

**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 TARAPACÁ

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 Tarapacá se caracteriza por cursos de agua esporádicos debido a las condiciones de aridez que predominan en la zona, en ese sentido destacan las cuencas Altiplánicas (BNA 010) y Pampa del Tamarugal (BNA 017) por proporcionar principalmente los recursos hídricos de la región. No obstante, las demandas hídricas se sitúan predominantemente en las zonas bajas de las cuencas Pampa Del Tamarugal (BNA 017) y Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018). Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1; donde le sector minero presenta la mayor demanda, mientras que se proyecta un aumento del 17% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, atribuible principalmente a la expansión agrícola⁷, a la baja eficiencia en el riego estimada en un 57% en promedio, y a un incremento en la demanda de agua potable urbana⁸. Este incremento genera una presión significativa en la Pampa del Tamarugal (BNA 017) y en Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, siendo las más afectadas Q. Río Camarones (BNA 015) y Pampa del Tamarugal (BNA 017), con descensos del 32% y 11%, respectivamente. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que las cuencas de Pampa del Tamarugal (BNA 017), Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) y Río Loa (BNA 021) presentan un déficit hídrico estructural, con al menos una restricción de uso en sus fuentes, lo que las vuelve especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. En particular, para la cuenca Costeras Tilviche R. Los (BNA 018), el déficit se caracteriza por demandas que superan la oferta disponible con un 50% de probabilidad de excedencia, en conjunto con restricciones de uso en sus fuentes subterráneas. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁹, la sostenibilidad del suministro de agua

⁷ Asociado al aumento de superficies de viñas y parronales con un aumento en la demanda hídrica, consolidando a estos cultivos como los de mayor necesidad de agua. Reducción de la superficie dedicada a frutales y forrajeras permanentes, de acuerdo con las tendencias de Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021)

⁸ Asociado al aumento de la población de Clientes Residenciales según Censo 2017 (INE, 2017).

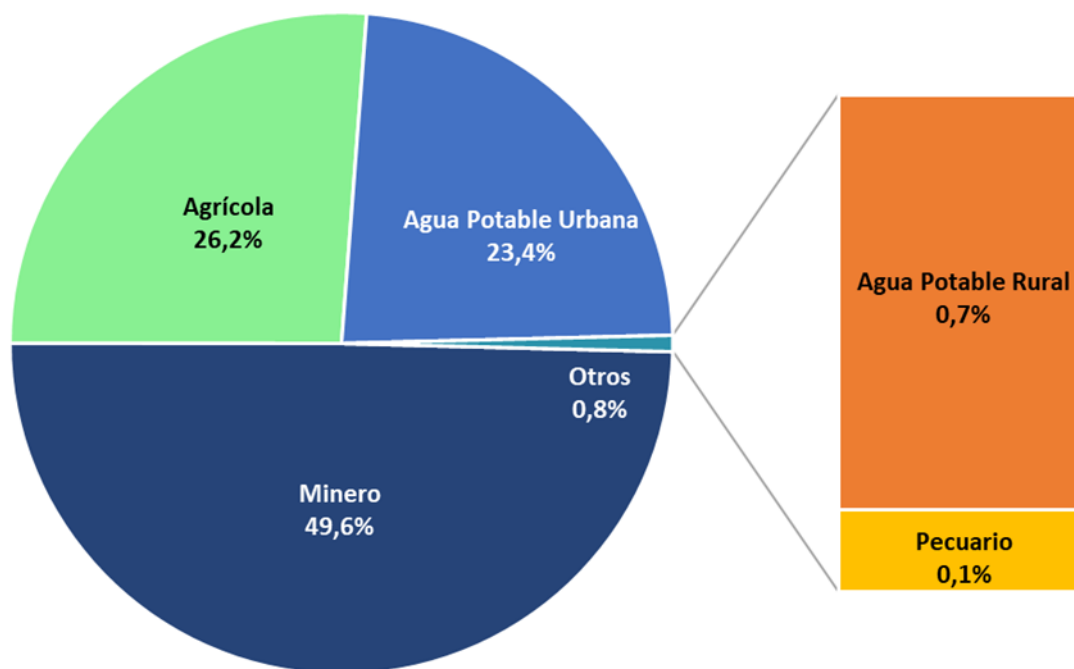
⁹ Entendidos como las brechas o problemáticas relacionadas indirectamente a la disponibilidad de agua, las cuales dificultan el cumplimiento de los objetivos de SH.

potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 95,7%, los sistemas de distribución registran pérdidas físicas del 35% en promedio¹⁰. Además, se estiman tasas de crecimiento de demanda críticas mayor a 8%, para las cuencas Pampa del Tamarugal (BNA 017) y Costeras Tilviche – R. Los (BNA 018). En las áreas rurales, entre el 15% y 35% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que la falta de información afecta hasta el 70,5% de las viviendas rurales, limitando el desarrollo de estrategias integrales. Además, el 55% de la población rural con acceso a agua potable carece de sistemas de alcantarillado. La región enfrenta limitaciones significativas en la promoción de iniciativas orientadas a incrementar la eficiencia y el uso sostenible del agua. Se estima que todas las cuencas, a excepción de Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018), presentan eficiencias de riego menores al 60%. Se observan limitaciones en torno a las Organizaciones de Usuarios de Aguas, solo se identifican Comunidades de Aguas para todas las cuencas, sin embargo, no se observa la presencia de JV, CAS y AC¹¹. Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se registran proyectos para uso de fuentes no convencionales en las cuencas Altiplánicas (BNA 010), Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) y Río Loa (BNA 021). En particular, Pampa del Tamarugal (BNA 017) presenta un estado crítico en torno al desarrollo económico, concentra más del 30% de las obras de riego de la región, existe un aumento de las demandas de agua para riego y minería, y se observa un déficit de modernización de tecnologías e innovación.

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a altos niveles de contaminación y erosión. Las cuencas exhiben una baja protección ecosistémica: mientras las cuencas Altiplánicas (BNA 010), Costeras R. Camarones – Pampa del Tamarugal (BNA 016), Pampa del Tamarugal (BNA 017) y Río Loa (BNA 021) tienen entre un 5% y 25% de su superficie de humedales protegida, las cuencas Q. Río Camarones (BNA 015) y Costeras Tilviche R. Los (BNA 018) apenas alcanzan el 5%, evidenciando la necesidad de medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Pampa del Tamarugal (BNA 017) y Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones y aluviones. Los sistemas de alerta y registros de eventos hidrológicos extremos resultan insuficientes, lo que agrava los impactos de estos eventos.

¹⁰ Para el periodo comprendido entre 2012 -2022.

¹¹ JV: Juntas de Vigilancia, CAS: Comunidades de Aguas Subterráneas, 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 Tarapacá

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹²	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹³
			Superficiales	Subterráneas	
010	Altiplánicas	Con recursos	No	Sí	Estrés hídrico
015	Q. Río Camarones	Estrés hídrico	No	No	Estrés hídrico
016	Costeras R. Camarones-Pampa del Tamarugal	Con recursos	No	No	Con recursos
017	Pampa del Tamarugal	Estrés hídrico	No	Sí	Déficit hídrico estructural
018	Costeras Tilviche-Loa	Déficit hídrico estructural	No	Sí	Déficit hídrico estructural
021	Río Loa	Con recursos	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural

Fuente: Elaboración propia.

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

En la región de Tarapacá se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) en las cuencas Pampa del Tamarugal (BNA 017) y Río Loa (BNA 021). Paralelamente, en el ámbito productivo se han formulado Planes de Riego en todas las cuencas de la región, orientados a promover un uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos destinados al

¹² 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.

¹³ 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.

riego. Sin embargo, se identifica la necesidad de extender el desarrollo y actualización de estos instrumentos de gestión, tanto de 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 Tarapacá, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, INDAP, CNR, CONAF, CONADI, SISS, OUs¹⁴, empresas sanitarias, empresas mineras, agricultores y empresas agrícolas 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 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 Tarapacá la estrategia se centra en desarrollar una gestión integral de los recursos hídricos, a través de la implementación de infraestructura resiliente e innovadora, promoviendo el uso de nuevas fuentes, la participación activa de los usuarios de agua y la optimización de su uso en los sistemas productivos. Las políticas y proyectos tienen principios de sostenibilidad, mitigación

¹⁴ SEREMI MINAGRI: Secretaría Ministerial Regional del Ministerio de Agricultura; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; CNR: Comisión Nacional de Riego; CONAF: Corporación Nacional Forestal; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; OUs: Organizaciones de Usuarios de Agua.

