

**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 ÑUBLE**

**REV. 0**

Preparado para:



marzo de 2025

---

## CONTENIDO

---

|            |                                                                                   |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 1 | INTRODUCCIÓN                                                                      | 9  |
| 1.1        | INTRODUCCIÓN                                                                      | 9  |
| 1.2.1      | Visión objetivo                                                                   | 10 |
| 1.2.2      | Objetivo estratégico general                                                      | 10 |
| 1.2.3      | Objetivos estratégicos específicos                                                | 11 |
| CAPÍTULO 2 | DIAGNÓSTICO ACTUAL Y PROYECTADO DEL DESARROLLO DEL SECTOR<br>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 cultura                                                | 19 |
| 2.2        | ANÁLISIS DE DEMANDA ACTUAL Y FUTURA PARA DIFERENTES USOS                          | 20 |
| 2.2.1      | Agua potable urbana                                                               | 20 |
| 2.2.2      | Agua potable rural                                                                | 22 |
| 2.2.3      | Agrícola                                                                          | 24 |
| 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 para turismo y protección ambiental                             | 32 |
| 2.2.11     | Análisis de demanda total en la región                                            | 32 |
| 2.3        | ANÁLISIS DE OFERTA HÍDRICA                                                        | 35 |
| 2.3.1      | Oferta hídrica Agua superficial                                                   | 35 |
| 2.3.2      | Eventos extremos                                                                  | 45 |
| 2.3.3      | Calidad de aguas                                                                  | 47 |
| CAPÍTULO 3 | ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA                                               | 49 |
| 3.1        | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y NUEVAS FUENTES EXISTENTES                            | 49 |

|                   |                                                                                                                                                   |            |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1.1             | Infraestructura hídrica existente al año 2023                                                                                                     | 49         |
| 3.1.2             | Infraestructura hídrica propuesta en cartera pública existente                                                                                    | 62         |
| <b>CAPÍTULO 4</b> | <b>BRECHAS HÍDRICAS</b>                                                                                                                           | <b>68</b>  |
| 4.1               | BRECHAS DE BALANCE HÍDRICO                                                                                                                        | 68         |
| 4.2               | BRECHAS ESTRATÉGICAS                                                                                                                              | 74         |
| 4.2.1             | Brechas de Información                                                                                                                            | 74         |
| 4.2.2             | Brechas de seguridad hídrica para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia                                         | 76         |
| 4.2.3             | Brechas de seguridad para la producción sostenible y eficiencia hídrica                                                                           | 78         |
| 4.2.4             | Brechas de seguridad hídrica para la conservación y preservación de los ecosistemas                                                               | 80         |
| 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 | 83         |
| 4.2.6             | Resumen de brechas estratégicas                                                                                                                   | 85         |
| 4.3               | BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA                                                                                                                        | 87         |
| 4.3.1             | Desarrollo matriz OAI                                                                                                                             | 87         |
| 4.3.2             | Identificación de brechas de Infraestructura                                                                                                      | 96         |
| <b>CAPÍTULO 5</b> | <b>IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA, INNOVADORAS Y DE GESTIÓN</b>                                                                 | <b>99</b>  |
| 5.1               | IDENTIFICACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS                                                                                                        | 99         |
| 5.2               | TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS                                                                                                                           | 101        |
| 5.3               | CONFORMACIÓN DE LA CARTERA DE PRE/INVERSIONES                                                                                                     | 102        |
| 5.4               | DETERMINACIÓN DE COSTOS UNITARIOS DE TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS                                                                                      | 108        |
| 5.5               | VALORIZACIÓN DE INICIATIVAS ESTRATÉGICAS                                                                                                          | 112        |
| 5.6               | ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS PARA LA MATRIZ HÍDRICA                                                                                                   | 112        |
| 5.6.1             | Beneficios de Inversiones                                                                                                                         | 112        |
| 5.6.2             | Incidencia en Matriz Hídrica                                                                                                                      | 117        |
| <b>CAPÍTULO 6</b> | <b>EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y PRIORIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS</b>                                                                                | <b>121</b> |
| 6.1               | EVALUACIÓN MULTICRITERIO                                                                                                                          | 121        |
| 6.2               | EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA                                                                                                                         | 124        |
| 6.3               | PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES                                                                                                             | 125        |
| <b>CAPÍTULO 7</b> | <b>PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO</b>                                                                                                      | <b>131</b> |
| 7.1               | SELECCIÓN DE FACTORES CRÍTICOS PARA LA TOMA DE DECISIÓN                                                                                           | 131        |
| 7.1.1             | Contexto regional y áreas de intervención prioritarias                                                                                            | 132        |

|            |                                                                                  |     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1.2      | Factores críticos regionales                                                     | 134 |
| 7.2        | PROPUESTA DE ESCENARIOS DE DESARROLLO                                            | 135 |
| 7.2.1      | Análisis de estancamiento crítico                                                | 135 |
| 7.2.2      | Análisis de desafío gestionable                                                  | 137 |
| 7.2.3      | Análisis de capacidad limitada                                                   | 140 |
| 7.2.4      | Análisis de avance sostenible y resiliente                                       | 142 |
| CAPÍTULO 8 | PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA            | 145 |
| 8.1        | SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE                                  | 145 |
| 8.2        | EL FUTURO EXISTE EN EL POTENCIAL DEL PRESENTE: POLÍTICAS PÚBLICAS E INNOVACIONES | 148 |
| 8.3        | GOBERNANZA PARA EL FUTURO DESEADO: EL ROL DEL MOP Y ACTORES CLAVE                | 148 |
| 8.4        | FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA                      | 148 |
| 8.5        | MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO         | 149 |
| 8.6        | ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE                             | 150 |
| 8.7        | SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS         | 150 |
| 8.8        | MONITOREO Y ESTRATEGIAS DE CONTINGENCIA                                          | 153 |
| CAPÍTULO 9 | BIBLIOGRAFÍA                                                                     | 154 |

## FIGURAS

|              |                                                                                                                                             |    |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1-1 | Hidrografía de la región de Ñuble .....                                                                                                     | 16 |
| Figura 2.1-2 | Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Ñuble .....                                          | 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... ..                                                              | 21 |
| Figura 2.2-2 | Clientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana... ..                                                              | 21 |
| 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 total consuntiva regional (%), por uso – año 2023 ..                                                                | 33 |
| Figura 2.2-5 | Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm <sup>3</sup> /año), por uso – actual y proyectada .....                               | 34 |
| Figura 2.2-6 | Distribución de demanda total consuntiva no extractiva y no consuntiva regional (Mm <sup>3</sup> /año), por uso – actual y proyectada ..... | 35 |
| Figura 2.3-1 | Cuencas y subcuencas de la región de Ñuble según clasificación BNA .....                                                                    | 36 |
| Figura 2.3-2 | Ubicación geográfica de los DAA superficiales en la región de Ñuble, por tipología .....                                                    | 38 |
| Figura 2.3-3 | Zonas con decretos de escasez históricos por comuna, región de Ñuble .....                                                                  | 39 |
| Figura 2.3-4 | Ubicación geográfica de los DAA subterráneas en la región de Ñuble, por tipología .....                                                     | 43 |
| Figura 3.1-1 | Distribución de viviendas en región del Ñuble 2017 .....                                                                                    | 52 |
| Figura 3.1-2 | Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua.....                          | 53 |
| Figura 3.1-3 | Acceso a la red de agua potable según indicador BS12 en las viviendas rurales de la región del Ñuble.....                                   | 54 |
| Figura 3.1-4 | Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural de la región del Ñuble según indicador BS13 .....                             | 55 |
| Figura 3.1-5 | Cobertura de sistemas de alcantarillado de la población rural para el año 2022 .....                                                        | 56 |

|              |                                                                                                                                                             |     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.1-6 | Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Ñuble .....                                                                      | 58  |
| Figura 3.1-7 | Red hidrométrica de la región de Ñuble .....                                                                                                                | 61  |
| Figura 4.1-1 | Probabilidad de excedencia sobre la curva de oferta, de la demanda actual y futura, cuenca BNA 081 .....                                                    | 70  |
| Figura 4.1-2 | Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Coquimbo .....                                                                       | 71  |
| Figura 4.1-3 | Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Ñuble .....                                                           | 73  |
| Figura 4.2-1 | Resumen de Brechas Estratégicas por Cuenca Región de Ñuble.....                                                                                             | 86  |
| Figura 4.3-1 | Distribución geográfica de iniciativas catastradas sin ejecutar en periodo 2010-2022, asociadas a brechas de seguridad hídrica en la región del Ñuble ..... | 93  |
| Figura 5.1-1 | Diagrama de flujo Iniciativas Estratégicas.....                                                                                                             | 100 |
| Figura 5.2-1 | Diagrama Composición Iniciativas Estratégicas .....                                                                                                         | 101 |
| Figura 5.3-1 | Diagrama Estructura Iniciativas Estratégica, Tipología de Proyectos y Cartera de Pre/Inversiones.....                                                       | 103 |
| Figura 5.3-2 | Diagrama de Composición de Cartera de Pre/inversión.....                                                                                                    | 104 |
| Figura 6.3-1 | Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión .....                                                                                     | 126 |
| Figura 6.3-2 | Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Ñuble .....                                                              | 127 |
| Figura 6.3-3 | Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Ñuble .....                                                                       | 128 |
| Figura 6.3-4 | Iniciativas priorizadas por el MOP que superen el monto anual regional para la región de Ñuble .....                                                        | 129 |
| Figura 6.3-5 | Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Ñuble. ....                                                                          | 130 |
| Figura 8.1-1 | Distribución de demanda total regional (%), por uso - año 2023.....                                                                                         | 147 |
| Figura 8.7-1 | Inversión total distribuida por Iniciativas Estratégicas .....                                                                                              | 151 |

## TABLAS

|              |                                                                                                                |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 2.2-1  | Estimación demanda Agua Potable Urbana actual y futura– Cuencas BNA región Ñuble .....                         | 20 |
| Tabla 2.2-2  | Estimación demanda hídrica Agua Potable Rural actual y futura– Cuencas BNA región Ñuble .....                  | 22 |
| Tabla 2.2-3  | Proyección de la población rural en áreas APR– Cuencas BNA región Ñuble                                        | 23 |
| Tabla 2.2-4  | Estimación demanda hídrica en áreas sin APR actual y futura– Cuencas BNA región Ñuble .....                    | 23 |
| Tabla 2.2-5  | Proyección de la población rural en áreas sin APR – Cuencas BNA región Ñuble .....                             | 24 |
| Tabla 2.2-6  | Estimación demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA Región Ñuble .....                           | 25 |
| Tabla 2.2-7  | Estimación demanda hídrica consuntiva Generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Ñuble .....    | 27 |
| Tabla 2.2-8  | Estimación demanda hídrica no consuntiva generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Ñuble ..... | 28 |
| Tabla 2.2-9  | Estimación demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble .....                         | 29 |
| Tabla 2.2-10 | Estimación demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA región de Ñuble .....                        | 30 |
| Tabla 2.2-11 | Estimación demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble .....                           | 31 |
| Tabla 2.2-12 | Estimación demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble                                         | 32 |
| Tabla 2.2-13 | Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Ñuble .....                                 | 32 |
| Tabla 2.2-14 | Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región de Ñuble.....                                             | 34 |
| Tabla 2.3-1  | Oferta hídrica actual y proyectada de agua superficial en la región .....                                      | 40 |
| Tabla 2.3-2  | Escorrentía total y glaciar en periodo histórico 1985-2015.....                                                | 41 |
| Tabla 2.3-3  | Oferta hídrica actual de agua subterránea en región .....                                                      | 44 |
| Tabla 2.3-4  | Oferta hídrica actual de agua subterránea en región .....                                                      | 44 |
| Tabla 2.3-5  | Precipitación Máxima en 24 Horas para T = 20 años.....                                                         | 45 |

|             |                                                                                                                         |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 2.3-6 | Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de Ñuble, periodo 2017-2023 .....                                   | 46  |
| Tabla 3.1-1 | Producción de agua y número de territorios operacionales por cuenca .....                                               | 50  |
| Tabla 3.1-2 | Planes de desarrollo vigentes según concesión en la región de Ñuble .....                                               | 51  |
| Tabla 3.1-3 | Planes maestros de aguas lluvias tramitados para la región de Ñuble .....                                               | 59  |
| Tabla 3.1-4 | Estaciones de monitoreo de la región de Ñuble .....                                                                     | 60  |
| Tabla 3.1-5 | Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción .....                                                   | 62  |
| Tabla 3.1-6 | Iniciativas según tipologías y características básicas .....                                                            | 63  |
| Tabla 3.1-7 | Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Ñuble .....    | 64  |
| Tabla 3.1-8 | Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Ñuble .....                                              | 66  |
| Tabla 3.1-9 | Inversión histórica MOP 2015-2023 según estrategias de acción .....                                                     | 67  |
| Tabla 4.1-1 | Brechas Hídricas por Cuenca Región de Ñuble .....                                                                       | 72  |
| Tabla 4.2-1 | Brechas Estratégicas de Consumo Humano por Cuenca Región de Ñuble...                                                    | 77  |
| Tabla 4.2-2 | Brechas Estratégicas de Desarrollo Económico por Cuenca Región de Ñuble .                                               | 79  |
| Tabla 4.2-3 | Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Ñuble .....                | 81  |
| Tabla 4.2-4 | Brechas Estratégicas de conservación y preservación de los ecosistemas, por Cuenca Región de Ñuble (continuación) ..... | 82  |
| Tabla 4.2-5 | Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Ñuble .....        | 84  |
| Tabla 4.3-1 | Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Ñuble .....                          | 90  |
| Tabla 4.3-2 | Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Ñuble (continuación) .....           | 91  |
| Tabla 4.3-3 | Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Ñuble                                               | 98  |
| Tabla 5.1-1 | Iniciativas Estratégicas .....                                                                                          | 101 |
| Tabla 5.2-1 | Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas .....                                                              | 102 |
| Tabla 5.3-1 | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-INI-EST-01 .....                                     | 105 |
| Tabla 5.3-2 | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-INI-EST-02 .....                                     | 105 |
| Tabla 5.3-3 | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-INI-EST-03 y ÑUB-INI-EST-06 .....                    | 106 |
| Tabla 5.3-4 | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-INI-EST-04 .....                                     | 107 |
| Tabla 5.3-5 | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-INI-EST-05 .....                                     | 107 |
| Tabla 5.4-1 | Precios Unitarios de Tipologías de Proyectos según Etapa MDSyF .....                                                    | 108 |

|             |                                                                                      |     |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 5.5-1 | Costos totales propuesta por IE para dar respuesta a las brechas identificadas ..... | 112 |
| Tabla 5.6-1 | Criterios para la estimación de beneficios por Inversión (General) .....             | 114 |
| Tabla 5.6-2 | Criterios para la estimación de beneficios Matriz Hídrica .....                      | 118 |
| Tabla 6.1-1 | Criterios de Evaluación de Inversiones y valorización para su priorización           | 123 |
| Tabla 8.1-1 | Balance Hídrico Estructural actual de la región de Ñuble .....                       | 147 |

---

# CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

---

A continuación, se presenta una breve introducción al estudio y el marco estratégico desarrollado para la región de Ñuble 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 Ñuble.

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 2025-2050.

## 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.

### 1.2.1 Visión objetivo

La visión estratégica regional para este estudio se desarrolla a partir de las visiones estratégicas de largo plazo construidas para Plan Director de Servicios de Infraestructura 2025-2055 (PDSI) a través del estudio de Análisis Integral (DIRPLAN, 2024), el cual abarca todos los servicios de infraestructura que presta el Ministerio de Obras Públicas.

En este contexto, se define una imagen objetivo donde la región de Ñuble sea “[...] conocida por sus bosques cordilleranos, su rica actividad agrícola y su borde costero [...]”, donde se presenta “[...] infraestructura de alto nivel al servicio de la calidad de vida de sus habitantes, la actividad económica, social y cultural de la región, resiliente y, adaptada a los riesgos de desastres naturales, favoreciendo el desarrollo local y regional de manera integral [...]”

Esta imagen también define una región donde “[...]sus habitantes son partícipes de su desarrollo y pueden realizar actividades productivas y recreacionales de forma equitativa, segura, sustentable e inclusiva, asegurando una provisión y gestión del recurso hídrico integrada en sus diversos usos y escalas territoriales, modernizando e integrando el medio rural y cabeceras urbanas en un contexto global.”

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos estratégicos regionales los cuales se han definido a partir de la revisión y análisis del Estudio de Análisis Integral Desarrollado para el Plan Director 2025-2055 (DIRPLAN, 2024), los Planes de Estrategias Regionales del Gobierno Regional de Ñuble (GORE Ñuble, 2018) , y por último el inventario de planes del Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2023) . El detalle del análisis realizado se presenta en el Anexo 10.05.02.

### 1.2.2 Objetivo estratégico general

Optimizar y perfeccionar la gestión del riego mediante la promoción de proyectos de infraestructura de riego y acumulación de aguas destinados para las actividades agrícolas dentro de la región, sin dejar de priorizar ante la elaboración de cualquier plan o estrategias

dirigidas al riego, el acceso para consumo humano; garantizando así, un equilibrio entre las demandas esenciales de la población y las necesidades agrícolas de las cuencas de la región.

### **1.2.3 Objetivos estratégicos específicos**

1. Garantizar el acceso universal a los servicios de infraestructura básicos, particularmente en comunidades urbanas y rurales marginadas y desatendidas de la Región de Ñuble. Esto incluye asegurar el derecho humano al agua a través de servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, busca proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y la igualdad de oportunidades, y mejorar la calidad de vida, con un enfoque inclusivo de género. Este objetivo prioriza el apoyo a asentamientos rurales más pequeños, a fin de mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica que fomente el crecimiento sostenible en dichas zonas. Asimismo, establece estándares mínimos de calidad y cobertura de infraestructura urbana para el consumo humano y saneamiento, promoviendo proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios.
2. Garantizar el derecho humano fundamental a la provisión de servicios desaneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, prioriza el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales en áreas urbanas y rurales para mejorar el bienestar público, proteger la calidad ambiental y crear nueva disponibilidad de agua en regiones con escasez de agua, contribuyendo así a una economía hídrica más circular. Además, se deberá promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para permitir una gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, asegurando la calidad en diversas aplicaciones.
3. Desarrollar infraestructura hídrica estratégica para mejorar la competitividad y abordar los desafíos hídricos, en particular en la agricultura campesina. Crear infraestructura hídrica resiliente al clima y una gestión que aproveche las soluciones basadas en la naturaleza. Además, se busca identificar oportunidades para expandir la base económica rural a través de actividades relacionadas con el agua, promoviendo el desarrollo local y el empleo. Finalmente, enfatiza la importancia de la infraestructura de gestión hídrica para permitir el desarrollo rural sostenible, considerando los sistemas hídricos naturales. La propuesta incluye el apoyo a las actividades productivas regionales y locales con infraestructura hídrica sostenible, el desarrollo y modernización de la infraestructura de riego y la generación de información y transferencia de tecnología para la adaptación, innovación y competitividad agrícola.

4. Promover la gestión sostenible del agua y el desarrollo rural, incluyendo: desarrollar ventajas tecnológicas y servicios de infraestructura especializados para industrias clave; fomentar una transición socioecológica justa para conciliar el consumo y la disponibilidad de agua a nivel de cuenca; implementar una gestión integrada del agua con un enfoque en áreas que enfrentan escasez; fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua; promover mecanismos e incentivos para el uso eficiente y sostenible del agua; perfeccionar la gestión de los recursos hídricos mediante metodologías de gobernanza de cuencas y coordinación público-privada; fortalecer la organización de usuarios y la creación de capacidades; y desarrollar incentivos y programas de financiamiento para fomentar la inversión en investigación aplicada, desarrollo e innovación.
5. Integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de suelo rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con las necesidades humanas de seguridad hídrica. También promover prácticas de uso sostenible de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Además, incentivar la restauración de áreas degradadas, así como establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, particularmente en materia de eficiencia del recurso hídrico y la conservación de valiosos hábitats de humedales. Este enfoque holístico busca conservar el patrimonio natural de estos territorios, donde los habitantes puedan realizar actividades productivas y recreativas de manera segura mientras cuidan los recursos naturales y los suelos a través de capital humano capacitado para generar un ordenamiento territorial sostenible y la integración comunitaria mediante la participación ciudadana permanente y vinculante.
6. Integrar la evaluación de los sistemas naturales como un componente fundamental en la planificación y diseño territorial para cuerpos de agua costeros, lacustres y fluviales y humedales, con el fin de crear conciencia sobre su valor y la necesidad de protección, restauración y remediación. Las estrategias clave incluyen la medición y el monitoreo de las variables ambientales, la promoción de prácticas de construcción sostenibles y el inventario de las condiciones del suelo y los cambios en el uso del suelo para anticipar y mitigar los riesgos. La propuesta tiene como objetivo identificar zonas de protección de fuentes de agua, desarrollar estudios sobre los caudales ecológicos y las interacciones río-acuífero en humedales, e instalar nuevas estaciones de monitoreo que permitan la integración de modelos hidrológicos para cuencas con usos del agua in situ, como la forestación.

7. Establecer estándares de infraestructura para reducir la vulnerabilidad, promover infraestructura resiliente y considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La propuesta se centra en la identificación de zonas vulnerables y la implementación de medidas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. El objetivo es diseñar infraestructura para una vida segura, desarrollar iniciativas de respuesta a emergencias y prevenir riesgos socionaturales en la Región de Ñuble.

---

## **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 de en el Anexo 10.01 del presente estudio.

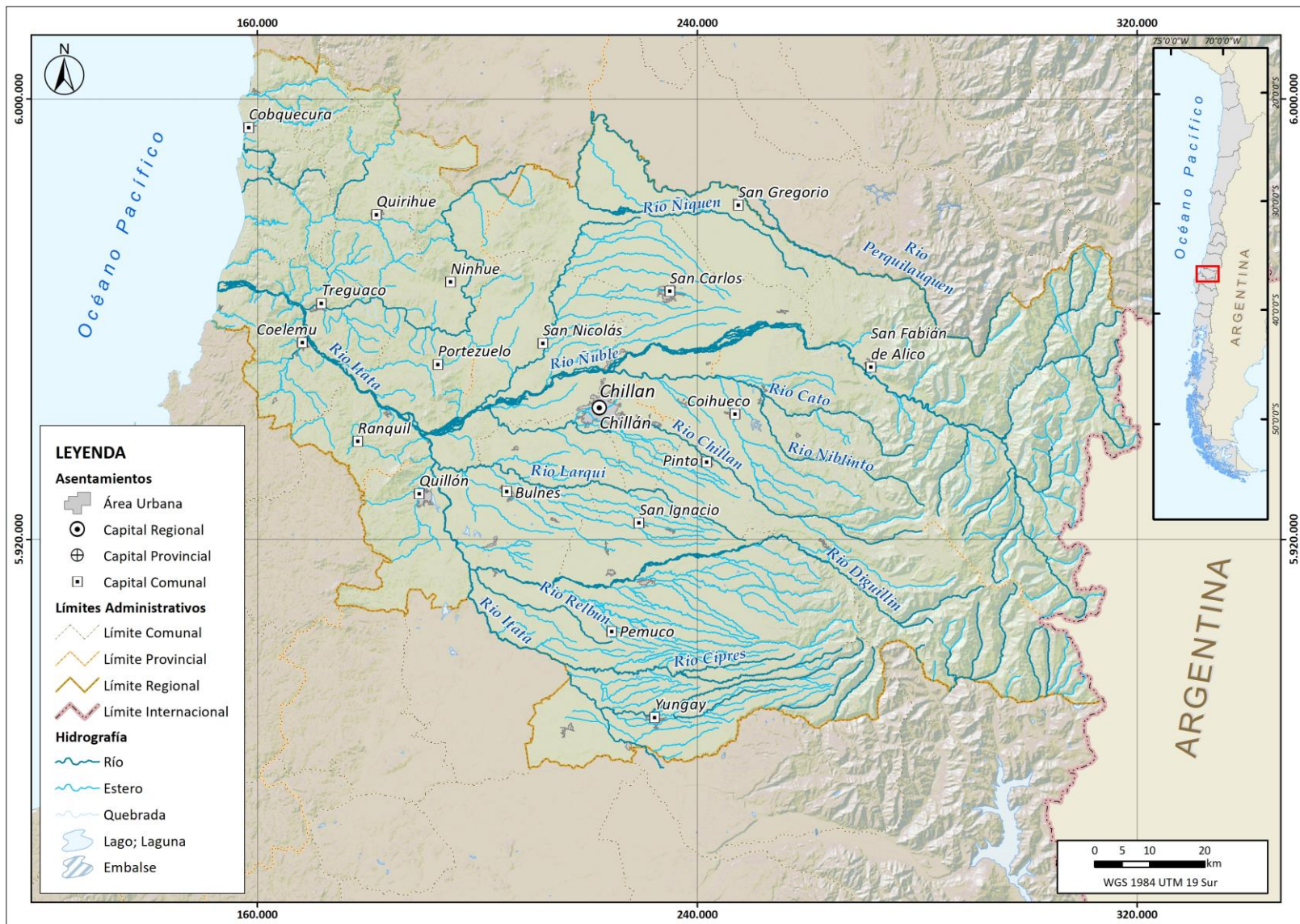
#### **2.1.1 Dimensión física**

La región del Ñuble se caracteriza por su diversidad geomorfológica, que incluye la Cordillera de los Andes, la Precordillera, la depresión Intermedia, la Cordillera de la Costa y las planicies litorales. La Cordillera de los Andes presenta una disposición anárquica al sur del Ñuble, con cordones transversales. La Precordillera, ubicada entre los 300 y 800 metros, se compone de conos superpuestos de origen glaciovolcánico, fluviovolcánico e hidrocineritas. La Depresión Intermedia es un llano central glacio-fluvio-volcánico, mientras que la Cordillera de la Costa está formada por un basamento plegado y metamórfico. Las planicies litorales se desarrollan en bahías, influenciadas por la sedimentación fluvial (Börgel, 1975) .

La cuenca del Río Itata es la principal hoya hidrográfica de la región, abarca 11,293 km<sup>2</sup> e incluye los ríos Itata, Ñuble y Diguillín. Tiene una longitud de 180 km y cuenta con afluentes como el Cholguán y el Huépil. Su régimen es mixto, con aportes de deshielos y precipitaciones invernales. La hidrografía de la región se presenta en la Figura 2.1-1.

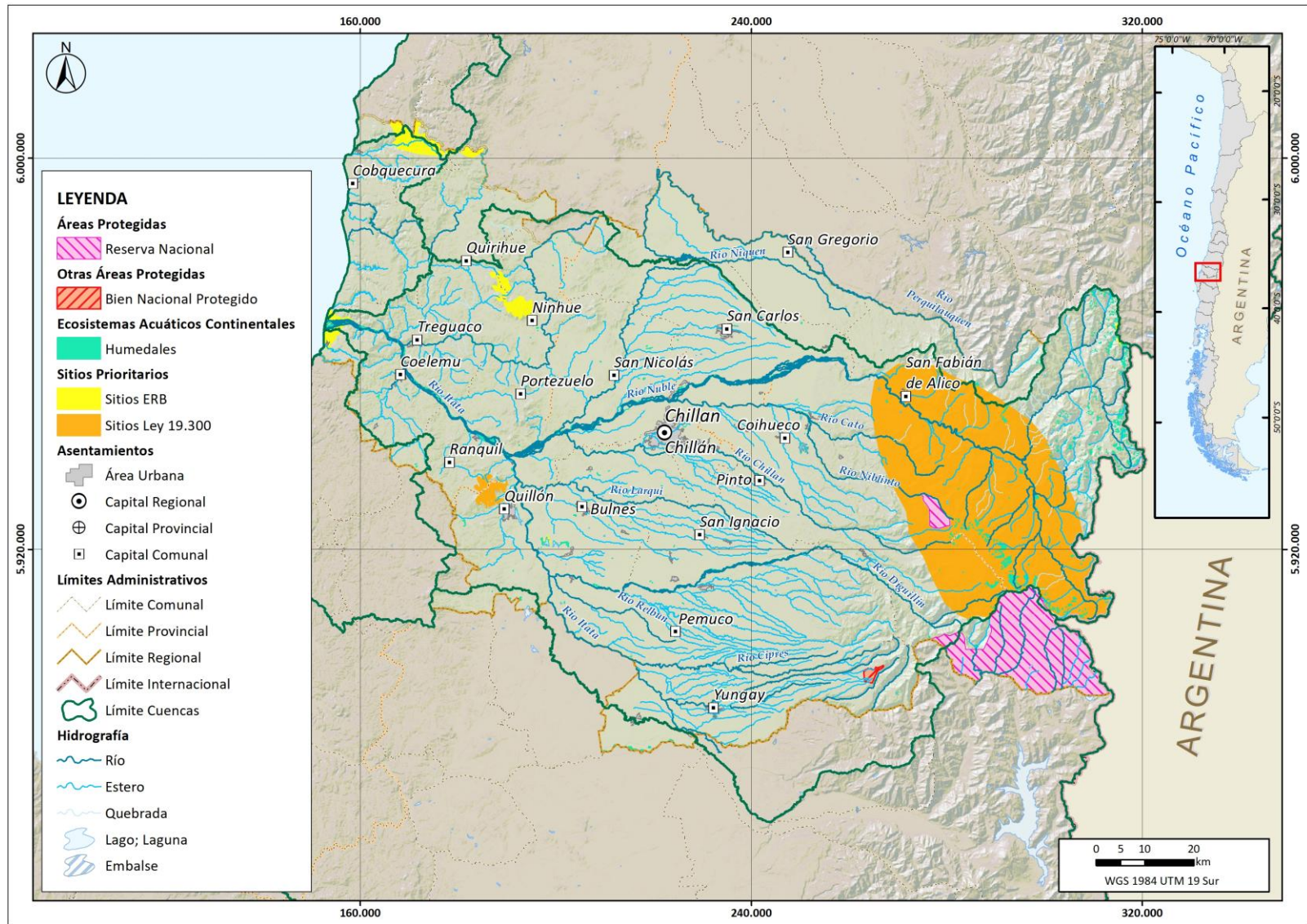
Finalmente, en cuanto al ámbito ambiental, se han identificado diversas áreas con grados de protección de la biodiversidad, entre las que se encuentran las Reserva Nacional Ñuble y Huemules de Niblinto, las cuales son gestionadas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) (Figura 2.1-2). Por otra parte, la protección de humedales varía considerablemente. El área de la cuenca Río Maule que se encuentra en la región de Ñuble

en conjunto con la cuenca Costeras entre Límite Región y Río Itata presentan un porcentaje de protección de humedales menor al 5%, lo que indica una alta criticidad en su protección. Por su parte, la cuenca Río Itata presenta un 6% de protección de humedales, lo que representa una criticidad media. Estos resultados subrayan la importancia de continuar mejorando las medidas de conservación y protección de los humedales en la región de Ñuble, a fin de mantener y mejorar la capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad ambiental de las aguas superficiales (ver sección 4.2.4).



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

**Figura 2.1-1 Hidrografía de la región de Ñuble**



**Figura 2.1-2** Distribución geográfica áreas protegidas, humedales y sitios prioritarios de región de Ñuble

### 2.1.2 Clima

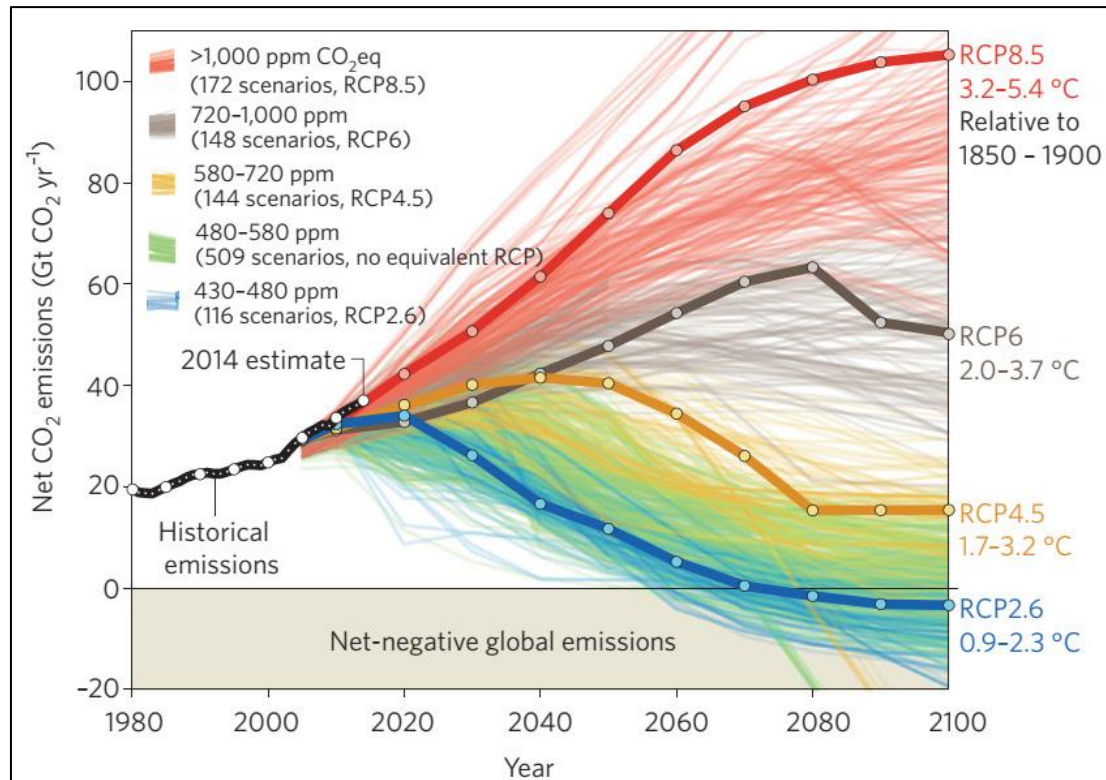
La región marca una transición climática entre los climas templados secos de la zona central de Chile y los templados lluviosos más al sur. En la costa y las laderas occidentales de la Cordillera de la Costa, el clima es templado húmedo, con precipitaciones entre 800 mm y 1.000 mm anuales. Hacia el interior, se presenta un clima templado mediterráneo con precipitaciones de 1.000 a 1.500 mm anuales y un período seco de cuatro meses, predominando en el valle longitudinal y en los bordes orientales de la Cordillera de la Costa. En la Cordillera de los Andes, sobre los 1.500 metros, el clima es frío de altura con precipitaciones abundantes, superando los 2.000 mm anuales y presencia de nieves permanentes en las altitudes más elevadas.

En el Anexo 10.01 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 v2.5, 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 4 modelos de circulación general (GCM, por sus siglas en inglés) de la iniciativa CMIP-5<sup>1</sup> (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 CCSM4. Mayor información sobre los GCM seleccionados se presenta en Anexo 10.01.

---

<sup>1</sup> <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 cultura

La región de Ñuble se sitúa en la macrozona sur del país y tiene un área de 13.089 km<sup>2</sup>. La región se proyecta como un centro poblacional en crecimiento, alcanzando una estimación de 538,529 habitantes para el año 2035, lo que representaría un incremento del 12.05% con respecto al censo de 2017. La estructura demográfica exhibe una configuración con mayor proporción de adultos y adultos mayores, reflejando una pirámide poblacional invertida (INE, Resultados Censo 2017, 2017). En términos de distribución geográfica, cerca del 69.4% de la población reside en áreas urbanas, mientras que un 30.6% se asienta en zonas rurales. La presencia indígena, principalmente del pueblo Mapuche, es notable, alcanzando el 89.5% de representación en la región (INE, Resultados Censo 2017, 2017).

