

El libro de agua y resiliencia hídrica en Chile

Una mirada para comprender nuestra relación con el agua,
el contexto hídrico del país, los desafíos y las posibilidades
para nuestro territorio.



El libro de agua y resiliencia hídrica en Chile

Una mirada para comprender nuestra relación con el agua, el contexto hídrico del país, los desafíos y las posibilidades para nuestro territorio.

Esta publicación ha sido compilada y editada por:

- Ignacio Orellana Troncoso
- Nicol Miranda Vargas
- Ismaela Magliotto Quevedo

Diseño y diagramación:

- María José Cid Giacaman

Equipo Editorial:

- Macarena Salinas

Créditos fotográficos:

- Ismaela Magliotto Quevedo (Portada, página 3, 7, 9, 42, 52, 84, 93, 97 y 98)

Primera edición, marzo 2026.



Licencia Creative Commons: BY: Se debe dar crédito al creador; NC: Solo se permiten usos no comerciales de la obra; SA: Las adaptaciones deben compartirse bajo los mismos términos. El material puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se reconoce la autoría en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original. Más información en: <http://creativecommons.org>

Una obra realizada y de autoría de la Fundación Uno Punto Cinco.
Triana 861, Providencia, Santiago, Chile
contacto@unopuntocinco.net | www.unopuntocinco.net.

Si tienes comentarios, sugerencias o quieres aportar a futuras ediciones, escríbenos a: contacto@unopuntocinco.net. Tu retroalimentación es parte esencial para seguir creciendo.

Las opiniones expresadas en este libro pertenecen exclusivamente a los estudiantes y expositores de la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica 2025. El contenido no refleja necesariamente la postura oficial ni las opiniones de las organizaciones involucradas en la gestión y producción de este libro.

Su publicación es posible gracias al apoyo de Urban Movement Innovation Fund (UMI Fund) y Aguas Andinas S.A.

© 2026. Esta obra está licenciada abiertamente a través de CC BY 4.0.



“El futuro del agua en Chile y el mundo dependerá de nuestra capacidad de actuar con urgencia y esperanza”.

ONG Uno Punto Cinco



Prólogo

Palabras de Uno Punto Cinco

El agua es mucho más que un recurso natural: es el elemento que sostiene la vida, la cultura y la identidad de los territorios. Circula continuamente entre la atmósfera, la tierra y el océano: se evapora, forma nubes, precipita en montañas y valles, fluye por ríos, recarga los suelos y acuíferos, y finalmente regresa al mar, recordándonos que todo está profundamente interconectado. Sin embargo, en las últimas décadas, este ciclo ha sido profundamente alterado.

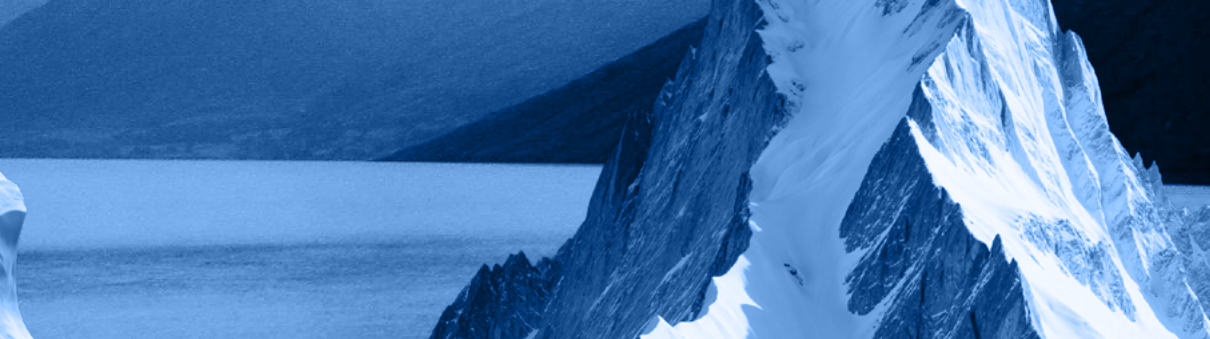
En Chile, más de la mitad del territorio vive bajo condiciones de sequía prolongada. Nuestros glaciares, que almacenan cerca del 70% del agua dulce del país, retroceden año a año, y los ecosistemas hídricos se ven cada vez más presionados por la sobreexplotación, la contaminación y la expansión de actividades productivas intensivas.

Frente a este escenario, la resiliencia hídrica emerge como una tarea colectiva y transformadora. Debemos repensar nuestra relación con el agua desde la raíz: cómo la valoramos, cómo la gestionamos y, sobre todo, cómo garantizamos que su

acceso sea un derecho y no un privilegio. Porque además de las condiciones propias del agua, hoy debemos adaptarnos a un clima cambiante, que nunca antes habíamos enfrentado como humanidad. Así, la gestión sostenible del agua es también una gestión de justicia: ambiental, social y territorial.

Desde Uno Punto Cinco creemos que hablar de agua es hablar de presente y futuro. Por eso impulsamos espacios como la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, que busca fortalecer el conocimiento y, a su vez, la acción de las personas frente a uno de los mayores desafíos de nuestra era. A través de la educación, la cooperación y la acción colectiva, apostamos por una ciudadanía capaz de proteger las cuencas, restaurar los ecosistemas y promover soluciones basadas en la naturaleza que permitan construir resiliencia hídrica en el país.

Cada experiencia compartida en esta Academia, desde una comunidad que recupera un humedal hasta una escuela que aprende a cosechar a partir de la lluvia, nos recuerda que la resiliencia



Palabras de Aguas Andinas

no nace de la abundancia, sino de la solidaridad y el aprendizaje compartido. Las respuestas a los desafíos hídricos no llegarán solo desde la tecnología o las políticas públicas, sino también desde la empatía y la comprensión de que todos somos parte del mismo ciclo del agua.

El futuro del agua en Chile y el mundo dependerá de nuestra capacidad de actuar con urgencia y esperanza. Necesitamos transitar hacia modelos de desarrollo que reconozcan los límites ecológicos, integren el conocimiento local y garanticen que cada persona, en cada territorio, pueda vivir con dignidad y seguridad hídrica.

En Uno Punto Cinco trabajamos convencidos de que este cambio es posible y que puede ser construido de manera intergeneracional, resaltando que las juventudes de hoy son portadoras de esa transformación, y ya están reescribiendo las narrativas del agua. Porque cuidar el agua es más que proteger un recurso, es proteger la posibilidad misma de seguir existiendo.

En un escenario marcado por la escasez hídrica y los efectos cada vez más evidentes del cambio climático, la Academia del Agua se consolidó como una instancia clave para fortalecer la comprensión pública sobre el agua y sus múltiples desafíos. En Aguas Andinas creemos en la educación ambiental como una herramienta fundamental para abordar la crisis hídrica. Lo anterior, ya que facilita el entendimiento de los procesos que hacen posible el acceso al agua potable: desde su origen y captación, hasta su tratamiento, distribución y posterior devolución al entorno. Comprender estos procesos nos ayuda a dimensionar la complejidad técnica y territorial del ciclo del agua.

Propósito de la Academia y del libro

La *Academia de Agua y Resiliencia Hídrica* es un programa formativo creado para comprender los principales desafíos, innovaciones y oportunidades de la gestión del agua en el país. Esto, con el propósito de acercar el conocimiento hídrico a juventudes, sociedad civil, profesionales y a toda persona interesada en comprender cómo enfrentamos la situación hídrica en un contexto de cambio climático.

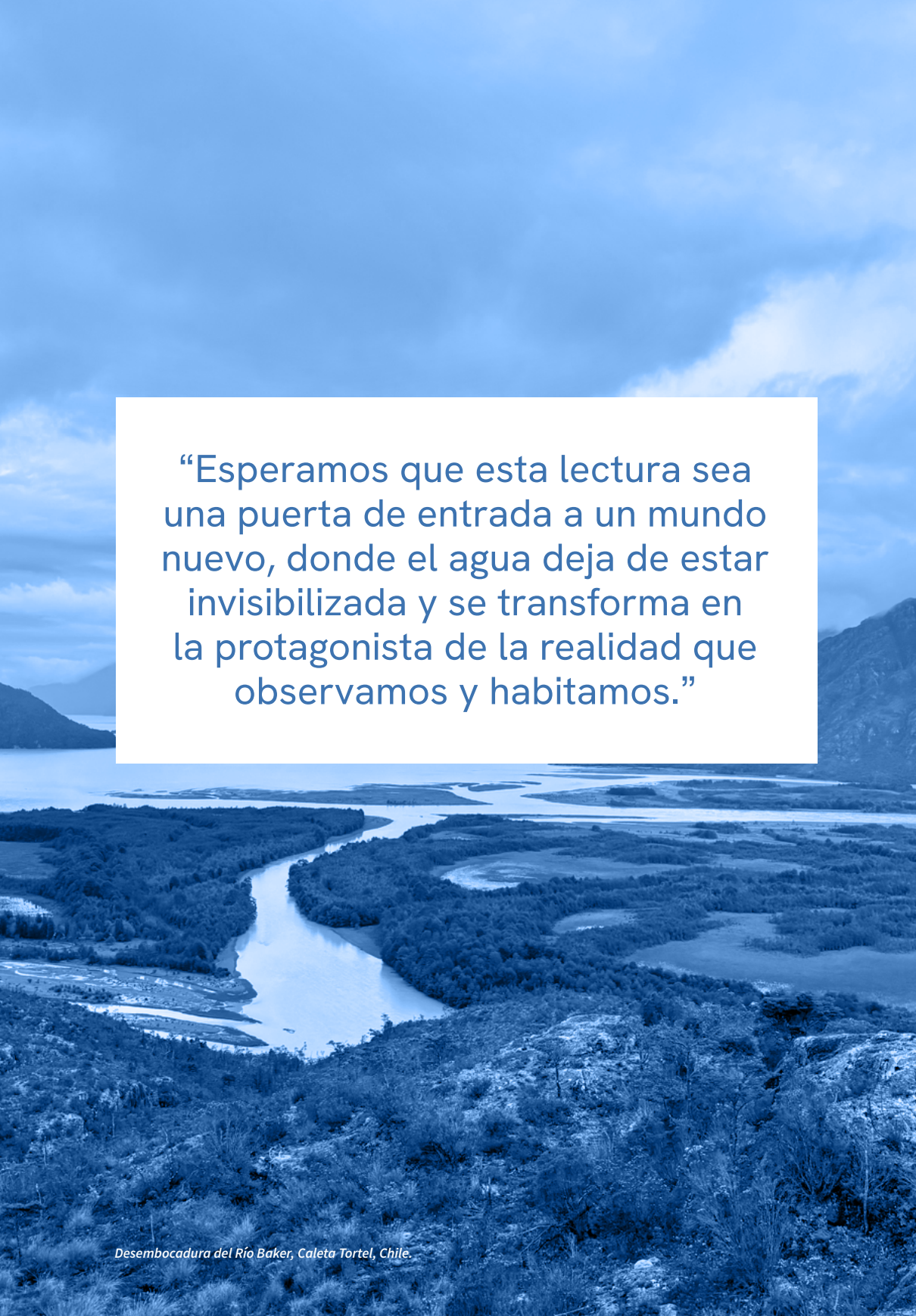
A través de siete sesiones impartidas por personas expertas de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil, se abordaron temas clave como el cambio climático, la seguridad hídrica, la gobernanza, las soluciones tecnológicas y basadas en la naturaleza, así como la gestión del agua en contextos urbanos y rurales.

Estos espacios fueron complementados con reuniones de trabajo, donde estudiantes dialogaron e identificaron aspectos centrales de las temáticas tratadas. Mediante una metodología participativa desarrollada en modalidad virtual, las y los estudiantes fueron organizados en grupos de trabajo de 10 a 12 personas, considerando criterios de pertenencia territorial, diversidad sectorial y distintos niveles de expertise. Esta conformación permitió articular miradas complementarias desde múltiples macrozonas del país (norte, centro y sur), integrando experiencias locales, conocimientos técnicos y saberes comunitarios, lo que enriqueció de manera sustancial la comprensión de los desafíos hídricos y sus particularidades territoriales.

El proceso culminó con un panel de alto nivel y la elaboración de este libro ilustrado, que reúne tanto los aportes de especialistas como las reflexiones colectivas de quienes participaron como estudiantes.

Cada capítulo se compone de la información compartida en las sesiones de la academia y luego se complementa con las visiones trabajadas por los grupos de estudiantes en las reuniones de trabajo.

Así, este libro nace con la intención de ser una guía de acercamiento a la situación hídrica en Chile, permitiendo comprender nuestro presente y colaborando en las soluciones que necesitamos en cada uno de los rincones del país, para construir en conjunto la resiliencia hídrica que necesitamos.



“Esperamos que esta lectura sea una puerta de entrada a un mundo nuevo, donde el agua deja de estar invisibilizada y se transforma en la protagonista de la realidad que observamos y habitamos.”

Índice

01	Capítulo 1: El agua en el día a día	10
	Ciclo del agua urbano	12
	Calidad de agua	20
02	Capítulo 2: Agua y Cambio climático	26
	Agua y cambio climático	28
	Seguridad hídrica en Chile	34
03	Capítulo 3: Gobernanza, Legislación y Políticas Públicas sobre el Agua	44
	Elementos esenciales para la gobernanza del agua	46
	Gobernanza del agua en Chile	48
04	Capítulo 4: Acceso y equidad en el agua	54
	Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica	56
	Gestión doméstica y comunitaria del agua	60
05	Capítulo 5: Innovación y tecnología en la gestión hídrica	66
	Innovación y tecnología en recursos hídricos	68
06	Capítulo 6: Soluciones basadas en la naturaleza	72
	Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	74
	Rol e incentivos desde el sector público para fomentar proyectos de SbN para Seguridad Hídrica	81
07	Panel de alto nivel: Desafíos y Oportunidades para la Resiliencia Hídrica en Chile	86
	Referencias	93
	Coautoras (es)	97



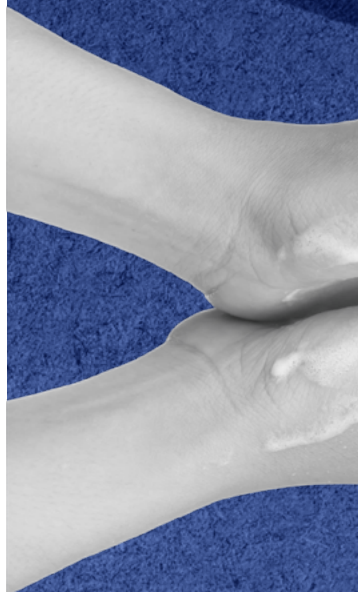
Ventisquero colgante Quelat, Parque Nacional Quelat, Chile.

Capítulo 1: El agua en el día a día

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Ciclo del Agua Urbano (Felipe Sánchez, Aguas Andinas) y Calidad del Agua (Gildas Clochard-Bossuet, Veolia Latam).

Para 2050, **tres de cada cuatro personas** en todo el mundo **podrían enfrentar los impactos de la sequía.**

(UNU-INWEH, 2024).





Clase 1:

Ciclo del Agua Urbano

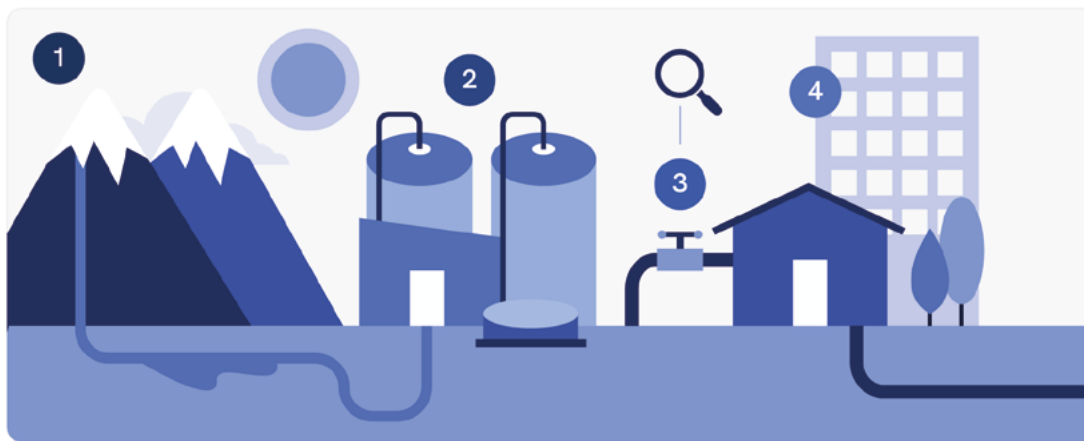
Objetivo de la clase

En esta clase exploraremos el recorrido que hace el agua en la ciudad: desde que se capta, pasa por procesos de tratamiento y llega a nuestros hogares, hasta su recolección y retorno a la naturaleza. También conoceremos cómo se utiliza en la vida cotidiana, qué parte del consumo corresponde a los hogares y a otros sectores productivos, y cuáles son las reglas e instituciones que organizan y supervisan todo este sistema en Chile.

¿Qué es el ciclo del agua urbano?

El ciclo urbano del agua reúne todas las etapas necesarias para que el agua llegue a nuestros hogares, se use de manera segura y, posteriormente, sea devuelta al medio ambiente o reutilizada. Dicho de otra manera, describe el camino que sigue el agua desde su fuente natural hasta que vuelve a integrarse a la naturaleza. En la Figura 1 se pueden observar sus ocho etapas principales:

Figura 1: Ciclo urbano del agua



Fuente: Aguas Andinas (2024).

1

Captación de agua cruda: consiste en la extracción de agua desde fuentes naturales, estas pueden ser:

1.1 Agua superficial: ríos, lagos, precipitaciones y embalses.

1.2 Agua subterránea: pozos y manantiales.

1.3 Desalinización: en zonas costeras, se capta agua de mar y, mediante ósmosis inversa, se separa la sal para hacerla apta para el consumo humano.

2

Planta de producción de agua potable: aquí el agua cruda, proveniente de ríos, embalses o acuíferos, se somete a procesos que la convierten en agua potable apta para el consumo humano.

3

Distribución de agua potable: una vez tratada, el agua se transporta hasta los lugares de consumo a través de una red de tuberías (ver Figura 2), asegurando la presión adecuada, la continuidad del servicio y la calidad sanitaria.

4

Abastecimiento a clientes: es el momento en que el agua potable llega a los(as) usuarios(as) finales: hogares, instituciones, industrias y comercios.

Zonas de responsabilidades usuario-empresa sanitaria

Responsabilidad de los usuarios y las usuarias: todo lo que ocurre dentro del domicilio, incluyendo el uso de artefactos sanitarios (grifos, lavamanos, duchas, WC) y la red interna de recolección, debe ser cuidado y mantenido por las personas usuarias, evitando obstrucciones o conexiones indebidas.

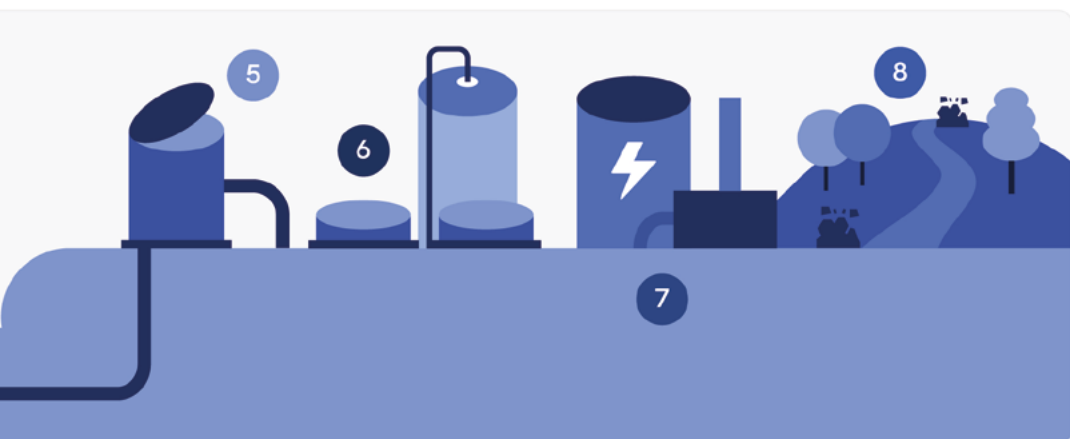
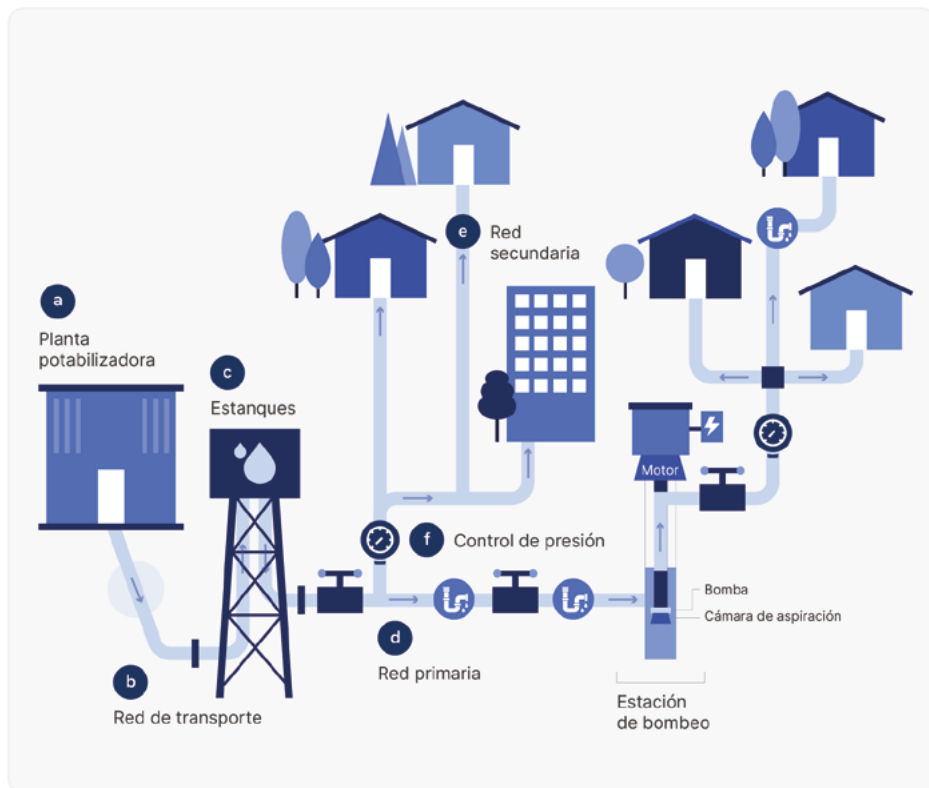


Figura 2: Red de distribución de agua potable



Fuente: Aguas Andinas (2024).

El sistema se compone de diferentes redes: primaria, secundaria y transporte, además de estanques de regulación, controles de presión y estaciones de bombeo, que permiten llevar agua a zonas de difícil acceso.

- a. Planta potabilizadora:** punto inicial de tratamiento del agua.
- b. Red de transporte:** conduce grandes volúmenes de agua desde la planta a los estanques.
- c. Estanques:** almacenan y regulan el caudal, asegurando una disponibilidad permanente.
- d. Red primaria:** distribuye el agua desde los estanques hacia distintas zonas de la ciudad mediante tuberías de mayor diámetro.
- e. Red secundaria:** lleva el agua directamente a las casas, edificios e instituciones.
- f. Estaciones de bombeo y control de presión:** permiten que el agua llegue incluso a sectores altos o alejados.

Responsabilidad de la empresa sanitaria: comienza desde la unión domiciliaria (cámara pública) y continúa en los colectores que transportan las aguas servidas hasta su tratamiento.

5

Recolección de aguas servidas: el agua utilizada en actividades domésticas, comerciales o industriales es conducida mediante la red de alcantarillado hacia plantas de tratamiento.

Recomendaciones para el cuidado del alcantarillado por parte de las personas usuarias:

- No tirar restos de frutas, plásticos, algodón, pañales, cigarrillos o cartón al WC.
- No arrojar desperdicios al lavaplatos y usar rejillas para evitar taparlos.
- No tirar aceite y productos químicos al alcantarillado.

6

Biofactorías y plantas de tratamiento de aguas servidas: las aguas residuales se someten a procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar los contaminantes antes de ser devueltas al medio ambiente.

7

Valorización de subproductos: consiste en aprovechar los residuos generados durante el tratamiento de aguas servidas en recursos útiles.

Por ejemplo, la empresa sanitaria Aguas Andinas reutiliza los desechos orgánicos que separa del agua para darles un nuevo uso en la agricultura y en la regeneración de suelos degradados. Un tercio de estos se somete a un proceso de biosecado, a partir del cual se obtiene un abono seco que ya ha beneficiado a más de 1.910 hectáreas, demostrando cómo un desecho puede transformarse en un recurso para regenerar suelos (Aguas Andinas, 2024).

8

Descarga de aguas depuradas a sus cauces naturales: finalmente, el agua tratada se devuelve al medio ambiente, generalmente a cauces naturales como ríos, esteros o canales.

