

Análisis Situacional de los
Recursos Hídricos (ASRH):
**Acuíferos Altoandinos de
las regiones de Tarapacá y
Antofagasta en Chile**

2021



Chile

“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza.”

Leonardo da Vinci

El agua es un recurso natural escaso y muy valioso. Todos los seres vivos requieren de ella para sobrevivir. El abastecimiento de agua en el norte de Chile, una de las regiones más áridas del planeta, depende de las escasas precipitaciones que ocurren principalmente en los sectores Altoandinos. Si bien la mayor parte de estas lluvias se evapora, la porción que infiltra el suelo nutre los acuíferos, los que se han constituido en la principal reserva de agua dulce en esta zona, sustentando los frágiles ecosistemas y permitiendo el desarrollo de la agricultura, la minería y el turismo. Sin embargo, en la actualidad, muchos de estos acuíferos se ven comprometidos debido al crecimiento del consumo de sus aguas y a la disminución de las precipitaciones. **Este análisis aporta un panorama sobre el estado hídrico de los acuíferos Altoandinos y propone alternativas para mejorar las condiciones actuales.**

ANTECEDENTES

La **macrozona Altoandina** es un sector único en Chile caracterizado por una **topografía** distintiva, **recursos naturales** de alto valor y **comunidades indígenas** y **ecosistemas** que se han adaptado a las difíciles condiciones ambientales presentes en esa remota zona del país.

Los sistemas **acuíferos Altoandinos** sostienen una importante variedad de **servicios ecosistémicos** que son de inmenso valor social y económico, tanto para comunidades cercanas como para la población en general, incluyendo: purificación y almacenamiento de agua, agua dulce para su consumo, agua para la producción agrícola, alimento para humanos y animales, materiales, recreación, espiritualidad, entre otros. Al mismo tiempo, la **industria minera** ha utilizado algunos de estos sistemas acuíferos como una de sus fuentes de agua para abastecer sus operaciones.

Esta diversa interacción entre sectores, desde usuarios productivos a comunidades y ecosistemas, demuestra la complejidad de articular los desafíos compartidos del agua y enfatiza la necesidad de una gestión colaborativa para enfrentarlos. La gestión colaborativa del agua contempla el aporte de ideas y recursos de dos o más actores para resolver un problema que ninguno puede resolver de manera individual.

Como punto de partida, BHP encargó a la Fundación CSIRO Chile Research el desarrollo de un **Análisis Situacional de los Recursos Hídricos (ASRH)** de la macrozona Altoandina de las regiones de Tarapacá y Antofagasta, el que fue ejecutado de manera independiente y utilizando información pública disponible. Este documento consiste en un resumen del ASRH, y levanta los principales **desafíos hídricos compartidos** de la zona y sus principales causas. Para resolver estos desafíos, es fundamental tener un **entendimiento común** de los mismos, el que se logra a través de un trabajo colaborativo entre los actores de la macrozona Altoandina. Este ASRH permite impulsar un proceso de esta naturaleza, que posibilite el intercambio de conocimiento, la generación de confianza y la validación de los hallazgos de este documento.

Este documento fue desarrollado utilizando la siguiente metodología:

1. Revisión de información pública disponible
2. Identificación de los desafíos hídricos compartidos y sus principales causas
3. Definición de las dimensiones del agua y agrupación de los desafíos
4. Levantamiento de posibles acciones colectivas para responder a los desafíos

Este ASRH es una **evaluación holística** de los recursos hídricos y de los diferentes atributos relacionados con su gestión. Este entendimiento va más allá de los aspectos técnicos asociados al recurso hídrico, ya que incluye aspectos **socioeconómicos, culturales, ambientales e institucionales**, relevantes a la gestión del agua.

Este documento se pone a la disposición del público general para promover el desarrollo de **acciones colectivas** entre los actores, en donde cualquiera puede gatillar un trabajo colaborativo para abordar los desafíos hídricos compartidos.