El Producto Interno Bruto (PIB) de la Región de Ñuble consignado por el Banco Central de Chile (referencia) al año 2022, corresponde a \$3.141 mil millones de pesos, representando el 1,2% a nivel nacional. En términos sectoriales, respecto al porcentaje del PIB regional asociado a las diferentes actividades económicas desarrolladas en la zona, en donde se destaca los servicios personales (21,1%), seguida por servicios de vivienda e inmobiliarios (13,2%) y actividad agropecuario-silvícola (12,3%). Respecto al sector minero, este alcanza un 0,3% del PIB regional y la electricidad, gas, agua y gestión de desechos corresponde al 3% del PIB regional (BC, Cuentas Nacionales, 2022).

## 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 del Ñuble 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 de este análisis son presentados considerando la producción, en términos de volumen demandado al año actual (2022) en Mm<sup>3</sup>/año y además considerando la proyección a futuro, la cual se realiza en base a las tasas de crecimiento poblacional aplicado a los clientes residenciales y clientes no regularizados (52 BIS), mientras que para los demás clientes perteneciente a la categoría “otros”, se utiliza la tasa de crecimiento del PIB. El detalle de la metodología llevada a cabo se encuentra en el Anexo B, y las planillas de cálculo se encuentran en el Anexo 10.02.

**Tabla 2.2-1 Estimación demanda Agua Potable Urbana actual y futura– Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuencas                                            | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |               |               |               |               |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              |                                                    | 2022                           | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 073          | Rio Maule*                                         | 286                            | 289           | 297           | 301           | 303           |
| 074          | Costeras Maule y Límite Región                     | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 080          | Cuencas costeras entre limite regional y río Itata | 446                            | 452           | 465           | 472           | 476           |
| 081          | Rio Itata                                          | 19.199                         | 19.417        | 19.873        | 20.121        | 20.255        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío      | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 083          | Río Biobío                                         | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| <b>Total</b> |                                                    | <b>19.931</b>                  | <b>20.158</b> | <b>20.635</b> | <b>20.894</b> | <b>21.034</b> |

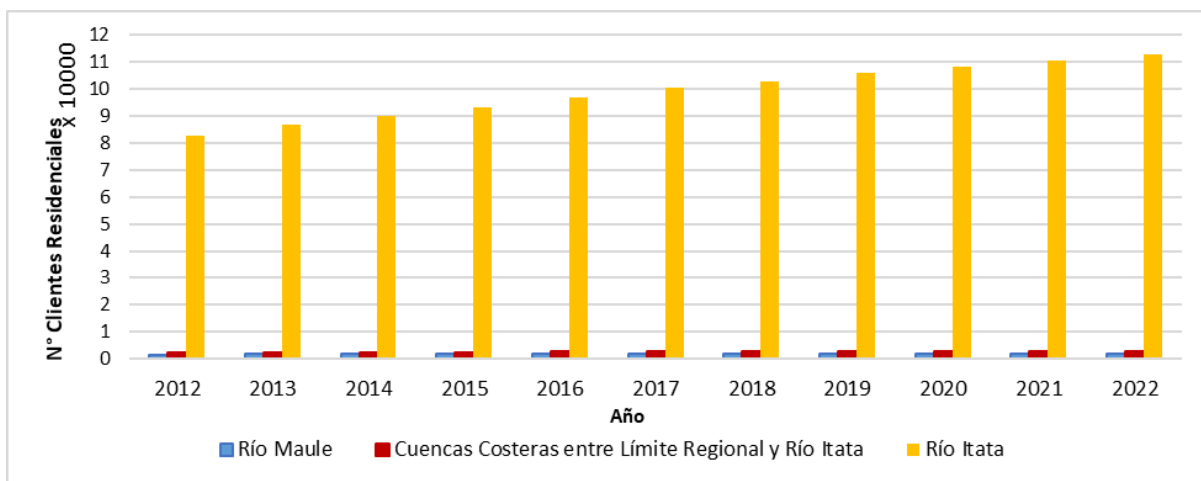
\* Demanda correspondiente a la comuna de Quirihue en la región de Ñuble; el 49% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule

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

Según se desprende de la Tabla 2.2-1, la proyección futura muestra una tendencia al alza en las cuencas Río Maule (código BNA 073), Costeras entre límite regional y Río Itata (código BNA 080) y la cuenca del Río Itata (código BNA 081), 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 del Río Itata (código BNA 081), en donde operan quince (15) sistemas de producción de agua potable, los cuales abastecen a la mayor población de la región.

En relación a lo anterior, se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 95,4% del total de clientes de la región.

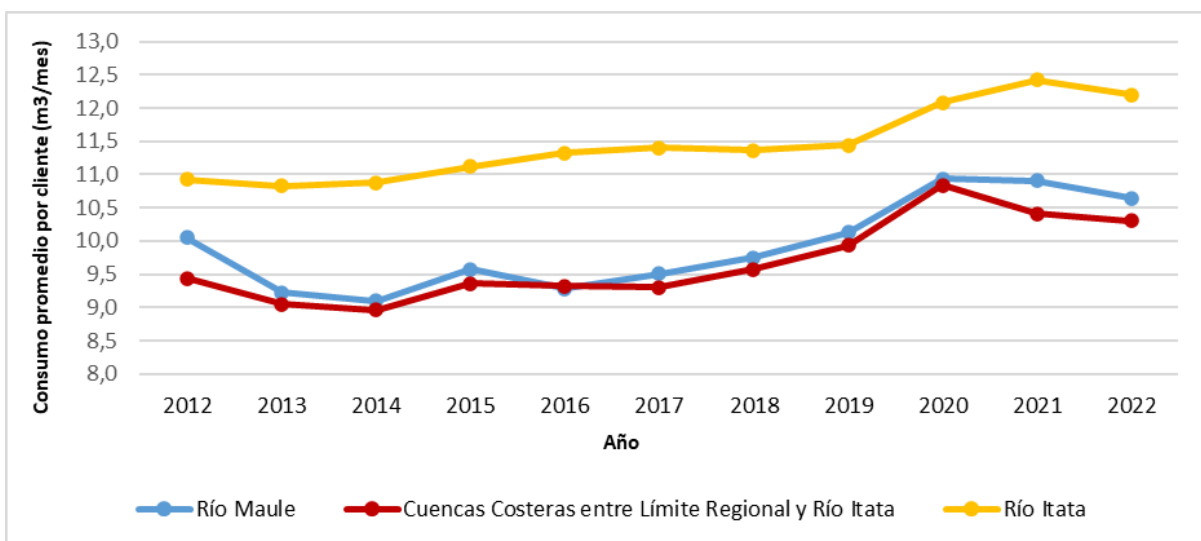
Respecto a la tasa de crecimiento, en los últimos 10 años, los clientes residenciales presentan en promedio un aumento en la tasa de crecimiento de un 0,3%. En la Figura 2.2-1 se muestra la distribución de los clientes residenciales por cuenca entre los años 2013 y 2022.



Fuente: SISS (2023)

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

Junto con el aumento en el número de clientes, también se ha observado un aumento progresivo en el consumo mensual promedio por cliente residencial (ver Figura 2.2-2). Cabe destacar que la cuenca que más consumo promedia es la cuenca del Río Itata (código BNA 081).



Fuente: SISS (2023)

**Figura 2.2-2 Clientes Residenciales regulados que se abastecen de agua potable urbana**

### 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 (SiSS) de las cuencas de la región de Ñuble.

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 10.02.

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

| Cód.<br>Cuenca | Cuencas                                            | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |               |               |               |               |
|----------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                |                                                    | 2022                           | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 073            | Río Maule*                                         | 275                            | 282           | 300           | 313           | 323           |
| 074            | Costeras Maule y Límite Región                     | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 080            | Cuencas costeras entre límite regional y Río Itata | 249                            | 255           | 273           | 285           | 294           |
| 081            | Río Itata                                          | 4.594                          | 4.705         | 5.186         | 5.418         | 5.584         |
| 082            | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío**    | 112                            | 115           | 133           | 139           | 143           |
| 083            | Río Biobío***                                      | 12.627                         | 12.931        | 14.099        | 14.729        | 15.181        |
| <b>Total</b>   |                                                    | <b>17.857</b>                  | <b>18.288</b> | <b>19.991</b> | <b>20.884</b> | <b>21.525</b> |

\* Demanda correspondiente a la comuna de Quirihue en la región de Ñuble, donde el 50% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; y a la localidad de Cachapoal, comuna de San Carlos en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule.

\*\* Demanda correspondiente a la localidad de Perales, comuna de Coelemu en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío.

\*\*\* Demanda correspondiente a localidades de la comuna de Yungay en la región de Ñuble, espacialmente ubicada en la cuenca del río Biobío.

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

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, así mismo que la mayor demanda se centraliza en la cuenca del Río Biobío (código BNA 083) donde se concentra la mayor población.

En la Tabla 2.2-6 se presenta la proyección de población rural de áreas con APR en las cuencas de la región del Ñuble, donde se observa un incremento en la población rural para el año 2055 respecto de la población actual de un 20% para la cuenca del Río Itata (código BNA 081), 17% para las cuencas Costeras entre Límite regional y Río Itata (código BNA 080),

un 16% para la cuenca del Río Maule y un 6% para las cuencas Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío.

**Tabla 2.2-3 Proyección de la población rural en áreas APR– Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuencas                                            | Proyección de población rural en áreas con APR |               |               |               |               |
|--------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              |                                                    | 2022                                           | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 073          | Río Maule*                                         | 17.017                                         | 17.241        | 19.841        | 20.134        | 20.292        |
| 074          | Costeras Maule y Límite Región                     | 0                                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 080          | Cuencas costeras entre límite regional y Río Itata | 2.382                                          | 2.413         | 2.793         | 2.834         | 2.857         |
| 081          | Río Itata                                          | 99.090                                         | 100.396       | 121.365       | 123.162       | 124.123       |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío**    | 837                                            | 848           | 872           | 885           | 892           |
| 083          | Río Biobío***                                      | 5.149                                          | 5.217         | 5.363         | 5.442         | 5.485         |
| <b>Total</b> |                                                    | <b>124.475</b>                                 | <b>18.340</b> | <b>20.046</b> | <b>20.942</b> | <b>21.585</b> |

\* Población correspondiente a la comuna de Quirihue en la región de Ñuble, donde el 50% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; y a la localidad de Cachapoal, comuna de San Carlos en la región de Ñuble ubicada en la cuenca del río Maule.

\*\* Población correspondiente a la localidad de Perales, comuna de Coelemu en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío.

\*\*\* Población correspondiente a localidades de la comuna de Yungay en la región de Ñuble, espacialmente ubicada en la cuenca del río Biobío.

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 6% de aumento en el consumo para el año 2055 en todas las cuencas de la región.

**Tabla 2.2-4 Estimación demanda hídrica en áreas sin APR actual y futura– Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuencas costeras entre límite regional y Río Itata | Demanda áreas sin APR (Mm <sup>3</sup> /año) |            |            |            |            |
|--------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|              |                                                    | 2022                                         | 2025       | 2035       | 2045       | 2055       |
| 073          | Río Maule                                          | 20                                           | 20         | 21         | 21         | 22         |
| 074          | Costeras Maule y Límite Región                     | 1                                            | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 080          | Cuencas costeras entre límite regional y Río Itata | 18                                           | 19         | 19         | 19         | 20         |
| 081          | Río Itata                                          | 339                                          | 342        | 351        | 357        | 359        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío      | 5                                            | 5          | 6          | 6          | 6          |
| 083          | Río Biobío                                         | 8                                            | 8          | 8          | 8          | 8          |
| <b>Total</b> |                                                    | <b>392</b>                                   | <b>395</b> | <b>407</b> | <b>413</b> | <b>416</b> |

\* Demanda correspondiente a la comuna de Quirihue en la región de Ñuble, donde el 50% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; y a la localidad de Cachapoal, comuna de San Carlos en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule.

\*\* Demanda correspondiente a la localidad de Perales, comuna de Coelemu en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío.

\*\*\* Demanda correspondiente a localidades de la comuna de Yungay en la región de Ñuble, espacialmente ubicada en la cuenca del río Biobío.

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 6% 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 Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuencas                                            | Proyección población rural en áreas sin APR |               |               |               |               |
|--------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              |                                                    | 2022                                        | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 73           | Rio Maule*                                         | 1.112                                       | 1.121         | 1.153         | 1.170         | 1.179         |
| 74           | Costeras Maule y Limite Región                     | 74                                          | 75            | 77            | 78            | 78            |
| 80           | Cuencas costeras entre limite regional y Río Itata | 1.009                                       | 1.017         | 1.046         | 1.061         | 1.069         |
| 81           | Rio Itata                                          | 18.568                                      | 18.727        | 19.251        | 19.536        | 19.688        |
| 82           | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio Bio**   | 294                                         | 296           | 304           | 309           | 311           |
| 83           | Río Bio Bio***                                     | 430                                         | 434           | 446           | 453           | 456           |
| <b>Total</b> |                                                    | <b>21.487</b>                               | <b>18.340</b> | <b>20.046</b> | <b>20.942</b> | <b>21.585</b> |

\* Población correspondiente a la comuna de Quirihue en la región de Ñuble, donde el 50% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; y a la localidad de Cachapoal, comuna de San Carlos en la región de Ñuble ubicada en la cuenca del río Maule.

\*\* Población correspondiente a la localidad de Perales, comuna de Coelemu en la región de Ñuble espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío.

\*\*\* Población correspondiente a localidades de la comuna de Yungay en la región de Ñuble, espacialmente ubicada en la cuenca del río Biobío.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Agrícola

Para estimar la demanda de agua para riego agrícola en la región de Ñuble, 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; INE, 1997), a los cuales se les aplicó tendencia. Además, se estableció un coeficiente de cultivo representativo para cada grupo de cultivo (praderas mejoradas, forrajeras permanentes, cereales, hortalizas, viñas, parronales 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 (DGA, 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 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 10.02.

**Tabla 2.2-6 Estimación demanda hídrica Agrícola actual y futura – Cuencas BNA  
Región Ñuble**

| Cód.<br>Cuenca | Cuenca                                              | Demanda (Mm³/año) |                  |                  |                  |                  |
|----------------|-----------------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                |                                                     | 2023              | 2025             | 2035             | 2045             | 2055             |
| 073            | Río Maule (*)                                       | 267.013           | 282.835          | 290.610          | 257.727          | 270.679          |
| 080            | Costeras entre limite Región y R. Itata             | 4.790             | 5.397            | 6.268            | 6.612            | 7.689            |
| 081            | Rio Itata                                           | 1.279.578         | 1.528.539        | 1.723.097        | 1.687.987        | 2.010.025        |
| 082            | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio (**) | 1.292             | 1.408            | 1.538            | 1.537            | 1.778            |
| 083            | Río Bio-Bio (***)                                   | 16.124            | 18.902           | 22.205           | 21.750           | 30.764           |
| <b>Total</b>   |                                                     | <b>1.568.797</b>  | <b>1.837.081</b> | <b>2.043.718</b> | <b>1.975.613</b> | <b>2.320.935</b> |

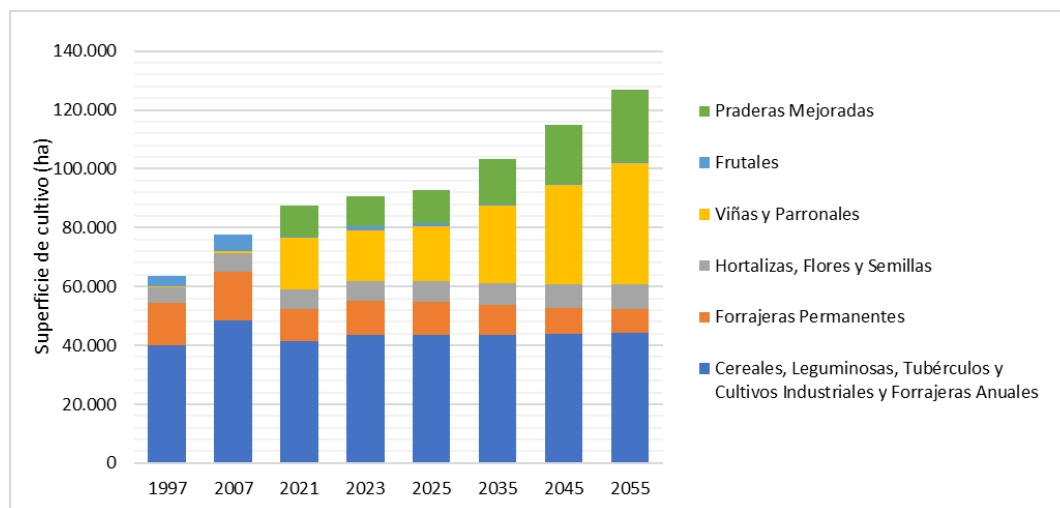
(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

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

Según se desprende de la Tabla 2.2-6 se espera en la región un incremento del 48% 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, 2007; INE, 2021; INE, 1997), muestran un cambio significativo en las áreas destinadas a diferentes tipos de cultivos durante el periodo 2007-2021. Se observa una reducción de la superficie dedicada a gran parte de los cultivos y un aumento significativo en la de viñas, parronales y praderas mejoradas (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 las viñas y parronales a condiciones de estrés hídrico en comparación con otros frutales<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/8543/NR33603.pdf?sequence=42&isAllowed=y>



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 por tipo de cultivo, destacan como principales consumidores de agua el grupo que incluye cereales, leguminosas, tubérculos, cultivos industriales y forrajerías anuales, así como el grupo de viñas y parronales, según las proyecciones para el periodo 2023 a 2055.

Respecto al grupo de cultivo que incluye cereales, para el año 2023, se estima una demanda de 812.702 Mm<sup>3</sup>, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 883.154 Mm<sup>3</sup> para el año 2055. Esto representa un aumento del 9% 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 315.324 Mm<sup>3</sup>, con una tendencia creciente hasta alcanzar los 794.487 Mm<sup>3</sup> para el año 2055. Esto representa un aumento del 152% en la demanda hídrica. Esto convierte a este cultivo como el de mayor aumento de la demanda proyectada.

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.

La disminución de la demanda en el resto de los cultivos se atribuye principalmente a la reducción de la superficie cultivada durante el periodo 1997-2021 y su proyección al año 2055.

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 10.02.

**Tabla 2.2-7 Estimación demanda hídrica consuntiva Generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Ñuble**

| Cód.<br>Cuenca | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |               |               |               |               |
|----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                |                                                     | 2023                           | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 073            | Río Maule (*)                                       | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 080            | Costeras entre limite región y R. Itata             | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 081            | Rio Itata                                           | 8.110                          | 10.187        | 10.317        | 11.017        | 11.017        |
| 082            | Costeras e Islas entre Rio Itata y Rio Bio-Bio (**) | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 083            | Rio Bio-Bio (***)                                   | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| <b>Total</b>   |                                                     | <b>8.110</b>                   | <b>10.187</b> | <b>10.317</b> | <b>11.017</b> | <b>11.017</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

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 Itata, donde se albergan distintas termoeléctricas (Cholguán, Coelemu, Nueva Aldea y Nueva Aldea III). Las proyecciones futuras indican un aumento en esta demanda, en línea con la tendencia al alza observada en los datos históricos de generación eléctrica en los últimos años. Este aumento se atribuye principalmente a la central termoeléctrica Nueva Aldea III, la cual ha mostrado un crecimiento constante en la generación eléctrica según los registros históricos. Por el contrario, las demás termoeléctricas han experimentado una tendencia decreciente.

**Tabla 2.2-8 Estimación demanda hídrica no consuntiva generación eléctrica actual y futura – Cuencas BNA Región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |                |                |                |                |
|--------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|              |                                                     | 2023                           | 2025           | 2035           | 2045           | 2055           |
| 073          | Río Maule (*)                                       | 0                              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| 080          | Costeras entre limite región y R. Itata             | 0                              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| 081          | Río Itata                                           | 476.659                        | 479.866        | 494.352        | 569.240        | 524.097        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio (**) | 0                              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| 083          | Río Bio-Bio (***)                                   | 0                              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| <b>Total</b> |                                                     | <b>476.659</b>                 | <b>479.866</b> | <b>494.352</b> | <b>569.240</b> | <b>524.097</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2.2-8 muestra un aumento en la demanda hídrica no consuntiva, el cual está vinculado a la hidroeléctrica Itata. Según los datos históricos, esta central ha experimentado un aumento en la generación eléctrica en los últimos años.

### 2.2.5 Minero

En la región de Ñuble 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 (acápites 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 10.02.

**Tabla 2.2-9 Estimación demanda hídrica industrial actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |               |               |               |               |
|--------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|              |                                                     | 2023                           | 2025          | 2035          | 2045          | 2055          |
| 073          | Río Maule (*)                                       | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 080          | Costeras entre limite Región y R. Itata             | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 081          | Río Itata                                           | 16.485                         | 15.817        | 22.857        | 26.436        | 33.477        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio (**) | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| 083          | Río Bio-Bio (***)                                   | 0                              | 0             | 0             | 0             | 0             |
| <b>Total</b> |                                                     | <b>16.485</b>                  | <b>15.817</b> | <b>22.857</b> | <b>26.436</b> | <b>33.477</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

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 103% 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 6,4% del PIB regional. Además, tuvo un incremento de un 99% 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 de la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2008). Las superficies plantadas 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 10.02.

**Tabla 2.2-10 Estimación demanda hídrica forestal actual y futura – Cuencas BNA  
región de Ñuble**

| Cód.<br>Cuenca | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |                  |                  |                  |                  |
|----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                |                                                     | 2023                           | 2025             | 2035             | 2045             | 2055             |
| 073            | Río Maule (*)                                       | 403.690                        | 293.257          | 340.155          | 390.002          | 449.911          |
| 080            | Costeras entre limite Región y R. Itata             | 329.521                        | 271.299          | 314.685          | 360.800          | 416.224          |
| 081            | Río Itata                                           | 2.802.932                      | 2.291.877        | 2.658.393        | 3.047.959        | 3.516.169        |
| 082            | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio (**) | 68.120                         | 58.105           | 67.397           | 77.274           | 89.144           |
| 083            | Río Bio-Bio (***)                                   | 125.217                        | 97.146           | 112.682          | 129.195          | 149.041          |
| <b>Total</b>   |                                                     | <b>3.729.480</b>               | <b>3.011.684</b> | <b>3.493.312</b> | <b>4.005.230</b> | <b>4.620.489</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

Fuente: Elaboración propia.

La proyección de la demanda forestal, como se indica en Tabla 2.2-10 no sigue una tendencia clara al alza o a la baja. Lo anterior debido a que esta se encuentra influenciada por factores tales como los incendios forestales, 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 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 (INE, 1997; INE, 2007) y encuestas ODEPA (ODEPA, 2022). 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 10.02.

**Tabla 2.2-11 Estimación demanda hídrica Pecuaria actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |              |              |              |              |
|--------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              |                                                     | 2023                           | 2025         | 2035         | 2045         | 2055         |
| 073          | Río Maule (*)                                       | 273                            | 260          | 205          | 152          | 106          |
| 080          | Costeras entre limite Región y R. Itata             | 35                             | 32           | 21           | 10           | 6            |
| 081          | Rio Itata                                           | 2.301                          | 2.199        | 1.821        | 1.492        | 1.231        |
| 082          | Costeras e Islas entre Rio Itata y Rio Bio-Bio (**) | 3                              | 3            | 2            | 1            | 0            |
| 083          | Rio Bio-Bio (***)                                   | 21                             | 19           | 10           | 3            | 1            |
| <b>Total</b> |                                                     | <b>2.633</b>                   | <b>2.513</b> | <b>2.059</b> | <b>1.658</b> | <b>1.344</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2.2-11, se observa una tendencia a la baja de la demanda durante el periodo comprendido entre los años 2023 y 2055. Esta disminución se asocia, de acuerdo a la información censal, a una disminución de las cabezas de ganado bovina, ovina, porcina y equina en el periodo histórico (2007 a 2021) de las cabezas de ganado en la cuenca 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 10.02.

**Tabla 2.2-12 Estimación demanda Acuícola actual y futura – Cuencas BNA región Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuenca                                              | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |              |              |              |              |
|--------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|              |                                                     | 2023                           | 2025         | 2035         | 2045         | 2055         |
| 073          | Río Maule (*)                                       | 0                              | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 080          | Costeras entre limite Región y R. Itata             | 0                              | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 081          | Río Itata                                           | 8.366                          | 6.189        | 4.172        | 4.172        | 4.172        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio (**) | 0                              | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 083          | Río Bio-Bio (***)                                   | 0                              | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <b>Total</b> |                                                     | <b>8.366</b>                   | <b>6.189</b> | <b>4.172</b> | <b>4.172</b> | <b>4.172</b> |

(\*) Demanda correspondiente a la comuna de Ñiquén en la región de Ñuble, donde el 100% de su territorio se encuentra espacialmente ubicada en la cuenca del río Maule; asimismo las comunas de San Fabián (22%), San Carlos (17%) y Quirihue (57%). (\*\*) Demanda correspondiente a comunas de Coelemu y Ranquil en la región de Ñuble, donde el 17% de sus territorios se encuentran espacialmente ubicada en la cuenca Costeras entre Itata y Biobío. (\*\*\*) Demanda correspondiente comunas de Pinto (39%), Quillón (24%) y Yungay (14%) que se encuentran en la región de Ñuble, pero espacialmente ubicadas en la cuenca del río Biobío.

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 en la cuenca del Río Itata. Es importante destacar que, dado que las proyecciones indican una demanda nula para los años 2045 y 2055, se ha mantenido constante, de forma conservadora, la estimación correspondiente al año 2035.

### 2.2.10 Caudal de reserva para turismo 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 10.02.

En la región se ha estimado un caudal de reserva para el Sitio Prioritario Nevados de Chillán (SP1-030) ubicado en la cuenca Río Itata.

**Tabla 2.2-13 Caudales de Reserva para protección ambiental – Cuencas BNA región Ñuble**

| Caudal de reserva para protección ambiental (MMm <sup>3</sup> /mes y MMm <sup>3</sup> /año) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Cuenca                                                                                      | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Río Itata                                                                                   | 145 | 81  | 51  | 65  | 243 | 352 | 305 | 274 | 276 | 351 | 400 | 317 | 2.860 |

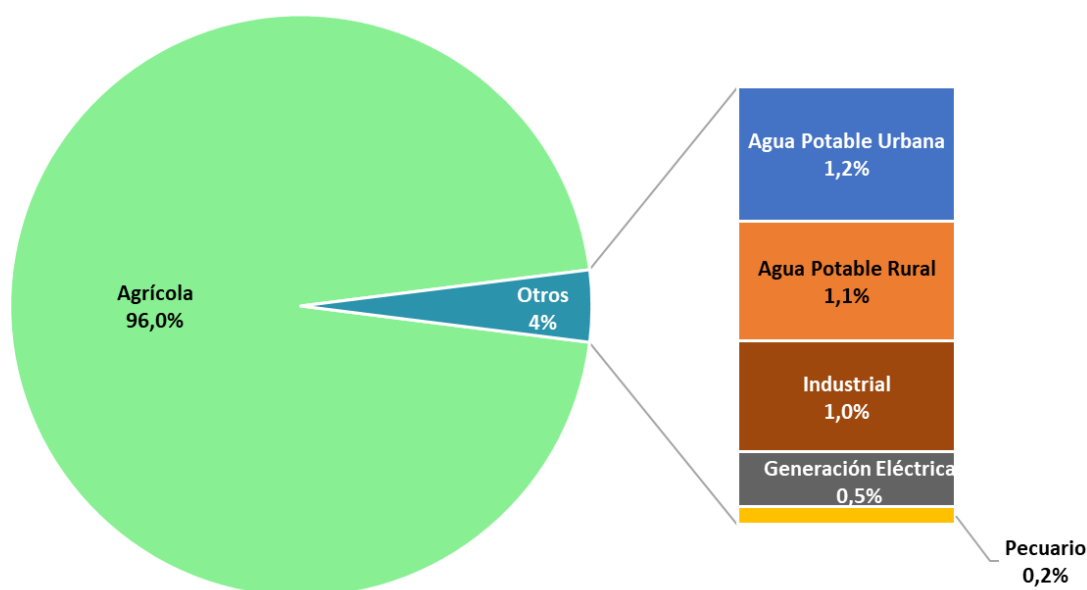
Fuente: Elaboración propia.

### 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 Ñuble en el año 2023, destacando la importancia del sector agrícola como el principal demandante de uso consuntivo de agua. El resumen de las demandas se presenta en el Anexo 10.02.



Fuente: Elaboración propia.

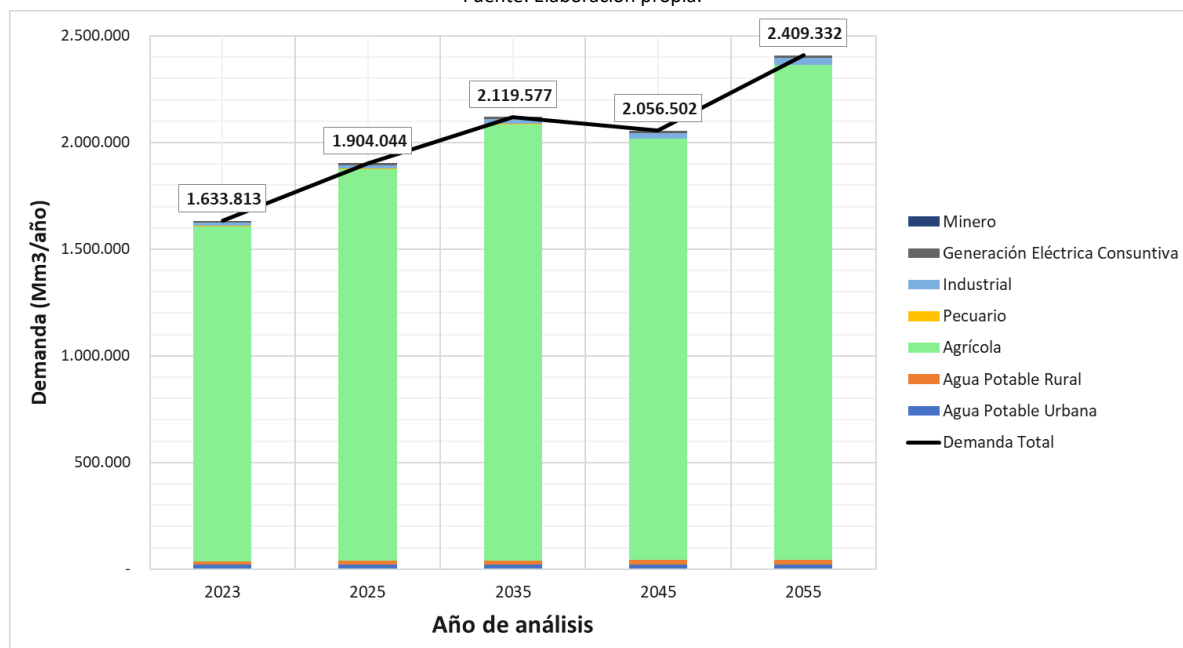
**Figura 2.2-4 Distribución de demanda total consuntiva regional (%), por uso – año 2023**

En la Tabla 2.2-14 y en la 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 47% de las demandas totales en el periodo 2023-2055; asociado principalmente al sector agrícola que corresponde a un 97% del aumento de la demanda consuntiva total.

**Tabla 2.2-14 Resumen de demandas consuntivas – Cuencas BNA región de Ñuble**

| Cód. Cuenca  | Cuencas                                            | Demanda (Mm <sup>3</sup> /año) |                  |                  |                  |                  |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|              |                                                    | 2022                           | 2025             | 2035             | 2045             | 2055             |
| 073          | Rio Maule                                          | 267.847                        | 283.666          | 291.412          | 258.493          | 271.411          |
| 080          | Cuencas costeras entre limite regional y río Itata | 5.520                          | 6.136            | 7.027            | 7.379            | 8.465            |
| 081          | Rio Itata                                          | 1.330.267                      | 1.580.864        | 1.783.151        | 1.752.471        | 2.081.589        |
| 082          | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío      | 1.407                          | 1.526            | 1.673            | 1.677            | 1.921            |
| 083          | Río Biobío                                         | 28.772                         | 31.852           | 36.314           | 36.482           | 45.946           |
| <b>Total</b> |                                                    | <b>1.633.813</b>               | <b>1.904.044</b> | <b>2.119.577</b> | <b>2.056.502</b> | <b>2.409.332</b> |

Fuente: Elaboración propia.

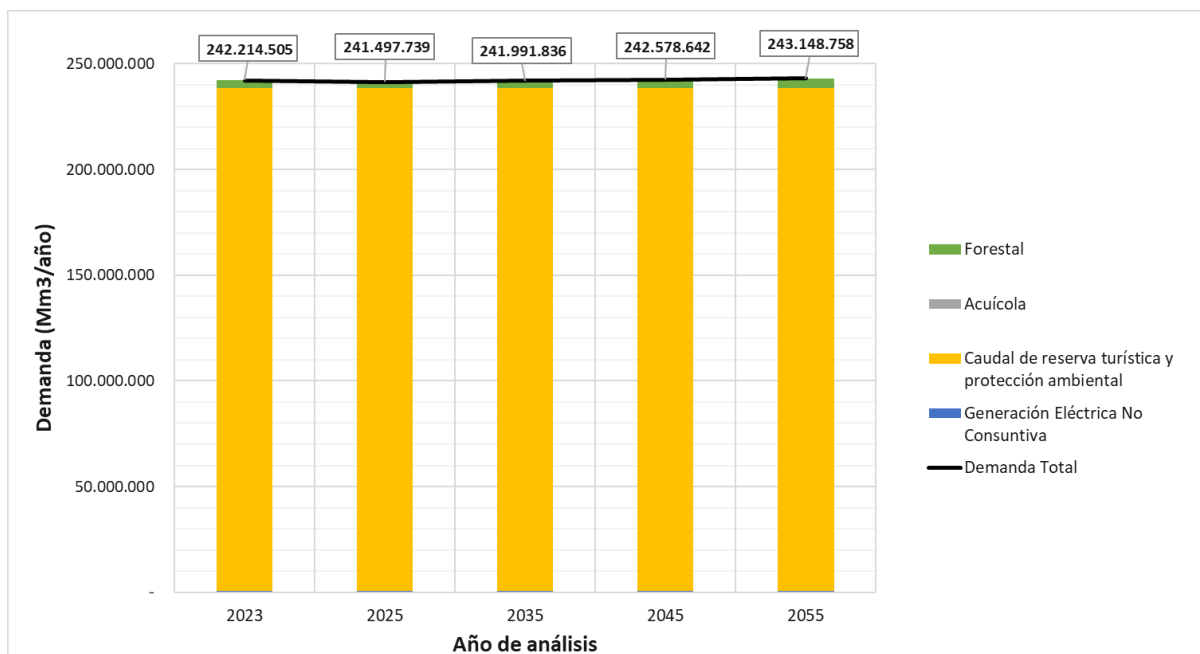


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2.2-5 Distribución de demanda total consuntiva regional (Mm<sup>3</sup>/año), por uso – actual y proyectada**

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

En la Figura 2.2-6 se presenta la proyección de las demandas consuntivas no extractivas y no consuntivas para la región, donde 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.



Fuente: Elaboración propia.

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.