y adaptación al cambio climático, con un enfoque en acciones se adapten a las particularidades territoriales y promuevan soluciones de largo plazo.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, el crecimiento demográfico y la deficiente planificación aumentan la demanda hídrica urbana, exacerbando las brechas de accesos al agua potable, principalmente en la cuenca Pampa del Tamarugal (BNA 017). Las pérdidas de distribución alcanzan 35% en localidades costeras como Pisagua, agravadas por la ausencia de alcantarillado periurbano y rurales, que asciende a 55%. La baja eficiencia de riego del 57% a nivel regional y una demanda minera proyectada en +14% al año 2055, limita la productividad agrícola y pondrán en riesgo la continuidad de proyectos mineros. La vulnerabilidad se acentúa por la disminución sostenida en la disponibilidad de agua superficial y subterránea (afectando especialmente al Salar del Huasco en la cuenca Altiplánicas (BNA 010)), la contaminación de fuentes hídricas subterráneas se incrementa debido a la degradación del suelo y el uso intensivo de agroquímicos, comprometiendo la sostenibilidad de la región. En un escenario de *Desafío Gestionable*, mantiene la capacidad de respuesta institucional, sin embargo, la deficiente infraestructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento, perpetúan la inequidad en el acceso. La creciente demanda minera agudiza conflictos de asignación de recursos con la actividad agrícola de la región. Se prioriza la modernización de infraestructura existente, la implementación de tecnologías para optimizar la eficiencia y medidas de reutilización. Un escenario de *Capacidad Limitada*, si bien evita incrementos abruptos en los desafíos de seguridad hídrica regionales, las limitaciones institucionales y deficiencias en la gobernanza del agua inciden en la desigualdad en el acceso al agua potable y saneamiento, comprometen la sostenibilidad de los ecosistemas hídricos debido a la contaminación y sobreexplotación, acentuando la presión sobre los recursos hídricos. Finalmente, un escenario de *Avance Sostenible*, logra estabilidad mediante políticas integradas, reducción de pérdidas hídricas, conservación de humedales (<5% protegidos), implementación de infraestructura resiliente y tecnologías innovadoras, asegurando caudales ecológicos y la sostenibilidad productiva. Este modelo de gestión hídrica posiciona a Tarapacá como un referente en la adaptación al cambio climático y la eficiencia en la utilización del agua, asegurando que las futuras generaciones dispongan de un recurso estratégico para su desarrollo y bienestar.

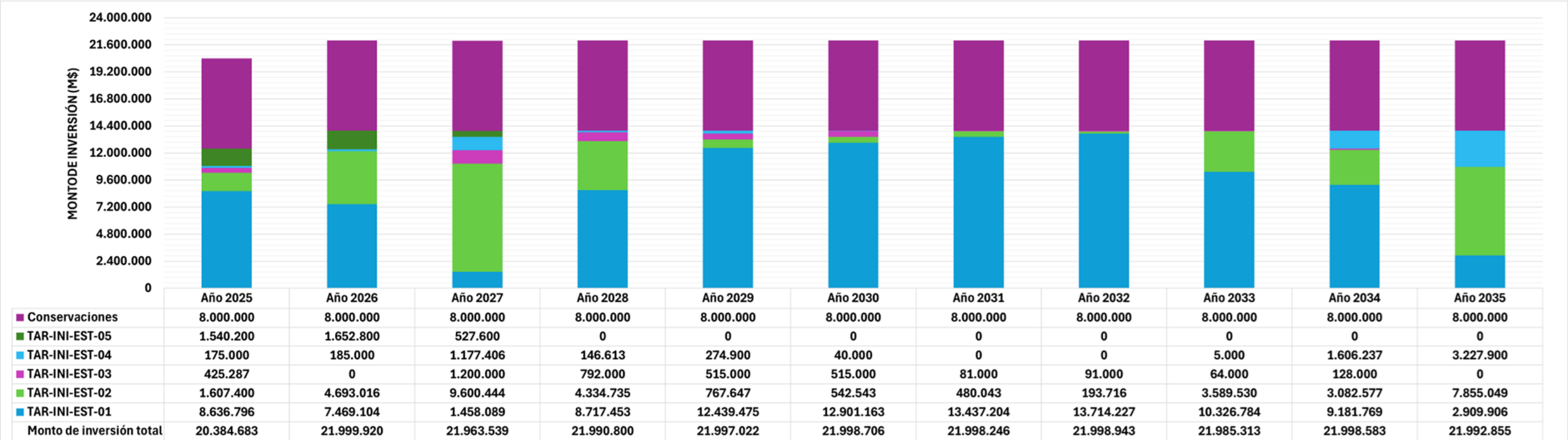
8.6 ADAPTACIÓN COMO CAMINO PARA NAVEGAR LA INCERTIDUMBRE

El desarrollo de una planificación estratégica integral y sostenible es clave para abordar los desafíos regionales mencionados en los acápite 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 la calidad del agua
INI-EST-02	Fuentes de abastecimiento sustentables para consumo humano y riego con énfasis en la calidad del agua
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 con énfasis en las aguas subterráneas
INI-EST-05	Sistema integral de infraestructura resiliente en cauces y quebradas para la seguridad territorial y protección de la población, además del manejo de los flujos excedentes del invierno altiplánico

Fuente: Elaboración propia.

