando la calidad del agua en cuerpos de agua como el **Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter y el Río Cruces**. Para mitigar esta situación,

se han implementado **humedales artificiales** en localidades como **Los Pellines y Cayumapu Alto**, lo que ha permitido una depuración natural de las aguas servidas antes de su reintegración a los ecosistemas. No obstante, en la **Provincia del Ranco**, las fuentes subterráneas continúan en riesgo debido a la falta de una estrategia regional para el saneamiento descentralizado.

La oferta hídrica superficial en la región ha mostrado una tendencia decreciente, con proyecciones que indican una reducción del caudal de los ríos Valdivia y Bueno hasta 2055, exacerbada por la variabilidad climática y la disminución del régimen de precipitaciones invernales. Este fenómeno ha generado una mayor vulnerabilidad en sectores que dependen de fuentes superficiales para el consumo humano y actividades económicas.

La principal limitación estructural es la ausencia de **obras de acumulación a gran escala**. A pesar de la disponibilidad de cuerpos de agua en la región, no se han desarrollado embalses con capacidad suficiente para garantizar la seguridad hídrica en períodos de escasez. En respuesta, se ha priorizado el desarrollo de infraestructura multipropósito, con iniciativas piloto de **captación de aguas lluvias y recarga de acuíferos** en **La Unión y Lanco**, así como **plantas desalinizadoras en Niebla y Mehuín**. Sin embargo, la implementación de estas soluciones aún no alcanza niveles significativos de cobertura.

El sector agrícola es el mayor consumidor de agua en la región y ha experimentado mejoras en la eficiencia del uso del recurso. La eficiencia de aplicación de riego ha alcanzado un promedio del **74%**, con la cuenca del **Río Bueno (BNA 103) mostrando un 75% de eficiencia y la cuenca Costeras entre Río Valdivia y Río Bueno (BNA 102) alcanzando solo un 73%**. Se espera que la demanda hídrica agrícola aumente un **94% hacia 2055**, impulsada por la expansión de cultivos como **viñas, praderas mejoradas y frutales**, lo que genera una presión adicional sobre la disponibilidad hídrica.

En la industria manufacturera, el consumo de agua ha experimentado un crecimiento del **125% entre 2023 y 2055**, con una mayor concentración en **Valdivia y La Unión**. Mientras que algunas plantas industriales han adoptado **tecnologías de reutilización de aguas industriales**, otras localidades, como **San José de la Mariquina**, continúan presentando problemas de eficiencia y externalidades ambientales. La falta de normativas secundarias para la calidad de aguas superficiales y subterráneas sigue siendo una barrera para garantizar un uso sostenible del recurso en la industria.

La ausencia de **Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs)** ha limitado la capacidad de gestión integrada del recurso en la región. Actualmente, la gobernanza del agua sigue estando centralizada en instituciones estatales, con escasa participación de las comunidades locales y actores productivos. Se han impulsado iniciativas para la conformación de OUAs en las **cuenas del Río Valdivia y Río Bueno**, lo que permitiría

mejorar la planificación y distribución equitativa del recurso, pero su implementación aún es incipiente.

Otro desafío es la insuficiencia en los sistemas de monitoreo. Aunque se han mejorado los mecanismos de vigilancia de calidad del agua, solo el **31% de los puntos de monitoreo cumplen con estándares internacionales en términos de frecuencia y precisión**. La planificación hídrica en el contexto de cambio climático sigue siendo reactiva, con decisiones a corto plazo que no contemplan estrategias de adaptación a largo plazo.

El modelo de desarrollo hídrico sostenible y resiliente en la **Región de Los Ríos** ha permitido avances sustantivos en el acceso a agua potable, la eficiencia en actividades productivas y la diversificación de fuentes hídricas. No obstante, persisten desafíos estructurales, especialmente en el saneamiento rural, la disponibilidad de infraestructura de almacenamiento y la gestión del recurso en sectores de alta demanda. Para consolidar un modelo eficiente y equitativo, será esencial fortalecer la inversión en infraestructura, mejorar la eficiencia en la gestión del agua y garantizar un marco normativo robusto que permita un equilibrio entre el desarrollo económico y la conservación de los ecosistemas hídricos.

CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE

La región de Los Ríos se caracteriza por una gran presencia de ríos, donde destacan el Río Valdivia y Río Bueno, que le dan nombre a las cuencas más extensas de la región. En estas cuencas, Río Valdivia (BNA 101) y Río Bueno (BNA 103), se concentra tanto la demanda hídrica como el desarrollo socioeconómico de la región. Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1. El sector agrícola presenta la mayor demanda seguido del sector industrial, mientras que se proyecta un aumento del 89% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁷ y a un incremento en la demanda del sector industrial⁸. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Valdivia (BNA 101), Río Bueno (BNA 103) y Costeras entre Límite Región – R. Valdivia (BNA 100).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, siendo las más afectadas Río Valdivia (BNA 101), Costeras entre R. Valdivia – R. Bueno (BNA 102) y Río Bueno (BNA 103). El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que la cuenca Río Bueno (BNA 103) presenta un déficit hídrico estructural. Este déficit se caracteriza porque la demanda no supera la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones tanto en sus fuentes superficiales como subterráneas, lo que las vuelve especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁹, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las áreas rurales, entre el 31% y 44% de las viviendas no

⁷ Asociado a un aumento de la demanda hídrica de superficies de praderas mejoradas, viñas y parronales, debido principalmente al incremento de la superficie y las tasas evaporación, de acuerdo con las tendencias de Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; BC, 2022).

⁸ Asociado al desarrollo y crecimiento del sector manufacturero de la región.

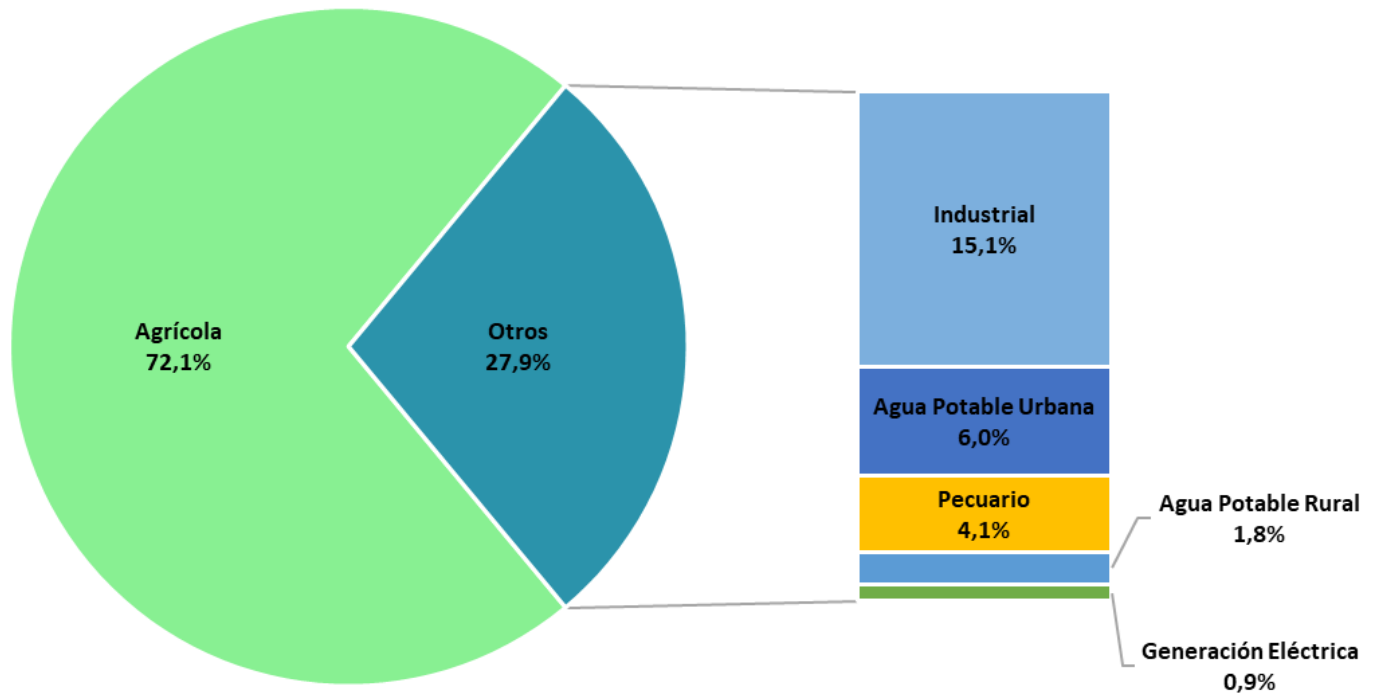
⁹ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

