

**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 ATACAMA

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

En la región de Atacama destacan las cuencas Río Salado (BNA 032), Río Copiapó (BNA 034) y Río Huasco (BNA 038) como hoyas hidrográficas de gran extensión donde se concentra principalmente la población, cumpliendo un rol importante en el abastecimiento de agua para el consumo humano, actividades agroindustriales y mineras. Las demandas consuntivas para el año 2023 se distribuyen de acuerdo a la Figura 8.1-1; donde el sector agrícola presenta la mayor demanda, mientras que se proyecta un aumento del 29% en las demandas consuntivas hacia el año 2055, asociado principalmente a la expansión agrícola⁷, a la baja eficiencia en el riego, que se estima en un 59% promedio regional, y al incremento en la demanda del industrial. Este incremento genera una presión significativa en las cuencas Costeras e Islas R. Salado – R. Copiapó (BNA 033), Río Copiapó (BNA 034) y Costeras entre R. Copiapó – Q. Totoral (BNA 035).

De manera simultánea, se espera una reducción generalizada de los caudales en las cuencas regionales, siendo las más afectadas Endorreicas entre Frontera y V. Pacífico (BNA 030), Río Salado (BNA 032) y Río Copiapó (BNA 034), con descensos del 66%, 28% y 35%, respectivamente. El balance hídrico estructural (Tabla 8.1-1) evidencia que, con excepción de Costeras Pan de Azúcar – R. Salado (BNA 031), todas las cuencas presentan un déficit hídrico estructural, donde las cuencas Endorreicas entre Frontera y V. Pacífico (BNA 030), Río Copiapó (BNA 034), Q. Totoral – C. hasta Q. Carrizal (BNA 036), Q. Carrizal – Costeras hasta R. Huasco (BNA 037) y Río Huasco (BNA 038), presentan al menos una restricción de uso en sus fuentes, lo que las vuelve especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático. El déficit hídrico está caracterizado por demandas que superan la oferta disponible con un 50% de probabilidad

⁷ Asociado al aumento de superficies de praderas mejoradas, viñedos 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 Censos Agropecuarios de los años 1997, 2007 y 2021 (INE, 2007; INE, 2021).