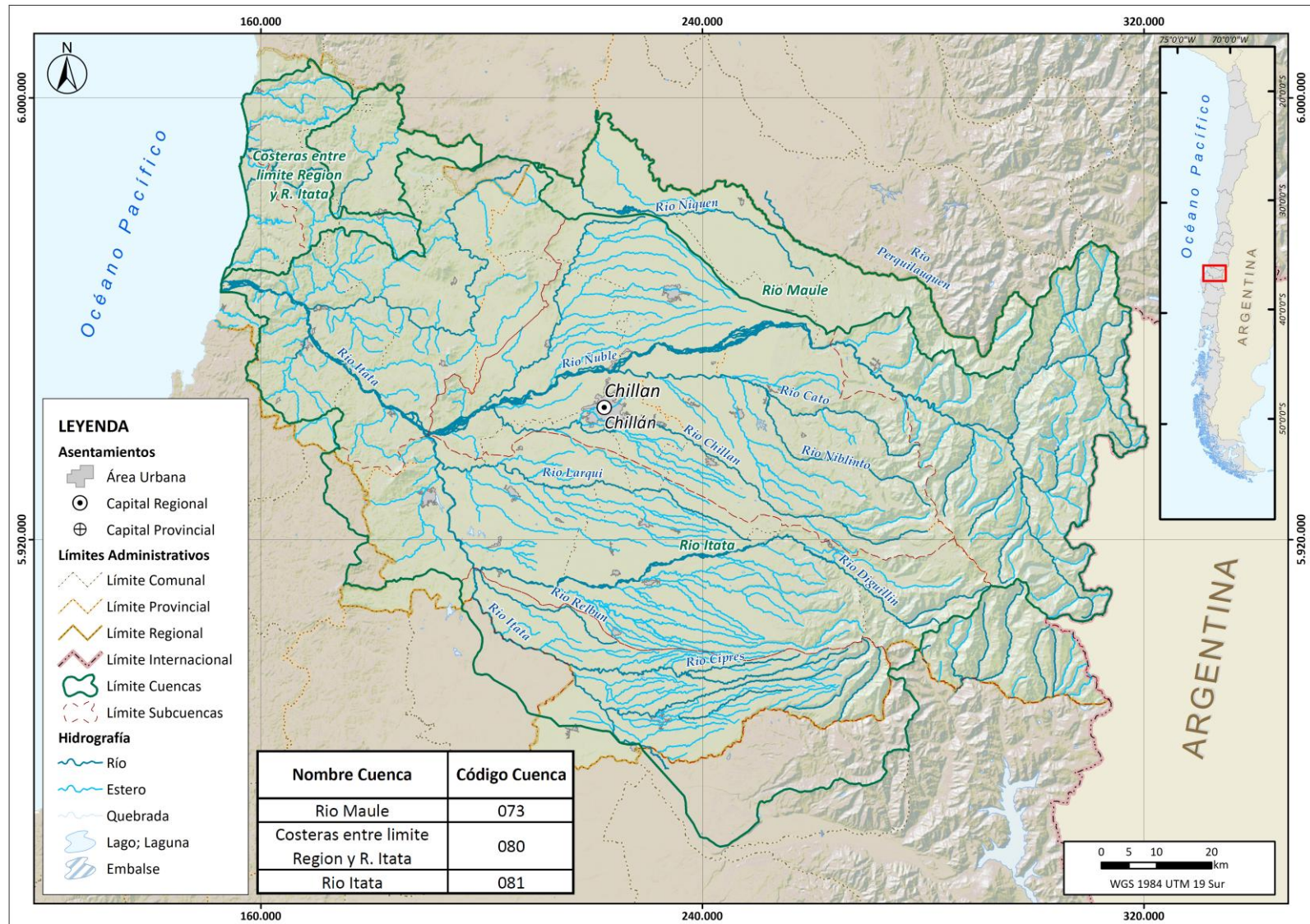
Nota 2: Dado que no existen planificaciones actuales o futuras de nuevos sitios prioritarios, la demanda proyectada para el caudal de reserva de uso turístico y protección ambiental se considera como constante.

**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 Agua superficial

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 Ñuble, 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 Ñuble según clasificación BNA**

### **2.3.1.1 Agua superficial**

#### **i. Derechos de aprovechamiento superficiales concedidos**

A continuación, se presenta la identificación de los derechos de aprovechamiento de aguas (DAA) superficiales otorgados en la región de Ñuble. Para esto se utilizó la base de datos "Derechos\_Concedidos\_XVI Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la región de Ñuble existen 3.362 DAA superficiales registrados en CPA, equivalente a un caudal aproximado de 197.659,8 litros por segundo constituidos<sup>3</sup>. 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 10.03.

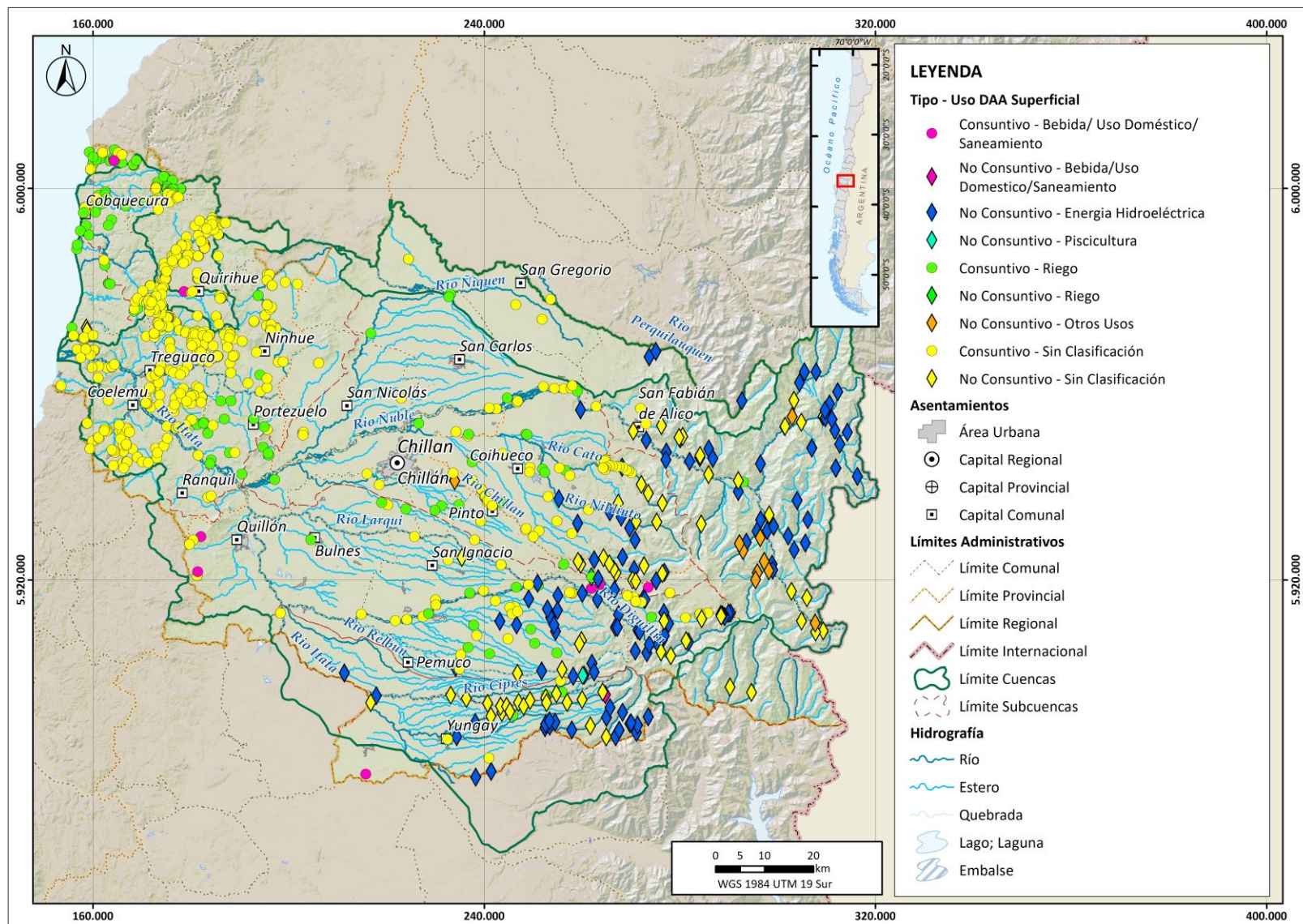
#### **ii. Restricciones de uso sobre fuentes superficiales**

Para obtener una comprensión completa de los desafíos relacionados con la escasez de agua que han surgido en la región de Ñuble, 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.

Se realizó una exhaustiva revisión de la información proporcionada por la Dirección General de Aguas (DGA) para identificar restricciones vigentes sobre fuentes superficiales en la región de Ñuble. Sin embargo, se encontró que no hay restricciones específicamente señaladas en la región de Ñuble en el periodo analizado. Es importante destacar que, aunque no se identificaron restricciones en la figura correspondiente, se debe tener en cuenta que existe una restricción vigente sobre el río Diguillín y sus afluentes, según una Resolución DGA N° 158 de fecha 21 de abril de 1994. Además, se debe considerar el Decreto MOP N° 66 de 21 de abril de 2023, que declara zona de escasez a la Región de Ñuble, con una fecha de caducidad para el 21-04-2024. En la Figura 2.3-3 se muestran las zonas con decretos de escasez históricos en la región. 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 10.03.

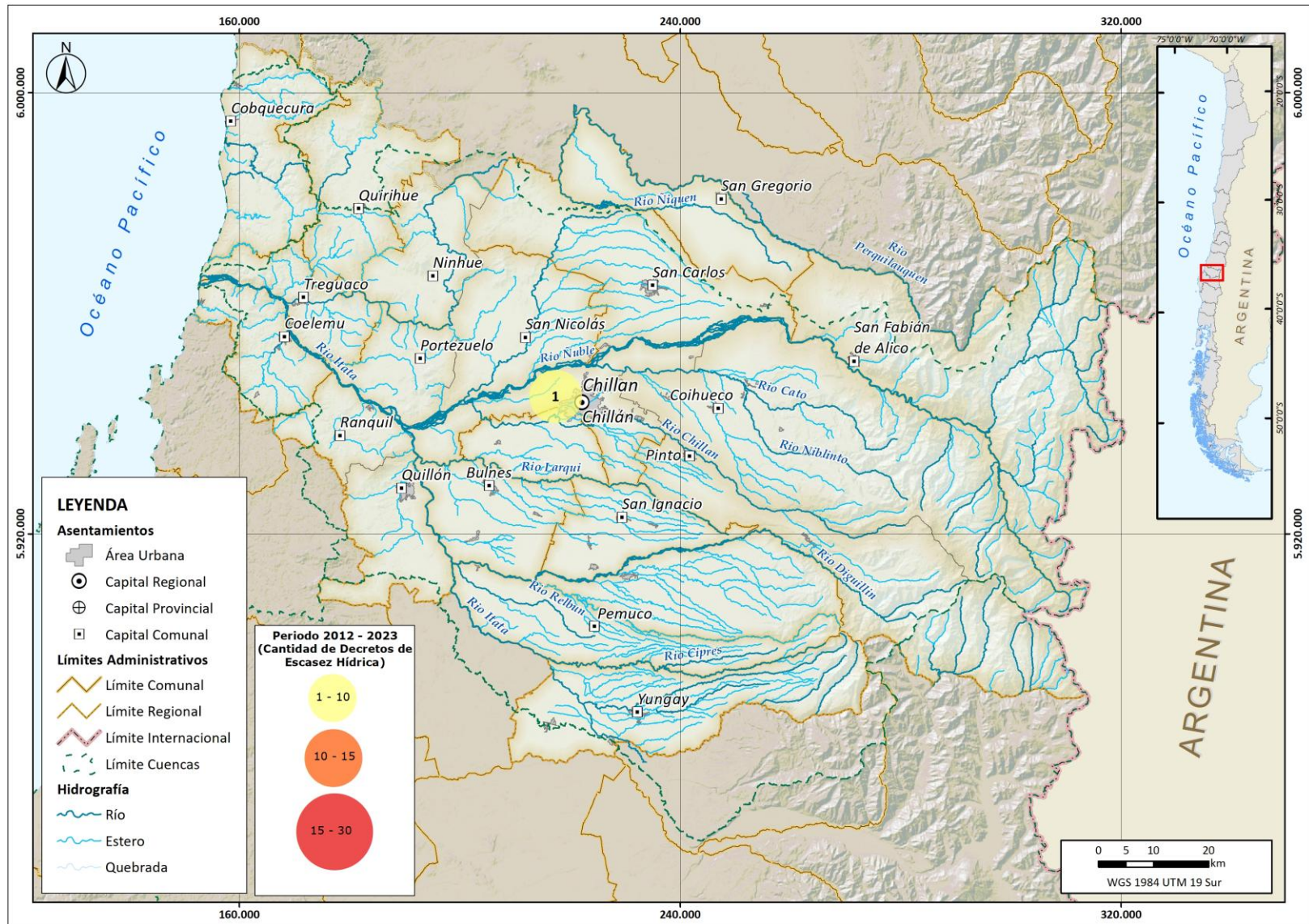
---

<sup>3</sup> 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 Ñuble, por tipología**



### 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 Nacional (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 10.03.01.

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 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 valor más pequeño, como un criterio conservador.

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

| Cód.<br>Cuenca | Cuenca                                  | Q <sub>85</sub> actual<br>(Mm <sup>3</sup> /año) | Q <sub>85</sub> proyectado<br>(Mm <sup>3</sup> /año) |
|----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 080            | Costeras entre límite Región y R. Itata | 168.981                                          | 138.922                                              |
| 081            | Río Itata                               | 7.061.608                                        | 6.345.580                                            |

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, la disminución porcentual de las cuencas Costeras entre límite región y Río Itata, y Río Itata, sería de 17,8% y 10,1%, respectivamente.

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 (DGA, 2022). 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 (m <sup>3</sup> /s) | Q glaciar (m <sup>3</sup> /s) |
|------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 080        | Costeras entre límite Región y R. Itata | 7,74                        | 0,0                           |
| 081        | Río Itata                               | 314,32                      | 0,42                          |

Fuente: Elaboración propia.

Además, el GCM CCSM4 proyecta una disminución de aproximadamente 0,31 m<sup>3</sup>/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 subterráneos concedidos

Para el análisis se utilizó la base de datos "Derechos\_Concedidos\_XVI\_Región " (DGA, 2023) del Catastro Público de Aguas (CPA).

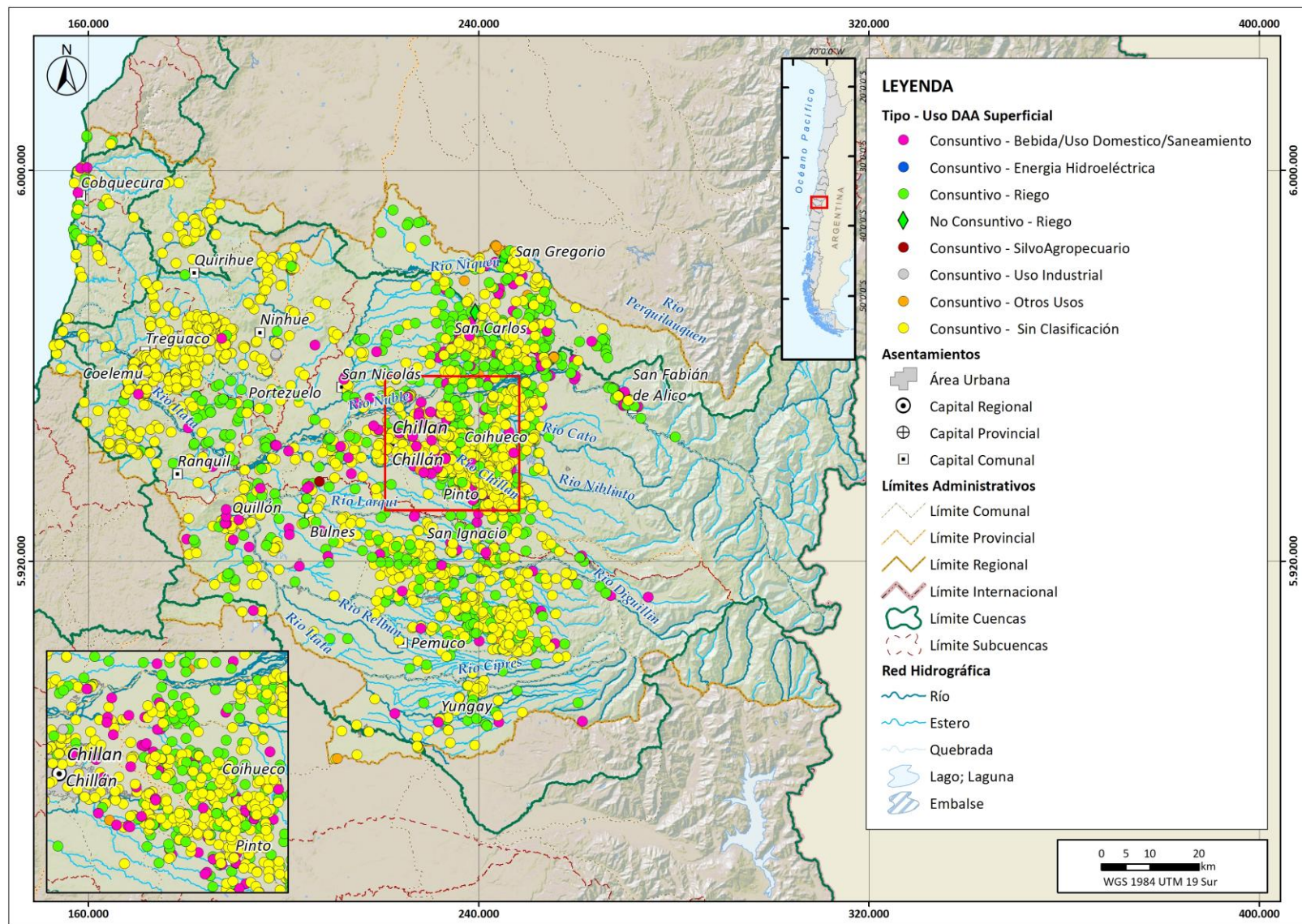
En base a los antecedentes revisados, se tiene que en la Región de Ñuble existen 5.758 DAA subterráneas con un caudal de 197.660 L/s.

#### 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.

No 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 10.03.



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

**Figura 2.3-4 Ubicación geográfica de los DAA subterráneos en la región de Ñuble, 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                                                     |
|---------------|-----------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------|
| 080           | Costeras entre límite Región y R. Itata | -             | -                                                          |
| 081           | Rio Itata                               | 30.624        | ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO CUENCAS BÍO BÍO E ITATA (DGA, 2011) |

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 (CCSM4) 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 4.2.1.ii.

**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) |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 080           | Costeras entre limite Región y R. Itata |                         | -10,7                          | -                        |
| 081           | Rio Itata                               | 30.624                  | -9,5                           | 27.717                   |

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 10.03 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 40% 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 10.03.02).

**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 (%) |
|------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| 080        | Costeras entre limite Region y R. Itata | 87,7             | 122,4            | 39,5          |
| 081        | Rio Itata                               | 111,7            | 143,1            | 28,1          |

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, cabe destacar que la región de Ñuble se considera como tal a partir del año 2018, por lo que la información histórica correspondiente a la hasta entonces provincia, se encuentra como parte de la región del Biobío.

No obstante lo anterior, en relación a las inundaciones y aluviones catastrados por SENAPRED (2023) y EM DATA (2024) en el periodo 2017-2023 se observan cuarenta y cuatro (44) inundaciones, donde cuarenta y dos (42) de ellas ocurrieron solo en el año 2023, mientras que las dos restantes ocurrieron el año 2019 y 2021 afectando a las cuencas del Río Maule (código BNA 073), cuencas Costeras entre Límite Regional y Río Itata (código BNA 080) y a la cuenca del Río Itata (código BNA 081). La Tabla 2.3-6 presenta las cuencas afectadas por inundaciones y aluviones.

**Tabla 2.3-6 Cuencas afectadas por eventos extremos en la región de Ñuble, periodo 2017-2023**

| Código BNA | Nombre Cuenca                                      | Inundación | Aluvión |
|------------|----------------------------------------------------|------------|---------|
| 073        | Río Maule                                          | X          |         |
| 074        | Costeras Maule y Límite Región                     |            |         |
| 080        | Cuencas costeras entre límite regional y Río Itata | X          |         |
| 081        | Río Itata                                          | X          |         |
| 082        | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío      |            |         |
| 083        | Río Biobío                                         |            |         |

Nota: Cuencas afectadas en rojo.

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

### 2.3.3 Calidad de aguas

A continuación, se presenta la calidad de las aguas en la región de Ñuble por cuenca:

- En la cuenca del Río Maule (Código 073), las aguas presentan una composición relativamente estable, con predominancia de aguas bicarbonatadas cálcicas ( $\text{HCO}_3^-$ - $\text{Ca}^{2+}$ ). in embargo, se observa un incremento en la concentración de magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) a medida que las aguas avanzan hacia el valle. A lo largo del eje Este-Oeste, las aguas tienden a enriquecerse en sales, lo que aumenta los niveles de magnesio, sodio y calcio. Las aguas cercanas a la costa se caracterizan por ser cloruradas ( $\text{Cl}^-$ ) y sulfatadas sódicas ( $\text{SO}_4^{2-}$ - $\text{Na}^+$ ) además de bicarbonatadas sódicas ( $\text{Na}^+$ - $\text{HCO}_3^-$ ), en el acuífero Mataquito se observa concentraciones de manganeso (Mn), plomo (Pb), arsénico (As), hierro (Fe), Nitrato y Amonio que superan los límites establecidos por la norma de agua potable (NCh409/2005) (DGA, 2020).
- En la cuenca del Río Itata (Código 081), la calidad de las aguas se caracteriza por una notable variabilidad en los parámetros fisicoquímicos. El pH presenta una amplia heterogeneidad, con valores ácidos que en algunas zonas se acercan al límite permitido por la norma NCh409/2005. Hacia aguas abajo, se registran niveles de acidez que exceden los límites normativos, especialmente en los pozos que abastecen a la ciudad de Quillón, como el APR Puerto Coyanco y Villa Tennessee. En el sector norte de la cuenca, en el límite de la región, se reporta un pH de 8,6, también por encima del máximo permitido por la norma.

En cuanto a la conductividad eléctrica (CE), los valores en el acuífero son relativamente bajos, con mediciones generalmente por debajo de  $375 \mu\text{S}/\text{cm}$ , alcanzando un máximo de  $458 \mu\text{S}/\text{cm}$ . Los sólidos disueltos totales (TDS) son inferiores a  $340 \text{ mg}/\text{L}$  en la mayoría de las estaciones, excepto en el pozo APR Nueva Aldea, que registra  $940 \text{ mg}/\text{L}$ , valor que, aunque elevado, sigue dentro del rango permitido por la norma.

Las temperaturas del agua oscilan entre  $10$  y  $27^\circ\text{C}$ , con las máximas registradas principalmente en los ríos Ñuble, Diguillín e Itata. Las temperaturas mínimas se concentran en la zona oriental de la Depresión Intermedia, particularmente en las cercanías de la ciudad de Coihueco (DGA, 2019a).

- Los resultados del estudio DGA (2019) reveló que la composición química del agua subterránea en la cuenca del Río Biobío (Código BNA: 083) corresponde principalmente al tipo bicarbonatado, con una tendencia hacia aguas cálcicas y sódicas. Sin embargo, en las zonas costeras, la composición cambia de manera natural debido a un incremento en las concentraciones de cloruros, alcalinidad y conductividad, lo que refleja la influencia del agua de mar en dirección Oeste. Según los parámetros de calidad del agua subterránea y

en relación con la norma NCh-409, la mayoría de los parámetros analizados están por debajo de los límites establecidos, con algunas excepciones en pozos que presentan niveles elevados de pH, arsénico (As), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Además, cerca del 30% de los pozos muestran niveles altos de potasio (K), lo que podría estar relacionado con fuentes antrópicas, como el exceso de nutrientes. Esta situación también ha sido observada en las aguas superficiales en ciertos sectores de la cuenca.

La calidad del agua superficial ha sido evaluada de acuerdo con los límites establecidos por la Norma Secundaria de Calidad del Río Biobío (NSCA Biobío) (DS N°9, Ministerio del Medio Ambiente, 27 de noviembre de 2015). En este contexto, las zonas altas de la cuenca se clasifican como de "Buena Calidad", mientras que en la zona media (entre Nacimiento y Laja) y hasta la desembocadura, se registran concentraciones elevadas de nitritos, demanda química de oxígeno (DQO), oxígeno disuelto (OD), pH, metales pesados y microcontaminantes orgánicos, como fenoles, pentaclorofenol, lindano, aldrín, DDT y sus derivados. Este aumento en las concentraciones es particularmente notable durante el verano, debido a la menor dilución que provoca la reducción del caudal del río. Este fenómeno se atribuye principalmente a las actividades industriales, agrícolas y forestales que se desarrollan desde Santa Bárbara hasta la desembocadura en Concepción. Asimismo, a lo largo de toda la cuenca, se han detectado concentraciones de nitrógeno y fósforo que exceden los límites establecidos en el DS N°9 (DGA, 2021).

- En las cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata (Código 080), no se dispone de información específica sobre la calidad del agua, lo que destaca una significativa brecha de información.

---

## CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

---

### 3.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA 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

Se identifican ciento ochenta y nueve (189) obras de acumulación en la región de Ñuble, del cual destaca el embalse de la comuna de Coihueco con una capacidad de 29 hm<sup>3</sup>.

##### 3.1.1.2 Centrales para la generación eléctrica

Se identifica una (1) central en la comuna de Yungay en la región de Ñuble con una potencia instalada de 20,4 MW.

### 3.1.1.3 Obras de distribución

Se identifican dos mil dieciocho (2018) bocatomas en la región de Ñuble y 5.027 kilómetros lineales de extensión en canales ubicados principalmente en la cuenca Río Itata, donde se concentra aproximadamente el 93% de la red total. En otras cuencas de la región la presencia de canales es menor o nula.

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

#### i. Zonas urbanas

En la región de Ñuble se identifican dos concesiones de agua potable, a cargo de ESSBIO y Aguas San Pedro, abarcando un área que suma un total de 1,010.87 km<sup>2</sup>. En el Anexo 10.1 se detallan las plantas de tratamiento de aguas servidas, donde se especifican los nombres, empresas sanitarias responsables, receptores y tipos de tratamiento utilizados.

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 aumento de 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 (%) |
|-------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 073         | Río Maule                                          | 1                               | 386.628                  | 10%                 |
| 074         | Costeras Maule y Límite Región                     | 0                               | 0                        | 0%                  |
| 080         | Cuencas Costeras entre Límite Regional y Río Itata | 1                               | 609.063                  | 12%                 |
| 081         | Río Itata                                          | 15                              | 29.924.089               | 2%                  |
| 082         | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío      | 0                               | 0                        | 0%                  |
| 083         | Río Biobío                                         | 0                               | 0                        | 0%                  |

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 Ñuble**

| Concesión       | Plan de Desarrollo      | Alcance       |
|-----------------|-------------------------|---------------|
| Essbio          | Bulnes                  | Bulnes        |
|                 | Chillan Viejo           | Chillan Viejo |
|                 | Cobquecura              | Cobquecura    |
|                 | Coelemu                 | Coelemu       |
|                 | Coihueco                | Coihueco      |
|                 | El Carmen               | El Carmen     |
|                 | Ñipas                   | Ñipas         |
|                 | Ninhue                  | Ninhue        |
|                 | Pemuco                  | Pemuco        |
|                 | Pinto                   | Pinto         |
|                 | Quillón                 | Quillón       |
|                 | Quirihue                | Quirihue      |
|                 | San Carlos              | San Carlos    |
|                 | San Ignacio             | San Ignacio   |
|                 | Santa Clara             | Santa Clara   |
|                 | Yungay                  | Yungay        |
| Aguas San Pedro | Las Mariposas – Chillán | Las Mariposas |

Fuente: Elaboración propia en base a Aguas San Pedro (2022), Essbio (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).

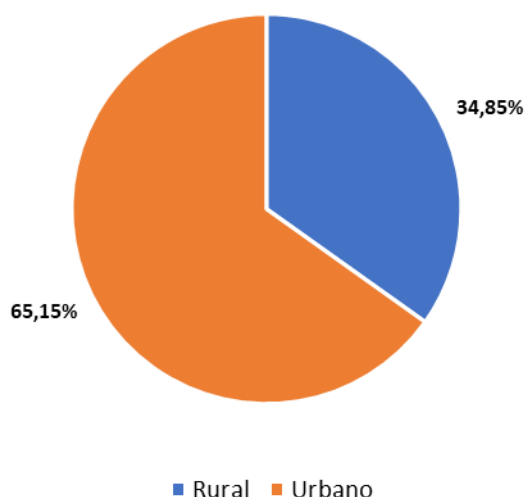
Bajo este contexto, y según los datos entregados en el Informe de Coberturas 2022 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS, 2023), las cifras de cobertura de agua potable y alcantarillado del sector sanitario en la región de Coquimbo, en las áreas concesionadas, alcanza un 90,5%.

En este sentido, considerando los análisis del acápite 2.2.1 donde existe un número creciente de clientes de agua potable, además de un incremento en el consumo por cliente, en un escenario de escasez hídrica y cambio climático, las empresas sanitarias de la región, como es el caso de Essbio S.A. (2022) menciona una serie de iniciativas de gestión e infraestructura para paliar los escenarios de escasez dentro de la región, tales como la construcción de embalses, nuevas fuentes de agua, y la construcción de pozos.

Por otra parte, (Aguas San Pedro, 2022) menciona la necesidad de ampliar la capacidad de agua potable mediante la construcción de nuevas infraestructuras, mejorar la capacidad de almacenamiento de agua potable e implementar medidas para reducir las pérdidas en las etapas de distribución y producción de agua potable, así como en la red de alcantarillado.

## ii. Zonas rurales

De acuerdo a los catastros más recientes el 34,85% del total de viviendas registradas en el censo de población (INE, 2017) en la región del Ñuble, corresponde a zonas rurales. Esto resulta equivalente a 67.799 viviendas y 146.929 habitantes (ver Figura 3.1-1).



Fuente: INE (2017)

**Figura 3.1-1 Distribución de viviendas en región del Ñuble 2017**

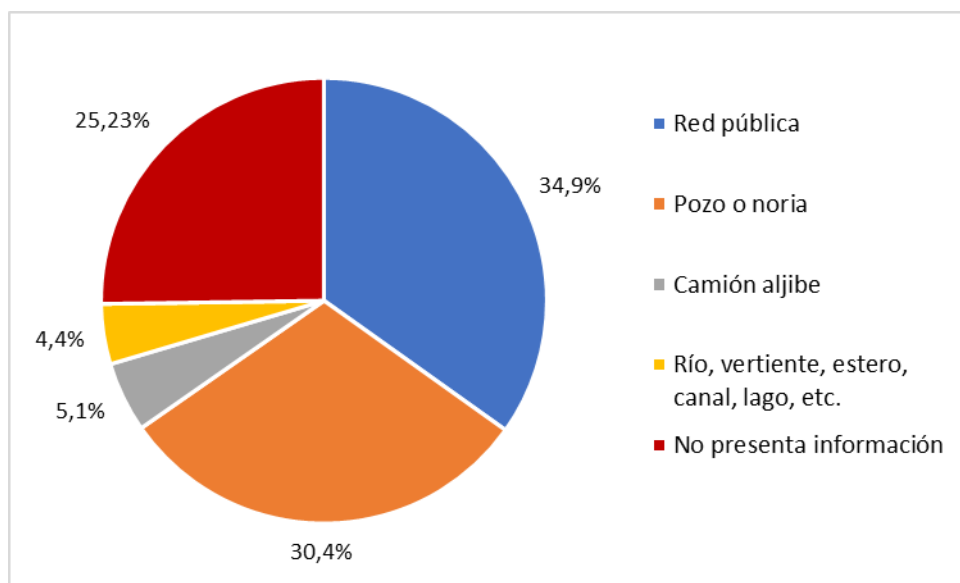
Del total de hogares en zonas rurales se ha identificado que un 25,23% no presenta información en relación a las fuentes de abastecimiento en base a los datos del censo de población (INE, 2017). En este contexto, se presenta un breve análisis respecto al estado del agua potable y saneamiento actual y futuro en la región del Ñuble.

### a) Agua Potable

De acuerdo a los datos presentados en el último censo de población y vivienda (INE, 2017), del 74,4% de los hogares en zona rural con un acceso aceptable a servicios básicos, un 34,9% (26.636 viviendas) cuenta con abastecimiento desde una red pública de agua<sup>4</sup>. (ver Figura 3.1-2).

<sup>4</sup> 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.

Cabe destacar que un porcentaje no menor de viviendas (30,4%) presenta como fuente principal de abastecimiento agua de pozo o noria.



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

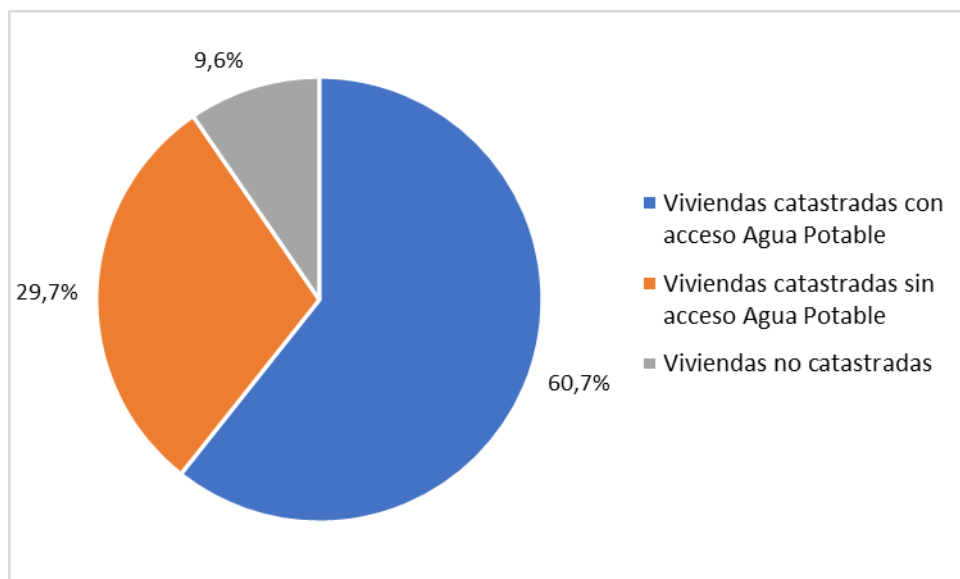
**Figura 3.1-2 Distribución de hogares en zonas rurales con acceso a servicios básicos, según la fuente de obtención de agua**

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 (2020), entrega información del número de viviendas comunal por región con conexión a la red de agua potable.

El indicador BS12 (SICVIR, 2020) relacionado al porcentaje de viviendas conectadas a la red de agua potable, considera veinte (20) de las veintiún (21) comunas de la región, las cuales concentran el 90,4% del total de las viviendas rurales de la región.

Bajo los datos otorgados por el indicador, un 60,7% de las viviendas rurales de la región del Ñuble posee conexión a la red de agua potable, mientras que un 29,7% (20.160 viviendas) no cuentan con acceso a la red pública de agua potable (ver Figura 3.1-4).

A modo de resumen, se identifica que un 90,4% de las viviendas rurales han sido catastradas, en base a estos datos, un 29,7% de las viviendas informan que no presentan acceso a la red de agua potable. Por último, se concluye que el indicador BS12 presenta una brecha de información del 9,6% del total de viviendas rurales en la región del Ñuble.



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 del Ñuble**

Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas (2021), en adelante DOH, presenta un listado con ciento ochenta y siete (187) Servicios Sanitarios Rurales (SSR) para la región del Ñuble, los cuales abastecen a veinte (20) comunas de la región. Dentro del listado de SSR y en base al total de población rural regional (146.929 habitantes), existe un número estimado de 133.662 beneficiarios, correspondiente al 90,9% del total de población rural de la región. Dejando una brecha del 9,1% (13.267 habitantes). Por otra parte, las SSR se encuentran distribuidas en sistemas básicos (36,36%), semiconcentrados (10,07%) y concentrados (52,94%).