tienen acceso a agua potable, mientras que se observan brechas de información que afectan hasta el 29% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, el 57% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. En las zonas urbanas la sostenibilidad del suministro presenta una menor complejidad. La cobertura alcanza un 94,6%, las pérdidas de los sistemas de distribución se encuentran entre un 20% y 40%, y las proyecciones de aumento de población en la región oscilan entre 4% y 8%, visualizándose oportunidades de mejora para la garantía de la cobertura de agua potable urbana. En particular la cuenca Río Valdivia (BNA 101) presenta pérdidas por distribución de agua potable mayores a 40%, lo que genera una situación vulnerable para la cuenca. En cuanto a la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua, la región se encuentra en una situación favorable, con eficiencias de riego que varían entre el 73% y 75%, sin embargo, se observan grandes presiones en la cuenca Río Valdivia (BNA 101), ya que concentra la totalidad de la red de canales de la región y presenta deficiencia en sus sistemas de distribución. Por otra parte, se proyectan aumentos en la demanda hídrica agrícola e industrial, situación que afecta a las cuencas Río Valdivia (BNA 101) y Río Bueno (BNA 103), dificultando la productividad y sostenibilidad agrícola e industrial de la región. Se observan limitaciones significativas en torno a las OUAs¹⁰, no se registra ningún tipo de organización para las cuencas de la región. La región enfrenta desafíos relevantes con respecto a la diversificación de la matriz hídrica. Se proyecta la disminución de la oferta hídrica superficial para todas las cuencas, en particular para las cuencas Costeras entre R. Valdivia – R. Bueno (BNA 102) y Río Bueno (BNA 103), lo que pone en evidencia la importancia de diversificar las fuentes de abastecimiento hídrico. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observan proyectos para uso de fuentes no convencionales en las cuencas Río Valdivia (BNA 101) y Río Bueno (BNA 103).

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a altos niveles de contaminación por agroquímicos y aguas servidas. La presencia de aguas servidas se debe a la insuficiente cobertura de alcantarillado, inferior al 70% en todas las cuencas, donde aproximadamente un 62% de las localidades rurales no cuenta con sistemas adecuados de tratamiento. Se observan niveles elevados de contaminantes en cuerpos de agua cercanos a zonas industriales, por lo que se visualizan riesgos de contaminación asociados a la industria papelera. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo especialmente en las cuencas Costeras entre Límite Región – R. Valdivia (BNA 100) y Costeras entre R. Valdivia – R. Bueno (BNA 102). La mayoría de las cuencas exhiben una baja protección ecosistémica. En particular, las cuencas Río Valdivia (BNA 101) y Costeras entre R. Valdivia – R. Bueno (BNA 102) muestran una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que las cuencas Costeras entre Límite Región – R. Valdivia (BNA 100) y Río Bueno (BNA 103) no superan el 5% de protección de sus superficies de humedales, evidenciando la necesidad urgente de

¹⁰ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CA: Comunidades de Aguas, AC: Asociaciones de Canalistas.

implementar medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Río Valdivia (BNA 101), Costeras entre R. Valdivia – R. Bueno (BNA 102) y Río Bueno (BNA 103) presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como deslizamientos de tierra, con sistemas de defensa aluviales resultan insuficientes, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. Solo se observa un plan maestro de aguas lluvias para la ciudad de Valdivia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.1-1 Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023

Tabla 8.1-1 Balance Hídrico Estructural actual de la región de Los Ríos

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
100	Costeras entre limite Región y R. Valdivia	Con recursos	No	No	Con recursos
101	Rio Valdivia	Con recursos	No	No	Con recursos
102	Costeras entre R. Valdivia y R. Bueno	Con recursos	No	No	Con recursos
103	Rio Bueno	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural

Fuente: Elaboración propia.

¹¹ El Balance Hídrico corresponde al contraste realizado entre la oferta superficial y la demanda, donde Déficit Hídrico Estructural corresponde a cuencas donde la demanda extractiva supera el caudal que se excede el 50% del tiempo; Estrés hídrico: la demanda extractiva es mayor que el caudal que se excede el 85% del tiempo; y Con recursos: la demanda no supera el caudal que se excede el 85% del tiempo.

¹² El Balance Hídrico Unificado combina el Balance Hídrico con las restricciones de uso de agua superficiales y subterráneas, si la cuenca posee restricciones su nivel de criticidad aumenta.