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 “Ampliación, Conservación y Mejoramiento Operacional y Tecnológico de SSR en Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas”, tiene por objetivo garantizar el saneamiento de los servicios sanitarios.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 41.526.800 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 12.000 personas distribuidas en las cuencas: Pampa Del Tamarugal (BNA 017), que equivale al 32% de la inversión; Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) con un 30% de la inversión; Altiplánicas (BNA 10) que equivale al 25% de la inversión; y Río Loa (BNA 21) con 13% de la inversión para este ítem. Esta inversión permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable.
- M\$ 1.960.000 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 7 estudios de recursos hídricos. El 43% de la inversión se concentra en estudios para la cuenca Pampa del Tamarugal (BNA 017), un 29% para cuenca Río Loa (BNA 021), el 28% restante se reparte equitativamente entre las cuencas Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) y Costeras R. Camarones – Pampa del Tamarugal (BNA 016).
- M\$ 1.142.900 de inversión para el Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras, con un beneficio para 990 personas en la cuenca Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018).
- M\$ 23.491.600 de inversión para Mejorar la Eficiencia en el Uso del Agua a través del Fomento de Eficiencia Hídrica en Riego, beneficiando a más de 229 ha a nivel regional; y el Fomento de Eficiencia Hídrica en Agua Potable beneficiando a más de 23.600 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 30.323.700 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 46.000.000 m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 16.411.400 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. La cuenca Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018) reúne el 81% de la inversión para este ítem.
- M\$ 310.000 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, con enfoque a escala regional.
- M\$ 4.374.400 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 19 hectáreas.

- M\$ 48.451.200 de inversión para el Diseño y Construcción de Sistemas de Saneamiento Rural, con un beneficio para más de 23.000 personas, lo que permitirá reducir la brecha de acceso al tratamiento de aguas servidas y riesgos de contaminación biológica del agua. El 45% de la inversión se reúne en proyectos para la cuenca Pampa del Tamarugal (BNA 017), un 26% para la cuenca Costeras Tilviche – R. Loa (BNA 018), un 21% para la cuenca Altiplánicas (BNA 010) y por último un 9% de la inversión para la cuenca Río Loa (BNA 021).

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

- (CEN), C. E. (2023). *Reportes, Estadísticas y Plataformas de Uso Frecuente*. Santiago. Obtenido de <https://www.coordinador.cl/reportes-y-estadisticas/>.
- Abarca Silva, M. (2018). *Conformación del control del Agua Potable Rural (APR), a partir de la implementación de plantas desalinizadoras, según concepción del ciclo hidrosocial, en las localidades de Michilla y Paposo, Región de Antofagasta*. Santiago: Universidad de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Acuicultura, R. N. (s.f.).
- Acuicultura, R. N. (s.f.). *RNA*.
- Aguas del Altiplano. (2023). *Aguas del Altiplano*. Obtenido de https://www.aguasdelaltiplano.cl/p_238-252_concesionnew
- Aguas del Antiplano. (2022). *Memoria Aguas del Altiplano*. https://www.aguasdelaltiplano.cl/recursos-ada/Memorias/Memoria%20Aguas%20del%20Altiplano_2022.pdf.
- 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>
- Amado, C. (2019). *PERCEPCIONES DE USO DEL AGUA Y EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LOS ALMNOS DE ENSEÑANZA MEDIA DE LA COMUNA DE PICA*. Universidad de Chile.
- 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 Tarapacá*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region1/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de Tarapacá*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region1/hidrografia.htm>
- BDE. (2022). *Cuentas Nacionales*. Obtenido de https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_N/637899740344107786

