

CUADERNOS DEL CPI

INFRAESTRUCTURA PARA ENFRENTAR LA SEQUÍA: Nuevas fuentes

COMITÉ RECURSOS HÍDRICOS



CPI CONSEJO POLÍTICAS
DE INFRAESTRUCTURA

CONTENIDO

Presentación	4
Desalinización	7
Reutilización o reúso	12
Recarga artificial de acuíferos	18



Embalse El Yeso

PRESENTACIÓN

Nuestro país ha vivido una situación de estrés hídrico extremo durante 15 años, manifestándose de forma más intensa en los últimos 5. Las fuertes lluvias del último año parecen ser una excepción y no nos deberían hacer pensar que el problema se resolvió. Por el contrario, deben hacernos ver que la alta variabilidad en las precipitaciones, considerando períodos de disminuciones extremas y otros de altas concentraciones en cortos espacios de tiempo, son un desafío para los distintos usos que tenemos del agua -consumo humano, agricultura, minería e industria- y la necesidad de poder abastecer a cada uno de ellos año a año, independientemente de las precipitaciones que se generen. Por ello, las nuevas fuentes que permitan dar seguridad hídrica resultan un elemento fundamental para garantizar el abastecimiento bajo distintas condiciones climáticas.

En la actualidad, la demanda total de agua para los distintos usos es cercana a 650 m³/s a nivel nacional, con un 72% para la agricultura, un 12% para el consumo humano, un 7% para la industria y un 4% para la minería (el 5% restante está asociado al sector pecuario y al uso consuntivo en generación eléctrica)¹. Sin embargo, aunque estos datos reflejan la demanda actual a nivel nacional, no son buenos referentes para definir políticas y soluciones que den los lineamientos para abordar el problema de la escasez. Las condiciones geográficas, de disponibilidad hídrica, de requerimientos de cada región y cuencas son muy distintas, en consecuencia, las soluciones para cada una podrían ser diferentes.

Así mismo, es importante asumir que existe bastante incertidumbre de cómo se comportarán las precipitaciones cada año. Aunque todos los modelos coinciden en que las lluvias seguirán disminuyendo, no es posible determinar con precisión la velocidad y magnitud de estos cambios, por lo que se deben tomar decisiones de inversiones en infraestructura para la generación de nuevas fuentes de agua bajo condiciones de incertidumbre, teniendo presente y entendiendo que los posibles futuros escenarios pueden ser muy variables. De esta forma se deben consensuar los riesgos que se toman al invertir o no en infraestructura bajo los distintos escenarios. Si invertimos y llueve, tendremos infraestructura ociosa, por el contrario, si no invertimos y no llueve la escasez de agua será crítica. La decisión no es fácil, y la pregunta de fondo debería ser ¿cuál de esos dos escenarios es el más perjudicial para el país?

Otro elemento importante es que, para estas decisiones, no se debe considerar solo los requerimientos de agua para la demanda actual, sino que también el modelo de desarrollo país que nos gustaría tener ¿Queremos ser una potencia agroalimentaria o forestal y aumentar nuestras superficies cultivables? ¿Queremos ser líderes en hidrógeno verde? ¿Queremos seguir impulsando nuestra minería? ¿Queremos estimular el turismo y así aprovechar el potencial natural de nuestro territorio? Hacia el futuro se proyecta que la demanda de agua siga creciendo. En este sentido estudios de la Dirección General de Aguas (DGA, 2017) proyectan un aumento de 4,5% en la demanda consuntiva al 2030, y de 9,7% al 2040. De las respuestas a esas preguntas surgirán los requerimientos de nuevas fuentes para poder abastecer de agua a esas necesidades.

La infraestructura tiene un rol fundamental en los desafíos hídricos, siendo un elemento básico para la gestión del agua a nivel local, de cuenca e incluso nacional, pues sin una infraestructura adecuada es

¹ Fuente: Mesa Nacional del Agua (Ministerio de Obras Públicas).

imposible acumular, trasladar y distribuir agua. Las soluciones que tradicionalmente se han aplicado siguen estando plenamente vigentes, y se ven complementadas con nuevos procedimientos que generan otras interacciones, lo que permite ampliar el abanico de herramientas para enfrentar los desafíos hídricos.

