

**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 ARAUCANÍA

REV. 0

Preparado para:



marzo de 2025

CAPÍTULO 8 PROPUESTA DE PROSPECTIVA DE REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA HÍDRICA

8.1 SEGURIDAD HÍDRICA EN LA REGIÓN: ESTADO DEL ARTE

La región de la Araucanía se caracteriza principalmente por las cuencas Río Imperial (BNA 091) y Río Toltén (BNA 094). La demanda hídrica de la región se concentra en las cuencas Río Imperial (BNA 091), Río Toltén (BNA 094) y Río Biobío (BNA 083). 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 46% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁶ y a la baja eficiencia en el riego, que se estima en un 69% promedio regional. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Río Imperial (BNA 091), Río Toltén (BNA 094), Río Biobío (BNA 083) y Costeras entre R. Budi – R. Toltén (BNA 093).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, del orden de 0,3% a 2,4% de disminución. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que las cuencas Río Biobío (BNA 083) y Río Toltén (BNA 094) presentan un estrés hídrico. Este estrés se caracteriza por demandas que no superan la oferta disponible con un 85% de probabilidad de excedencia, junto con restricciones en al menos una de sus fuentes, lo que las vuelve más susceptibles a los impactos del cambio climático. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁷, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las áreas rurales, entre el 10% y 31% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que se observan brechas de información que afectan hasta el 24,5% de las viviendas rurales, situación que limita el desarrollo de estrategias integrales. Por otra parte, el 55% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. En las zonas urbanas la sostenibilidad del suministro presenta una

⁶ Asociado a un aumento de la demanda hídrica de superficies de praderas mejoradas, viñas y parronales, debido principalmente al incremento de la superficie y las tasas evaporación. Reducción de la superficie dedicada forrajeras permanentes, de acuerdo con las tendencias de Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; BC, 2022)

⁷ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

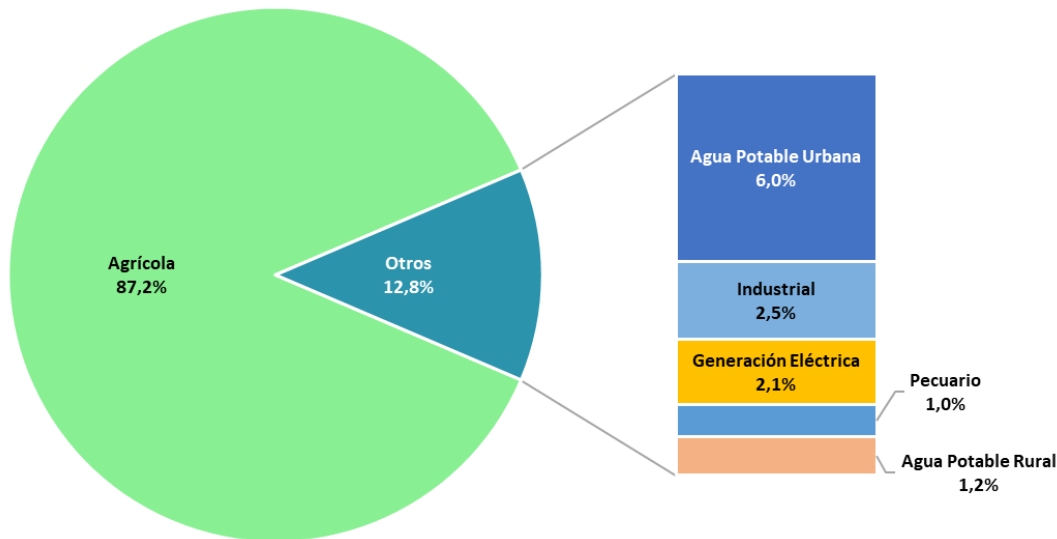
menor complejidad. La cobertura alcanza un 93%, las pérdidas⁸ de los sistemas de distribución se encuentran entre un 20% y 40%, y las tasas de crecimiento de clientes residenciales presentan descensos. Sin embargo, se visualizan oportunidades de mejora para la cobertura de agua potable urbana. En cuanto a la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua la región se encuentra en una situación de moderada complejidad, con oportunidades de mejora. Las eficiencias de riego varían entre el 56% y 77%, siendo la cuenca Río Biobío (BNA 083) la que presenta valores más bajos. Se observan grandes presiones en las cuencas Río Biobío (BNA 083) y Río Imperial (BNA 091), ya que concentran el 44% y 49% de la red de canales de la región, respectivamente. Además, se proyectan incrementos en la demanda hídrica agrícola de la región lo que afecta directamente a las cuencas anteriormente mencionadas, dificultando la productividad y sostenibilidad agrícola. Por otra parte, se proyecta un aumento del 90% en la demanda hídrica de la industria manufacturera, lo que ejercerá una presión significativa sobre la cuenca Río Toltén (BNA 094). Esta situación no solo podría comprometer la seguridad de la provisión, sino también afectar el desarrollo industrial sostenible de la región. Se observan limitaciones en torno a las OUAs⁹, a nivel regional no se identifican CAS, y para las cuencas Río Biobío (BNA 083), Río Imperial (BNA 091) y Río Toltén (BNA 094) solo se registran CA o AC. La región enfrenta limitaciones significativas en la diversificación de la matriz hídrica. Existen brecha 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 Río Imperial (BNA 091) y Río Toltén (BNA 094).