- 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.
- Cantillana, R. (2018). Conflictos por el agua en sus dimensiones sociales y culturales: política de Estado y gestión comunitaria en Tarapacá, Chile. *Estudios Socioterritoriales vol.23 Tandil jun. 2018*.
- CASEN. (2023). *Resumen de resultados: Pobreza por ingresos, pobreza multidimensional y distribución de los ingresos*.
- Celedón, N. D. (2023). Conseciones sanitarias: Como se incertan en el actual modelo de gestión colectiva de las aguas. *Actualidad Juridica*.
- CEN. (2024). *Coordinador Electrico Nacional*. Obtenido de <https://www.coordinador.cl/desarrollo/graficos/planificacion-de-la-transmision/oferta-proyectada/>
- CIDERH. (2013). *Recursos Hídricos Región de Tarapacá*.
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNR. (2016). Planes de Riego, Elqui, Limarí y Choapa-Quilimarí.
- CNR. (2017). *Estudio Básico: Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en la Región de Tarapacá*.
- CNR. (2019). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR - Bocatomas*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- CNR. (2020). *Mapa y Fichas de Infraestructura de Riego y Catastros - Levantamiento de información CNR - Canales*. Obtenido de <https://esiir.cnr.gob.cl/>
- Cobre, C. C. (2023). *Infraestructura Hídrica Compartida*.
- COCHILCO. (2018). *Anuario de la Minería de Chile*. Obtenido de https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf
- COCHILCO. (2022). *Agua en la minería del cobre*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cochilco.cl/Listado%20Temtico/Agua%20en%20la%20miner%C3%ADa%20del%20cobre.pdf>
- COCHILCO. (2023). *Infraestructura hídrica compartida*.
- CONAF. (2014). Obtenido de <https://www.conaf.cl/>
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositoriiodga/>
- DGA. (1992). *Plan Maestro de Recursos Hídricos*.
- DGA. (2016). *Embalses - Inventarios*. Recuperado el 2024, de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/Embalses.zip>

- DGA. (2020). Plan Estratégicos de Gestión Hídrica.
- DGA. (2021). *Diagnóstico Hidrogeológico del Acuífero del Río Camarones, Región de Arica y Parinacota*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/PIA/handle/20.500.13000/125421>
- 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 de la Pampa del Tamarugal S.I.T. N°473.
- DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de la Pampa del Tamarugal S.I.T. N°473.
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del Río Lluta*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125586>
- DGA. (2021a). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del Río Loa*. Santiago.
- DGA. (2022). *Actualización Balance Hídrico Nacional*. Santiago.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*.
- DGA. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro público de aguas*. Obtenido de Derechos concedidos I: https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2023). *Zonas de prohibición*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/zonadeprohibicion.aspx>
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- Diario el Día . (2023). *Preocupa lento avance en proyectos de embalses ante extrema sequía en la región*. Recuperado el 08 de Enero de 2024, de <https://www.diarioeldia.cl/economia/2023/6/22/preocupa-lento-avance-en-proyectos-de-embalses-ante-extrema-sequia-en-la-region-102126.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*. 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. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- DOH. (2023). *Listado de Servicios Sanitarios Rurales*. Santiago, Chile.
- EM-DAT. (2024). *The international disaster database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- GORE Atacama. (2020). *Estrategia regional de innovación*.
- GORE Coquimbo. (2020). *Estrategias Regional del Desarrollo*. <https://www.gorecoquimbo.cl/estrategia-regional-de-desarrollo/gorecoquimbo/2015-05-08/164205.html>.
- 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. (2020). *SICVIR*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/herramientas/portal-de-mapas/sicvir>
- INE. (2021). *Censo Agropecuario*. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios>
- INE. (2021). *VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*. Santiago, Chile. Obtenido de <https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario>
- INE. (2024). *Generación y distribución de energía eléctrica*.
- INIA. (2023). *Expertos en materia hídrica avanzan en programa piloto de recarga de acuíferos en Pan de Azúcar*. Obtenido de <https://www.inia.cl/2022/03/23/expertos-en-materia-hidrica-avanzan-en-programa-piloto-de-recarga-de-acuiferos-en-pan-de-azucar/>
- Lempert, R. (2019). Robust Decision Making (RDM). En V. Marchau, W. Walker, P. Bloemen, & S. Popper, *Decision Making under Deep Uncertainty*. Springer, Cham.
- Manuel Méndez, H. R. (2020). Territorios hidrosociales en las geografías altoandinas del Norte de Chile: Modernización y Conflictos en la Región de Tarapacá. *Open Editions Journal*, DOI: <https://doi.org/10.4000/ideas.7512>.
- Mardones y Garreaud. (2020). Future Changes in the Free Tropospheric Freezing Level and Rain–Snow Limit: The Case of Central Chile.