AUTORES

MEng Gabriella Bennison
Jefe de Proyecto

MSc Mauricio Caroca
Investigador

Dr. Edmundo Claro
Asesor estratégico

Dr. Rodrigo Rojas
Experto en Recursos Hídricos

MSc Paula Troncoso
Experta en conflictos socio-ambientales

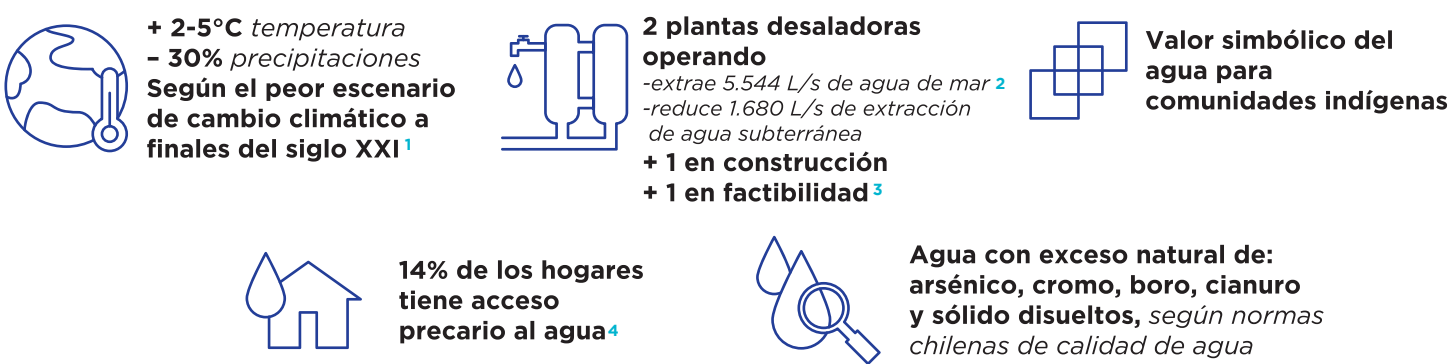
CONTEXTO HÍDRICO-TERRITORIAL

El área de estudio se caracteriza por ser una zona de extrema aridez, con una fuerte competencia por los escasos recursos hídricos disponibles, en donde el sector minero tiene un predominante uso del agua. La caracterización de los sistemas hidrográficos presentes en esta zona es compleja, ya que existen abundantes cuencas endorreicas (sin salida fluvial al océano) y cuencas transfronterizas compartidas con Bolivia y Argentina. De este modo, las cuencas corresponden de manera general a sistemas pluviales alimentados por la precipitación que ocurre durante el invierno altiplánico. Si bien estas precipitaciones alimentan a los acuíferos Altoandinos, una proporción significativa vuelve a la atmósfera a través de la evaporación.

