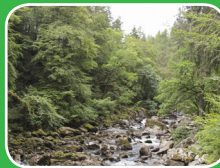


Recarga de acuíferos
con aguas recicladas
en Orange County
(California)

P. 10



Debate constitucional
en curso: Reforma al
Código de Aguas

P. 18



Los acuíferos como
embalse regulador
natural para épocas de
sequía

P. 26



VERTIENTE

DICIEMBRE DE 2020, EDICIÓN N° 21

**Modernizar
la institucionalidad
y la gobernanza
hídrica del país**

Índice

Editorial	1	Opinión: Chile lo hace bien	24
Declaración sobre gobernabilidad hídrica en Chile	2-5	Los acuíferos como embalse regulador natural para épocas de sequía	26-33
Homenaje de Alhsud Chile a Luis Simón Figueroa	6-7	Mesa Nacional del Agua	34-41
Recarga de acuíferos con aguas recicladas en Orange County (California)	10-15	Gestión del agua en la cuenca del Aconcagua	42-47
Opinión: Más nivel para Chile	16	Opinión: El ordenamiento del agua	48
Debate constitucional en curso: Reforma al Código de Aguas	18-22	Casub: Desde la administración a la gestión de las aguas subterráneas	50-55
Opinión: Proyecto Producción Sales de Maricunga	23	Monitoreo de extracciones efectivas de aguas subterráneas	56-61



Directorio de Alhsud Chile:

Presidente: Pablo Rengifo Oyarce. **Vicepresidente:** Francisco Echeverría Ellsworth.

Director-secretario: Carlos Ciappa Petrescu. **Director-tesorero:** José Luis Fuentes Vásquez.

Directores: Orlando Acosta Lancellotti, Gerardo Díaz del Río, Pablo Jaeger Cousiño, Hernán Llona Gajardo, Fernando Peralta Toro, Ignacio Popelka Jiménez y Francisco Suarez Poch.

Past-Presidentes: Eugenio Celedón Cariola, Nelson Pereira Muñoz y Jaime Muñoz Rodríguez.

Comité asesor: José Luis Arumí Ribera, Carmen Copier Mella, José Luis Delgado Escárate, Luis Jorquera Galaz y Mario Jofré Cortés. **Fundador:** Eugenio Celedón Silva.

Dirección periodística: Pilar Castillo Muñoz.

Diseño y producción: Mónica Maldonado Cea.

Fotografía de portada: Carlos Ciappa Petrescu.

Desde 1996, Alhsud Chile publica su revista Vertiente, que aborda los tópicos centrales en torno a la gestión del agua en las actividades que involucran el uso de los recursos hídricos. Dentro de sus contenidos, anualmente se incorporan las materias abordadas en nuestras actividades de difusión, como jornadas técnicas, webinarios y seminarios.

Editorial



Pablo Rengifo Oyarce

Presidente de Alhsud Chile.

Pablo Rengifo es ingeniero civil y magíster en Ciencias de la Ingeniería por la PUC. Cuenta con más de 20 años de experiencia profesional en consultoría y actualmente lidera la consultora SGA, donde se desempeña como gerente general.

El año 2019, producto del estallido social, nos vimos en la obligación de suspender nuestro seminario anual, que es una de las actividades centrales de la institución. Pese a ello, nos planteamos como desafío mantener la edición de nuestra revista Vertiente, que históricamente se producía junto al seminario. Y este 2020, ahora por causa de la pandemia que ha afectado al mundo y al país, nuevamente nos vimos impedidos de realizar nuestro seminario. Sin embargo, al igual que el año pasado, con mucho esfuerzo y satisfacción logramos sacar adelante una nueva edición de la revista, manteniendo así su continuidad en el tiempo.

A partir de agosto de este año retomamos nuestras actividades mensuales, esta vez en formato virtual. De esta forma, dimos inicio a un ciclo de cinco webinarios con temáticas de contingencia en el ámbito de los recursos hídricos, y en particular, de las aguas subterráneas: los avances de la Mesa Nacional del Agua, el debate parlamentario en torno a la reforma al Código de Aguas, las aguas subterráneas y el daño ambiental, la regulación constitucional del agua en el mundo y la experiencia internacional de recarga de acuíferos con aguas recicladas.

Estos webinarios nos permitieron aumentar considerablemente la participación en relación a las tradicionales jornadas técnicas presenciales, facilitando la concurrencia de profesionales de regiones e incluso de otros países.

De esta forma, en cierta medida los webinarios reemplazaron nuestro seminario anual, transformándose en un punto de encuentro entre profesionales, académicos, investigadores y autoridades vinculadas al estudio, gestión, regulación y uso de los recursos hídricos.

En esta edición, como Alhsud Chile insistimos en la urgente necesidad de modernizar la gobernanza hídrica del país, otorgando recursos financieros suficientes y adecuando la normativa que rige el uso de las aguas en Chile, llamado que realizamos en nuestra “Declaración sobre gobernabilidad hídrica”, que difundimos masivamente en abril de este año entre autoridades de Gobierno, del Poder Legislativo, asociaciones sin fines de lucro, académicos y grupos de interés.

Además de profundizar en los contenidos trabajados en 2020, en este número se incluyen las últimas experiencias de gestión de recursos hídricos en las cuencas del Aconcagua, Limarí, Copiapó y Norte Grande, además de columnas de opinión de algunos de nuestros asociados. En este sentido, podemos expresar con orgullo que actualmente contamos con más de 70 socios y 18 empresas afiliadas, que son el motor que nos mueve y a quienes agradecemos muy sinceramente su desinteresado apoyo, más aún en los tiempos difíciles que enfrentamos.

Por último, en esta edición dedicamos un sentido homenaje al abogado, académico y exdirector de Alhsud Chile, Luis Simón Figue-

roa, fallecido en noviembre de 2018.

De cara a 2021, cuando se nos aproxima el desafío de redactar una nueva Constitución para Chile —la que debemos construir entre todas y todos, asumiendo un irrestricto apego a la rigurosidad, prudencia y forma en la que esta se plantee— para Alhsud Chile es fundamental mantener su línea de trabajo permanente, aceptando opiniones desde la diversidad, pero con una mirada de responsabilidad, basada en el conocimiento e información.

El actual escenario político-social —en el que se mezclan conceptos técnicos y regulatorios, una sequía sin precedentes en nuestra historia y una mayor demanda por recursos hídricos— nos plantea un enorme desafío como sociedad: hoy más que nunca debemos ser rigurosos y responsables con la información que transmitimos.

Vivimos tiempos en los que la desinformación y la generalización amenazan nuestra sana convivencia y desarrollo futuro. De todos depende construir un futuro mejor, entendiendo nuestras debilidades y falencias, pero también valorando lo positivo y los logros alcanzados.

Les invitamos a leer y a disfrutar nuestra revista, que es fruto del trabajo anónimo de muchos colaboradores que han visto en Alhsud Chile una plataforma de difusión del conocimiento científico y aplicado, además de una instancia de discusión e intercambio de opiniones en torno a las políticas públicas y a la gestión del recurso hídrico.

Declaración sobre gobernabilidad hídrica en Chile

El Capítulo Chileno de Alhsud atiende la urgente necesidad de modernizar la gobernanza hídrica del país, otorgando recursos financieros suficientes y adecuando la normativa que rige el uso de las aguas en Chile. Este documento, firmado por Orlando Acosta, Francisco Echeverría y Pablo Rengifo, fue suscrito por el directorio de Alhsud Chile y distribuido en abril de 2020 a autoridades de Gobierno, del Poder Legislativo, asociaciones sin fines de lucro, académicos y grupos de interés.



Capítulo Chileno de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo.

La cantidad y calidad del agua condiciona la vida de las personas, determinando sus medios de subsistencia y fuentes laborales, influyendo directamente en el bienestar de las sociedades. A medida de que el quehacer humano se ha vuelto intensivo en el uso de recursos naturales y nuestra capacidad de afectar los ciclos naturales de los territorios se ha tornado relevante, hemos adquirido la obligación de adentrarnos en una comprensión más profunda de las diversas dimensiones del agua.

Los desafíos hídricos del siglo XXI son mucho más complejos que aquellos afrontados en el siglo anterior, y para sortearlos con

éxito, deberemos asumirlos con una visión integradora de los diferentes usos del agua. Un elemento determinante de estos nuevos retos es el fenómeno de la variabilidad climática, que podría traer graves consecuencias para las futuras generaciones del país, a menos que con prontitud se incorporen estrategias permanentes de adaptación.

Hay pocos elementos socialmente tan transversales como el agua, que a diferencia de otros recursos naturales que aprovechamos, es esencial para la vida de las personas y también para la salud de los ecosistemas. Por ello, nuestro marco normativo consagra su carácter de bien nacional de uso público, al que, en principio, se permite el acceso a las per-

sonas siempre que realicen un uso beneficioso de él, sin afectar a otros usuarios y al medioambiente.

El notable despegue económico y social que vivió Chile en los últimos cuarenta años no hubiera sido posible sin el uso de los recursos hídricos continentales disponibles en el país, demostrando el vínculo indisoluble entre agua, empleo y bienestar, que la sociedad no debe perder de vista. Si bien actualmente se cuenta con fuentes hídricas no convencionales y con tecnología del agua que no existía en el pasado, pensamos que la fuerte relación entre la disponibilidad de aguas continentales y la capacidad de darle continuidad al desarrollo de la nación se mantendrá aun por varias

décadas. En efecto, nuestro país necesariamente seguirá dependiendo de la posibilidad de contar con abastecimiento de agua a costos accesibles para las actividades sociales y productivas, sin dejar de cubrir las demandas ecosistémicas a la vez.

Como se mencionó anteriormente, en Chile el agua es un bien nacional de uso público¹, es decir, estando en sus fuentes naturales es siempre propiedad del Estado (no un bien privado), permitiéndose su uso a las personas, sin excluir el aprovechamiento que otros puedan darle. Con este fin, el Estado entrega derechos de aprovechamiento de aguas de acuerdo con la disponibilidad hídrica de la cuenca, para que las personas tengan la posibilidad de utilizar una porción de ella en forma exclusiva, pero ordenadamente y sin perjudicar a los demás. Por su parte, los usuarios que previamente hayan cumplido con la normativa vigente tienen la posibilidad de transferir estos derechos para que estos puedan ser utilizados en otras actividades que los necesiten.

Este mecanismo de asignación y transferencia de títulos de aprovechamiento de aguas se explica porque lo usual es que el recurso se necesite en lugares distintos de donde se encuentra naturalmente, y para trasladarla a esos lugares se requiere de la realización de obras y de un esfuerzo

“
Hay pocos elementos socialmente tan transversales como el agua, que a diferencia de otros recursos naturales que aprovechamos, es esencial para la vida de las personas y también para la salud de los ecosistemas.
”

de gestión dinámica permanente que en gran parte asumen los propios usuarios. Con estos fines, los titulares con derechos de agua se agrupan en Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) que cubren la mayoría de las cuencas del país para distribuir las aguas entre quienes las conforman, especialmente cuando hay períodos de escasez². Cabe destacar que las OUA realizan su labor de autogestión de caudales y de infraestructura hídrica sin costo para el Estado, pero bajo la permanente supervigilancia de la Dirección General de Aguas.

Este sistema de gobernabilidad del agua, que considera la asignación de títulos de aprovechamiento de aguas por parte del Estado y, a su vez, la autogestión de los usuarios organizados con la supervigilancia del Estado, se ha aplicado en Chile desde la Colonia, y

tiene reconocimiento legal desde 1908³, siendo similar al que actualmente se utiliza en 27 países del mundo⁴.