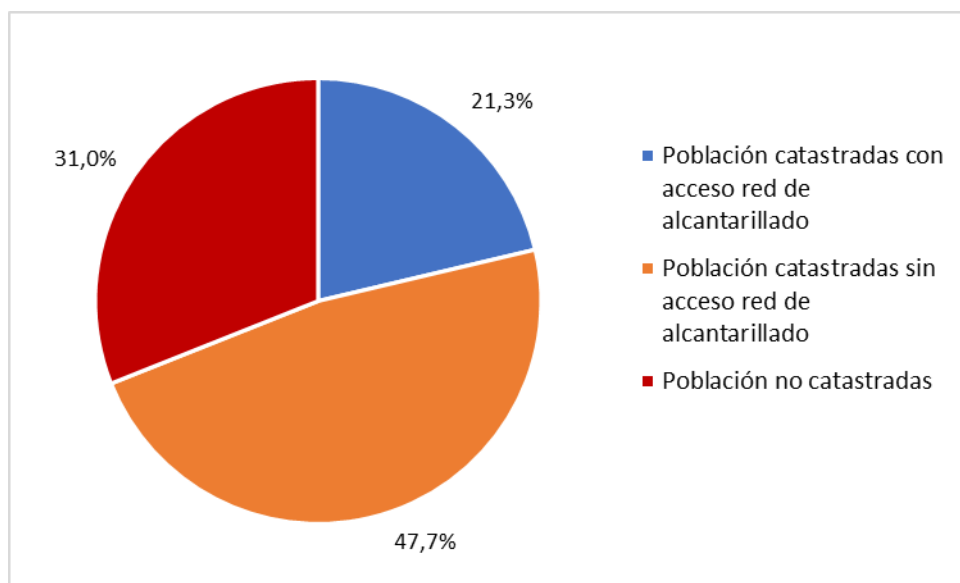
Por último, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SiSS) (2022) igualmente presenta un listado de SSR para la región, con un total de cuarenta y siete (47) sistemas distribuidos en quince (15) comunas. Los sistemas de agua potable rural presentados en el listado, abastecen aproximadamente al 55,4% de la población rural de la región (81.417 beneficiarios), dejando una brecha de 44,6% de la población rural de la región fuera del servicio de agua potable rural.

En base a los listados de SSR, se presume que entre un 9,1% y el 44,6% de la población rural de la región del Ñuble no presenta acceso a la red de agua potable rural.

#### **b) Saneamiento**

De acuerdo a los datos presentados en el indicador BS13 (SICVIR, 2020) el cual considera catorce (14) comunas de las veintiún (21) existentes en la región del Ñuble, las cuales

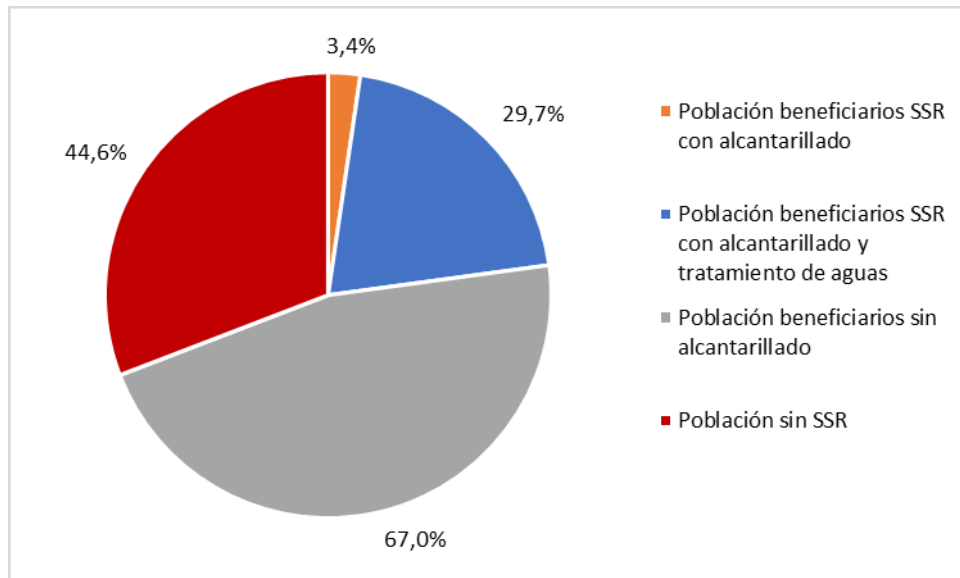
concentran el 69% del total de la población rural de la región. Se observa que el 21,3% de la población rural regional se encuentra saneada por alcantarillado (ver Figura 3.1-4).



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 del Ñuble según indicador BS13**

Por otra parte, de acuerdo al listado de Sistemas Sanitarios Rurales de la SiSS (2022), se menciona que del total de SSR presentes en la región un 3,4% (2.728 beneficiarios), presenta solo servicio de alcantarillado y un 29,7% (24.162 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**

Se concluye de forma preliminar que en base a los catastros analizados entre un 47,7% y un 67% de la población rural no cuenta con acceso a la red de alcantarillado, mientras que se presenta una brecha de información de entre un 31% y un 44,6% de la población rural regional.

Los detalles del análisis se pueden observar en profundidad en el Anexo 10.05.

#### **3.1.1.5 Pozos**

Se identificaron 2.772 pozos de extracción en la región de Ñuble, de los cuales un 62% es de uso sin clasificación, seguido de un 29% de uso de riego en base a DGA (2023).

#### **3.1.1.6 Infraestructura hídrica para uso de fuentes no convencionales**

##### **i. Acuíferos profundos**

Aguirre et al. (2022) determinaron la existencia de un acuífero no explorado en la cuenca Río Itata a profundidades de al menos 300-500 m que puede llegar hasta los 1000 m, con presencia de arcillas, y diferentes grados de consolidación y cementación de los depósitos. Esto se deduce a través métodos geoelectricos y gravimétricos, que indican consistentemente espesores de menos de 500 m en su extremo norte (33,5° S) a más de 2 km en su extremo sur (41,5° S). Este acuífero se presenta como una fuente hídrica potencial con interés para ser estudiado.

## **ii. Recarga artificial de acuíferos**

En el año 2022 la CNR (CNR, 2022) realizó un diagnóstico de la recarga de acuíferos a partir de la red canales del Río Diguillín, en la cuenca Río Itata, donde se verificó la efectividad de la infiltración de agua en los acuíferos, labor que realiza la Junta de Vigilancia del Río Diguillín de forma experimental desde el 2011.

## **iii. Desalinización**

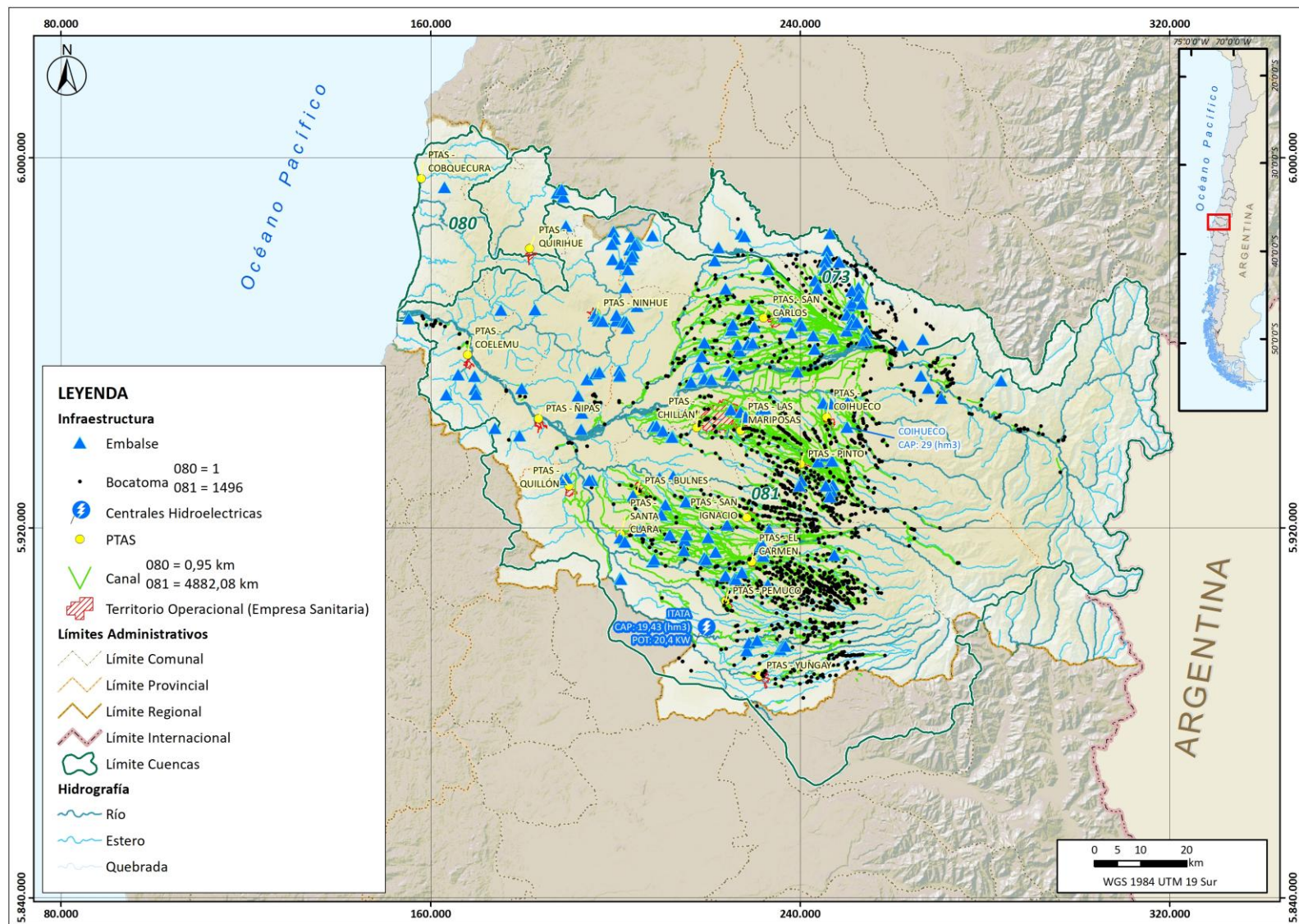
El Consorcio Tecnológico del Agua en conjunto con INDAP Ñuble desarrollaron una planta desaladora piloto para la localidad de Colmuyao, en la cuenca Costeras límite regional y Río Itata, la cual tiene una capacidad de 0,2 a 0,35 l/s y abastece de agua a pequeños agricultores de la zona (Diario Concepción, 2023)

## **iv. Cosecha de aguas lluvia**

En la región de Ñuble, existen diversas comunas que cuentan con cosecha de aguas lluvias para enfrentar la escasez hídrica de la región. El Instituto de Investigaciones agropecuarias (INIA, 2020), ha publicado en su página oficial diversos métodos e incentivos a la población para uso agrícola cuyos resultados han sido positivos dentro de la región, entre los que destacan proyectos ubicados en las comunas de Yungay, San Nicolás y Coihueco, en la cuenca del Río Itata.

## **v. Uso de aguas servidas tratadas**

De acuerdo con Arancibia (2022), durante el año 2020 en la región de Ñuble se trató un volumen total de 25,85 Mm<sup>3</sup>/año de aguas servidas. Sin embargo, no existen casos de reúso de aguas servidas tratadas en la región. El estudio demuestra que la región de Ñuble se posiciona como una de las zonas con mayor potencial para el reúso de aguas servidas tratadas, donde se estima que el riego con aguas servidas tratadas provenientes de emisarios submarinos y PTAS costeras podría suplir 5.209 ha de la demanda agrícola de la región de Biobío y Ñuble, correspondiente a sectores de las cuencas Costeras Maule y límite región, Costeras entre límite región y Río Itata, Río Itata y Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío. Por otra parte, la SISS (2022) en su Informe de Gestión declara que en la región de Ñuble existe un 2% de reúso directo de aguas servidas tratadas.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.1-6 Infraestructura principal asociada a los recursos hídricos de la región de Ñuble**

### 3.1.1.7 Infraestructura para amenazas asociadas a sequías, crecidas y prevención de la contaminación

En septiembre del 2023, la SEREMI de Obras Públicas de la región de Ñuble, informó un plan de acción que incluye 29 obras fluviales, los cuales incluyen encauzamiento, intervención a canales de riego, protección de riberas, enrocados y construcción de gaviones en diferentes ríos y esteros de la región (CPI, 2023).

Dentro de la región de Ñuble 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 Ñuble**

| Nombre                                                | Localidad               | Cuenca BNA     | Decreto                    |
|-------------------------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------------------|
| Plan Maestro de Aguas Lluvias Chillán – Chillán Viejo | Chillán y Chillán Viejo | Río Itata (81) | D.S. N°1908 del 31-10-2002 |

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

En el caso de la región de Ñuble no hay tramos colectores ni obras aluvionales.

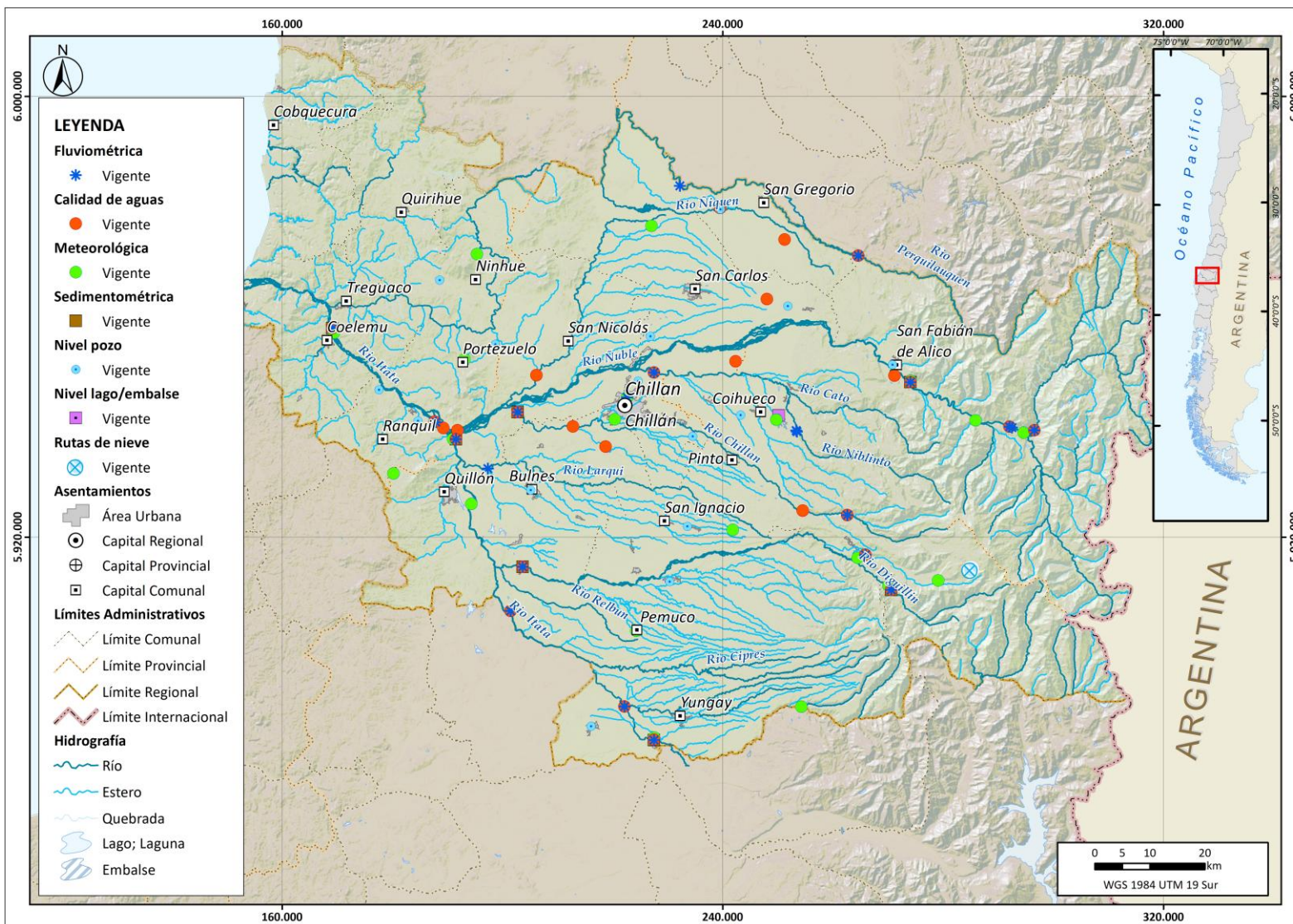
### 3.1.1.8 Red hidrométrica

De acuerdo a la información publicada por DGA (2023), en la región de Ñuble se encuentran 98 estaciones de monitoreo vigentes que constituyen la red hidrométrica de la región. En la Tabla 3.1-4 se muestra en detalle el tipo de estación presente en la región y su estado, en el Anexo 10.01 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. La infraestructura de monitoreo se concentra en las cuencas Río Maule y Río Itata.

**Tabla 3.1-4 Estaciones de monitoreo de la región de Ñuble**

| Tipo de Estación         | Vigentes  | Suspendidas |
|--------------------------|-----------|-------------|
| Calidad de Aguas         | 27        | 0           |
| Fluviométrica            | 22        | 0           |
| Meteorológica            | 25        | 0           |
| Nivel de pozo            | 15        | 0           |
| Sedimentométrica         | 7         | 0           |
| Nivel de lago y embalses | 1         | 0           |
| Glaciológica             | 0         | 0           |
| Rutas de nieve           | 1         | 0           |
| <b>Total</b>             | <b>98</b> | <b>0</b>    |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia en base a (2023)

**Figura 3.1-7** Red hidrométrica de la región de Ñuble

### 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 Ñuble entre los años 2010 y 2022 detalladas en el anexo 10.04.

#### 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 3.1-5.

**Tabla 3.1-5 Iniciativas clasificadas según tipología y estrategia de acción**

| Tipología                              | Estrategias de acción                                                | N° de iniciativas |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Infraestructura hídrica estructural    | Redes hidrométricas                                                  | 0                 |
|                                        | Producción-distribución de agua potable y tratamiento aguas servidas | 0                 |
|                                        | Defensa fluvial y aluvional                                          | 0                 |
|                                        | Desalinización                                                       | 0                 |
|                                        | Infraestructura de riego                                             | 1                 |
|                                        | Infraestructura de distribución de agua                              | 1                 |
|                                        | Obras de acumulación de agua                                         | 2                 |
|                                        | Reúso de aguas residuales                                            | 0                 |
|                                        | Redes de aguas lluvias                                               | 0                 |
|                                        | Captación de aguas                                                   | 0                 |
|                                        | Trasvase de aguas                                                    | 0                 |
|                                        | Drenaje de aguas                                                     | 0                 |
|                                        | Control de erosión                                                   | 0                 |
|                                        | Recarga de acuíferos                                                 | 0                 |
|                                        | Conservación de riberas                                              | 0                 |
|                                        | <b>Total</b>                                                         | <b>4</b>          |
| Infraestructura hídrica no estructural | Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica     | 2                 |
|                                        | Análisis sistemas glaciares y periglaciares                          | 0                 |
|                                        | Estudio calidad de agua superficial y subterránea                    | 0                 |
|                                        | Estudio obras de recarga artificial de acuíferos                     | 0                 |
|                                        | Conservación y restauración de riberas y cauces                      | 0                 |
|                                        | Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales            | 0                 |

| Tipología             | Estrategias de acción                                     | N° de iniciativas |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|
|                       | Estudios obras de acumulación de agua                     | 0                 |
|                       | Estudios de riesgo fluvial y aluvional                    | 0                 |
|                       | Conservación obras de riego                               | 1                 |
|                       | Estudio sistemas de riego                                 | 0                 |
|                       | Estudios contaminación de aguas                           | 0                 |
|                       | Estudios de saneamiento                                   | 0                 |
|                       | Estudios de aguas lluvias                                 | 0                 |
|                       | Estudio obras de distribución de aguas                    | 0                 |
|                       | Estudios de desalación                                    | 0                 |
|                       | Análisis de red hidrométrica y plataformas de información | 0                 |
|                       | Estudio de reúso de aguas                                 | 0                 |
|                       | Diagnóstico de OUA y DAA                                  | 0                 |
|                       | Estudios para abastecimiento de agua potable              | 0                 |
|                       | <b>Total</b>                                              | <b>3</b>          |
| Medidas de gestión    | Creación de capital humano                                | 3                 |
|                       | Análisis situación legal DAA                              | 1                 |
|                       | Fortalecimiento y formalización de OUA                    | 1                 |
|                       | Reservas de agua                                          | 0                 |
|                       | Manejo de quebradas                                       | 0                 |
|                       | Manejo riesgos de contaminación de aguas                  | 0                 |
|                       | Manejo de normas ambientales e hídricas                   | 0                 |
|                       | Planes y políticas                                        | 0                 |
|                       | <b>Total</b>                                              | <b>5</b>          |
| <b>Total, general</b> |                                                           | <b>12</b>         |

Fuente: Elaboración propia.

A partir del total de 12 iniciativas presentadas en la Tabla 3.1-5, se identificaron aquellas que contaban con al menos una de las siguientes características básicas: identificación del problema, monto asociado, responsable de la iniciativa y fecha de ejecución. El total se presenta en la Tabla 3.1-6.

**Tabla 3.1-6 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                           | 3              | 0                            | 4                  |
| Infraestructura hídrica no estructural | 3                           | 2              | 1                            | 3                  |
| Medidas de gestión                     | 4                           | 5              | 0                            | 5                  |

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la región de Ñuble, no hay ninguna iniciativa que contenga información acerca del estado de su ejecución.

En la Tabla 3.1-7 se presentan los planes de desarrollo por implementar, pertenecientes a las empresas sanitarias presentes en la región.

**Tabla 3.1-7      Iniciativas planificadas dentro de los planes de desarrollo de las empresas sanitarias para la región de Ñuble**

| <b>Empresa</b>       | <b>Vigencia plan</b> | <b>Alcance zonal</b>   | <b>Infraestructura estructural planificadas</b>                                                                                                                                                               |
|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aguas San Pedro S.A. | 2022                 | Las Mariposas, Chillán | Captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, ampliación PEAS y ampliación PTAS                                                                                                                      |
| ESSBIO S.A.          | 2022                 | Bulnes                 | Obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PTAS y aumento de capacidad PEAS |
|                      |                      | Chillán Viejo          | Captaciones, obras de distribución, construcción PEAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP y renovación de red de AS                                      |
|                      |                      | Cobquecura             | Aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PTAS, mejoramiento PTAS y reposición equipos PTAS                                                              |
|                      |                      | Coelemu                | Aumento de capacidad PTAP, aumento de capacidad PEAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento de capacidad PTAS y obras de distribución              |
|                      |                      | Coihueco               | Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, construcción                                                       |

| Empresa | Vigencia plan | Alcance zonal | Infraestructura estructural planificadas                                                                                                                                                                    |
|---------|---------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |               |               | PEAP, aumento de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS                                                                                                                                                 |
|         |               | El Carmen     | Obras de distribución, obras de almacenamiento y potabilización, construcción PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PTAS                                               |
|         |               | Ñipas         | Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, aumento de capacidad PEAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PTAS            |
|         |               | Ninhue        | Obras de almacenamiento y potabilización, obras de distribución, aumento de capacidad PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PTAS                                       |
|         |               | Pemuco        | Obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, captaciones, obras de almacenamiento y potabilización, reposición equipos PEAP y aumento de capacidad PTAS |
|         |               | Pinto         | Obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PTAS                                       |
|         |               | Quillón       | Captaciones, obras de distribución, construcción PEAP, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de almacenamiento y potabilización y aumento de capacidad PTAS                                  |
|         |               | Quirihue      | Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, mejoramientos en la red de distribución de AP, aumento                                                                                                    |

| Empresa | Vigencia plan | Alcance zonal | Infraestructura estructural planificadas                                                                                                                                                       |
|---------|---------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |               |               | de capacidad PEAS y aumento de capacidad PTAS                                                                                                                                                  |
|         |               | San Carlos    | Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, refuerzo de colectores y aumento de capacidad PTAS  |
|         |               | San Ignacio   | Obras de distribución, aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PTAS   |
|         |               | Santa Clara   | Aumento de capacidad PTAP, obras de almacenamiento y potabilización, mejoramientos en la red de distribución de AP, obras de distribución, aumento de capacidad PTAS y reposición equipos PTAS |
|         |               | Yungay        | Aumento de capacidad PTAP, obras de distribución, mejoramientos en la red de distribución de AP y aumento de capacidad PEAS                                                                    |

Fuente: Elaboración en base a SISS, (2023)

Por último, en la Tabla 3.1-8 se consideran los planes maestros de aguas lluvias proyectadas y en desarrollo para la región.

**Tabla 3.1-8 Planes maestros de aguas lluvias proyectados para la región de Ñuble**

| Nombre                                   | Localidad  | Cuenca BNA                      | Decreto | Estado decreto |
|------------------------------------------|------------|---------------------------------|---------|----------------|
| Plan Maestro de Aguas Lluvias San Carlos | San Carlos | Río Maule (73) y Río Itata (81) | s/i     | En desarrollo  |

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

### 3.1.2.2 Iniciativas ejecutadas en el periodo histórico 2015 - 2023

A partir de los antecedentes de la Inversión histórica del MOP entre los años 1986-2023, en la Tabla 3.1-9 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 10.04.

**Tabla 3.1-9 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                                          | 31             | 9.187.191         | 10.660.484        |
|                                        |                                                                      | APR semi concentrado                                     | 76             | 27.129.361        | 29.437.207        |
|                                        |                                                                      | Ampliación y mejoramiento de servicios existentes de APR | 26             | 10.774.447        | 11.828.564        |
|                                        | Infraestructura de riego                                             | Conservación obras de riego                              | 20             | 17.736.378        | 19.514.168        |
|                                        |                                                                      | Explotación de obras de riego                            | 7              | 3.341.096         | 4.138.956         |
|                                        | Infraestructura de acumulación de agua                               | Grandes obras de riego                                   | 14             | 6.006.838         | 6.929.288         |
|                                        | Redes de aguas lluvias                                               | Conservación de obras de aguas lluvias                   | 14             | 1.819.017         | 2.111.174         |
|                                        |                                                                      | Evacuación y drenaje de aguas lluvias                    | 18             | 30.583.494        | 36.034.183        |
| Infraestructura hídrica no estructural | Conservación y restauración de riberas y cauces                      | Conservación de riberas (defensas fluviales)             | 18             | 8.725.682         | 9.692.665         |
|                                        | Estudios de aguas lluvias                                            | Planes maestros de aguas lluvias                         | 2              | 191.634           | 191.639           |

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

---

## CAPÍTULO 4 BRECHAS HÍDRICAS

---

### 4.1 BRECHAS DE BALANCE HÍDRICO

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 (BHN) 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, por lo que no todas las cuencas disponen de esta información. Finalmente, para las proyecciones de oferta, se consideraron los caudales del BHN del GCM representativo de la región, 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 como la variación en la recarga futura. En el Anexo 10.05 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 superficial<sup>5</sup> 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.

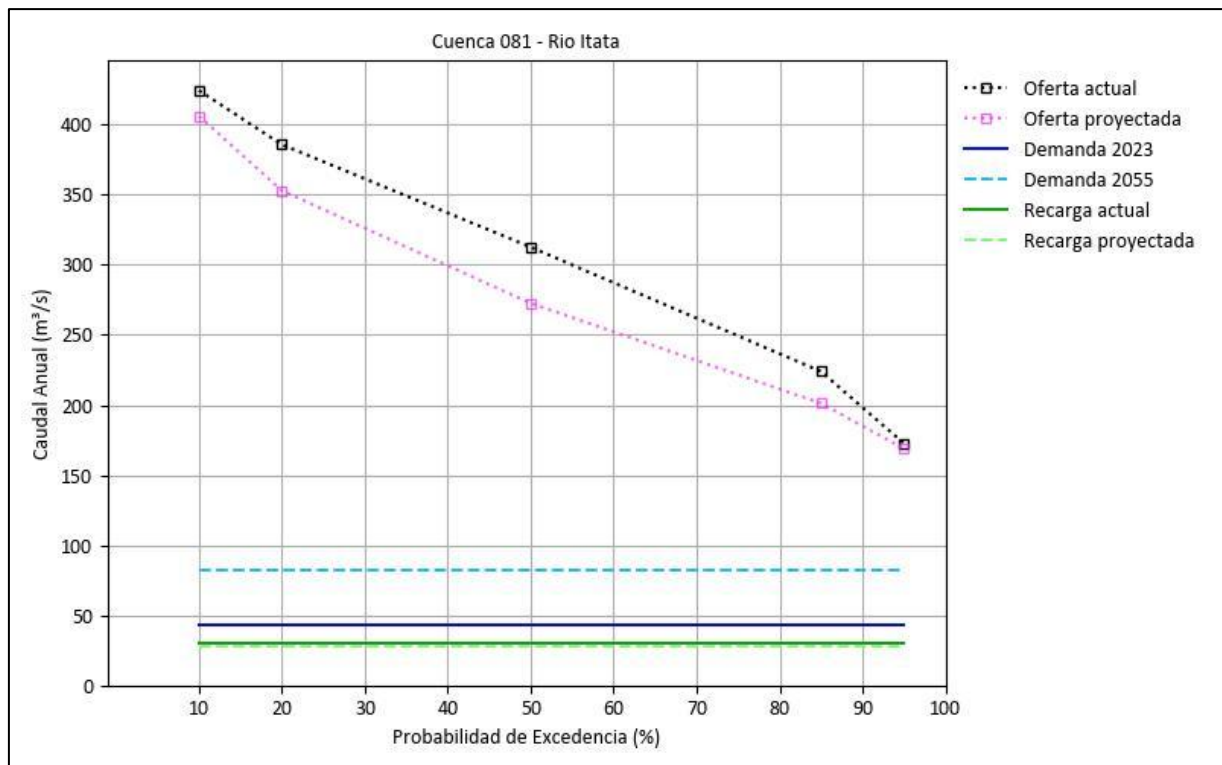
**Clasificación final:** En el caso de existir dos (2) tipos de restricción (superficial y subterráneo) en la cuenca, esta se define inmediatamente como **cuenca crítica**. En el caso de existir un (1) tipo de restricción (superficial o subterráneo) en la cuenca, la clasificación definida en el *Criterio 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**. No obstante, se debe considerar que dos de estas cuencas actualmente poseen algún tipo de restricción, ya sea para el uso de aguas superficiales como para aguas subterráneas, por lo que finalmente se reclasifican a **cuencas en estrés** (ver Tabla 4.1-1). En la Figura 4.1-1 se muestra el caso para la cuenca del río Itata (BNA 081), la más grande de esta región.

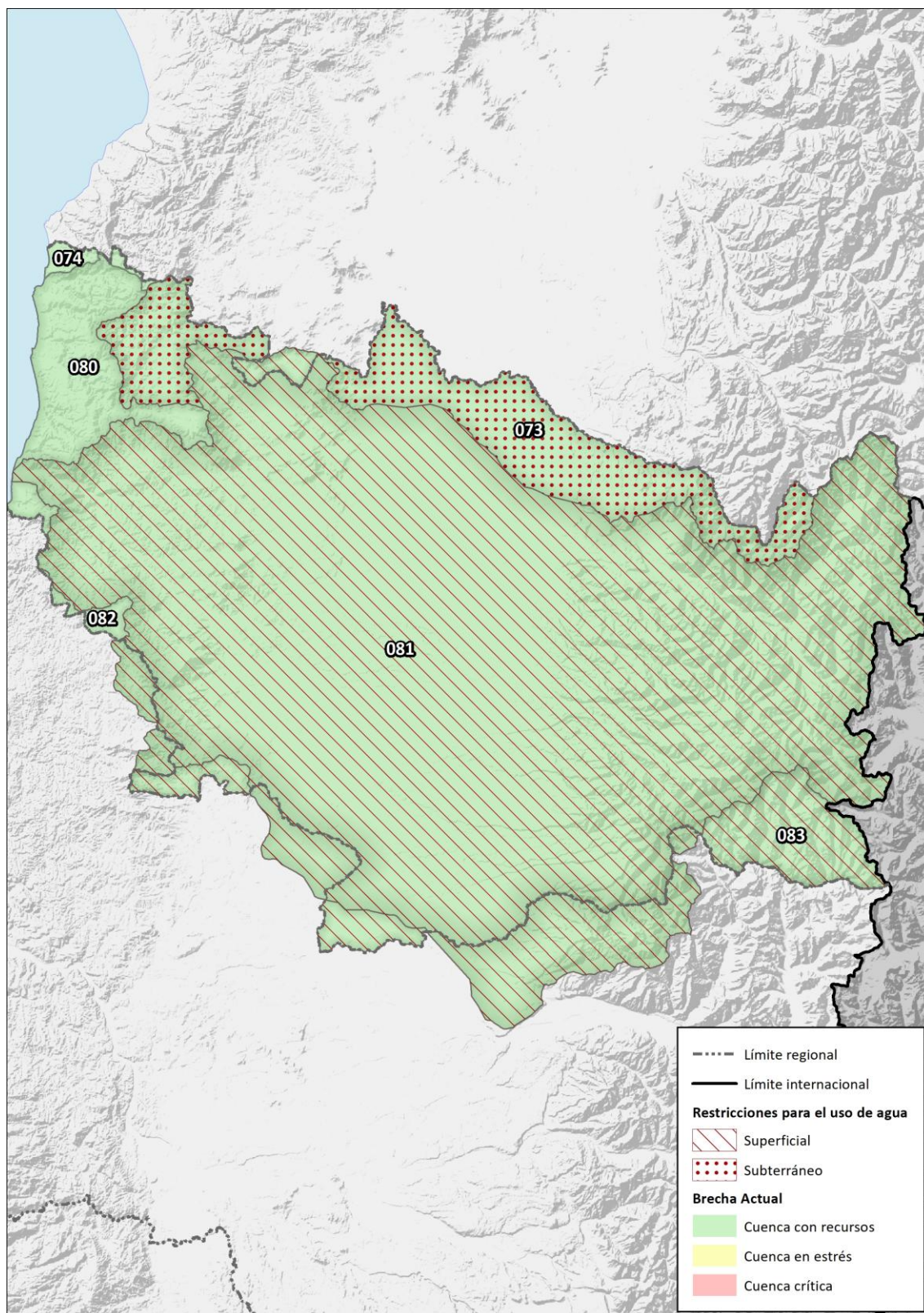
---

<sup>5</sup> 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 081**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.1-2 Indicadores de disponibilidad hídrica para el año 2025 en la región de Coquimbo**

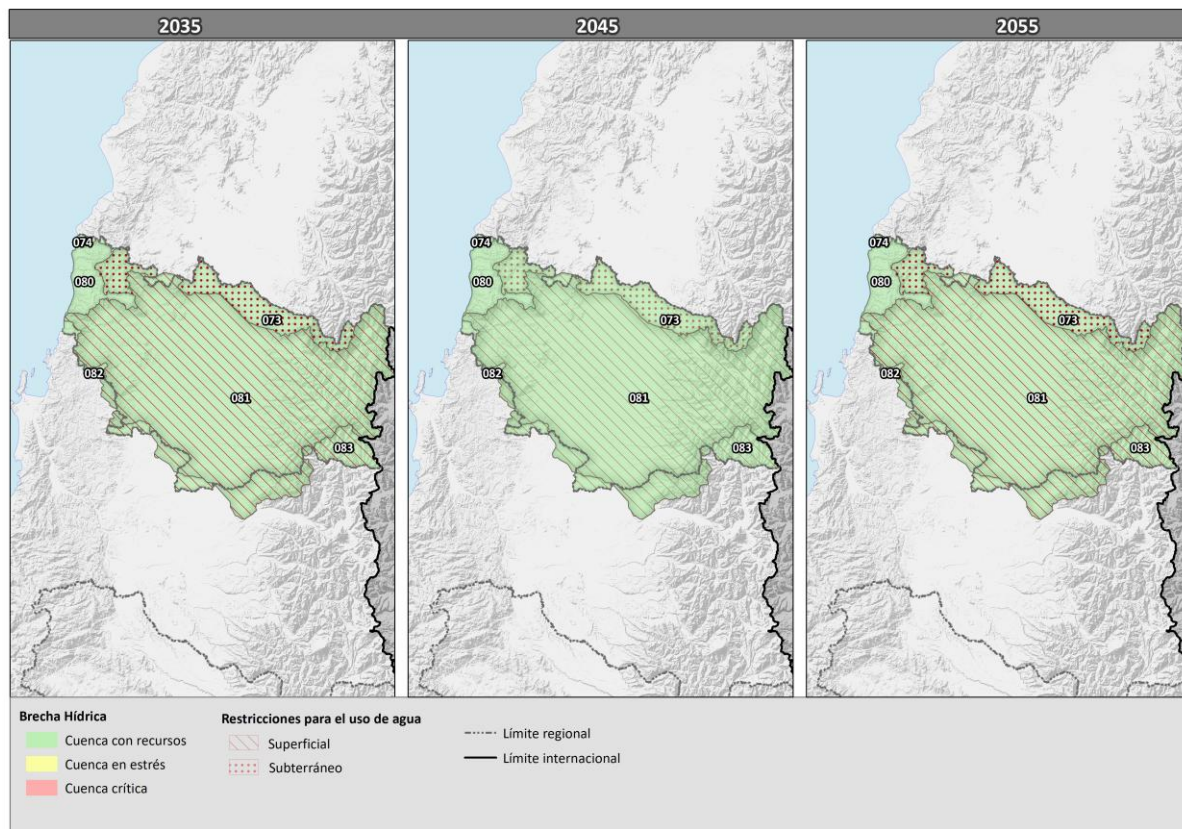
**Tabla 4.1-1 Brechas Hídricas por Cuenca Región de Ñuble**

| Código BNA | Nombre Cuenca                                  | 2025         | 2035         | 2045         | 2055         |
|------------|------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 073        | Río Maule                                      | En estrés    | En estrés    | En estrés    | En estrés    |
| 080        | Costeras entre limite Región y R. Itata        | Con recursos | Con recursos | Con recursos | Con recursos |
| 081        | Río Itata                                      | En estrés    | En estrés    | En estrés    | En estrés    |
| 082        | Costeras e Islas entre Río Itata y Río Bio-Bio | En estrés    | En estrés    | En estrés    | En estrés    |
| 083        | Río Bio-Bio                                    | Con recursos | Con recursos | Con recursos | Con recursos |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.1-1 se aprecia que dos cuencas se encuentran en una situación de estrés o crítica al año 2025, sin que exista una mejora en las ventanas futuras. No obstante, se debe considerar que, según el balance hídrico de la cuenca, el estado de las cuencas es con recursos o en estrés a futuro, pero que si se consideran las restricciones superficiales o subterráneas existentes (las cuales están en solo una cuenca de la región), la situación es de estrés o crítica. Si bien estas restricciones no estarán siempre presentes, se consideran de igual forma para las ventanas lejanas, lo que se puede ver 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, los que permiten 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, solo la río Itata (BNA 084) presenta una situación compleja, considerando que la cuenca del río Maule (BNA 073) solo posee una pequeña porción en esta región.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.1-3**      **Variación de indicadores de disponibilidad hídrica proyectada por año en la región de Ñuble**

## 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 9,6% y un 25,2% de las viviendas rurales.
- No se posee información en relación a las fuentes de abastecimiento de agua de entre un 9,1% y un 44,6% de la población rural.
- No se posee información en relación al acceso de red de alcantarillado de alrededor de entre el 31% y el 44% de la población rural.
- No se posee real conocimiento de la situación de las viviendas con acceso al agua potable rural en la región debido a que no se cuenta con información de la comuna de Chillán.
- No se posee real conocimiento de la situación de personas con acceso a la red de alcantarillado rural en la región debido a que no se cuenta con información de la comuna de Chillán, Chillán Viejo, Portezuelo, Treguaco, Ñiquén, San Fabián y San Nicolas.