Datos generales



Antecedentes hídricos

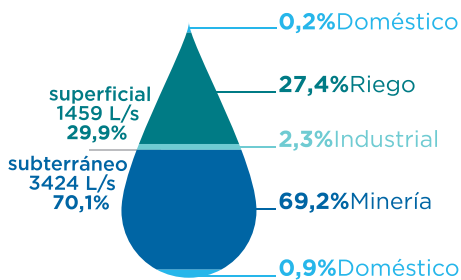


Características sociales y económicas

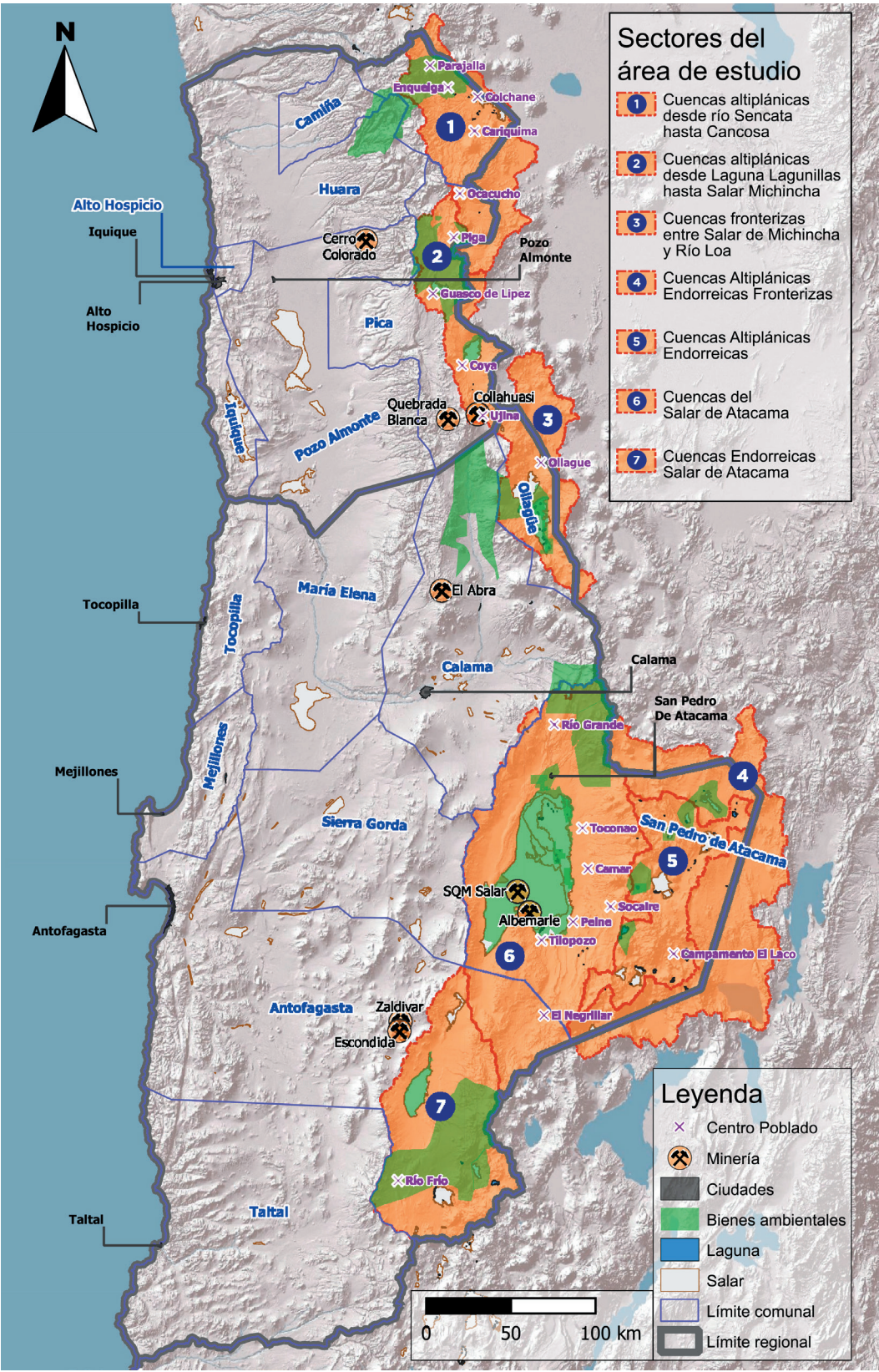


Consumo hídrico

[El uso de agua por actividades socio-económicas, sin considerar demandas ambientales.]⁵