8.2 EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES

En la región de Los Ríos se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Valdivia (BNA 101) y Río Bueno (BNA 103). Paralelamente, en el ámbito productivo se han formulado Planes de Riego orientados a promover un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos destinados al riego en todas las cuencas de la región. A partir de lo anterior, se identifica la necesidad de actualizar y extender el desarrollo de instrumentos de gestión, como Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) y Planes de Riego, a aquellas cuencas que carecen de herramientas similares. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Capítulo 3 del Informe Nacional.

El fortalecimiento de la gestión hídrica requiere la integración de soluciones innovadoras que diversifiquen las fuentes de abastecimiento y permitan la adaptación al cambio climático. Esto incluye la reutilización de aguas servidas, recarga artificial de acuíferos, obras de regulación e infiltración, sistemas urbanos de drenaje sostenible, plantas desaladoras, mejoramiento de riberas y reforestación, complementadas con tecnologías avanzadas para el monitoreo, caracterización de infraestructura y disponibilidad hídrica.

8.3 GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) lidera la gestión de infraestructura hídrica mediante planificación estratégica, regulación y coordinación interinstitucional, buscando garantizar la sostenibilidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Su Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 (PNIP) establece una estrategia para abordar los desafíos hídricos futuros, adaptándose a cambios climáticos y socioeconómicos, promoviendo soluciones sostenibles. En la región de Los Ríos, actores como el Gobierno Regional, SISS, MINAGRI, CNR, INDAP, MMA, CONADI¹³, comunidades indígenas, empresas forestales, empresas hidroeléctricas, empresas agrícolas y piscicultura, empresas mineras, sanitarias y organizaciones civiles territoriales desempeñan roles clave. Aunque el MOP destaca por su capacidad técnica, enfrenta desafíos como la fragmentación organizativa y falta de continuidad en políticas. Es esencial fortalecer la articulación local, fomentar la confianza y asegurar una gobernanza colaborativa y resiliente, adaptada a realidades territoriales.

8.4 FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA

La visión estratégica del Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 prioriza la resiliencia hídrica como un componente central de la gobernanza nacional frente a la crisis hídrica. Este enfoque reconoce el agua como un recurso estratégico para la población, la

¹³ DGA: Dirección General de Aguas; DOH: Dirección de Obras Hidráulicas; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; MINAGRI: Ministerio de Agricultura; CNR: Comisión Nacional de Riego; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; MMA: Ministerio de Medio Ambiente; APR: Comité de Agua Potable Rural.

economía y la biodiversidad, promoviendo su gestión integrada y sostenible en respuesta a los desafíos climáticos y socioeconómicos. Se busca garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, fomentando un desarrollo equitativo y resiliente. En la región de Los Ríos, la estrategia se centra en el desarrollo de una gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos, que asegure el acceso equitativo a servicios de agua potable y saneamiento, con prioridad en comunidades marginadas. Mediante el fomento de prácticas de economía circular, reutilización de aguas e implementación de infraestructura innovadoras y sostenibles, se fortalecerá el desarrollo productivo sostenible, la protección de los ecosistemas y la resiliencia climática.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región se encuentra en una situación de crisis hídrica que compromete la sostenibilidad de los recursos a largo plazo. El abastecimiento de agua potable presenta deficiencias críticas, con niveles de pérdidas que alcanzan un 39%, situación que compromete la calidad de vida de las personas, afectando especialmente a las comunidades rurales de las provincias de Valdivia y Ranco. La carencia y las deficiencias en los servicios de saneamiento han conducido a una mayor dependencia de soluciones no reguladas, que incrementan los riesgos de enfermedades y comprometen la salud pública. Esta situación se ve agravada por el vertimiento de residuos no tratados a cuerpos de agua, lo que ha incrementado la degradación de la calidad del recurso hídrico. La falta de infraestructura de servicios básicos ha impulsado dinámicas de migración campo-ciudad, que han incrementado la presión sobre la infraestructura hídrica urbana. El incremento de la demanda hídrica del sector agrícola, en conjunto con la escasa infraestructura de almacenamiento y regulación, han limitado su capacidad de adaptación a eventos climáticos y económicos, posicionando al sector en un estado de gran vulnerabilidad ante la crisis hídrica. El crecimiento del sector industrial, en particular, la manufactura de celulosa y papel, ha incrementado las presiones sobre los recursos hídricos, debido al aumento en la demanda hídrica (+125% al 2055) y a las descargas de grandes volúmenes de residuos en cuerpos de agua. La ausencia de regulaciones rigurosas acentúa conflictos por la calidad y la asignación del recurso hídrico entre los sectores productivos y el uso para consumo humano. La reducción de los caudales ha afectado en la estabilidad de los ecosistemas y en la disponibilidad de agua. La falta de protección y medidas de conservación ha afectado a ecosistemas altamente sensibles, como humedales, comprometiendo su capacidad de filtración y de regulación de los ciclos hidrológicos. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado del crecimiento demográfico, el aumento en la demanda de los sectores productivos, la disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos y los efectos del cambio climático. La capacidad de respuesta de la región permite implementar medidas de adaptación y mitigación, que logran evitar una crisis mayor,