El marco normativo y administrativo de las aguas existente en Chile ha permitido, en lo social, alcanzar el 100% de abastecimiento y saneamiento del agua en zonas urbanas y un 85% en zonas rurales —ejemplo de éxito a nivel mundial—; en lo ambiental, mantener un tercio del territorio nacional y sus aguas bajo alguna fórmula de protección y garantizar la evaluación del impacto ambiental de las principales actividades productivas; y en lo económico, permitir que el agua se haya transformado en el motor del desarrollo nacional, impulsando actividades económicas como la agricultura, industria, minería y servicios⁵.

Sin embargo, a pesar de los buenos resultados alcanzados, se constata que tanto

el modelo de gestión como la legislación de aguas vigente no concita consenso. Los hechos han mostrado que en el país es habitual que se produzcan situaciones indeseadas en relación al uso y gestión de los recursos hídricos, como por ejemplo, la ocurrencia de impactos ecosistémicos no previstos, o la existencia de titulares de derechos de agua que, aprovechándose de las debilidades del sistema, defraudan la confianza pública, acaparando títulos sin usarlos y/o eludiendo el pago de la patente por no uso. Asimismo, el Estado no ha logrado resolver eficazmente la precaria situación de muchos sistemas de abastecimiento de agua potable rural, en especial durante el actual período de sequía multianual, vulnerando el derecho esencial de los habitantes de esas localidades de contar con acceso a agua para sus necesidades básicas.

La percepción negativa de la ciudadanía respecto de la normativa y gestión de las aguas en el país se suele explicar por problemas propiamente legales, obviando que estas situaciones indeseadas tienen sus causas directas principalmente en las deficiencias técnicas, operativas y sobre todo financieras de la institucionalidad hídrica, incluyendo las actuaciones del Estado en estas materias, así como la ausencia del apoyo que éste debiese brindarle a las OUA, considerando que en estas descansa la gestión diaria de las fuentes de abas-

tecimiento y obras hidráulicas del país.

Tras diez años de sequía (2010-2019), el actual escenario de urgencia hídrica que vive Chile ha dejado en evidencia la necesidad de abordar con decisión el mejoramiento de la institucionalidad hídrica del Estado y de los usuarios organizados. Se requiere un financiamiento público sustancialmente mayor e instalar capacidades técnicas permanentes en las organizaciones, para administrar de mejor manera los recursos hídricos. A lo anterior, se agrega la necesidad de reducir la excesiva fragmentación institucional que fue observada por el Banco Mundial en 2011 y que ninguna administración se ha decidido a enfrentar, volviéndose un mal crónico y sin solución en las últimas décadas.

Ante los desafíos hídricos del presente y futuro próximo, y en el contexto de la actual crisis sin precedentes que experimenta el país, el Capítulo Chileno de Alhsud atiende la ineludible responsabilidad de transmitir al gobierno y al mundo político la urgente necesidad de modernizar la gobernanza hídrica del país, otorgándole recursos financieros suficientes y adecuando la normativa que rige el uso de las aguas en Chile, de modo que esta nueva institucionalidad logre garantizar el acceso y uso beneficioso de las aguas en un marco de bien común, sostenibilidad y paz social.

En el complejo escenario actual, el país demanda una convergencia de liderazgos y voluntades políticas para avanzar en la pronta renovación del marco de gestión de las aguas en Chile. Y el Capítulo Chileno de Alhsud se pone a disposición para contribuir al logro de estos objetivos.

En este contexto de urgencia, la propuesta del Capítulo Chileno de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo es la siguiente:

1. Actualizar la institucionalidad pública del agua, estableciendo un responsable político único de la gestión de los recursos hídricos y de las obras hidráulicas, con dedicación exclusiva en estas materias. En esa dirección, una alternativa pudiese ser instituir un responsable político único del agua dentro del Ministerio de Obras Públicas, cuyos subalternos directos fuesen el Director General de Aguas y el Director de Obras Hidráulicas, ambos funcionarios de carrera y/o altamente calificados.

2. Reducir la subordinación política gubernamental de los altos directivos de las instituciones técnicas, propiciando la conformación de estamentos técnicos especializados, dirigidos a su vez por profesionales de prestigio, reconocidos por sus pares. Creemos firmemente que la gestión de las aguas debe ser marcadamente técnica, con un importante apoyo institucional y jurídico.
3. Fortalecer decididamente la gobernanza hídrica a nivel de cuencas, mediante la integración de los distintos tipos de usuarios de agua en las juntas de vigilancia, generando incentivos eficaces a la labor de estas organizaciones privadas que cumplen una función pública. En las

cuencas en que existe fragmentación de organizaciones de usuarios o seccionamientos, debe iniciarse un proceso de unificación y coordinación, de manera de administrar en forma integral toda la cuenca principal, teniendo la supremacía jerárquica sobre las juntas de vigilancia seccionales, comunidades de aguas subterráneas y superficiales y asociaciones de canalistas.

4. Introducir en el Código de Aguas el concepto de la planificación hidrológica como un proceso público-privado vinculante, estableciendo con claridad sus contenidos y formas de aprobación, mecanismos de financiamiento, especificación de roles y responsabilidades institucionales, que incluya materias tales como monitoreo de la cantidad y calidad del recurso, actualización permanente de balances y contabilidades hídricas, arbitraje de conflictos, entrega de información al público, y rendición de cuentas, tanto a nivel estatal como a nivel de cuencas.
5. Garantizar que en la asignación de derechos de agua, inversión en obras hidráulicas y distribución de las aguas, el abastecimiento a las personas esté en primer lugar. El Estado debe asegurar el consumo humano actual y futuro al momento de

la asignación de derechos de aprovechamiento de aguas, así como la construcción de sistemas robustos de agua potable rural entre otras obras, y a las OUA por su parte, les corresponde garantizar la mejor distribución diaria de las aguas, con arreglo a los derechos establecidos y a las obras disponibles.

6. En materia de aguas subterráneas, el marco institucional debe ser capaz de garantizar que el uso de los recursos hidrogeológicos se realice dentro de planes racionales de explotación, que se basen en el mejor entendimiento de las particularidades de cada acuífero. Es urgente que el país invierta en generar nuevo conocimiento, y a su vez en capitalizar el ya existente, consolidando bases sólidas y accesibles de información sobre este recurso estratégico para el abastecimiento hídrico del país. Los servicios pertinentes del Ministerio de Obras Públicas deben crear unidades especializadas en aguas subterráneas, que cuenten con la capacidad técnica para liderar la gestión del conocimiento sobre este recurso.
7. En cuanto al uso del agua subterránea, se debe adecuar la normativa para que en determinados casos se pueda transitar hacia una explotación transitoria de reservas hídricas sub-

terráneas, aplicando esquemas de gestión dinámica de la capacidad de regulación interanual que ofrecen muchos acuíferos. En la actualidad, en algunos acuíferos la explotación de reservas hidrogeológicas ocurre de facto, encontrándose invisibilizada en la regulación.

8. Los ajustes a la normativa deben contemplar una adecuada armonía entre la certeza jurídica necesaria para poder desarrollar todo tipo de emprendimientos y proyectos, así como la capacidad del Estado para reaccionar, actuar y corregir eventuales efectos indeseados de determinados usos.
9. Terminar con la especulación y la tenencia ociosa de títulos de aprovechamiento de agua. Para que la patente por no uso sea más efectiva en poner término a la especulación con los títulos actuales, se debe mejorar y simplificar el sistema de cobro judicial, de manera que esos recursos hídricos puedan ser aprovechados efectivamente por otros, o vuelvan al dominio público para ser nuevamente asignados o reservados para otros fines.

En el complejo escenario actual, el país demanda una convergencia de liderazgos y voluntades políticas para avanzar en la pronta renova-

ción del marco de gestión de las aguas en Chile. El Capítulo Chileno de Alhsud se pone a disposición del gobierno y del mundo político en gene-

ral para contribuir al logro de estos objetivos, solicitando a las máximas autoridades del país no retrasar las decisiones sobre estas materias.

Este documento, firmado por Orlando Acosta Lancellotti (director de Alhsud Chile), Francisco Echeverría Ellsworth (vicepresidente de Alhsud Chile) y Pablo Rengifo Oyarce (presidente de Alhsud Chile) fue distribuido en abril de 2020 a autoridades de Gobierno, del Poder Legislativo, asociaciones sin fines de lucro, académicos y grupos de interés

Suscribieron a esta carta los siguientes integrantes del directorio de Alhsud Chile: Carlos Ciappa Petrescu, José Luis Fuentes Vásquez, Gerardo Díaz del Río, Pablo Jaeger Cousiño, Hernan Llona Gajardo, Fernando Peralta Toro, Ignacio Popelka Jiménez, Francisco Suarez Poch (directores), Eugenio Celedón Cariola, Nelson Pereira Muñoz (past presidentes), Luis Jorquera Galaz, José Luis Arumí Ribera, Gonzalo Lira Canguilhem, Carmen Copier Mella y Mario Jofré Cortés (asesores del directorio).

La Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (Alhsud) es una asociación sin fines de lucro creada en 1987. El Capítulo Chileno se constituyó en 1993 con el objetivo de promover la investigación y utilización racional de los recursos hídricos subterráneos, cooperar con los gobiernos y planificadores, en general, y contribuir a la generación de leyes y normativas apropiadas para el aprovechamiento sustentable de los recursos hidrogeológicos en beneficio de la sociedad.

1 Artículo 595 del Código Civil y 5º del Código de Aguas.

2 Hoy existen organizadas 79 Juntas de Vigilancia que administran cuencas o partes de ellas; 328 Asociaciones de Canalistas y 3.727 Comunidades de aguas superficiales que administran grandes obras de riego; y 14 Comunidades de Aguas Subterráneas que administran sectores acuíferos. En Chile existen 101 cuencas y más de 1.400 subcuencas.

3 Ley 2.139 de 1908.

4 OECD (2015), Water Resources Allocation: Sharing Risks and Opportunities, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229631-en>

5 "En 2005, las cinco clases de actividad económica consumidoras de agua con mayor participación en el PIB fueron la industria manufacturera (17%), comercio, restaurantes y hoteles (10%), minería (8%), agropecuario y silvícola (4%) y electricidad, gas y agua (3%), mientras que, en 2005, la contribución a las exportaciones de bienes fue: minería (57%), agropecuario, silvícola y pesquero (7%) e industriales (31%)". Banco Mundial (2011), CHILE. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos.

Homenaje de Alhsud Chile



Luis Simón Figueroa

Luis Simón Figueroa del Río, abogado, ex autoridad y académico, nace en Santiago el 29 de julio de 1941. Fue alumno de la Facultad de Derecho de la Pontificia Universidad Católica (PUC), entre 1959 y 1963, y recibió su título de abogado en 1966, manteniendo un impecable ejercicio profesional tanto en el mundo público como privado, actuando especialmente en temas vinculados al derecho civil, agrario y de aguas.

Se desempeñó, entre otros cargos, como subsecretario de Bienes Nacionales (1979-1981), subsecretario de Agricultura, subsecretario de Interior (1983-1984), ministro de la Odeplan (1984-1985) y embajador y delegado permanente ante la Unesco (1985-1987).

En materia internacional, fue consultor para el Banco Interamericano del Desarrollo (BID) en aspectos relativos a aguas y régimen de propiedad rural. Redactó un proyecto de Código de Aguas para el Perú y fue corredactor de un proyecto de Ley General de Aguas para Ecuador.

Integró la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) y reorganizó la Confederación de Canalistas de Chile. Fue

árbitro y mediador en el Centro de Arbitraje y Mediación de la Cámara de Comercio de Santiago (CCS), formó parte del Colegio de Abogados de Chile y fue miembro del directorio del Capítulo Chileno de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo.

Traspassó su invaluable conocimiento como profesor de Derecho de Aguas en la Universidad Central, además de dictar el curso sobre registros en materia de aguas en el diplomado sobre Derecho Inmobiliario de la Universidad SEK. Impartió también las cátedras de Derecho de Aguas en la Universidad Gabriela Mistral y Universidad de Talca y diversos cursos de posgrado en la Universidad de Atacama.