66% del consumo hídrico se concentra en: Salar de Atacama



DESAFÍOS HÍDRICOS Y ACCIONES COLECTIVAS

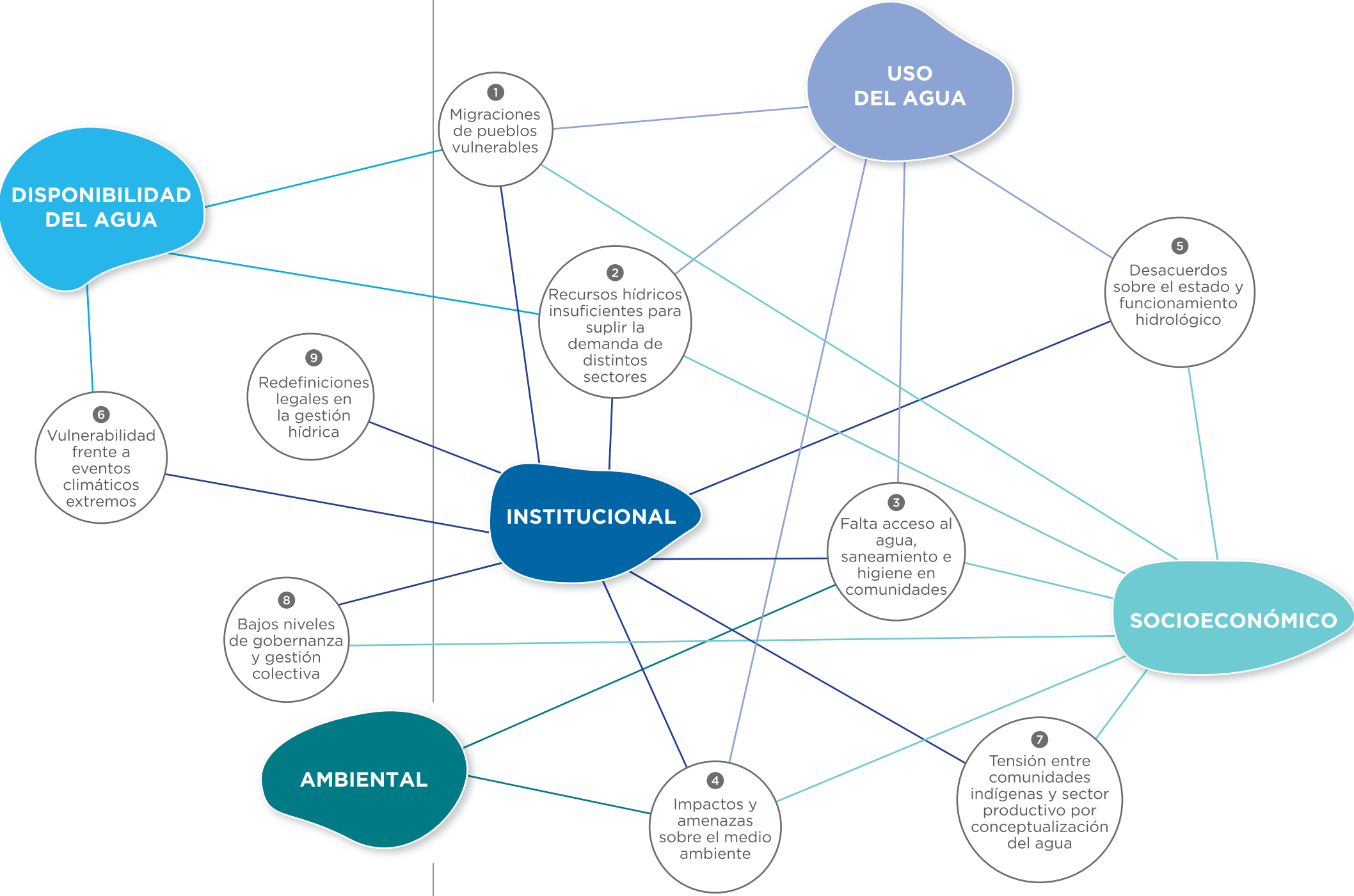
Un desafío hídrico se refiere a un **problema**, una **preocupación** o una **amenaza** relacionada con el agua. La naturaleza de los desafíos hídricos compartidos radica en que éstos se prestan a ser **abordados de manera colaborativa** en beneficio de múltiples partes interesadas.⁶

Una acción colectiva corresponde a un **compromiso coordinado** entre las partes interesadas dentro de un proceso acordado en apoyo del logro de **objetivos comunes** que responden a los desafíos hídricos compartidos.

En la siguiente **figura** se muestra los **desafíos hídricos compartidos** identificados para el área de estudio, agrupados en **cinco dimensiones** consideradas relevantes al ASRH.

Los desafíos presentados puedan **variar en relevancia** según el territorio y la perspectiva del interesado. Por esto se recomienda realizar una **priorización** de los desafíos como parte de un **trabajo colaborativo** entre las partes interesadas.

A continuación, en la página 8 y 9, se detallan las **principales causas** de los desafíos identificados y las posibles **acciones colectivas** para responder a estos.