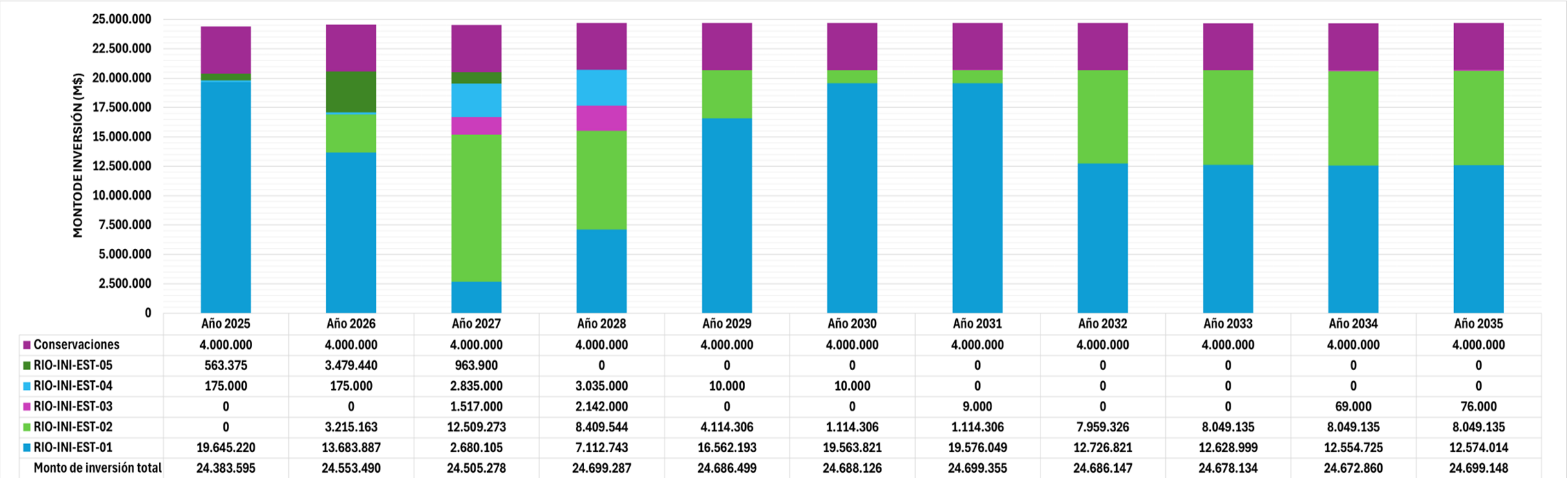
sin embargo, se ha incrementado la competencia por los recursos hídricos y la inestabilidad de los ecosistemas. Para dar soluciones integrales a los desafíos de la región se requiere desarrollar estrategias estructurales resilientes. En un escenario de *Capacidad Limitada*, el estado de seguridad hídrica en la región presenta relativa estabilidad, no obstante, las limitaciones estructurales en la gestión hídrica y la carencia de mecanismos resilientes para enfrentar los impactos del cambio climático, pueden agravar la crisis latente, perpetuando así, vulnerabilidades sistemáticas. Si esta capacidad de respuesta se mantiene a largo plazo y los desafíos no son abordados con un enfoque integral, la región puede entrar en un estado de crisis hídrica grave. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, la región logra estabilizar las brechas de seguridad hídrica mediante la implementación de un modelo sostenible y resiliente para la gestión de los recursos hídricos. El modelo prioriza la modernización y construcción de infraestructura resiliente, la optimización del uso del agua y la gobernanza del recurso, con un enfoque territorial diferenciado. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo, el fortalecimiento de la gobernanza hídrica y el desarrollo de un marco normativo robusto, la región implementa infraestructura hídrica eficiente, sistemas de monitoreo continuos y programas de conservación de ecosistemas, que le permiten asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo.