- En las cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata (Código 080), no se dispone de información específica sobre la calidad del agua, lo que destaca una significativa brecha de información.
- 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.
- Insuficiente información respecto a disponibilidad de agua en acuíferos
- No se cuenta con información actualizada sobre el estado de los canales de riego, lo cual podría llevar a una subestimación de la demanda hídrica.
- No se dispone de información detallada respecto al volumen embalsado de todas las obras de acumulación. 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
- Carencia de conocimientos y métodos de implementación de soluciones basadas en ecosistemas para adaptarse al cambio climático.
- 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.

## **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.
- 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.
- 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, específicamente en el caso de la región de Ñuble, la cual se identifica como tal desde el año 2018.
- 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 Ñuble

| Justificación regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Brechas Estratégicas Generales                                                                                            | Brechas Estratégicas Específicas Regionales                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Indicador                                                                                                                         | Rango                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Clasificación (qué tan crítica es la brecha) | Río Maule | Costeras entre límite Región y Río Itata | Río Itata |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| Según los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4.ii entre un 29% y un 40% de las viviendas rurales no cuenta con acceso a la red de agua potable rural, mientras que existe una brecha de información de entre el 9,6% y el 25,2% de las viviendas rurales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Población de localidades rurales desconcentradas y semiconcentradas sin servicios de agua potable                         | Falta de acceso universal a servicios de infraestructura básicos en comunidades urbanas y rurales marginadas y desatendidas de la Región de Ñuble, lo que limita el cumplimiento del derecho humano al agua y el acceso a servicios de agua potable y saneamiento que sean suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. | 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%<br>Cobertura mayor a 70% y menor a 85%<br>Cobertura mayor o igual a 85                                                                                                                                                                                          | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 4         |
| Según los análisis realizados en el acápite 3.1.1.4.ii entre un 47,7% y un 67% de la población rural no cuenta con acceso a la red de alcantarillado, mientras que se presenta una brecha de información de entre un 31% y un 44,6% de la población rural regional.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Déficit en la cobertura del servicio de saneamiento y tratamiento en APR concentrados, semiconcentradas y desconcentradas | Falta de acceso universal a servicios de infraestructura básicos en comunidades urbanas y rurales marginadas y desatendidas de la Región de Ñuble, lo que limita el cumplimiento del derecho humano al agua y el acceso a servicios de agua potable y saneamiento que sean suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. | Porcentaje de cobertura de la población saneada por alcantarillado rural o urbano respecto al total de la población de la comuna. | Cobertura menor a o igual a 30%<br>Cobertura mayor a 30% y menor a 50%<br>Cobertura mayor o igual a 50%                                                                                                                                                                                         | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 4         |
| La proyección de población rural de áreas con APR en las cuencas de la región del Ñuble, presenta un incremento en la población rural para el año 2055 respecto de la población actual de un 20% para la cuenca del Río Itata (código BNA 081), 17% para las cuencas Costeras entre Límite regional y Río Itata (código BNA 080), un 16% para la cuenca del Río Maule y un 6% para las cuencas Costeras e Islas entre Río Itata y Río Biobío.<br><br>para las áreas sin presencia de APR, donde se observa una proyección del 6% de aumento para el año 2055 en todas las cuencas de 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<br>Migración neta menor a 10 y mayor a 0<br>Migración neta menor o igual a 0                                                                                                                                                                                  | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =2               | 1         | 2                                        | 2         |
| En base a los análisis realizados en el acápite 2.2.1 se identifica que el mayor número de clientes corresponde a Clientes Residenciales los que representan el 95,8% del total de clientes de 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 0,3%.                                                                                                                                                                                                                                              | 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%<br>Alta Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 8% y mayor a 4%<br>Baja Criticidad = Tasa de crecimiento menor a 4%                                                                                                                           | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 1         | 1                                        | 1         |
| Para el año 2022 se estimó un promedio de pérdidas por distribución de un 36,9% a nivel regional; las pérdidas más altas se registraron en la localidad de Pinto y San Ignacio (más de un 50% de pérdidas), mientras que solo la localidad de Ninhue se mantuvo bajo un 20% de pérdidas. (ver Anexo 05.02 Demanda futura)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Deterioro en el sistema de distribución de agua potable (pérdidas)                                                        | Ausencia de estándares mínimos de calidad y cobertura de infraestructura urbana para el consumo humano y saneamiento, lo que impide la promoción de proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios.                                                                                                               | Porcentaje de pérdidas por efecto de fugas                                                                                        | Pérdidas mayor o igual a 40%<br>Pérdidas menor a 40 y mayor a 20%<br>Pérdidas menor o igual a 20%                                                                                                                                                                                               | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 2                                        | 2         |
| Según lo informó la Subsecretaría de desarrollo regional en el año 2021, la región del Ñuble contaría son la primera planta desalinizadora de la región ubicada en Cobquecura, en el sector costero de Buchupureo, permitiendo asegurar un sistema de agua potable para 200 familias del sector y además zonas aledañas.<br><br>Si bien se observa la presencia de uso de otras fuentes como la cosecha de aguas lluvia, no presentan una escala relevante dentro de la región.                                                                                                                                     | Insuficientes incentivos para uso de fuentes no convencionales de agua para el consumo humano a escalas relevantes        | Falta de desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales en áreas urbanas y rurales.<br><br>Necesidad de promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para permitir una gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua.                                 | Uso de fuentes no convencionales de agua en consumo humano                                                                        | No existen proyectos para uso de fuentes no convencionales para consumo humano<br><br>Se planifica la implementación de proyectos públicos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales<br><br>Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 1                                        | 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 Ñuble

| Justificación regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Brechas Estratégicas Generales                                                                                                                                                | Brechas Estratégicas Específicas Regionales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Indicador                                                                                                           | Rango                                                                                                                                                                                                                                                                | Clasificación (qué tan crítica es la brecha) | Río Maule | Costeras entre límite Región y Río Itata | Río Itata |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| En la región de Ñuble, la eficiencia de aplicación de riego promedio estimada para el año 2023 es del 61%. Esta eficiencia varía entre un 54% y un 67%, siendo la cuenca "Río Maule" la que presenta el valor más bajo, y las cuencas "Costeras entre límite Región y R. Itata" el valor más Alto. Estas eficiencias de aplicación de riego, que se sitúan en un nivel intermedio, señalan que aún hay oportunidades para fomentar mejoras en la gestión del agua. Estas mejoras podrían aumentar la productividad de los cultivos y mitigar los efectos del cambio climático (mayor detalle en Anexo 10.02)                                                                                                                                                         | Déficit en tecnificación del riego y modernización de sistemas de control de heladas.                                                                                         | Necesidad de fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua, y de promover mecanismos e incentivos para el uso eficiente y sostenible del agua.<br><br>Falta de desarrollo de ventajas tecnológicas y servicios de infraestructura especializados para industrias clave.                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Eficiencia de aplicación de riego (%) (año 2023)                                                                    | Eficiencia de riego ≤ 50%<br>50% < Eficiencia de riego < 70%<br>Eficiencia de riego ≥ 70%                                                                                                                                                                            | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 2                                        | 1         |
| En la región de Ñuble se identifican aproximadamente 5.000 km de canales, ubicados principalmente en la cuenca Río Itata, donde se concentra aproximadamente el 93% de la red total. En otras cuencas de la región la presencia de canales es menor o nula. 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 10.01).                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Deterioro en el sistema de distribución de agua para riego.                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Longitud total de canales de riego                                                                                  | Concentra más del 50% de los canales de la región.<br>Concentra entre el 5 y el 50% de los canales de la región.<br>Concentra menos del 5% de los canales de la región.                                                                                              | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 1                                        | 4         |
| Según la tendencia histórica, se prevé que la demanda hídrica agrícola en la región de Ñuble aumentará en un 48% para el año 2055. A pesar de que en los últimos 14 años se ha observado un cambio significativo hacia la reducción de la superficie dedicada a gran parte de los cultivos y un aumento significativo en la de viñas y parronales, los cuales muestran una mejor adaptación a condiciones de estrés hídrico en comparación con los frutales, 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.                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica agrícola (Periodo 2023-2055)                                   | Variación ponderada de la demanda ≥ 40%<br>10% < Variación ponderada de la demanda < 40%<br>Variación ponderada de la demanda ≤ 10%                                                                                                                                  | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 1         | 1                                        | 4         |
| En la región de Ñuble, actualmente se identifican Juntas de Vigilancia (JV), Comunidades de Aguas (CA) y Asociaciones de Canalistas (AC). No se identifican Comunidades de Aguas Subterráneas (CAS).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Descoordinación entre las instituciones con atribuciones en la gestión del agua de la cuenca (Juntas de vigilancia, organizaciones de usuarios, organismos del Estado, etc.). | Deficiencias en la gestión de los recursos hídricos debido a la colaboración efectiva entre diferentes actores. Se requiere el fomento de una gobernanza de cuencas y coordinación público-privada en la misma.<br><br>Insuficiente fortalecimiento de la organización de usuarios y la creación de capacidades, junto con la falta de desarrollo de incentivos y programas de financiamiento que fomenten la inversión en investigación aplicada, desarrollo e innovación.                                                                                                               | Presencia de OUAs                                                                                                   | No hay presencia de OUAs o solo CA/AC<br>Presencia de CAS o JV<br>Presencia de JV y CAS                                                                                                                                                                              | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 2         |
| En la región de Ñuble, 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 103% para el mismo período. 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                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Variación porcentual ponderada de la demanda hídrica industrial. (mayor aporte de PIB Regional) (Periodo 2023-2055) | Variación ponderada de la demanda ≥ 100%<br>50% < Variación ponderada de la demanda < 100%<br>Variación ponderada de la demanda ≤ 50%                                                                                                                                | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 1         | 1                                        | 4         |
| En la región de Ñuble se han identificado ciento ochenta y nueve (189) obras de acumulación, entre las cuales destaca el embalse ubicado en la comuna de Coihueco, en la cuenca del río Itata, con una capacidad de 29 hectómetros cúbicos. Hasta la fecha de elaboración de este estudio, no se dispone de información sobre el volumen actual embalsado de la totalidad de estas obras. Sin embargo, las proyecciones de la oferta hídrica superficial indican una tendencia a la baja hasta el año 2055, lo que podría resultar en una reducción de los volúmenes embalsados (ver acápite 2.3.1.1 del estudio para más detalle). Estos datos sugieren la necesidad de diversificar las fuentes de agua y planificar la gestión del recurso hídrico a largo plazo. | Disminución de aportes superficiales obras de acumulación.                                                                                                                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Disminución de la oferta hídrica superficial (Periodo 2025-2055).                                                   | Disminución de la oferta hídrica superficial ≥ 15%<br>10 % < variación de la oferta hídrica superficial < 15%<br>Disminución de la oferta hídrica superficial ≤ 10%                                                                                                  | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 4                                        | 2         |
| En la región de Ñuble 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 recarga artificial de acuíferos, la instalación de desaladoras y cosecha de aguas lluvias, distribuidas, según los antecedentes disponibles, en las principales 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.                                    | Necesidad de apoyar las actividades locales con infraestructura hídrica sostenible, incluyendo el desarrollo y modernización de la infraestructura de riego y la generación de información y transferencia de tecnología para la adaptación, innovación y competitividad agrícola.<br><br>Deficiencias en la infraestructura hídrica estratégica que afectan la competitividad y capacidad para abordar desafíos hídricos, especialmente en la agricultura campesina, limitando el desarrollo de infraestructura resiliente al clima y que aproveche soluciones basadas en la naturaleza. | Presencia de obras o proyectos multipropósito para el abastecimiento de agua desde fuentes no convencionales        | No se identifican proyectos para uso de fuentes no convencionales.<br>Se planifica la implementación de proyectos multipropósito para uso de fuentes de agua no convencionales.<br>Existe al menos una obra multipropósito para el uso de fuentes no convencionales. | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 1                                        | 1         |

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 comprometiera 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 Ñuble

| Justificación regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Brechas Estratégicas Generales                                                                                                   | Brechas Estratégicas Específicas Regionales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Indicador                                                                                                                                                        | Rango                                                                                                                                                                                                                                | Clasificación (qué tan crítica es la brecha) | Río Maule | Costeras entre límite Región y Río Itata | Río Itata |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| La región del Ñuble, con su rica tradición agrícola en cultivos como el maíz y las legumbres, enfrenta altos riesgos de contaminación por agroquímicos debido al uso intensivo en sus prácticas agrícolas. La falta de eficiencia en la aplicación de estos productos puede llevar a la contaminación del suelo y del agua, generando impactos negativos en el medio ambiente. | Escaso manejo de contaminantes y pasivos ambientales en agricultura                                                              | Insuficiencia en la integración de consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de la tierra rural.<br><br>Falta de promoción efectiva de prácticas de uso sostenible de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo, además de la necesidad de incentivar la restauración de áreas degradadas y establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, en aspectos como la eficiencia del recurso hídrico y la conservación de hábitats de humedales.                                                                                                                       | 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<br>Media =2<br>Baja =1               | 1         | 1                                        | 1         |
| El deterioro de la calidad de agua en el Ñuble se ve exacerbado por la deficiente gestión de aguas servidas en áreas urbanas y rurales. Las principales ciudades como Chillán y Chillán Viejo enfrentan problemas de calidad del agua debido a la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales.                                                   | 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<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 4         |
| Aunque el Ñuble no es una región minera predominante, el incremento en la demanda hídrica por actividades agrícolas e industriales puede aumentar el riesgo de contaminación de las fuentes de agua, especialmente en eventos hidroclimáticos extremos.                                                                                                                        | Riesgos de contaminación de las aguas por parte de sector industrial y minero asociado a eventos de crecidas e inundaciones      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ocurrencia de eventos de inundación o aluvionales por cuenca (acápite 2.3.2)                                                                                     | Alta Criticidad (Valor 4):<br>Ocurrencia de eventos históricos de inundaciones o aluviones<br><br>Baja Criticidad (Valor 1): Inexistencia de eventos históricos de inundaciones o aluviones                                          | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 4         |
| El uso intensivo de los recursos naturales para la agricultura y la expansión urbana en el Ñuble impacta negativamente en los ecosistemas acuáticos. La variabilidad climática y los flujos hidrológicos también afectan la calidad del agua y la biodiversidad en la región.                                                                                                  | Ecosistemas adyacentes a sistemas acuáticos afectadas por cambio de uso de suelo o uso productivo intensivo                      | Insuficiencia en la integración de consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de la tierra rural.<br><br>Falta de promoción efectiva de prácticas de uso sostenible de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo, además de la necesidad de incentivar la restauración de áreas degradadas y establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, en aspectos como la eficiencia del recurso hídrico y la conservación de hábitats de humedales.                                                                                                                       | Tasa de deforestación en función de la demanda forestal. (Dda25 - Dda35)/Dda25 (%)                                                                               | Alta criticidad: Tasa de variación demanda forestal mayor al 2%.<br>Media criticidad: Tasa de variación demanda forestal entre 0% y 2%.<br>Baja criticidad: Tasa de variación demanda forestal negativa o menor al 0%.               | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 1         | 1                                        | 1         |
| La falta de normas secundarias de calidad ambiental en las aguas superficiales de Ñuble impide la restauración efectiva de cuerpos lacustres y humedales con problemas de eutrofización. Este desafío es particularmente relevante para humedales como el Humedal de Quilamapu.                                                                                                | Ausencia de norma secundaria de calidad de aguas superficiales                                                                   | Insuficiente integración de la evaluación de los sistemas naturales en la planificación y diseño territorial para cuerpos de agua costeros, lacustres, fluviales y humedales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Existencia de Norma Secundaria de Aguas Superficiales                                                                                                            | Alta criticidad: Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales<br>Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Superficiales                                                                                       | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 2                                        | 2         |
| La ausencia de normas secundarias para aguas subterráneas en Ñuble es preocupante para la protección de los acuíferos agrícolas, cruciales para el abastecimiento de agua en zonas rurales y agrícolas.                                                                                                                                                                        | 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<br>Media criticidad: No Cuenta con Norma Secundaria de Aguas Subterráneas                                                                                         | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 2                                        | 2         |
| A pesar de contar con algunas inversiones en infraestructura para monitoreo, la región del Ñuble aún enfrenta desafíos en la frecuencia y precisión del monitoreo de la calidad de aguas.                                                                                                                                                                                      | Deficiente monitoreo de parámetros relevantes de calidad de aguas e hidrometría                                                  | Falta de identificación clara de zonas de protección de fuentes de agua y desarrollo de estudios sobre caudales ecológicos y las interacciones río-acuífero en humedales, así como la instalación de nuevas estaciones de monitoreo que permitan la integración de modelos hidrológicos para cuencas.<br><br>Carencia en la implementación de estrategias clave como la medición y el monitoreo de variables ambientales, la promoción de prácticas de construcción sostenibles, y un inventario adecuado de las condiciones del suelo y los cambios en el uso del suelo, necesarios para anticipar y mitigar los riesgos asociados a la gestión de recursos hídricos. | Número de parámetros monitoreados, información disponible en línea de la página de la Dirección General de Aguas (se seleccionan los últimos 6 años de periodo). | Alta criticidad: Menos del 50% de los parámetros necesarios monitoreados.<br>Media criticidad: Entre 50% y 75% de los parámetros necesarios monitoreados.<br>Baja criticidad: Más del 75% de los parámetros necesarios monitoreados. | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 4                                        | 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 Ñuble (continuación)

| Justificación regional                                                                                                                                                                                                                                                                               | Brechas Estratégicas Generales                                                                                       | Brechas Estratégicas Específicas Regionales                                                                                                                                                                                                                                                           | Indicador                                                                                                                                                                                                                      | Rango                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Clasificación (qué tan crítica es la brecha) | Río Maule | Costeras entre límite Región y Río Itata | Río Itata |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| La pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas en Ñuble para mejorar la calidad del agua se debe a la insuficiencia del caudal ambiental necesario para mantener humedales ribereños y otras áreas naturales.                                                                                 | Pérdida de capacidad natural de los ecosistemas para mejorar la calidad ambiental de las aguas superficiales.        | Falta de identificación clara de zonas de protección de fuentes de agua y desarrollo de estudios sobre caudales ecológicos y las interacciones río-acuífero en humedales, así como la instalación de nuevas estaciones de monitoreo que permitan la integración de modelos hidrológicos para cuencas. | Existencia de estaciones fluviométricas y de monitoreo de calidad de agua superficial                                                                                                                                          | Alta Criticidad: No cuenta con estaciones fluviométricas o estaciones de calidad de aguas<br>Media Criticidad: Cuenta con al menos de 10 estaciones fluviométricas y al menos de 10 estaciones de calidad de aguas, No distribuidas en la cuenca.<br>Baja Criticidad: Cuenta con más de 20 estaciones fluviométricas y más de 20 estaciones de calidad de aguas, bien distribuidas en la cuenca | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 2         |
| Los humedales en Ñuble ofrecen servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del agua y la conservación de la biodiversidad. La degradación de estos ecosistemas debido a la insuficiencia del caudal ambiental representa una amenaza significativa para el entorno y el bienestar humano. | Degradación y pérdida de servicios ecosistémicos provistos por humedales, salares u otro tipo de ecosistema acuático | Insuficiente integración de la evaluación de los sistemas naturales en la planificación y diseño territorial para cuerpos de agua costeros, lacustres, fluviales y humedales.                                                                                                                         | Cobertura de Protección de humedales = Superficie de Humedales Protegidos / Superficie Total de Humedales en la Cuenca.<br><br>Considera cualquier tipo de Humedal informado en shape oficial de Ministerio de Medio Ambiente. | Alta Criticidad (4): Porcentaje de Protección < 5%<br>Media Criticidad (2): 5% ≤ Porcentaje de Protección < 25%<br><br>Baja Criticidad (1): Porcentaje de Protección ≥ 25%                                                                                                                                                                                                                      | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 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

#### **4.2.5 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.

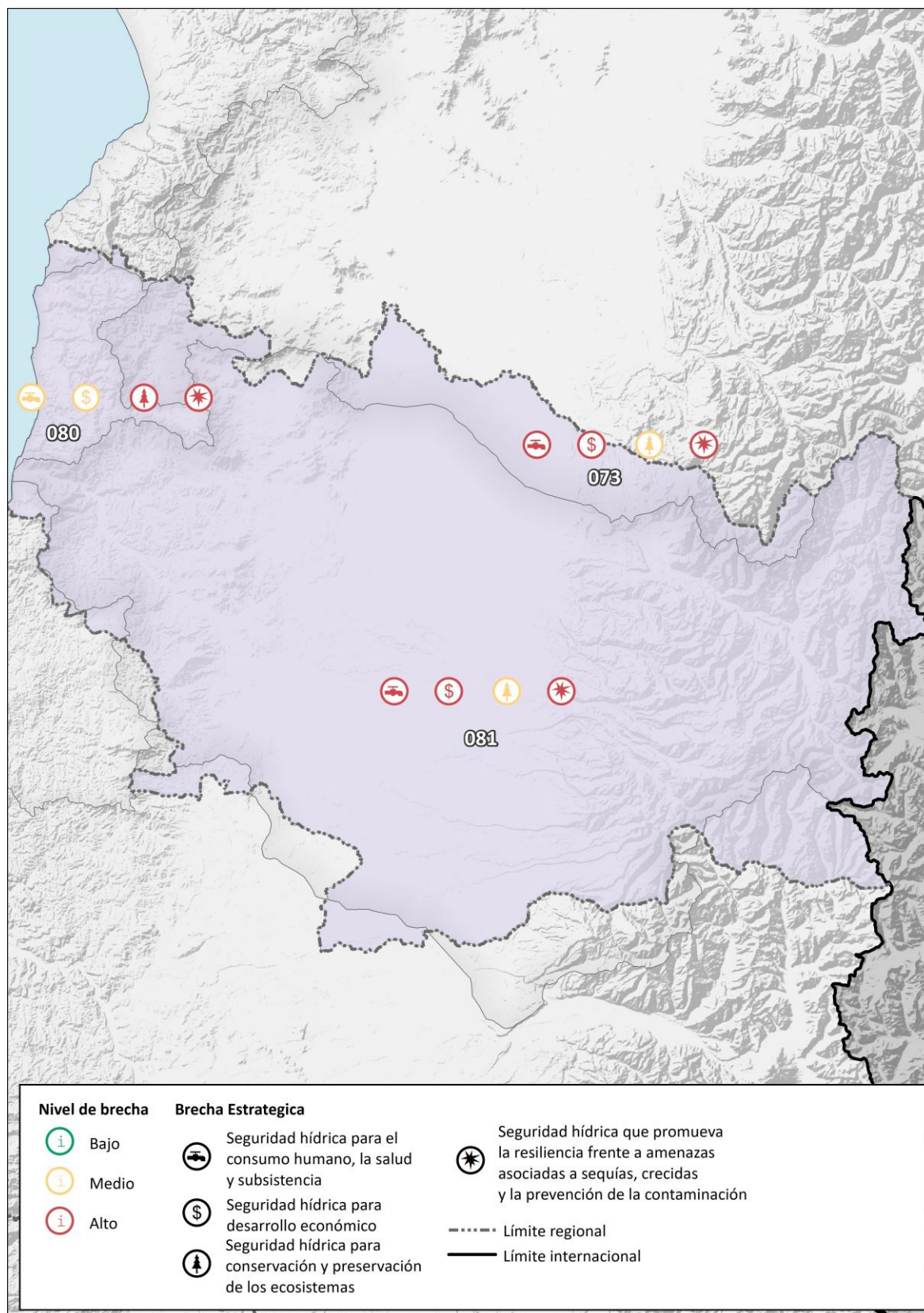
Tabla 4.2-5 Brechas Estratégicas resiliencia frente a amenazas asociadas a eventos extremos por Cuenca Región de Ñuble

| Justificación regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Brechas Estratégicas Generales                                                                   | Brechas Estratégicas Específicas Regionales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Indicador                                                                                                                                                                                                             | Rango                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Clasificación (qué tan crítica es la brecha) | Río Maule | Costeras entre límite Región y Río Itata | Río Itata |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------|-----------|
| Solo tres comunas de la región presentan planes de drenaje y colección de aguas lluvias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Baja efectividad de sistemas de drenaje de aguas lluvia                                          | Carencia de identificación efectiva de zonas vulnerables y de implementación de medidas concretas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible, limitando la capacidad de respuesta ante emergencias y la prevención de riesgos socio naturales en la Región de Ñuble.                                                                                                                                          | Variación porcentual de las precipitaciones históricas y su proyección a eventos extremos (acápite 2.3.2)                                                                                                             | Variación porcentual sobre 20% de Pp24 en eventos extremos<br>Variación porcentual entre 1 y 20% de Pp24 en eventos extremos<br>Variación porcentual bajo el 1% de Pp24 en eventos extremos                                                                                                                    | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | N/A       | 4                                        | 4         |
| No se presentan planes de infraestructura relacionados a aluviones, remoción en masa e inundaciones. No obstante, en septiembre del 2023, el Ministerios de Obras públicas de la región de Ñuble, informó un plan de acción que incluye 29 obras fluviales, los cuales incluyen encauzamiento, intervención a canales de riego, protección de riberas, enrocados y construcción de gaviones en diferentes ríos y esteros de la región | Aumento del impacto de eventos de crecida asociado a precipitaciones intensas.                   | Carencia de identificación efectiva de zonas vulnerables y de implementación de medidas concretas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible, limitando la capacidad de respuesta ante emergencias y la prevención de riesgos socio naturales en la Región de Ñuble.<br><br>Falta de desarrollo de infraestructura diseñada específicamente para una vida segura y de iniciativas de respuesta a emergencias. | 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 o Ocurrencia Histórica de eventos de inundación o aluvión.<br>Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp<br>Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 4         | 4                                        | 4         |
| No se presentan planes de infraestructura relacionados a aluviones, remoción en masa e inundaciones. No obstante, en septiembre del 2023, el Ministerios de Obras públicas de la región de Ñuble, informó un plan de acción que incluye 29 obras fluviales, los cuales incluyen encauzamiento, intervención a canales de riego, protección de riberas, enrocados y construcción de gaviones en diferentes ríos y esteros de la región | Aumento del impacto por eventos de deslizamientos de tierra sobre infraestructura y poblaciones. | Carencia de identificación efectiva de zonas vulnerables y de implementación de medidas concretas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible, limitando la capacidad de respuesta ante emergencias y la prevención de riesgos socio naturales en la Región de Ñuble.<br><br>Falta de desarrollo de infraestructura diseñada específicamente para una vida segura y de iniciativas de respuesta a emergencias. | 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<br>Densidad poblacional entre > 10h/km2 y <100 h/km2 y media variabilidad porcentual de pp<br>Densidad poblacional <10h/km2 y alta/media variabilidad porcentual de pp                                                            | Alta =4<br>Media =2<br>Baja =1               | 2         | 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

#### **4.2.6 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 Ñuble**

## **4.3 BRECHAS DE 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**

- i. Dimensión para el derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia**
  - Garantizar el acceso universal a los servicios de infraestructura básicos, particularmente en comunidades urbanas y rurales marginadas y desatendidas de la Región de Ñuble. Esto incluye asegurar el derecho humano al agua a través de servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, busca proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y la igualdad de oportunidades, y mejorar la calidad de vida, con un enfoque inclusivo de género. Este objetivo prioriza el apoyo a asentamientos rurales más pequeños, a fin de mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica que fomente el crecimiento sostenible en dichas zonas. Asimismo, establece estándares mínimos de calidad y cobertura de infraestructura urbana para el consumo humano y saneamiento, promoviendo proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios.
  - Garantizar el derecho humano fundamental a la provisión de servicios de saneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, prioriza el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales en áreas urbanas y rurales para mejorar el bienestar público, proteger la calidad ambiental y crear nueva disponibilidad de agua en regiones con escasez de agua, contribuyendo así a una economía hídrica más circular. Además, se deberá promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para permitir una gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, asegurando la calidad en diversas aplicaciones.
- ii. Dimensión para la producción sostenible y eficiencia hídrica**
  - Desarrollar infraestructura hídrica estratégica para mejorar la competitividad y abordar los desafíos hídricos, en particular en la agricultura campesina. Crear infraestructura hídrica resiliente al clima y una gestión que aproveche las soluciones basadas en la naturaleza. Además, se busca identificar oportunidades para expandir la base económica rural a través de actividades relacionadas con el agua, promoviendo el desarrollo local y el empleo. Finalmente, enfatiza la importancia de la infraestructura de gestión hídrica para permitir el desarrollo rural sostenible, considerando los sistemas hídricos naturales. La propuesta incluye el apoyo a las

actividades productivas regionales y locales con infraestructura hídrica sostenible, el desarrollo y modernización de la infraestructura de riego y la generación de información y transferencia de tecnología para la adaptación, innovación y competitividad agrícola.

- Promover la gestión sostenible del agua y el desarrollo rural, incluyendo: desarrollar ventajas tecnológicas y servicios de infraestructura especializados para industrias clave; fomentar una transición socioecológica justa para conciliar el consumo y la disponibilidad de agua a nivel de cuenca; implementar una gestión integrada del agua con un enfoque en áreas que enfrentan escasez; fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua; promover mecanismos e incentivos para el uso eficiente y sostenible del agua; perfeccionar la gestión de los recursos hídricos mediante metodologías de gobernanza de cuencas y coordinación público-privada; fortalecer la organización de usuarios y la creación de capacidades; y desarrollar incentivos y programas de financiamiento para fomentar la inversión en investigación aplicada, desarrollo e innovación.

### **iii. Dimensión para la conservación y preservación de los ecosistemas**

- Integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso del suelo rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con las necesidades humanas de seguridad hídrica. También promover prácticas de uso sostenible de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Además, incentivar la restauración de áreas degradadas, así como establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, particularmente en materia de eficiencia del recurso hídrico y la conservación de valiosos hábitats de humedales. Este enfoque holístico busca conservar el patrimonio natural de estos territorios, donde los habitantes puedan realizar actividades productivas y recreativas de manera segura mientras cuidan los recursos naturales y los suelos a través de capital humano capacitado para generar un ordenamiento territorial sostenible y la integración comunitaria mediante la participación ciudadana permanente y vinculante.
- Integrar la evaluación de los sistemas naturales como un componente fundamental en la planificación y diseño territorial para cuerpos de agua costeros, lacustres y fluviales y humedales, con el fin de crear conciencia sobre su valor y la necesidad de protección, restauración y remediación. Las estrategias clave incluyen la medición y el monitoreo de las variables ambientales, la promoción de prácticas de construcción sostenibles y el inventario de las condiciones del suelo y los cambios en el uso del suelo para anticipar y mitigar los riesgos. La propuesta tiene como objetivo identificar zonas de protección de fuentes de agua, desarrollar estudios sobre los caudales ecológicos y las interacciones río-acuífero en humedales, e instalar nuevas estaciones

de monitoreo que permitan la integración de modelos hidrológicos para cuencas con usos del agua in situ, como la forestación.

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

- Establecer estándares de infraestructura para reducir la vulnerabilidad, promover infraestructura resiliente y considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La propuesta se centra en la identificación de zonas vulnerables y la implementación de medidas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. El objetivo es diseñar infraestructura para una vida segura, desarrollar iniciativas de respuesta a emergencias y prevenir riesgos socionaturales en la Región de Ñuble.

**4.3.1.2 Acciones o Iniciativas 2010-2022**

En análisis de las iniciativas estratégicas de inversión en la región de Ñuble (ver acápite 3.1.2) se identificaron un total de 12 iniciativas entre 2010 y 2022, distribuidas en consumo humano y desarrollo económico. Las iniciativas de infraestructura hídrica estructural corresponden, principalmente, infraestructura de riego, infraestructura de distribución de agua y obras de acumulación de agua. Cabe señalar que, en el caso de las iniciativas regionales, se han aplicado para todas las cuencas de la región.