Luis Simón Figueroa falleció el 18 de noviembre de 2018, dejando como legado su exitosa carrera profesional, fruto de una singular agudeza intelectual, capaz de explicar en forma sencilla conceptos jurídicos complejos, haciéndolos asibles para otras profesiones con las que convivía a diario, convirtiendo el derecho en una herramienta viva, cercana y utilísima en las organizaciones a las que apoyó con sus conocimientos e inteligencia.

“

Luis Simón Figueroa siempre habló con visión de futuro y buscando la justicia en los procedimientos destinados a resolver cuestiones debatibles, especialmente en un tema que fue una de sus pasiones: el agua y su mejor aprovechamiento en beneficio de todos.

”

Su contribución a Alhsud Chile

Luis Simón Figueroa fue miembro ilustre del Capítulo Chileno de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (Alhsud) y su colaboración permanente se remonta casi a los orígenes de la institución, surgida en 1993.

Integró el directorio hasta 2018, en calidad de asesor, siendo parte fundamental de innumerables episodios de la vida gremial de Alhsud Chile, aportando con conocimiento, calidad humana y sencillez. Acompañó al directorio como padre y guía, siempre cercano y atento a las necesidades de cada uno de nosotros. En lo profesional, su presencia significó recibir su incuantificable conocimiento, enseñándonos con su testimonio marcado por el compromiso con el bien común y por su capa-

cidad de entender y aportar siempre desde la aplicación de la lógica y el espíritu de las leyes.

Además de escuchar, Luis Simón siempre habló con una visión de futuro y de búsqueda de la justicia y de la justeza en los procedimientos destinados a resolver cuestiones debatibles, especialmente en un tema que fue una de sus pasiones: el agua y su mejor aprovechamiento en beneficio de todos. De hecho, presidió la comisión redactora del actual Código de Aguas.

Fue un preclaro en muchos aspectos, más allá de los legales. Culto, profundo, ilustrado, pero cercano, sencillo, gozador, cariñoso, integrado y preocupado de los demás. Luis Simón nos deja un ejemplo y un acervo que procuraremos mantener.



Luis Simón Figueroa recibiendo un libro de hípica, otra de sus grandes pasiones, durante la cena homenaje organizada por Alhsud Chile, en diciembre de 2017.

Empresas Socias Alhsud 2020

BARROS & ERRÁZURIZ /Carey

 CAUDAL
ASESORES



COMPAÑÍA CHILENA
DE PERFORACIONES LTDA.
agua subterránea

DIAagua
Derecho e Ingeniería del Agua

Chile



GEODATOS
Geofísica de Avanzada




HIDROGESTIÓN
SOLUCIONES QUE CREAN VALOR

hidroestudios



H₂O  ABOGADOS



ICCF ABOGADOS
RECURSOS NATURALES Y REGULACIÓN



ITASCA Chile
Geomecánica e Hidrogeología



**OASIS DE
LA CAMPANA**
- RESERVA ECOLOGICA -



GESTIÓN AMBIENTAL



*Sociedad del Canal
de Maipo*

PROYECTO PARA RECARGAR AGUAS EN EL RÍO COLINA

Desde 2008 estamos realizando estudios para la recarga artificial de acuíferos, con el objetivo de mejorar la gestión del recurso hídrico.

Gracias a este visionario esfuerzo, estamos desarrollando el **Proyecto de Recarga en el río Colina**, para infiltrar en su cauce las aguas de derrames y así se puedan aprovechar.

El sistema estaría operativo en 2021 y beneficiará a nuestros regantes de la zona norte de la RM.



**Sociedad del Canal de Maipo, 193 años cumpliendo con su misión
de extraer, transportar y distribuir agua a sus asociados**

Recarga de acuíferos con aguas recicladas en Orange County (California)



Jason S. Dadakis

Ponencia realizada durante el Quinto Webinar 2020 de Alhsud Chile: "Recarga de acuíferos: ¿Cómo hacerla posible en Chile?"

Jason S. Dadakis es director ejecutivo de Calidad del Agua y Recursos Técnicos del Orange County Water District (California, Estados Unidos), donde supervisa los programas de monitoreo de la calidad del agua, las operaciones de laboratorio, el cumplimiento de normas, los proyectos de agua reciclada y la investigación aplicada en apoyo a las actividades de gestión de aguas subterráneas.

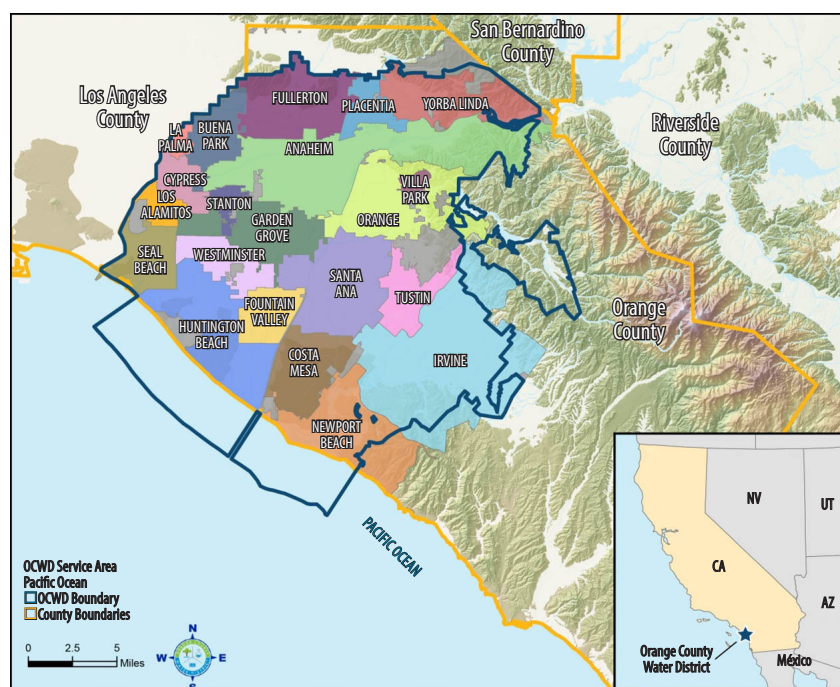
El Orange County Water District (OCWD), ubicado al sur del estado de California, entre los condados de Los Angeles y San Diego (ver Figura 1),

fue formado en 1933 y administra y recarga la cuenca de agua subterránea en el condado de Orange. Cuenta con una población de 2,5 millones de habitantes, un área de servicio de 925 km² y la cuenca repre-

senta un 77% del suministro de agua local, con 19 grandes "minoristas" municipales que utilizan un 95% del bombeo de pozo.

En la Figura 2 puede observarse la cuenca de agua subterránea del condado

Figura 1: Orange County Water District (Distrito de Aguas del Condado de Orange).



de Orange, cuenca aluvial con capas de arena, grava y arcilla, donde la mayoría de los pozos municipales han sido construidos a una profundidad de 150 a 500 metros.

El OCWD dispone de diversas instalaciones para la recarga del acuífero, como presas pequeñas y otras de gran dimensión, estaciones de bombeo, cuencas de recarga, pozos de inyección y una planta de tratamiento y purificación (ver Figura 3).

El GWRS

El Sistema de Reposición de Agua subterráneas (GWRS, por su nombre en inglés "Groundwater Replacement System") consta de una avanzada instalación de purificación que recicla

“El agua reciclada tratada se somete a análisis de laboratorio regularmente para detectar más de 400 compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, obteniendo resultados “no detectables o indetectables” o con presencia muy por debajo de los niveles permitidos en agua potable, tanto en el estado de California como en Estados Unidos.

las aguas residuales tratadas, las que normalmente se descargarían en el Océano Pacífico.

La producción de este sistema proporciona suficiente agua como para 850 mil personas y actualmen-

te se encuentra en etapa de expansión, con la construcción de una ampliación que equivale al 30% de su área, prevista para entrar en funcionamiento en 2023.

A través de un trabajo conjunto desarrollado por

el Orange County Sanitation District y el Orange County Water District, el primer distrito asumió la responsabilidad de recoger las aguas residuales y darle a estas un tratamiento primario y secundario; mientras que el distrito de aguas tomó la tarea de desarrollar el tratamiento avanzado, el cual consta de tres etapas: microfiltración (MF), osmosis inversa (RO) y luz ultravioleta (UV) con peróxido de hidrógeno.

La microfiltración (MF) opera con el objetivo de eliminar partículas, bacterias y patógenos protozoos; mientras que la segunda etapa de ósmosis inversa es un proceso de separación dedicado a la eliminación de compuestos quí-

Figura 2: La cuenca de agua subterránea del condado de Orange.

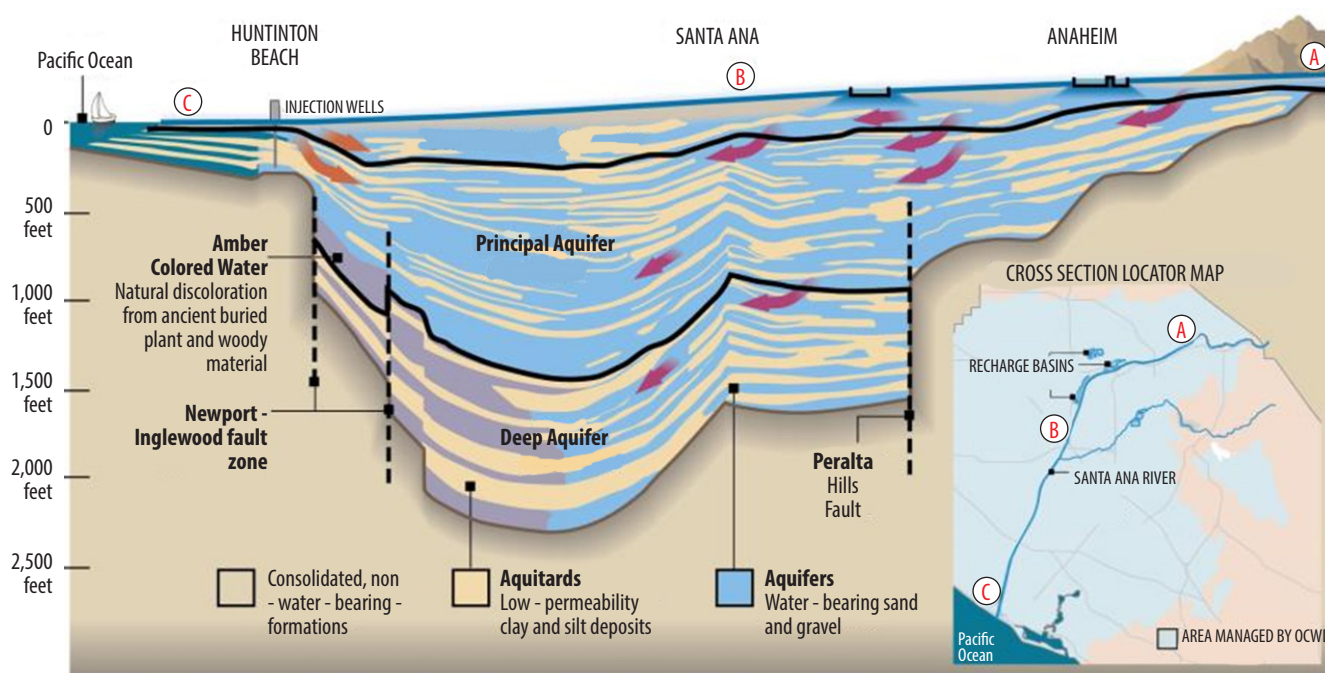


Figura 3: Instalaciones de recarga de acuífero (Orange County Water District).