Distribución del uso del agua en Chile

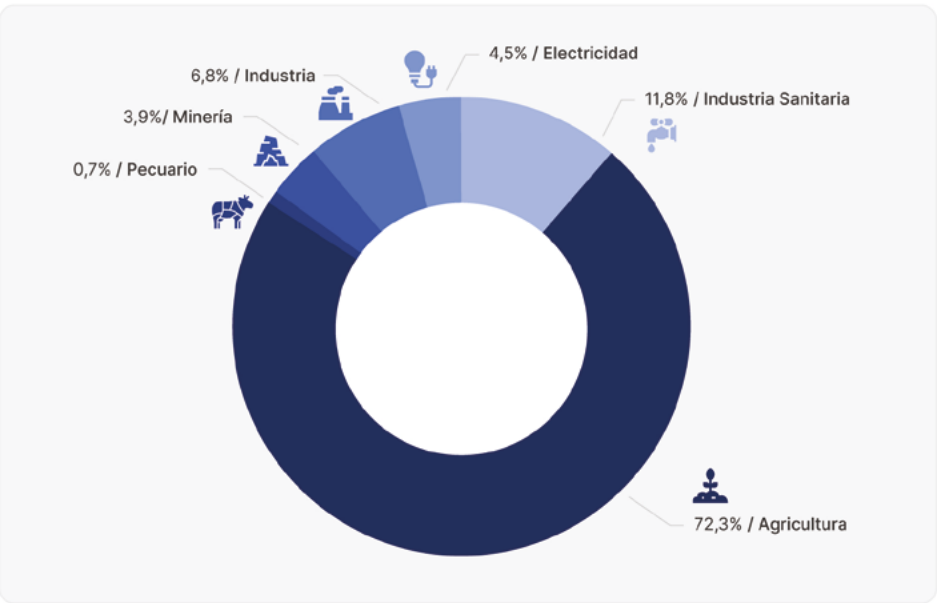
Según la Dirección General de Aguas (2017), en Chile la mayor parte del uso consuntivo del agua corresponde a la agricultura, que concentra un 72,3% del consumo total. Le sigue la industria sanitaria, con un 11,8%, vinculada al abastecimiento de agua potable para la población. Más atrás se ubica la minería, con un 3,9%, junto a otros usos que pueden observarse en la Figura 3.

¿Sabías que existen dos tipos principales de uso del agua?

Consuntivo: se refiere a cuando el agua se consume y no regresa al ciclo natural en la misma forma o cantidad en que fue extraída.

No consuntivo: corresponde a usos en los que el agua retorna al medio con mínimas alteraciones.

Figura 3: Distribución uso consuntivo por actividad productiva

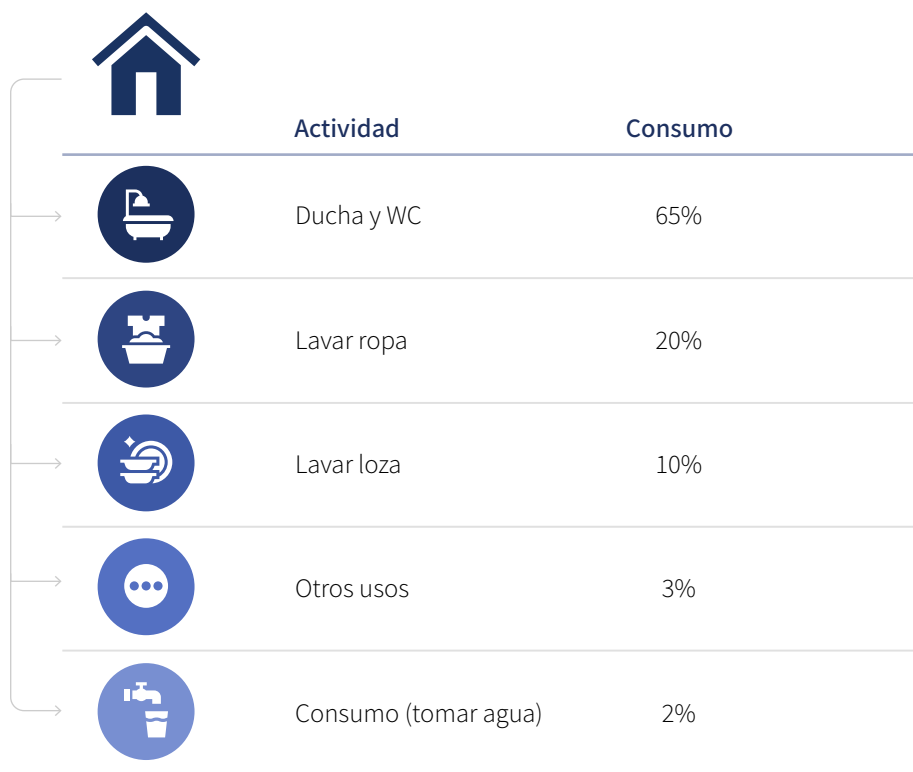


Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Obras Públicas (2017).

Distribución del uso del agua en el hogar

En los hogares, el uso del agua potable se concentra principalmente en la higiene personal y el saneamiento (ver Figura 4), como la ducha y el uso del WC. Una proporción importante también se destina a labores domésticas como el lavado de ropa o la loza, mientras que una proporción muy pequeña corresponde al consumo directo como la bebida.

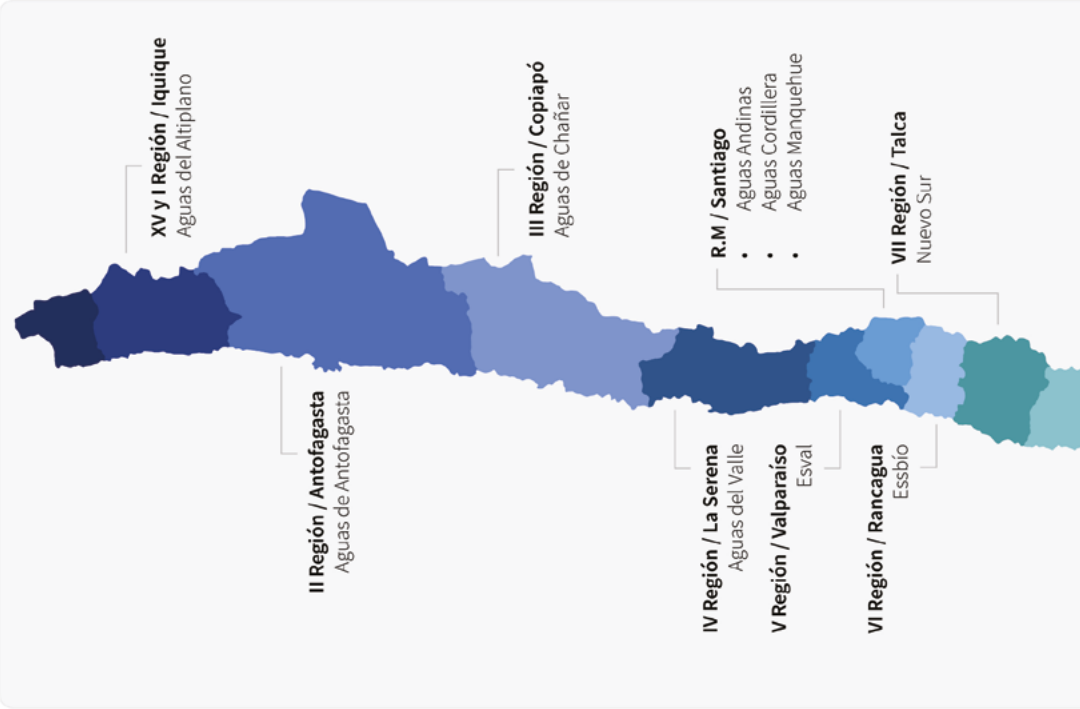
Figura 4: Porcentaje de consumo de agua potable en hogares



Fuente: Presentación Aguas Andinas (2025).

En Chile, la provisión de agua potable y alcantarillado está a cargo de diferentes empresas sanitarias que operan en cada región. Conocer cuál es la empresa responsable en cada territorio permite identificar a la entidad encargada de garantizar la calidad y la continuidad del servicio. En la Figura 5, se presenta un mapa de Chile con las empresas sanitarias que abastecen a cada región.

Figura 5: Empresas sanitarias por región en Chile



Fuente: Presentación Aguas Andinas (2025).

Marco normativo del agua urbana en Chile

La actual distribución de empresas sanitarias en el país es el resultado de un proceso que ha evolucionado a lo largo del tiempo. Desde fines de la década de 1980, Chile ha establecido un conjunto de leyes fundamentales que marcaron el rumbo del sistema de agua y saneamiento urbano. En 1998, se incorporó la participación privada a través de dos modelos de concesión: perpetuas y a 30 años. Desde entonces, el 96% de los clientes en el país es abastecido por empresas privadas.

A continuación, en la Figura 6 se presenta un resumen con la normativa más relevante vinculada a los servicios sanitarios:

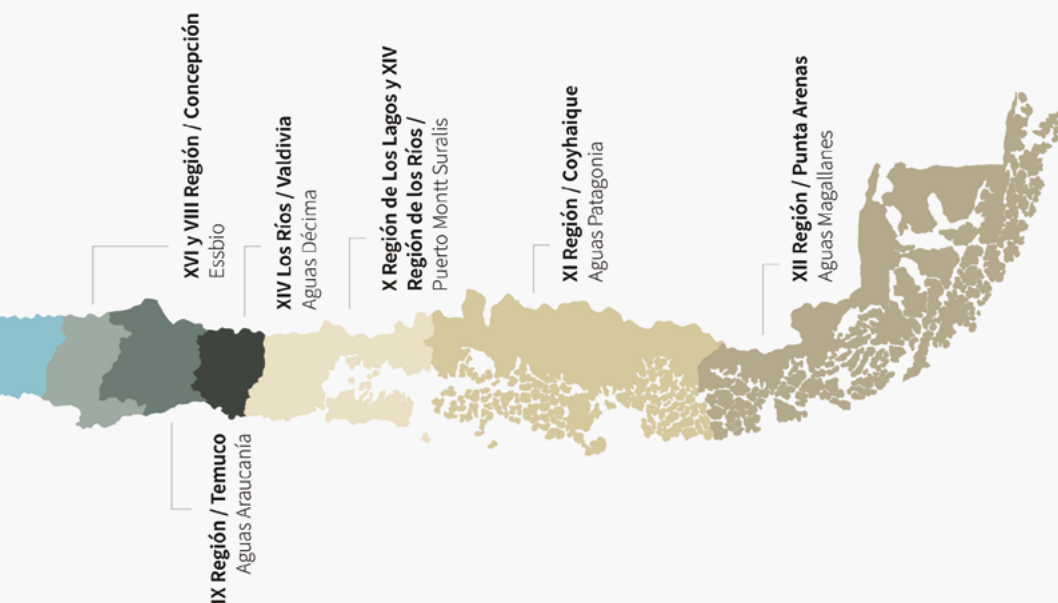
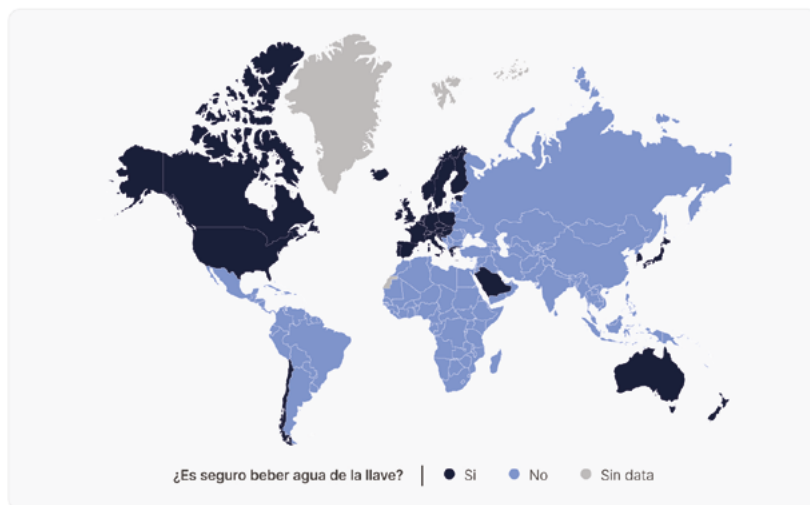


Figura 6: Normativa clave de los servicios sanitarios en Chile

Año	Normativa	Alcance principal	Institución responsable
1988	DFL 70 Ley de Tarifas	Establece el régimen de fijación tarifaria para servicios de agua potable y alcantarillado, calculadas sobre costos eficientes; regula aportes reembolsables y ajustes periódicos.	Ministerio de Obras Públicas
1989	DFL 382 Ley General de Servicios Sanitarios	Establece el régimen legal para la producción, distribución, recolección y disposición de aguas, regulando concesiones, derechos, fiscalización y tarifas.	Ministerio de Obras Públicas
1990	Ley 18.902 Ley que crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios	Crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) como órgano descentralizado encargado de fiscalizar los servicios sanitarios y regular aspectos técnicos, económicos y de calidad de servicio.	Ministerio de Obras Públicas

Fuente: Elaboración propia con datos de DFL N°70 (1988), DFL N°382 (1989) y Ley N°18.902 (1990), Ministerio de Obras Públicas de Chile.



En Chile, el agua potable que llega a las ciudades cumple con los estándares internacionales definidos por la OMS. Esto se debe a un sistema regulatorio con distintos niveles de fiscalización, en el que participan tres actores claves: las empresas sanitarias, los servicios de salud regionales y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Por ley, las empresas sanitarias deben realizar controles diarios de calidad del agua que entregan a la población. Estas mediciones son fiscalizadas por la SISS, que realiza monitoreos independientes en laboratorios acreditados. Además, los servicios de salud regionales ejecutan inspecciones periódicas, fortaleciendo la garantía sanitaria del sistema. En caso de incumplimientos, la SISS puede aplicar sanciones a las empresas responsables.

Aunque la calidad del agua se mantiene dentro de estos estándares en todo el país, su composición varía según la zona geográfica. Por ejemplo, el agua en Arica o Antofagasta suele tener una mayor carga mineral debido a la geología del norte del país, mientras que en algunas zonas del sur puede presentar más sedimentos naturales. Sin embargo, gracias a los procesos de tratamiento, en todas las ciudades de Chile el agua distribuida es apta para el consumo humano.

¿Por qué es tan difícil tener agua potable en la llave?

Abrir una llave y contar con agua potable parece sencillo, pero detrás de esa actividad cotidiana hay múltiples desafíos técnicos, económicos y geográficos. Garantizar este servicio implica sistemas complejos, planificación estatal e innovación constante. Entre las principales dificultades se encuentran:



Disponibilidad permanente: asegurar agua potable las 24 horas al día.



Costo del agua: mantener un precio accesible que permita llegar a toda la población.



Acceso en el hogar: extender la red hasta cada vivienda, institución o comercio.



Dotación de agua potable: cumplir estándares de alrededor de 200 litros por persona al día (aunque menos de 2 litros se destinen a beber).



Diversidad geográfica: adaptar los procesos de tratamiento a la calidad del agua en cada territorio.



Contaminantes emergentes: enfrentar partículas cada vez más pequeñas, como virus, sales disueltas o pesticidas, lo que exige innovación constante en tecnologías de filtrado y tratamiento.



Capacidades técnicas y de gestión: disponer de conocimiento especializado, inversiones sostenidas y planificación a largo plazo del Estado.

¿Cuáles son los mecanismos para asegurar agua de calidad en los hogares?

En Chile, la norma NCh409/1 establece los requisitos microbiológicos, físicos y químicos que debe cumplir el agua potable destinada al consumo humano. Esta normativa es clave porque:

- Protege la salud pública, al garantizar que el agua no represente riesgos.
- Sirve de base para la fiscalización de empresas concesionarias.
- Es un estándar obligatorio en todo el territorio nacional.

¿Qué se mide para asegurar que el agua sea potable?

La norma NCh409/1 contempla 43 parámetros de control, organizados en cuatro categorías:



- **Microbiológicos y turbiedad:** aseguran la ausencia de gérmenes y patógenos.
- **Físico-químicos:** verifican la temperatura, el pH y la presencia de minerales.
- **Organolépticos:** controlan el color, olor y sabor del agua.
- **Químicos:** detectan sustancias indeseables como pesticidas o metales.

El control es riguroso: a lo largo de todas las etapas del ciclo urbano del agua funcionan más de 350 analizadores en línea, que generan cerca de 750.000 mediciones anuales. Esta información, supervisada por la SISS, permite contar con datos en tiempo real, desagregados por empresa y ciudad.

Agua de la llave vs agua embotellada

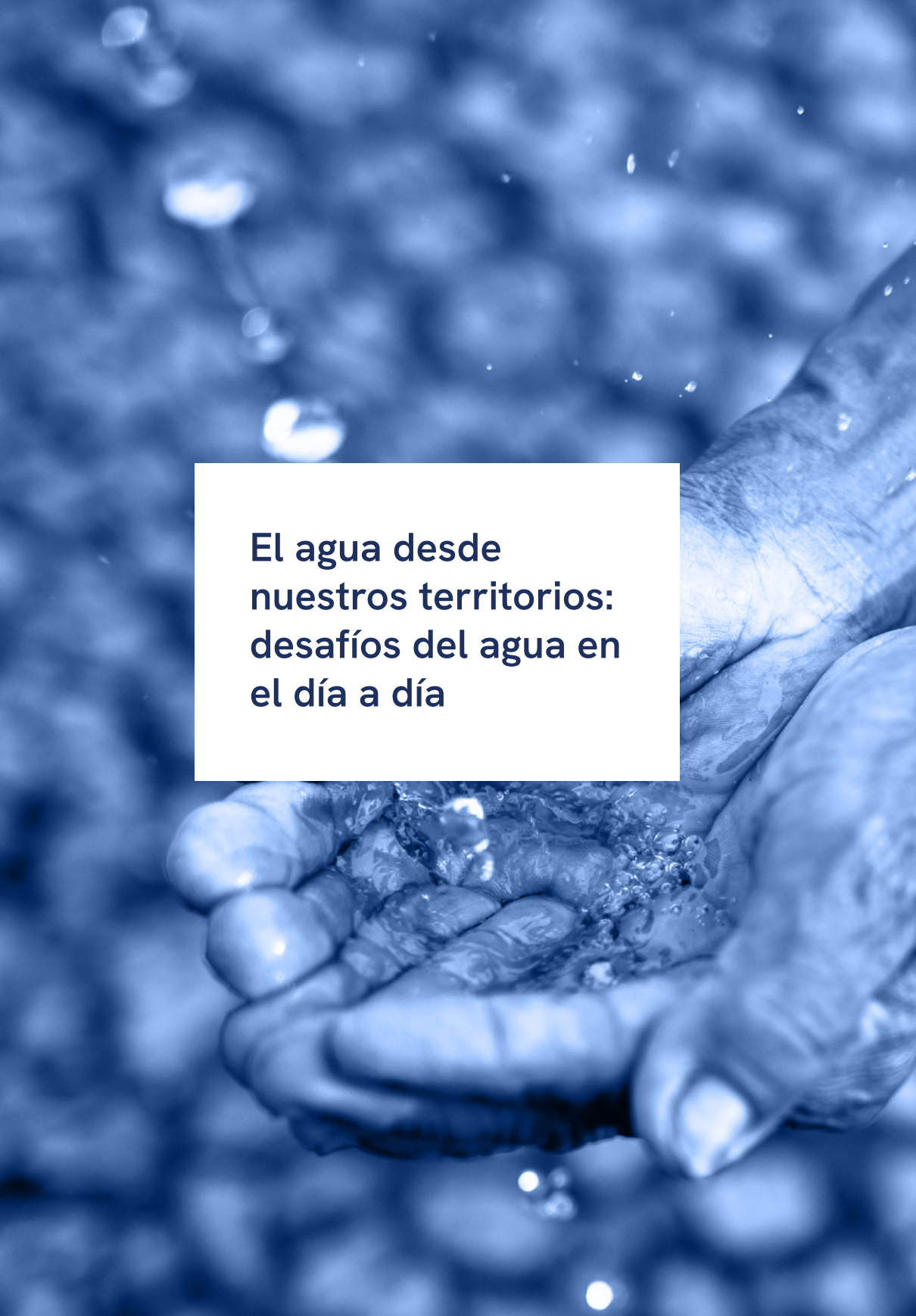
Aunque a primera vista puedan parecer lo mismo, el agua de la llave y el agua embotellada presentan diferencias profundas que van mucho más allá de lo que percibimos al consumirlas. Son aspectos que influyen directamente en nuestra vida cotidiana, en el medio ambiente y en la economía familiar, y que marcan una clara distancia entre una opción y la otra:

1. **Calidad:** en Chile, el agua de la llave es segura y uno de los productos alimentarios más controlados.
2. **Medioambiente:** el agua de la llave es mucho más respetuosa con el medio ambiente que el agua embotellada, pues evita el uso de plásticos y transporte adicional.
3. **Logística:** es mucho más fácil abrir la llave para obtener agua, que gestionar la logística de la compra de botellas.
4. **Precio:** el agua de la llave es 1.000 veces más económica: cerca de \$1 por litro, frente a los \$1.000 por litro que puede alcanzar el agua embotellada en el supermercado.

Microplásticos: un parámetro pendiente

La presencia de microplásticos en el entorno y el cuerpo humano se ha convertido en una preocupación creciente para la salud pública y ambiental (WWF, 2019). Un estudio realizado en la Universidad de Newcastle **estima que cada persona ingiere semanalmente el equivalente a una tarjeta de crédito en plástico**, a través de agua embotellada, alimentos envasados o productos del mar. Estudios recientes advierten que estas partículas incluso podrían acumularse en el cerebro humano, cruzando la barrera hematoencefálica.

En Chile, investigaciones exploratorias en la Cuenca del río Maipo (2024) confirmaron la presencia de microplásticos en aguas y sedimentos, con mayor concentración en zonas urbanas. Se hallaron principalmente fibras y fragmentos derivados del uso cotidiano. Aunque las plantas de tratamiento logran remover parte de estas partículas, millones de ellas siguen llegando al ambiente. Actualmente, la normativa nacional no reconoce los microplásticos como contaminantes, y tampoco existen metodologías estandarizadas para su monitoreo, lo que plantea un desafío urgente para la salud pública y la gestión del agua.

A blue-toned photograph of a hand holding water, with a white text box overlaid. The background is a blurred, bokeh-like pattern of light blue and white, suggesting water droplets or a shallow depth of field. The hand is positioned in the lower right, with fingers curled to hold water. The text is in a bold, sans-serif font, centered within the white box.

**El agua desde
nuestros territorios:
desafíos del agua en
el día a día**

Chile ha asumido el compromiso de garantizar agua potable de alta calidad, asegurando su acceso asequible para todas las personas y considerando las particularidades de cada territorio.

Los(as) estudiantes, conscientes de las múltiples desigualdades que se han profundizado con el crecimiento de las ciudades y la presión sobre las fuentes de agua disponibles, ponen atención en cómo este factor, combinado con el cambio climático, impacta en la calidad y cantidad del recurso.

Identifican que es fundamental la presencia de un monitoreo constante y una fiscalización efectiva que asegure calidad y el cumplimiento de las normas, acompañado de un financiamiento estable que permita modernizar la infraestructura. Dentro de estas reflexiones, se promueven las tecnologías de reutilización de aguas grises y tratadas, viendo estas como un medio concreto para ampliar la disponibilidad hídrica, sin dejar de lado la protección de aguas superficiales y subterráneas frente a la sobreexplotación y la contaminación.

En la zona norte, plantean su preocupación ante la presión del crecimiento urbano y turístico, que incrementa la demanda y afecta la sostenibilidad hídrica. A ello, se suma la limitada diversificación de fuentes, el impacto de actividades humanas sobre la infiltración de napas subterráneas y las externalidades ambientales asociadas. Asimismo, advierten que soluciones como la desalación requieren una coordinación entre sectores y una planificación estratégica.

En la zona centro, se plantean como alternativas el tratamiento de espuma, la implementación de sistemas para reutilizar aguas de riego y la instalación de monitoreo en alcantarillados para detectar fugas de manera temprana y reducir pérdidas. Del mismo modo, se considera esencial el desarrollo de biofactorías y de soluciones que protejan las fuentes superficiales y subterráneas frente a contaminantes agrícolas, industriales y urbanos. A ello se suma la necesidad de integrar procesos capaces de remover nuevos contaminantes, como medicamentos, pinturas o microplásticos.

Finalmente, reconocen importantes diferencias hídricas entre lo urbano y lo rural. En las ciudades, el agua potable llega con regularidad gracias a empresas sanitarias que cuentan con infraestructura y equipos preparados para responder ante emergencias. En los sectores rurales, en cambio, el suministro depende de comunidades que deben sostener con pocos recursos la continuidad del servicio, enfrentando fallas en la calidad y falta de apoyo institucional. La situación se vuelve aún más compleja en territorios aislados, donde los costos de traslado encarecen la operación y obligan a muchas familias a depender de camiones aljibes.