8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE

El desarrollo de una planificación estratégica integral y sostenible es clave para abordar los desafíos regionales mencionados en los acápites anteriores. Se deben implementar medidas de adaptación en distintos niveles, a través de una coordinación transversal con mejoras institucionales, que consideren un contexto de alto dinamismo y por lo tanto una actualización constante. Esta planificación debe tener un enfoque inclusivo y coordinado para abordar problemas complejos de forma integral, que considere las particularidades de la región, sin relevar un territorio por sobre otro. La implementación de servicios e infraestructura requiere de un rol activo de todos los actores y una inversión eficiente, que considere metas a corto y mediano plazo para lograr el desarrollo soluciones efectivas en todos los territorios.

8.7 SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Para abordar los desafíos hídricos regionales, se han desarrollado Iniciativas Estratégicas (IE), entendidas como un conjunto de acciones diversificadas que incluyen inversiones en infraestructura, medidas de gestión y propuestas de políticas públicas. Las IE buscan solucionar problemas territoriales y contribuir al cumplimiento de la SH regional en función de una visión de desarrollo sostenible con pertinencia local. Las IE han sido priorizadas de acuerdo a los desafíos de la región, en la Figura 8.7-1 se presenta su distribución.



Leyenda	Descripción iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego
INI-EST-03	Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas, con énfasis en la calidad de las aguas
INI-EST-04	Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza, con énfasis en la calidad de las aguas
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, con énfasis en cambios del patrón hidrológico

Fuente: Elaboración propia.
* Las inversiones se encuentran en miles (M\$).

Figura 8.7-1 Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas

Entre las IE más relevantes de la región, destaca la “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Agua Potable”, orientada a garantizar el derecho al agua. Asimismo, la iniciativa “Sistema Integral de Infraestructura Resiliente en Cauces y Quebradas para la Seguridad Territorial y Protección de la Población, con Énfasis en Cambios del Patrón Hidrológico” tiene por objetivo minimizar los riesgos asociados eventos hidrometeorológicos extremos. La iniciativa “Implementación de un Sistema de Seguimiento y Monitoreo Integral” tiene como objetivo fortalecer la gestión de cuencas mediante información hidrométrica actualizada, facilitando una planificación eficiente y soluciones adaptadas a los problemas de calidad y acceso al agua. Por último, la iniciativa “Obras y Medidas de Protección y Recuperación de Sistemas Ecosistémicos Naturales, Basadas en la Naturaleza” se encuentra orientada a fortalecer la conservación y recuperación de humedales, cauces y riberas asegurando la provisión de servicios ecosistémicos.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 55.467.000 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 12.000 personas distribuidas principalmente en las cuencas Río Valdivia (BNA 101) y Río Bueno (BNA 103), lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable.
- M\$ 13.604.400 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 3 km de protección de riberas y 3 estudios de Diagnóstico de Comportamiento Aluvial, asignados a la cuenca Río Valdivia (BNA 101).
- M\$ 11.615.000 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 3 km de protección de riberas frente a riesgos fluviales. La inversión se encuentra asignada a la cuenca Río Valdivia (BNA 101).
- M\$ 10.187.600 de inversión para Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, equivalente a la construcción de 1 km de Canales de Aguas Lluvias y al desarrollo de 1 Plan Maestro de Aguas Lluvias. La inversión está mayoritariamente asignada a la cuenca Río Valdivia (BNA 101), seguida en prioridad por la cuenca Río Bueno (BNA 103).
- M\$ 30.415.300 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 86% del monto total está destinado a estaciones para el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en las cuencas Río Bueno (BNA 103) y Río Valdivia (BNA 101).
- M\$ 40.450.000 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente 5 km de Construcción de Áreas Verdes de Flora Nativa, 9 km de Mejoramiento de Riberas y/o Orillas Naturales, y la construcción de 1 Obra de Regulación e Infiltración. La inversión

se encuentra principalmente asignada a las cuencas Río Valdivia (BNA 101), Costeras entre Límite Región – R. Valdivia (BNA 100) y Río Bueno (BNA 103).

- M\$ 1.010.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 3 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 1 estudio de Definición de Franjas de restricción, 1 estudio de Reforestación de sectores con riesgo de erosión y 3 estudio de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, Planes y Políticas. Más del 90% de la inversión se concentra en iniciativas regionales.