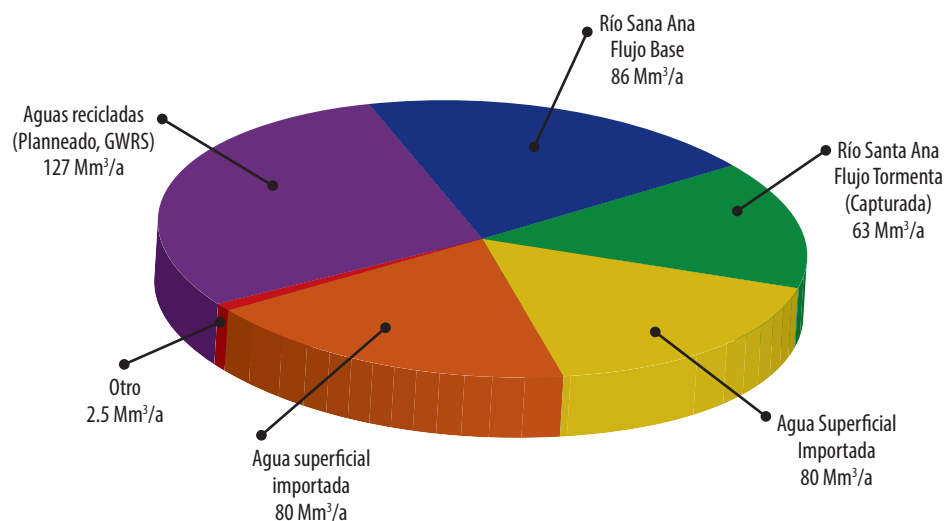


micos disueltos —como la sal u otros componentes orgánicos e inorgánicos—; y finalmente, la tercera etapa, de luz ultravioleta con peróxido de hidrógeno, es una fase destinada a cumplir tres funciones: desinfección de patógenos, fotólisis de compuestos químicos sensibles a la luz ultravioleta y oxidación avanzada con el peróxido de hidrógeno para eliminar restos de residuos orgánico (ver *Figura 4*).

Calidad de agua superior

Gracias al tratamiento antes descrito, la calidad del agua reciclada es considerablemente superior. Regularmente se somete a análisis de laboratorio, el que busca detectar más de 400 compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, obteniendo resultados “no

Suministros anuales típicos de recarga para la cuenca (Mm^3/a).



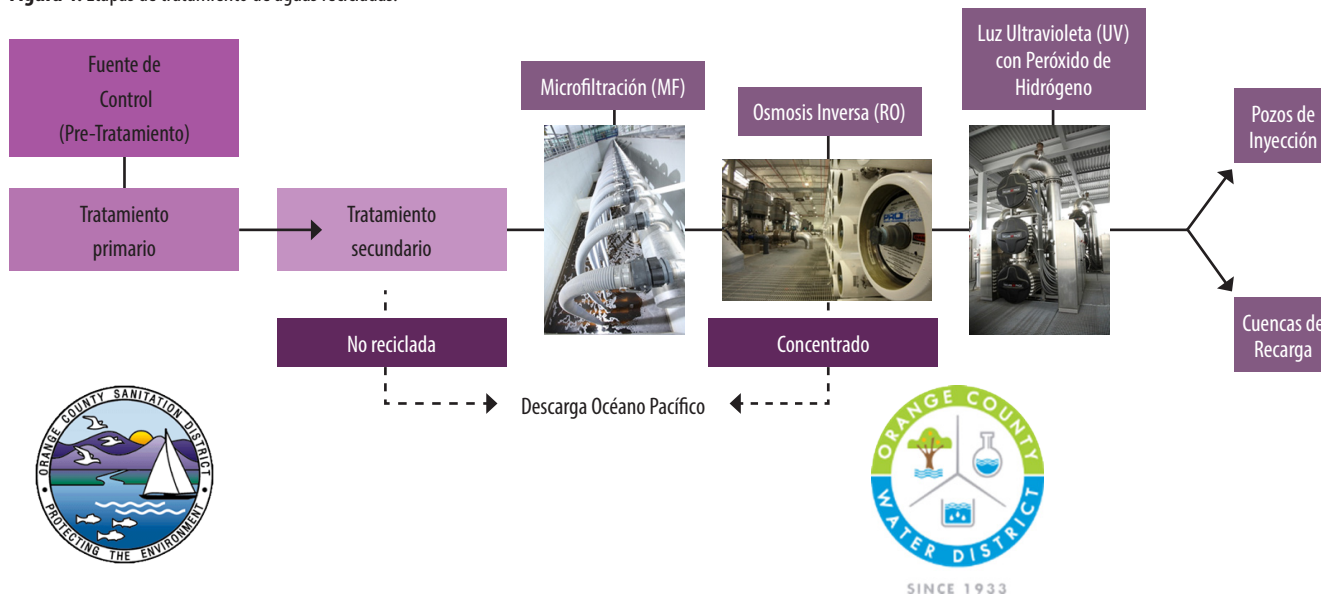
detectables o indetectables” o con presencia muy por debajo de los niveles permitidos en agua potable (tanto en el estado de California como en los Estados Unidos).

Asimismo, también se incluyen pruebas de compuestos químicos no regu-

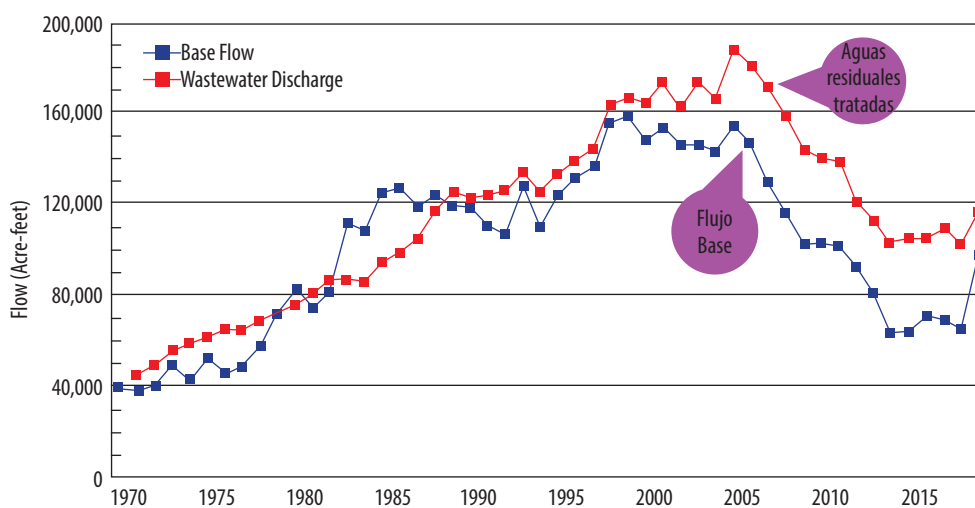
lados, como por ejemplo en disruptores endocrinos o farmacéuticos, componentes que podrían estar presentes en aguas residuales.

Y recientemente también se han incluido diversas pruebas por sustancias per- y polifluoroalquiladas

(PFAS), no habiendo sido detectados componentes químicos sintéticos pertenecientes a la familia PFAS. De igual manera, se han efectuado análisis por bacteria y bacteriófago, también sin detección de compuestos con dichas características.

Figura 4: Etapas de tratamiento de aguas recicladas.

Río Santa Ana en el condado de Orange. La mayoría de los flujos bases son aguas residuales tratadas de arriba.



Río Santa Ana

Ubicado en el condado de Orange, el río Santa Ana cuenta con once plantas principales de aguas residuales con tratamiento terciario y de desinfección. La mayoría de los flujos base del río corresponden a aguas residuales tratadas.

La calidad del agua del río Santa Ana cumple con todas las normas primarias de agua potable estatales y federales actuales. Posee un nivel de sólidos totales disueltos (TDS) de alrededor de 700 miligramos por litro (~ 700 mg/L) y de ~ 2.7 mg/L de nitrato como nitrógeno (NO₃-N).

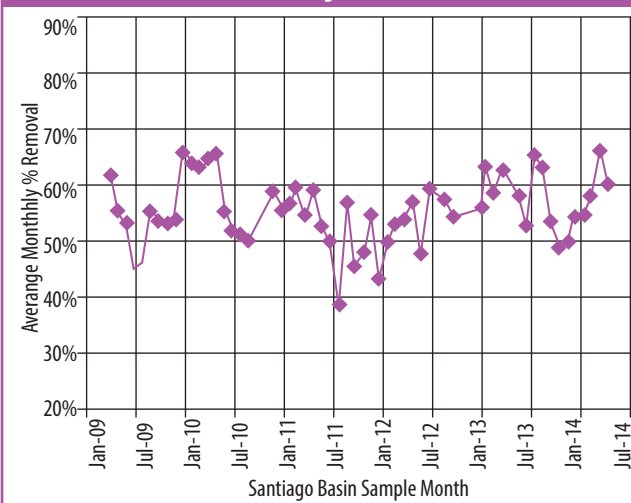
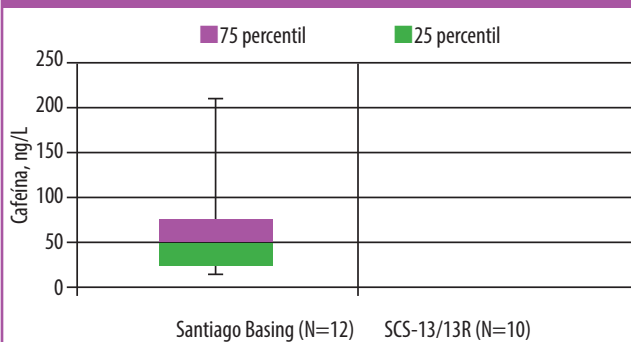
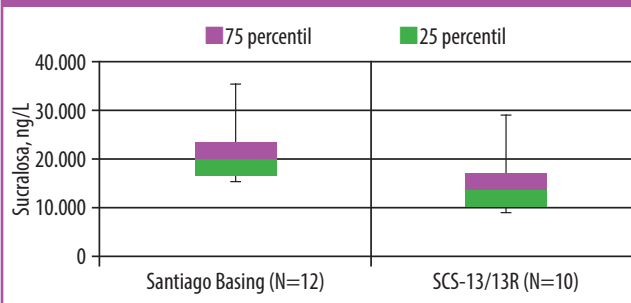
Entre 1996 y 2004, se realizó un estudio denominado SARWQH (Santa Ana River Water Quality and Health) sobre el efecto de la recarga del río Santa Ana en la calidad del agua subterránea. Al respecto, el panel de expertos concluyó que el uso fue “segu-

ro” y recomendó continuar con un programa de prueba de vigilancia en el río y en el acuífero.

El programa de Sarmon

El objetivo de Sarmon es monitorear el río y el acuífero con pruebas regulares orgánicas, inorgánicas y de microbiología, con énfasis en la evaluación continua del proceso de tratamiento de suelo y acuífero (SAT).

De acuerdo con las imágenes de la Figura 5, los ejemplos del programa de monitoreo allí disponibles dan cuenta de la eliminación de compuestos orgánicos tras un mes de SAT. Para el caso del Gráfico 1 (de análisis de carbono orgánico disuelto – DOC), el proceso eliminó alrededor de un 50%. Los siguientes dos gráficos dan cuenta

Figura 5: Ejemplos de eliminación de orgánicos después de un mes de SAT.**Gráfico 1: Carbono Orgánico Disuelto (DOC)****Gráfico 2: Cafeína 2015 - 2017****Gráfico 3: Sucralosa 2015 - 2017**

del análisis de otros componentes químicos individuales, como la cafeína —muy común en aguas residuales y para lo cual el SAT es muy efectivo— y la sucralosa. Para el caso de esta azúcar artificial que el organismo humano no logra metabolizar —tal como ocurre con las bacterias de una planta de aguas residuales— tras un mes de SAT, aún se observa la presencia de sucralosa (ver *Gráfico 3* de la *Figura 5*).