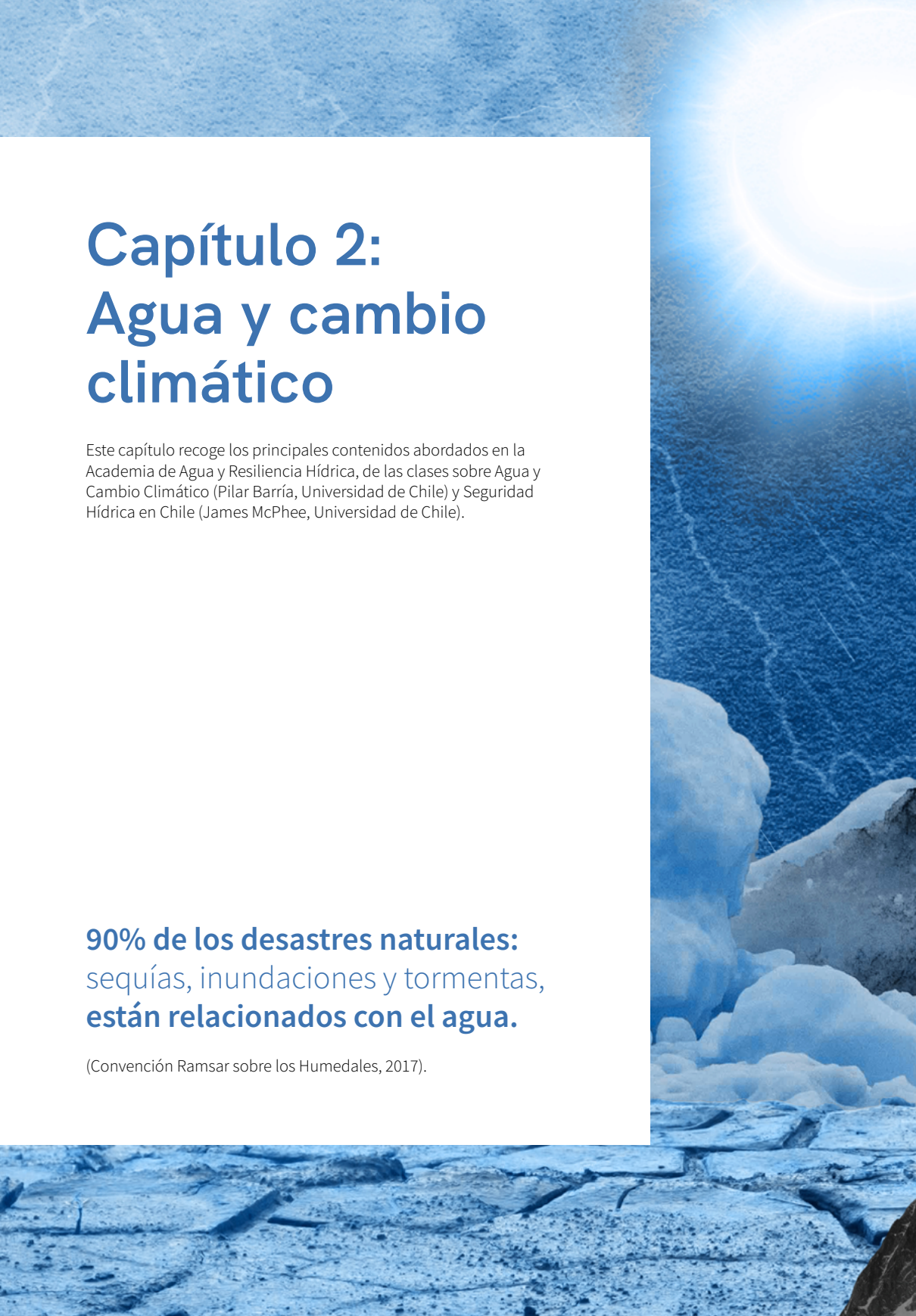
Capítulo 2:

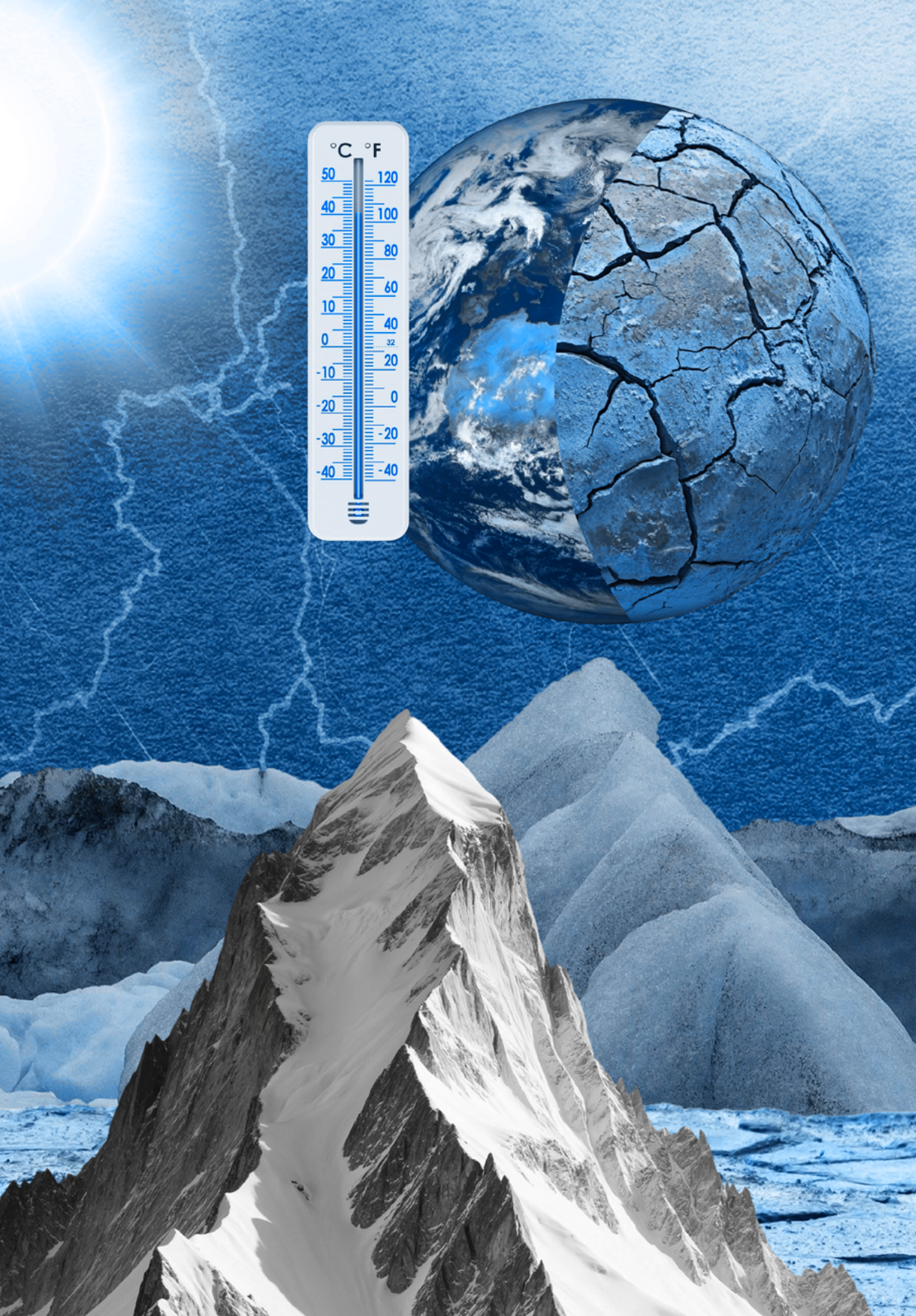
Agua y cambio climático

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Agua y Cambio Climático (Pilar Barría, Universidad de Chile) y Seguridad Hídrica en Chile (James McPhee, Universidad de Chile).

90% de los desastres naturales:
sequías, inundaciones y tormentas,
están relacionados con el agua.

(Convención Ramsar sobre los Humedales, 2017).





Clase 3:

Agua y cambio climático

Objetivo de la clase

Analizaremos cómo el cambio climático está transformando el ciclo del agua y afectando la disponibilidad hídrica en distintos territorios. Revisaremos los principales impactos en fuentes naturales, suelos y ecosistemas, así como las consecuencias de la alteración de las lluvias y las sequías prolongadas en zonas urbanas y rurales. Además, ahondaremos en la relevancia de la gestión integrada de los recursos hídricos y aprenderemos a interpretar el balance hídrico como una herramienta para la planificación y la adaptación.

¿Qué entendemos por cambio climático?

El clima cambia **debido a procesos internos naturales y forzamientos externos** tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas, y más recientemente **debido a la actividad humana persistente**, cambiando la composición de la atmósfera y del uso del suelo. El cambio climático se entiende entonces como una alteración del clima de la Tierra que va más allá de las variaciones naturales que ocurren de manera habitual. No se trata de los cambios normales asociados a ciclos naturales de la atmósfera o del océano, sino de transformaciones más profundas y duraderas que modifican de manera evidente patrones como la temperatura, las lluvias o la frecuencia de fenómenos extremos.

El **Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)** en su **Sexto Informe (2021)** sostiene que:

“Es inequívoco que la influencia humana ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra. Se han producido cambios generalizados y rápidos en la atmósfera, el océano, la criosfera y la biosfera”.

Esta afirmación se basa en décadas de observaciones y simulaciones científicas. Cuando los(as) investigadores(as) reproducen el comportamiento del clima considerando sólo factores naturales, los resultados no explican el aumento de las temperaturas observado a mediados del siglo XIX (Santer et al, 1996). Solo al

incorporar las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles o la deforestación, los modelos logran reflejar el calentamiento real del planeta. Esta evidencia confirma que la acción humana es la principal causa del cambio climático actual.

¿Qué es el IPCC?

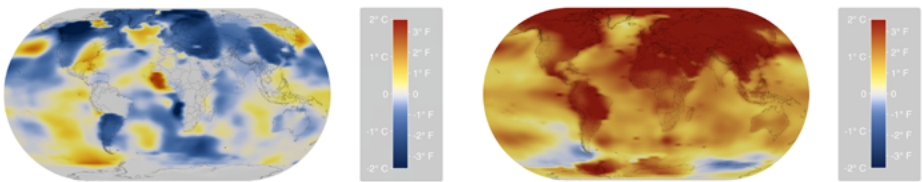


El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) es el organismo de las Naciones Unidas encargado de evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático. Fue creado en 1988 y tiene por objetivo proporcionar evaluaciones periódicas sobre las bases científicas del cambio climático, sus impactos y riesgos futuros, así como las opciones de adaptación y mitigación disponibles. Sus informes entregan a los gobiernos de todo el mundo información científica rigurosa y actualizada para orientar el diseño de políticas climáticas.

El mapa del calor global: más de un siglo de cambios en la temperatura de la Tierra

Para dimensionar la magnitud del calentamiento global, resulta ilustrativo observar los mapas de visualización de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, más conocida como NASA por sus siglas en inglés (ver figura 7). En estas representaciones, la comunidad científica toma como referencia un rango de “temperatura normal”, calculado a partir del promedio registrado entre 1950 y 1980. Los valores dentro de este rango aparecen en tonos blanquecinos, mientras que las regiones más frías se representan en azul y las más cálidas, en naranja y rojo.

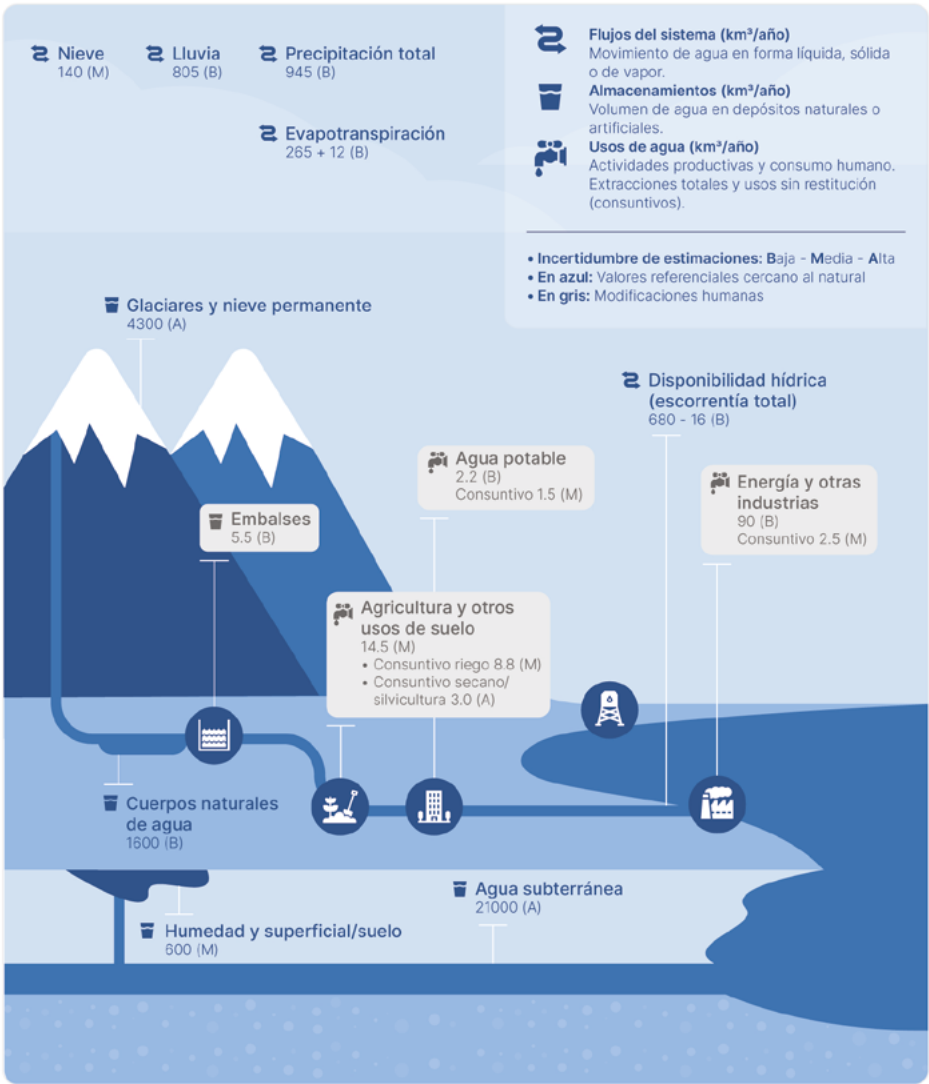
Figura 7: Cambios en las anomalías de temperatura global: comparación entre 1881 y 2023



Fuente: Estudio de Visualización Científica de la NASA (SVS) (2025).

El mapa correspondiente a 1881 muestra un predominio de tonos grises y azules, con temperaturas que son similares y menores al periodo de la revolución industrial, propio de un mundo donde la industrialización aún no tenía un impacto global significativo. En contraste, el mapa de 2023 revela un planeta mayoritariamente rojo y naranja, reflejando temperaturas por encima de los promedios históricos y confirmando la magnitud del cambio climático a escala global.

Figura 8: Balance hídrico, disponibilidad y usos de agua en Chile



Fuente: Alvarez-Garreton, C. et al.(2023)

Balance hídrico

El balance hídrico es un método que permite estimar los cambios en el almacenamiento de agua dentro de un espacio determinado (cuenca, microcuenca o acuífero) en un periodo específico. Su análisis es fundamental para comprender cómo las variaciones climáticas afectan la disponibilidad del recurso.

La Figura 8 ofrece una mirada general sobre cómo se mueve y se usa el agua en Chile. El esquema muestra los principales flujos y reservas de agua del país, permitiendo comprender la magnitud de estos procesos a escala nacional.

02

Disponibilidad hídrica

El ciclo del agua está marcado por dos procesos clave que ocurren de manera constante: la precipitación, que llega en forma de lluvia o nieve, y la evapotranspiración, es decir, el agua que vuelve a la atmósfera desde el suelo, los ríos, los lagos y la vegetación. La diferencia entre ambos procesos define cuánta agua dulce queda disponible en la superficie.

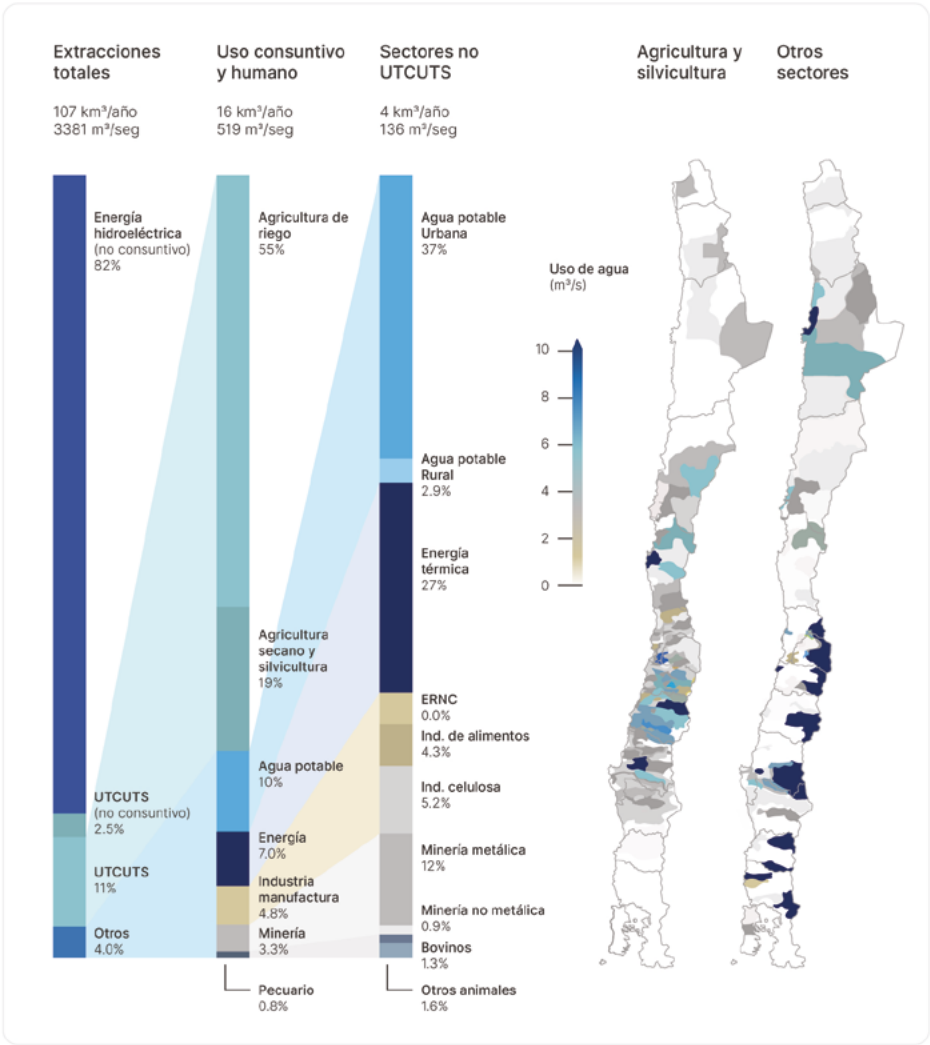
El agua ingresa principalmente a través de la precipitación, que puede ser lluvia o nieve. La nieve que cae en la cordillera cumple un rol clave, ya que se acumula y se libera lentamente, funcionando como una reserva natural de agua.

Una parte importante del agua vuelve a la atmósfera mediante la evapotranspiración. El resto continúa su recorrido por el territorio. El agua que no se evapora escurre por la superficie, alimentando ríos, lagos y ecosistemas, se acumula como nieve y glaciares o se infiltra en el suelo, recargando las aguas subterráneas.

Las actividades humanas influyen en este equilibrio natural del agua. Aunque a nivel país estos efectos parecen pequeños, a escala local (especialmente en las cuencas) pueden ser muy significativos. Cambios en el uso del suelo, como la expansión agrícola o forestal, modifican la forma en que el agua se evapora y circula, afectando la disponibilidad hídrica en los territorios.

Usos hídricos

Figura 9: Usos del agua en Chile



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2023).

La figura 9 presenta la distribución de las extracciones y usos del agua en Chile, así como su participación por sectores a nivel nacional y territorial. La agricultura concentra la mayor parte del consumo, principalmente para riego, seguida por el abastecimiento de agua potable para las personas y por los usos en energía e industrias.

En el caso del sector energético, una parte importante del agua utilizada corresponde a generación hidroeléctrica, que es un uso no consuntivo, es decir, el agua retorna al sistema después de su uso. Sin embargo, otros sectores (como la agricultura, el consumo humano y diversas actividades productivas) utilizan el agua de forma consuntiva, lo que significa que una fracción relevante no vuelve inmediatamente a las fuentes naturales, ya sea por evaporación, infiltración o incorporación en los procesos productivos.

Los mapas complementan esta información mostrando cómo estos usos se distribuyen en el territorio, evidenciando que la presión sobre los recursos hídricos varía según la actividad económica y las características de cada región.

Así, la disponibilidad hídrica del futuro, correspondiente al agua que fluirá por ríos y cuencas y que estará disponible para la vida y las actividades humanas, depende tanto de los procesos naturales como de las decisiones que tomemos sobre el uso del agua en cada territorio.

Impacto del cambio climático en el agua

Según Stehr et al. (2021), los efectos del cambio climático en los recursos hídricos son múltiples y se expresan de diferentes formas:

1. **Precipitaciones:** al comparar el período 1985-2015 con las proyecciones para 2030-2060, se observa una disminución generalizada de las precipitaciones en relación con la media histórica. Por ejemplo, entre las cuencas de los ríos Elqui (región de Coquimbo) y Baker (región de Aysén) se proyectan disminuciones promedio de entre 5% y 15% respectivamente.
2. **Evapotranspiración:** El comportamiento varía según la región:
 - **Extremo norte árido:** no muestra un patrón claro, principalmente porque los flujos de agua en esta zona son muy bajos.
 - **Zona mediterránea (30°S - 37°S):** se espera que la evapotranspiración disminuya, ya que habrá menos precipitaciones y el suelo retendrá menos humedad.
 - **Zona central y sur:** se proyecta un aumento de la evapotranspiración que supera la reducción de las precipitaciones. En términos simples, el alza de las temperaturas favorece que el agua disponible en el suelo, tanto en áreas naturales como en cultivos bajo riego, se evapore con mayor intensidad, lo que incrementa la pérdida de humedad.

Clase 4:

Seguridad hídrica en Chile

Objetivo de la clase

Abordaremos el concepto de seguridad hídrica y su relevancia en un país como Chile, con altos niveles de estrés hídrico. Analizaremos los factores que influyen en la disponibilidad del agua, como la geografía, el cambio climático y la distribución desigual del recurso, y revisaremos los principales desafíos en la gestión del agua a nivel regional. También conoceremos cómo se distribuye el uso del agua entre sectores productivos y hogares, y por qué una gestión integrada es clave para un futuro sustentable.

Durante las últimas décadas, la zona central de Chile ha experimentado un aumento sostenido del estrés hídrico, impulsado por el crecimiento del consumo de agua, especialmente por los sectores agrícola y forestal. Esta presión ha generado un escenario adverso, donde muchas cuencas del centro y norte del país podrían enfrentar riesgos de escasez hídrica permanente.

A nivel de hogares, la vulnerabilidad varía según el sistema de abastecimiento disponible y el apoyo estatal recibido. La situación es especialmente crítica en sectores rurales donde casi la mitad de la población se abastece de la gestión comunitaria o individual para acceder al agua. Frente a esta realidad, numerosas comunidades han desarrollado estrategias locales de adaptación y resiliencia para asegurar el consumo humano y de subsistencia.

¿Qué entendemos por seguridad hídrica?

Según la Ley Marco de Cambio Climático (2022) en Chile, en su artículo 3, la seguridad hídrica corresponde a:

“La posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación”.

A partir de esta definición, se desprenden las siguientes dimensiones fundamentales de la seguridad hídrica:



Consumo humano, salud y subsistencia: garantizar el acceso suficiente, seguro y asequible al agua para el consumo humano, saneamiento y la higiene, como condición básica para la dignidad y existencia humana.



Desarrollo económico: asegurar disponibilidad de agua para actividades productivas como agricultura, minería, industria, energía y los servicios.



Conservación y preservación de los ecosistemas: garantizar la protección de los flujos y condiciones necesarias para mantener ecosistemas acuáticos, fundamentales para la biodiversidad y equilibrio climático.



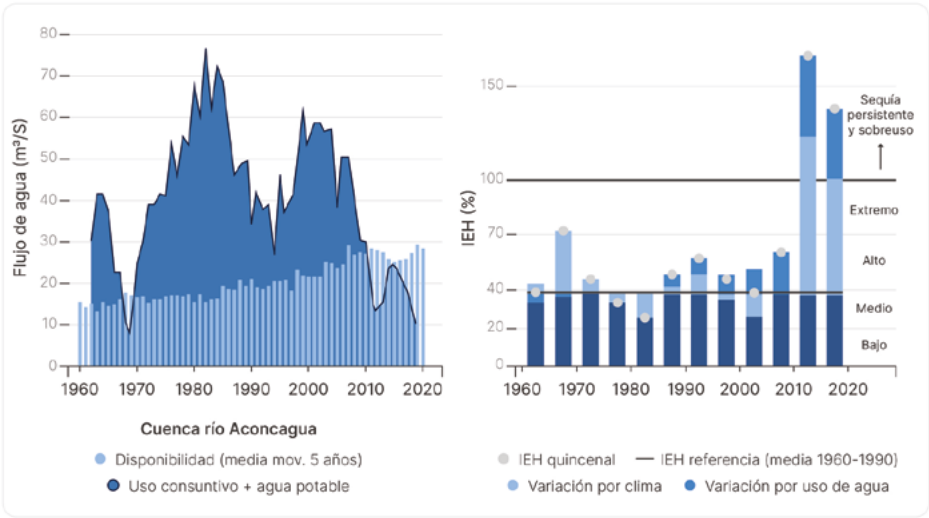
Resiliencia hídrica: capacidad de un sistema para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los impactos del cambio climático, manteniendo sus funciones esenciales y, al mismo tiempo, su habilidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Estrés hídrico

El estrés hídrico se produce cuando el agua disponible es menor que la demandada para cubrir necesidades sociales y ambientales, como el consumo humano y animal, la mantención de ecosistemas, la agricultura, la minería o la industria.