8.8 MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA

El estudio aborda megatendencias globales como cambio climático, urbanización, intensificación agrícola y dinámicas demográficas, que redefinen la disponibilidad y demanda de agua. Para enfrentar vulnerabilidades y oportunidades, se proponen cinco tipos de acciones anticipatorias: **Mitigación**, acciones que pretenden reducir impactos adversos probables, incluyen la modernización de la infraestructura de riego y la reducción de la pérdida en canales; la **cobertura**, corresponden a acciones que buscan minimizar riesgos por incertidumbres, considera la implementación de plantas desaladoras y la diversificación de fuentes. Por su parte, las medidas de **oportunidad** procuran aprovechar beneficios ciertos, considerando acciones que priorizan tecnologías de reúso de aguas residuales y optimización industrial-minera; las acciones de **beneficio** persiguen capitalizar desarrollos inciertos, estas acciones consideran políticas de conservación (protección de humedales y caudales ecológicos) y la actualización de Instrumentos de Planificación Territorial. Por último, las medidas **preventivas** buscan influir proactivamente en eventos externos, estas medidas involucran sistemas de monitoreo hidroclimático y la promoción de la gobernanza hídrica, reduciendo los conflictos socioambientales e incrementado la resiliencia de la región. Estas acciones, respaldadas por inversión en datos actualizados y participación multisectorial, robustecen la adaptabilidad frente a incertidumbres climáticas y presiones demográficas.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- Aguas Décima. (2023). *Planes de Desarrollo*. Obtenido de <https://www.aguasdecima.cl/plan-de-desarrollo>
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BCN. (2023). *Clima y vegetación Región de Coquimbo*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region4/clima.htm>
- BCN. (2023). *Clima y vegetación Región de los Ríos*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region14/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de los Ríos*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region14/hidrografia.htm>
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- CEGA. (2024). *Centro de Excelencia en Geotermia de Los Andes*. Obtenido de <https://www.cega-uchile.cl/noticias/gobernador-regional-de-los-rios-visita-proyecto-u-de-chile-de-captacion-de-aguas-lluvia-para-consumo-humano-en-valdivia/>
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Conseciones sanitarias: cómo se incertan en el actual modelo de gestión colectiva de las aguas. *Actualidad Jurídica*(N°48). Retrieved from <https://derecho.udd.cl/actualidad-juridica/files/2023/04/aj-47-concesiones-sanitarias-como-se-insertan-en-el-actual-modelo-de-gestion-colectiva-de-las-aguas-natalia-dasencich.pdf>
- CNR. (2020). *Diagnóstico para desarrollar plan de riego en cuencas de Los Ríos*.
- CORFO. (2021). *CORFO*. Obtenido de https://www.corfo.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/regional/05_11_2021_humedales_lo_s_rios;jsessionid=BrQ0IRlOcPbEoAjNTONU8_AJDtctLhNZitDh7MMY1FQ91mmreff!-54647637!-861350049
- CR2. (2022). *Center for climate an resilience reseach*. Obtenido de <https://www.cr2.cl/por-que-hay-escasez-hidrica-en-la-region-de-los-rios-diario-de-valdivia/>

- CR2. (2024). *Bases de datos*. Obtenido de <https://www.cr2.cl/bases-de-datos/#:~:text=El%20conjunto%20de%20datos%20CR2MET,y%20el%20periodo%201979%2D2016>.
- DF. (2021). *Diario Fianciero*. Obtenido de <https://www.df.cl/df-lab/cambio-climatico/humedales-artificiales-mejoran-la-gestion-de-aguas-para-riego-en-el-sur>
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- DGA. (2017). *Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/d28ba07a-b472-4b6d-96db-628a3d3851e5/content>
- DGA. (2020). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de la Región de Los Ríos*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5881.pdf>
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021a). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE VALDIVIA*.
- DGA. (2021b). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS TOLTÉN Y BUENO*.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Planilla resumen, Decretos de Reserva de caudales a febrero 2022*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de [Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx](https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx)
- DGA. (2023). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.