Leyes y regulaciones

Estados Unidos no cuenta con regulaciones federales sobre aguas recicladas y las leyes federales existentes son respecto de agua potable y aguas residuales. Por esta razón, muchos de los estados —como es el caso de California— han desarrollado sus propias regulaciones, siendo la mayoría de estas sobre reutilización de agua no potable, ya sea para irrigación, uso industrial/comercial o también para el interior de edificios (descarga de inodoros).

No obstante, existen algunos estados con regulaciones sobre reutilización potable (como recarga de acuíferos o reservorios superficiales) y también casos muy reducidos de reutilización potable directa.

Para el caso específico de California, en lo que respecta a las regulaciones por reutilización potable se cuenta con un aumento de aguas subterráneas (oficializado en 2014) y de reservorios (2018). Dos aspectos significativos de estas regulaciones son el control de patógenos y de compuestos químicos. Para el primero (control de patógenos) se requiere de tres procesos independientes y validados de tratamiento/desinfección, comenzando con agua residual sin tratar, en las que se necesita demostrar capacidad de eliminación de 12 logaritmos de virus y 10 logaritmos de *giarda* y *cryptosporidium*.

Y en lo que respecta al control de compuestos químicos, se aplican los límites de agua potable del estado y/o EPA federal

(de 0.5 mg/L de carbono orgánico total – TOC), así como pruebas de análisis de componentes “no regulados o emergentes” (farmacéuticos, bioensayos o PFAS).

Regulaciones por aumento de aguas subterráneas

La regulación establece que para el caso de “Aplicación de recarga superficial” este proceso requiere de un tratamiento terciario y de desinfección por un mínimo de seis meses en el acuífero, previo a la extracción (basada en SAT). Asimismo, también esta-

blece un máximo de 50% de agua reciclada, exigiendo una “mezcla” con otras fuentes de recarga o tratamiento superior.

Por último, en lo que respecta a las reglas para la aplicación de recargas subsuperficial (o inyección directa con pozos) se requiere de un tratamiento completo avanzado — como mínimo de osmosis reversa y oxidación avanzada— de al menos 2 meses en el acuífero antes de la extracción. Y permite un máximo de 100 % de agua reciclada, no requiriéndose de “mezclas” con otras fuentes de recarga.

Percepción pública y trabajo con la comunidad

Resulta sumamente necesario abordar la percepción pública que existe de parte de la comunidad frente a un proyecto. Ya en la década de 1990 y 2000, diversas iniciativas similares desarrolladas en California debieron suspenderse debido a la oposición pública y/o política.

Por ello, el proyecto Orange County Water District (OCWD) – Sistema de Reposición de Agua subterráneas (GWRS) inició muy tempranamente su etapa de comunicaciones hacia la comunidad, con casi 10 años de anticipación al ini-

cio de la fase de aprobación del proyecto.

Fueron investigadas y atendidas las mayores preocupaciones de la comunidad; y paralelamente, se realizaron innumerables encuentros “cara a cara” con diversos grupos, midiéndose la efectividad y adaptando el proyecto hasta llegar a contar con un amplio apoyo de la comunidad, sin existir una oposición organizada.

Así, el programa OCWD GWRS hoy continúa su curso actual, incluyendo el recorrido de sus instalaciones, abiertas para quienes deseen visitarlas. ●

DIAgua

A bogados e ingenieros se unieron para prestar servicios integrales en la gestión de recursos naturales. De esta manera, DIAgua apoya los intereses y proyectos de sus clientes en los mercados regulados.

“Hemos participado en la gestación de importantes proyectos que hacen uso de las aguas terrestres, ayudando a identificar los elementos esenciales que determinarán su éxito y viabilidad, tanto desde la perspectiva técnica como jurídica”, explica Pablo Jaeger, director ejecutivo de DIAgua.

El equipo de profesionales domina a cabalidad tanto la normativa vigente como las prácticas y criterios de los servicios públicos que intervienen en las aprobaciones sectoriales, lo que ayuda a prever el desarrollo crítico de los proyectos.

“Dado que tenemos amplia experiencia en la tramitación de permisos y autorizaciones sectoriales, podemos identificar anticipadamente las situaciones que permitirán optimizar el tiempo y los recursos asociados a esas tramitaciones”, detalla Pablo Jaeger.

INTEGRAL

La asesoría integral que entrega

DIAgua: asesoría integral en gestión de recursos naturales

La perfecta conjunción entre el derecho y la ingeniería más el fuerte compromiso de los profesionales de DIAgua con sus clientes facilitan la tramitación de permisos, autorizaciones e, incluso, la planificación de los proyectos.



DIAgua incluye planificación estratégica de proyectos, dirección y supervisión de estudios e investigaciones, litigación y solución de controversias. Los profesionales con vasta experiencia en el derecho de los recursos naturales están convencidos de que—en la gestión de los recursos naturales y del agua, en particular— debe existir una estrecha relación entre el ámbito jurídico y los conocimientos técnicos de la ingeniería.

“Nuestra experiencia nos ha demostrado que estos conocimientos son complementarios y permiten enfrentar el desarrollo de los proyectos

de manera mucho más eficiente”, afirma Jaeger.

La consultora ha asesorado a clientes privados y públicos en conflictos de diversa índole, trabajando siempre por alcanzar acuerdos que permitan salvar las diferencias. Sin embargo, como no siempre es posible lograr consensos, los profesionales de DIAgua también han defendido causas ante tribunales de justicia, servicios públicos y jueces árbitros, centrándose en la gestión eficiente de recursos naturales.

Los años de experiencia en el diseño y aplicación del derecho y la ingeniería de recursos hídricos, más el aporte del equipo al perfeccionamiento del marco jurídico convierten a DIAGUA en un apoyo estratégico para quienes deseen llevar adelante proyectos para los cuales resulta vital el uso y gestión de recursos naturales, especialmente, en proyectos mineros, hidroeléctricos, sanitarios, obras públicas, inmobiliarios y agrícolas.



MÁS NIVEL PARA CHILE

Por Eugenio Celedón Cariola.
Socio Hidrogestión.

El debate que se ha generado en el último tiempo en torno a la persistente sequía del país y sus consecuencias, ha puesto de manifiesto la existencia de diversas alternativas para abordar este desafío, como la construcción de pozos colectivos, el desarrollo de nuevos embalses, la creación de un Ministerio del Agua, la desalinización de agua del mar y la ambiciosa —pero perfectamente realizable— Carretera del Agua. Poner el tema sobre la mesa es, sin duda, muy positivo y nos permite buscar fórmulas creativas y de largo plazo para afrontar la crisis hídrica, no obstante, la falta de información precisa y fidedigna sobre el nivel del agua, napas subterráneas, ríos, lagos o embalses, en las diversas cuencas del país, genera vacíos que impiden avanzar de forma más proactiva y menos reactiva frente a la sequía.

Bajo este escenario, en Hidrogestión Ingeniería valoramos positivamente la puesta en marcha de la Resolución n°1238 de la Dirección General de Aguas (DGA), que mandata a los dueños de derechos de aguas a contar con un sistema de control y monitoreo de pozos, para regular la extracción y los caudales de ríos, niveles de acuíferos y reservas subterráneas en pro de la sostenibilidad, lo que permite contar con una mejor perspectiva país de la gestión hídrica. Desde hace casi 10 años, y precisamente en 2011 con el nacimiento de Welko —empresa especialista en asesorías y equipos para la medición de precisión en el rubro hidráulico y de fluidos— hemos impulsando la importancia del monitoreo y control de los niveles y caudales de extracción, para saber con certeza y precisión de qué hablamos cuando desarrollamos asesorías, proyectos, evaluaciones y otros.

La necesidad de contar con mayor información de los recursos hídricos existentes, tanto superficiales como subterráneos, es una realidad patente en las distintas regiones del país, que requiere

soluciones de manera eficiente y permanente para poder avanzar de forma adecuada y con decisiones acertadas en soluciones de infraestructura y de Agua Potable Rural (APR) para el desarrollo de los sectores más vulnerables.

De acuerdo con los registros de la DGA, hasta mediados de este 2020 existen más de 130.000 derechos concedidos para la extracción de agua, de los cuales más de 33.000 corresponden a agua de pozo o subterráneas, sin incluir aquellos otorgados a operaciones industriales o mineras. Esto, sumado a la amenaza de su disponibilidad y acceso, producto del cambio climático y la sobre demanda, vuelve el uso responsable del recurso hídrico en un imperativo. La Resolución n°1238 —con fecha 21 de junio de 2019— “determina las condiciones técnicas y los plazos a nivel nacional para cumplir con la obligación de instalar y mantener un sistema de monitoreo y transmisión de extracciones efectivas en las obras de captación de aguas subterráneas” y exige la utilización de sistemas de medición tanto para las obras de captación, como para obras de restitución.

Desde la experiencia de Hidrogestión Construcción, una de las principales ventajas del monitoreo de los pozos es el ahorro de agua, tiempo y recursos económicos. Asimismo, para que los modelos hidrogeológicos tengan un ajustado sentido de realidad, es vital que se cuente con un mayor conocimiento de la cuenca y, en definitiva, se apunte a una gestión más responsable, eficiente y sustentable del recurso hídrico. En este sentido, la obligatoriedad de esta resolución no debe ser vista como un “castigo” o algo negativo, puesto que su valor es informar y tener conocimiento para poder encontrar las mejores soluciones que permitan resolver adecuadamente los problemas de abastecimiento. Un hito sumamente importante para avanzar en soluciones de largo plazo y en beneficio de distintas localidades. 🌱



HIDROGESTIÓN

Soluciones que crean valor

Proponemos soluciones efectivas, eficientes, innovadoras y personalizadas para cada uno de nuestros clientes, mediante una mirada holística y profesional.

Especialistas en:

ESTUDIOS
Hidrogeológicos

MODELACIÓN
Numérica
Modflow - WEAP

GESTIÓN
Integrada de
Recursos Hídricos

SOLUCIONES
Integrales para
cualquier Problema
Hídrico

✉ contacto@hidrogestion.cl

🌐 www.hidrogestion.cl



Expertos en Medición

Marcas Representadas

✚ KELLER GRAF  nettra

DECENTLAB inVentia

hoschung radix®

AQUALABO
Smart water solutions

Producto Estrella:

SONDA DE NIVEL 36 XS

KELLER-DRUCK



Mide las napas con la precisión adecuada, con tan solo 16mm de diámetro es ideal para cualquier tipo de pozo. Salida digital RS-485 y un error máximo total del 0,2% FE.

• www.welko.cl • mail@welko.cl

Debate constitucional en curso: Reforma al Código de Aguas



Carlos Ciappa Petrescu

Ponencia realizada durante el Segundo Webinar 2020 de Alhsud Chile: "Reforma al Código de Aguas: el debate constitucional en curso".

Carlos Ciappa Petrescu es abogado por la Pontificia Universidad Católica de Chile, magíster en Derecho y Políticas Mineras (LL.M.) por la Universidad de Dundee (Escocia) y socio de ICCF Abogados.

En marzo de 2011, por la vía de una moción suscrita por diez diputados, se ingresó a tramitación el proyecto de reforma al Código de Aguas, que presentó modificaciones a algunos de sus artículos y fijó tres líneas principales. El proyecto de ley establecía la posibilidad de reservar caudales para fines ecosistémicos; facultaba a la Dirección General de Aguas (DGA) para reducir o limitar los derechos de aprovechamiento de las aguas existentes con el fin de proteger dichos fines ecosistémicos; y definía un nuevo régimen de asignación de uso de aguas por la vía de concesiones temporales.