Un caso representativo en Chile es la cuenca del río Aconcagua, ubicada en la zona centro-norte del país, como se muestra en la Figura 10.

Figura 10: Estrés hídrico en la cuenca del río Aconcagua



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2023)

Del historial de la cuenca del Aconcagua, se desprende que:

- Entre 1960 y 1990, el Índice de Estrés Hídrico (IEH) se mantuvo en niveles bajos o medios, sin grandes desbalances.
- Desde el año 2000, el IEH comenzó a subir de manera significativa, especialmente durante la década de 2010.

En 2020, el IEH alcanza valores extremos (>150%), reflejando una situación crítica marcada por la sequía persistente y el sobreuso de los recursos hídricos.

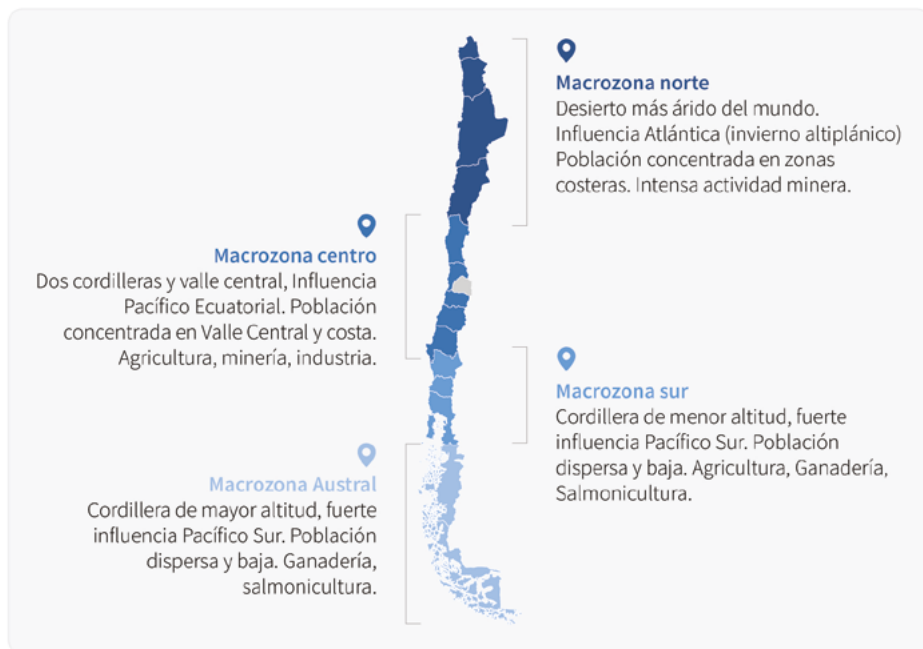
Índice de Estrés Hídrico

Este índice representa la razón entre el uso y la disponibilidad superficial de agua. Cuando los valores de IEH son mayores a 100%, esto indica que los usos superan al agua disponible en superficie. Estos niveles de estrés hídrico implican un uso no sostenible de las reservas de agua.

Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2023)



Chile: Un país de contrastes hídricos



02

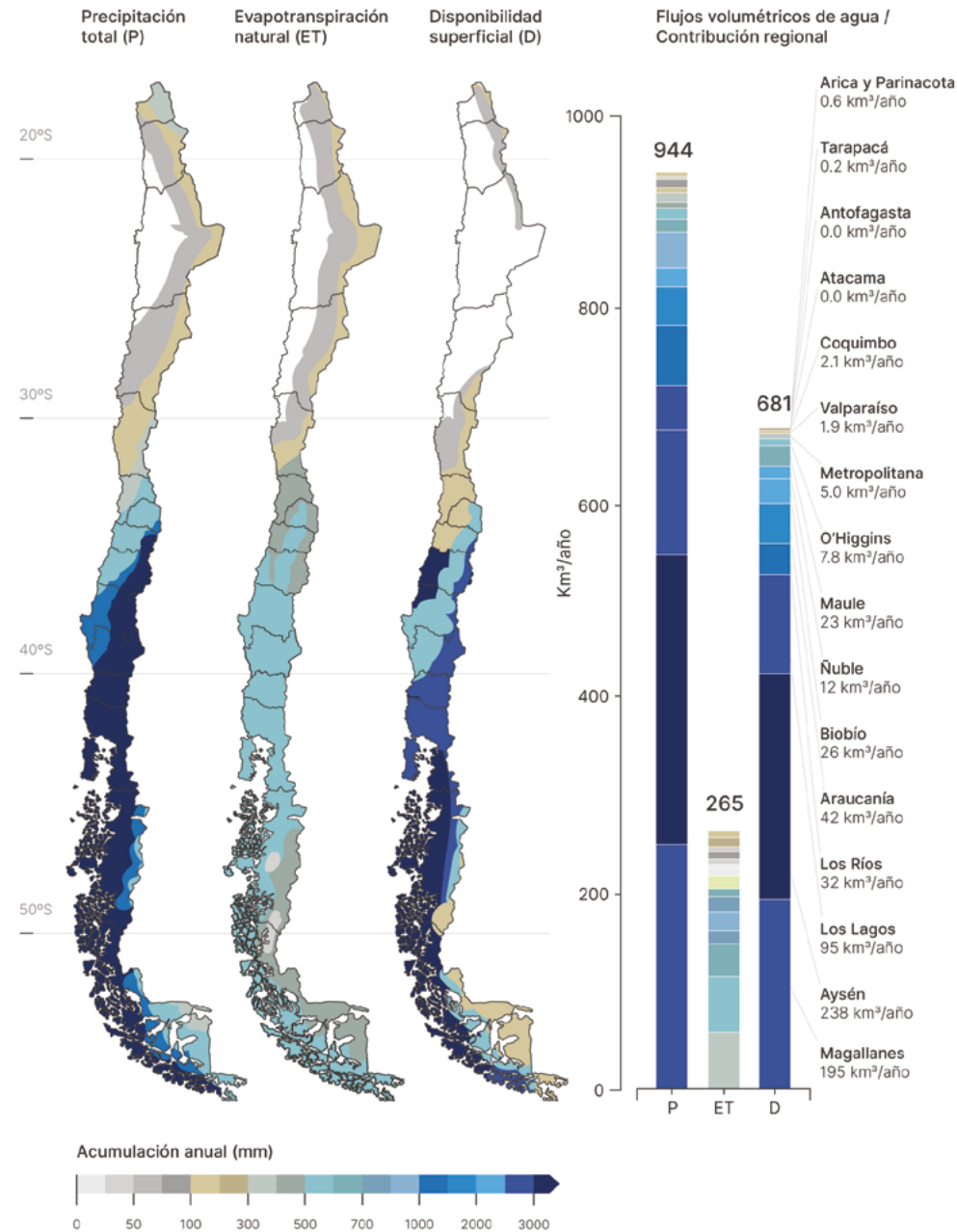
Para entender cómo se distribuye el agua en Chile, la figura 11 revela una realidad clave: el país tiene mucha agua en total, pero está desigualmente repartida. Mientras en el norte casi no llueve y gran parte del agua se evapora, en el sur y la zona austral se concentran las mayores precipitaciones y la mayor disponibilidad de agua.

En promedio, Chile cuenta con un volumen significativo de agua a nivel nacional, pero esa cifra es engañosa si no se observa dónde se encuentra. Más del 75% del agua disponible se concentra en el sur del país, especialmente en las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes. En cambio, desde Valparaíso hacia el norte (donde vive la mayor parte de la población y se desarrollan muchas actividades productivas) se reúne menos del 1 % del agua disponible a nivel nacional, lo que revela la profunda diferencia entre las zonas y ecosistemas que se encuentran en el país.

Esta diferencia entre dónde está el agua y dónde se necesita es uno de los principales desafíos para la seguridad hídrica en Chile.

Además, la disponibilidad de agua no es siempre la misma: depende de las lluvias, del deshielo en la cordillera y de las variaciones del clima. En los últimos años, la megasequía y la disminución de las precipitaciones en la zona central han reducido aún más el agua disponible, aumentando la presión sobre los territorios.

Figura 11: Indicadores de la disponibilidad de agua a nivel nacional distribuida por regiones



Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2) (2023).

La figura 12 muestra la distribución de la escorrentía en Chile, diferenciada por macrozonas y regiones. En ella se aprecia tanto el volumen total de escorrentía como la disponibilidad per cápita (2015).

Estos datos permiten evidenciar las marcadas diferencias territoriales del país: mientras en el norte los recursos hídricos son limitados, en el sur y especialmente en la zona austral la disponibilidad de agua por persona es considerablemente mayor.

Figura 12: Disponibilidad de agua por persona en las regiones de Chile

Macrozona	Región	Escorrentía	(m³/s)	(%)	Escorrentía per cápita (2015)[m³/persona/año] ¹
Norte	XV		5,5	0,019	725
	I		6,4	0,022	599
	II		0,9	0,003	47
	III		1,9	0,006	190
	IV		22,2	0,08	908
Centro	V		41	0,14	703
	RM		103	0,35	444
	VI		205	0,70	7.037
	VII		767	2,62	23.191
Sur	VIII		1.638	5,60	24.432
	IX		1.041	3,56	33.167
	XIV		1.046	3,58	81.563
	X		4.109	14,05	154.058
Austral	XI		10.134	34,65	2.950.168
	XII		10.124	34,62	1.938.956
Total			29.245		Chile ² 51.218

(1) Corresponde a la escorrentía total en la región dividida por la población de la región.

(2) Corresponde a la escorrentía total nacional dividida por la población total de Chile.

Fuente: James McPhee (2025). Presentación clase 4: Seguridad hídrica en Chile.

¿Sabes qué es la escorrentía?



La escorrentía es agua que fluye superficialmente. Puede ocurrir tanto en laderas como en cursos de agua natural. Su origen puede ser la precipitación, exceso de saturación de suelo, derretimiento de nieve y glaciares.

Fuente: Dirección General de Aguas, 2017.

Gestión Integrada de Recursos Hídricos

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), según la Global Water Partnership, es:

“Un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados del agua, la tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”.

Etapas de la GIRH

El proceso de la GIRH suele desarrollarse en distintas fases que forman parte de un ciclo continuo (ver Figura 13):

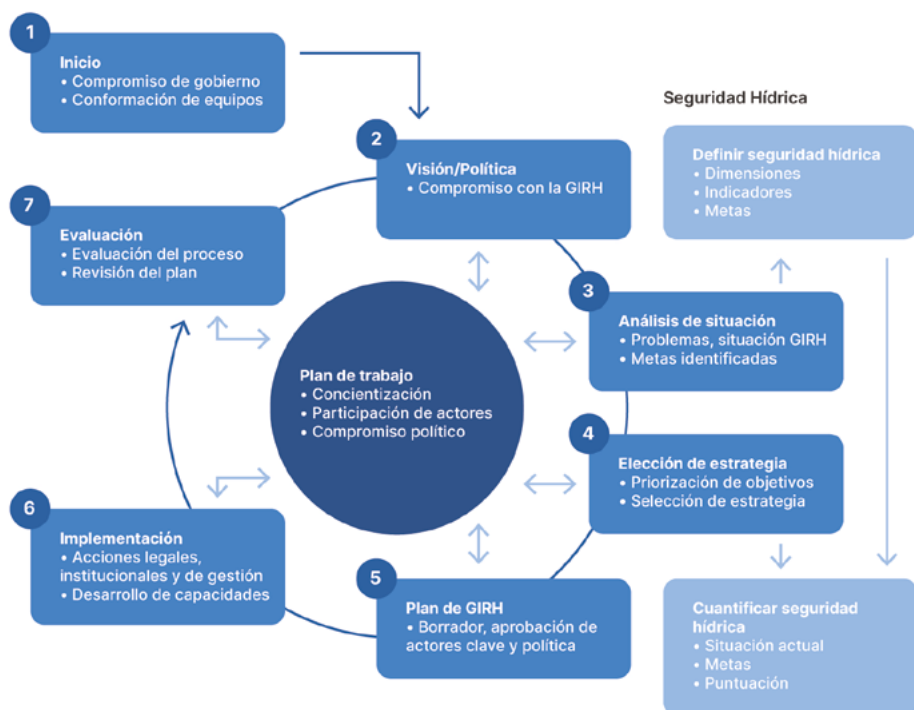
1. **Inicio:** el gobierno asume el compromiso de implementar la GIRH, conformando equipos técnicos y políticos para coordinar el proceso.
2. **Visión/Política:** se establece una visión compartida sobre cómo gestionar el agua de forma integrada y sostenible, respaldada por una política pública o un marco normativo.
3. **Análisis de situación:** se elabora un diagnóstico del estado actual de los recursos hídricos, identificando los principales problemas, estableciendo dimensiones clave (como disponibilidad, calidad, acceso o riesgos), y definiendo indicadores y metas.
4. **Elección de estrategias:** se priorizan los objetivos y se seleccionan acciones concretas. Aquí se cuantifica la seguridad hídrica, evaluando brechas y avances para orientar las intervenciones.
5. **Plan de GIRH:** se formula un plan con estrategias, acciones, metas y responsables, el cual debe contar con el respaldo de los actores clave.

6. **Implementación:** se ponen en marcha las acciones legales, institucionales y técnicas, junto con el fortalecimiento de capacidades para que cada actor cumpla su rol.
7. **Evaluación:** se monitorea el progreso y se ajusta el plan de acuerdo con los resultados obtenidos.

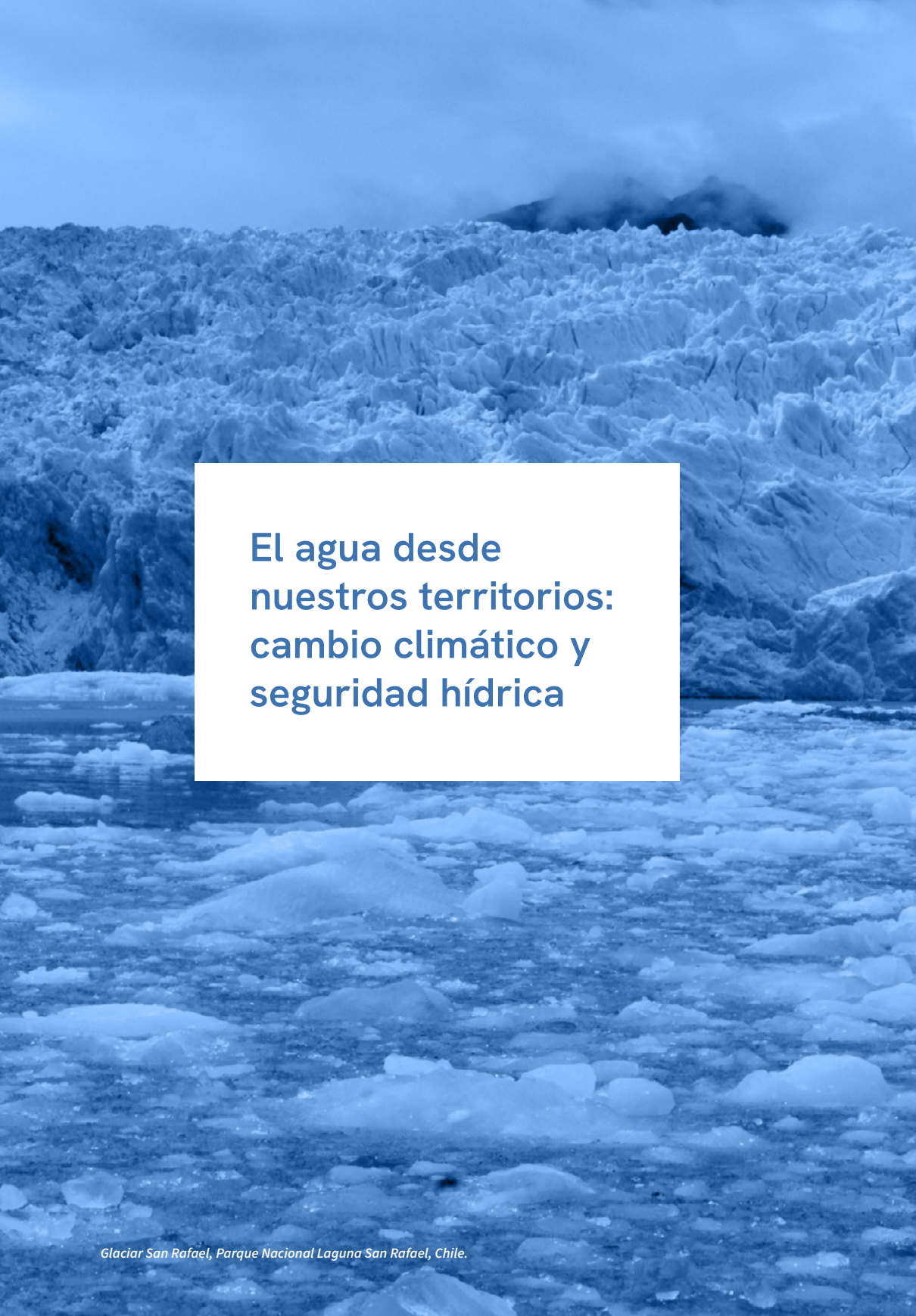
Durante todas estas etapas, hay componentes esenciales que sostienen el proceso:

- **Concientización:** campañas y actividades que permitan a la sociedad comprender la importancia de la GIRH.
- **Participación de actores:** inclusión de comunidades, organizaciones sociales, sectores productivos y otros grupos relevantes.
- **Compromiso político:** respaldo constante de autoridades y líderes para dar continuidad a las acciones.

Figura 13: Ciclo de planificación de GIRH



Fuente: GWP (2012).



El agua desde nuestros territorios: cambio climático y seguridad hídrica

En el agua podemos ver reflejados múltiples efectos del cambio climático. Los(as) estudiantes plantean que la disponibilidad del recurso ya no puede darse por sentada: la disminución de precipitaciones y el retroceso de glaciares reducen la capacidad natural de almacenamiento, mientras que los caudales se vuelven más inciertos y los acuíferos se agotan.

Los eventos extremos intensifican sequías, inundaciones y olas de calor, y las lluvias irregulares alteran la calidad del agua, exponiéndola a mayores temperaturas y a contaminantes emergentes. Estas transformaciones repercuten tanto en los ecosistemas -degradando suelos, bosques, humedales y biodiversidad- como en las comunidades, donde la desigualdad se profundiza y la vulnerabilidad de territorios rurales e indígenas se hace más evidente, agravada por la presión de la urbanización y la deforestación. Frente a este escenario, nos invitan a recordar que el agua no es un recurso ilimitado, sino uno vivo, frágil e incierto que exige nuevas formas de gestión y cuidado colectivo.

El cambio climático se expresa con claridad en la seguridad hídrica y nos recuerda que el agua, en su cantidad y calidad, está cambiando nuestra manera de habitar el mundo. Asumir esta transformación es esencial para adaptarnos a los escenarios presentes y futuros.

Los(as) estudiantes reconocen que la seguridad hídrica en Chile no depende solo de las condiciones climáticas, sino también de cómo gestionamos el agua. Más allá de la menor disponibilidad, destacan la importancia de fortalecer la planificación, el uso responsable y la protección de las fuentes de agua para asegurar el acceso de las personas a un recurso seguro y suficiente.

En este contexto, ponen énfasis en la educación ambiental como una herramienta clave para generar conciencia y promover cambios en los hábitos y decisiones. Asimismo, subrayan que contar con infraestructura adecuada y bien mantenida permite anticipar riesgos y responder mejor a escenarios de escasez o eventos extremos, contribuyendo a la resiliencia de los territorios.

Capítulo 3: Gobernanza, Legislación y Políticas Públicas sobre el Agua

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Experiencias de gobernanza internacional (María Laura Piñeiros, The Nature Conservancy) y Gobernanza del agua en Chile (Cristian Núñez, Ministerio de Obras Públicas de Chile).

Chile gestiona una red hídrica enorme y diversa, con más de 100 cuencas, cerca de 1.250 ríos, más de 26.000 glaciares (el 80% de Latinoamérica) y casi 13.000 lagos y lagunas.

(Banco Mundial, 2011).





Clase 5: Elementos esenciales para la gobernanza del agua

Objetivo de la clase

Revisaremos por qué necesitamos “gobernar” el agua y cómo la gobernanza hídrica se construye a través de decisiones, acuerdos e instituciones que conectan escalas (local, nacional y transfronteriza) y actores (comunidades, sector público, sector privado y sociedad civil).

El contexto actual es preocupante: los ecosistemas de agua dulce están entre los más amenazados del planeta. Los humedales desaparecen rápidamente y la biodiversidad asociada a ríos, lagos y acuíferos ha disminuido de forma significativa en las últimas décadas.

Pero la preocupación no es solo ambiental. En muchos territorios, el agua sostiene la seguridad alimentaria, los medios de vida y la salud de las comunidades. Desde ahí, gobernar el agua no significa únicamente “administrar un recurso”, sino cuidar un sistema vivo del que dependen economías, comunidades y ecosistemas (Cartes Valdés, 2025).

Para avanzar en la gobernanza del agua, se deben equilibrar tres dimensiones claves (Piñeiros, 2025):

- **Económica:** asegurar la productividad, sostenibilidad de actividades y reducción de riesgos asociados a la escasez, contaminación o eventos extremos.
- **Social:** garantizar el acceso a servicios básicos, el bienestar, la salud y la reducción de vulnerabilidades frente a sequías, inundaciones u otros impactos.
- **Ecosistémica:** proteger la biodiversidad y los procesos naturales que permiten que el ciclo del agua funcione adecuadamente.



¿Qué entendemos por gobernanza del agua?

La gobernanza del agua se refiere a la forma en que se toman decisiones sobre el agua y quiénes participan en ellas. Esto implica reconocer dos ideas centrales (Piñeiros, 2025):

1. El agua conecta distintas escalas: lo que ocurre en una comunidad puede tener efectos río abajo, en otras regiones o incluso en otros países.
2. Las decisiones sobre el agua ocurren dentro de relaciones de poder que involucran a múltiples actores (Estado, comunidades, sector privado y organizaciones sociales) que muchas veces tienen intereses distintos.

En este contexto, la gobernanza puede adoptar dos formas complementarias (Cartes Valdés, 2025; Piñeiros, 2025):

- **Gobernanza formal:** basada en leyes, políticas públicas, instituciones y planes de gestión liderados por el Estado (a nivel local, subnacional y nacional).
- **Gobernanza informal:** construida por actores no estatales, desde prácticas comunitarias, acuerdos locales, conocimientos tradicionales y redes de colaboración, que suelen ser más adaptables al territorio y a sus dinámicas.

Comprender ambas formas permite visualizar que la gestión del agua no depende exclusivamente de normas o instituciones, sino de la participación y organización de las comunidades.

La gobernanza es un desafío global

Gobernanza transfronteriza: el agua no reconoce fronteras

Cuando el agua cruza fronteras, en un contexto donde los ríos y cuencas son compartidos entre países, la cooperación es clave. Existen iniciativas como la comisión binacional de gestión integrada del agua entre Ecuador y Perú o el Comité Intergubernamental Coordinador de la Cuenca del Plata, que reúne a cinco países para coordinar información, gestión de riesgos y planificación conjunta asociadas al agua.

Un marco común: Agenda 2030 y ODS 6

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) recibe el nombre de “Agua limpia y saneamiento”. Este busca garantizar el acceso al agua potable y saneamiento, mejorar la calidad del agua, el tratamiento de aguas residuales y promover la gestión integrada del recurso hídrico, incluyendo la cooperación entre países y la participación de las comunidades (Naciones Unidas, s. f.; Cartes Valdés, 2025).

Clase 6:

Gobernanza del agua en Chile

Objetivo de la clase

Exploraremos cómo se organiza el Estado para gestionar el agua en Chile, comprendiendo el rol de la Dirección General de Aguas y de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC), junto con las Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH). Profundizaremos en el marco legal que regula los derechos de aprovechamiento de agua, los principales actores del sistema y los desafíos institucionales que enfrenta la administración del recurso en el país.

Chile cuenta con una vasta y diversa red de recursos hídricos: **101 cuencas, 1.251 ríos, 26.180 glaciares y 12.784 lagos y lagunas**. Este complejo escenario es gestionado y monitoreado a través de una institucionalidad compuesta por **43 actores**, entre instituciones públicas, unidades de gestión y organizaciones de usuarios, con la **Dirección General de Aguas (DGA)** en el centro de la coordinación nacional.