Los embalses constituyen una de las más antiguas y tradicionales obras de infraestructura, y en Chile todavía se ve un amplio espacio para obras de esta naturaleza. Desde la década de 1930, con el embalse Huechún (Tiltil), hasta el embalse Chironta (cuenca río Lluta), inaugurado en 2023, son 30 las obras de acumulación de importancia para una cuenca que han sido construidas en nuestro país. Sin embargo, por diversos factores, cada vez nos toma más tiempo terminarlas. Así, entre los años comprendidos entre 1930 y 1975 se finalizó un embalse cada 2, 3 años, no obstante, entre 1975 y 2023 se finalizó un embalse cada 4, 3 años. Más aún, proyectando hasta 2030 difícilmente terminaremos un nuevo embalse.

Siendo los embalses obras probadas y conocidas, el desafío es ajustarlas a la hidrología actual de cada cuenca, diseñar nuevos embalses para un uso interanual, tal como están siendo utilizados hoy los embalses de Coquimbo y el de El Yeso, por nombrar algunos que están siendo capaces de prestar servicio por períodos mayores a los que se consideraron al momento de su diseño. También es fundamental pensar en estos como obras de uso múltiple, pudiendo aportar a la generación eléctrica, al abastecimiento de agua para consumo humano y al uso agrícola. Otro desafío es evaluar la conveniencia de embalses grandes o de redes de embalses medianos.

Junto a los embalses, los canales de conducción tampoco están obsoletos. Si bien en la zona norte y centro del país la mayoría de los valles cuenta con una red de canales capaz de llevar agua desde las fuentes naturales hasta los distintos usuarios, en la zona sur hay una importante carencia de este tipo de infraestructura, lo que lleva al mayor consumo de agua subterránea, a pesar de la abundancia de agua superficial. Esto se debe a que históricamente la disponibilidad de agua y las precipitaciones en la zona centro-sur y sur han sido mayores, por lo que no se requería de infraestructura de conducción, sin embargo, el cambio climático ha modificado esta condición y por lo mismo, hoy se requiere tomar las medidas que permitan transportar el agua dentro de estos territorios.

La mayor expresión de los canales de conducción se da en las obras de trasvase, que permiten llevar agua desde una cuenca excedentaria hacia cuencas deficitarias. En el mundo existen numerosas soluciones de este tipo, con longitudes que llegan a superar los 600 km (Acueducto de California). En Chile hay algunas experiencias menores, pero también hay proyectos mayores que se han presentado y que buscan trasladar aguas desde el sur hacia el norte.

Como se mencionó anteriormente, estas obras tradicionales, están siendo complementadas hoy por nuevas operaciones que permiten acceder a otras fuentes de agua. Para entender cómo las distintas nuevas fuentes pueden ser una alternativa para dar solución a los diversos requerimientos hídricos, se detallan a continuación las características y alcances de las formas de desalinización, de reúso y de infiltración, que fueron definidas como prioritarias.



Planta Desalinizadora Antofagasta

DESALINIZACIÓN

La desalinización por osmosis inversa se trata básicamente de un proceso en el que se aplica presión a un volumen de agua de mar, que pasa a través de una membrana semipermeable, donde por un lado del proceso se obtiene un agua producto sin sólidos suspendidos y una muy baja concentración de sólidos disueltos (que son las sales) y por el otro lado, agua de mar con una mayor concentración de sales llamada salmuera. Normalmente esta se devuelve al mar mediante emisarios que en sus extremos llevan difusores, los que permiten una rápida dilución en el medio natural².

² Fuente: Acciona. Disponible en: https://www.acciona.com/es/tratamiento-de-agua/desalacion/?_adin=11734293023.

I. Resultantes del Proceso

- a. Agua Producto o Desalada
 - i. Es sometida a un postratamiento para acondicionarla de acuerdo con el uso que se le va a dar, el que puede ser industrial, humano o agrícola, normalmente el tratamiento más usual es la remineralización y ajuste de pH.
- b. Agua de Mar de Descarte o Salmuera
 - i. La salmuera resultante del proceso se devuelve al mar mediante un emisario y difusores.
 - ii. La distancia y forma en la que se entrega, junto a la existencia de corrientes marítimas es fundamental para evitar que tenga un impacto en el medio ambiente.
 - iii. Tiene el doble de concentración que el agua de mar. Pasa de 35 gr a 70 gr de sal por 1 l.