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a la existencia de brechas de información en torno a los niveles de contaminantes presentes en las aguas, lo que favorece riesgos de contaminación por agroquímicos. Se observa un deterioro de la calidad del agua para todas las cuencas debido a la insuficiente cobertura de alcantarillado, inferior al 70% en todas las cuencas, donde aproximadamente un 60% de las localidades rurales no cuenta con sistemas adecuados de tratamiento. Se observan niveles elevados de contaminantes en cuerpos de agua cercanos a zonas industriales, por lo que se visualizan riesgos de contaminación asociados a la actividad industrial. Además, se observa un bajo nivel de monitoreo especialmente en las cuencas Costeras e islas entre R. Paicaví -Límite Región (BNA 089), Costeras entre Límite Regional – R. Imperial (BNA 090), Río Budi (BNA 092) y Costeras Entre R. Budi – R. Toltén (BNA 093). Todas las cuencas, con excepción de Río Biobío (BNA 083), exhiben una protección ecosistémica menor al 5% de la superficie de sus

⁸ Para el período comprendido entre 2012 -2022.

⁹ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, JV: Juntas de Vigilancia, CAS: Comunidades de Aguas Subterráneas, CA: Comunidades de Aguas, AC: Asociaciones de Canalistas.

humedales, lo que ha llevado a la pérdida significativa de los servicios ecosistémicos, evidenciando la necesidad de medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Río Imperial (BNA 091), Río Budi (BNA 092), Costeras Entre Río Budi y Río Toltén (BNA 093) y Río Toltén (BNA 094) presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones, con sistemas de defensa fluvial resultan insuficientes, lo que agrava los impactos ante eventos de crecidas. La cuenca Río Imperial (BNA 091) presenta alta vulnerabilidad a eventos extremos como deslizamientos de tierra, con sistemas de defensa aluviales resultan insuficientes. Los sistemas de drenaje de aguas lluvias de la región presentan baja efectividad. Solo se observan planes maestros para las comunas de Temuco y Padre Las Casas.