Organizaciones de Usuarios de Agua en Chile



A nivel local, la gestión recae en las Organizaciones de Usuarios de Agua. Estas entidades cumplen un rol clave en la distribución y administración del recurso en los territorios. Actualmente existen:

- 57 Juntas de Vigilancia
- 228 Asociaciones de Canalistas
- 3.325 Comunidades de Aguas Superficiales
- 15 Comunidades de Aguas Subterráneas

Este entramado institucional cumple 102 funciones distribuidas en siete áreas principales de la gestión del agua, como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 14: Mapa de actores institucionales para la gestión de los recursos hídricos en Chile



Fuente: Banco Mundial (2013).

Esta institucionalidad ha evolucionado a partir del marco normativo que determina las bases sobre las cuales los organismos del Estado, del sector privado y de la sociedad civil actúan.

Normativa clave sobre recursos hídricos en Chile

Código de Aguas

Regula el uso, aprovechamiento, gestión y protección de los recursos hídricos del país. Su objetivo principal es establecer las normas sobre la propiedad, distribución, administración y uso de las aguas, considerando tanto los derechos de aprovechamiento como la función pública del agua.

Este cuerpo legal ha tenido un gran número de reformas, que han fortalecido las atribuciones del Estado, el marco sancionatorio y la priorización del consumo humano como criterio central de distribución.

A continuación, se mencionan algunas de las modificaciones al Código de Aguas entre 2005 y 2022:

¹ Actualmente la institución que cumple estas labores es SENAPRED.

Figura 15: Modificaciones al Código de Aguas

Año	Incorporaciones
2005	Incorporación de patentes por no uso de las aguas.
2018	Incorporación de un marco sancionatorio con mayores atribuciones para la Dirección General de Aguas (DGA), en las cuales se destaca la figura de ministros de fe, multas y procedimientos estandarizados.
2022	Priorización de consumo humano y establece la creación de 5 reglamentos: a) Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC). b) Fondo para la Investigación, Innovación y Educación en Recursos Hídricos (FIIIE). c) Investigación e inversión en recursos hídricos con financiamiento del Estado. d) Mantenición y operación de la red de monitoreo e inventario de glaciares y nieves. e) Usos no extractivos e in situ.

Fuente: Cristian Núñez (2025). Presentación clase 6: Gobernanza del Agua en Chile.

Ley 21.455: Ley Marco de Cambio Climático (2022)

Incorpora la seguridad hídrica como dimensión clave en la adaptación al cambio climático y establece la obligación de desarrollar instrumentos de planificación hídrica en las cuencas.

• **Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC)**

Se trata de un instrumento que busca fortalecer la gestión del agua en cada cuenca del país. Su propósito es identificar las brechas hídricas tanto en aguas superficiales como subterráneas, establecer el balance hídrico y sus proyecciones, y diagnosticar el estado de la información disponible sobre cantidad, calidad, infraestructura e instituciones vinculadas al manejo del recurso.

Además, propone un conjunto de acciones para enfrentar los efectos del cambio climático sobre el agua, con el objetivo de resguardar la seguridad hídrica a largo plazo.

Cada cuenca del país debe contar con un PERHC, el cual se revisa cada cinco años y se actualiza cada diez años. Estos planes, de acuerdo con la Ley Marco de Cambio Climático de Chile, deben contener:

1. La caracterización de la cuenca.
 2. La modelación hidrológica e hidrogeológica de la cuenca y la modelación de la calidad del agua superficial y subterránea, de manera coordinada con los órganos competentes.
 3. Un balance hídrico que considere los derechos constituidos y usos

susceptibles de regularización, la disponibilidad de recursos hídricos para la constitución de nuevos derechos y el caudal susceptible de ser destinado a fines no extractivos.

4. Un plan de recuperación de acuíferos cuya sustentabilidad, en cuanto cantidad y/o calidad, incluyendo parámetros biológicos, físicos y químicos, se encuentre afectada o haya riesgo de afectación.
5. Un plan para hacer frente a las necesidades presentes y futuras de recursos hídricos con preferencia en el consumo humano y la conservación y preservación de la naturaleza.

• Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH)

Las MERH son instancias coordinadas por la DGA y están compuestas por representantes de los órganos encargados y por actores de la cuenca o agrupación de cuencas, quienes colaborarán en las fases de desarrollo de los PERHC.

Principales funciones:

- Colaborar en actividades de participación ciudadana (elaboración, revisión y actualización).
- Promover acuerdos y compromisos entre los organismos del Estado y los actores que componen la MERH.
- Realizar seguimiento y evaluación a los compromisos adquiridos en el trabajo de la Mesa.

Figura 16: Órganos y actores de las Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH)

Mesas estratégicas de recursos hídricos por cuencas

Órganos encargados

- DGA
- MMA
- MINAGRI
- DIFROL
- Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Actores de la cuenca

- Consejo Regional
- Municipalidades de la cuenca
- SENAPRED
- Juntas de vigilancia
- Asociaciones productivas
- Empresas servicios sanitarios
- Servicios sanitarios rurales
- Centro de investigación
- Pequeños productores agrícolas o campesinos
- Organizaciones con personalidad jurídica sin fines de lucro (vinculadas al medio ambiente)

Fuente: Cristian Núñez (2025). Presentación clase 6: Gobernanza del Agua en Chile.



El agua desde nuestros territorios: los retos de la gobernanza en Chile

Los(as) estudiantes plantean que la gobernanza del agua en Chile surge de la interacción entre múltiples actores que, desde sus distintos ámbitos, comparten responsabilidades en el cuidado y gestión del recurso. Esta diversidad de instituciones, comunidades y sectores refleja tanto la complejidad del sistema como la necesidad de articular esfuerzos, lo que constituye uno de los grandes desafíos de coordinación institucional.

Identifican que, ante necesidades relacionadas con el agua, las personas recurren con mayor frecuencia a tres instituciones públicas: la Dirección General de Aguas (DGA), la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y los municipios. Estas entidades cumplen un rol relevante en el acceso, uso y protección del recurso. Entre ellas, la DGA destaca como actor central, ya que concentra la fiscalización, el otorgamiento y el control de los derechos de aprovechamiento de aguas, elementos esenciales para planificar el uso del recurso y responder a la creciente presión sobre su disponibilidad, distribución y calidad.

Retos identificados

Desde la perspectiva de los(as) estudiantes, la institucionalidad del agua en Chile enfrenta desafíos que ponen en tensión su capacidad de garantizar una gestión integrada y equitativa. Uno de los más persistentes es la fragmentación institucional, reflejada en la dispersión de competencias, superposición de funciones y falta de coordinación entre organismos, lo que se ve agravado por vacíos en la fiscalización y limitaciones de voluntad política.

A ello se suma la escasa inclusión de comunidades y gobiernos locales en la toma de decisiones, lo que mantiene desigualdades en el acceso al agua entre territorios urbanos y rurales. Esta falta de participación se relaciona con un marco legal y regulatorio que aún presenta vacíos y rigideces en el Código de Aguas, junto con una débil incorporación de los impactos del cambio climático. A esto se agregan las restricciones en financiamiento, la falta de personal especializado y la limitada disponibilidad de herramientas de monitoreo, factores que reducen la capacidad técnica de las instituciones y dificultan una gestión eficaz.

Al analizar estos desafíos desde una mirada territorial, se observa que las problemáticas adoptan matices distintos según la macrozona del país:

En la zona norte, identifican que avanzar en actualizaciones legales es complejo debido a procesos de toma de decisiones lentos, que retrasan la respuesta frente a conflictos o medidas de gestión. A esto se suma la insuficiente incorporación de los impactos del cambio climático, una de

las principales preocupaciones actuales y futuras en materia hídrica. En la zona centro, destacan que el desconocimiento del funcionamiento institucional y la falta de transparencia profundizan la desconfianza. Esto genera respuestas lentas y reactivas en lugar de anticiparse a los impactos. En la zona sur advierten que la participación de las comunidades es limitada y los municipios tienen escasa incidencia en la toma de decisiones, lo que refuerza la desconexión entre las políticas nacionales y las realidades locales. Además, la diversidad de enfoques institucionales dificulta instalar la noción del agua como un recurso limitado que exige planificación y coordinación de mediano y largo plazo.

Ante este escenario, los(as) estudiantes coinciden en la necesidad de contar con instrumentos de planificación más sólidos y de largo plazo, que permitan superar la dispersión institucional y orientar acciones coordinadas. En particular, consideran que los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC) deben diseñarse desde un enfoque integral que articule todas las dimensiones de la gestión del agua y fortalezca la coordinación entre instituciones. Esto permitiría avanzar hacia planes coherentes, sin superposiciones y con un manejo territorial adecuado. Para lograrlo, los PERHC deben incorporar herramientas de monitoreo, seguimiento y evaluación, respaldadas en estudios técnicos y en la modelación hidrogeológica de cuencas, de manera que las decisiones se basen en evidencia y respondan a los desafíos de cada territorio.

Capítulo 4:

Acceso y equidad en el agua

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica (María Valdés Riesco, Ministerio de Obras Públicas) y Gestión Doméstica y Comunitaria del Agua (Macarena Salinas Camus, Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios (NEST-r3)).

Las mujeres y las niñas son responsables de la recolección de agua en 7 de cada 10 hogares con agua fuera de la vivienda.

(UNICEF-OMS, 2023).





Clase 7: Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica

Objetivo de la clase

En esta clase conoceremos los principales desafíos para garantizar el acceso al agua en zonas rurales, comprendiendo cómo se articulan las instituciones, la infraestructura y los mecanismos de apoyo. Analizaremos la función de los Servicios Sanitarios Rurales (SSR), las soluciones tecnológicas más comunes, como pozos, canales o plantas desaladoras, y las metas de cobertura y sostenibilidad fijadas por el Estado. Finalmente, reflexionaremos sobre cómo las comunidades rurales pueden fortalecer su resiliencia hídrica a través de la organización local.

El acceso al agua potable en Chile evidencia una marcada diferencia entre zonas urbanas y rurales. En las áreas urbanas concesionadas, la cobertura alcanza un 99,94%, con un sistema normado y concentrado en 28 empresas sanitarias que atienden al 99,6% de los clientes (SISS, 2022). En cambio, en zonas rurales, persisten brechas significativas: se estima una cobertura del 70% mediante Servicios Sanitarios Rurales (SSR)¹, **pero más de un millón de personas aún carecen de servicios sanitarios básicos**. Según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2022, solo el 47% de los hogares rurales accede a agua potable por cañería y menos del 5% cuenta con alcantarillado (Baeza, 2025).

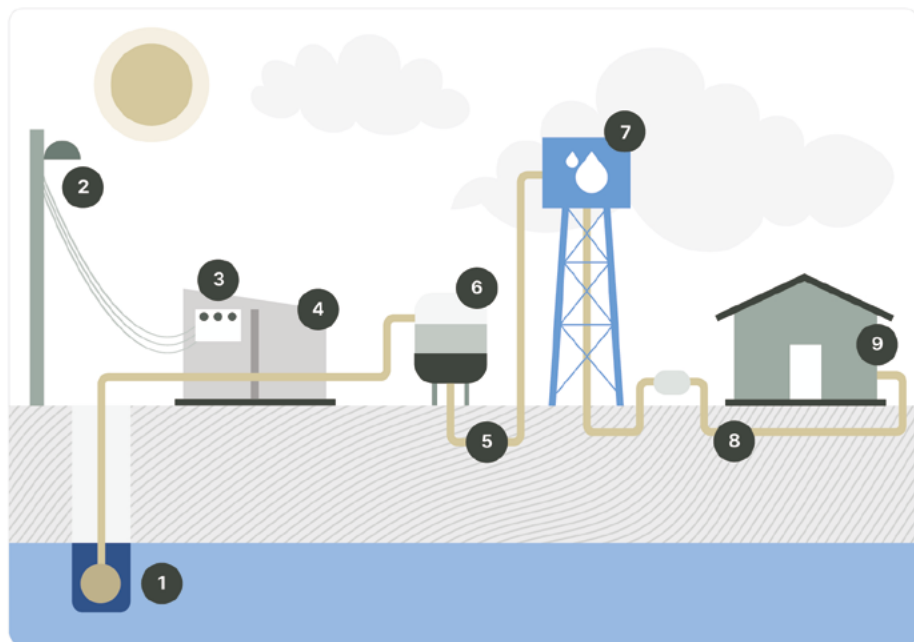
La necesidad de ampliar el acceso en sectores rurales surgió de acuerdos internacionales que impulsaron una respuesta estatal. En 1959, la OMS alertó sobre la urgencia de abastecimiento rural y, en 1961, se fijó como meta regional llegar al 50% de cobertura. En ese marco, Chile creó en 1964 el Programa Nacional de Agua Potable Rural, política pública que persiste hasta hoy como herramienta clave para reducir las desigualdades territoriales en el acceso al agua segura.

¿Cómo funcionan los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)?

En las zonas rurales, el acceso al agua potable depende de sistemas locales diseñados para captar, tratar y distribuir el recurso. Estos sistemas, conocidos como Servicios Sanitarios Rurales (SSR), permiten que miles de familias cuenten con agua en sus hogares. La siguiente figura muestra las principales etapas que conforman su funcionamiento.

¹ Nota: desde la Ley 20.998 se modifica la denominación de APR a Servicios Sanitarios Rurales (SISS).

Figura 17: Funcionamiento de Servicios Sanitarios Rurales (SSR)



1. **Sondaje:** extracción de agua desde una fuente subterránea mediante un pozo profundo.
2. **Empalme eléctrico:** conexión a la red eléctrica que alimenta el sistema de bombeo.
3. **Tablero eléctrico:** controla y protege el funcionamiento del sistema eléctrico y de impulsión.
4. **Caseta de tratamiento:** espacio donde se realiza el tratamiento del agua (como la cloración).
5. **Impulsión:** conducción del agua desde el pozo hacia el sistema de tratamiento y distribución.
6. **Filtro:** elimina impurezas según la calidad del agua (se instala si es necesario).
7. **Estanque de regulación:** almacena agua tratada y regula el suministro asegurando presión constante.
8. **Red de distribución:** red de tuberías que lleva el agua desde el estanque hacia las viviendas.
9. **Arranques domiciliarios:** conexión final que entrega el agua potable directamente a cada hogar.

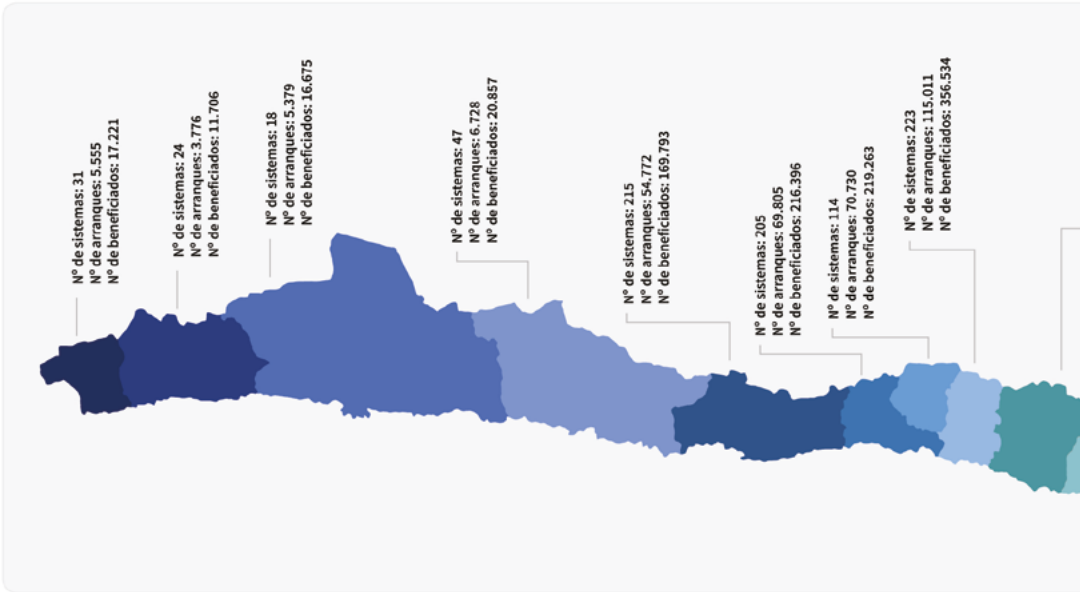
Fuente: María Valdés Riesco (2025) Presentación clase 7: Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica.

Distribución nacional de los Sistemas Sanitarios Rurales (SSR)

En Chile, los SSR están distribuidos a lo largo de todo el territorio (ver Figura 18). A nivel regional, la Región del Maule concentra la mayor cantidad de sistemas, con 323, seguida por La Araucanía con 306 y Los Lagos con 274.

Si se considera la población beneficiada, destacan el Maule (386.477 personas), O'Higgins (356.534) y la Región Metropolitana (219.263). En conjunto, estas tres regiones reúnen cerca del 41,7% del total nacional, lo que refleja su relevancia dentro del panorama general de los SSR en Chile.

Figura 18: Distribución Nacional de Sistemas de Servicios Sanitarios Rurales (SSR)



Fuente: María Valdés Riesco (2025) Presentación clase 7: Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica.

Según el Banco Mundial (2021), para efectos de planificación e inversión en el sector de agua y saneamiento rural, en el sector rural se distinguen tres tipos de localidades:

1. **Localidades concentradas:** localidades con más de 150 habitantes y una densidad mayor a 15 viviendas por km de red pública de agua
2. **Localidades semiconcentradas:** localidades con un mínimo de 80 habitantes y una densidad de al menos ocho viviendas por km de red pública de agua.
3. **Localidades dispersas:** localidades con densidad menor a 8 viviendas por km de red pública de agua.

Marco normativo del agua rural en Chile

La regulación del agua rural en Chile ha evolucionado desde la organización comunitaria en los años noventa, pasando por la conformación de cooperativas, hasta llegar en 2017 a un marco regulatorio específico para los Servicios Sanitarios Rurales (SSR).

A continuación, en la Figura 19 se presenta un resumen con la normativa más relevante vinculada a los SSR:

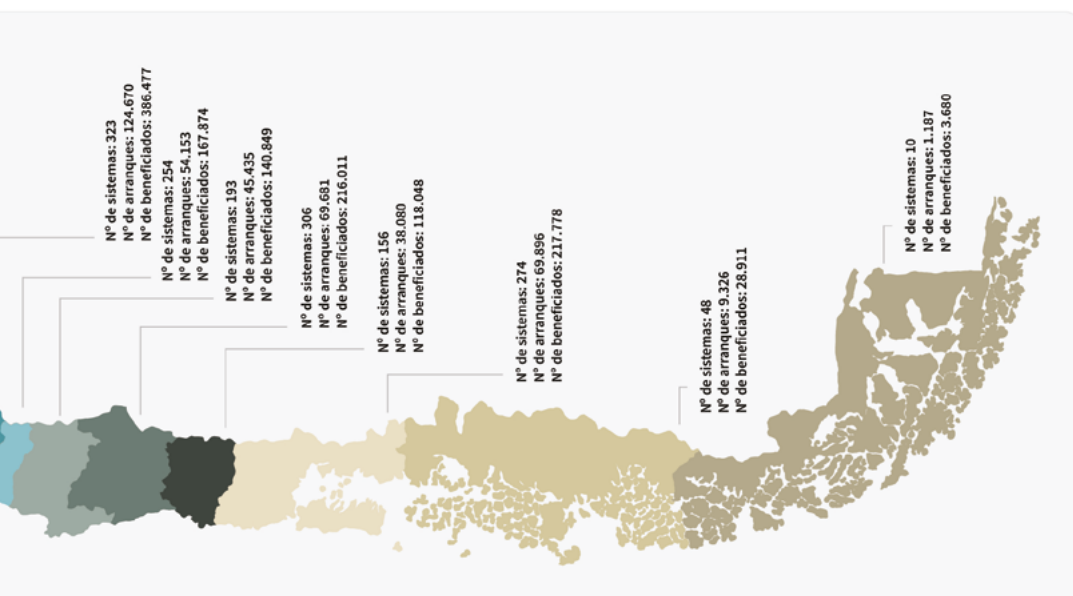


Figura 19: Normativa clave para las zonas rurales de Chile

Año	Normativa	Alcance principal	Institución responsable
1996	Ley 19.418 sobre juntas de vecinos y organizaciones comunitarias.	Conformación de comités de Agua Potable Rural como organización comunitaria funcional (sin fines de lucro).	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE).
2003	DFL 5 Ley general de cooperativas.	Conformación de Cooperativa de Agua Potable Rural (sin fines de lucro).	Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, a través de la División de Asociatividad y Cooperativas (DAES).
2017	Ley 20.998 administración sistemas sanitarios rurales.	Establece un nuevo marco regulatorio para la administración y mantención de los SSR.	Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Fuente: Elaboración propia en base a la Ley 19.418, DFL N° 5 (Ley General de Cooperativas) y Ley 20.998.

Clase 8: Gestión doméstica y comunitaria del agua

Objetivo de la clase

Exploraremos cómo las desigualdades de género inciden en el acceso, gestión y toma de decisiones sobre el agua en zonas rurales. Analizaremos cómo el cambio climático intensifica las brechas existentes, las barreras que enfrentan mujeres y niñas en las labores domésticas y comunitarias, y las políticas públicas que promueven una participación más equitativa. También revisaremos los avances recientes en instrumentos como la Ley Marco de Cambio Climático y los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos que incorporan el enfoque de género.

Agua y género: ¿cuál es la relación?

El vínculo entre agua y género es profundo y complejo. En contextos rurales, las mujeres suelen ser las principales responsables de las tareas domésticas y de cuidados, lo que las conecta cotidianamente con la gestión del agua en sus hogares. Esta relación se intensifica cuando existe inseguridad hídrica, pues ellas asumen la carga de buscar, acopiar y administrar el recurso: de hecho, en el 80% de los hogares que carecen de agua potable, son mujeres y niñas quienes tienen la responsabilidad de recolectarla (UN Water). Esta situación incrementa de manera significativa su carga de trabajo doméstico y repercute en su salud física y mental, además de generar múltiples consecuencias que afectan su vida cotidiana.

Las desigualdades de género limitan, además, el acceso de las mujeres a la toma de decisiones y a los recursos productivos, haciéndolas más vulnerables frente a los efectos del cambio climático. Sin embargo, también poseen conocimientos valiosos sobre el uso y cuidado del agua, cuya integración en las estrategias de adaptación representa una oportunidad para transformar roles tradicionales y avanzar hacia una gestión del agua más justa e inclusiva.

Principales problemáticas para acceder al agua en zonas rurales de Chile

La gestión del agua en los hogares rurales puede presentar diversas problemáticas, entre las que destacan:

- **Presión insuficiente:** cuando la presión del agua es baja, suele deberse a una limitada disponibilidad en las redes de abastecimiento o a una infraestructura hídrica deficiente, imposibilitando que el agua pueda avanzar por las redes.

- **Cortes de agua:** la interrupción del suministro afecta directamente la continuidad del uso doméstico.
- **Calidad y confiabilidad de la fuente:** muchas veces la desconfianza en el agua proviene de situaciones como el abastecimiento mediante camiones aljibes, o por la influencia de basurales, relaves mineros u otros eventos de contaminación en las fuentes.
- **Costos económicos:** numerosas familias deben asumir gastos adicionales, ya sea comprando agua potable o invirtiendo en mejoras de la infraestructura domiciliaria para asegurar su acceso.

Efectos de la inseguridad hídrica en la vida cotidiana de las mujeres

Los problemas de acceso al agua en cantidad y calidad que enfrentan mujeres rurales en distintos territorios de Chile han generado múltiples impactos en su vida cotidiana (ver Figura 20). Esto se traduce en una sobrecarga de las tareas domésticas y de cuidado, muchas veces adaptadas a horarios nocturnos, con consecuencias en su salud física, por el acarreo de agua, y en su salud mental, por el estrés de no cubrir necesidades básicas. Al mismo tiempo, destaca su rol fundamental en la gestión local del agua, aportando soluciones y desarrollando estrategias de adaptación para sus familias y comunidades.

Figura 20: Principales efectos de la inseguridad hídrica en la vida de las mujeres

	Trabajo doméstico y de cuidados	+ Carga de trabajo y tiempo invertido en labores de cuidados. + Labores en horarios no habituales (madrugada o medianoche).
	Salud física y mental	+ Dolores en manos, brazos y espalda debido al acarreo de agua. + Malestares estomacales o irritación en la piel por una calidad de agua deficiente. + Preocupación, rabia, estrés, tristeza, angustia o frustración. - Horas de sueño.
	Trabajo remunerado	- Comercio de frutas, hortalizas, leche, queso, dulces y artesanías producidas por la agricultura familiar. - Tiempo disponible para otros trabajos remunerados.
	Alimentación	- Calidad, cantidad y diversidad de frutas y verduras que se consumen. - Trueque de verduras y frutas a nivel local.



Trabajo
comunitario

- + Colaboración y organización vecinal para la gestión del agua.
- + Conocimiento técnico, administrativo y legal sobre la gestión del agua.

Fuente: Salinas, M., Becker, I., Fragkou, M. C., & Urquiza, A. (2024).