II. Tecnología

- a. Se utiliza un sistema de osmosis inversa.
- b. El sistema de osmosis inversa es el mecanismo más económico y sostenible para desalinizar.

III. Referencias

- a. Una garrafa de 5 l en el supermercado cuesta lo mismo que desalar 1.000 l de agua y esos 1.000 l usan la misma energía que el aire acondicionado de una casa por una hora.
- b. La osmosis inversa implica 6,5 veces menos emisiones de CO₂ que tecnologías de desalación convencionales.

IV. Volúmenes

- a. En Chile hay 22 plantas desalinizadoras capaces de procesar 8.200 l/s, además hay 6 en construcción, 3 con aprobación ambiental y 12 en evaluación preliminar³. Hace más de 20 años que se comenzó con este tipo de obras.
- b. En zonas rurales hay cerca de 10 plantas de pequeña desalación.
- c. Hay plantas desde 20 l por segundo hasta 3.800 l/s.
- d. En su gran mayoría son plantas para usos específicos (minería o agua potable de alguna ciudad o poblado).

- e. En el mundo hay cerca de 22.000 plantas desalinizadoras en más de 100 países.
- f. Una planta desalinizadora que genera 1.000 l/s puede abastecer de agua a una ciudad de 320.000 personas (caso desalinizadora Antofagasta).
- g. Para el cultivo de una hectárea agrícola, el consumo puede ir desde los 3.500 m³/ha/ temporada hasta los 10.000 a 15.000 m³/ha /temporada. Por lo tanto, una planta de 1.000 l/s podría abastecer 6.307 hectáreas de un frutal que consuma 5.000m³/ha/temporada.

V. Energía

- a. Para desalinizar un m³ se requiere en el rango de 3,0 a 3,5 kWh/m³ en una planta en la cota en torno a los 60 msnm.
- b. Para transportar un m³ de esa agua por 100 km a una altura de 1.000 m se requieren de 4 kWh/m³.

VI. Costos

- a. Construcción planta (Capex).
 - i. La construcción de una planta desalinizadora se encuentra en el orden de los US\$ 200-250 MM por una planta de 1.000 l/s
- b. Construcción tuberías (Capex).
 - i. La construcción de los ductos y sistemas de bombeo para poder transportar un m³ de esa agua por 100 km a una altura de 1.000 m se requieren en el rango de 400 a 1.000 M US\$ dependiendo de muchos factores que afectan el valor de la inversión.
- c. Operación (Opex).
 - i. La operación de una planta de 1.000 l/s tiene un costo en el rango de 0,45 a 0,60 US\$/m³.
- d. Transporte (Opex).
 - i. La operación de los sistemas de bombeo a unos 1.000 msnm en el rango de 0,7 a 0,9 US \$/m³.

³ Fuente: <https://blog.investchile.gob.cl/bloges/chile-plantas-desalinizadoras>

VII. Financiamiento

- a. La gran mayoría de las desalinizadoras que se encuentran operando en Chile son financiadas por mineras que utilizan el agua para su operación (financiamiento privado).
- b. En algunos casos, el financiamiento se hizo mediante el sector público a través de la Empresa Concesionaria de Servicios Sanitarios S.A. (Econssa), con financiamiento directo (cuando las empresas eran del Estado) o mediante BOT, para abastecer de agua potable a una ciudad.
- c. Hay dos proyectos en carpeta que se desarrollarán bajo el modelo de concesiones en las regiones de O'Higgins y de Coquimbo, que buscan operar para múltiples usos bajo el mandato de la dirección de concesiones.

VIII. Dificultades que enfrenta:

- a. Trámites excesivos para:
 - i. Evaluación social positiva para proyectos públicos.
 - ii. Permisos ambientales y sociales planta y devolución salmuera.
 - iii. Permisos ambientales y sociales para ductos y transporte.
- b. Validación social.
- c. Por la importancia del costo en el transporte, la definición de una planta debe considerar como elemento relevante la distancia y altura a la que se quiere llegar y sus respectivos costos.
- d. Modelo de negocio de largo plazo (distribución del riesgo) ¿Qué ocurre en los casos en que llueva?
- e. Largo período de evaluación y construcción.