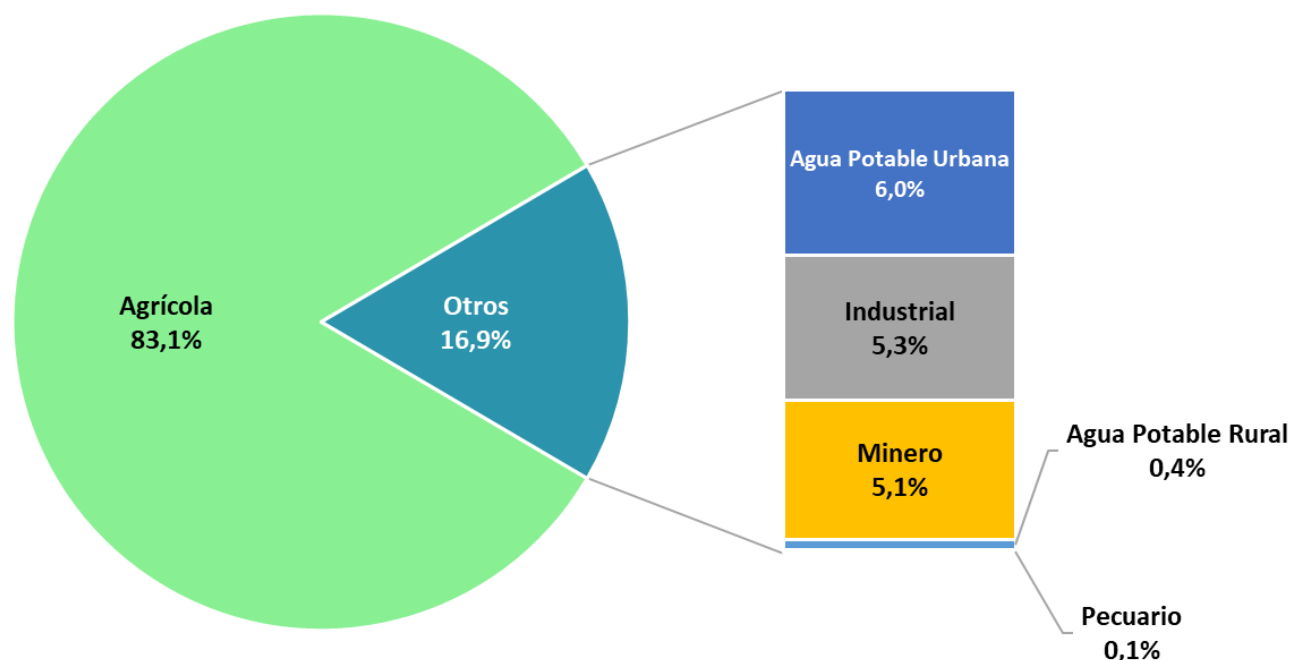
de excedencia. Entre los desafíos de Seguridad Hídrica (SH) para la región⁸, la sostenibilidad del suministro de agua potable enfrenta considerables presiones. En las zonas urbanas, si bien la cobertura alcanza un 94,3%, los sistemas de distribución registran pérdidas físicas del 36% en promedio⁹. En las áreas rurales, entre el 15% y 59% de las viviendas no tienen acceso a agua potable, mientras que la falta de información afecta hasta el 66,2% de las viviendas rurales, limitando el desarrollo de estrategias integrales. Además, el 32% 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. La eficiencia de riego para las cuencas Costeras Q. Pan de Azúcar – R. Salado (BNA 031), Río Salado (BNA 032), Q. Carrizal – Costeras hasta R. Huasco (BNA 037) y Costeras e Islas R. Huasco – C. Región (BNA 039) presentan eficiencias de riego menores al 55%. Se observan limitaciones en torno a las OUAs¹⁰, solo se identifican JV, CA y CAS para las cuencas Río Copiapó (BNA 034) y Río Huasco (BNA 038). Además, la infraestructura hídrica multipropósito es insuficiente, ya que solo se observan proyectos para uso de fuentes no convencionales en las cuencas Río Salado (BNA 032), Costeras e Islas R. Salado - R. Copiapó (BNA 033) y Río Copiapó (BNA 034), Río Huasco (BNA 038) y Costeras e Islas entre R. Huasco – C. Región (BNA 039). Por otra parte, se identifica una falta de gestión integrada y eficiente de los recursos hídricos en relación al riego y disponibilidad, todas las cuencas, a excepción de Río Huasco (BNA 038), presentan un nivel crítico en este ámbito.

La calidad del agua representa un problema crítico para todas las cuencas de la región, debido a altos niveles de contaminación, carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales y falta de información de monitoreo. Las cuencas exhiben una baja protección ecosistémica: mientras las cuencas Endorreicas entre Frontera – V. Pacífico (BNA 030), Q. Totoral – C. hasta Q. Carrizal (BNA 036) y Q. Carrizal – C. hasta R. Huasco (BNA 037) tienen entre el 5% y 25% de su superficie de humedales protegida, el resto de las cuencas apenas alcanzan el 5% de protección, evidenciando la necesidad de medidas de conservación más efectivas. Las cuencas Endorreicas entre Frontera – V. Pacífico (BNA 030), Costeras Q. Pan de Azúcar – R. Salado (BNA 31), Río Salado (BNA 032), Río Copiapó (BNA 034), Q. Totoral – C. hasta Q. Carrizal (BNA 036) y Río Huasco (BNA 038) presentan alta vulnerabilidad a eventos extremos como inundaciones y aluviones. Los sistemas de drenaje resultan insuficientes, lo que agrava los impactos de estos eventos.

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

⁹ Para el período comprendido entre 2012 -2022.