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 La Araucanía

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹⁰	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹¹
			Superficiales	Subterráneas	
083	Río Biobío	Con recursos	Sí	No	Estrés hídrico
089	Costeras e islas entre R. Paicaví y Límite Región	Con recursos	No	No	Con recursos
090	Cuencas costeras entre Límite Regional – R. Imperial	Con recursos	No	No	Con recursos
091	Río Imperial	Con recursos	No	No	Con recursos
092	Río Budi	Con recursos	No	No	Con recursos
093	Costeras Entre Río Budi y Río Toltén	Con recursos	No	No	Con recursos
094	Río Toltén	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹⁰	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹¹
			Superficiales	Subterráneas	
095	Río Queule	Con recursos	No	No	Con recursos
101	Río Valdivia	Con recursos	No	No	Con recursos

Fuente: Elaboración propia.

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

En la región de la Araucanía se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) específicamente para las cuencas Río Biobío (BNA 083), Río Imperial (BNA 091), Río Toltén (BNA 094) y Río Valdivia (BNA 101). Paralelamente, en el ámbito productivo se han formulado Planes de Riego orientados a promover un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos destinados al riego en todas las cuencas, con excepción de Costeras e islas entre R. Paicaví – Límite Región (BNA 089). A partir de lo anterior, se identifica la necesidad de actualizar y extender el desarrollo de instrumentos de gestión, como Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) y Planes de Riego, a aquellas cuencas que carecen de herramientas similares. Para un análisis más detallado, se recomienda consultar el Capítulo 3 del Informe Nacional.

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

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

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) lidera la gestión de infraestructura hídrica mediante planificación estratégica, regulación y coordinación interinstitucional, buscando garantizar la sostenibilidad y disponibilidad de los recursos hídricos. Su Plan Nacional de Infraestructura Pública 2025-2055 (PNIP) establece una estrategia para abordar los desafíos hídricos futuros, adaptándose a cambios climáticos y socioeconómicos, promoviendo soluciones sostenibles. En la región de la Araucanía, actores como el Gobierno Regional, CNR, SISS, SEA, SMA, OUAs, SOFO, CORMA¹², SERNATUR, CONAF, CONADI, comunidades indígenas, gremios forestales, empresas hidroeléctricas, empresas agrícolas y pisciculturas, empresas sanitarias y organizaciones civiles desempeñan roles clave. Aunque el MOP destaca por su capacidad

¹² CNR: Comisión Nacional de Riego; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; SEA: Servicio de Evaluación Ambiental; SMA: Superintendencia de Medio Ambiente, OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua; SOFO: Sociedad de Fomento Agrícola; CORMA: Corporación de la Madera; SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo; CONAF: Corporación Nacional Forestal; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena.

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 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 la Araucanía, la estrategia se centra en desarrollar un sistema integral de infraestructura de recursos hídricos, que asegure el acceso equitativo a servicios de agua potable y saneamiento, priorizando a las comunidades rurales e indígenas. Este sistema busca un desarrollo territorial equilibrado y sostenible por medio de la gestión hídrica resiliente, la promoción de prácticas productivas sostenibles, la implementación de soluciones basadas en la naturaleza, la innovación y nuevas tecnologías, con una visión que incorpore la resiliencia climática.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la región se encuentra en una situación de deterioro progresivo de su seguridad hídrica. La sobreexplotación, deforestación y la variabilidad climática han generado severos impactos en la disponibilidad de los recursos, reduciendo los caudales base en las cuencas. Las deficiencias en los sistemas de distribución y en los servicios de saneamiento incrementan las brechas de seguridad hídrica, lo que ha derivado en una baja cobertura de servicios y dependencia hacia medidas de emergencias, como el uso de camiones aljibes y fosas sépticas, lo que incrementa los riesgos para la salud pública. El aumento de la demanda hídrica agrícola (+50% al 2055) y la ineficiencia de los sistemas de riego incrementan la presión sobre los recursos, lo que pone en riesgo la productividad del sector y aumenta la competencia con otros usos prioritarios. Por su parte, el incremento de la demanda manufacturera (+90% al 2055) ha aumentado la competencia por el recurso, acentuando conflictos socioambientales por su asignación, y generando incrementos en los costos asociados a la producción, poniendo en una situación de vulnerabilidad la productividad del sector industrial. El deterioro de los ecosistemas hídricos debido a la falta de protección y sobreexplotación de los recursos, ha impactado en la capacidad de regulación natural de los ecosistemas, reduciendo la resiliencia de la región frente a eventos extremos climáticos. Por su parte, la deforestación incrementa la pérdida de estos servicios ecosistémicos, incrementando los riesgos y la exposición de la región. En un escenario de *Desafío Gestionable*, los desafíos de seguridad hídrica se incrementan como resultado del