IX. Discusión acerca de la "propiedad del agua" o prestación del servicio de desalinización.

Plantas en operación

Sector  Agua Potable  Minería  Industrial  Multipropósito

Entre paréntesis: fecha inicio operación

 **Angamos** (2015)
Eléctrica Angamos SpA.
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **56 L/s**

 **Planta O y ampliaciones EWS y EWSE** (2017-2018)
BHP
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **3.858 L/s**

 **Michilla** (2019)
Haldeman Mining Company S.A.
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **70 L/s**

 **Distrito Centinela (Esperanza + El Tesoro)** (2010)
Antofagasta Minerals
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **50 L/s**

 **Minera Sierra Gorda** (2014)
KGHM International
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **63 L/s**

 **Minera Antucoya** (2017)
Antofagasta Minerals
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **30 L/s**

 **Planta Desaladora Norte - Antofagasta** (2002)
Grupo EPM
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **1.053 L/s**

 **Desaladora Tocopilla** (2018)
Grupo EPM
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **75 L/s**

 **Spence Growth Option (SGO)** (2021)
BHP
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **1.000 L/s**

 **CTT Tocopilla** (2008)
Engie
Tecnología: MVC / OR
Capacidad: **22 L/s**

 **Mejillones** (2010)
Gasatacama
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **30 L/s**

 **Tocopilla** (2013)
Norgener
Tecnología: MVC
Capacidad: **25 L/s**

 **Mejillones** (2014)
Empresa Eléctrica Cochrane Spa
Tecnología: TVC
Capacidad: **56 L/s**

 **Cabo Negro Methanex**
Tecnología: Térmica / OR
Capacidad: **63 L/s**

 **Minera Mantoverde** (2014)
Minera Mantos Copper
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **120 L/s**

 **Planta Desaladora de Atacama** (2021)
ECONSSA/Nueva Atacama
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **450 L/s**

 **Planta de Aguas CAP** (2015)
AGUASCAP
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **600 L/s**

 **Minera Candelaria** (2013)
Lundin Mining Corporation
Tecnología: Osmosis Reversa
Capacidad: **500 L/s**

 **Huasco** (1997)
Guacolda
Tecnología: MVC
Capacidad: **70 L/s**

 **Unidad 3 Ventanas** (2008)
Eléctrica Ventanas SpA
Tecnología: MVC
Capacidad: **28 L/s**

 **Unidad 4 Ventanas** (2008)
Eléctrica Ventanas SpA
Tecnología: TVC
Capacidad: **30 L/s**

 **Central Térmica Santa María** (2012)
Colbún
Tecnología: MVC
Capacidad: **33 L/s**



Fuente: Catastro ACADES (marzo 2023)



REUTILIZACIÓN O REÚSO

La reutilización de agua se define como el proceso que permite volver a utilizar, para distintos usos (consumo humano, agrícola, otros), agua que ha tenido anteriormente un uso municipal (humano) o industrial y al que ha sido necesario aplicar un tratamiento adicional al convencional de depuración (el tratamiento dependerá del nuevo uso que se le quiera dar).

Resultado del proceso:**I. La obtención de un nuevo recurso de agua por medio de la reutilización permite una gestión del agua más sostenible debido a:**

- a. El incremento de los recursos disponibles de agua.
- b. Permite reducir la presión sobre las aguas superficiales y subterráneas.
- c. Reduce, en cierta medida, el efecto negativo de la descarga del agua residual a los medios receptores naturales.
- d. Doble propósito (es una nueva fuente y reduce aguas residuales al mar).
- e. Es un agua más barata que la alternativa desalada, ya que su coste de tratamiento es menor, y el transporte, en el peor de los casos, es igual.

II. Para incorporar este recurso a la planificación hidrológica a nivel de cuencas es necesario considerar algunas limitaciones:

- a. El **marco legal**.
- b. La **reducción de los riesgos** para la salud por medio de:
 - i. Regulación, *guidelines* y buenas prácticas.
 - ii. Las mejores tecnologías disponibles.
- c. **Económicas:** el agua reutilizada debe ser competitiva económicamente incluyendo su proceso de depuración, además de su transporte desde el tratamiento hasta su punto de uso.
- d. **Sociales:** la reutilización debe contar con la aceptación consciente de los usuarios, por medio de una buena política de educación y comunicación.