- Maureira, G. (2013). *Alteración Hidrotermal y Geoquímica de las Aguas Termales en el Área de la Conseción Geoterminca Licancura III*.
- MINENERGIA. (2019). *Informe Balance Nacional de Energía* . Santiago.
- MOP. (2005). *Decreto 743* .
- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Tarapacá*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=3
- MOP. (2018). *Plan Chile 30/30*.
- MOP. (2019). *ANÁLISIS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN HÍDRICA*.
- MOP. (2019). *Análisis de inversión en infraestructura y Gestión Hídrica 2020-2050*.
- MOP. (2023). *Inventario de Planes MOP 2023*. Obtenido de Plan de Infraestructura para Caletas Rurales Región de Coquimbo: https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/inventarioplanes/Documents/Inventario_de_Planes_MOP_2023.pdf
- MOP. (2023). *Inversión Historica MOP 1986-2023*.
- ODEPA. (2021). Obtenido de Resultados del VII Censo Agropecuario y Forestal: <https://www.odepa.gob.cl/contenidos-rubro/estadisticas/estadisticas-productivas/resultados-del-viii-censo-agropecuario-y-forestal>
- ODEPA. (2022). *Catastros Frutícolas*. Santiago, Chile.
- PNDR. (2020). *ODEPA*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/dpto-desarrollo-rural/politica-nacional-de-desarrollo-rural>
- 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>
- Sara Larraín, P. P. (2010). *Conflictos por el agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del Mercado*.
- 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/>
- SERNAGEOMIN. (2022a). *Anuario De La Minería De Chile* .
- SERNAGEOMIN. (2023). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- SERNAGEOMIN. (2024). *Servicio Naciona de Geología y Minería*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/>
- SERNAPESCA. (2024). *Registro Nacional de Acuicultura (RNA)*. Obtenido de Solicitud por Ley de Transparencia: Catastro empresas y cosecha historica:

- <https://www.sernapesca.cl/preguntas-frecuentes/registro-nacional-de-acuicultura-rna/>
- SERNATUR. (Febrero de 2024). *Big data para el turismo interno*. Obtenido de Principales destinos turísticos: <https://www.sernatur.cl/dataturismo/big-data-turismo-interno/>
- 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
- 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 2022*. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SiSS. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>
- SiSS. (2022). *Sistema de Facturación Clientes y Coberturas SIFAC II*.
- SiSS. (2022). *Sistema de Gestión Unidad Información - PTAS*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023). *Informe de coberturas sanitarias 2022*. Santiago. Obtenido de https://www.siss.gob.cl/586/articles-22927_recurso_1.pdf
- SiSS. (2023). *Informe de gestión del sector sanitario 2022*. Santiago. Retrieved from https://www.siss.gob.cl/586/articles-22969_recurso_1.pdf
- SiSS. (2023). Planes de desarrollo vigentes. <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>.
- SiSS. (2023). Sistema de Facturación Clientes y Coberturas SIFAC II.
- SiSS. (2023). *Sistema de Gestión Unidad Información*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023). *Sistema de Gestión Unidad Información - Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SiSS. (2023). *Territorios Operacionales*. Obtenido de <https://sit.siss.gob.cl/>
- SQM. (2018). *Reporte de ejecución de medidas urgentes y transitorias periodo diciembre 2017 a marzo 2018*.
- SQM. (2023). *EIA Modificación parcial del sistema de reinyección en los puquios de Llamara*.
- Subdere. (2023). *División Política Administrativa 2023*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>
- Subpesca. (2019). *Pescadores de caleta Chanavaya contarán con planta desalinizadora que entregará 10 mil litros diarios de agua potable*. Obtenido de <https://www.subpesca.cl/portal/617/w3-article-104073.html>
- Tarapacá, G. R. (2022). *Vecinas y vecinos ponen en marcha planta desalinizadora en caleta San Marcos*. Obtenido de <https://www.goretarapaca.gov.cl/vecinas-y-vecinos-ponen-en-marcha-planta-desalinizadora-en-caleta-san-marcos/>
- Tarapacá, S. R. (2013). *Levantán estanque de Agua Potable en Chanavayita*. Obtenido de <https://tarapaca.mop.gob.cl/levantan-estanque-de-agua-potable-en-chanavayita/>

- Varas, E., & Sandoval, J. (s.f.). *Riego por tendido*.
- 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.