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 Ñuble

| 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.<br>Derecho humano al agua, saneamiento y consumo humano de subsistencia | Garantizar el acceso universal a los servicios de infraestructura básicos, particularmente en comunidades urbanas y rurales marginadas y desatendidas de la Región de Ñuble. Esto incluye asegurar el derecho humano al agua a través de servicios de agua potable y saneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, busca proporcionar infraestructura de calidad para reducir las disparidades territoriales, promover la equidad social y la igualdad de oportunidades, y mejorar la calidad de vida, con un enfoque inclusivo de género. Este objetivo prioriza el apoyo a asentamientos rurales más pequeños, a fin de mejorar el acceso a los servicios básicos y desarrollar infraestructura estratégica que fomente el crecimiento sostenible en dichas zonas. Asimismo, establece estándares mínimos de calidad y cobertura de infraestructura urbana para el consumo humano y saneamiento, promoviendo proyectos de alta calidad en áreas que carecen de dichos servicios. | Producción-distribución de agua potable                                                                 | Estudio hidrogeológico disponibilidad hídrica                                                                                           | Creación de capital humano<br>Planes y políticas                                                                           |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Saneamiento y tratamiento de aguas servidas                                                             | Estudios de saneamiento                                                                                                                 | Creación de capital humano<br>Planes y políticas                                                                           |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Captación de aguas                                                                                      | Estudios para abastecimiento de agua potable                                                                                            | Reservas de agua<br>Planes y políticas<br>Análisis situación legal DAA                                                     |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Captación de aguas                                                                                      | Reservas y áreas de protección de recursos hídricos<br>Estudios para abastecimiento de agua potable                                     |                                                                                                                            |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Infraestructura de distribución de agua                                                                 | Estudio obras de distribución de aguas                                                                                                  |                                                                                                                            |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Conservación y restauración de riberas y cauces<br>Control de erosión                                   | Conservación y restauración de riberas y cauces                                                                                         | Manejo de quebradas                                                                                                        |
|                                                                             | Garantizar el derecho humano fundamental a la provisión de servicios de saneamiento suficientes, seguros, aceptables, accesibles y asequibles. Además, prioriza el desarrollo de iniciativas de tratamiento y reutilización de aguas residuales en áreas urbanas y rurales para mejorar el bienestar público, proteger la calidad ambiental y crear nueva disponibilidad de agua en regiones con escasez de agua, contribuyendo así a una economía hídrica más circular. Además, se deberá promover la investigación e identificación de recursos hídricos nuevos y existentes para permitir una gestión y uso eficiente, sostenible y asequible del agua, asegurando la calidad en diversas aplicaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Desalinización<br>Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia)<br>Recarga artificial de acuíferos | Estudios de desalación<br>Estudio de reúso de aguas<br>Estudios de aguas lluvias<br>Estudio obras de recarga artificial de acuíferos    | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                              |
| D2.<br>Producción sostenible y eficiencia hídrica                           | Desarrollar infraestructura hídrica estratégica para mejorar la competitividad y abordar los desafíos hídricos, en particular en la agricultura campesina. Crear infraestructura hídrica resiliente al clima y una gestión que aproveche las soluciones basadas en la naturaleza. Además, se busca identificar oportunidades para expandir la base económica rural a través de actividades relacionadas con el agua, promoviendo el desarrollo local y el empleo. Finalmente, enfatiza la importancia de la infraestructura de gestión hídrica para permitir el desarrollo rural sostenible, considerando los sistemas hídricos naturales. La propuesta incluye el apoyo a las actividades productivas regionales y locales con infraestructura hídrica sostenible, el desarrollo y modernización de la infraestructura de riego y la generación de información y transferencia de tecnología para la adaptación, innovación y competitividad agrícola.                                                             | Obras de acumulación de agua<br>Trasvase de aguas                                                       | Reglas de operación para embalses<br>Estudios obras de acumulación de agua                                                              | Creación de capital humano<br>Análisis situación legal DAA<br>Fortalecimiento y formalización de OUA<br>Planes y políticas |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Desalinización<br>Reúso de aguas residuales (grises/servidas/lluvia)<br>Recarga artificial de acuíferos | Estudios de desalación<br>Estudio de reúso de aguas<br>Estudios de aguas lluvias<br>Estudio obras de recarga artificial de acuíferos    | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                              |
|                                                                             | Promover la gestión sostenible del agua y el desarrollo rural, incluyendo: desarrollar ventajas tecnológicas y servicios de infraestructura especializados para industrias clave; fomentar una transición socio ecológica justa para conciliar el consumo y la disponibilidad de agua a nivel de cuenca; implementar una gestión integrada del agua con un enfoque en áreas que enfrentan escasez; fomentar la investigación e identificación de nuevas fuentes de agua; promover mecanismos e incentivos para el uso eficiente y sostenible del agua; perfeccionar la gestión de los recursos hídricos mediante metodologías de gobernanza de cuencas y coordinación público-privada; fortalecer la organización de usuarios y la creación de capacidades; y desarrollar incentivos y programas de financiamiento para fomentar la inversión en investigación aplicada, desarrollo e innovación.                                                                                                                   | Infraestructura de riego                                                                                | Estudios para la conservación obras de riego<br>Estudio sistemas de riego                                                               | Creación de capital humano<br>Análisis situación legal DAA                                                                 |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Infraestructura de distribución de agua                                                                 | Estudio obras de distribución de aguas                                                                                                  | Creación de capital humano<br>Análisis situación legal DAA                                                                 |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Captación de aguas                                                                                      | Incentivos para el recambio cultivos de menor requerimiento hídrico<br>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<br>Análisis situación legal DAA<br>Fortalecimiento y formalización de OUA<br>Planes y políticas |
|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Redes hidrométricas y telemedición                                                                      | Análisis de red hidrométrica y plataformas de información                                                                               | Creación de capital humano                                                                                                 |

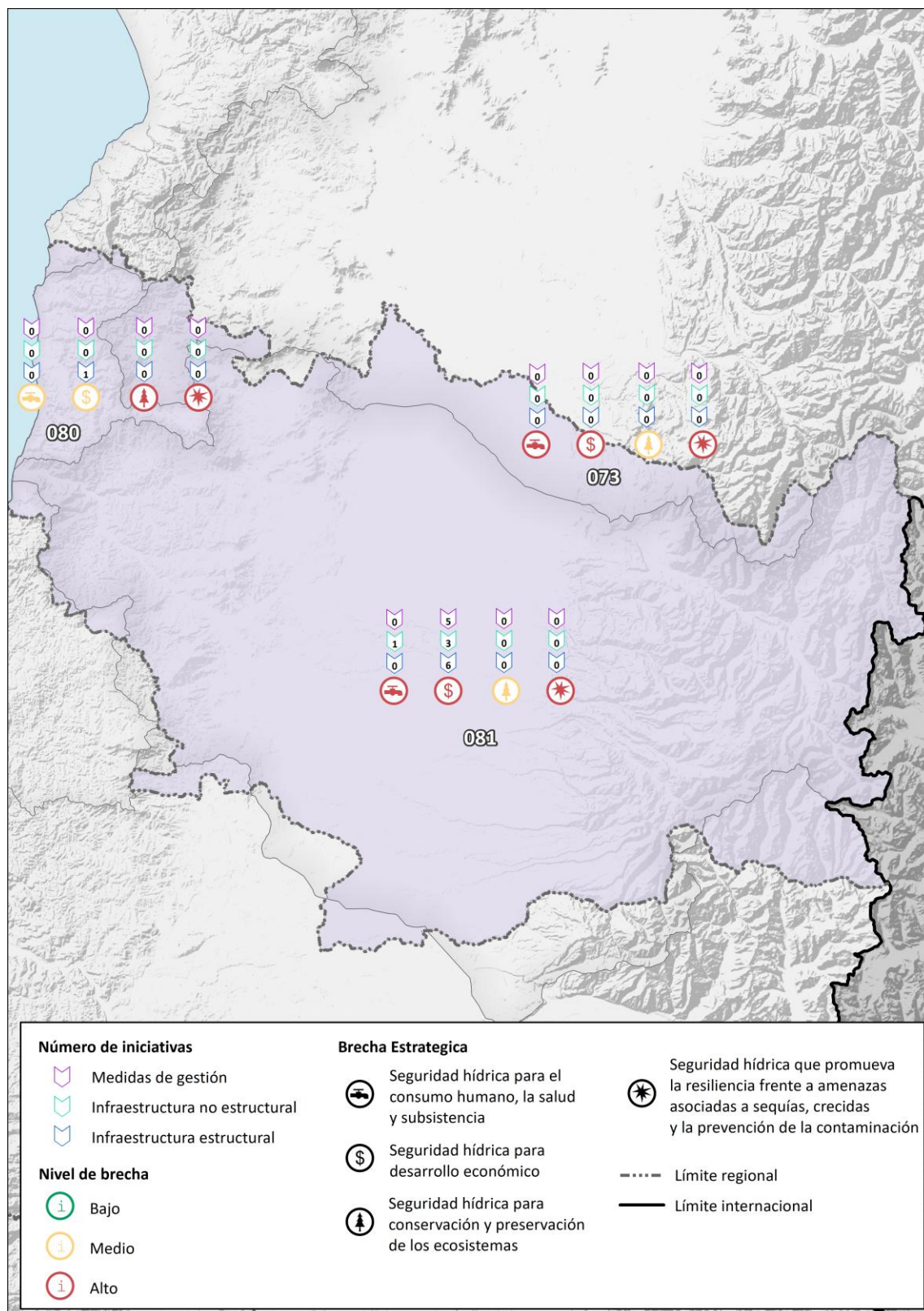
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.3-2      Tipología de iniciativas asociadas a resolver brechas estratégicas en la región de Ñuble (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.<br>Conservación y preservación de los ecosistemas                                                  | Integrar consideraciones de biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y regulación del uso de la tierra rural, equilibrando la conservación y gestión de los ecosistemas acuáticos con las necesidades humanas de seguridad hídrica. También promover prácticas de uso sostenible de la tierra para prevenir la desertificación y la erosión del suelo. Además, incentivar la restauración de áreas degradadas, así como establecer metas específicas de mejora ambiental para las ciudades, particularmente en materia de eficiencia del recurso hídrico y la conservación de valiosos hábitats de humedales. Este enfoque holístico busca conservar el patrimonio natural de estos territorios, donde los habitantes puedan realizar actividades productivas y recreativas de manera segura mientras cuidan los recursos naturales y los suelos a través de capital humano capacitado para generar un ordenamiento territorial sostenible y la integración comunitaria mediante la participación ciudadana permanente y vinculante. | Reúso de aguas residuales                                                                                     | Estudio calidad de agua sup. y subt.<br>Estudios contaminación de aguas                                      | Manejo riesgos de contaminación de aguas                                                                                                |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Saneamiento y tratamiento de aguas servidas                                                                   | Estudio calidad de agua sup. y subt.<br>Estudios contaminación de aguas                                      | Creación de capital humano<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas                                                                  |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reúso de aguas residuales                                                                                     | Estudio calidad de agua sup. y subt.<br>Estudios contaminación de aguas                                      | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas                                                     |
|                                                                                                        | Integrar la evaluación de los sistemas naturales como un componente fundamental en la planificación y diseño territorial para cuerpos de agua costeros, lacustres y fluviales y humedales, con el fin de crear conciencia sobre su valor y la necesidad de protección, restauración y remediación. Las estrategias clave incluyen la medición y el monitoreo de las variables ambientales, la promoción de prácticas de construcción sostenibles y el inventario de las condiciones del suelo y los cambios en el uso del suelo para anticipar y mitigar los riesgos. La propuesta tiene como objetivo identificar zonas de protección de fuentes de agua, desarrollar estudios sobre los caudales ecológicos y las interacciones río-acuífero en humedales, e instalar nuevas estaciones de monitoreo que permitan la integración de modelos hidrológicos para cuencas con usos del agua in situ, como la forestación.                                                                                                                                 |                                                                                                               | Estudio calidad de agua sup. y subt.<br>Estudios contaminación de aguas                                      | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas<br>Reservas de agua                                 |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               | Estudio calidad de agua sup. y subt.<br>Estudios contaminación de aguas                                      | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas<br>Reservas de agua                                 |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Redes hidrométricas y telemedición                                                                            | Análisis de red hidrométrica y plataformas de información                                                    | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas<br>Creación de capital humano<br>Planes y políticas |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Conservación y restauración de riberas y cauces                                                               | Conservación y restauración de riberas y cauces                                                              | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Manejo riesgos de contaminación de aguas<br>Reservas de agua                                 |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Conservación y restauración de riberas y cauces                                                               | Conservación y restauración de riberas y cauces<br>Comportamiento morfodinámico e hidrodinámico de humedales | Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Reservas de agua<br>Planes y políticas                                                       |
| D4.<br>Resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías, crecidas y la prevención de la contaminación | Establecer estándares de infraestructura para reducir la vulnerabilidad, promover infraestructura resiliente y considerar factores socioeconómicos en los esfuerzos de adaptación. La propuesta se centra en la identificación de zonas vulnerables y la implementación de medidas para mejorar la seguridad, la calidad de vida, la resiliencia y el desarrollo sostenible. El objetivo es diseñar infraestructura para una vida segura, desarrollar iniciativas de respuesta a emergencias y prevenir riesgos socionaturales en la Región de Ñuble.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Redes de aguas lluvias<br>Drenaje de aguas                                                                    | Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica                                             | Manejo de quebradas<br>Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                    |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Redes de aguas lluvias<br>Drenaje de aguas                                                                    | Estudio hidrológico o hidrogeológico para disponibilidad hídrica                                             | Manejo de quebradas<br>Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                    |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres<br>Defensa fluvial y aluvional | Estudios de riesgo fluvial y aluvional<br>Análisis de red hidrométrica y plataformas de información          | Manejo de quebradas<br>Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                    |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reforestación y forestación de cuencas para disminución de riesgo de desastres<br>Defensa fluvial y aluvional | Estudios de riesgo fluvial y aluvional<br>Análisis de red hidrométrica y plataformas de información          | Manejo de quebradas<br>Manejo de normas ambientales e hídricas<br>Planes y políticas                                                    |
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                               | Analisis sistemas glaciares y periglaciares                                                                  | Manejo de quebradas<br>Manejo de normas ambientales e hídricas<br>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 10.04), 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 del Ñuble**

#### **4.3.1.3 Incertidumbres**

##### **i. Sobre factores técnicos y disponibilidad de información**

En la región de Ñuble, la ejecución de obras de infraestructura hídrica ha enfrentado varios desafíos técnicos que han dificultado su avance. Uno de los principales problemas es la falta de datos hidrométricos adecuados y la cobertura insuficiente de estaciones de monitoreo, lo que complica la planificación y la precisión en el diseño de las obras. La incertidumbre en la viabilidad técnica y económica de ciertos proyectos, especialmente aquellos que involucran nuevas tecnologías, ha generado dudas sobre la sostenibilidad a largo plazo de las infraestructuras. Además, la falta de claridad en la normativa sobre la gestión y operación de estas obras, junto con una escasa especialización en la operación y mantenimiento, ha contribuido a retrasos y complicaciones adicionales. La complejidad en los procesos de expropiación y la necesidad de coordinar múltiples instituciones han añadido más obstáculos al progreso de estos proyectos. En resumen, los problemas técnicos en la región de Ñuble han creado un escenario donde la ejecución de obras hídricas esenciales se ve afectada por múltiples factores que dificultan su desarrollo y eficacia.

##### **ii. Sobre factores socioambientales**

El estudio “Ecología política de las tensiones y Conflictos Socioambientales en la Región de Ñuble”, destaca cómo las actividades productivas en la región de Ñuble han impactado negativamente la calidad y cantidad del agua, generando importantes tensiones socioambientales. Entre los casos más relevantes, se señala la contaminación del río Itata por parte de la planta de celulosa Nueva Aldea, que ha afectado tanto a la calidad del agua como a la vida acuática, alterando el ecosistema y poniendo en riesgo las actividades de pesca y turismo en la zona. Otro caso significativo es el uso intensivo del agua en la producción agrícola, especialmente en cultivos de frutales y hortalizas, lo que ha reducido la disponibilidad del recurso para las comunidades locales y ha generado conflictos por la distribución del agua en épocas de sequía. En paralelo, la extracción de áridos en el río Ñuble ha provocado la degradación del paisaje y la alteración de los ecosistemas fluviales, afectando a comunidades locales. Estas situaciones subrayan la necesidad urgente de una gestión sostenible del agua que equilibre las demandas productivas con la protección de los recursos hídricos y los derechos de las comunidades afectadas (Cristian Acuña, 2020).

Además de estos problemas, el desarrollo de embalses ha generado fuertes controversias. En particular, el proyecto Embalse Punilla ha suscitado resistencias debido a su impacto en la biodiversidad, la posible privatización del agua y las expropiaciones forzadas. El Embalse Punilla pretende almacenar 600 millones de metros cúbicos de agua y requiere la expropiación de 1.821 hectáreas y pretende garantizar el riego para la

agricultura y controlar las crecidas del río. Este embalse, ubicado en una zona declarada reserva mundial de la biosfera por la UNESCO, ha sido resistido debido a su impacto en la biodiversidad, la posible privatización del agua y las expropiaciones forzadas. (CIPER, 2023). Además, las críticas se centran en la falta de estudios sobre la cantidad de agua disponible y los derechos de aprovechamiento, así como en la privatización del recurso hídrico, lo que podría limitar el acceso al agua para las comunidades locales. Las organizaciones como Organizaciones como la Coordinadora Ambiental Ñuble, que agrupa a 81 asociaciones, se oponen al proyecto y destacan que proyectos de esta magnitud podrían no ser efectivos en la mitigación del cambio climático a nivel regional y podrían tener consecuencias negativas para las poblaciones rurales dependientes de la agricultura de subsistencia. Estas organizaciones resaltan las consecuencias ambientales y sociales del embalse, así como el uso de fondos públicos para beneficiar a un sector productivo específico, mientras que la concesionaria ASTALDI enfrenta problemas económicos y de cumplimiento contractual, lo que ha detenido el avance del proyecto (Cristian Acuña, 2020). Otro estudio indica que el Embalse La Punilla, ha suscitado controversia por sus impactos ambientales y sociales, afectando negativamente al medio ambiente y a la comunidad local, que enfrenta problemas relacionados con el desalojo forzado de pobladores y la falta de medidas de mitigación efectivas. La oposición ha aumentado debido a los daños percibidos y las insuficientes compensaciones ofrecidas (Andrade, 2021).

En línea con lo anterior, el Diagnóstico (CNR) para el desarrollo del Riego en la Comuna de San Fabián, sector 6 del Embalse Punilla, el estudio se centró en diagnosticar la situación actual de riego en el sector 6 de San Fabián, evaluar la disponibilidad de recursos hídricos y proponer soluciones para mejorar el abastecimiento de agua para riego. Se identificaron problemas críticos, como la exclusión del sector 6 del área de influencia del futuro embalse La Punilla y la insuficiencia de recursos hídricos locales, agravada por los efectos del cambio climático. A pesar de la existencia de infraestructura de riego, gran parte ha sido abandonada debido a la falta de agua disponible. El estudio concluyó que la mejor solución sería la construcción de un canal independiente con captación gravitacional desde el río Ñuble, utilizando acciones tipo B del embalse La Punilla y se recomienda que la comunidad de San Fabián se prepare para la implementación de este proyecto, con el respaldo del gobierno y otras instituciones clave para asegurar el abastecimiento de agua de riego (CNR, 2021).

Otro caso relevante es el de la Central Hidroeléctrica Ñuble, actualmente en construcción en el río Ñuble. Ha causado conflictos con las comunidades locales debido al incumplimiento de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y a la falta de un buen entendimiento entre la empresa y los vecinos de San Fabián de Alicó. Las dificultades incluyen problemas relacionados con la construcción y la percepción de que el proyecto

no cumple con los estándares ambientales establecidos, generando descontento entre los residentes afectados (Andrade, 2021).

Organizaciones como “Somos Diguillín, No al Embalse Zapallar” argumentan que la construcción del embalse amenaza el ecosistema del río y la calidad de vida de las comunidades locales, que dependen del Diguillín. Se acusa al proyecto de presionar a las comunidades para obtener su consentimiento y de no considerar adecuadamente su ubicación en la Reserva de Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja. El conflicto se agrava con la resolución de calificación ambiental favorable otorgada al proyecto a pesar de las críticas (Andrade, 2021).

Finalmente, el Complejo Forestal e Industrial Nueva Aldea, en la comuna de Ránquil, ha generado rechazo por su impacto en el medio ambiente y la calidad de vida de la población. A pesar de las preocupaciones sobre la contaminación y los malos olores que afectan la agricultura y el turismo en el valle del Itata, el proyecto sigue en funcionamiento. La oposición incluye a diversas organizaciones locales y regionales que han llevado a cabo manifestaciones y campañas informativas para denunciar los problemas ambientales y sociales asociados al CFI (Andrade, 2021).

En cuanto al manejo de residuos en la región, se han visto controversias en el caso del relleno sanitario Ecobio Lloillinco, operado por Biodiversa S.A. en Chillán Viejo, con protestas por parte de las comunidades locales debido a problemas ambientales como la emisión de malos olores y la posible contaminación de napas subterráneas. Lilian Sandoval, presidenta del Comité de Seguimiento Ambiental, y otros residentes han expresado su preocupación por los impactos negativos en su calidad de vida y el riesgo de contaminación. A pesar de estas objeciones, el relleno sigue funcionando y se planea la expansión del proyecto, aumentando las tensiones con las comunidades afectadas que temen convertirse en el vertedero de desechos de varias regiones (Andrade, 2021). Ecobio ha sido criticado por su operación, que incluye un relleno de residuos domiciliarios y otro de residuos peligrosos, y ha enfrentado sanciones por su funcionamiento. El proyecto alternativo, Centro de Manejo Ambiental Ñuble Sustentable, busca mejorar la gestión de residuos en la región, pero enfrenta oposición y trabas en su aprobación (elperiodista.cl, 2021).

#### **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 10.05.

En la Tabla 4.3-3 se presenta el universo y las metas por tipología utilizadas para definir la cartera asociada a las iniciativas estratégicas. En el Anexo 10.07, se presenta el detalle por tipo de inversión.

**Tabla 4.3-3 Universo y metas de infraestructura según tipología en la región de Ñuble**

| Código TP | Tipología de Proyecto (TdP)                                                                                                                                                                                 | Nº inversiones | Universo                                                                                      | Metas                                                                                        |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-1       | Diseño, Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural                                                                                                                                                      | 42             | Población sin Abastecer 2055                                                                  | -                                                                                            |
| 1-2       | Ampliación y/o Mejoramiento de Servicios Existentes de Agua Potable Rural                                                                                                                                   | 57             | Población sin Abastecer 2055                                                                  | -                                                                                            |
| 1-3       | Implementación de Sistemas Operacionales de Telemetría y Control en Sistemas de Agua Potable Rural                                                                                                          | 5              | Total de APR existentes y Proyectados 2055                                                    | -                                                                                            |
| 1-4       | Diseño, Construcción de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas en Servicios Sanitarios Rurales                                                                                                      | 30             | 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                                                                                                                                              | 0              | 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                                                                             | 3              | 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                                                                                                                              | 6              | 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                                                           | 12             | 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                                                      | 28             | 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 Fluvimétricas en Cauces y/o Canales                                                                                                      | 4              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 3-2       | Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Calidad de Aguas en Cuencas                                                                                                           | 5              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 3-3       | Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Meteorológicas                                                                                                                           | 2              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 3-4       | Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones de Monitoreo de Glaciares y Nieves                                                                                                       | 0              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 3-5       | Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Pozos de Observación                                                                                                                                | 4              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 3-6       | Desarrollo e Implementación de una Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas                                                                                                                        | 7              | Cuantificado según número de inversiones                                                      | -                                                                                            |
| 4-1       | Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces                                                                                                                                      | 16             | -                                                                                             | 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                                                                                                                                            | 1              | Priorizar ejecución de estudios                                                               | -                                                                                            |
| 5-1       | Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas                                                                                                                                    | 2              | 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                                                                    | 5              | 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                                                                                                                       | 3              | 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**

---

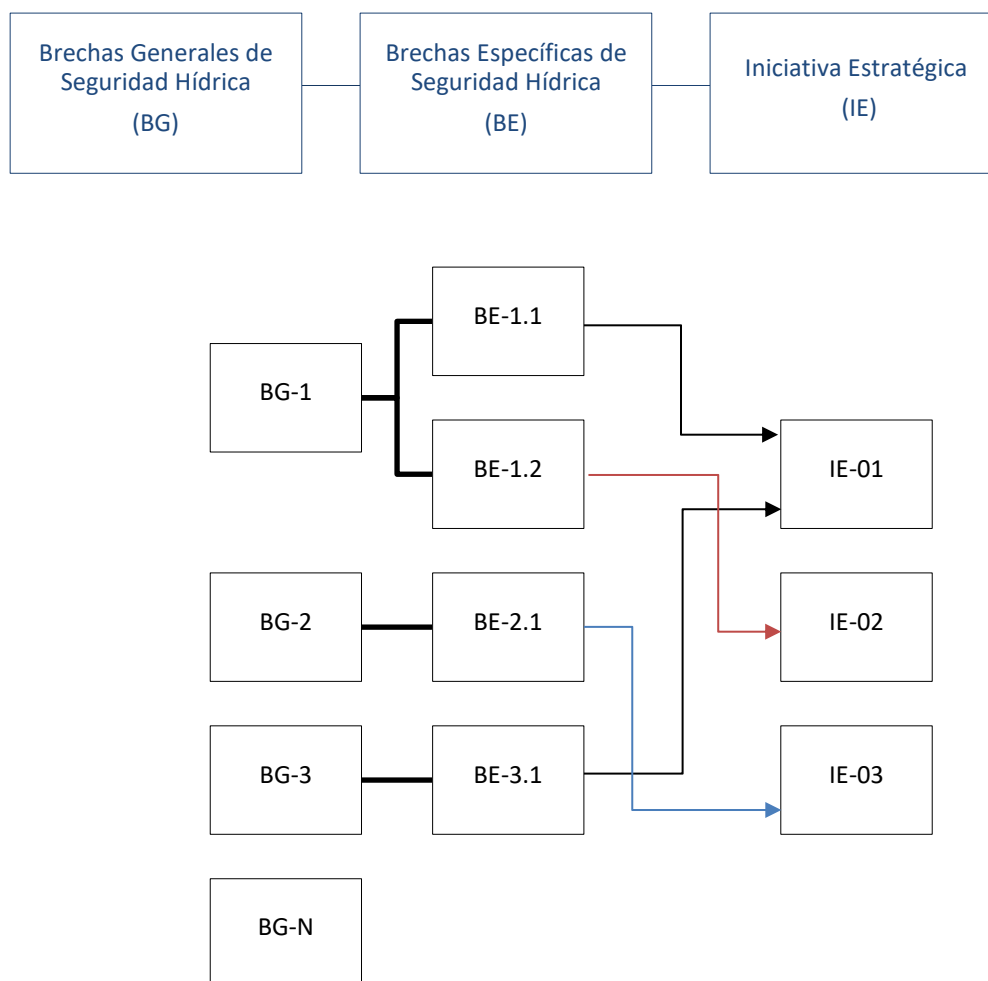
En el presente acápite se identifican las iniciativas estratégicas y sus carpetas de pre/inversión hídrica a considerar en una planificación prospectiva a 2055.

En el Anexo 10.07 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 (ÑUB), *INI – EST* la abreviación de “Iniciativas Estratégica” y *NN* un número correlativo.

Para esta región se han identificado las siguientes iniciativas estratégicas:

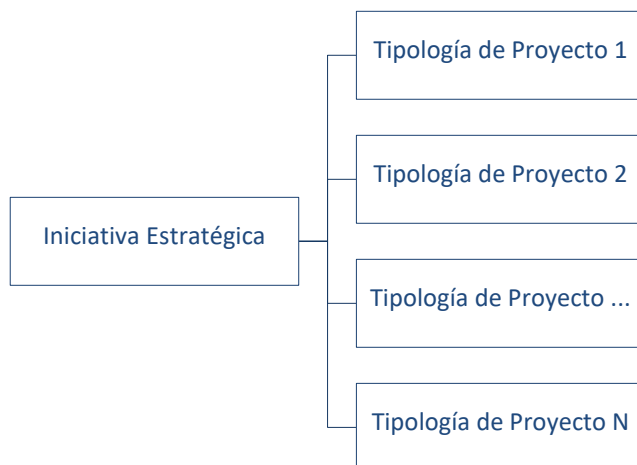
**Tabla 5.1-1 Iniciativas Estratégicas**

| Iniciativas Estratégicas                                                                                                                                                             | Código Iniciativa Estratégica |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas                                             | ÑUB-INI-EST-01                |
| Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego <b>con énfasis en fortalecimiento agrícola</b>                                                                    | ÑUB-INI-EST-02                |
| Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas                                                                        | ÑUB-INI-EST-03                |
| Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza                                                                           | ÑUB-INI-EST-04                |
| Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población <b>con énfasis en cambios del patrón hidrológico</b> | ÑUB-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 Ñuble las Tipologías de proyectos son los presentados en la Tabla 5.2-1.

**Tabla 5.2-1 Tipologías de Proyectos por Iniciativas Estratégicas**

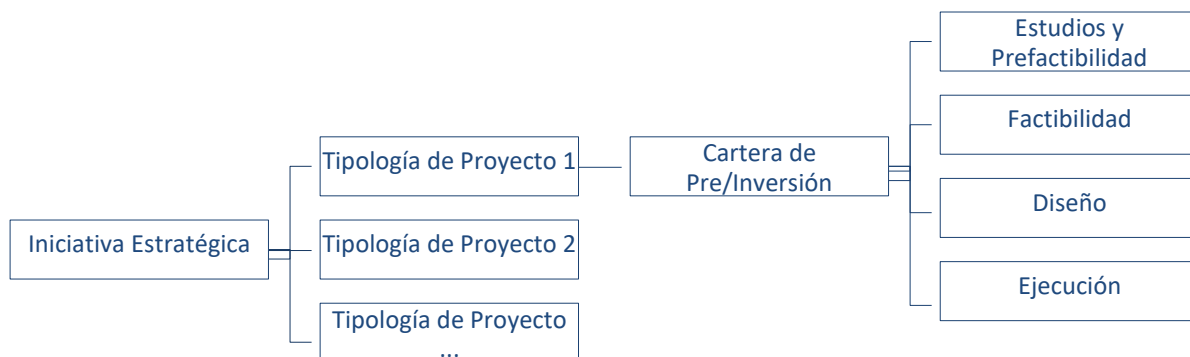
|                |     |                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÑUB-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                                                                                                      |
| ÑUB-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<br>- Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego<br>- 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<br>Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios<br>Plan de Seguimiento a Planes de Riego                                                       |
|                | 2-7 | Diseño, Construcción de Grandes Obras de Riego.<br>Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego.<br>Conservación de Obras Fiscales y No Fiscales de Riego                                                |
| ÑUB-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                                                                                                                        |
| ÑUB-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                                                                                                                                            |
| ÑUB-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 Estratégicas, 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:

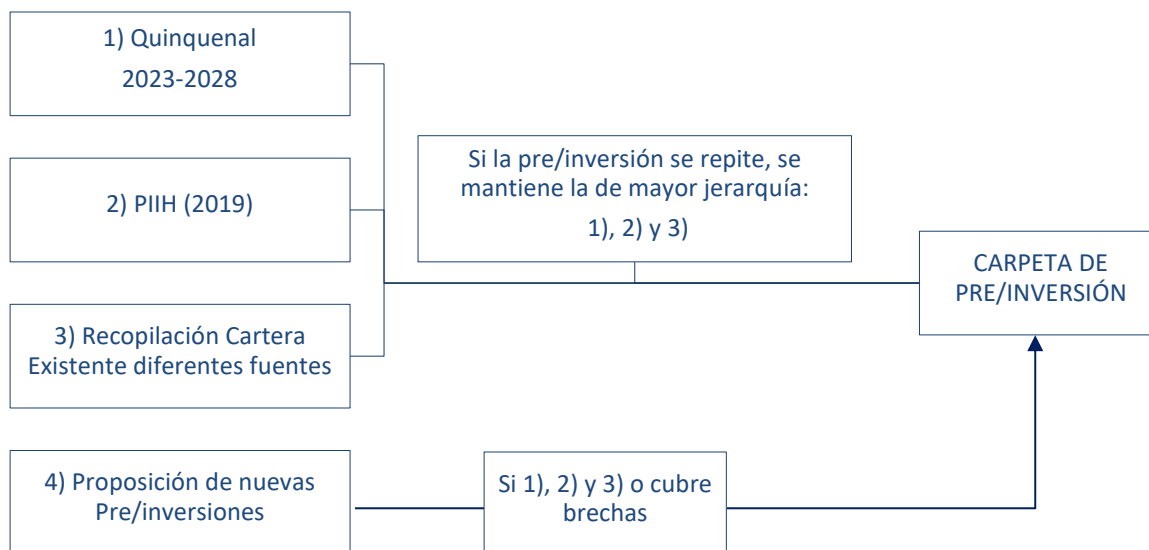
- Cartera de proyectos existente, catastradas en el acápite 3.1.2. Los cuales se codificaron con la sigla CAR-INI-NNNN, donde NNNN es un número correlativo a nivel nacional de iniciativas.
- Estudio “Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica” del Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas (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 PIIH: 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 (ÑUB), “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.

**Tabla 5.3-1 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-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 capítulo 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 10.07. |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5.3-2 Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar ÑUB-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 posee 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).<br>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.<br>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 ÑUB-INI-EST-03 y ÑUB-INI-EST-06**

| Código | Descripción Tipología                                                                                  | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3-1    | Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Fluvimétricas 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 10.07). 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 Fluvimétrica. 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 10.07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 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 |

| Código | Descripción Tipología                                                                | Criterios para la determinación de las iniciativas a proyectar                                                                                                                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                      | 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 10.07. |
| 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 <sup>2</sup> . (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 ÑUB-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 ÑUB-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<br>- Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego<br>- 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.                                                                                                                                                             | 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.<br>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 de Calidad de Aguas, Cuenca                                                             | Factibilidad              | 10.000      | no          |
| 48 | ES-1-01.2 |    |           |                                                                                                         | Construcción Estación de Calidad de Aguas, Cuenca                                                             | Diseño                    | 40.000      | no          |
| 49 | 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 12.07.