- Dictuc. (2021). *Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua*.
- DIRPLAN. (2012). *Metodología de evaluación socioeconómica ex ante de planes territoriales de infraestructura y gestión de recurso hídrico* — MOP. Santiago.
- DIRPLAN. (2024). *Estudio básico: Análisis integral Plan Director de Infraestructura 2025-2055*. Santiago.
- DOH. (2021). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/dataset/listado-de-sistemas-de-agua-potable-rural-en-chile>
- DOH. (2023). *Listado de Servicios Sanitarios Rurales*. Santiago, Chile.
- EM-DAT. (2024). *The international disaster database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- Fuss, S., Canadell, J., Peters, G., Tavoni, M., Andrew, R., Ciais, P., & Yamagata, Y. (2014). Betting on negative emissions. *Nature climate change*, 850-853.
- GORE. (2021). *Estrategias de desarrollo 2023 - 2037, Región de los Ríos*.
- INDH. (2020). *Mapa de Conflictos socioambientales*. Obtenido de <https://mapaconflictos.indh.cl/#/conflicto/20651>
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*.
- INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de Resultados CENSO 2017: <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2021). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- La Tercera. (2020). Tribunal Ambiental de Valdivia acoge parcialmente reclamación de Celco contra millonaria multa de la SMA. *La Tercera*.
- Larraín, S. (2010). *Conflictos por el Agua en Chile*.
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020 - 2050*.
- MOP. (2021). *Plan de Infraestructura y Gestión de Recursos Hídricos*.
- MOP. (2023). *Ministerio de Obras Públicas*. Obtenido de <https://www.mop.gob.cl/presidente-boric-inauguro-las-obras-de-la-caleta-de-pescadores-los-molinos/>
- MOP. (2023). *Planeamiento MOP - GOB*. Obtenido de <https://planeamiento.mop.gob.cl/planes-y-estudios/inventario-de-planes/>
- ODEPA. (2022). *Catastros Frutícolas*. Santiago, Chile.

- PNUD . (2023). Medición de la Pobreza Multidimensional en Chile . En MIDESO, *Encuesta Casen 2022*. Obtenido de <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2022/Informe%20IPM%20-%20PNUD%20-%20CASEN%202022.pdf>
- Red Panguipulli. (2024). Pese a oposición de comunidades, ingresan por tercera vez proyecto hidroeléctrico que intervendrá río Mañío.
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://bibliogrdsenapred.gob.cl/handle/2012/21/recent-submissions?offset=0>
- SERNAGEOMIN. (2022). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- SERNATUR. (Febrero de 2024). *Big data para el turismo interno*. Obtenido de Principales destinos turísticos: <https://www.sernatur.cl/dataturismo/big-data-turismo-interno/>
- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- Siddiqi, A., Eriqat, F., & Diaz Anadon, L. (2016). Formulating Expectations for Future Water Availability through Infrastructure Development Decisions in Arid Regions. *Systems Engineering*. doi:10.1002/sys.21337
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Superintendencia de servicios sanitarios*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- SISS. (2023). *Información SIFAC II*. Santiago: <https://www.siss.gob.cl/586/w3-article-7247.html>.
- SISS. (2023). *Informe de coberturas sanitarias 2022*. Santiago. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22927_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). *Informe de gestión del sector sanitario 2022*. Santiago. Retrieved from https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). *SIFAC II. Sistema de Facturación Clientes y Coberturas*.
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- SURALIS. (2023). *SURALIS*. Obtenido de <https://www.suralis.cl/emergencia-osorno/campana-cuidemos-el-alcantarillado/cuidemos-el-alcantarillado-es-tarea-de-todos>
- UACH. (2016). *Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales*. Obtenido de <https://www.forestal.uach.cl/noticias/post.php?s=2017-06-22-sistemas-de-captacion-de-aguas-lluvias-una-alternativa-de-adaptacion-a-la-escasez-hidrica>
- UACH. (2024). *diario UACH*. Obtenido de <https://diario.uach.cl/cehum-comienza-la-construccion-del-primer-humedal-depurador-de-riles-para-la-industria-quesera/>

- Vitale, J., & Puebla, P. (2017). Aplicación de la prospectiva estratégica a la gestión integrada del recurso hídrico. En *Desafíos del agua para la región Latinoamericana* (págs. 80-93). Santiago: Fundación Chile.
- Voltari. (2018). *Voltari*. Obtenido de <https://www.voltari.cl/2018/10/19/instalacion-sistemas-de-cosecha-de-aguas-lluvias/>
- Walker, W. E., Marchau, V. A., & Kwakkel, J. H. (2019). Dynamic Adaptive Planning (DAP). En V. A. Marchau, W. E. Walker, P. J. Bloemen, & S. W. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty: From Theory to Practice*. Cham: Springer.