Políticas públicas: género y clima

En los últimos años, Chile ha avanzado en la incorporación de la perspectiva de género en las políticas públicas, planes y programas vinculados al cambio climático y la gestión del agua. Entre los instrumentos e instancias más relevantes se presentan en la Figura 21:

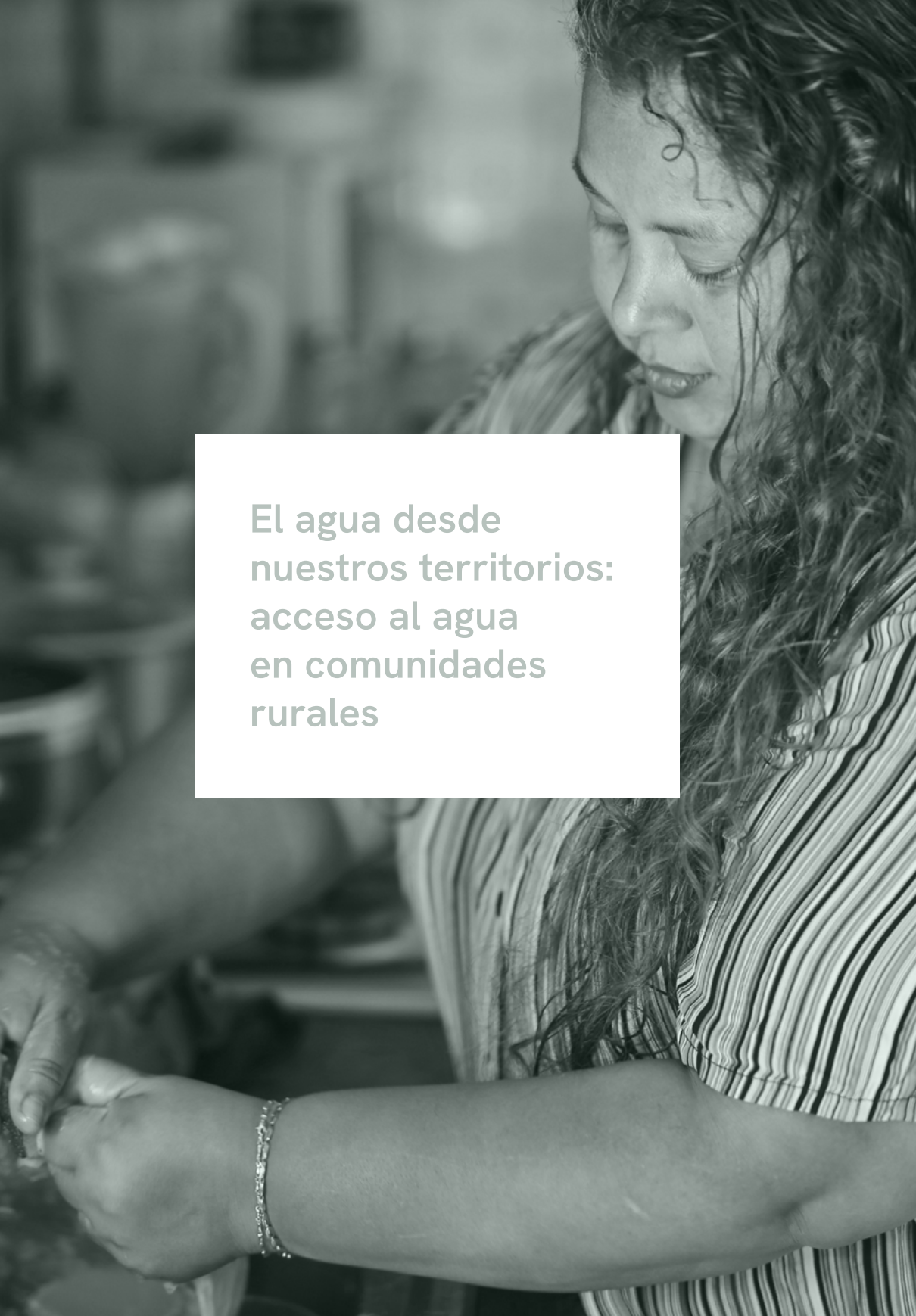
Figura 21: Instrumentos normativos y políticas públicas con enfoque de género en cambio climático y recursos hídricos

Año	Política pública	Enfoque principal
2019	Mesa Nacional de género y cambio climático.	Para avanzar en la incorporación del enfoque de género en los instrumentos de política pública sobre cambio climático, en 2019 el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género impulsaron la creación de la Mesa de Género y Cambio Climático. Este espacio reúne a representantes de ambos ámbitos, género y cambio climático, provenientes de las instituciones que forman parte del Equipo Técnico Interministerial de Cambio Climático (ETICC). Su propósito es articular miradas y generar capacidades para que la acción climática en Chile integre de manera sistemática la perspectiva de género en sus diagnósticos, planes y medidas.
2022	Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455).	Artículo 2°: “Equidad y Justicia Climática: es deber del Estado procurar una justa asignación de cargas, costos y beneficios, resguardando la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades, con enfoque de género y especial énfasis en sectores, territorios, comunidades y ecosistemas vulnerables al cambio climático”.
2024	Decreto 58 Reglamento para los Planes estratégicos de recursos hídricos en Cuencas (PERHC)	Artículo 33°: Abordaje de Género en los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos “deberán incorporar el enfoque de género en todo ciclo de desarrollo del plan para avanzar a la seguridad hídrica en todos los niveles”.

Fuente: Macarena Salinas (2025). Presentación clase 8: Gestión doméstica y comunitaria del agua.

Reflexiones finales

- Las mujeres no son un grupo homogéneo; mantienen diferencias en nivel socioeconómico, edad, etnicidad, etc.
- La inseguridad hídrica afecta especialmente a grupos vulnerables como mujeres rurales, niñas, adultos mayores, entre otros. Por ello, la incorporación de la perspectiva de género en la gobernanza del agua es fundamental, ya que permite integrar distintas visiones y enfoques de trabajo.
- Garantizar el agua potable y saneamiento permite la realización de otros derechos humanos (educación, salud, trabajo, etc.).
- Los conocimientos y experiencias de organización comunitaria y doméstica de las mujeres son antecedentes claves para la adaptación al cambio climático y desafían los roles de género tradicionales en la gestión del agua. Por lo tanto, es importante abrir espacios para su participación efectiva en la toma de decisiones.
- Avanzar en igualdad de género no es sólo una cuestión de números. Es necesario considerar los aspectos que limitan la participación de las mujeres y las realidades en sus diversos contextos territoriales. La integración de más mujeres sin tener en cuenta lo anterior, se vuelve un indicador miope y es poco probable alcanzar resultados en equidad de género.



El agua desde
nuestros territorios:
acceso al agua
en comunidades
rurales

Los(as) estudiantes reconocen que el acceso al agua en comunidades rurales impacta de manera directa en la vida cotidiana y en las posibilidades de desarrollo local. La falta de agua segura repercute en la salud y el bienestar, generando enfermedades gastrointestinales, mayores niveles de estrés y un deterioro de la calidad de vida. Estas carencias también afectan el ámbito socioeconómico, al dificultar la continuidad de la educación, limitar el acceso al empleo y frenar el desarrollo de emprendimientos, mientras aumentan los costos familiares asociados a la compra y traslado de agua. En este contexto, los Servicios Sanitarios Rurales cumplen un papel esencial en la distribución y mantención del recurso, aunque enfrentan limitaciones que comprometen su sostenibilidad en el tiempo. Además, la desertificación, la pérdida de vegetación y la creciente vulnerabilidad frente a la sequía profundizan la fragilidad de los territorios rurales y reducen su capacidad de resiliencia.

Relación rural-urbana y sus implicancias

Los(as) estudiantes señalan que el vínculo entre el mundo rural y el urbano debe sustentarse en la garantía del derecho humano al agua, asegurando un acceso digno y universal. Esta conexión se fundamenta también en la producción de alimentos y el funcionamiento de sectores clave como la agricultura, ganadería y turismo, que dependen directamente de la disponibilidad de agua en los territorios rurales. También identifican que las brechas de acceso

pueden generar tensiones sociales y migraciones forzadas campo-ciudad, aumentando la presión sobre la infraestructura urbana que no está preparada para una expansión acelerada ni para responder a una mayor demanda de recursos.

Desde esta mirada, dan cuenta de que la conexión rural-urbana es también geográfica y ecológica. Ríos, lagos, acuíferos y cuencas conforman un sistema interconectado, donde las decisiones y prácticas de un territorio repercuten en el otro. Por ello, consideran necesario avanzar hacia una mirada donde lo urbano y lo rural no se analicen por separado, sino de manera integrada, en la que se reconozca que prácticas como la sobreexplotación o la contaminación del agua generan efectos compartidos. Por último, destacan el rol clave que cumplen las comunidades rurales en la protección de ecosistemas estratégicos para el ciclo del agua, cuyo cuidado es esencial para preservar la seguridad hídrica del país.

Capítulo 5: Innovación y tecnología en la gestión hídrica

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Innovación y tecnología en recursos hídricos (Pablo Cassorla, Remote Waters; Camila Aguirre, Kilimo; Diego Carrasco, WES; Camila Cárdenas, Yaku; Sergio Labbé Fredes, Veolia).

En países en desarrollo se estima que se pierden ~45 millones de m³ de agua al día por fugas en redes de distribución, volumen suficiente para abastecer a cerca de 200 millones de personas.

(ONU Habitat, 2018).





Clase 9: Innovación y tecnología en recursos hídricos

Objetivo de la clase

Aprenderemos sobre soluciones prácticas y tecnologías accesibles que permiten mejorar el uso y la gestión del agua en zonas rurales. Revisaremos técnicas de potabilización de bajo costo adaptadas a comunidades rurales, prácticas de riego eficiente mediante goteo y agricultura de precisión, estrategias para la detección y reparación de fugas en redes, y sistemas para el aprovechamiento de aguas grises en viviendas y espacios comunitarios. Finalmente, conoceremos innovaciones como la geofísica aplicada, que facilita el monitoreo y diagnóstico de redes hídricas en tiempo real.

En distintos territorios de Chile y el mundo han surgido iniciativas que buscan responder a los desafíos del agua con soluciones tecnológicas y sustentables. Estas experiencias muestran cómo la innovación puede contribuir a mejorar el acceso, la eficiencia y la resiliencia hídrica.

A continuación, la figura 22 representa las principales problemáticas identificadas y las soluciones ofrecidas.

Figura 22: Soluciones innovadoras frente a problemáticas de gestión hídrica

Iniciativa	Problema que aborda	Solución que ofrece
Remote Waters	Las zonas rurales enfrentan altos costos de inversión en pozos, reducción de fuentes por sequías y sobreexplotación, contaminación de napas y necesidad de soluciones rápidas y asequibles en emergencias hídricas.	Sistemas descentralizados de potabilización mediante ósmosis inversa, ultrafiltración y nanofiltración, con bajo consumo energético. Operan con energía solar o eléctrica, tratan agua de diversas fuentes (pozos, ríos, mar). Por otro lado, reducen más de 90% los costos y disminuyen emisiones de CO ₂ .
Kilimo	En Chile, la agricultura es el sector que concentra el mayor consumo de agua, donde aún predominan métodos de riego ineficientes (surco e inundación). A esto se suma la sobreexplotación en las cuencas, por ejemplo, en la del río del Maipo, se consume 7% más de agua de la disponible al año (Fondo de Agua de Santiago, 2023).	Propone un modelo de intervención basado en datos y colaboración multiactor, que incluye diagnóstico hídrico inicial, planes de eficiencia adaptados al territorio, monitoreo y verificación de resultados, y pago a agricultores por servicios ecosistémicos. Además, incorpora inteligencia artificial para el riego inteligente: su software combina imágenes satelitales, datos meteorológicos y sensores de campo para recomendar con precisión cuándo y cuánto regar. Con ello,

transforma el riego “por costumbre” en riego “basado en datos”, alcanzando la gestión de más de 220 mil hectáreas y una restauración superior a 8 millones de m³ de agua en cuencas altamente estresadas.

WES	En el mundo, anualmente el 35% del agua se pierde en la etapa de distribución (Chen et. al., 2014). Falta de monitoreo en tiempo real y malos hábitos de consumo institucional y comunitario.	Redes hídricas inteligentes que integran monitoreo digital en puntos clave, control automático de caudal y presión, y análisis en línea de datos para detectar fugas, ineficiencias y sobreconsumos.
Yaku	En Chile, según el SISS (2011) más del 50% del agua en los hogares corresponde a aguas grises (duchas, lavamanos y lavadoras). Su reúso podría ahorrar hasta en un 70% el consumo de agua potable, pero la falta de capacidades técnicas, inversiones y voluntad institucional ha limitado su adopción.	Biofiltro natural y modular que usa microorganismos nativos para remover 99% de contaminantes en 24 horas. Es compacto, de bajo costo, sustentable y cumple con la Ley 21.075 y el Decreto 40 (2024). Permite reutilizar aguas grises en riego y sanitarios en viviendas, escuelas y espacios comunitarios.
Veolia	El cambio climático y la presión sobre los recursos hídricos incrementan pérdidas, contaminación y sobreexplotación. Según la ONU, para el 2030, la demanda mundial superará en 40% la oferta disponible.	Innovaciones que desarrollan: a) HE-TRACER (detección de fugas con helio y espectrometría), b) SUKI (es una perra entrenada para detectar cloro y flúor en fugas de agua potable de hasta 2 metros de profundidad) y c) Geofísica avanzada (es un campo que permite conocer la estructura y composición del subsuelo sin necesidad de excavar, perforar o intervenir físicamente el terreno, permitiendo mapear acuíferos, identificar intrusión salina, cavidades subterráneas, etc.).

Fuente: Elaboración propia en base a los contenidos de la clase 9: innovación y tecnología en la gestión hídrica.

Aguas grises: normativas clave en Chile

En Chile, se han dado pasos concretos para impulsar el reúso de aguas grises, provenientes de duchas, lavamanos y lavadoras, como una alternativa sostenible frente a la escasez hídrica. Dos normativas son claves en este proceso:

- Ley 21.075 Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (2018): Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises en áreas urbanas y rurales. Su objetivo es promover el ahorro y el reúso de este recurso para fines de interés público, como el riego de áreas verdes, parques y centros deportivos.
- Decreto 40 Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises (2024): Establece las condiciones sanitarias básicas que deben cumplir los sistemas de reutilización de aguas grises. Define requisitos técnicos y administrativos para aprobar proyectos y autorizar su funcionamiento, asegurando estándares de calidad en diseño, construcción y operación.



El agua desde nuestros territorios: innovación en la gestión hídrica

La innovación y el uso de tecnologías se han transformado en una pieza clave para responder a los desafíos actuales y futuros del agua. Esto incluye avances en la gestión inteligente de redes, la eficiencia hídrica en la agricultura, el reúso y reciclaje del agua, así como la potabilización descentralizada apoyada en energías limpias.



Los(as) estudiantes destacan que el monitoreo y la gestión inteligente de redes son indispensables para reducir las pérdidas de agua potable y optimizar su distribución. Tecnologías como la detección de fugas mediante helio, el uso de sensores y sistemas de control en tiempo real permiten identificar fallas y responder de manera más rápida y eficiente. Estos avances no solo mejoran la operación de las redes, sino que también facilitan un uso más racional del recurso, apoyando la planificación del consumo y evitando pérdidas innecesarias.

En materia de eficiencia hídrica en la agricultura, reconocen que constituye uno de los principales desafíos, dado que este sector concentra la mayor demanda de agua en el país. Las soluciones innovadoras se orientan a la gestión inteligente del riego, con ajustes más precisos y en tiempo real que reducen pérdidas y se adaptan mejor a las necesidades de los cultivos. Tecnologías como la inteligencia artificial, sensores satelitales y monitoreo digital entregan información inmediata para apoyar la toma de decisiones, identificar déficits hídricos y reconocer zonas con necesidad de recarga. Incluso frente a la presión de proyectos inmobiliarios en áreas agrícolas, estas herramientas permiten compatibilizar usos, avanzar hacia una distribución más equitativa y garantizar la sustentabilidad de los sistemas productivos y territoriales.

En relación con el reúso de aguas grises, los(as) estudiantes valoran especialmente el potencial de los biofiltros de pequeña

y mediana escala como una alternativa accesible y adaptable a las necesidades familiares.

Esto permite contar con disponibilidad de agua durante todo el día, además de reducir el riesgo en la calidad de agua a la que se puede acceder. Al mismo tiempo, generan un impacto positivo en la economía doméstica, sobre todo en zonas que dependen de camiones aljibes. Más allá de disminuir costos, impulsan la economía circular al reutilizar el agua para riego, huertos o tareas cotidianas, fortaleciendo la autonomía local y la gestión sostenible del agua doméstica en comunidades rurales donde la baja presión limita cubrir necesidades esenciales.

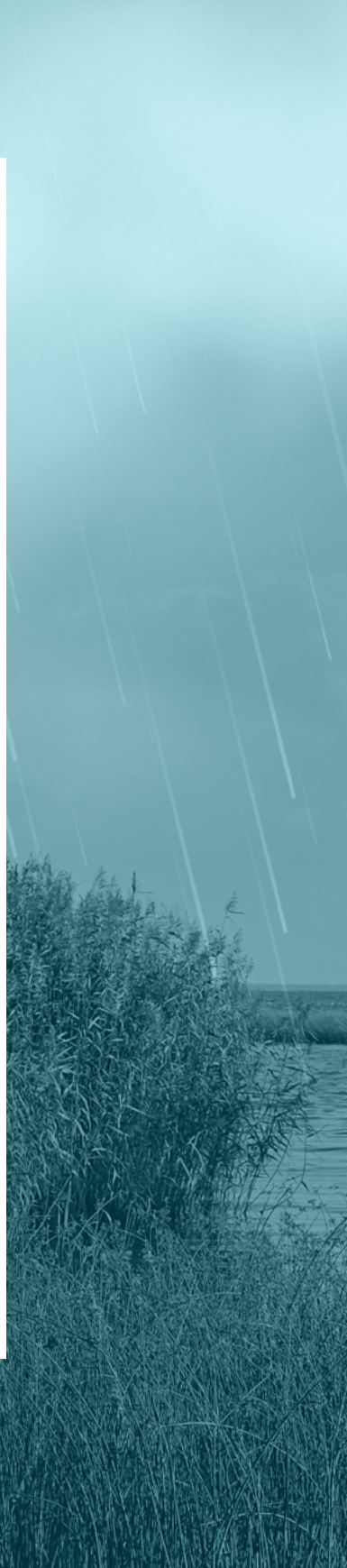
Respecto a la potabilización descentralizada, los(as) estudiantes reconocen su relevancia como solución para comunidades rurales y costeras, tanto en territorios semiconcentrados como dispersos, ya que asegura un acceso seguro y constante al recurso. Estas tecnologías mejoran la calidad del agua en zonas con alta concentración de arsénico u otros contaminantes y contribuyen a una distribución más equitativa de las responsabilidades de cuidado y gestión del agua en los hogares y comunidades. Además, ofrecen autonomía operativa, evitando la dependencia de grandes redes sanitarias y fortaleciendo la capacidad local de gestión. Por último, resaltan su influencia en el desarrollo económico de sectores turísticos, al garantizar agua potable para alojamientos, producción local y actividades comunitarias.

Capítulo 6: Soluciones basadas en la naturaleza

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, de las clases sobre Soluciones basadas en la naturaleza (Karen Podvin, IUCN Sur) y Rol e incentivos desde el sector público para fomentar proyectos de SbN para Seguridad Hídrica (Fernando Krauss y Claudia Fuentes, Ministerio del Medio Ambiente de Chile).

Hoy se observa que los humedales desaparecen 3 veces más rápido que los bosques tropicales, y que la población de flora y fauna de agua dulce ha disminuido un 83% desde 1970.

(Convención sobre los Humedales, 2025 & WWF, 2024).





Clase 10: Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Objetivo de la clase

En esta clase analizaremos cómo las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) pueden contribuir a enfrentar los desafíos del agua y la adaptación al cambio climático. A partir de experiencias exitosas en América Latina, exploraremos los beneficios ecológicos, sociales y económicos de restaurar y proteger ecosistemas que actúan como infraestructura natural. Al finalizar, los(as) participantes podrán identificar SbN aplicables a sus territorios y proponer estrategias para integrarlas en la gestión hídrica local de manera sustentable.

¿Qué son las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)?

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (2016),

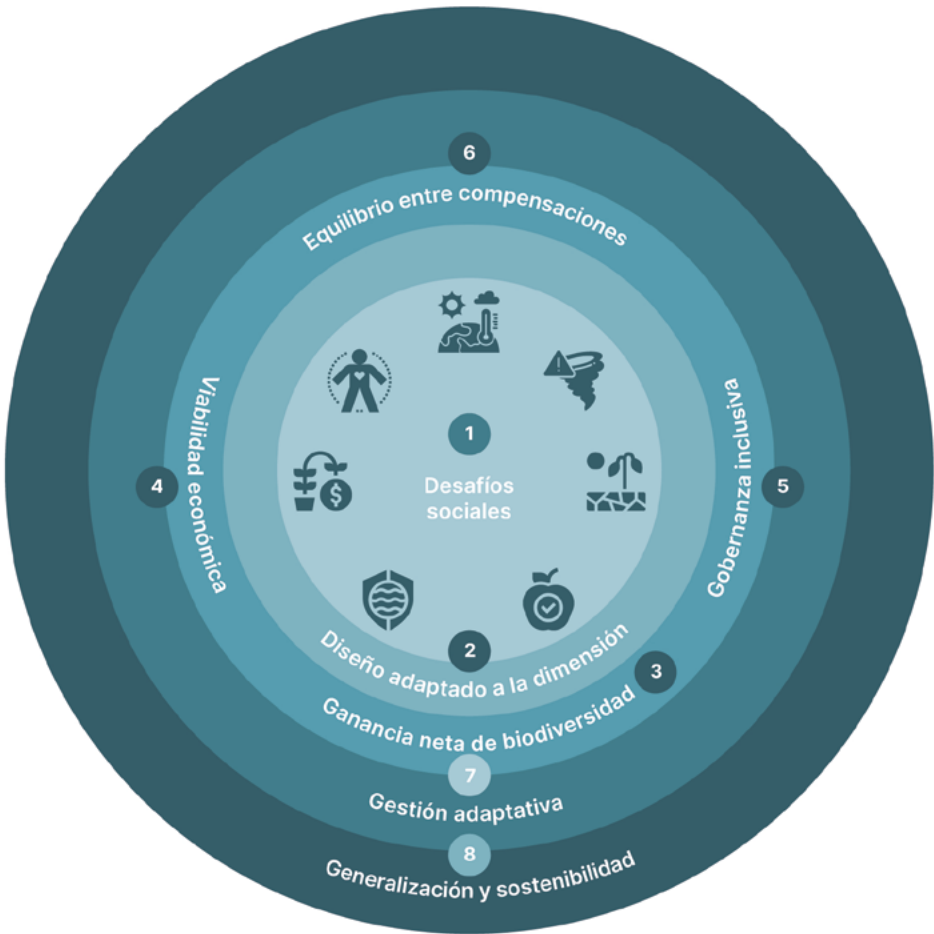
“las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son acciones para proteger, gestionar sosteniblemente y restaurar los ecosistemas naturales o modificados para hacer frente a los desafíos de la sociedad de manera efectiva y adaptable, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad”.

Estándar Global para las SbN

Para orientar su implementación, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desarrolló el Estándar Global para las SbN. Este marco internacional permite diseñar, verificar y escalar intervenciones efectivas, garantizando que realmente cumplan con sus objetivos.

El estándar se basa en 8 criterios y 28 indicadores que abordan los pilares del desarrollo sostenible: biodiversidad, economía y sociedad, además de fortalecer la resiliencia en la gestión de proyectos. A su vez, promueve una comunidad global de usuarios(as) que facilita el aprendizaje sistemático y la mejora continua en la implementación de SbN en distintos contextos territoriales.

Figura 23: Criterios del Estándar Global de SbN de la UICN

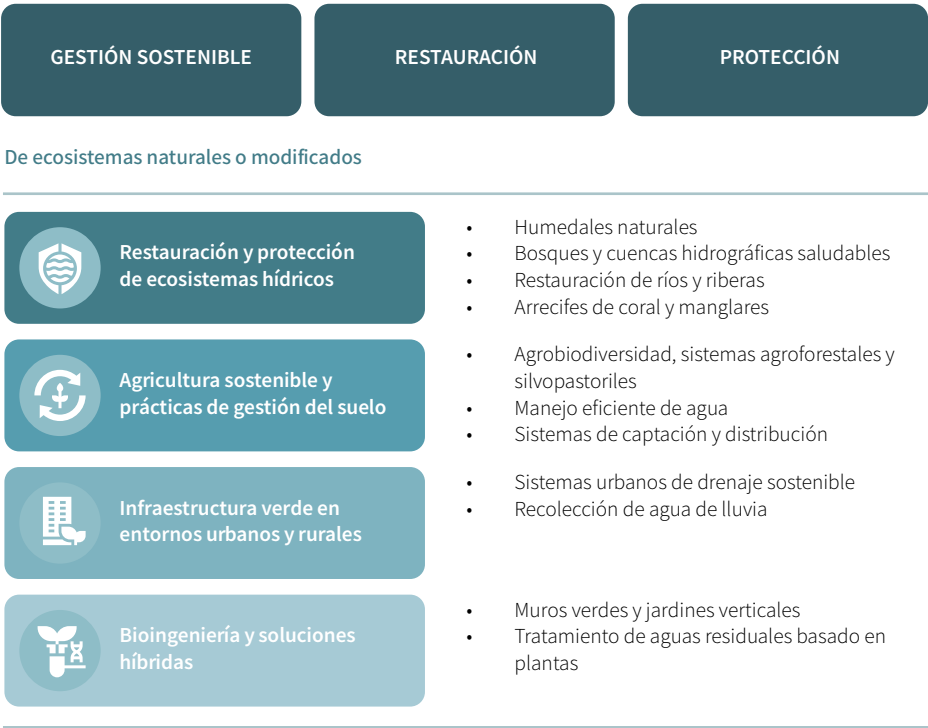


Fuente: UICN (2020).