¹⁰ OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua, 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 Atacama

Código BNA	Cuenca	Balance Hídrico ¹¹	Restricciones		Estado Balance Unificado ¹²
			Superficiales	Subterráneas	
030	Endorreicas entre Frontera - Vertiente del Pacífico	Déficit hídrico	No	Sí	Déficit hídrico estructural
031	Costeras Q. Pan de Azúcar-R. Salado	Con recursos	No	No	Con recursos
032	Río Salado	Déficit hídrico	No	No	Déficit hídrico estructural
033	Costeras e Islas R. Salado-R. Copiapó	Déficit hídrico	No	No	Déficit hídrico estructural
034	Río Copiapó	Déficit hídrico	No	Sí	Déficit hídrico estructural
035	Costeras entre R. Copiapó - Q. Totoral	Déficit hídrico	No	No	Déficit hídrico estructural
036	Q. Totoral y Costeras hasta Q. Carrizal	Déficit hídrico	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
037	Quebrada Carrizal y Costeras hasta R. Huasco	Déficit hídrico	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
038	Río Huasco	Estrés hídrico	Sí	Sí	Déficit hídrico estructural
039	Costeras e Islas entre R. Huasco - Cuarta Región	Déficit hídrico	Sí	No	Déficit hídrico estructural

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

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

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

En la región de Atacama se han implementado Planes Estratégicos de Gestión Hídrica (PEGH) en todas las cuencas a excepción de Endorreicas entre Frontera – V. del Pacífico (BNA 030) y Costeras e Islas entre R. Huasco – C. Región (BNA 039). 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 Copiapó (BNA 034) y Río Huasco (BNA 038). 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 de Atacama, actores como el Gobierno Regional, SEREMI MINAGRI, INDAP, SISS, OUAs, ECONSSA, CODELCO¹³, Empresa Sanitaria Nueva Atacama, empresas del sector minero, 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.

¹³ SEREMI MINAGRI: Secretaría Ministerial Regional del Ministerio de Agricultura; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; OUAs: Organizaciones de Usuarios de Agua; ECONSSA: Empresa Sanitaria; CODELCO: Corporación Nacional del Cobre.

8.4 FRENTE A LA INCERTIDUMBRE: VISIÓN COMÚN PARA LA RESILIENCIA

La visión estratégica del Plan Nacional de Infraestructura 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 Atacama, la estrategia se centra en desarrollar una gestión integral de los recursos hídricos, con especial énfasis en el acceso al agua potable y saneamiento, mediante el desarrollo de infraestructura eficiente, soluciones innovadoras y el desarrollo de tecnologías que permitan la protección de los ecosistemas, la adaptación al cambio climático y la protección frente a eventos extremos. Busca promover la implementación de infraestructura hídrica y la mejora en la gestión de datos que permitan fortalecer la toma de decisiones sobre los recursos hídricos.

8.5 MEGATENDENCIAS Y SUS POTENCIALES CONSECUENCIAS: ESCENARIOS DE DESARROLLO

La región enfrenta cuatro escenarios contrastantes. En un escenario de *Estancamiento Crítico*, la gestión ineficiente de la infraestructura hídrica de la región ha incrementado las brechas hídricas profundizando las desigualdades. La dependencia del suministro de agua potable por camiones aljibe ha provocado desigualdad en el acceso, lo que se evidencia en mayor medida en áreas rurales. La recarga de acuíferos y los niveles de almacenamiento de embalses se encuentran en rangos críticos, insuficientes para sostener la demanda creciente, lo que lleva a restricciones en el suministro de agua. Las demandas del sector agrícola y minero superan la capacidad de reposición del sistema, generando competencia entre los sectores con impactos negativos en la sostenibilidad del recurso. La contaminación y explotación de los ecosistemas, profundiza la crisis consolidando un escenario de degradación permanente. La vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos se agudiza. En un escenario de *Desafío Gestionable*, la región ha implementado mecanismos de mitigación mediante inversión en infraestructura, optimización de la eficiencia en la distribución del recurso y mejoras en la gobernanza territorial, sin embargo, la variabilidad climática y la disminución progresiva de la recarga de acuíferos ha agudizado la vulnerabilidad de los sectores estratégicos como la minería, agricultura e industria y la respuesta de la región ante eventos hidrometeorológicos extremos. La promoción de medidas de eficiencia y monitoreo ha logrado reducir el nivel de pérdidas en la distribución del agua potable. En un escenario de *Capacidad Limitada*, los desafíos de seguridad hídrica se mantienen estables, sin embargo, la región enfrenta limitaciones en infraestructura, gobernanza y asignación de recursos financieros, que comprometen el desarrollo de las actividades productivas y la sostenibilidad de los recursos. Finalmente, en un escenario de *Avance Sostenible*, mediante un modelo de gobernanza hídrica sostenible y resiliente, la región garantiza un suministro hídrico estable y equitativo a largo plazo donde se