El proyecto, si bien ingresó en 2011, mantuvo una lenta tramitación hasta 2015, año en que el Gobierno le dio un nuevo impulso, presentando indicaciones sustitutivas y complementarias durante enero, julio y octubre de 2015.

Dichas indicaciones establecían (1) la extinción de derechos de aguas por no uso, (2) un procedimiento para la extinción de esos derechos de aguas, (3) el aumento de la patente por no uso, con plazos más reducidos—cada cuatro años y ya no cada cinco, duplicándose en cada periodo de cuatro años indefinidamente— y (4) el reconocimiento expreso al derecho humano al agua, que posteriormente sería reforzado con nuevas indicaciones.

En noviembre de 2016, la Cámara de Diputados aprobó el texto y envió el proyecto de ley al Senado a segundo trámite constitucional. En esta etapa, se puede afirmar que la generalidad de las modificaciones planteadas fueron aprobadas, como la concesión de derechos temporales, el reconocimiento del derecho humano al agua,

la extinción de los derechos de aguas y el aumento de la patente.

Durante la tramitación del proyecto en el Senado, que ingresó primeramente a la Comisión Especial de Recursos Hídricos y posteriormente a la Comisión de Agricultura, ocurre el cambio de Gobierno. En enero de 2019, el Ejecutivo presenta los temas que se incluyen en la nueva indicación sustitutiva, con un cambio en la asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas por remate.

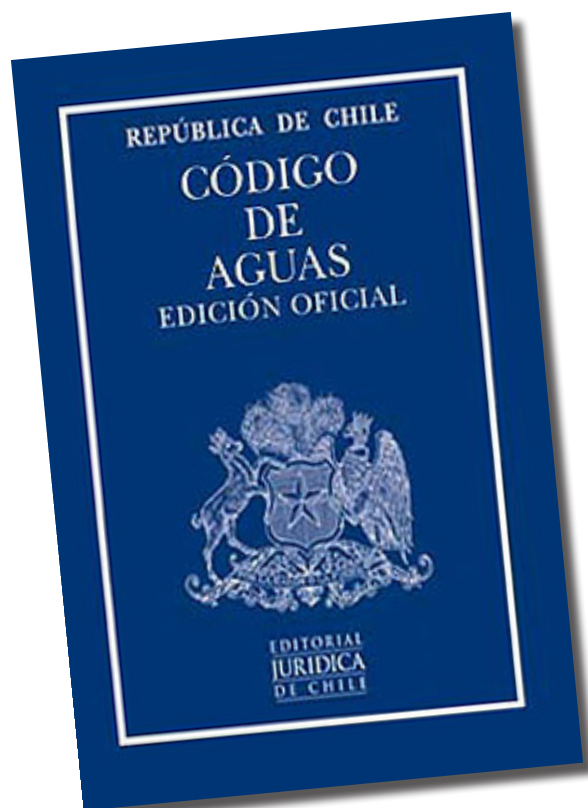
Asimismo, se mantiene el aumento progresivo de la patente por no uso en forma indefinida, que en cada periodo duplica el monto respecto del ciclo anterior. También se establece la elaboración de planes estratégicos de cuencas y la creación de un fondo para su implementación. Se establece el derecho de aprovechamiento de aguas de conservación, que per-

mite el uso en el cauce. Se refuerzan una serie de normas asociadas a la facultad de la DGA de limitar el ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas sobre la base de la sustentabilidad de los acuíferos y la gestión de la disponibilidad de los mismos.

Igualmente, se crea la figura del “Panel de expertos”, ideada como una instancia de aprobación de las decisiones ejecutivas de la DGA, como por ejemplo, respecto de la declaración de áreas de restricción, áreas de prohibición o para la aprobación de planes estratégicos de cuenca. Y por último, se crea el Comité Interministerial de Recursos Hídricos.

A poco andar, en julio de 2019 se ingresa una nueva indicación que refuerza las facultades de la Dirección General de Aguas (DGA) para la aplicación de la preferencia del uso de agua para consumo humano. Así, con dichas consideraciones, en marzo de 2020, la Comisión de Agricultura del Senado aprueba el texto actual y el proyecto pasa a la Comisión de Constitución del Senado para referirse solo a “aquellas materias que dicen relación con la Constitución”.

Respecto de todas las indicaciones ingresadas por el Ejecutivo, la mayoría de estas no fueron aprobadas, generándose un texto final en el que solo algunas fueron consideradas.



“*Actualmente, el proyecto de reforma al Código de Aguas se encuentra en el segundo de los tres trámites constitucionales que requiere una reforma legal. En este segundo trámite, la Comisión de Constitución del parlamento continúa con la discusión sobre cada uno de los temas que presentan reparos de constitucionalidad.*”

Los temas constitucionales

En marzo de 2020, el proyecto de Reforma al Código de Aguas pasa a la Comisión de Constitución del Senado para abordar los aspectos constitucionales. Dichos temas fueron propuestos por la Comisión de Agricultura de la Cámara Alta, pero luego definidos por la propia Comisión de Constitución, que define cuáles son los artículos que se consideran con algún nivel de reparo constitucional y que deben ser sometidos a revisión.

Los temas definidos como “constitucionales” —o que requerían revisión desde una perspectiva constitucional— fueron (1) la creación de un nuevo estatuto para los derechos a constituirse, ya no como derechos de aguas indefinidos, sino como concesiones temporales; (2) la regulación respecto de la extinción de los derechos de aprovechamiento de aguas y su procedimiento; (3) la facultad de la Dirección General de Aguas para reducir el ejercicio de los derechos de aprovechamiento; (4) la constitución de los derechos de aprovechamiento de aguas sin disponibilidad; (5) la posibilidad de redistribución de las aguas en situación de escasez o por decretos de escasez, sin que exista indemnización; y por último, (6) la aplicación de la extinción y caducidad a los derechos de aprovechamiento de aguas actuales.

EL DEBATE

Tema	Norma actual	Reforma
Concesiones temporales	El derecho de aprovechamiento de aguas (DAA) es un derecho real que otorga uso y goce respecto de las aguas.	La concesión concede un derecho real que consiste en el uso y goce temporal de las aguas, de conformidad con las reglas, requisitos y limitaciones que prescribe el Código de Aguas.
	El titular del derecho de agua tiene propiedad sobre ese derecho de aprovechamiento.	Se establece que las concesiones serán de 30 años, renovables en la medida de que existan obras y siempre que no se afecte a terceros o a la sustentabilidad del acuífero.
Extinción de DAA	No existe.	Se plantea la extinción de los derechos de aprovechamiento por no construcción o por la no habilitación de obras dentro de un plazo de 10 años para DAA no consuntivos y de 5 años para DAA consuntivos.
		Hace aplicable esta distinción a los derechos de aprovechamiento actuales.
Caducidad de DAA	No existe.	Se establece para el caso de los derechos de aprovechamiento no inscritos en los registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces (CBR) y también en caso de los DDA que no se registren en el Catastro Público de Aguas (CPA).
		Aplicable a los derechos de aprovechamiento actuales.
Facultades de reducción de la Dirección General de Aguas (DGA)	Contempla escenarios de reducción temporal de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas por perjuicio a terceros.	Se establecen varios escenarios de reducción, como la posibilidad de reducir los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales a prorrata en aquellos cauces donde no existan juntas de vigilancia.
	Reducción de ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas provisionales (aguas subterráneas).	Se agregan causales a la reducción de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, ya no solo por afección de derecho de terceros, sino también por afección a la sustentabilidad del acuífero.
Constitución de derechos de aprovechamiento de agua sin disponibilidad	No existe.	Se faculta al presidente para cumplir la función de subsistencia, pudiendo autorizar la constitución de DAA mediante decreto del MOP —por la vía de la firma delegada—, en casos en los que se requiera para el abastecimiento humano.
Redistribución de aguas	En caso de que exista desacuerdo de los usuarios de una fuente y si como efecto de esa redistribución existe perjuicio, el titular puede pedir una indemnización.	En caso de desacuerdo de los usuarios o por rechazo del acuerdo, la DGA podrá realizar la distribución sin indemnización y con cobro de costos a las juntas de vigilancia.

La opinión de los constitucionalistas

Diversos documentos elaborados por encargo de la Comisión de Constitución del Senado, como los informes preparados por los académicos Enrique Navarro, Arturo Fernandois, Juan Colombo, Alejandro Vergara y Emilio Pfeffer, dan cuenta de los reparos constitucionales en torno a la reforma al Código de Aguas.

Según concluyen los académicos, se observan condiciones o consideraciones que desnaturalizan el derecho de aprovechamiento de aguas en los términos en que está contemplado en la Constitución y originalmente en el Código de Aguas. La temporalidad, la condición de concesión, la eliminación del dominio y la facultad y disposición respecto del derecho de aguas presentan reparos de constitucionalidad.

Una situación similar ocurre con los plazos de duración, ya que la norma establece que la extensión de los derechos de aguas será por 30 años, sin embargo, la Dirección General de Aguas (DGA) podría reducir ese plazo si bajo antecedentes fundados se justifica. Al respecto, la norma establece que para los derechos no consuntivos en ningún caso ese plazo podrá ser inferior a 20 años, no obstante, no se fija una regla para los derechos consuntivos, por lo que tal como está redactada la norma, podría deducirse que un derecho no consuntivo

no nunca podrá ser menor a 20 años. Sin embargo, para el caso de los derechos consuntivos sí podrían presentarse escenarios en los que existan motivos fundados y justificados que pudiesen otorgar concesiones por plazos inferiores a 20 años. Y esta distinción antes descrita se aprecia como inconstitucional.

Asimismo, también se evidencia un reparo de constitucionalidad respecto del procedimiento aplicable para la extinción de los derechos de aprovechamiento de aguas —similar al de las patentes por no uso—, en el que la DGA elaboraría un listado de los derechos que ya cumplieron con el plazo requerido de cinco o diez años en el listado de patentes por no uso, en el que todos esos derechos serían sometidos

al procedimiento de extinción. Este mecanismo resulta excesivamente sencillo de ejecutar para la autoridad, pero muy difícil de advertir para el titular del derecho de aprovechamiento de aguas.

Y es que en el mecanismo antes descrito, la Dirección General de Aguas (DGA) opera como juez y parte —iniciando el procedimiento, reuniendo los antecedentes y además resolviendo su propio recurso— y además no está obligada a notificar personalmente al titular de derechos. Así, en dicho escenario, el último recurso disponible es el judicial (de reclamación), el cual es de análisis acotado por parte del organismo jurisdiccional (en este caso de la Corte de Apelaciones), lo que lo transforma en una

vía poco idónea para cuestionar un procedimiento de tal naturaleza, con recursos que no son suficientes para asegurarle la debida defensa al titular de derechos.

Durante el proceso de revisión del documento, los académicos también observaron reparos de constitucionalidad en lo que respecta al nivel de indeterminación de las causales de sustentabilidad de los acuíferos que facultan a la DGA para limitar el ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas. Al respecto, lo que se observa es la inexistencia de una proporcionalidad entre el perjuicio que se genera para el titular —al dejarle sin efecto un derecho de aguas— versus la indeterminación que presentan estos conceptos en la normativa. Por esta razón, se requiere complementarla de acuerdo con los informes académicos antes referidos.

Por último, salvo la temporalidad, todas las reglas nuevas del Código de Aguas se hacen aplicables a los derechos existentes, lo que se aprecia como expropiatorio, básicamente porque altera las características del derecho que actualmente están establecidas o incorporadas en el patrimonio de los titulares.

La tramitación restante

Actualmente, el proyecto de reforma al Código de Aguas se encuentra en el



segundo de los tres trámites constitucionales que requiere una reforma legal. En este segundo trámite, la Comisión de Constitución continúa aún la discusión sobre cada uno de los temas que presentan reparos de constitucionalidad.