III. Algunas definiciones:

- a. El reúso de agua es distinto al reúso de aguas grises. Mientras la primera considera el tratamiento de considerables volúmenes de agua originados por las descargas de las plantas de tratamiento de las empresas sanitarias (60, 70 u 80% del total), las segundas consideran pequeños volúmenes (5, 10 o 20% del total) originados por soluciones individuales o de pequeña escala para áreas verdes del entorno inmediato, solo factibles de implementar en nuevas viviendas.
- b. La **reutilización directa** tiene lugar sin dilución con recursos naturales de agua; el agua tratada se suministra directamente a su usuario.
- c. La **reutilización indirecta** se realiza cuando el agua tratada se vierte o es mezclada con aguas naturales antes de su uso (ríos, lagos acuíferos).

- d. **Agua residual tratada:** es aquella que proviene de un proceso de tratamiento que la hace aplicable a la descarga, dependiendo de sus características y de los estándares fijados por la regulación.
- e. **Agua de reúso o reutilizada** (*reclaimed water, reused water*): agua residual tratada que ha sufrido un tratamiento adicional o complementario para adecuarla a la calidad requerida por el uso.
- f. **Agua residual doméstica:** agua residual que proviene de viviendas y servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.
- g. **Agua residual industrial:** agua residual generada por instalaciones para usos industriales o comerciales, sin incluir las aguas domésticas o las procedentes de lluvia o tormentas.
- h. **Agua residual urbana:** agua residual doméstica o su mezcla con aguas residuales industriales o de lluvias y tormentas.
- i. **Los 3 niveles de tratamiento de agua y sus correspondientes potenciales de reúso son:**
- Tratamiento primario (físicoquímico). Ninguna aplicación de reúso.
 - Tratamiento secundario (biológico). Reúso medioambiental, la mayoría de los usos agrícolas y algunos industriales y mineros.
 - Tratamiento terciario. Tratamientos complementarios que permiten ajustar la calidad del agua al uso requerido. Aplicable a cualquier uso posterior con los tratamientos adecuados.
- j. Los principales **tratamientos terciarios** van encaminados a la reducción de:
- i. Nutrientes: nitrógeno y fósforo.
 - ii. Sólidos en suspensión: coagulación/floculación-filtración, UF/MF.
 - iii. Materia orgánica o metales: precipitación o adsorción, UF/MF.
 - iv. Sales disueltas: tecnologías de membrana (RO, NF, EDR).
 - v. Contaminantes emergentes o persistentes: carbón activo, membranas, oxidación avanzada.
 - vi. Microorganismos: radiación ultravioleta, cloración, membranas.

IV. Consideraciones Reúso

- a. El año 2000 en Chile, solo el 22% de las aguas servidas (AS) eran tratadas, en 2022 la cobertura en las zonas urbanas es del 99,98% equivalente a 1.225,6 millones de metros cúbicos anuales⁴.
- b. Debemos tener en cuenta que el 73% del agua tratada (con tratamiento secundario) se dispone en cursos de aguas superficiales continentales y el 21% de las AST (con tratamiento primario) se descarga al mar. El 6% restante tiene reúso directo.
- c. Por tanto, la falta de aprovechamiento de reúso de las primeras (continentales) cubriría mayor porcentaje de necesidades que las descargadas al mar.
- d. En la mayoría de los casos de disposición de aguas residuales continentales, existen derechos de aprovechamiento de agua vigentes que son extraídos por terceros después del punto de descarga de las aguas tratadas.
- e. En Chile hay 33 emisarios submarinos que devuelven 8 m³/s al mar. La región que devuelve un mayor volumen es la de Valparaíso con 3,09 m³/s⁵.
- f. Debe hacerse el análisis que considere que las soluciones sean sostenibles, tender a la eficiencia y al equilibrio hídrico en la cuenca.
- g. Coste: ¿Quién y cómo se asume? ¿Cómo se valoriza el hecho de dejar de arrojar aguas residuales al mar?
- h. Distribución de las aguas tratadas.
- i. Educación ciudadana.
- j. ¿Quién debe regular su utilización?