**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\$) |
|-----------------|-------------------|------------------------------------------|
| ÑUB-INI-EST-01  | 134               | 282.565.670                              |
| ÑUB -INI-EST-02 | 57                | 840.834.173                              |
| ÑUB -INI-EST-03 | 22                | 26.316.566                               |
| ÑUB -INI-EST-04 | 17                | 47.040.000                               |
| ÑUB -INI-EST-05 | 10                | 7.953.956                                |
| <b>TOTAL</b>    | <b>240</b>        | <b>1.204.710.365</b>                     |

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 reuso 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)**

| <b>COD INI</b> | <b>Etapas</b> | <b>Nombre Inversión General</b>                                       | <b>Unidad Valorización</b> | <b>Unidad Beneficio</b> | <b>Incidencia</b>                           |
|----------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|
| 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                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-01A       | Factibilidad  | Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Potable Rural | Nº Arranques               | Personas                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-02        | Factibilidad  | Prefactibilidad Ampliación/Mejoramiento Sistema de Agua Servidas      | Nº Arranques               | Personas                | Mas 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                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-05A       | Diseño        | Diseño Ampliación/Mejoramiento Sistema APR                            | Nº Arranques               | Personas                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-06        | Diseño        | Diseño Construcción/Ampliación Sistema SSR                            | Nº Arranques               | Personas                | Mas personas con Saneamiento                |
| ES-2-07        | Diseño        | Diseño Construcción de Colectores de Aguas Servidas                   | Nº Arranques               | Personas                | Mas personas con Saneamiento                |
| ES-2-08        | Ejecución     | Construcción Sistema APR                                              | Nº Arranques               | Personas                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-08A       | Ejecución     | Ampliación/Mejoramiento Sistema APR                                   | Nº Arranques               | Personas                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-09        | Ejecución     | Construcción/Ampliación Sistema SSR                                   | Nº Arranques               | Personas                | Mas personas con Saneamiento                |
| ES-2-10        | Ejecución     | Construcción de Colectores de Aguas Servidas                          | Nº Arranques               | Personas                | Mas 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                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-14.2      | Diseño        | Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua     | Nº Arranques               | personas                | Mas Personas Abastecidas                    |
| ES-2-14        | Ejecución     | Implementación de plantas desaladoras para disponibilidad de agua     | Nº Arranques               | personas                | Mas Personas Abastecidas                    |

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

| <b>COD INI</b> | <b>Etapas</b>             | <b>Nombre Inversión General</b>                                                     | <b>Unidad Valorización</b> | <b>Unidad Beneficio</b> | <b>Incidencia</b>                            |
|----------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| ES-2-15        | Ejecución                 | Construcción de Plantas de Tratamiento                                              | Nº Arranques               | personas                | Mas 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       | Incidencia                                                                            |
|-----------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 m<sup>3</sup>/año, salvo proyectos de embalse, donde la unidad se explicita en hm<sup>3</sup>
- 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 SOCIOECONÓMICA Y PRIORIZACIÓN DE LAS INICIATIVAS

---

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 <sup>(2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 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<br><br>Baja [1]: No aplica lo anterior                                                                                                                                                                                   | Alta [4]: No requiere ingreso a SEIA<br><br>Media [2]: Requiere análisis de pertinencia a SEIA<br><br>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<br><br>Media Alta [3]: Inversiones vinculadas a optimizar el uso del recurso hídrico<br><br>Media Baja [2]: Embalses fuera del río o piscinas de acumulación<br><br>Baja [1]: Iniciativas Tradicionales (Embalses en el río, Trasvase de agua entre distintas cuencas, otras obras grises no mencionadas anteriormente)                                                                                                          | Alta [17]: Iniciativas vinculadas a Consumo Humano [D1 -AP]<br><br>Media [9]: Iniciativas vinculadas a Desarrollo Económico [D2]<br><br>Media [9]: Iniciativas vinculadas a Conservación [D3]<br><br>Media [9]: Iniciativas vinculadas a Resiliencia [D4]<br><br>Media Baja [6]: Iniciativas vinculadas a Saneamiento [D1 - AS]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Alta [4]: Iniciativas multipropósito<br><br>Baja [1]: No aplica lo anterior                                                                                                                                                                                                                   | Alta [4]: Cuenta con factibilidad política y cuenta con normativa adecuada<br><br>Media [2]: Cuenta con factibilidad política, pero requiere cambios normativos<br><br>Baja [1]: No cuenta con factibilidad política y/o requiere cambios normativos                                                                                                                                                                                                                                                                            | Alta [4]: Mayor o igual al percentil del 75%<br>Media [2]: Entre los percentiles del 75% y 25%<br>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<br><br>Baja [1]: No se vincula a proyectos destinados a la protección y recuperación de los recursos hídricos | Alta [4]: Conforme a lo dispuesto <sup>1</sup> , NO es necesario que la inversión deba ejecutarse o modificarse previa la evaluación de su impacto ambiental<br><br>Media [2]: Conforme a lo dispuesto <sup>1</sup> , la inversión requiere análisis de pertinencia para evaluación ambiental<br><br>Baja [1]: Conforme a lo dispuesto <sup>1</sup> , 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<br><br>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<br><br>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<br><br>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 [17]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Consumo Humano [D1-AP]<br><br>Media [9]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Producción sostenible y eficiencia hídrica [D2]<br><br>Media [9]: Se identifica como iniciativa necesaria para resolver brechas estratégicas para la dimensión de Conservación y preservación de los ecosistemas [D3]<br><br>Media [9]: 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]<br><br>Baja [6]: 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<br><br>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<br><br>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<br><br>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 (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.

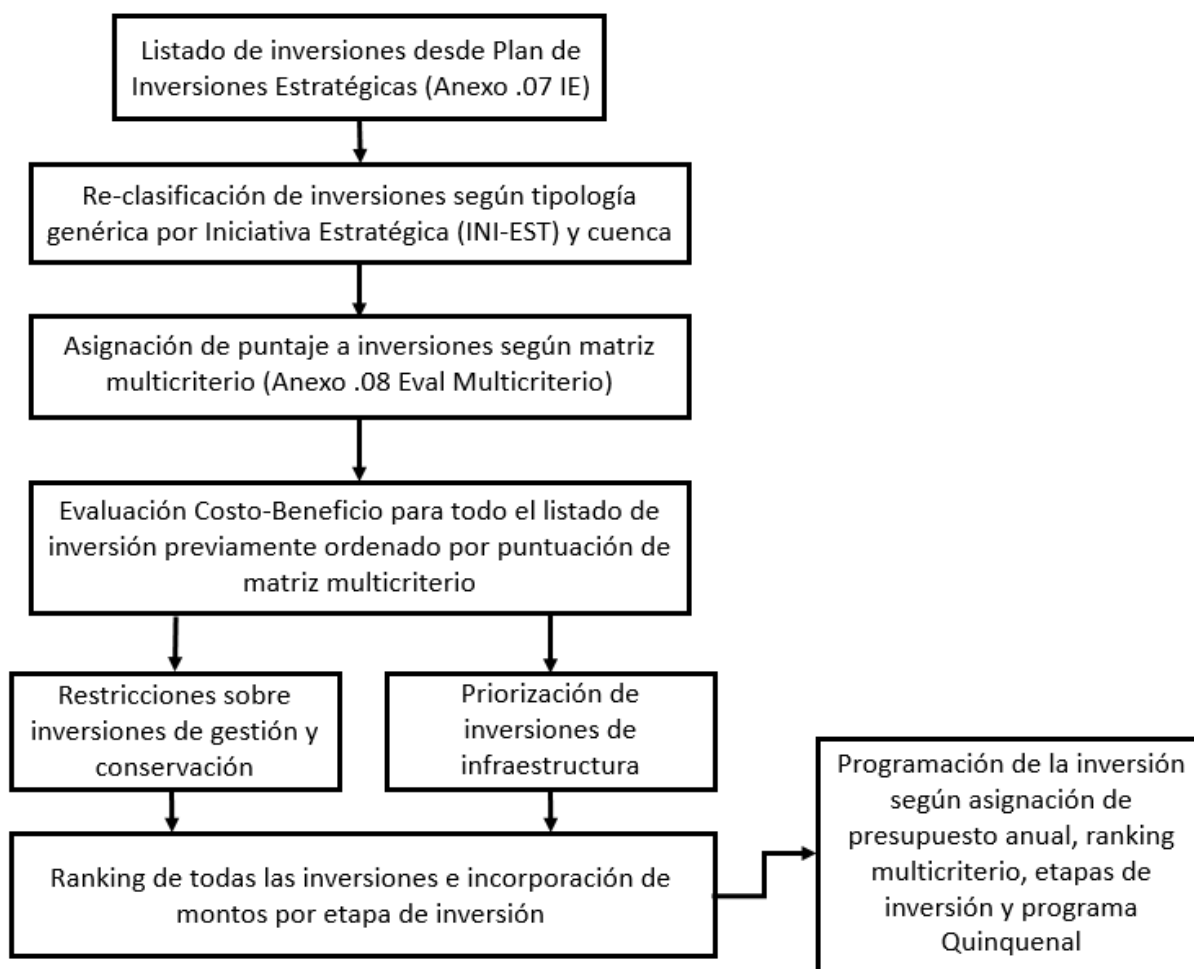
### 6.3 PRIORIZACIÓN Y CARTERA DE INVERSIONES

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 Ñuble, este equivale a \$8.000.000 (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 \$33.000.000 (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.

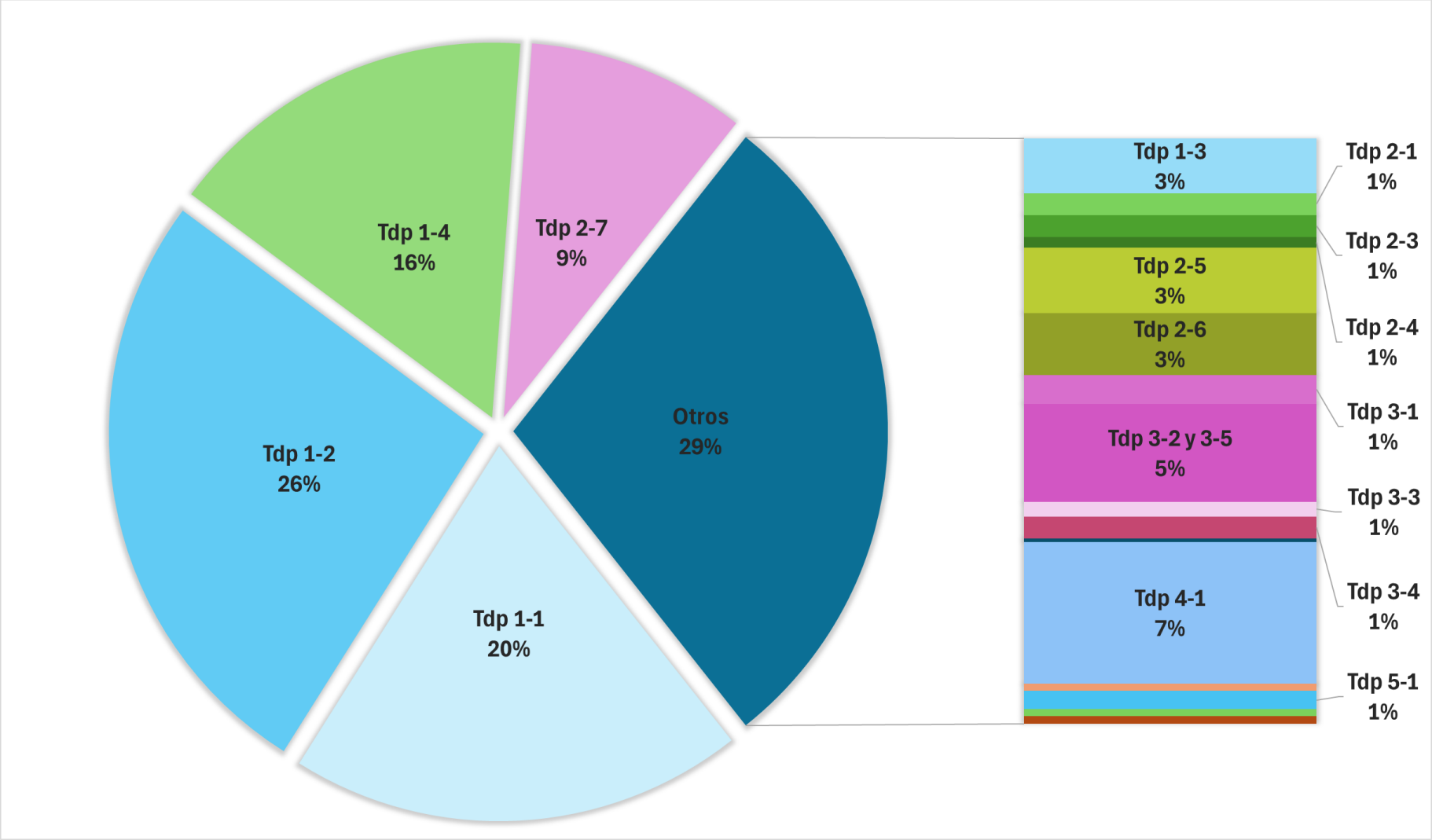
Para una revisión más detallada del procedimiento utilizado, en la Figura 6.3-1 se presenta un diagrama del proceso de priorización multicriterio y la generación de la cartera de inversión desarrollada para cada región.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.3-1 Diagrama de proceso para la generación de la cartera de inversión**

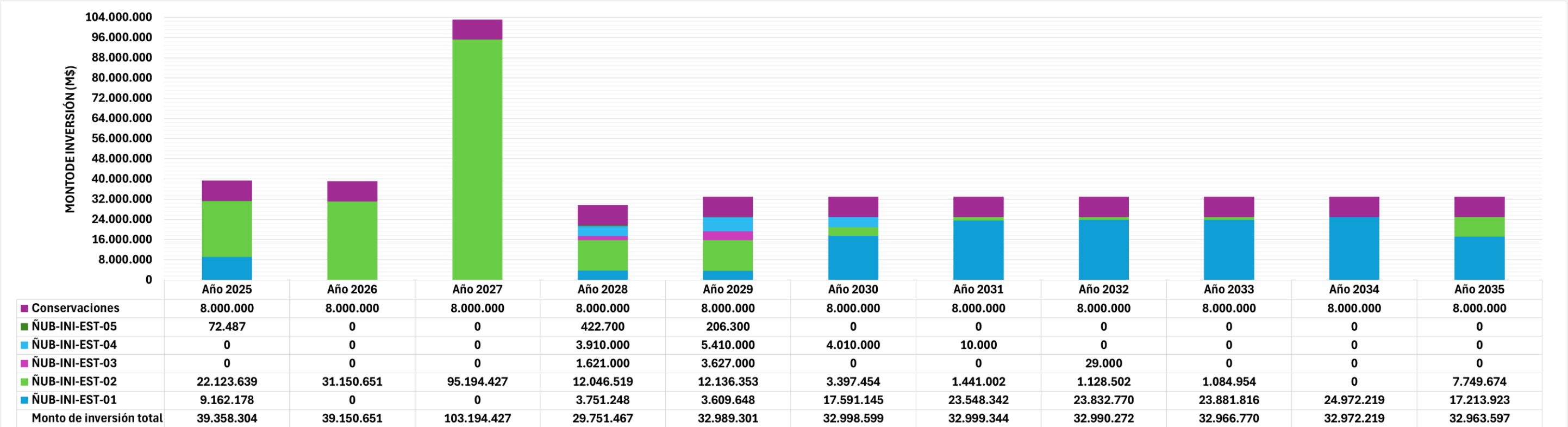
Finalmente, en la Figura 6.3-2 se presenta la cartera de inversión por tipología de proyecto, con su respectiva cantidad y porcentaje. En la Figura 6.3-3 se presenta la cartera de inversiones por cada iniciativa estratégica en la que se desarrollan. En la Figura 6.3-4 se presentan las iniciativas priorizadas por el MOP que superen el monto anual regional. En la Figura 6.3-5 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 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                                                                                                                        |
| 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

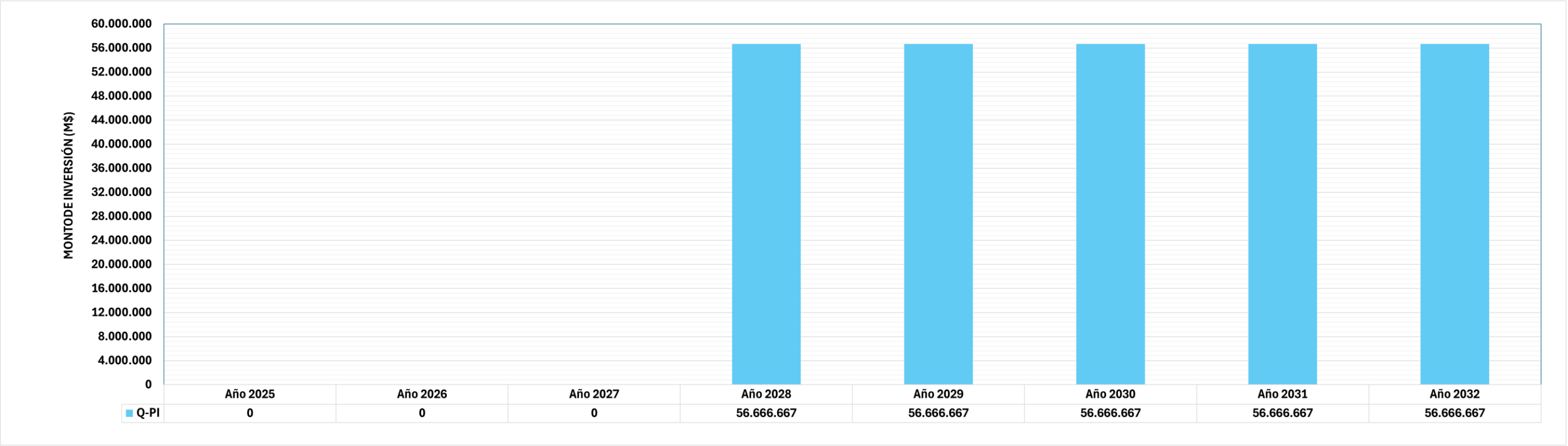
Figura 6.3-2 Composición de la cartera de inversión por tipología de proyecto para la región de Ñuble



| Leyenda    | Descripción iniciativas                                                                                                                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INI-EST-01 | Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas                                      |
| INI-EST-02 | Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en fortalecimiento agrícola                                                                    |
| INI-EST-03 | Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas                                                                 |
| INI-EST-04 | Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza                                                                    |
| 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

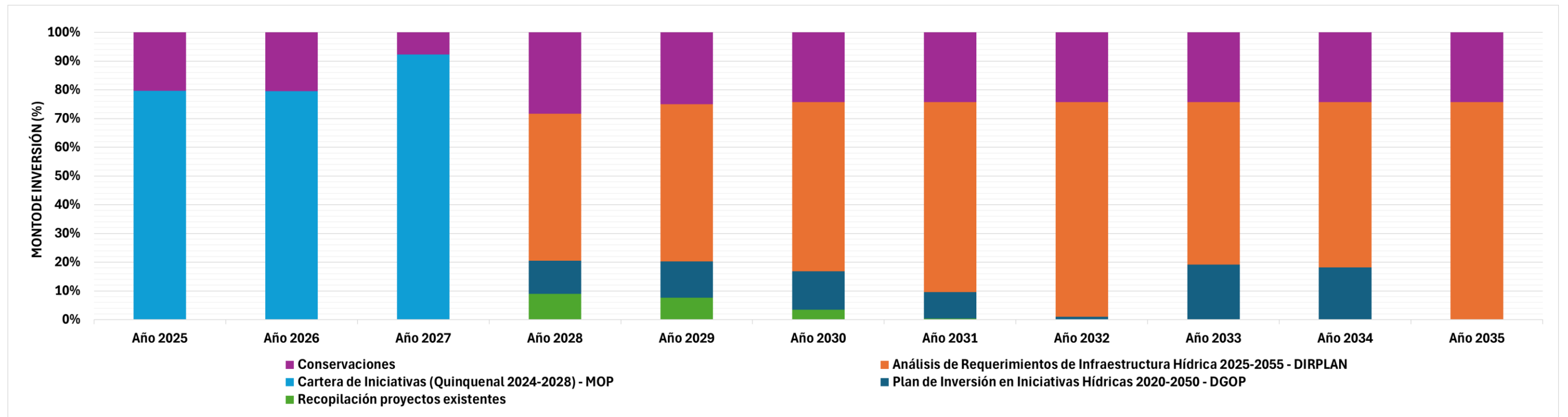
Figura 6.3-3 Cartera de inversión por tipo de iniciativa estratégica para la región de Ñuble



| Leyenda       | Descripción iniciativas      |
|---------------|------------------------------|
| Q-PIIH-CM-839 | Embalse Punilla (cuenca 081) |

Nota: Las iniciativas adicionales a la inversión regional anual fueron ajustadas al año en que debiesen ser ejecutadas si es que fuesen aprobadas por MIDESO.  
Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3-4      Iniciativas priorizadas por el MOP que superen el monto anual regional para la región de Ñuble



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.3-5 Cartera de inversión por tipo de fuente de inversión para la región de Ñuble**

---

## **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 Ñuble enfrenta un contexto territorial y socioeconómico desafiante que exige una planificación estratégica basada en la diferenciación entre sus zonas urbanas y rurales, y en la gestión eficiente de los recursos hídricos. Con una población proyectada de 538.529 habitantes para 2035, distribuida en un 69,4% en áreas urbanas y un 30,6% en zonas rurales, el envejecimiento poblacional es una tendencia marcada, especialmente en provincias como Diguillín y Punilla. La pobreza ha disminuido en los últimos años, pero aún persiste con un 12,1%, superior al promedio nacional de 6,5%, lo que refleja la necesidad de fortalecer el acceso equitativo a infraestructura y servicios básicos, especialmente en las localidades más apartadas.

El crecimiento económico de Ñuble ha superado el promedio nacional, con un PIB que ha crecido a una tasa anual del 3,49% entre 2013 y 2022, destacando sectores como el agropecuario-silvícola, el comercio y los servicios inmobiliarios. Sin embargo, la dependencia del sector agropecuario sigue siendo fuerte, con una superficie cultivada de 368.633 hectáreas, de las cuales el 62,53% corresponde a plantaciones forestales, concentradas en las cuencas del Río Itata (BNA 081) y cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata (BNA 080). La producción de frutales, especialmente arándanos, cerezas y manzanas, se ha incrementado, particularmente en las comunas de San Carlos, Coihueco y Quillón, lo que subraya la necesidad de fortalecer la eficiencia en el uso del agua para riego. Actualmente, la demanda hídrica agrícola representa el 97% del uso consuntivo del agua en la región y se espera que aumente un 48% para 2055, con una proyección de 2.320,9 Mm<sup>3</sup>/año.

La escasez de agua potable es un problema crítico, especialmente en las zonas rurales. A nivel regional, el 81,51% de las viviendas tienen acceso a agua potable a través de la red pública, con un déficit marcado en la Provincia de Itata, donde la cobertura es solo del 68,07%. En localidades como Cobquecura, Ninhue y Ránquil, la dependencia de pozos y norias sigue siendo alta, lo que evidencia la necesidad de inversión en sistemas de agua potable rural (APR). En contraste, en áreas urbanas como Chillán, San Carlos y Bulnes, el suministro está concesionado principalmente a Essbio y Aguas San Pedro, aunque el aumento de la población y la demanda creciente están generando presiones sobre las fuentes de abastecimiento.

El saneamiento también muestra importantes brechas. Solo el 21,3% de la población rural cuenta con alcantarillado, con una alta dependencia de fosas sépticas y pozos absorbentes.

En ciudades como Chillán, San Carlos y Quirihue, la cobertura de alcantarillado es superior, pero en comunas más pequeñas y rurales, como Portezuelo y Trehuaco, el acceso sigue siendo limitado. Además, la reutilización de aguas servidas tratadas es prácticamente inexistente en la región, lo que representa una oportunidad para mejorar la eficiencia hídrica en el sector agrícola y forestal.

La expansión urbana ha sido desordenada, especialmente en Chillán, Chillán Viejo y Quillón, donde se ha producido un crecimiento horizontal sin una adecuada planificación del uso del suelo. En estas áreas, la infraestructura de saneamiento y abastecimiento de agua potable está alcanzando sus límites, lo que hace urgente actualizar los Planes Reguladores Comunales y fortalecer la capacidad de las redes de distribución y alcantarillado. Solo tres comunas cuentan con Instrumentos de Planificación Territorial actualizados en la última década, lo que dificulta la gestión del crecimiento poblacional y la expansión de infraestructura.

El cambio climático representa una amenaza significativa para la seguridad hídrica de la región. Las proyecciones indican un aumento de la temperatura y una reducción del caudal de los ríos, con una disminución del 10,1% en la disponibilidad hídrica del Río Itata y del 17,8% en las cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata. Además, los incendios forestales han sido recurrentes en las comunas de Yungay, Pinto y El Carmen, mientras que las inundaciones han afectado principalmente las zonas bajas de la cuenca del Río Itata, impactando a localidades como Coelemu y Quirihue. La construcción de obras de protección de riberas y el fortalecimiento de la infraestructura de drenaje se vuelven fundamentales para mitigar estos riesgos.

La gestión eficiente del agua debe fortalecerse con una gobernanza de cuencas más integrada. Es necesario establecer modelos de gestión participativa que incluyan a agricultores, comunidades urbanas y rurales, y organismos públicos para coordinar el uso del recurso. Actualmente, el 34% del agua utilizada en la industria y la intermediación financiera proviene de otras regiones, lo que evidencia la necesidad de aumentar la autosuficiencia hídrica. La inversión en infraestructura para mejorar la eficiencia del riego en la agricultura y la modernización de las redes de distribución de agua potable en las ciudades será clave para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo.

El futuro de Ñuble depende de su capacidad para adaptarse a los desafíos del cambio climático y la escasez de agua. La modernización del sector agropecuario, la planificación territorial efectiva, la ampliación del acceso al agua potable y saneamiento, y la implementación de estrategias de mitigación ante riesgos naturales serán fundamentales para consolidar un modelo de desarrollo resiliente y sostenible en la región.

### 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 escasez de agua y la alta dependencia de fuentes hídricas externas son factores críticos para la gestión de recursos en Ñuble. El cambio climático proyecta una disminución significativa en la disponibilidad de agua en cuencas clave como el Río Itata, con una reducción esperada del 10,1% para 2055. Además, la región depende en gran medida de fuentes externas para sectores clave como la agricultura y la industria, lo que agrava la vulnerabilidad hídrica. Esto requiere decisiones estratégicas para diversificar las fuentes de agua, mejorar la eficiencia en el uso y garantizar la autosuficiencia hídrica a nivel local.
- **Crecimiento poblacional y la expansión urbana sin una planificación adecuada de la infraestructura hídrica:** El aumento proyectado de la población, especialmente en las áreas urbanas como Chillán, Chillán Viejo, y San Carlos, genera una presión significativa sobre la infraestructura hídrica y sanitaria existente. La expansión descontrolada de estos centros urbanos ha llevado a un crecimiento horizontal sin considerar la capacidad de las redes de agua potable y alcantarillado. Este factor es crítico porque si no se actualizan los Planes Reguladores Comunales y no se invierte en la ampliación y modernización de la infraestructura hídrica, la cobertura de agua potable y saneamiento podría verse afectada, especialmente en áreas rurales como la Provincia de Itata, donde la cobertura es muy baja. La toma de decisiones debe priorizar la gestión de la expansión urbana de forma sustentable, considerando las capacidades de las infraestructuras hídricas y el acceso equitativo a estos servicios.

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” [ÑUB-INI-EST-01].
- “Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en la calidad del agua” [ÑUB-INI-EST-02].

- “Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas” [ÑUB-INI-EST-03].

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 hídrica en la región de Ñuble representa un problema multidimensional de alta complejidad, con implicaciones estructurales que afectan la sostenibilidad del recurso y la estabilidad socioeconómica del territorio. La creciente discrepancia entre la disponibilidad y la demanda de agua responde a una confluencia de factores que incluyen el crecimiento demográfico, el incremento en la demanda hídrica de sectores productivos como la agricultura y la industria manufacturera, y los efectos exacerbados del cambio climático. Las

precipitaciones han mostrado una disminución sostenida, y la intensificación de eventos climáticos extremos genera un entorno de mayor volatilidad hídrica, caracterizado por sequías prolongadas seguidas de precipitaciones intensas que propician inundaciones severas.

El acceso al agua potable y a los servicios de saneamiento exhibe marcadas asimetrías entre zonas urbanas y rurales. En localidades rurales como Coihueco, San Ignacio y Quirihue, entre el 29% y el 40% de las viviendas carecen de acceso a redes de agua potable, lo que compromete las condiciones sanitarias y agrava la vulnerabilidad social. En zonas urbanas como Chillán y San Carlos, la red de abastecimiento es más estable, pero enfrenta un grado significativo de ineficiencia, con pérdidas de hasta un 36,9% debido a fugas en el sistema de distribución. En cuanto a los sistemas de saneamiento, la situación es más crítica en el sector rural, donde entre el 47,7% y el 67% de la población no dispone de infraestructura de alcantarillado, lo que contribuye a la contaminación de cuerpos de agua como el río Itata (BNA 081) y el río Diguillín (BNA 082), exacerbando la proliferación de patologías de origen hídrico. En contraste, los núcleos urbanos cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales, aunque con capacidad insuficiente para abordar el crecimiento poblacional proyectado.

La presión sobre los recursos hídricos se ve intensificada por el incremento en la demanda productiva. La agricultura, particularmente en el valle del Itata (BNA 081), experimentará un aumento del 48% en su consumo de agua hacia 2055. No obstante, la eficiencia en la aplicación de riego se mantiene en niveles subóptimos, con un promedio del 61% y variaciones significativas entre cuencas, desde un 54% en el río Maule (BNA 073) hasta un 67% en las cuencas costeras entre el límite regional y el río Itata (BNA 080). De igual modo, la industria manufacturera, con epicentro en Chillán y San Carlos, proyecta un crecimiento del 103% en su demanda hídrica, lo que podría comprometer la disponibilidad del recurso para otros sectores, incluyendo el abastecimiento humano y la conservación de ecosistemas.

La degradación de la calidad del agua constituye una problemática paralela. La contaminación de los cuerpos hídricos, impulsada por el uso indiscriminado de agroquímicos en zonas de alta producción como Bulnes, Quillón y San Nicolás, junto con la deficiente capacidad de tratamiento de aguas servidas, impacta de manera directa en la salud pública y en la sustentabilidad de actividades como la pesca y el turismo. La ausencia de regulaciones secundarias sobre calidad del agua restringe las estrategias de mitigación y restauración de cuerpos de agua afectados por procesos de eutrofización y contaminación industrial. En este contexto, humedales clave como el de Quilamapu en Chillán y los humedales costeros de Buchupureo y Cobquecura se encuentran en riesgo, debido a la reducción en los caudales y la presión derivada de la expansión urbana.

El cambio climático agrava la situación. Se proyecta una disminución en la oferta hídrica superficial de hasta un 17,8% en algunas cuencas, como el río Itata, lo que sumado a una mayor frecuencia de sequías prolongadas e inundaciones repentinas genera condiciones de alta incertidumbre para la gestión del recurso. Actualmente, solo tres comunas cuentan con planes de drenaje y captación de aguas lluvias, y no existen iniciativas concretas para infraestructura de mitigación de aluviones y remoción en masa. Aunque el Ministerio de Obras Públicas anunció en septiembre de 2023 un programa de intervención con 29 obras fluviales, la escala de estas medidas es insuficiente para abordar la magnitud del problema. El acceso equitativo al agua constituye otro desafío fundamental. La región cuenta con Juntas de Vigilancia (JV), Comunidades de Aguas (CA) y Asociaciones de Canalistas (AC), pero carece de Comunidades de Aguas Subterráneas (CAS), lo que limita la capacidad de gestión sostenible de los acuíferos. La ausencia de un modelo de gestión integrada por cuencas perpetúa la desigualdad en la distribución del recurso, afectando especialmente a las comunidades rurales que dependen de fuentes hídricas vulnerables.

Para mitigar los impactos de esta crisis, se requiere una intervención estructural con medidas prioritarias. La ampliación de la cobertura de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) es una acción fundamental, considerando la existencia de 666 arranques pendientes. Asimismo, la modernización de las redes de distribución es imperativa para reducir las pérdidas de agua y optimizar la eficiencia del sistema. En el sector agrícola, la implementación de tecnologías avanzadas de riego permitirá una gestión más eficiente y una reducción de la presión sobre los caudales superficiales y subterráneos.

Diversificar las fuentes de abastecimiento también es esencial. La ampliación de infraestructura desalinizadora, actualmente limitada a la planta de Cobquecura, debe ser priorizada, junto con estrategias de recarga artificial de acuíferos y captación de aguas lluvias. Además, el fortalecimiento de la gobernanza del agua requiere la creación de CAS y la implementación de un modelo de gestión integrada por cuencas, asegurando un reparto equitativo del recurso y una respuesta eficiente a los desafíos climáticos.

Finalmente, la protección de los ecosistemas hídricos es una condición sine qua non para la sostenibilidad del recurso a largo plazo. La restauración de humedales, la definición de caudales ecológicos mínimos y la regulación del uso de agroquímicos deben ser ejes fundamentales en la formulación de políticas hídricas, garantizando la resiliencia del territorio ante las transformaciones ambientales proyectadas.

### **7.2.2 Análisis de desafío gestionable**

La creciente presión sobre los recursos hídricos en la región de Ñuble se manifiesta en una brecha de seguridad hídrica cada vez más pronunciada. Este fenómeno es impulsado por una combinación de factores que incluyen el crecimiento demográfico, la expansión de

actividades económicas altamente demandantes de agua y la variabilidad climática. No obstante, el desarrollo de capacidades de adaptación y resiliencia permite mitigar los efectos de esta problemática mediante la implementación de estrategias orientadas a la modernización de infraestructura, la optimización de la eficiencia en el uso del agua y la mejora en la gobernanza del recurso.

El crecimiento poblacional proyectado para 2055 indica que las provincias de Itata, Punilla y Diguillín experimentarán un aumento significativo en la demanda de agua potable, con incrementos de población rural del 20% en la cuenca del Río Itata (BNA 081), 17% en las cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata (BNA 080), 16% en la cuenca del Río Maule (BNA 073) y 6% en las cuencas costeras e islas entre el Río Itata y el Río Biobío (BNA 082). A pesar de la existencia de redes de abastecimiento en las principales ciudades, como Chillán, San Carlos y Quirihue, la cobertura en áreas rurales sigue siendo deficitaria, con entre un 29% y 40% de las viviendas rurales sin acceso a agua potable, además de una brecha de información entre el 9,6% y 25,2% sobre la situación real de los sistemas de abastecimiento.

El saneamiento también presenta desafíos estructurales significativos. Mientras que Chillán y San Carlos cuentan con plantas de tratamiento de aguas servidas que operan con relativa eficiencia, localidades como Coihueco y Ninhue carecen de infraestructuras adecuadas, lo que genera impactos en la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Se estima que entre un 47,7% y 67% de la población rural no dispone de acceso a alcantarillado, lo que plantea un riesgo sanitario considerable, exacerbado por una brecha de información del 31% al 44,6% respecto a la cobertura efectiva de los sistemas de saneamiento.

En términos de distribución del agua potable, las ineficiencias del sistema son evidentes. En 2022, se reportaron pérdidas promedio del 36,9%, con las localidades de Pinto y San Ignacio superando el umbral del 50%, mientras que solo Ninhue presentó valores inferiores al 20%. La implementación de tecnologías avanzadas para el monitoreo y control de fugas, sumada a la renovación de redes de distribución, resulta crucial para reducir estas pérdidas y optimizar el aprovechamiento del recurso.

Desde una perspectiva de diversificación de fuentes de agua, la región ha comenzado a explorar alternativas como la desalación y la captación de aguas lluvias. En este sentido, la reciente puesta en operación de la primera planta desalinizadora en Cobquecura representa un hito importante, al proporcionar abastecimiento a 200 familias. No obstante, su impacto a nivel regional es marginal y se requiere una mayor inversión en estas tecnologías para lograr una incidencia sustancial. En paralelo, la cosecha de aguas lluvias ha

sido promovida en comunidades rurales de San Nicolás y Yungay, aunque su escalabilidad sigue siendo limitada debido a restricciones en la infraestructura y la gestión operativa. La eficiencia en el uso del agua varía según el sector productivo. En la agricultura, la eficiencia de aplicación de riego en Ñuble es del 61%, con valores que oscilan entre el 54% en la cuenca del Río Maule y el 67% en las cuencas Costeras entre el Límite Regional y el Río Itata. Estas cifras sugieren que aún existe un margen de mejora significativo, particularmente a través de la modernización de los sistemas de riego, la incorporación de tecnología de telemetría y el uso de riego por goteo en cultivos de alto consumo hídrico. La infraestructura de riego en la región está conformada por 5.000 km de canales, de los cuales el 93% se localiza en la cuenca del Río Itata. Mantener y mejorar esta infraestructura es fundamental para minimizar pérdidas por infiltración y evaporación.