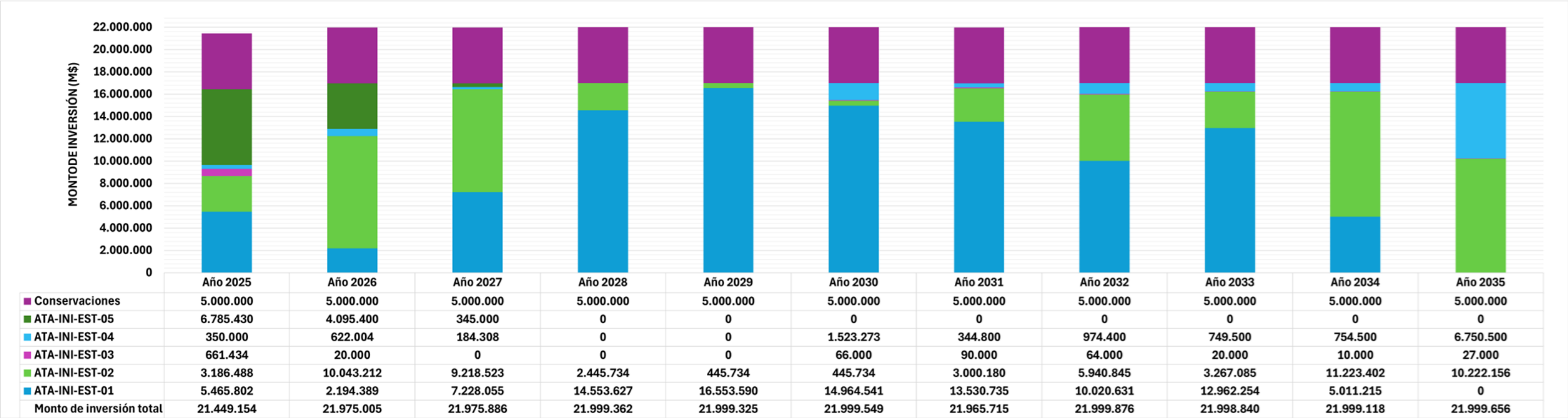
prioriza la eficiencia y sostenibilidad en las ciudades como en áreas rurales. Desarrolla una regulación institucional robusta, modernización de redes de abastecimiento, expansión de infraestructura de saneamiento, sistemas telemétricos de monitoreo, que reducen la carga ambiental y evitan la sobreexplotación de acuíferos y ecosistemas.

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 obras multipropósito
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

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. La “Implementación de un Sistema de Seguimiento y Monitoreo Integral” tiene como objetivo fortalecer la gestión de cuencas mediante información hidrométrica actualizada, facilitando una planificación eficiente y soluciones adaptadas a los problemas de calidad y acceso al agua. Por último, la iniciativa “Obras y Medidas de Protección y Recuperación de Sistemas Ecosistémicos Naturales, Basadas en la Naturaleza” se encuentra orientada a fortalecer la conservación y recuperación de humedales, cauces y riberas asegurando la provisión de servicios ecosistémicos.

Estas iniciativas estratégicas se traducen a inversiones como:

- M\$ 45.205.400 de inversión para Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural en la región, con un beneficio para más de 14.451 personas distribuidas en todas las cuencas de la región, lo que permitirá disminuir la brecha de accesibilidad al agua potable. Destaca la cuenca Q. Carrizal – Costeras hasta R. Huasco (BNA 037) que equivalente al 40% de la inversión total para este ítem, la cuenca Río Copiapó (BNA 034) que equivale al 20% y Costeras e Islas R. Salado – R. Copiapó (BNA 033) equivale al 13% de la inversión.
- M\$ 4.830.000 de inversión para la Evaluación de Alternativas de Nuevas Fuentes de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y/o Riego, equivalente a 13 estudios de recursos hídricos, 1 estudio de riego y 1 estudio de nuevas tecnologías. El 6% de la inversión se centra en estudios a escala regional, el 94% restante se distribuye en 5 cuencas, donde destaca la cuenca Río Copiapó (BNA 034) que concentra un 40% de la inversión para este ítem.
- M\$ 176.400 de inversión para el Diseño y Construcción de Plantas Desaladoras y Desalinizadoras, con un beneficio para 159 personas.
- M\$ 35.086.000 de inversión para Incrementar la Eficiencia en el Uso del Agua, donde el 83% corresponden a inversiones con enfoque regional. La inversión total se desglosa en Fomento a la Eficiencia en Riego con un beneficio de 27 ha y el Fomento de Eficiencia Hídrica en agua potable beneficiando a más de 35.700 personas, disminuyendo la demanda sobre la matriz hídrica.
- M\$ 33.869.100 de inversión para el Diseño y Construcción de Obras para la Recuperación y Recarga de Acuíferos, equivalente a más de 26.000.000m³ de volumen de recarga de agua, aumentando la oferta en la matriz hídrica.
- M\$ 11.250.500 de inversión para el Diseño, Construcción de Sistemas de Reutilización de Aguas Servidas para beneficiar a más de 35 hectáreas de riego en la región.
- M\$ 1.070.000 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\$ 52.350.000 de inversión para el Diseño y Construcción de Grandes Obras de Riego que permitirán regular la oferta hídrica de 14 hm³/año y; \$ 21.511.200 de inversión para el Diseño, Construcción de Obras Medianas de Riego, beneficiando a más de 40 hectáreas.
- M\$ 49.508.600 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Tecnologías en Estaciones Hidrométricas, donde más del 80% del monto total está destinado a estaciones para el monitoreo de calidad de agua distribuido, principalmente, en las cuencas de Endorreicas entre Frontera – V. Pacífico (BNA 030), Costeras e Islas R. Salado – R. Copiapó (BNA 033) y Río Salado (BNA 032).
- M\$ 42.407.900 de inversión para el Diseño, Construcción e Implementación de Medidas de Conservación, Restauración y Protección de Humedales, Riberas y Cauces, equivalente al Mejoramiento de 21 km de Riberas y/o Orillas Naturales, la Construcción de 2 km de Áreas Verdes de Flora Nativa, y la Construcción de 2 Obras de Regulación e Infiltración.
- M\$ 1.480.000 de inversión en Estudios de Regulación Hídrica y Gestión de Suelos, equivalente a 9 estudios de Manejo de Normas Ambientales e Hídricas, Reservas de agua, y Planes y Políticas; 3 estudios de Erosión y Arrastre de Sedimentos, 2 estudios de Definición de Franjas de Restricción y 1 estudio de Reforestación en sectores con riesgo de inundación. Un 50% de la inversión se encuentra asignado a la cuenca Río Copiapó (BNA 034), un 38% a la cuenca Río Salado (BNA 032) y el 13% restante tiene un 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 regional. Estas acciones, respaldadas por inversión en datos actualizados y participación multisectorial, robustecen la adaptabilidad frente a incertidumbres climáticas y presiones demográficas.

CAPÍTULO 9 BIBLIOGRAFÍA

- ACADES. (2022). *Desalinización de agua de mar en la minería*. Obtenido de <https://www.acades.cl/wp-content/uploads/2023/04/ACADES-en-Expomin.pdf>
- 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 Atacama*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region3/clima.htm>
- BCN. (2023). *Hidrografía Región de Atacama*. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region3/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.
- Cabello, J. (2022). Reservas, recursos y exploración de litio en salares del norte de Chile. *Andean geology*.
- 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>
- CEN. (2024). *Infotécnica Instalaciones en Operación*. Obtenido de <https://infotecnica.coordinador.cl/info/centrales>
- CNE. (2018). *Energía Maps - Centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <https://energiamaps.cne.cl/#>
- CNR. (2016). *Diagnostico para Desarrollar Plan de Riego en Cuenca de Río Copiapó*. Ministerio de Agricultura.