crecimiento demográfico sostenido, la expansión urbana sin planificación hídrica, la intensificación y expansión de las actividades productivas, la ausencia de infraestructura estratégica y los efectos del cambio climático. La capacidad de respuesta de la región permite implementar medidas de mitigación, mediante la identificación de estrategias prioritarias en base al impacto y viabilidad dentro de la región. Estas medidas logran evitar una crisis, sin embargo, se requiere desarrollar estrategias estructurales resilientes que logren dar soluciones integrales a los desafíos de la región. En un escenario de *Capacidad Limitada*, el estado de seguridad hídrica en la región presenta relativo equilibrio, sin incrementos significativos, sin embargo, las limitaciones de gobernanza hídrica regional impiden el desarrollo de una gestión hídrica sostenible y resiliente, a la vez que perpetúan vulnerabilidades sistemáticas, como brechas en la provisión de servicios de agua potable y saneamiento, y la escasa conservación de los ecosistemas hídricos. Si esta capacidad de respuesta se mantiene a largo plazo y los desafíos no son abordados desde un enfoque integral, la región puede entrar en un estado de crisis hídrica grave. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, se estabilizan las brechas de seguridad hídrica mediante la implementación de un modelo de gobernanza hídrica resiliente y sostenible. El modelo se fundamenta en la planificación territorial basada en cuencas y el uso de tecnologías de vanguardia para la optimización de la infraestructura. Por medio de programas de inversión sostenidos en el tiempo, articulación de políticas públicas, participación multisectorial y aplicación de enfoques de sostenibilidad, la región ha avanzado hacia la equidad en el acceso y la resiliencia del sistema hídrico, reduciendo brechas históricas en abastecimiento y saneamiento, así como asegurando la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo en la región.

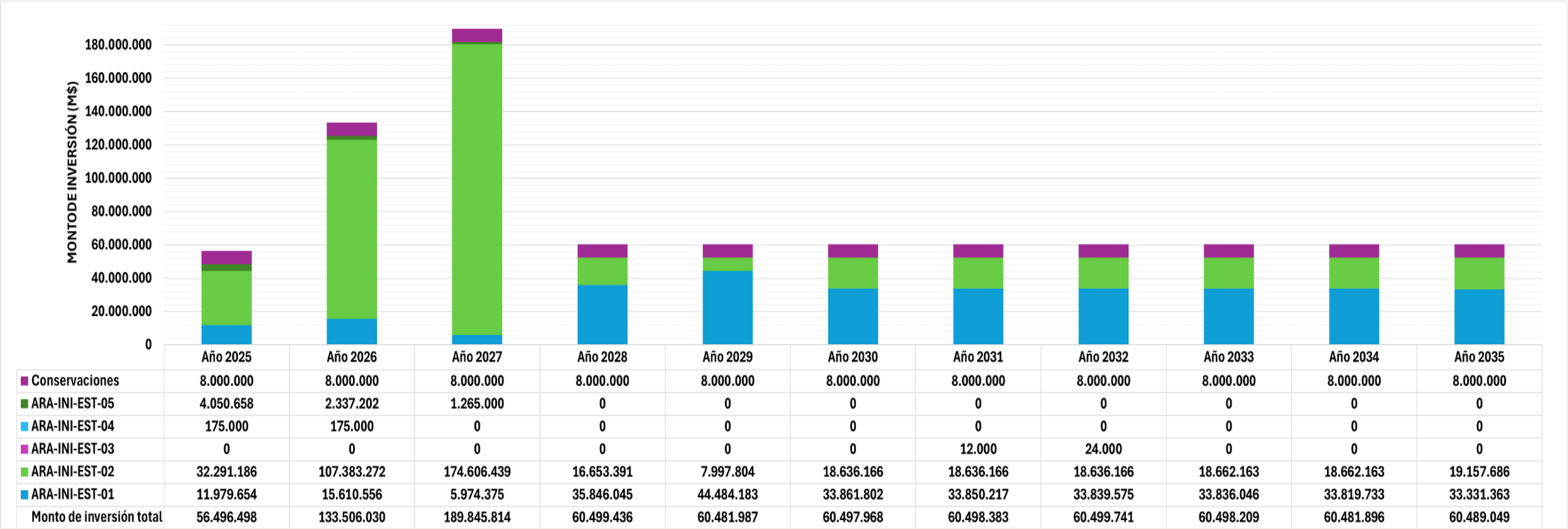
8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE

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

8.7 SOLUCIONES SINÉRGICAS PARA PROBLEMAS COMPLEJOS: INICIATIVAS ESTRATÉGICAS

Para abordar los desafíos hídricos regionales, se han desarrollado Iniciativas Estratégicas (IE), entendidas como un conjunto de acciones diversificadas que incluyen inversiones en infraestructura, medidas de gestión y propuestas de políticas públicas. Las IE buscan solucionar

problemas territoriales y contribuir al cumplimiento de la SH regional en función de una visión de desarrollo sostenible con pertinencia local. Las IE han sido priorizadas de acuerdo a los desafíos de la región, en la Figura 8.7-1 se presenta su distribución.



Leyenda	Descripción iniciativas
INI-EST-01	Ampliación, conservación y mejoramiento operacional y tecnológico de SSR en agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, con énfasis en comunidades indígenas y rurales
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego, 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 “Fuentes de Abastecimiento Sustentables para Consumo Humano y Riego” busca asegurar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. Por último, 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.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 250.548.300 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 98.200 personas distribuidas principalmente en las cuencas Río Imperial (BNA 091), Río Toltén (BNA 094) y Río Biobío (BNA 083), lo cual permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable.
- M\$ 3.300.000 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 5 estudios de riego. Un 23% de la inversión está destinado a la cuenca Río Toltén (BNA 094), seguido de un 12% para la cuenca Río Biobío (BNA 083) y un 42% se distribuye equitativamente para las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Imperial (BNA 090), Río Budi (BNA 092), Costeras Entre R. Budi – R. Toltén (BNA 093), Río Queule (BNA 095) y Río Valdivia (BNA 101).
- M\$ 1.327.500 de inversión para el Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras, con un beneficio para 1.400 personas en las cuencas Costeras entre Límite Regional – R. Imperial (BNA 090), Río Imperial (BNA 091) y Río Budi (BNA 092).
- M\$ 205.160.200 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 3.400 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 280.000 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 32.102.400 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 390 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 2.077.600 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\$ 1.435.096.700 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 140 hm³/año y; M\$ 27.731.400 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 1.200 hectáreas.
- M\$ 17.314.000 de inversión en Diseño, Construcción de Obras de Control Aluvional en Cauces y Quebradas, equivalente a 4 km de protección de riberas y 2 estudios Río Toltén (BNA 094).

- M\$ 26.863.600 de inversión para Diseño, Construcción de Obras de Mejoramiento, Reposición y Restauración de Defensas Fluviales, Manejo de Cauces y Riberas, equivalente a 6 km de protección de riberas frente a riesgos fluviales, 1 estudio de Diagnostico del Comportamiento Fluvial y 1 estudio de Diagnóstico del Comportamiento de la Ciudad frente a eventos de precipitación extrema. La inversión se encuentra asignada a las cuencas Río Imperial (BNA 091), Río Toltén (BNA 094) y Río Biobío (BNA 083).
- M\$ 9.614.000 de inversión para Diseño, Construcción y Conservación de Obras de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias, equivalente al desarrollo de 3 Planes Maestro de Aguas Lluvias y la construcción de 2 km de Canales de Aguas Lluvias. La inversión está mayoritariamente asignada a las cuencas Río Toltén (BNA 094) y Río Biobío (BNA 083), seguida por una inversión destinada a proyectos con enfoque regional.