V. Legislación: actualmente en Chile no existe legislación específica para el reúso, después de mucho tiempo se están dando los primeros pasos. Al respecto, consideramos que este documento es un aporte para entender su alcance real.

Es necesario distinguir que existen dos 2 situaciones diferentes cuando hablamos de agua reutilizada y que deberán ser consideradas:

- a. Descargas mediante emisarios submarinos al mar, que son reconocidas por la norma chilena.
- b. Descargas a cuerpos continentales: resulta fundamental llegar a una resolución común respecto de este tema, que permita dar certezas a todos los actores.

⁴ Fuente: Presentación ACADES, julio 2023.

⁵ Fuente: Fundación Chile.

VI. Usos del agua procedente de reúso:

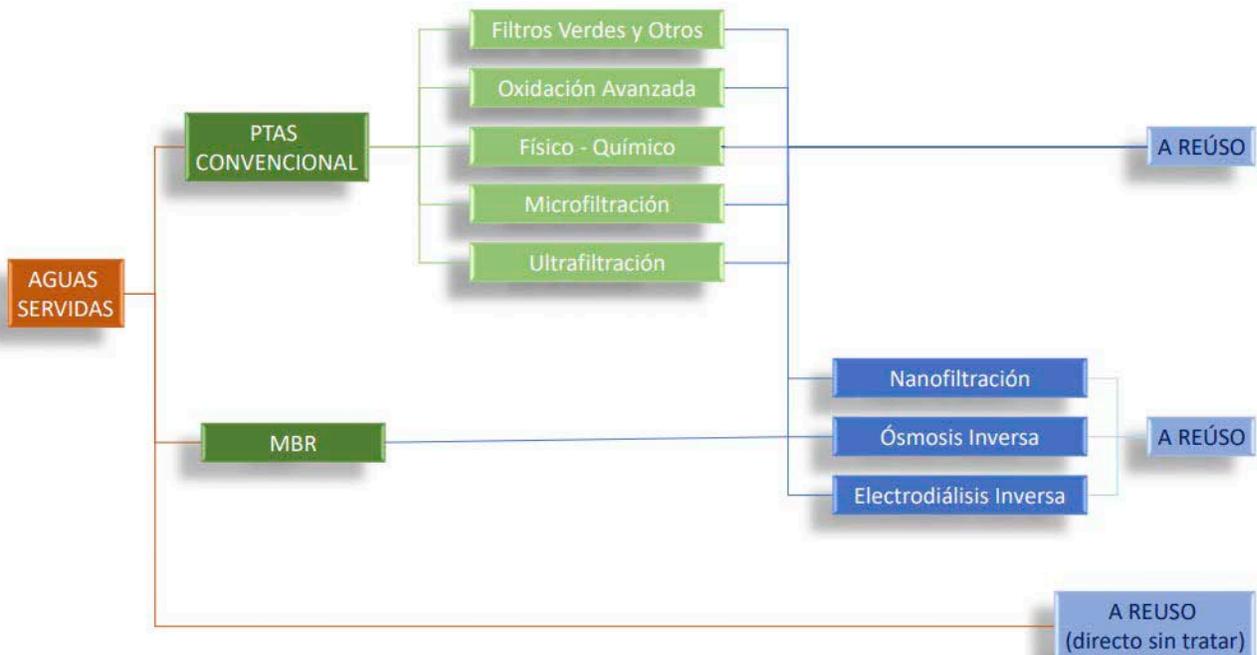
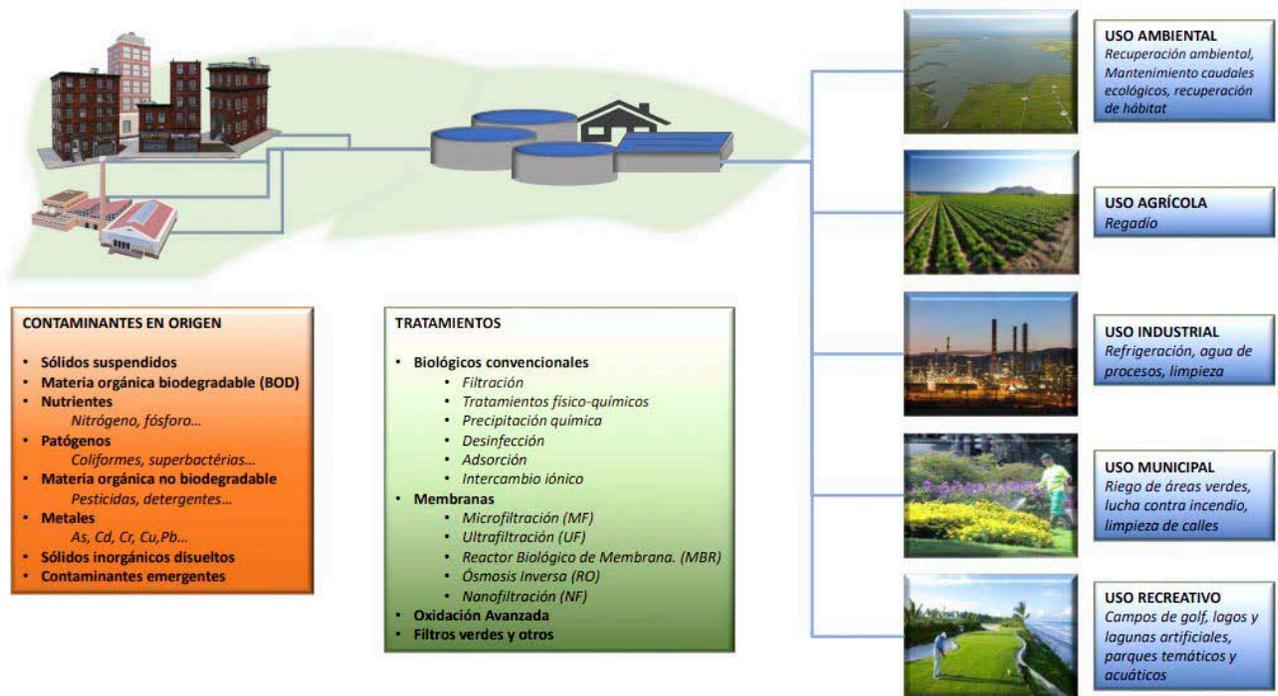
- a. Es necesario aplicar normas específicas a las aguas tratadas para efectos de su reúso.
- b. Actualmente, en Chile, no existe normativa específica.
- c. Según normativas internacionales, se distinguen varios usos para las aguas servidas tratadas. Para el caso de normativa europea solo existe aquella para uso agrícola, pero hay otras normativas con carácter más amplio. A modo de ejemplo, en España se distinguen 5 usos diferenciados:
 - i. Uso agrario.
 - ii. Uso ambiental (incluye recargas de acuíferos).
 - iii. Uso recreativo.
 - iv. Uso urbano:
 1. Residencial
 2. Servicios