- 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/>
- COCHILCO. (2019). *Anuario de la Minería de Chile*. Obtenido de https://www.sernageomin.cl/pdf/anuario_2019_act100720.pdf
- COCHILCO. (2022). *Agua en la minería del cobre*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.cochilco.cl/Listado%20T
emtico/Agua%20en%20la%20miner%C3%ADa%20del%20cobre.pdf](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/>
- CONAF. (s.f.). *Uso de Suelo, IDE MINAGRI*. 2019.
- CORFO, & ASOEX. (2019). *Caracterización física e hidrológica de los cuerpos criosféricos en cuencas estratégicas de la región de Atacama*. Obtenido de <https://repositoriodigital.corfo.cl/xmlui/handle/11373/692515>
- DGA. (1989). *Mapa Hidrogeológico de Chile*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/>
- DGA. (2016). *Embalses - Inventarios*. Recuperado el 2024, de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Documents/Embalses.zip>
- 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](https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/d28ba07a-b472-4b6d-96db-628a3d3851e5/content)
- DGA. (2017). *Plantas desaladoras*. Obtenido de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35263/Plantas%20desaladoras>
- DGA. (2020). *Declaraciones de agotamiento de aguas superficiales*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/asuperficiales/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2020). PEGHs. *Planes Estratégicos de Gestión Hídrica*.
- DGA. (2020). *Plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca de Copiapó*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/7673>
- DGA. (2020). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de Huasco*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/7675>
- dga. (2021). *Conoce el Plan de Reconstrucción de Atacama*. [https://www.gob.cl/noticias/conoce-el-plan-de-reconstruccion-de-
atacama/#:~:text=El%20proceso%20de%20reconstrucci%C3%B3n%20consiste,t%C3%A9rmino%20de%20este%20per%C3%ADodo%20presidencial.](https://www.gob.cl/noticias/conoce-el-plan-de-reconstruccion-de-atacama/#:~:text=El%20proceso%20de%20reconstrucci%C3%B3n%20consiste,t%C3%A9rmino%20de%20este%20per%C3%ADodo%20presidencial.)

- DGA. (2021). Conoce el Plan de Reconstrucción de Atacama. <https://www.gob.cl/noticias/conoce-el-plan-de-reconstruccion-de-atacama/#:~:text=El%20proceso%20de%20reconstrucci%C3%B3n%20consiste,t%C3%A9rmino%20de%20este%20per%C3%ADodo%20presidencial.>
- DGA. (2021). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca Costeras e Islas Río Salado - Río Copiapó. <https://snia.mop.gob.cl/PIA/items/753a1942-4c78-425a-abe4-e7172339ff75>.
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de Maricunga*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/125491>
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del Río Salado*. Obtenido de <https://snia.mop.gob.cl/repositorioldga/handle/20.500.13000/126253>
- DGA. (2022). *Homologación del Cálculo Hidrológico para la Estimación de la Oferta Natural de Agua Histórica y Futura en Chile*. Santiago.
- DGA. (2022). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de La Quebrada Carrizal S.I.T N°500.
- DGA. (2022). Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca de la Quebrada Totoral y Costeras hasta Quebrada de Carrizal.
- DGA. (2022). *Planilla resumen, Decretos de Reserva de caudales a febrero 2022*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/obras_estatales_y_reservas/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Áreas de restricción*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/areasderestriccion.aspx>
- DGA. (Noviembre de 2023). *Catastro publico de aguas*. Obtenido de Derechos Concedidos XV : https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Decretos declaración zona de escasez vigentes*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Paginas/default.aspx>
- DGA. (2023). *Derechos de aprovechamiento de aguas registrados en DGA*. Obtenido de https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx
- DGA. (2023). *Mapoteca Digital*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>
- DGA. (2023). *Zonas de prohibición*. Obtenido de <https://dga.mop.gob.cl/Paginas/zonadeprohibicion.aspx>
- DGA. (2024). *Boletín N° 552 Información Pluviométrica, fluviométrica, estado de embalses y aguas subterráneas*. Obtenido de