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 Araucanía. (2022). *Memoria 2022*. Obtenido de https://www.aguasaraucania.cl/p_2-16_rse-desarrollo
- Aguas Araucanía. (2023). *Planes de Desarrollo*. Obtenido de https://www.aguasaraucania.cl/p_1-14_concesionnew
- ARCADIS. (2016). *Estudio Hidrogeológico, Región de la Araucanía*.
- ASSSI. (2023). *Aguas San Isidro*. Obtenido de <https://www.sanisidrosa.cl/planes-de-desarrollo/>
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BC. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786
- BCN. (2023). *Clima y vegetación Región de la Araucanía*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region9/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de la Araucanía*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region9/hidrografia.htm>
- Bolados A., M., Roa A., S., & Aedo A., M.-V. (2023). Análisis de las brechas e iniciativas hídricas propuestas en los planes estratégicos de gestión hídrica (PEGH): un acercamiento a la gobernanza para su implementación. *Sequía y escasez hídrica: mejoras institucionales y regulatorias en materia de aguas: IV Jornadas del régimen jurídico de las aguas*, 520.
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023, Julio). Conseciones sanitarias: cómo se incertan en el actual modelo de gestión colectiva de las aguas. *Actualidad Jurídica*(N°48). Retrieved from <https://derecho.udd.cl/actualidad-juridica/files/2023/04/aj-47-concesiones->

- sanitarias-como-se-insertan-en-el-actual-modelo-de-gestion-colectiva-de-las-aguas-natalia-dasencich.pdf
- CEN. (2022). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente. *Coordinador Eléctrico Nacional*, <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- CEN. (Enero de 2023). *Coordinador Electrico Nacional*. Obtenido de Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente: <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/#Estadisticas>
- CMPC. (2021). “Cosecha de lluvia”: el innovador sistema de captación de precipitaciones que asegura agua potable a familias de comunidades rurales de Lumaco. Obtenido de <https://www.cmpcpulp.com/Noticias/cosecha-de-lluvia-el-innovador-sistema-de-captaci243n-de-precipitaciones-que-asegura-agua-potable-a-familias-de-comunidades-rurales-de-lumaco>
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNR. (2017). *Estudio básico diagnóstico para desarrollar plan de riego en la región de la Araucanía*.
- CONAF. (2009). *Catastro de Usos de Suelo y Vegetación*.
- CONAF. (2014). Obtenido de <https://www.conaf.cl/>
- Coordinador eléctrico nacional, C. (2022). Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente. <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- DGA. (2009). *Diagnóstico y Clasificación de Sectores Acuíferos*. Santiago.
- DGA. (2017). *Actualización Balance Hídrico Nacional*.
- DGA. (2017). Diagnóstico para desarrollar plan de riego en la región de la Araucanía.
- 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. (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. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca del Río Imperial S.I.T N°475.
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las cuencas de los Ríos Toltén y Bueno*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/126220>

- DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en las Cuencas de Los Ríos Toltén y Bueno S.I.T N°486.
- DGA. (2021a). *PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE VALDIVIA*. Santiago.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Planilla resumen, Decretos de Reserva de caudales a febrero 2022*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.aspx
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : 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 de la Araucanía. (2024). *Cosecha de aguas lluvia: una apuesta para la pequeña agricultura de La Araucanía*. Obtenido de <https://www.eldiariodelaaraucania.cl/cosecha-de-aguas-lluvia-una-apuesta-para-la-pequena-agricultura-de-la-araucania-2/>
- Dictuc. (2021). *Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua*.
- DIRPLAN. (2012). *Metodología de evaluación socioeconómica ex ante de planes territoriales de infraestructura y gestión de recurso hídrico — MOP*. Santiago.
- DIRPLAN. (2024). *Estudio básico: Análisis integral Plan Director de Infraestructura 2025-2055*. Santiago.
- DOH. (2021). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/dataset/listado-de-sistemas-de-agua-potable-rural-en-chile>
- El Mostrador. (2024). *Emprendimiento turístico en la Araucanía reutiliza el 80% de sus aguas*. Obtenido de <https://www.elmostrador.cl/revista-jengibre/viajes/2024/06/03/emprendimiento-turistico-en-la-araucania-reutiliza-el-80-de-sus-aguas/>
- 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>
- FICA UFRO. (2022). *De la academia a la industria: Sistema de ratamiento para agas de recirculación de empresa Eagon*. Obtenido de <https://issuu.com/fica.ufro/docs/nuestra-muestra-2022/s/20442137>

- GORE Araucanía. (2022). *Estrategia de desarrollo regional*.
- INDH. (2020). *Mapa de Conflictos socioambientales*. Obtenido de <https://mapaconflictos.indh.cl/#/conflicto/20651>
- INE. (1997). *Censo Nacional Agropecuario*.
- INE. (2007). Informe Anual. <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/produccion-pecuaria>.
- 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>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Mardones, P. (2019). *IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ALTURA DE LA ISOTERMA 0°C SOBRE CHILE CENTRAL*. Santiago .
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de la Araucanía*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=12
- MOP. (2019). *Ánalysis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020 - 2050*.
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2021). *Plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca del río Imperial*.
- MOP. (2023). *Inventario de planes MOP*.
- MOP. (2023). *Inversión Historica MOP 1986-2023*.
- MOP. (2023). *Planamiento Mop Gob*. Obtenido de <https://planeamiento.mop.gob.cl/inversion-historica-mop/>
- ODEPA. (2022). *Catastros Frutícolas*. Santiago, Chile.
- 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/>.
- RETC. (s.f.). <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://bibliogrdr.senapred.gob.cl/handle/2012/21/recent-submissions?offset=0>
- SERNAGEOMIN. (2022). Obtenido de Anuario de la Minería de Chile : <https://www.sernageomin.cl/anuario-de-la-mineria-de-chile/>
- SERNAGEOMIN. (2022). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- Sernapesca. (2015). Anuario Estadístico. <https://www.sernapesca.cl/informes/estadisticas/>.

- SICVIR. (2020). *Sistema de Indicadores de Calidad de Vida Rural*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- Siddiqi, A., Eriqat, F., & Diaz Anadon, L. (2016). Formulating Expectations for Future Water Availability through Infrastructure Development Decisions in Arid Regions. *Systems Engineering*. doi:10.1002/sys.21337
- SISS. (2019). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SISS. (2022). *Informe de gestión del sector sanitario*. Santiago. Retrieved from https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). *Informe de coberturas sanitarias 2022*. Santiago. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22927_recurso_1.pdf
- SISS. (2023). Sistema de Facturación Clientes y Coberturas SIFAC II.
- 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>
- UCT. (2023). *UCT implementa “demostrativo” de cosechadora de agua*. Obtenido de Universidad Católica de Temuco: <https://www.uct.cl/actualidad/noticias/uct-implementa-demostrativo-de-cosechadora-de-agua/>
- UMayor. (2022). *Equipo U. Mayor implementa solución que permite recargar acuíferos afectados por la sequía*. Obtenido de Diario Mayor: <https://www.diariomayor.cl/temuco/ciencia-um/1205-equipo-u-mayor-implementa-solucion-que-permite-recargar-acuiferos-afectados-por-la-sequia.html>
- 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.