Desafíos hídricos compartidos agrupados por cinco dimensiones del ASRH

DIMENSIONES	DESAFÍOS COMPARTIDOS	PRINCIPALES CAUSAS	ACCIONES
DISPONIBILIDAD DEL AGUA USO DEL AGUA SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL	1 Posibles migraciones de pueblos vulnerables/ desplazados	Disminución del agua disponible por el cambio climático	5
		Sobreexplotación de los recursos hídricos	5 7
		Insuficiente planificación para garantizar el acceso a los recursos hídricos	6 4
		Asimetría de poder y recursos entre actores (dominancia económica e hídrica del sector minero, alta dependencia hídrica de comunidades y medio ambiente)	5 7
2 Recursos hídricos insuficientes para suplir la demanda de distintos sectores		Extrema aridez	*
		Sobreexplotación hídrica por gestión y planificación insuficiente (ej. sobreotorgamiento de DAA, baja capitalización de ahorro hídrico)	1
		Cambio climático y eventos extremos	4
		Alta competencia por los recursos hídricos	5 7
		Aumento de la demanda por comunidades y/o entrada/expansión de actividades económicas	*
3 Falta de acceso al agua, saneamiento e higiene (WASH) en comunidades locales		Comunidades aisladas	6
		Calidad de aguas por sobre las normas de agua potable y riego	6
		Tratamientos de aguas costosos	5 7
		Variabilidad en el requerimiento hídrico debido al turismo y contingencias migratorias	*
		Información territorial insuficiente	6 8
		Incertidumbre legal respecto a priorizar el consumo humano sobre actividades económicas	*
		Asimetría de poder y recursos entre actores (dominancia económica e hídrica del sector minero, alta dependencia hídrica de comunidades y medio ambiente)	5 7
USO DEL AGUA SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL AMBIENTAL	4 Impactos sobre el medio ambiente, y la dificultad para comprender la magnitud de los impactos y las amenazas (ej. sitios de alta fragilidad ecológica, ecosistemas dependientes de agua subterránea, especies en categoría de conservación)	Sobreexplotación hídrica y territorial	5 7
		Cambios en el uso de suelo	*
		Actividades ilegales (caza, extracción de flora, destrozo de habitats) y degradación ambiental (especies invasoras, perros asilvestrados, tránsito de vehículos)	8 3
		Expansión no controlada del turismo	3
		Áreas de alto interés de conservación sin protección	*
		Información/investigación insuficiente respecto al estado de los bienes ambientales y ecosistemas que ellos sustentan	2 8 3
		Asimetría de poder y recursos entre actores (dominancia económica e hídrica del sector minero, alta dependencia hídrica de comunidades y medio ambiente)	5 7

DIMENSIONES	DESAFÍOS COMPARTIDOS	PRINCIPALES CAUSAS	ACCIONES
USO DEL AGUA SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL	5 Desacuerdos sobre el estado y funcionamiento de los sistemas hidrológicos e hidrogeológicos	Insuficiente gestión y colaboración en modelos hidrológicos	1
		Falta información (cobertura, monitoreo, actualizada) de los recursos hídricos y territoriales (ej. uso hídrico efectivo, hidrogeología, evapotranspiración, calidad de agua, etc.)	2 8
		Desigual acceso a información y recursos monetarios y profesionales	2 1
		Transparencia y confianza entre actores	2 1
DISPONIBILIDAD DEL AGUA INSTITUCIONAL	6 Vulnerabilidad y falta de adaptación frente al cambio climático y eventos climáticos extremos	Insuficiente planificación	4
		Información/investigación insuficiente	2 8 4
SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL	7 Tensión en la conceptualización y valor del agua entre las comunidades indígenas y el sector productivo	Contradicción entre el modelo de gestión e institucionalidad de los recursos hídricos (productivista) y la cosmovisión del agua que poseen las comunidades (fuerte arraigo a la naturaleza y sus recursos)	9 1
		Asimetría de poder y recursos entre actores (dominancia económica e hídrica del sector minero, alta dependencia hídrica de comunidades y medio ambiente)	5 7
	8 Bajos niveles de gobernanza y gestión colectiva a nivel local	Problemas de colaboración entre actores (ej. déficit de agrupaciones, interacciones transaccionales, relacionamiento inestable)	2 9 2
		Limitado rol y presencia del estado (ej. institucionalidad débil y dispersa, insuficientes recursos monetarios y profesionales)	1
		Insuficiente liderazgo en gestión colaborativa de recursos hídricos	1
		Asimetría de poder y de recursos entre actores (dominancia económica e hídrica del sector minero, alta dependencia hídrica de comunidades y medio ambiente)	5 7
INSTITUCIONAL	9 Posible redefinición de aspectos relacionados con la gestión de los recursos hídricos	Incertidumbre legal por proceso constituyente; nueva subsecretaría de recursos hídricos; redefinición del código de aguas *	