- <https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informacin%20Mensual/BoletinDGAAbril2024.pdf>
- DGOP. (2021). *Plan de Inversión en Iniciativas Hídricas 2020-2050*.
- Dictuc. (2021). *Metodología para Priorización de Cuencas Hidrográficas para Elaboración de Normas Secundarias de Calidad Ambiental u otros Instrumentos de Gestión relacionados a Calidad del Agua*.
- DIRPLAN. (2012). *Metodología de evaluación socioeconómica ex ante de planes territoriales de infraestructura y gestión de recurso hídrico — MOP*. Santiago.
- DIRPLAN. (2024). *Estudio básico: Análisis integral Plan Director de Infraestructura 2025-2055*. Santiago.
- DOH. (2021). *Listado de Sistemas de Agua Potable Rural en Chile*. Obtenido de <https://datos.gob.cl/dataset/listado-de-sistemas-de-agua-potable-rural-en-chile>
- DOH. (2023). *Listado de Servicios Sanitarios Rurales*. Santiago, Chile.
- EM-DAT. (2024). *The international disaster database*. Obtenido de <https://www.emdat.be/>
- ERIDANUS. (2018). *Recopilación histórica y representación espacial de eventos asociados a problemas de exceso hídrico: inundaciones, aluviones y tsunamis*.
- GORECoquimbo. (2020). *Estrategias Regional del Desarrollo*. <https://www.gorecoquimbo.cl/estrategia-regional-de-desarrollo/gorecoquimbo/2015-05-08/164205.html>.
- II, S. (2012). *SIFAC II. CONSUMOS Y CIENTES MENSUALES 2012-2023*.
- INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*.
- INE. (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Obtenido de Resultados CENSO 2017: <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2017). *Resultados Censo 2017*. Obtenido de <http://resultados.censo2017.cl/>
- INE. (2021). *Censo 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.
- Minería, S. N. (2022). *Anuario de La Minera Chile*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/anuario-de-la-mineria-de-chile/>
- MMA. (2023). *Plan de Acción Regional de Cambio Climático Región de Atacama*. Obtenido de Gobierno Regional de Atacama: https://goreatacama.gob.cl/wp-content/uploads/2024_01_08_Plan_Acción_Regional_Cambio_Climático.pdf

- MOP. (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, Región de Atacama*. Obtenido de https://planeamiento.mop.gob.cl/planes/regional/Paginas/detalle_prigrh.aspx?item=5
- MOP. (2021). Análisis de Inversión en Infraestructura y Gestión Hídrica 2020 -2050.
- MOP. (2021). PRIGRH. *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico* .
- MOP. (2023). Inventario de Planes . *Plan Territorial de Desarrollo para Zonas Rezagadas Freirina Sustentable, Región de Atacama*.
- MOP. (2023). *Inversión Historica MOP 1986-2023*.
- Nueva Atacama. (2022). *Memoria Nueva Atacama 2022*.
- Nueva Atacama. (2023). *Áreas de concesión*. Obtenido de https://www.nuevaatacama.cl/p_373-381_concesionnew
- ODEPA. (2021). *Resultados del VII Censo Agropecuario y Forestal*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/contenidos-rubro/estadisticas/estadisticas-productivas/resultados-del-viii-censo-agropecuario-y-forestal>
- ODEPA. (2022). *Catastros Frutícolas*. Santiago, Chile.
- Publicas, M. d. (2018). *Plan Chile* 30/30. [/https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf](https://planeamiento.mop.gob.cl/Carpeta/sites/3/2023/05/plan_chile_3030.pdf).
- S. Larraín, P. P. (2010). *Conflictos por el agua en Chile: entre los derechos humanos y las reglas del mercado*. biblioteca.cehum.org.
- SENAPRED. (2023). *Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres*. Obtenido de <https://bibliogrdsenapred.gob.cl/handle/2012/21/recent-submissions?offset=0>
- Sernageomin. (2018). *Anuario de la Minería de Chile*. Obtenido de https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2019/06/Libro_Anuario_2018_.pdf
- SERNAGEOMIN. (2022). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- SERNAGEOMIN. (2023). *Catastro de Depósito de Relaves*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>
- SERNAGEOMIN. (2024). *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/>
- Sernapesca. (2024). *Dpto Gestión de la Información, Atención al Usuario 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., 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. (2022). *Servicios Sanitarios Rurales*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-7244.html>

- 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). *PTAS en operación*. Obtenido de <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6409.html>
- SiSS. (2023). Sistema de Facturación Clientes y Coberturas SIFAC II.
- 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/>
- SiSS. (2024). Planes de desarrollo vigentes. <https://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6399.html>.
- 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.