Las SbN aplicadas a ecosistemas naturales o modificados se organizan en tres enfoques principales: restauración, gestión sostenible y protección. Como las SbN pueden ser aplicadas ante distintos desafíos ambientales, estos enfoques permiten entender las múltiples soluciones que pueden ser desarrolladas para enfrentar un mismo problema. En el caso de las SbN que responden a los desafíos hídricos, se encuentran las siguientes alternativas que responden a los tres enfoques mencionados:

Figura 24: Enfoques y ejemplos de Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

Soluciones basadas en la naturaleza



Fuente: Elaboración propia con información de UICN (2020).

Dentro de cada enfoque, se identifican distintos tipos de intervenciones. Estas incluyen la restauración y protección de ecosistemas hídricos, como humedales, cuencas hidrográficas saludables, ríos restaurados y manglares.

Se destacan prácticas de agricultura sostenible y gestión del suelo, tales como sistemas agroforestales, manejo eficiente del agua y distribución. Además, se consideran elementos de infraestructura verde en contextos urbanos y rurales, como sistemas de drenaje sostenible y recolección de aguas lluvias.

Finalmente, se incorporan acciones de bioingeniería y soluciones híbridas, que abarcan muros verdes, jardines verticales y el tratamiento de aguas residuales con base en plantas.

SbN y agua

El **agua dulce** se encuentra bajo una presión creciente a nivel global:

- El 27% de las especies que viven en estas aguas está en peligro de extinción, reflejo de la degradación de los ecosistemas acuáticos y la sobreexplotación.
- Para 2030 se proyecta un aumento del 50% en la demanda mundial de agua, lo que incrementará la presión sobre las fuentes disponibles.

Frente a este escenario, las SbN marcan un cambio de paradigma: pasar de enfoques tradicionales, centrados únicamente en la infraestructura construida, a reconocer los ecosistemas como una infraestructura natural esencial para garantizar agua segura y resiliencia frente al cambio climático (ver Figura 25).

Figura 25: Enfoques evolutivos del nexo agua-ecosistema

Enfoque tradicional	Nuevo paradigma
Gestión hídrica centrada en el uso del agua y la infraestructura construida.	Gestión hídrica (que integra la gestión de las tierras) orientada a gestionar el uso del agua junto con la infraestructura natural y construida.
La biodiversidad y los ecosistemas, entendidos como infraestructura natural, suelen ser percibidos como un "costo" necesario pero desafortunado.	La infraestructura natural proporciona y sustenta el sistema, integrándose al modelo de gestión.
Existen impactos negativos sobre los ecosistemas no considerados en los objetivos.	Se reconocen y valorizan los servicios ecosistémicos, y se busca sostener sus beneficios a largo plazo.
Los objetivos de gestión hídrica son independientes del entorno natural.	Los objetivos de gestión se enfocan en beneficios ecosistémicos sostenibles, tanto para el uso humano directo (agua y alimentos) como indirecto (resiliencia, protección, etc.).

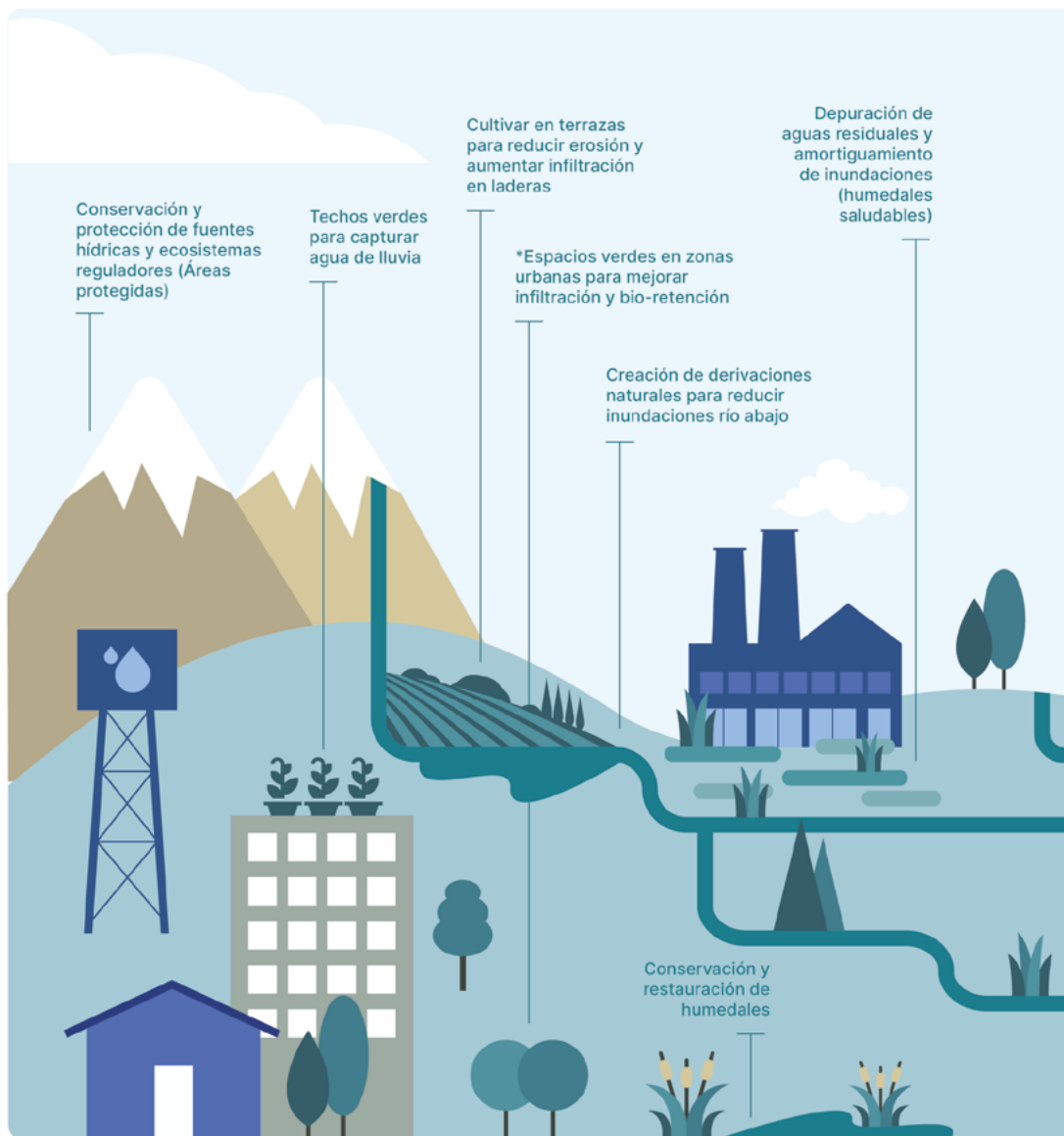
Fuente: WWAP (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos) (2018).

La infraestructura natural y seminatural puede integrarse a la gestión del agua, invirtiendo en ecosistemas para múltiples propósitos. A lo largo del territorio, existen diversas formas de aplicar SbN según las características del paisaje (ver Figura 26):

- **Zonas altas:** conservación y protección de fuentes hídricas (áreas protegidas), en conjunto con prácticas agrícolas como cultivo en terrazas y creación de derivaciones naturales con la intención de reducir las inundaciones.

- **Planicies:** Reconexión de ríos con llanuras de inundación y acuíferos, restauración de paisajes y depuración de aguas residuales.
- **Zonas costeras:** protección y restauración de arrecifes de coral, manglares y estuarios.

Figura 26: Infraestructura Natural para la Gestión del Agua

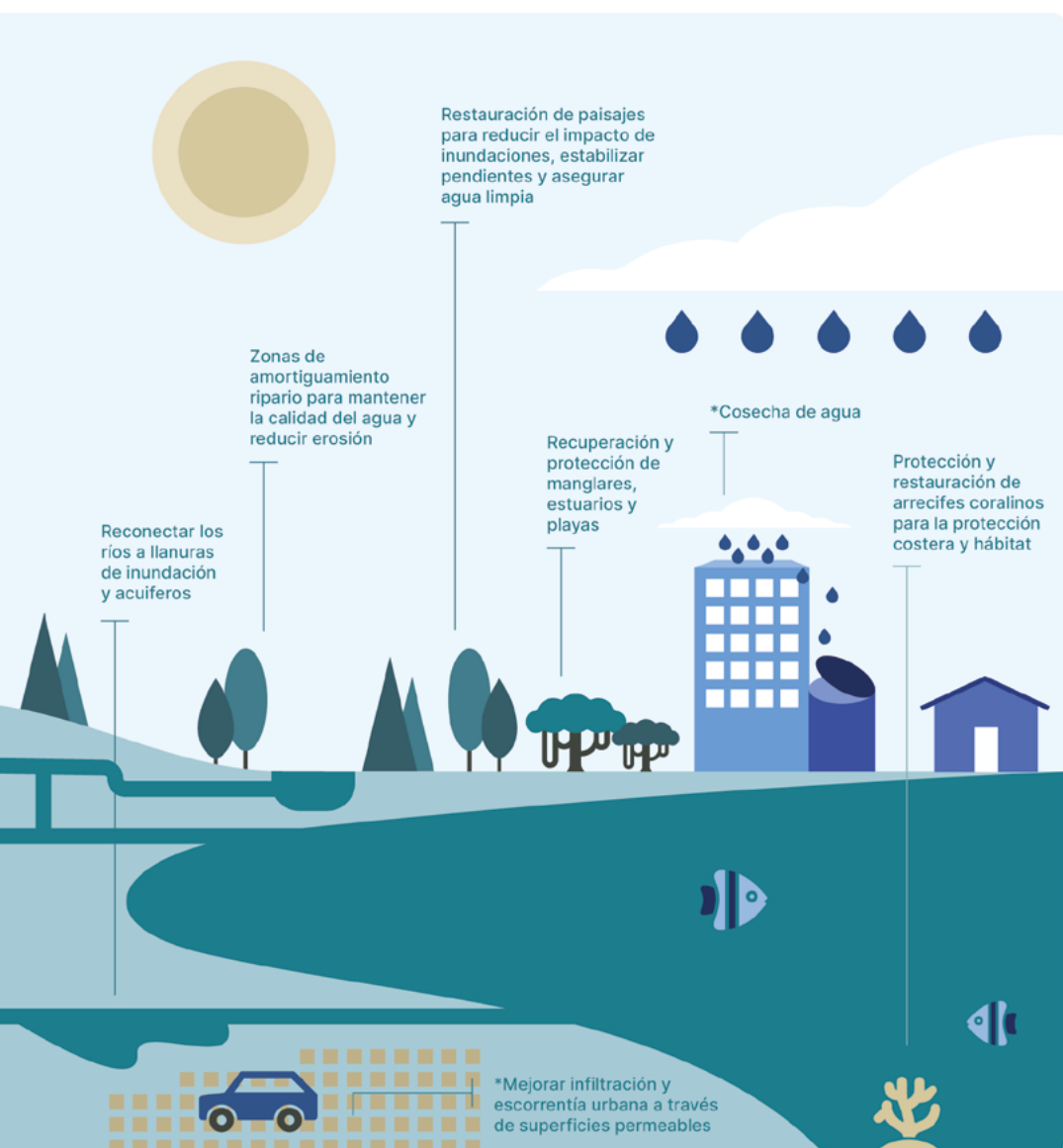


Fuente: UICN Water (2020).

La infraestructura natural y semi-natural provee importantes servicios para la gestión del agua, equiparables con los beneficios de la infraestructura convencional (gris).

La composición, estructura y funciones de los ecosistemas o infraestructura natural en las cuencas así como la forma en que interactúan con la infraestructura gris determinará la calidad de los servicios y co-beneficios resultantes.

*Soluciones combinadas que tienen elementos contruidos interactuando con elementos naturales y potencian los servicios ecosistémicos hídricos relacionados.



Adaptación basada en ecosistemas (AbE)

El uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos ayuda a las personas a adaptarse a los impactos adversos del cambio climático mediante la conservación, restauración y gestión sostenible de ecosistemas y agroecosistemas.

Su diseño, implementación y evaluación se apoyan en tres principios fundamentales:

1. **Contribuir a la adaptación al cambio climático:** buscan reducir vulnerabilidades sociales y ambientales, al mismo tiempo que generan beneficios directos para las comunidades.
2. **Aprovechar activamente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos:** su base es restaurar, mantener o mejorar la salud de los ecosistemas, garantizando su capacidad de proveer agua, alimentos y regulación climática.
3. **Integrarse en una estrategia de adaptación más amplia:** requieren respaldo de políticas a distintos niveles, fortalecimiento de la gobernanza equitativa y desarrollo de capacidades locales.

Las experiencias acumuladas en la gestión del agua ofrecen aprendizajes valiosos para fortalecer futuras intervenciones. A partir de la práctica, se han identificado elementos clave que permiten avanzar hacia modelos más sostenibles, participativos y adaptativos frente a los desafíos hídricos.

- **Diseño integral de las medidas:** combina gobernanza, fortalecimiento de capacidades y medidas “híbridas” para el manejo sostenible del agua, el ganado y los pastos.
- **Pilar de gobernanza:** se sustenta en el empoderamiento y la participación de las comunidades, junto con el interés y la voluntad política.
- **Evidencia:** los análisis demuestran la costo-efectividad y amplia gama de beneficios, incluyendo indicadores relacionados al agua.
- **Réplica y sostenibilidad:** requieren contar con herramientas, modelos de implementación y esfuerzos colaborativos que garanticen su permanencia en el tiempo.
- **Procesos AbE:** sus impactos se expresan a mediano y largo plazo, por lo que es fundamental mantener un monitoreo constante.

Clase 11: Rol e incentivos desde el sector público para fomentar proyectos de SbN para Seguridad Hídrica

Objetivo de la clase

Revisaremos políticas, programas y mecanismos de financiamiento que hacen posible implementar proyectos de gestión sustentable del agua. Conoceremos ejemplos de colaboración público-privada, instrumentos de apoyo estatal y esquemas de gobernanza que fortalecen la seguridad hídrica. Además, aprenderemos a identificar incentivos y oportunidades de financiamiento, y a formular alianzas multisectoriales que promuevan una gestión del agua inclusiva, innovadora y de largo plazo.

En el caso de Chile, los desafíos existentes para lograr una resiliencia hídrica se han visto exacerbados en la última década debido a un escenario climático de alta sequía, particularmente en la zona central de Chile donde se concentra más del 70% de la población y las actividades humanas (INE, 2024). Por lo que la disminución de la disponibilidad hídrica representa un gran problema. Entre los principales desafíos se observan:

1. Sobreexplotación de las fuentes de agua, además de un uso ineficiente que agota acuíferos y caudales.
2. Deterioro y contaminación de cabeceras de cuenca, napas subterráneas y aguas superficiales por actividades humanas y falta de protección.
3. Impactos del cambio climático, con alteraciones en los patrones de lluvia y nieve que reducen la disponibilidad hídrica en zonas críticas.
4. Un marco institucional insuficiente, sin bases legales sólidas y permanentes para la gestión del agua, lo que limita el alcance de iniciativas como las Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos.
5. Retraso en compromisos institucionales, con una implementación lenta y sin continuidad asegurada de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.
6. Persistencia de la fragmentación en la toma de decisiones y falta de acuerdos sobre reformas normativas e institucionales.
7. Concentración de derechos de aprovechamiento de agua en pocos actores, profundizando la inequidad territorial en el acceso al recurso.

Rol del Estado en SbN para la seguridad hídrica

Ante estos desafíos, desde 2022, el Estado chileno ha adoptado cinco funciones concretas para impulsar las SbN:



Generación de normas

- Ley Marco de Cambio Climático de Chile: define SbN e instruye su integración en políticas climáticas: Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC), Plan Estratégico de Recursos Hídricos en Cuencas (PERHC).
- Ley 18.450 (Ley de fomento de la inversión privada en obras de riego y drenaje) (modificada 2023): permite bonificar proyectos con SbN dentro del Programa de Fomento al Riego.
- Reglamentos y decretos (DFL 1.122, más conocido como el Código de Aguas): promueven SbN en diseño de infraestructura hídrica y saneamiento.



Gestión de políticas, programas y proyectos

- Estrategia Nacional de Transición Socioecológica Justa (2024): establece metas para que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y el Ministerio de Obras Públicas (MOP) integren SbN, incluyendo en Planes Maestros de Aguas Lluvias.
- Programa por Resultados con el Banco Mundial (USD 250 millones): exige incluir SbN en proyectos de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) seleccionados entre 2024 y 2028.



Financiamiento

No existen fondos exclusivos, por lo que se promueve:

- Integración de SbN en evaluación pública.
- Diseño de mecanismos mixtos público-privados.
- Créditos verdes y valoraciones positivas en el SNI como metas futuras.

Reflexiones finales: justicia hídrica y acción climática con enfoque ecosistémico

- La situación hídrica afecta de forma desigual, especialmente a zonas rurales, comunidades indígenas y zonas de sacrificio.
- Las SbN son más que una medida técnica: son una oportunidad para avanzar en justicia ambiental, al articular conservación, equidad y sostenibilidad.



Investigación y estudios

MMA ha generado:

- “Bases para una reactivación verde basada en la naturaleza” (2021).
- “Lineamientos para incorporar SbN en adaptación al cambio climático” (2023).
- Guía para planes de adaptación con SbN (2025).

MOP ha desarrollado propuestas metodológicas para incluir variables climáticas y SbN en drenaje y aguas lluvias.

Lo cual ha permitido identificar brechas:

- Falta de tipologías SbN en el Banco Integrado de Proyectos (BIP) Sistema Nacional de Inversiones (SNI).
- Ausencia de metodologías oficiales de evaluación.
- Carencia de matrices de evaluación o marcadores de financiamiento diferenciados.



Generación de capacidades

- Creación de Mesa Técnica Interministerial de SbN para la Seguridad Hídrica (2024), con participación de Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Desarrollo Social y Familia, y Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Ejecución de taller híbrido de SbN dirigido a actores MERH (Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos), insertando SbN en procesos de cuenca.

- Muchas SbN son social y territorialmente apropiadas, más sostenibles y con menor costo que soluciones grises.
- El Estado debe liderar la socialización, apropiación y transversalización de SbN en políticas públicas, inversiones y participación ciudadana.

**El agua desde
nuestros territorios:
el valor de las
Soluciones Basadas
en la Naturaleza**

Los(as) estudiantes destacan que las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) requieren un rol activo por parte de las autoridades, especialmente en el diseño de políticas, coordinación de acciones y creación de instrumentos legales que permitan resguardar los ecosistemas. Consideran que estas iniciativas deben ir acompañadas de financiamiento y del fortalecimiento de las capacidades locales para sostener estas iniciativas en el tiempo.

Al mismo tiempo, reconocen a las comunidades como guardianes del territorio y actores esenciales en la protección del agua y los ecosistemas. Su liderazgo se sustenta en el conocimiento tradicional y en prácticas ancestrales que promueven un uso sostenible del recurso, mientras ejercen funciones de conservación, vigilancia ciudadana e identificación de zonas vulnerables. Con ello, aportan no solo al cuidado ambiental, sino a la resiliencia comunitaria frente a la contaminación, el cambio climático y las actividades extractivas.

Alcanzar la justicia ambiental, sin embargo, continúa siendo un desafío cuando se trata de la gestión del agua en los distintos territorios. En este camino, las SbN se presentan como una herramienta concreta para avanzar hacia un acceso más justo, proteger los ecosistemas y reducir desigualdades sociales y territoriales. Desde distintas regiones del país, los(as) estudiantes han propuesto iniciativas que muestran cómo las SbN pueden aplicarse de forma diversa en el territorio.

En la zona norte, sugieren priorizar acciones como la restauración de humedales, la cosecha de aguas lluvia y la reforestación con especies nativas. Estas iniciativas apuntan a mejorar el acceso al agua en comunidades rurales e indígenas, promoviendo condiciones más equitativas y reconociendo las brechas ambientales que han afectado históricamente a los territorios más vulnerables.

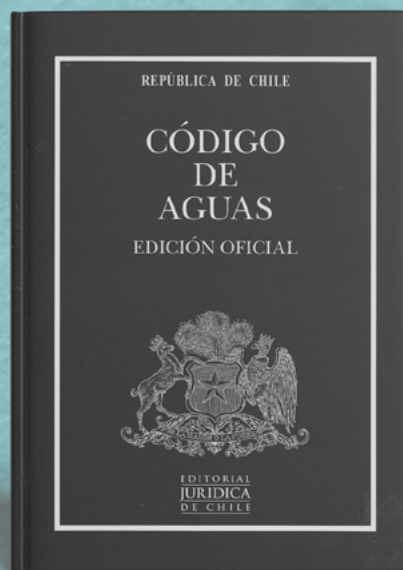
En la zona centro, las propuestas se enfocan en soluciones urbanas y periurbanas, como jardines de lluvia, techos verdes, pavimentos permeables y huertos comunitarios agroecológicos. Esto permitiría recuperar la vegetación nativa y generar sistemas de depuración natural del agua, mejorando la calidad de vida tanto en entornos urbanos como rurales.

Por último, en la zona sur se destacan iniciativas orientadas a la restauración de ecosistemas degradados por la deforestación, la reforestación con especies nativas, el impulso de prácticas agroecológicas y el desarrollo de ecoturismo comunitario. Estas últimas tienen el potencial de generar empleo local y fortalecer las economías territoriales.

Capítulo 7: Panel de alto nivel: Desafíos y Oportunidades para la Resiliencia Hídrica en Chile

Este capítulo recoge los principales contenidos abordados en la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica, del panel de alto nivel con la participación de Rodrigo Sanhueza, Ministerio de Obras Públicas; Sara Larraín, Fundación Chile Sustentable; María Christina Frangkou, Universidad de Chile.





Panel de alto nivel: Desafíos y Oportunidades

Objetivo de la clase

A partir del diálogo entre representantes multisectoriales, reflexionaremos sobre cómo las distintas perspectivas permiten comprender la complejidad del problema hídrico y la necesidad de avanzar hacia soluciones integradas, colaborativas y basadas en evidencia. También exploraremos las oportunidades para fortalecer la articulación entre actores, la innovación y la participación como elementos clave para enfrentar el cambio climático y la creciente presión sobre el agua, proyectando una mirada de futuro y el rol que cada persona puede desempeñar en la resiliencia hídrica.

El panel de alto nivel de la Academia de Agua y Resiliencia Hídrica reúne voces provenientes de la sociedad civil, el sector público y la academia, con el objetivo de analizar los principales desafíos y oportunidades que enfrenta Chile en materia de seguridad hídrica. A lo largo de la conversación se identifican coincidencias y tensiones en torno a la gestión del agua, la gobernanza de las cuencas, la protección de ecosistemas estratégicos como los glaciares y las respuestas institucionales frente a los efectos del cambio climático. En este marco, todos reconocen que la resiliencia hídrica constituye un desafío estructural que trasciende sectores y territorios.

Desde la sociedad civil se resalta la urgencia de proteger fuentes críticas de agua y de avanzar hacia una gestión integral que considere la complejidad de los ecosistemas. Se cuestiona la lentitud de las reformas y la persistencia de un modelo privatizado que ha generado inequidades profundas en el acceso. Por su parte, el sector público subraya los avances recientes en materia normativa, como la reforma al Código de Aguas y la Ley Marco de Cambio Climático, y reconoce que la implementación territorial es aún el mayor reto. La academia, en tanto, enfatiza la necesidad de transformar la relación de la sociedad con el agua, superando la visión de recurso económico y reconociéndola como un bien vital y cultural.

En conjunto, las intervenciones convergen en la idea de que la seguridad hídrica no depende únicamente de la infraestructura o de la normativa, sino de la capacidad de construir una gobernanza inclusiva, adaptada a la diversidad de cuencas y territorios del país. Se destaca la importancia de la participación ciudadana, la incorporación de pueblos originarios y la integración de soluciones basadas en la naturaleza, junto con la innovación tecnológica, como pilares para avanzar hacia un modelo de gestión que responda a las exigencias del contexto actual.

Protección de fuentes de agua y cuidado de cuencas

Sara Larraín enfatiza que los glaciares constituyen un eje estratégico de la seguridad hídrica en Chile. Estos ecosistemas regulan y almacenan agua en momentos críticos de escasez, sosteniendo el caudal de ríos y acuíferos en épocas secas. Su retroceso, acelerado por el cambio climático y las actividades productivas en alta cordillera, genera un impacto directo sobre comunidades y sectores productivos. La ausencia de una ley específica expone a los glaciares a proyectos extractivos y a la presión de intereses económicos, comprometiendo el futuro del recurso.