A la fecha, la referida comisión ha revisado hasta el artículo 6 bis, que dice relación con las concesiones temporales y de extinción. Además, pese a que esta comisión solo realizaría una revisión y emitiría su opinión respecto de la constitucionalidad, durante la tramitación se han incorporado nuevos temas, lo que le ha permitido modificar los textos con la finalidad de ajustarlos constitucionalmente, en caso de existir reparos. Así, el trabajo actual ejecutado ha arribado a un nuevo texto propuesto, que se ha gestado en la propia Comisión de Constitución, distinto del documento evacuado por la Comisión de Agricultura.

Lo que resta desde el punto de vista de la tramitación es que culmine esta revisión, que probablemente modificará algunas normas en lo que respecta a los textos actuales, para luego ser sometido a la aprobación de la Sala, etapa que abrirá un nuevo plazo para la presentación de indicaciones, que deberán ser analizadas y votadas en particular en las mismas comisiones que ya revisa-

ron el proyecto en el Senado (Comisión de Recursos Hídricos y de Agricultura). Posteriormente, debe pasar a votación en particular en la Sala del Senado.

Finalmente, culminada esta segunda etapa, el proyecto pasaría a tercer trámite constitucional. Dados los cambios existentes entre lo aprobado en la Cámara de Diputados y lo que se aprobaría en el Senado, es probable que pase a Comisión Mixta, donde se podrán presentar nuevas indicaciones.

Consideraciones finales

Chile convive con diversos sistemas de permisos y concesiones, los que son otorgados por instituciones del Estado de gran solidez. Parte del debate que se genera respecto de la precarización del título de los derechos de aguas también puede asociarse a la fortaleza o debilidad institucional con la que

opera la Dirección General de Aguas (DGA) y los vaivenes que esta ha demostrado a través del tiempo, con diversos cambios de criterio que han generado desconfianza respecto de la capacidad de administrar títulos de derechos de aguas.


Asimismo, al observar en terreno el trabajo realizado por las asociaciones de canalistas y juntas de vigilancia y ver la realidad de la gestión del agua en terreno, se evidencia un desacople de este proyecto de reforma frente a la gestión en el territorio, produciendo situaciones de irregularidad (en el papel) que generan incumplimientos que no se condicen con la realidad y que terminan teniendo efectos negativos y graves.

Igualmente, se evidencia un traspaso de carga a los particulares, producto de la incapacidad de asumir esa gestión de parte de la institucionalidad, como por

ejemplo en lo que respecta a temas de registro, inscripción e información.

Como cuarto punto, en lo referido a toda la estructura de extinción de los derechos de aguas, éste se sustenta en los listados de patentes por no uso, que presentan una serie de errores y desactualizaciones que no lo convierten en una herramienta idónea para administrar la extinción de derechos de aprovechamiento de aguas.

En lo que respecta al concepto de la caducidad, básicamente esto se aplica a un derecho de aprovechamiento que no está inscrito en el registro de propiedad de aguas del Conservador de Bienes Raíces respectivo ni en el Catastro Público de Aguas. Y la primera pregunta que surge es qué va a ocurrir con todos los derechos de aprovechamiento existentes en las comunidades y que no están perfeccionados, ¿existirán instancias que le permitan a los pequeños propietarios proceder a estos perfeccionamientos o se facilitará el proceso de perfeccionamiento para que se realice a través de organizaciones de usuarios que asuman el liderazgo y puedan realizar ese procedimiento por la generalidad de esos títulos?

Y por último, tras años de tramitación, cabe preguntarse cómo este esfuerzo normativo finalmente será presentado frente al proceso constituyente en curso. 



PROYECTO PRODUCCIÓN SALES DE MARICUNGA

(aprobado según RCA 174/2020)



Por Laura Vitoria.

Gerente de Recursos Hídricos de
SGA - Gestión Ambiental.

Este proyecto para la obtención de litio consiste en la extracción de 275 l/s de salmueras desde el Salar de Maricunga, ubicado en el altiplano de la región de Atacama. A diferencia de los típicos proyectos de producción de litio en salares, que consideran la extracción del 100% de la salmuera a tratar, este proyecto presenta la particularidad de innovar en su proceso productivo, ocupando una nueva tecnología de extracción por solvente mediante una planta de hidróxido de litio, que permite devolver al sistema (reinyección) el 50% de las salmueras extraídas, facultando de esta forma una explotación más sustentable de la cuenca.

El proyecto llegó a SGA en su etapa de tramitación ambiental en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) en su primer Icsara, donde la autoridad requirió una serie de trabajos de terreno para mejorar la conceptualización hidrogeológica del sistema y en particular de la modelación numérica de la cuenca y de su explotación, con la finalidad de disponer de una herramienta eficaz para la evaluación de los impactos del proyecto en los ecosistemas lagunares, y su flora y fauna asociados, ubicados en el margen este del salar (objetos de protección ambiental).

Los salares normalmente se emplazan en cuencas endorreicas o cerradas, donde el balance hídrico está conformado por la recarga que proviene de la precipitación en la cuenca y la descarga por evaporación que se produce principalmente en su depocentro.

Por su parte, el funcionamiento hidrogeológico de un salar está condicionado por la existencia de los dos fluidos de distinta densidad:

el agua dulce que proviene de la recarga desde los márgenes, y la salmuera en su centro, la que se ha ido formando en el tiempo producto de la evaporación del agua dulce y la consecuente concentración de sales, ricas en minerales (principalmente litio, sodio y potasio). El contacto que se produce entre el agua dulce y la salmuera es lo que se conoce como cuña salina, en cuyo límite normalmente aflora el agua dulce, formando los sistemas lagunares de interés ambiental.

Durante la tramitación ambiental del proyecto, distintos servicios (DGA, Sernageomin, SAG y Conaf, entre otros) presentaron una serie de consultas y requerimientos al proyecto, los que fueron abordados por un equipo multidisciplinario de SGA. La ejecución de los diferentes trabajos de terreno, en condiciones extremas de clima, altura y distancia —sumado al análisis de la información de gabinete y a la configuración del modelo numérico— fue un nuevo gran desafío para el equipo de Recursos Hídricos, que abordamos en forma planificada y con el compromiso de contribuir al desarrollo económico y sustentable de nuestro país.

En septiembre de este año, se aprobó ambientalmente este proyecto denominado “Producción Sales de Maricunga”, mediante la RCA 174/2020. Con esta aprobación, y luego de la aprobación del proyecto de Albe-Marle en el Salar de Atacama (RCA 21/2016), podemos constatar la consolidación de la experiencia de nuestro equipo en esta tipología de proyectos (explotación de salmuera desde Salares), lo que nos convierte en una de las principales consultoras del país en el desarrollo y aprobación de proyectos de la minería del litio en Chile. 🌱



CHILE LO HACE BIEN

Por Ignacio Popelka.
Gerente general
Compañía Chilena de
Perforaciones.

Con una sequía de 10 años seguidos como la que sufrimos en Chile, muchos países hubieran sucumbido.

Todas las producciones basadas en el “azar” de la lluvia, lo que aquí llamamos “de seco”, hubieran desaparecido sin alternativa alguna.

Sin embargo, durante estos últimos 10 años y en medio de esa circunstancia climatológica tan adversa, Chile ha batido todos los récords de producción y exportación de frutas.

Más cantidad, de mejor calidad y nuevas variedades de fruta: un éxito rotundo y contra todos los pronósticos.

¿Cómo lograron sobrevivir e incluso crecer los agricultores chilenos? Sencillo, con 150 años de experiencia del uso del agua cordillerana conducida por los canales y con 80 años de experiencia en la construcción de pozos profundos.

Por eso, sostengo que Chile utiliza mejor el agua que ningún otro país en América del Sur. Cuenta con la experiencia, la cultura, el sol y la tierra apropiada.

Con acuíferos muy potentes de alta porosidad y mucha permeabilidad —ubicados estratégicamente a lo largo de los valles transversales— y con el excelente apoyo dirigido del Estado con la ley de riego y los convenios internacionales de exportación, están dadas las mejores condiciones de toda Latinoamérica para producir alimentos de la mejor calidad, cada vez en mayor cantidad.

Nuestra visión sobre este tema es inequívoca, hemos visto transformar campos eriazos donde no comía una cabra, en vergeles productivos de nueces, avellanos, ciruelas y paltos; hemos visto lugares despoblados y estériles convertidos en pequeños poblados de gente con trabajo y con futuro.

Nuevos caminos rurales, internet, escuelas, políclínicos, desarrollo en todos los sentidos, todo gracias al riego dirigido con estratégica habilidad.

¿Los pozos son más profundos? ¿Los canales hay que impermeabilizarlos? ¿Hay que construir nuevos embalses? Sí, todo eso es verdad y es parte del progreso. También debemos aumentar las obras de infiltración artificial, una técnica ya suficientemente probada. Por supuesto que sí, todo eso no desmejora nada, todo lo contrario, es evidente que la demanda de lo que Chile produce irá en aumento, es todo alimento saludable y cada vez más imprescindible.

Después de 25 años de dedicación a la construcción de pozos en Chile y viendo lo que nuestros clientes hacen a partir de nuestras obras, hay varias cosas que me quedan muy claras:

Nadie hace pozos para no usarlos y si hay especuladores, cada día son menos.

Nadie enciende una bomba sumergible para luego botar el agua.

Cada día hay más riego tecnificado.

Cada día hay más gente dedicada a la agricultura de precisión, con mejores trabajos y mejores remuneraciones.

El prestigio de Chile como país exportador de alimentos de calidad es cada vez más alto.

La diversificación de exportaciones es sumamente conveniente, más y mejor fruta, más salmones, más vino, carne, granos, etcétera, generan beneficios auténticos (dólares que llegan del exterior ocupando mano de obra local) y son recursos renovables.

La actitud de parte del Ministerio de Agricultura a lo largo de los años es la mejor: promover y ayudar sin poner palos en la rueda. Y la Dirección General de Aguas (DGA), evitando la especulación con las multas por no uso y controlando el uso correcto a través de la telemetría.

La sequía es un espanto, pero nos va a dejar tarde o temprano con una educación en torno al agua muy valiosa.

Hay mucho por hacer y eso por lo menos para mí es lo más atractivo de todo. 🌱

40 años dedicados al agua subterránea

La Compañía de Perforaciones nace en 1981 en Uruguay, nuestro país de origen, en medio de una intensa sequía que generó daños gravísimos a la producción. Hasta ese momento, los pozos se realizaban con máquinas de percusión con cable; y en un territorio con subsuelos mayoritariamente rocosos, las obras tardaban meses en construirse.

La particular geología hacía que los resultados fueran totalmente aleatorios y esto nos obligó a incorporar tecnología e innovación: importamos una pequeña, pero muy eficaz perforadora de origen sueco y aplicamos el “entubamiento simultáneo”, una técnica totalmente novedosa que permitió que la duración de las obras pasara de meses a días.

Aunque el problema del tiempo fue resuelto, seguíamos haciendo un porcentaje importante de pozos secos o poco productivos. Y frente a ello, resolvimos crear un departamento Hidrogeología, con profesionales especializados y tecnología para la búsqueda de agua subterránea. Comenzamos a utilizar geofísica y sondeos eléctricos verticales y nuestros indicadores cambiaron drásticamente. El nivel de acierto aumentó y con ello, nuestra productividad. Pudimos importar nuevas perforadoras y consolidar nuestra operación, transformándonos en la firma más requerida del país.

Tras 12 años de trabajo, la visión de ese momento nos trajo hasta Chile. Nuevas máquinas, nuevo mercado, nuevo país, pero siempre con la misma filosofía: entregar un producto a un precio justo, en forma oportuna y con absoluta transparencia hacia los clientes.