En términos de demanda futura, se proyecta que la agricultura experimentará un incremento del 48% en su consumo de agua para 2055, mientras que la industria manufacturera registrará un aumento del 103%. En cuanto al consumo humano, se prevé un alza del 10% en la demanda de agua potable en Chillán y sus alrededores. Estas proyecciones reflejan la necesidad de implementar estrategias de gestión eficiente del recurso, tanto en entornos urbanos como rurales, para evitar episodios de estrés hídrico severo.

La infraestructura de almacenamiento hídrico desempeña un papel central en la resiliencia de la región. Actualmente, existen 189 obras de acumulación, destacando el embalse de Coihueco con una capacidad de 29 hm<sup>3</sup>. Sin embargo, los modelos hidrológicos anticipan una reducción en la oferta hídrica superficial hasta 2055, lo que podría comprometer los volúmenes embalsados. La construcción de nuevas estructuras de almacenamiento, así como la optimización de la operación de los embalses existentes, resultan estratégicas para garantizar la seguridad hídrica.

Desde el punto de vista de la gobernanza del recurso hídrico, es imprescindible fortalecer los mecanismos de regulación y control. La creación de Comunidades de Aguas Subterráneas (CAS) permitiría gestionar de manera más efectiva la extracción y uso de acuíferos, mientras que el fortalecimiento de normativas sobre derechos de agua ayudaría a evitar su sobreexplotación. Asimismo, la expansión de planes de drenaje y colección de aguas lluvias en centros urbanos como San Carlos y Bulnes contribuiría a mitigar el impacto de inundaciones, que se prevé serán más frecuentes debido al cambio climático.

Asegurar la resiliencia hídrica de la región de Ñuble requiere un enfoque integral que combine soluciones tecnológicas, regulaciones efectivas y participación de actores locales en la gestión del recurso. La implementación de estrategias de modernización de infraestructura, eficiencia hídrica y diversificación de fuentes es clave para garantizar la sostenibilidad del abastecimiento en las próximas décadas. A medida que la presión sobre

el agua se intensifica, la región debe avanzar hacia un modelo de gobernanza basado en la ciencia, la innovación y la equidad en el acceso al recurso.

### **7.2.3 Análisis de capacidad limitada**

El escenario de capacidad limitada en la región de Ñuble representa una configuración en la que, aunque la brecha de seguridad hídrica no se amplía significativamente, las restricciones en la capacidad de adaptación del sistema limitan su resiliencia frente a contingencias ambientales y socioeconómicas. La inadecuada capacidad de respuesta ante variaciones hidrológicas extremas, crisis económicas y eventos climáticos exacerbados compromete el desarrollo sostenible de la región y agudiza la vulnerabilidad de sectores estratégicos.

En términos de seguridad hídrica, la insuficiente inversión en infraestructura limita el acceso y la disponibilidad de agua potable en diversas comunidades. A pesar de las iniciativas en curso, persisten deficiencias estructurales en los sistemas sanitarios rurales, evidenciadas por la existencia de 666 arranques pendientes que afectan el suministro hídrico en localidades con alta precariedad. En el contexto urbano, la ineficiencia de los sistemas de distribución se manifiesta en pérdidas hídricas del orden del 36,9 %, con registros que superan el 50 % en comunas como Pinto y San Ignacio. Dichas pérdidas estructurales impactan negativamente en la disponibilidad efectiva del recurso, generando un desbalance crítico entre oferta y demanda en determinados periodos del año.

Desde una perspectiva económica, la actividad agropecuaria emerge como el sector más afectado ante la insuficiencia de recursos hídricos gestionados de manera eficiente. Se proyecta que la demanda de agua para riego se incremente en un 48 % para el año 2055, lo que ejercerá una presión creciente sobre las fuentes hídricas disponibles. Actualmente, la eficiencia de riego se sitúa en un 61 %, un porcentaje que refleja una gestión subóptima del recurso, con un considerable margen de mejora. Paralelamente, la industria manufacturera aumentará su demanda hídrica en un 103 %, lo que podría generar tensiones en la asignación del recurso si no se implementan estrategias de mitigación y optimización del uso del agua.

El deterioro ambiental se configura como otra de las consecuencias críticas de este escenario. La reducción estimada entre un 10 % y un 18 % en la oferta hídrica superficial acentuará la dependencia de fuentes subterráneas, lo que podría comprometer la sostenibilidad de los acuíferos. Además, la degradación progresiva de humedales y otros ecosistemas acuáticos amenaza la biodiversidad regional y reduce la capacidad natural de amortiguación de eventos climáticos extremos. La contaminación de cuerpos de agua por

residuos agroindustriales y la deficiencia en el tratamiento de aguas residuales constituyen factores adicionales que menoscaban la calidad del recurso hídrico disponible.

La gobernanza del agua en Ñuble enfrenta también dificultades significativas. La ausencia de sistemas de monitoreo en tiempo real obstaculiza la toma de decisiones informada y oportuna en materia de gestión hídrica. La coordinación entre actores públicos y privados es insuficiente, lo que limita la ejecución de políticas integrales y articuladas. Asimismo, la organización de usuarios del agua presenta deficiencias, con una baja representatividad de juntas de vigilancia y la inexistencia de comunidades de aguas subterráneas (CAS), lo que restringe la capacidad de gestión territorial.

Si no se implementan medidas correctivas, la región de Ñuble podría enfrentar una crisis de abastecimiento hídrico con efectos perjudiciales sobre la población y el desarrollo económico. La escasez de agua podría generar racionamientos en sectores urbanos y rurales, intensificando los conflictos por el uso del recurso entre sectores productivos y comunidades. El impacto en la economía podría traducirse en una desaceleración de la actividad agroindustrial y manufacturera, con una disminución de la inversión privada y la pérdida de empleos en sectores dependientes del agua. Adicionalmente, la desecación de ecosistemas estratégicos podría alterar el equilibrio hidrológico regional, exacerbando la frecuencia e intensidad de eventos climáticos adversos.

Para mitigar los impactos de este escenario, es fundamental fortalecer la infraestructura hídrica y optimizar la gestión del recurso. La modernización de los sistemas de riego mediante tecnologías avanzadas, como el riego por goteo, podría incrementar la eficiencia del riego del 61 % al 75 %, reduciendo el desperdicio de agua y mejorando la productividad agrícola. Asimismo, la rehabilitación y mantenimiento de los 5.000 kilómetros de canales de riego en la región permitiría minimizar las pérdidas hídricas por filtración.

En materia de abastecimiento, es crucial expandir la cobertura de agua potable y saneamiento, priorizando la incorporación de los 666 arranques pendientes en los SSR. También es necesario diversificar las fuentes de agua, fomentando la implementación de plantas desalinizadoras y promoviendo la cosecha de aguas lluvias en comunidades rurales, con el objetivo de reducir la presión sobre los acuíferos.

El fortalecimiento de la gobernanza hídrica resulta imprescindible para mejorar la eficiencia en la gestión del recurso. La instalación de sistemas de telemetría en los SSR y fuentes hídricas permitiría disponer de datos en tiempo real sobre disponibilidad y calidad del agua, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia. La creación de comunidades de aguas subterráneas favorecería una gestión más equitativa y planificada del recurso. Adicionalmente, la capacitación de directores y administradores de APR contribuiría a la profesionalización de la gestión del agua potable rural.

Desde una perspectiva ambiental, es imperativo establecer un plan de conservación de humedales y ecosistemas acuáticos que garantice caudales ecológicos mínimos y preserve la funcionalidad de estos ecosistemas. Además, la implementación de un programa de monitoreo de humedales permitiría evaluar su estado y definir estrategias de restauración basadas en ciencia. Finalmente, la regulación del uso de agroquímicos y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales serían acciones clave para mejorar la calidad del agua y mitigar la contaminación de los cuerpos hídricos.

A través de estas estrategias, la región de Ñuble podría avanzar hacia un modelo de seguridad hídrica más resiliente y sostenible, minimizando los riesgos del escenario de capacidad limitada y promoviendo una gestión eficiente e integrada de los recursos hídricos.

#### **7.2.4 Análisis de avance sostenible y resiliente**

La región de Ñuble se perfila como un caso paradigmático en la implementación de estrategias de gestión hídrica que armonizan las necesidades de consumo humano, actividades productivas y la conservación ecosistémica. La optimización del recurso hídrico en este contexto ha requerido la adopción de infraestructuras resilientes, innovaciones tecnológicas y marcos regulatorios que permitan la adaptación efectiva a eventos climáticos extremos, con el fin de garantizar la sustentabilidad a largo plazo de las cuencas hidrográficas y sus usos asociados.

En el campo de la seguridad hídrica, la región ha logrado avances significativos en la mitigación de la brecha de acceso a agua potable y saneamiento, particularmente en zonas rurales de las provincias de Diguillín y Punilla. Estudios previos indicaban que entre el 29% y el 40% de las viviendas rurales carecían de conexión a redes de abastecimiento de agua potable, mientras que entre el 47,7% y el 67% de la población rural en la cuenca del Río Itata (BNA 081) y en cuencas costeras entre el límite regional y el Río Itata (BNA 080) no contaban con sistemas adecuados de alcantarillado. La implementación de Sistemas Sanitarios Rurales (SSR) en localidades como San Ignacio, Pemuco y Coihueco ha resultado en una significativa expansión de la cobertura de servicios básicos. A su vez, en zonas urbanas como Chillán y Quirihue, la modernización de las redes de saneamiento ha permitido una mejora sustantiva en la gestión del recurso hídrico y la calidad ambiental.

El sector agrícola, como principal demandante de agua en la región, ha sido objeto de estrategias de optimización hídrica para reducir su impacto en la disponibilidad del recurso. En particular, la cuenca del Río Itata (BNA 081) ha experimentado un incremento del 48% en la demanda de riego, lo que ha llevado a la implementación de tecnologías avanzadas de riego, tales como sensores de humedad, sistemas de riego por goteo y telemetría de

caudales. Estas innovaciones han permitido incrementar la eficiencia en la aplicación del riego del 61% al 75%, mitigando pérdidas hídricas innecesarias. Paralelamente, la capacitación técnica a los agricultores de San Carlos y Quillón ha incentivado la adopción de cultivos más resilientes a la variabilidad climática y con menor requerimiento hídrico.

El crecimiento demográfico en las zonas rurales también ha sido un factor determinante en la planificación hídrica. Se proyecta que la población rural en las áreas con Agua Potable Rural (APR) se incremente en un 20% en la cuenca del Río Itata y en un 17% en las cuencas costeras del BNA 080. En contraste, las zonas sin APR prevén un crecimiento del 6% para 2055. Para enfrentar estos cambios, la expansión de la infraestructura hídrica ha sido prioritaria, asegurando la provisión de servicios de agua potable y saneamiento a comunidades emergentes.

Un reto estructural en la región ha sido la mitigación de las pérdidas en la distribución de agua potable. En 2022, se calculó que las pérdidas alcanzaban el 36,9% a nivel regional, con valores críticos en localidades como Pinto y San Ignacio, donde superaban el 50%. Mediante la renovación de redes de distribución y la incorporación de tecnologías de detección de fugas en ciudades como Chillán y Bulnes, se ha logrado una reducción progresiva del desperdicio hídrico, mejorando la eficiencia en el abastecimiento urbano.

El sector industrial ha sido otro actor clave en la gestión del recurso hídrico, particularmente en las comunas de San Carlos y Chillán, donde la industria manufacturera representa el segundo mayor consumidor de agua después de la agricultura. Se prevé que la demanda industrial de agua se incremente en un 103% para 2055. Para abordar esta situación, se han implementado tecnologías de recirculación y reutilización de aguas residuales en los procesos industriales, reduciendo la dependencia del recurso hídrico superficial. Asimismo, la imposición de regulaciones más estrictas en la gestión de residuos líquidos ha contribuido a minimizar la contaminación de los ríos y acuíferos de la cuenca del Río Itata (BNA 081).

Desde una perspectiva ambiental, la región ha avanzado en la conservación de humedales y ecosistemas acuáticos vulnerables. La regulación de caudales ecológicos y la restauración de humedales han sido elementos clave para garantizar la sostenibilidad de estos ecosistemas, fortaleciendo su rol en la filtración natural de agua y en la mitigación de eventos climáticos extremos. Además, la modernización de la infraestructura multipropósito, como el embalse en la comuna de Coihueco con una capacidad de 29 hectómetros cúbicos, ha permitido una regulación más efectiva de los flujos hídricos para el abastecimiento y riego.

En el contexto de adaptación al cambio climático, la implementación de estrategias de mitigación de desastres ha sido fundamental. En 2023, se anunció un plan de acción que contempla 29 obras fluviales orientadas a la protección de ríos y esteros, abarcando encauzamientos, protecciones ribereñas y la construcción de estructuras de contención

como gaviones. Estas iniciativas han reducido significativamente la vulnerabilidad de la región ante inundaciones y aluviones, protegiendo tanto los asentamientos humanos como la infraestructura estratégica.

Gracias a la implementación de estas estrategias, la región de Ñuble ha logrado consolidar un modelo de gobernanza hídrica integral, equilibrando el desarrollo económico con la preservación ambiental. La aplicación de principios de gestión adaptativa, respaldada por innovaciones tecnológicas y regulaciones efectivas, ha posicionado a la región como un referente en seguridad hídrica a nivel nacional, garantizando el acceso equitativo al agua y promoviendo un desarrollo sustentable en el largo plazo.

---

## **CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA**

---

### **8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE**

La región de Ñuble se caracteriza por su principal hoya hidrográfica, la cuenca Río Itata (BNA 081), que incluye a los ríos Ñuble y Diguillín. En esta cuenca se concentra la demanda hídrica y 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, mientras que se proyecta un aumento del 47% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola<sup>6 7</sup> y a la baja eficiencia en el riego, que se estima en un 64% promedio regional. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, con descensos del 11% en promedio. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que, las cuencas Río Maule (BNA 073), Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083) presentan estrés hídrico. Este estrés hídrico se debe a que la demanda no supera la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones en al menos una de sus fuentes, situación que podría comprometer su capacidad de provisión y resiliencia ante los efectos del cambio climático. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región<sup>8</sup>, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 95,8%, las pérdidas de los sistemas de distribución promedian<sup>9</sup> un 37%. Aunque las proyecciones de aumento de población urbana en la región son menores al 4%, la garantía de la cobertura del suministro de agua potable urbana representa un desafío. En las áreas rurales, entre el 29% y 40% de las viviendas no tienen

---

<sup>6</sup> Asociado a un aumento del 48% de la demanda hídrica de superficies de viñas, parronales y praderas mejoradas, debido principalmente a la expansión de superficie de estos cultivos y al incremento de las tasas de evapotranspiración de los cultivos.

<sup>7</sup> Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021)

<sup>8</sup> Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

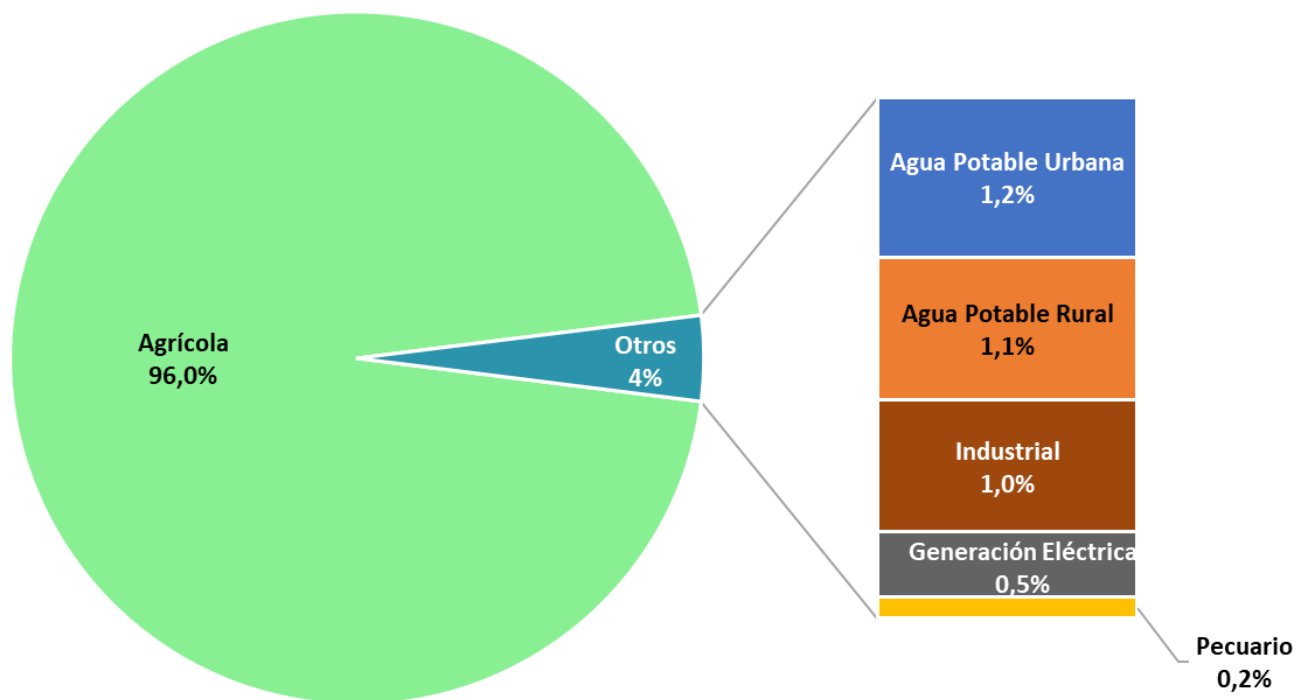
<sup>9</sup> Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

acceso a agua potable, mientras que se observan que se observan brechas de información que afectan hasta el 25.2% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, hasta un el 67% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. 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 estable, pero con oportunidades de mejora. Las eficiencias de riego varían entre el 54% y 67%, por lo que se deben proyectar mejoras en este ámbito. Se observan grandes presiones en la cuenca Río Itata (BNA 081), ya que concentra el 93% de la red de canales de la región, presenta deficiencia en sus sistemas de distribución, y se proyectan aumentos en la demanda hídrica para la cuenca, lo que dificulta la productividad y sostenibilidad agrícola e industrial de la región. Se observan limitaciones en torno a las OUs<sup>10</sup>, solo se registran JV para la cuenca Río Itata (BNA 081). La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. Existen brechas de información acerca del volumen actual embalsado, además se proyecta una disminución de la oferta hídrica superficial para todas las cuencas, esta situación 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 de menor escala en las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) y Río Itata (BNA 081).

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a altos niveles de contaminación por descargas de aguas servidas y riesgos de contaminación por actividades agrícolas e industriales. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo en todas las cuencas de la región, en particular la cuenca Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) exhibe una alta criticidad en este ámbito. Se observa la pérdida de la capacidad natural de los ecosistemas para proveer servicios ecosistémicos en todas las cuencas, debido a la falta de identificación de zonas de protección de fuentes de agua y caudales ecológicos. La mayoría de las cuencas presentan una baja protección ecosistémica. En particular, la cuenca del Río Itata (BNA 081) muestra una protección de humedales que oscila entre el 5% y el 25%, mientras que las cuencas Río Maule (BNA 073) y Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) no superan el 5% de protección de sus superficies de humedales, evidenciando la necesidad urgente de implementar medidas de conservación más efectivas. Todas las cuencas de la región presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones, con sistemas de defensa fluvial que resultan insuficientes. Además, cuentan con baja efectividad de los sistemas de drenaje de aguas lluvias, solo tres comunas de la región cuentan con planes maestros, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. Las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Itata (BNA 080) y Río Itata (BNA 081) exhiben una alta vulnerabilidad a eventos de deslizamiento de tierra debido a la inexistente infraestructura de defensa aluvional.

---

<sup>10</sup> OUs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CA: Comunidades de Aguas, AC: Asociaciones de Canalistas.



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 Ñuble**

| Código BNA | Cuenca                                      | Balance Hídrico <sup>11</sup> | Restricciones |              | Estado Balance Unificado <sup>12</sup> |
|------------|---------------------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|----------------------------------------|
|            |                                             |                               | Superficiales | Subterráneas |                                        |
| 073        | Río Maule                                   | Con recursos                  | No            | Sí           | Estrés hídrico                         |
| 074        | Costeras R. Maule – Límite Región           | Con recursos                  | No            | No           | Con recursos                           |
| 080        | Costeras entre Límite Regional – R. Itata   | Con recursos                  | No            | No           | Con recursos                           |
| 081        | Río Itata                                   | Con recursos                  | Sí            | No           | Estrés hídrico                         |
| 082        | Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío | Con recursos                  | No            | No           | Con recursos                           |
| 083        | Río Biobío                                  | Con recursos                  | Sí            | No           | Estrés hídrico                         |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> 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 Ñuble se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Maule (BNA 073), Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082) y Río Biobío (BNA 083). 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 las cuencas Río Maule (BNA 073), Río Itata (BNA 081) y Río Biobío (BNA 083). A partir de lo anterior, se identifica la necesidad de 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 del Ñuble, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, CNR, INDAP, SISS, CONAF, ESSBIO, OUAs<sup>13</sup>, servicios sanitarios, empresas agrícolas y forestales 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

---

<sup>13</sup> SEREMI MINAGRI: Secretaría Regional Ministerial del Ministerio de Agricultura; CNR: Comisión Nacional de Riegos; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CONAF: Corporación Nacional Forestal; ESSBIO: Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bio; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Aguas.

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 Ñuble, la estrategia se centra en desarrollar un sistema integral de infraestructura de recursos hídricos, que asegure el acceso al agua para consumo humano y para las actividades productivas. Este sistema busca optimizar la gestión del agua en el sector productivo a través de la integración de proyectos de infraestructura de riego, acumulación de aguas y el desarrollo de infraestructura para uso de fuentes no convencionales. También considera la promoción de planes y estrategias dirigidas al consumo humano y al riego.

## **8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO**

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región enfrenta desafíos multidimensionales de alta complejidad. Los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento presentan graves deficiencias, especialmente en las zonas rurales, situación que compromete las condiciones sanitarias, agrava la vulnerabilidad social e intensifica la contaminación de los cuerpos de agua. El incremento de la demanda hídrica agrícola (+48% para Río Itata (BNA 081)), los sistemas ineficientes de distribución de agua para el sector, sumado al crecimiento de la demanda de la industria manufacturera (+103%), agudizan la presión sobre los recursos hídricos, lo que ha comprometido la disponibilidad de este para otros sectores. El uso excesivo de agroquímicos en zonas de alta producción como Bulnes, Quillón y San Nicolás, junto con la deficiencia en el tratamiento de aguas residuales y servidas, han contaminado los cuerpos de agua de la región, afectando directamente a la salud pública y la sustentabilidad de actividades pesqueras y turismo. La carencia de un marco regulatorio imposibilita la implementación de estrategias de mitigación y restauración de ecosistemas acuáticos. La falta de planes de manejo y drenaje de aguas lluvias, obstaculizan la implementación de soluciones basadas en adaptación y mitigación, incrementando los riesgos ante eventos climáticos extremos. La ausencia de un modelo de gestión integrada por cuencas ha perpetuado la desigualdad en la distribución del recurso, afectando especialmente a las comunidades rurales que dependen de fuentes hídricas vulnerables. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado del crecimiento demográfico, la expansión de las actividades productivas altamente demandantes de agua y los efectos del cambio climático. En este escenario la región desarrolla una respuesta institucional con énfasis en medidas de adaptación y resiliencia, orientadas a la modernización de infraestructuras, optimización de la eficiencia y mejoras en la gobernanza del recurso. Si bien estas medidas han logrado mitigar los efectos de las problemáticas regionales, se requiere de un enfoque integral para lograr dar solución a los incrementos en los desafíos de seguridad hídrica. En un escenario de *Capacidad Limitada*, los desafíos de seguridad hídrica no tienen incrementos significativos, no obstante,

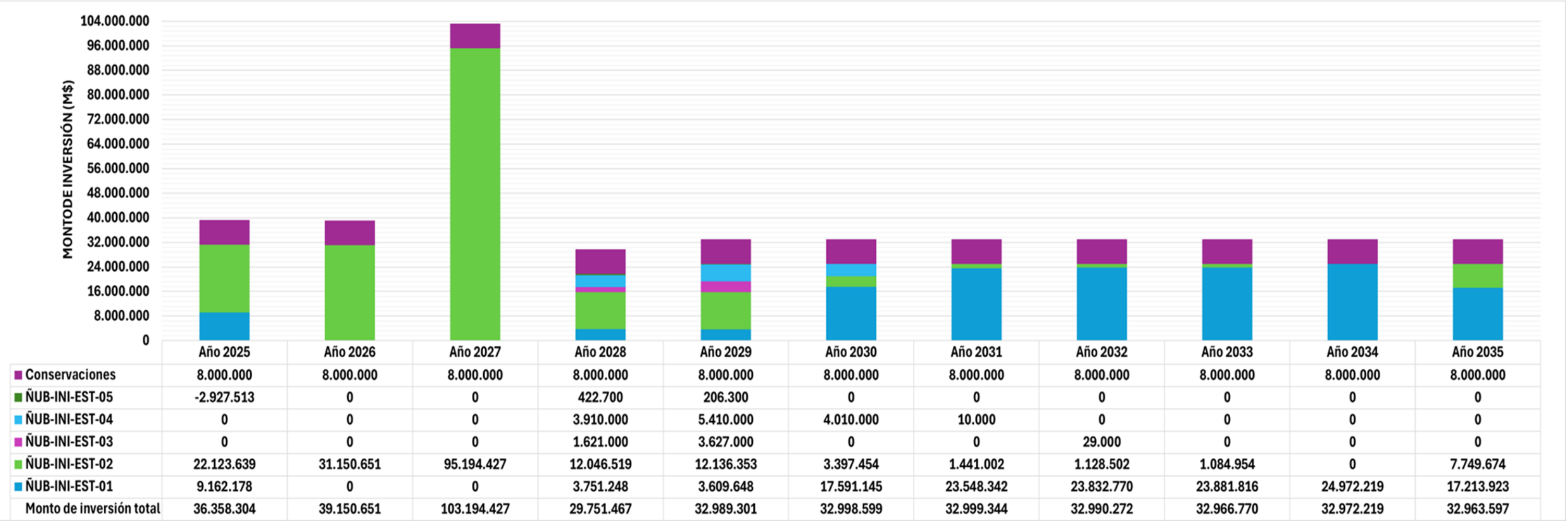
la restringida capacidad de respuesta institucional y de adaptación del sistema regional, comprometen el desarrollo sostenible de la región y agudizan la vulnerabilidad de sectores estratégicos frente a contingencias ambientales y socioeconómicas. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, se logra estabilidad mediante la implementación de estrategias de gestión hídrica que armonizan las necesidades de consumo humano, las actividades productivas y la conservación ecosistémica. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo, la región desarrolla proyectos de modernización y expansión de la infraestructura hídrica, innovaciones tecnológicas, marcos regulatorios y restauración de ecosistemas, que le permiten mejorar sustancialmente la calidad de vida, reducir las pérdidas, optimizar la asignación del recurso, garantizar la conservación de los servicios ecosistémicos y la sostenibilidad de los recursos hídricos 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                                      |
| INI-EST-02 | Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en fortalecimiento agrícola                                                                    |
| INI-EST-03 | Implementación de un sistema de seguimiento y monitoreo integral, asociado a una gestión integrada de cuencas                                                                 |
| INI-EST-04 | Obras y medidas de protección y recuperación de sistemas ecosistémicos naturales, basadas en la naturaleza                                                                    |
| 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. Por último, la iniciativa “Fuentes de Abastecimiento Sustentables para Consumo Humano y Riego” busca asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 46.549.200 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 87.000 personas, lo que permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. La inversión se encuentra distribuida principalmente en las cuencas Río Itata (BNA 081), Costeras entre Límite Región – R. Itata (BNA 080) y Río Maule (BNA 073).
- M\$ 4.534.800 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 1 km de Protección de Riberas y 1 estudios de Diagnóstico de Comportamiento Aluvial, asignados a la cuenca Río Itata (BNA 081).
- M\$ 2.886.000 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 1 km de Protección de Riberas frente a riesgos fluviales. La inversión se encuentra asignada a la cuenca Río Itata (BNA 081).
- M\$ 2.365.500 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 5 estudios de recursos hídricos y 2 estudios de riego. El 52% de la inversión está destinado a la cuenca Río Itata (BNA 081), seguido de un 31% para la cuenca Costeras e Islas entre R. Itata – R. Biobío (BNA 082) y un 18% para Costeras entre Límite Región – R. Itata (BNA 080).
- M\$ 86.567.600 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 2.000 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 143.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 427.697 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 38.000.000 m<sup>3</sup> de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 15.074.376 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 110 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 2.270.000 de inversión para el desarrollo de Regularización de Derechos de Agua en Captaciones; la Promoción y Conformación de Organizaciones de Usuarios, y el Plan de Seguimiento a Planes de Riego.

- M\$ 706.044.800 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 850 hm<sup>3</sup>/año y; M\$ 20.483.600 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 280 hectáreas.

## 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 del Valle. (2018). Obtenido de Aguas del Valle: <https://www.aguasdelvalle.cl/empresas/nosotros/plan-de-desarrollo-vigente/>
- Aguas La Serena. (2021). *Aguas La Serena*. Obtenido de <https://www.alser.cl/plan.php>
- Aguas San Pedro. (2022). ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO 2022-2037 CONCESIÓN LAS MARIPOSAS, COMUNA DE CHILLÁN, REGIÓN DE ÑUBLE. <https://www.aguassanpedro.cl/wpess/wp-content/uploads/2023/04/SC08-54-Texto-PD.pdf>.
- Aguirre, I., Maringue, J., Santibáñez, I., & Yáñez, G. (2022). El rol de la exploración geofísica en acuíferos profundos en ambientes semiurbanos y rurales en cuencas andinas de ante arco: caso de estudio en acuífero del río Ñuble, valle. *Andean Geology*, 18-54.
- Andrade, I. C. (2021). *Conflictos Socioambientales en Chile: Experiencias y perspectivas*. <http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/9963/1/Tesis%20Conflictos%20socioambientales%20en%20Chile.Image.Marked.pdf>: UDEC.
- Arancibia, K. (2022). *Análisis de factibilidad para el reúso de aguas servidas tratadas con aplicación en riego Chile*. Santiago.
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de [https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP\\_CCNN/MN\\_CCNN76/CCNN2018\\_PIB\\_REGIONAL\\_N/637899740344107786](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](https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786)
- BCN. (2023). *Clima y Vegetación Región de Ñuble*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region16/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región del Ñuble*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region16/hidrografia.htm>
- Börgel, R. (1975). *Geomorfología de Chile*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/23222>
- Börgel, R. (1975). *Geomorfología de Chile*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/23222>

- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Concesiones sanitarias: cómo se insertan 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>
- CIPER. (2023). La riesgosa insistencia en el Embalse Nueva la Punilla.
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- CNR. (2021). *Diagnóstico para el desarrollo del Riego en la comuna de San Fabián sector 6 Embalse Punilla*.  
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/1764f833-d4ea-427d-8893-3fb6f5c97319/content> .
- CNR. (2022). Obtenido de <https://www.cnr.gob.cl/comision-nacional-de-riego-estudio-infiltracion-de-aguas-subterraneas-en-canales-del-rio-diguillin/>  
<https://www.cnr.gob.cl/comision-nacional-de-riego-estudia-cuantificar-recarga-de-acuiferos-en-canales-del-rio-diguillin/>
- CONAF. (2008). *Catastro de Usos de Suelos y Vegetación* .
- Coordinador Nacional Eléctrico. (s.f.). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente. <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- CPI. (2023). *Anuncian cerca de 10 mil millones para ejecutar obras fluviales en Ñuble*. Obtenido de <https://www.infraestructurapublica.cl/anuncian-cerca-de-10-mil-millones-para-ejecutar-obras-fluviales-en-nuble/>
- Cristian Acuña, P. R. (2020). Ecología Política de las tensiones y Conflictos socioambientales en la Región de Ñuble. *Revista U. del Biobío*, <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/4769/3966>.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/>
- DGA. (2011). *Estudio Hidrogeológico Cuencas Bío Bío e Itata*.
- 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. (2019). *Diagnóstico de la Calidad de las Aguas Subterráneas de las Regiones de Ñuble y Biobío*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/sad/CQA5840.pdf>
- DGA. (2019a). *DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LAS REGIONES DE ÑUBLE Y DEL BIO BIO*. Santiago.

- DGA. (2020). *Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/asuperficiales/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2020). *Embalses - Inventarios*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/Embalses.zip>
- DGA. (2020). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Maule*.
- DGA. (2021). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Biobío*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125626>
- DGA. (2022). Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile.
- 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](https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.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](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*.
- Diario Concepción. (13 de 12 de 2023). *Diario Concepción*. Obtenido de <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2023/12/13/crisis-hidrica-en-punta-lavapie-licitan-diseno-para-primera-planta-desaladora-de-la-region.html>
- 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*.  
 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.
- elperiodista.cl. (7 de Mayo de 2021). *El periodista*. Obtenido de Ñuble: qué hay detrás de la posible crisis por monopolio de relleno sanitario y qué están haciendo las autoridades: <https://www.elperiodista.cl/2021/05/nuble-que-hay-detras-de-la-posible-crisis-por-monopolio-de-relleno-y-que-estan-haciendo-las-autoridades/>
- 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*.
- Essbio. (2023). *Essbio*. Obtenido de <https://www.essbio.cl/planes-desarrollo>
- Essbio S.A. (2022). Reporte Sostenibilidad . <https://www.essbio.cl/get-files/VTJGc2RHVmtYMS9Kb3Z3b0h5cGJ2dkFsanZoSDZ0WS84ckYxZW5qWjFXODNXeEZmQ2dQUVhhVm1nWVFsV2FUD0liekl6cGdGSDJvbknvTmxIRmhiMnJyaUM4UGFDbHNkYjBMWURLaXpCWfK9>
- 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 Ñuble. (2018). *Estrategia regional de desarrollo*.
- 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). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- INIA. (2020). *Instituto de Investigación Agropecuarias*. Obtenido de <https://www.inia.cl/>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Mardones y Garreaud. (2020). Future Changes in the Free Tropospheric Freezing Level and Rain–Snow Limit: The Case of Central Chile.
- Mardones, P. (2019 ). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- MinEnergía. (2023). *IDE Energía*. Obtenido de <https://arcgis2.minenergia.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=9af6d41356bf4b54b5dab6416edbdb23>
- MOP. (2019). *Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020 - 2050*.
- MOP. (2023). *Inventario de planes 2023*.

- ODEPA. (2020). *ODEPA - GOB*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/dpto-desarrollo-rural/politica-nacional-de-desarrollo-rural>
- 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>
- RECT. (2021). *Informe Consolidado de Emisiones y Transferencias de Contaminantes del RETC 2021*. <https://retc.mma.gob.cl/books/informe-consolidado-de-emisiones-y-transferencias-de-contaminantes-del-retc-2021-2/>.
- 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/>
- SERNAPESCA. (s.f.). *Departamento de Gestión de la información, Atención de usuarios y estadísticas sectoriales*.
- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- Siddiqi, A., Ereiqat, 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
- SIFAC II. (2023). *Sistema de Facturación Clientes y Coberturas*.
- SiSS. (2019). *Informes sector sanitario*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>
- SiSS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2022). *Informe de Gestión Sector Sanitario 2022*.
- SiSS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- SiSS. (2022). *Superintendencia de Servicios Sanitarios*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-channel.html>
- SiSS. (2023). *Informe de coberturas sanitarias 2022*. Santiago. Obtenido de [https://www.siss.gob.cl/586/articles-22927\\_recurso\\_1.pdf](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](https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf)
- Siss. (2023). *Siss*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>
- SiSS. (2023). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>

- 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.
- 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.