POTENCIALES ACCIONES COLECTIVAS

CSIRO Chile sugiere diversas acciones colectivas potenciales para responder a parte de los desafíos compartidos identificados, las que se describen en la tabla a continuación. Mientras algunas de las acciones sugeridas son desconocidas en el área de estudio, otras ya están siendo aplicadas de manera parcial, las que pueden ser complementadas y/o ampliadas. Posteriormente, para refinar esta selección y definir las acciones colectivas a ser implementadas, se estima conveniente un esfuerzo colaborativo entre las diferentes partes interesadas.

Potencial acción colectiva	Dimensiones relevantes
1 Desarrollar instancias de gobernanza colaborativa a distintas escalas territoriales. Desarrollar instancias de gobernanza colaborativa que involucren a las partes interesadas y que sean facilitadas por un actor independiente. Estas pueden ser implementadas en paralelo a la creación de organizaciones de aguas subterráneas en el territorio, las que hoy no existen. Las instancias de gobernanza, que pueden ser a nivel de cuenca, SHAC, sector Altoandino u otro, facilitan el éxito del resto de las acciones colectivas. Ver caso de estudio página 15.	INSTITUCIONAL
2 Desarrollar plataforma web de monitoreo colaborativo y acceso público. Conectar los sistemas de monitoreo de los sistemas hídricos Altoandinos existentes (públicos, privados, comunitarios) en una única plataforma web disponible para el público, utilizando estándares que faciliten la ingesta, manipulación, y análisis de los datos.	DISPONIBILIDAD DEL AGUA USO DEL AGUA INSTITUCIONAL
3 Validar y ampliar los modelos de gestión participativa para los bienes ambientales. Validar los modelos de gestión participativa implementados en algunas áreas protegidas y ampliarlos si se considera necesario. Dichos modelos incorporan a las comunidades indígenas en la gestión del área protegida, y en la protección de los recursos hídricos y el medioambiente. Ver caso de estudio página 15	AMBIENTAL SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL
4 Elaborar planes colaborativos de adaptación a eventos extremos. Generar planes de adaptación a eventos extremos, tales como sequías o inundaciones, que contemplen el involucramiento de todas las partes interesadas, incluyendo las comunidades, el sector público, el sector privado, y el sector científico/académico relevante.	INSTITUCIONAL

Potencial acción colectiva	Dimensiones relevantes
5 Explorar oportunidades de uso de agua entre sectores. Identificar e implementar mecanismos que permitan intercambiar fuentes de agua entre diferentes sectores del área de estudio, involucrando activa y responsablemente en la acción a las diferentes partes interesadas para que sea sustentable en el tiempo. Ver caso de estudio página 14.	DISPONIBILIDAD DEL AGUA USO DEL AGUA SOCIOECONÓMICO
6 Identificar zonas para el suministro de agua potable. En base a información proveniente de la industria y del sector público, identificar zonas que puedan suministrar agua de buena calidad a comunidades cuyo abastecimiento hoy es inseguro o caro.	SOCIOECONÓMICO AMBIENTAL INSTITUCIONAL
7 Aumentar el saneamiento de las comunidades. Implementar sistemas de alcantarillado y recolección de aguas servidas en las comunidades, y utilizar éstas en operaciones industriales y/o municipales. Esto proporciona una nueva fuente de agua para reducir la dependencia sobre el agua dulce.	DISPONIBILIDAD DEL AGUA USO DEL AGUA SOCIOECONÓMICO
8 Implementar ciencia ciudadana para el monitoreo hídrico-ambiental. Implementar iniciativas que involucren activamente al público no especializado en la generación de datos en zonas carentes de información y/o aisladas, que apoyen en la recolección de datos para el monitoreo activo de los recursos hídricos y bienes ambientales. De esta manera se mejora la capacidad y alcance del monitoreo, además del entendimiento de la ciencia por parte del público.	DISPONIBILIDAD DEL AGUA SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL
9 Desarrollar guías para utilizar conocimiento indígena en la gestión del territorio y el agua. Generar guías que incorporen mejores prácticas para trabajar con el conocimiento indígena en la gestión del territorio y el agua, fomentando la integración de conocimiento indígena y científico, y promoviendo la colaboración continua entre las partes. Ver caso de estudio página 14.	SOCIOECONÓMICO INSTITUCIONAL

* Hay algunos desafíos que no requieren acciones colectivas o requieren acciones que trascienden más allá del alcance local de los actores, por ejemplo, modificaciones de leyes, etc.