La gestión de cuencas aparece igualmente como un punto crítico. Desde la sociedad civil se denuncia que proyectos fragmentados, como el caso del Proyecto Alto Maipo, alteran ecosistemas completos al aumentar la evaporación, reducir espejos de agua y eliminar caudales ecológicos. Estas intervenciones generan efectos negativos no solo en el agua superficial, sino también en la dinámica subterránea, comprometiendo la resiliencia de los sistemas. Frente a ello, se plantea la necesidad de un modelo integral que considere la interdependencia de los ecosistemas y el bienestar humano en la planificación territorial.

La gestión integrada de cuencas es reconocida como el estándar internacional para enfrentar la crisis hídrica, pero en Chile su implementación sigue pendiente. Sara Larraín recuerda que la reforma del Código de Aguas demoró más de una década en concretarse, lo que refleja una débil voluntad política. Por su parte, Rodrigo Sanhueza sostiene que los hitos legislativos de 2022, la reforma del Código y la Ley Marco de Cambio Climático, representan un avance sustancial. Ambos marcos priorizan el consumo humano y reconocen la función pública del agua. Sin embargo, advierte que cada cuenca presenta particularidades que dificultan una aplicación homogénea. El desafío, coincide el panel, está en transformar estas normas en acciones concretas, con recursos, capacidades técnicas y legitimidad territorial.

Abastecimiento de agua y equidad territorial

El acceso al agua potable en zonas rurales continúa siendo un tema de inequidad estructural. Rodrigo Sanhueza expone que, si bien se registran avances significativos en el saneamiento rural y en la instalación de sistemas de agua potable en comunidades aisladas, todavía existe un déficit que afecta la calidad de vida de miles de personas. Resalta también la creación de las Mesas Estratégicas de Recursos Hídricos (MERH) como espacios que permiten articular visiones locales, sectoriales y gubernamentales en torno al uso y protección del recurso.

María Christina Fragkou observa que estas inequidades responden en gran medida a la concentración histórica de los derechos de aprovechamiento de agua. Explica que la institucionalidad chilena ha permitido que unas pocas empresas controlen grandes

volúmenes, lo que provoca tensiones territoriales en un contexto de escasez. En este marco, advierte que, **“se puede tener acceso al agua comprándola”, lo que refuerza las desigualdades y limita la posibilidad de acceso equitativo.**

Tanto la academia como el sector público coinciden en la urgencia de proteger los acuíferos, cuya sobreexplotación amenaza la sostenibilidad de varias regiones. Sanhueza subraya la necesidad de impulsar iniciativas de recarga artificial y natural, mientras que Fragkou enfatiza que se requiere un cambio cultural profundo, en donde hay que dejar de ver el agua como un insumo económico y comprenderla como un bien vital. Este cambio de consciencia debe partir desde lo individual pero traducirse en decisiones colectivas que fortalezcan la resiliencia hídrica de los territorios.

Gobernanza y justicia hídrica

El panel coincide en que sin gobernanza inclusiva no es posible avanzar hacia la seguridad hídrica. Para Sanhueza, los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas y la infraestructura deben diseñarse con un enfoque ecosistémico, incorporando soluciones basadas en la naturaleza junto con infraestructura gris. Además, destaca que de las MERH existentes, con 14 en la actualidad y una meta de llegar a 20, constituyen un espacio valioso para consolidar un diálogo multisectorial.

Desde la sociedad civil, Sara Larraín cuestiona la inequidad estructural en las Organizaciones de Usuarios de Agua, donde el poder de decisión depende de la cantidad de derechos que posee cada actor. Esta estructura, que no fue modificada en la reforma del Código de Aguas, perpetúa una gobernanza excluyente. En esta misma línea, desde la academia se propone avanzar hacia modelos que reconozcan las cosmovisiones indígenas y locales, integrando saberes ancestrales que permiten comprender el agua no solo como recurso, sino también como elemento espiritual y cultural.

Fragkou sostiene que la justicia hídrica no puede entenderse sin reconocer la diversidad cultural y territorial de Chile. Los pueblos originarios mantienen una relación histórica y espiritual con el agua que ha sido invisibilizada por la institucionalidad moderna. Incorporar estas miradas en la toma de decisiones no solo refuerza la legitimidad de la gobernanza, sino que también amplía las herramientas para enfrentar los desafíos de adaptación al cambio climático.

Políticas y programas efectivos

Rodrigo Sanhueza subraya que la reforma del Código de Aguas (2022) prioriza por primera vez el consumo humano, refuerza la fiscalización de la Dirección General de Aguas y exige mayor coherencia entre derechos en papel y disponibilidad real. Destaca

también la Ley Marco de Cambio Climático, que incorpora explícitamente la seguridad hídrica como eje de adaptación. Asimismo, resalta la creación del Comité de Transición Hídrica Justa como un esfuerzo de coordinación interministerial orientado a garantizar equidad y sustentabilidad.

Sara Larraín, en cambio, cuestiona que estos avances normativos aún no se traduzcan en cambios palpables en los territorios. Señala que la ausencia de una ley de glaciares y la mantención de un modelo de mercado sobre el agua dificultan una gestión equitativa. Sin embargo, reconoce como política exitosa los sistemas de agua rural, que han garantizado acceso en comunidades históricamente postergadas y han fortalecido la gobernanza democrática en zonas rurales.

María Christina Fragkou resalta el valor de la colaboración entre el mundo académico y la Dirección General de Aguas, especialmente en la generación de evidencia y la construcción de instrumentos como la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Señala que los planes de adaptación comunales y los planes estratégicos sectoriales, al incorporar participación ciudadana, mejoran su pertinencia territorial y fortalecen la legitimidad de la política hídrica.

Innovación tecnológica y gobernanza futura

Desde la academia y la sociedad civil se observa que el crecimiento de desaladoras en el norte de Chile responde más a la incapacidad de redistribuir adecuadamente el agua que a una planificación sistémica. Fragkou sostiene que estas plantas representan una solución parcial, condicionada por el alto costo y los impactos ambientales que generan. Larraín agrega que los vacíos normativos y la concentración en el sector minero perpetúan desigualdades y tensiones territoriales. Ambas coinciden en que, aunque pueden formar parte de la matriz hídrica, no deben considerarse una solución definitiva.

Rodrigo Sanhueza plantea que la innovación tecnológica es indispensable para mejorar la gestión, pero siempre bajo un enfoque de resguardo ambiental. Destaca iniciativas de monitoreo de extracciones, programas de recarga de acuíferos y la incorporación de soluciones basadas en la naturaleza. Además, señala que la infraestructura hídrica debe avanzar hacia un modelo híbrido, combinando lo gris y lo verde, y evitando impactos en ecosistemas marinos o fluviales.

El panel concluye que la gobernanza hídrica requiere una transformación estructural, que supere el modelo centrado exclusivamente en las Organizaciones de Usuarios de Agua. Se propone avanzar hacia modelos de co-construcción que integren al Estado, la academia, el sector privado, la sociedad civil y los pueblos originarios. Como afirma Sanhueza, “necesitamos un proceso de co-construcción, donde el relato tenga sentido para cada una de las 101 cuencas de nuestro país”.

Referencias

Capítulo 1: El agua en el día a día

- 1 **UNU-INWEH (2024).** UN: Invest in Nature to Cut Billion-Dollar Costs of Droughts <https://unu.edu/inweh/news/un-invest-nature-cut-billion-dollar-costs-droughts>
- 2 **Sánchez, F. (2025).** Presentación 1. Ciclo urbano del agua. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica
- 3 **Aguas Andinas (2024).** Reporte integrado 2024.
- 4 **Ministerio de Obras Públicas (2017).** Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/server/api/core/bitstreams/25395f69-daf2-4dd4-a143-1df8d8be3a43/content>
- 5 **Decreto con Fuerza de Ley N° 70 (1988).** Ley de tarifas. 30 de diciembre de 1998. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/2fjva>
- 6 **Decreto con Fuerza de Ley 382 (1989).** Ley general de servicios sanitarios. 21 de junio de 1989. Diario Oficial de la República de Chile <https://bcn.cl/250np>
- 7 **Ley 18.902 (1990).** Creación de superintendencia de servicios sanitarios. 27 de enero de 1990. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/26tl2>
- 8 **ONU (2025).** Una cuarta parte de la humanidad aún carece de acceso a agua potable segura. <https://news.un.org/es/story/2025/08/1540364#:~:text=%22tippy%20taps%22.,Una%20cuarta%20parte%20de%20la%20humanidad%20a%20a%20C3%BAan,acceso%20a%20agua%20potable%20segura&text=Las%20personas%20en%20los%20pa%20a%20C3%ADses,a%20quienes%20m%20C3%A1s%20lo%20necesitan%22>
- 9 **OMS (2023).** Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- 10 **Clochard-Bossuet, G. (2025).** Presentación clase 2: Calidad del agua. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica

- 11 **Instituto Nacional de Normalización (2005).** Norma Chilena 409/1 <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=250801>
- 12 **Smithsonian magazine (2025).** The Human Brain May Contain as Much as a Spoon's Worth of Microplastics, New Research Suggests <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/the-human-brain-may-contain-as-much-as-a-spoons-worth-of-microplastics-new-research-suggests-180985995/>
- 13 **WWF (2019).** Naturaleza sin plástico: evaluación de la ingestión humana de plásticos presentes en la naturaleza. https://wwf.es/assets/panda.org/downloads/informe_plastic_diet_1.pdf
- 14 **Peralta, C. (2024).** Análisis exploratorio de microplásticos en la Cuenca del Maipo. Analisis-exploratorio-de-microplasticos-en-la-Cuenca-del-Maipo.pdf
- 15 **Higuera, C. (2022).** Microplásticos en aguas residuales y posibles medidas de control en el Gran Santiago <https://mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Higuera%20Camila.pdf>

Capítulo 2: Agua y cambio climático

- 1 **Ramsar Convention on Wetlands (2017).** Wetlands for disaster risk reduction. Ramsar Policy Brief No. 2. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/rpb_wetlands_and_drr_e.pdf
- 2 **Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC) (2021).** Sexto informe IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- 3 **Barría, P. (2025).** Presentación clase 3: Agua y cambio climático. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.



- 4 **Santer et al. (1996).** Una búsqueda de influencias humanas en la estructura térmica de la atmósfera <https://ciencia.nasa.gov/cambio-climatico/evidencia/> + <https://www.nature.com/articles/382039a>
- 5 **NASA (2025).** Anomalías de temperatura global desde 1880 hasta 2024 [Visualización científica]. NASA Scientific Visualization Studio. <https://svs.gsfc.nasa.gov/5450/>
- 6 **Alvarez-Garretón, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023).** Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, (ANID/FONDAP/1522A0001), 72 pp. Disponible en www.cr2.cl/seguridadhidrica
- 7 **Ley 21455. Ley Marco de Cambio Climático.** 13 de junio de 2022. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/3211s>
- 8 **McPhee, J. (2025).** Presentación clase 4: Seguridad hídrica en Chile. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 9 **Dirección General de Aguas (2017).** Actualización del Balance Hídrico Nacional <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/7a6ba341-2be5-4a1d-b83d-503e27a94118>
- 10 **Global Water Partnership (s. f.).** ¿Qué es la GIRH? <https://www.gwp.org/fr/GWP-Sud-America/ACERCA/como/Que-es-la-GIRH/>
- 2 **Piñeiros, M. L. (2025).** Presentación Clase 6: Experiencias internacionales de gobernanza del agua. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica
- 3 **Cartes, G. (2025).** Resumen Academia del Agua y Resiliencia Hídrica.
- 4 **CIC Plata (s. f.).** Sobre el CIC. <https://cicplata.org/es/sobre-el-cic/>
- 5 **FONAG (s.f):** <https://www.fonag.org.ec/web/> Naciones Unidas. (s. f.). ODS 6: Agua limpia y saneamiento. <https://sdgs.un.org/goals/goal6>
- 6 **Naciones Unidas (s. f.).** ODS 6: Agua limpia y saneamiento. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/>
- 7 **Convención de Ramsar sobre los Humedales. (s. f.).** Wetland City Accreditation <https://www.ramsar.org/our-work/activities/wetland-city-accreditation>
- 8 **Núñez, C. (2025).** Presentación clase 5: Gobernanza del Agua en Chile. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica
- 9 **Banco Mundial y Gobierno de Chile (2013).** Estudio de institucionalidad en Chile: Opciones para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/728921592935741966/pdf/Chile-Institutional-Framework-of-Water-Sector.pdf>
- 10 **Decreto con fuerza de ley 1122 (1981).** Código de Aguas. 29 de octubre 1981 Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/2epb4>

Capítulo 3: Gobernanza del agua

- 1 **Banco Mundial (2011).** Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Región para América Latina y el Caribe: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/452181468216298391/pdf/633920ESW0SPAN0le0GRH0final0DROREV-0doc.pdf>

Capítulo 4: Acceso y equidad en el agua

- 1 **UNICEF and World Health Organization (WHO) (2023).** Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender. [jmp-2023_layout_v3launch_5july_low-reswhowebbsite.pdf](https://www.unicef.org/data-and-statistics/jmp-2023_layout_v3launch_5july_low-reswhowebbsite.pdf)

- 2 **SISS (2022).** Informe de Coberturas Sanitarias 2022. https://www.siss.gob.cl/589/articles-22927_recurso_1.pdf
- 3 **Baeza, E. (2025).** Situación actual de los servicios sanitarios de agua potable y alcantarillado en zonas urbanas y rurales en Chile (Minuta Técnica Parlamentaria). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/37115/1/Minuta_situacion_SS_Chile_F.pdf
- 4 **Valdés, M. (2025).** Presentación clase 7: Desafíos rurales frente a la seguridad hídrica Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 5 **Banco Mundial (2021).** Chile Rural Brief 2021. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/19313162132775848/pdf/Chile-Informe-Rural-2021.pdf>
- 6 **Ley 19.418 (1996).** Sobre juntas de vecinos y demás organizaciones comunitarias. 01 de diciembre de 1996. Diario Oficial de la República de Chile <https://bcn.cl/26836>
- 7 **Ley 19.832 (2002).** Ley general de cooperativas. 04 de noviembre 2002 Diario Oficial de la República de Chile <https://bcn.cl/2193m>
- 8 **Decreto con Fuerza de Ley N°5 (2003).** Refundido, concordancia y sistematizado de ley general de cooperativas (2003) 17 de febrero 2004. Diario Oficial de la República de Chile <https://bcn.cl/25yn6>
- 9 **Ley 20.998 (2017).** Regulación de servicios sanitarios rurales. 14 de febrero de 2017. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/284uy>
- 10 **Salinas, M. (2025).** Presentación clase 8: Gestión doméstica y comunitaria del agua. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 11 **Salinas, M., Becker, I., Fragkou, M., & Urquiza, A. (2024).** Mujeres rurales y gestión del agua: Hacia una seguridad hídrica con enfoque de género en Chile (Policy Brief N°16). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2024/04/Policy-brief-16-Mujeres-rurales-y-gesti%C3%B3n-del-agua.pdf>
- 12 **Decreto 58 (2024).** Reglamento establecimiento de procedimiento para la elaboración, revisión y actualización, así como monitoreo y reporte de los planes estratégicos de recursos hídricos en cuencas. 04 de enero de 2024. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/51MUdU>

Capítulo 5: Innovación y tecnología en la gestión hídrica

- 1 **ONU-Habitat (2018).** Comprender las dimensiones del problema del agua. <https://onu-habitat.org/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>
- 2 **Cassorla, P. (2025).** Presentación clase 9: Potabilización de agua rural de baja concentración. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 3 **Aguirre, C. (2025).** Presentación clase 9: Innovación y tecnología en la gestión hídrica. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 4 **Carrasco, D. (2025).** Presentación clase 10: Reducción de pérdidas en redes hídricas. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 5 **Cárdenas, C. (2025).** Presentación clase 10: Aprovechamiento de aguas grises. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 6 **Fundación Chile (2016).** Aguas residuales como nueva fuente de agua <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/aguas-residuales-como-fuente-de-agua.pdf>
- 7 **Labbé, S. (2025).** Presentación clase 10: Innovación en tecnología en la gestión hídrica. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 8 **Ley 21.075 (2018).** Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. 15 de febrero 2018. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/2evgg>
- 9 **Decreto 40 (2024).** Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. 09 de mayo de 2024. Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/3jve0>

Capítulo 6: Soluciones basadas en la naturaleza

- 1 **Convención sobre los Humedales (2025).** Perspectiva mundial sobre los humedales 2025: Valorar, conservar, restaurar y financiar los humedales. https://static1.squarespace.com/static/5b256c78e17ba335ea89fe1f/t/6880f10d5fe2a21e436cfe32/1753280832695/GWO2025_Esp_Rev.1.pdf
- 2 **WWF (2024).** Informe planeta vivo 2024 https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2024_completo.pdf
- 3 **Podvin, K. (2025).** Presentación clase 10: soluciones basadas en la Naturaleza para el agua. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.

- 4 **UICN (2016).** Definición de soluciones basadas en la naturaleza https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_069_ES.pdf
- 5 **UICN (2020).** Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Es.pdf>
- 6 **WWAP y ONU-Agua (2018).** Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494/PDF/261494spa.pdf.multi
- 7 **INE (2024).** Síntesis de resultados de CENSO 2024 https://censo2024.ine.gob.cl/wp-content/uploads/2025/12/sintesis_resultados_censo2024.pdf
- 8 **Krauss, F. y Fuentes, C. (2025).** Presentación clase 11: rol e incentivos desde el sector público para fomentar proyectos de SbN para seguridad hídrica. Academia de Agua y Resiliencia Hídrica.
- 9 **Ley 18450 (1985).** Fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje. 30 de octubre de 1985 Diario Oficial de la República de Chile. <https://bcn.cl/2errl>
- 10 **Ministerio del Medio Ambiente (2025).** Estrategia Nacional de Transición Socioecológica Justa 2025-2035. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2025/08/10-Proyecto-definitivo-ESTRATEGIA-NACIONAL-TSEJ-2025-2035.pdf>
- 11 **Ministerio del Medio Ambiente (2021).** Bases y Orientaciones para una Reactivación Verde basada en la Naturaleza en Chile. Formateado-Bases-y-Orientaciones-para-una-reactivacion-basada-en-la-naturaleza.pdf

Coautoras (es)

Gracias al apoyo de los docentes:

Camila Aguirre (Kilimo), Camila Cárdenas (Yaku), Claudia Fuentes (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo), Cristian Núñez (Dirección General de Aguas), Diego Carrasco (WES), Felipe Sánchez (Aguas Andinas), Fernando Krauss (Ministerio del Medio Ambiente), Gildas Clochard-Bossuet (Veolia Latam), James McPhee (Universidad de Chile - EneAS), Karen Podvin (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), Macarena Salinas (EneAS), María Laura Piñeiros (The Nature Conservancy), María Valdés (Dirección de Obras Hidráulicas), Pablo Cassorla (Remote Waters), Pilar Barría (Universidad de Chile - EneAS) y Sergio Labbé (Veolia Chile).

Abner De la Guarda Tejos
Alan Carvajal Jimenez
Alejandra Isamit Faure
Alejandro Segura Cisterna
Almendra Hermosilla Escudero
Ámbar Arriagada
Ana Barrenechea Briceño
Ana Isabel Bustos Licanqueo
Ana Yañez
Anais Higuera Suazo
Andy Flores Peña
Anke Kessler
Antonella Vera Tito
Antonia Vasquez Torres
Arantza Moncada
Bastian Castro Castro
Benjamin Reyes Barros
Benner Giacomozzi Sepúlveda
Bruno Gonzalez Zabala
Byron Calderon Gonzalez
Cala Gedda Corces
Camila Canales
Camila Caro Herrera
Camila Espinoza Cornejo
Camila Ortiz Muñoz
Camilo Coña Mira
Carla Tapia Guerrero
Carlos Elbo
Carlos Gonzalez Parra
Carlota Durán Vivanco
Carol Muñoz Vergara
Carolina Bravo Arce
Carolina Carmona Segovia
Carolina Ortiz Gonzalez
Catalina Avila Ibacache
Catalina Sanhueza Espinoza
Catalina Schmidt Aguilera

Catalina Troncoso Montecinos
Cesar Astargo Quiroz
Christian Alvarez Bustamante
Clara Varela Alonso
Claudia Antillanca
Claudia Araya Olivares
Claudia Astudillo Araya
Claudia Valdebenito
Constanza Abugarade Luengo
Constanza Díaz Saldivia
Constanza Saavedra Acuña
Cristian Carvajal Rojas
Cristian Contreras
Cristóbal Delgado Quezada
Cristóbal Escobar
Cristobal Vicencio Morales
Cristopher Soumastre Barrera
Damián Soto Alarcón
Dana Castro Novoa
Daniel Larez Ovalles
Daniel Nuñez
Daniela Peña Contreras
Denisse Urrea Barrientos
Diego Adasme Sabja
Dominique Naves Narváez
Elvia Fernández Pedroza
Emilio Muñoz Oyarzún
Enzo Godoy Riquelme
Enzo Suárez López
Erin Flores Ossandón
Evelyn Espinoza Concha
Evelyn Miranda Flores
Felipe Castillo Cardenas
Felipe Gallardo Ivanovic
Felipe Miranda
Felipe Ruiz Valdés
Fernanda Jamet

Francisca Beyer Soto
Francisca Gutiérrez Montero
Francisca Peña
Franco Marín Ramírez
Génesis Luco Contreras
Gonzalo Cartes Valdés
Gonzalo Guerra Messina
Gonzalo Martínez Troncoso
Guillermo Fernández Begazo
Guillermo Fuentes Jaque
Guillermo Navarrete Miranda
Gustavo Rodríguez Lopetegui
Haydée Parra Morales
Ignacio de la Fuente O'Ryan
Ignacio Muñoz Reuque
Ignacio Reyes
Ignacio Salazar Cárdenas
Isabel Aguilera Contreras
Isidora Morales Ralph
Italo Meza Díaz
Iván Henríquez Figueroa
Javier Cuadra Puentes
Javiera Abarzua
Javiera Bravo Burdiles
Javiera Leal Chavez
Javiera Mansilla Alarcón



Javiera Maturana Tobar
Jean Karla Zambrana Avilés
Jhony Raphael Urquiaga Casahuaman
Joaquín Gajardo Canales
José Manuel Calderón Pinto
José Miguel Rojas Sandoval
Joseline Jiménez Venegas
Juan Figueroa Cabello
Julio Utreras Patiño
Karla Paredes
Katherine Bahamondes Gamboa
Leonardo González Inostroza
Lina Calderón Quintero
Lissette Carvajal González
Luis Delgado Lamperein
Luis Rubio Vives
Mabel Rizzo Antileo
Macarena Morgado
Manuel Faúndes Faúndes
María Emilia Mc Intyre De la Fuente
María Ignacia Ferrer Herrera
María José Chacón Zenteno
Mario Zuñiga Fuentes
Marycarla Rifo Rodríguez
Max Ampuero Simpson
Melisa Navarrete Yañez
Michelle Zuñiga
Miguel Cisternas Villenas
Milena Gonzalez Bazaez
Mónica Ovalle Bañados
Natalia Mestre Silva
Natalia Pozo
Natalia Zumelzu Castro
Natividad Rojas Cayupi
Nicolás Espinoza Tapia
Nicolás Friz Mardonez
Nicolás Rietta

Nicole Gallardo Díaz
Nicole Olguin Gonzalez
Nicole Vasquez Ulloa
Pamela Pilquil Varas
Paola Rojas Garrote
Patricia Aguilera Feliú
Patricia Figueroa
Patricia Sanzana Guerrero
Patricio Peñailillo
Patricio Tapia Rojas
Paula Garcias Bascur
Pedro Retamal Cantero
Rafael Noya Wachholtz
Raimundo Rivera Figueroa
Ricardo Saavedra Concha
Robin Espinosa Flores
Rocío Ponce Cassorla
Rodolfo Muñoz Lorca
Rodrigo Poblete Sobarzo
Rodrigo Rodríguez Merino
Romina Cid San Martín
Romina Henríquez Lavín
Romina Mejías Díaz
Ronaldo Reinado
Scarlette Cabedo Reyes
Sebastián Cárcamo Morales
Sebastián Gutierrez Peña
Sebastián Olmos Herrera
Sebastián Pino González
Simón Ferrada Rojas
Sofía Ahumada Olivos
Sofía Jacob
Sofía Roa Almonacid
Solange Saldias Narváez
Soraya Zorzal de Almeida
Tabatha Sáez Pino
Thiare Vildo Varela

Valentina Arnes Maturana
Valentina Venegas-Manhey
Valeria Miranda
Vanessa Castro Osorio
Verónica Cheuquepil Ojeda
Víctor Castro Espinoza
Victor Nakagawa
Victoria Cruz Amigo
Vivian Macaya Caquilpán
Yasna Vera
Yosselin Espinoza
Zadia Correa Ananías
Zafiro Flores Lucero



Más que un simple análisis sobre la realidad del agua en Chile, este libro se presenta como un mapa para navegar en uno de los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo.

El agua no es solo un recurso, es la base de la vida.

Desde esta premisa y a través de un lenguaje sencillo y un tono pedagógico, el libro entrelaza el rigor científico con las vivencias de distintos territorios, revelando el papel que juega el agua en la identidad de nuestra sociedad.

Este libro nos recuerda que la resiliencia hídrica no es un capricho pasajero, sino una necesidad profunda y palpable. Más que una guía, estas páginas nos entregan un urgente llamado a la acción en favor de las personas y el medio ambiente.