VII. Algunas dificultades o problemas que son necesarios considerar

- Falta de regulación.
- Percepción negativa de la comunidad al agua tratada.
- La venta de las aguas pone una barrera de acceso.
- Requiere de demanda garantizada a todo evento.

VIII. Usos industriales

Según el uso que se vaya a dar a este recurso, se aplican diferentes exigencias.





Piscina de filtración

RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

Son obras basadas en la naturaleza que presentan intervención humana de una fuente de agua tendiente a aumentar la cantidad de este elemento, tomando aquellos de origen superficial pluvial que ingresa a los acuíferos subterráneos, sin afectar negativamente sus condiciones, se llama "recarga gestionada de acuíferos", se diferencia de la "recarga artificial" siendo toda aquella recarga que no ocurre naturalmente (por ejemplo, el riego agrícola genera una recarga de acuíferos que no ocurriría naturalmente) en cambio, la recarga gestionada corresponde a todas aquellas acciones realizadas con la principal finalidad de aumentar el agua en el acuífero.

I. Conceptos Generales

Los acuíferos son formaciones geológicas subterráneas de diferente composición rocosa que presentan espacios porosos capaces de almacenar y ceder agua en volúmenes significativos.

Se forman gracias a la infiltración de aguas pluviales a través del suelo hasta llegar a los estratos impermeables, que impiden que el agua siga descendiendo, quedando alojada en esos lugares o en un flujo de lento desplazamiento a través de los poros, en lo que se denomina la zona saturada. También se puede realizar mediante presión a través de bombas.

Existen diferentes tipos de acuíferos. Una categorización importante es la que los clasifica en acuíferos libres (la línea superior de la zona saturada de agua está a ras de suelo, en contacto con el aire), semiconfinados (la línea superior de la zona saturada está bajo tierra, pero a través de capas porosas de suelo) y confinados (la línea superior de la zona saturada está bajo tierra y bajo una capa impermeable).

II. Técnicas para la Recarga Gestionada de Acuíferos

Existen diferentes técnicas de recarga gestionada de acuíferos, las que se pueden agrupar en: recarga superficial dentro de cauce, recarga superficial fuera de cauce o pozos secos. Más información en el documento Guía Metodológica: Marco Operativo para Proyectos de Recarga Artificial de Acuíferos⁶.

III. Recarga de Acuíferos en Chile

En Chile se emplea el concepto de Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común (SHAC) como unidad de administración de un acuífero. Se han definido 375 SHAC a lo largo de todo el país, sin embargo, la gran mayoría de estos no cuenta con una institución encargada de su gestión. Así, actualmente solo se han conformado Comunidades de Aguas Subterráneas en las provincias de Copiapó y de Petorca.

En el aspecto normativo, el recientemente aprobado código de aguas incorpora algunos artículos tendientes a permitir la recarga gestionada de acuíferos, sin embargo, las exigencias para construir obras de recarga de acuíferos señaladas el Decreto N° 203/2014⁷ del Ministerio de Obras Públicas hacen

⁶ Disponible en: https://www.cnr.gob.cl/wp-content/uploads/2020/07/Guia-Metodologica-y-fichas-280720_ver_final_3.pdf

⁷ Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1060095&idVersion=2022-01-26>

altamente costoso el desarrollo de cualquier iniciativa en esta línea, y a su vez, hacen incierta la posibilidad efectiva de aprovechar las aguas recargadas. Hay una serie de requerimientos de la ley que hace muy difícil extraer agua del acuífero con cargo a la infiltración, aunque infiltre arriba y extraiga abajo, ya que además es muy complejo justificar la cantidad de agua infiltrada y que se puede extraer. Esto además podría generar conflictos con otros usuarios del mismo acuífero. La ley es muy garantista, y pone una serie de exigencias en materia de información, modelación, calidad de las aguas y otras materias, que en la práctica son muy difíciles de cumplir.

IV. Experiencias

No se dispone de mucha información sobre experiencias de recarga de acuíferos en el país, que estén debidamente medidas y documentadas, el mejor ejemplo hallado es una experiencia desarrollada por la Comisión Nacional de Riego (CNR) denominada "Diagnóstico Piloto de Recarga Artificial de Acuífero, cuenca del Río Cachapoal"⁸. En este piloto se logró recargar a tasas de 50 l/s y en solo 77 días de operación se infiltraron 270.000 m³ a un costo mucho menor que un embalse de ese tamaño.

Algunas dificultades o problemas que son necesarios considerar:

- a. No hay regulación.
- b. Falta de incentivos producto del desconocimiento de quienes se benefician.
- c. ¿Quién pone al agua y quién la usa?
- d. ¿Afecta a los Derechos de Agua?

V. Conclusiones

- La recarga gestionada de acuíferos permite hacer un uso sustentable de esta fuente de agua, por lo que debe ser promovida en nuestro país ¿Cuál es el beneficio para los usuarios?
- La recarga gestionada de acuíferos que permite almacenamiento de grandes volúmenes de agua a costos bajos.
- Para que ello ocurra, es importante revisar las exigencias y condiciones que se están poniendo a este tipo de obras y a los usuarios.
- Es fundamental evitar la contaminación de acuíferos, pero eso se debe regular de manera que no impida la recarga gestionada.
- La normativa actual hace altamente costoso e incierta la posibilidad efectiva de aprovechar las aguas recargadas.

⁸ Disponible en: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/33252>

CUADERNOS DEL CPI

NÚMERO
155

CPI CONSEJO POLÍTICAS
DE INFRAESTRUCTURA

www.infraestructurapublica.cl