CONSIDERACIONES FINALES

La creciente demanda hídrica durante las últimas décadas, la menor disponibilidad natural de agua y la fragilidad de los socio-ecosistemas Altoandinos, hacen necesaria la implementación de acciones colectivas de manera urgente.

Para que las acciones colectivas sean efectivas, es necesario contar con instancias que permitan la participación y articulación de los actores con intereses en el agua tanto superficial como subterránea. Esto permitirá lograr acuerdos de gobernanza y gestión colectiva.

El Estado tiene un rol fundamental en lo anterior, no sólo convocando la participación de todos los actores, sino que también armonizando los diferentes intereses que ellos representan, incluyendo el consumo humano, los fines productivos y la conservación de los ecosistemas Altoandinos.

Debido a que la minería de la zona Altoandina es la actividad que más consume agua dulce, es fundamental que impulse los cambios necesarios para la exitosa implementación de las acciones colectivas.

Para que los procesos participativos sean efectivos y legítimos, se requiere que sus discusiones y decisiones estén basadas en la mejor información y ciencia disponible. Para esto es necesario monitorear, modelar y analizar los recursos hídricos Altoandinos, y que la información generada esté disponible para todos los grupos de interés y usuarios del agua, promoviendo un acceso equitativo a ésta.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Sarricolea y Romero (2015). Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile. Revista de Geografía Norte Grande. 62: 169-183. DOI: 10.4067/S0718-34022015000300010
- 2 BHP (2020). Annual Report 2020. <https://www.bhp.com/investor-centre/annual-report-2020/>
- 3 COCHILCO (2020). Consumo de agua en la minería del cobre al 2019, Santiago: COCHILCO.
- 4 Centro de Producción del Espacio (2020). Atlas de indicadores espaciales de vulnerabilidad ante el COVID-19 en Chile, Santiago: Facultad de Diseño, Arquitectura y Construcción, Universidad de Las Américas.
- 5 i) DGA (2012). Diagnóstico Plan Estratégico para la gestión de los recursos hídricos, Región de Antofagasta. S.I.T. N°291. Santiago, Chile; ii) DGA (2013). Plan Maestro de Recursos Hídricos, Región de Tarapacá. S.I.T. N°333. Santiago, Chile; y iii) Amphos21 (2018). Estudio de modelos hidrogeológicos conceptuales integrados, para los salares de Atacama, Maricunga y Pedernales. Etapa III. Informe Final. Modelo Hidrogeológico Consolidación Cuenca Salar de Atacama.
- 6 Alliance for Water Stewardship (2019). International Water Stewardship Standard V2.0, North Berwick: Alliance for Water Stewardship.
- 7 Fundación Chile (2016). Diagnóstico del potencial de reúso de aguas residuales en la Región de Valparaíso. Gobierno Regional de Valparaíso.
- 8 Revisar: <https://www.econssachile.cl/comunicaciones/comunicados/227-presentan-dia-de-nueva-planta-para-tratar-y-recuperar-aguas-servidas-en-antofagasta>
- 9 Revisar: <https://www.csiro.au/en/research/indigenous-science/Indigenous-knowledge/Our-Knowledge-Our-Way>
- 10 CONAF (2008). Actualización plan de manejo participativo reserva nacional los flamencos <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/6753/CONAF-HUMED13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 11 Revisar: <https://research.csiro.au/gestionrapel/proyectos-simrapel-modelacion-participativa-para-la-gobernanza-del-agua/> y <https://research.csiro.au/gestion-copiapo/proyectos-simcapiapo-modelacion-participativa-para-la-gestion-del-agua/>

ANEXO 1 – CASOS DE ESTUDIO

Se destacan algunos ejemplos de acciones colectivas implementadas en diferentes lugares nacionales e internacionales:



Región de Antofagasta

1 Nombre de acción: Reúso de agua servida para uso industrial
Dónde: Región de Antofagasta, Chile
Cuándo: 2010 – presente
Qué: Desarrollo de tecnologías para transformar el agua con calidad secundaria en agua industrial apta para su uso en minería metálica y otros usos no potables. La iniciativa surgió de un proyecto FIC Regional y su implementación la hizo la empresa sanitaria ECONSSA. Dado que reemplazó una proporción del uso de agua superficial y subterránea por parte de la industria, implicó una mayor disponibilidad de estas aguas para la comunidad. Además, redujo la contaminación del medio ambiente a través de la reducción de descargas de aguas residuales a cuerpos de aguas naturales.⁷ Ahora hay planes para la construcción de nuevas plantas de tratamiento con el uso para fines industriales, además de abastecer el riego de espacios públicos existentes y aumentar la cobertura vegetal urbana.⁸
Quién: Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITSAZA), la Universidad Católica del Norte, ECONSSA, Gobierno Regional, Municipalidad, MINVU, SERVIU y ADASA.

2 Nombre de acción: Guías de mejores prácticas para trabajar con el conocimiento indígena en la gestión del territorio y el agua
Dónde: Australia
Cuándo: 2016 – 2020
Qué: Se fomenta la integración de los sistemas de conocimiento indígena y científico para la gestión del territorio y el agua, a través de la elaboración de guías de mejores prácticas. Las guías, lideradas por comunidades indígenas dentro de un proceso abierto y transparente y basadas en 23 casos de estudio presentados a lo largo de Australia, promueven el uso apropiado del conocimiento indígena y la apropiación de los correspondientes beneficios por parte de estas comunidades. Se impulsa la colaboración continua entre el mundo científico y la cultura indígena.⁹
Quién: Gobierno de Australia, CSIRO, Alianza de la Gestión Indígena del Territorio y el Mar del Norte de Australia, Comisión Nacional de Australia, Grupo de Recursos Ambientales del Norte de Australia.



“Compartiendo el conocimiento de cuidar nuestra tierra”
© Emma Burchill

3 Nombre de acción: Plan de manejo participativo
Dónde: Reserva Nacional Los Flamencos, Región de Antofagasta, Chile
Cuándo: 2000 - presente
Qué: Se consolidan los programas de conservación de los recursos naturales y culturales, y alianzas estratégicas con los actores territoriales e interesados en el entorno de la Reserva Nacional Los Flamencos. Es el primer ejemplo del país en incluir participación activa de la comunidad en la toma de decisiones sobre un área protegida, la que inicialmente consistió en la firma de contratos de asociatividad entre CONAF y 8 comunidades Likanantaí en 2002, incluyendo también la participación de otros actores relevantes del sector público, privado, sociedad civil y académico. Entre sus principales logros se ha incrementado la cobertura de protección territorial, se han instalado sistemas integrados de control turístico, se han brindado oportunidades para la educación ambiental y cultural, y se ha desarrollado la interpretación etnoambiental.¹⁰
Quién: CONAF, comunidades indígenas, industria, sociedad civil, académicos.



Reserva Nacional Los Flamencos



Grupo de actores en taller participativo para la evaluación de escenarios de gestión en la cuenca del río Copiapó. Fuente: CSIRO Chile, 2018.

4 Nombre de acción: Ciencia participativa para la gobernanza del agua
Dónde: Cuencas Copiapó y Rapel, Chile
Cuándo: 2017 - 2020
Qué: Se promueve la gobernanza colaborativa del agua a través del co-desarrollo de modelos hidrológicos integrados que permiten la evaluación social, económica y ambiental de diferentes escenarios de gestión hídrica a nivel de cuenca. Científicos, expertos, no-expertos y otras partes interesadas identificaron los desafíos, describieron el sistema hídrico, utilizaron estos modelos para evaluar escenarios de gestión y propusieron soluciones.¹¹
Quién: Gobiernos Regionales, CSIRO, agricultores, minería, APRs, sanitarias, ONGs, academia y autoridades sectoriales, entre otros.

Contacto:

Gabriella Bennison

Gerente de Proyectos de
Investigación, Agua y Territorio,
CSIRO Chile

gabriella.bennison@csiro.au

+56 2 2797 6300



Chile