Nos instalamos en 1995 con un grupo muy reducido de colaboradores, con una sola máquina pero con toda la experiencia adquirida. Comenzamos a construir pozos de inmediato, adaptándonos a los cambios de geología, aplicando tecnología de avanzada, buscando aguas en mayores volúmenes, profundas y duraderas y garantizando obras pensadas para la sustentabilidad del recurso.

En estos 25 años hemos construido más de 2.600 pozos productivos en los más diversos lugares del territorio chileno, que ofrece todo tipo de escenario geográfico y geológico.

Nuestra base operativa, ubicada en Santiago, nos sitúa en un contexto de sequía. Pero la magnífica cordillera es una constante fábrica de nubes y de agua dulce de la mejor calidad, que nace en las altas cumbres y encuentra pendientes pronunciadas muy conductoras y un subsuelo sumamente receptivo.

Perforamos con varios métodos constructivos, respondiendo con la metodología apropiada según lo que la geología aconseja y demanda. Ejecutamos perforaciones tanto con entubamiento simultáneo como con *dual rotary* —popularmente conocido como Barber— según sea necesario, siempre con el mismo nivel de experticia. Nuestro estándar de operación incluye una infinidad de detalles de calidad y terminación que distinguen el producto final y le otorgan un sello de respaldo, prácticas honestas que van incluidas en nuestros presupuestos y que nuestros clientes valoran y vuelven a apreciar cada vez que nos renuevan su fidelidad.

Con Smart Wells, nuestra más reciente innovación, incorporamos la tecnología de telemetría al manejo del recurso, logrando que nuestros pozos transmitan en directo caudales bombeados, niveles y otros indicadores.

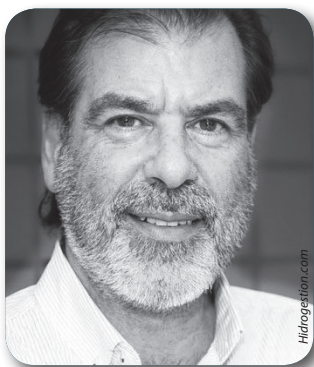
La Compañía Chilena de Perforaciones hoy está integrada por 50 personas que trabajan en equipo para hacer los mejores estudios hidrogeológicos, construir los mejores pozos e instalar los mejores sistemas de bombeo.

Tras 40 años de trabajo ininterrumpido, nos sentimos orgullosos de las tareas realizadas y del magnífico equipo de colaboradores que nos acompaña. Y cuando miramos hacia atrás, vemos clientes transformados en amigos con quienes hemos compartido algo extraordinario, algo que nos unirá espiritualmente para siempre: el alumbramiento del agua subterránea, una experiencia absolutamente mágica.



**COMPAÑÍA CHILENA
DE PERFORACIONES LTDA.**
agua subterránea

Los acuíferos como embalse regulador natural para épocas de sequía



Eugenio Celedón Cariola

Ingeniero civil hidráulico por la Pontificia Universidad Católica de Chile, cuenta con 40 años de experiencia en desarrollo de proyectos y consultorías en áreas de la ingeniería hidráulica e hidrogeología. Es socio y gerente general de Hidrogestión y fue presidente de Alhsud Chile durante tres periodos consecutivos.

Los acuíferos son volúmenes de agua que se forman y mantienen bajo el terreno natural, utilizando los espacios e intersticios entre las partículas del relleno sedimentario o el suelo que compone la estructura de un valle en una cuenca. En ellos, el agua que se acumula escurre a una velocidad significativamente lenta y su volumen almacenado se repone a partir de la percolación o infiltración natural que ocurre de las lluvias, el riego y/o los escurrimientos superficiales.

Dicho de otra forma, la recarga de los acuíferos depende del agua que escurre sobre la superficie del terreno y que es capaz de introducirse por los espacios libres que existen entre las partículas, rellenando el vacío en el volumen de suelo que constituye el relleno sobre la roca. Su recarga natural corresponde a un porcentaje variable —entre un 5% a un 25% de la

lluvia se infiltra en los suelos—, según las características de formación geológica de los valles. El resto de la lluvia escurre en forma superficial, formando los cauces y principales ríos, que de forma natural en Chile van de la cordillera hacia el océano.

Embalses subterráneos

La lentitud de escurrimiento que presentan las aguas subterráneas se debe a que sus velocidades de flujo resultan tortuosas entremedio de las partículas del suelo (apenas de metros por día, metros por mes o metros por año), ya que la facilidad de escurrimiento depende del tipo de suelo, lo que se denomina permeabilidad del material del relleno acuífero. De esta forma, se constituyen en una suerte de embalses subterráneos, es decir, grandes volúmenes de agua casi detenidas y cuyo escurrimiento —dada la

geografía del suelo local— se produce mayoritariamente de cordillera a mar, con una descarga hacia el océano que resulta de caudales muy pequeños, producto de la depositación de materiales finos en la desembocadura de los cauces.

Este fenómeno se produce debido al encuentro entre los flujos de crecidas con la masa de agua de mar detenida en los océanos y la disminución de las pendientes, por lo que la velocidad de los escurrimientos superficiales disminuye significativamente la velocidad del flujo y deposita los materiales más finos, generando una suerte de bloqueo del escurrimiento desde el valle hacia el mar. En esos sectores la permeabilidad es muy baja, a veces casi nula, generando una descarga al mar de caudales más pequeños, los que en general no superan los 100 litros por segundo (l/s).

La estructura geológi-

ca de la geografía de Chile está constituida por valles transversales que nacen en la cordillera y van hasta el mar en su desembocadura. Estos valles, a su vez, están organizados por cordones de cerros que los encauzan y que en muchos lugares tienden a juntarse, formando “gargantas” o estrechamientos laterales del cauce, que generan un levantamiento del basamento rocoso. Esta formación, aguas arriba de estos, produce una zona de mayor profundidad que se constituye en un embalse natural dentro del acuífero, el cual es capaz de acumular el agua subterránea de forma tal que prácticamente inmoviliza esos volúmenes, haciéndolos disponibles para poder ser extraídos en épocas de sequía, donde al disminuir las precipitaciones, los flujos superficiales son menos significativos o simplemente desaparecen.

El aprovechamiento de estos recursos subterráneos como compensación a la falta de aguas superficiales en épocas de sequía no es una novedad en el país. Se ha utilizado principalmente como solución para suplir la demanda agrícola que se requiere en épocas críticas. El Estado, a través de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) —fundadora de la especialidad de agua subterránea en Chile en la década de 1950— impulsó la campaña de aprovechamiento de aguas subterráneas para utilización agrícola

“

La inversión en el uso intensivo de las aguas subterráneas como recurso alternativo para compensar la falta de agua superficial en épocas de crisis por sequía, resulta una solución muy efectiva, de gran valor, sostenible, segura y significativa.

”

durante la profunda sequía de 1968 y 1969. Construyó pozos a orilla de trazados de los canales de riego para descargar agua subterránea en aquellos canales que no contaban con disponibilidad de recursos superficiales, dada la disminución significativa de las lluvias, iniciativa que se denominó Plan Sequía.

Actualmente, el desarrollo tecnológico y la disponibilidad de mayores herramientas de conocimiento permiten maximizar el aprovechamiento de estos recursos. A través de métodos de geofísica, modelación numérica predictiva, nuevas tecnologías y mecanismos de construcción de pozos —que han logrado significativos aumentos de velocidades de perforación y que alcanzan con mayor facilidad grandes profundidades y diámetros de habilitación—, uso de materiales con mayores resistencias y más desarrollados (cribas de ranura continua y bombas de pozo profundo de motores su-

mergidos), desde la superficie, permiten determinar la topología, geometría y características de la formación de los rellenos sedimentarios en una cuenca, así como su espesor y la profundidad de los diferentes estratos

Esta información proporciona la capacidad de precisar los sectores más productivos de un valle, evaluar y determinar con anticipación su volumen y estimar dónde se ubican las mejores condiciones de permeabilidad para disminuir el valor total de la inversión necesaria en obras de captación, maximizando la obtención de caudales de extracción de aguas subterráneas.

De esta forma, diseñar un sistema productivo de aguas subterráneas de extracción masiva —mediante la construcción de baterías de pozos colectivos en una cuenca— constituye una forma de lograr importantes caudales disponibles del acuífero para que en épocas de sequía se puedan reem-

plazar los recursos de caudales superficiales faltantes de escurrimientos superficiales.

Para beneficio de todos los usuarios, estos recursos pueden o deben ser administrados por organizaciones de usuarios como lo son las juntas de vigilancia o las asociaciones de canalistas, o eventualmente, por organismos del Estado encargados de resolver los problemas hídricos, como la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), la Dirección General de Aguas (DGA), la Comisión Nacional de Riego (CNR) u otros, que con una inversión menor respecto de otras formas de infraestructura, pueden generar soluciones de abastecimiento que resuelvan los momentos críticos de los periodos más exigentes en una época de sequía.

Experiencia del valle del Aconcagua

Un ejemplo contemporáneo sobre el aprovechamiento de embalses subterráneos en épocas de sequía es la experiencia del valle del Aconcagua, desarrollada en la década de 2001 a 2010 por la DOH a través de la Mesa Técnica. La iniciativa, de carácter público-privada, tuvo por objetivo brindar una solución al proyecto de riego integral del valle y buscó reemplazar la construcción del embalse Catemu —impugnado por los usuarios de esa zona— sustituyéndolo por el aprovechamiento del embalse subterráneo de los acuíferos

de la cuenca del Aconcagua.

Para lo anterior, se diseñó la construcción de baterías de pozos de captación que produjeran un caudal equivalente a un flujo de descarga del embalse superficial, buscando las mejores ubicaciones posibles de aprovechamiento del agua subterránea, determinadas en tres zonas distintas: Curimón, Panquehue y Llay-Llay. En estos sectores se construyeron alrededor de 52 pozos, que en total sumaron y produjeron un caudal de 14 metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Estos pozos, que inicialmente se pensaron como infraestructura del sistema de riego normal de la cuenca, se transformaron en elementos esenciales para la supervi-

vencia del valle en el contexto de la prolongada sequía que golpeó fuertemente el centro-norte del país y que desde 2006 a la fecha —situación que no existe anteriormente en la estadística hidrológica de Chile, de la cual se tiene registros desde 1870— constituye la crisis de mayor duración en la historia hídrica de Chile.

Así, durante el período más grave de sequía para el valle del Aconcagua (2010 a la fecha), se toma la decisión de poner en funcionamiento los sistemas de baterías de pozos colectivos con descarga a los canales de riego y al río Aconcagua. Lo anterior, con el objetivo de compensar los déficits de agua superficial y atender las demandas

de riego mediante el aprovechamiento del embalse subterráneo. De esta forma, con un caudal promedio del orden de los $11 \text{ m}^3/\text{s}$ se logra resolver una situación precaria de riego, fundamentalmente para las zonas altas de la primera y tercera sección del valle, dando también abastecimiento con parte de sus recursos al agua potable de las ciudades de Valparaíso y Viña del Mar, mediante las baterías de pozos existentes en el sector de Llay-Llay.

Experiencia en el Norte Grande

La experiencia del valle del Aconcagua sirvió de referente para la región de Coquimbo y fue replicada con el objetivo de ayudar a resolver los

problemas de abastecimiento en la época de sequía de las cuencas principales de los ríos Choapa, Limarí y Elqui. En efecto, en los momentos más críticos de la sequía que afectó a esta región en 2014, el gobierno regional, a través de los organismos fiscales y canalizando las inversiones mediante el programa de innovación de Corfo Innova, destinó recursos para poder desarrollar iniciativas que ayudaran a resolver los problemas de sequía.

En dicha oportunidad, para las cuencas principales de la región, través de Hidrogestión se propuso llevar adelante un estudio detallado de la morfología, geometría y caracterización de los acuíferos, de forma tal que pudie-

Figura 1: Ubicación de las baterías de pozos en el valle del río Aconcagua.

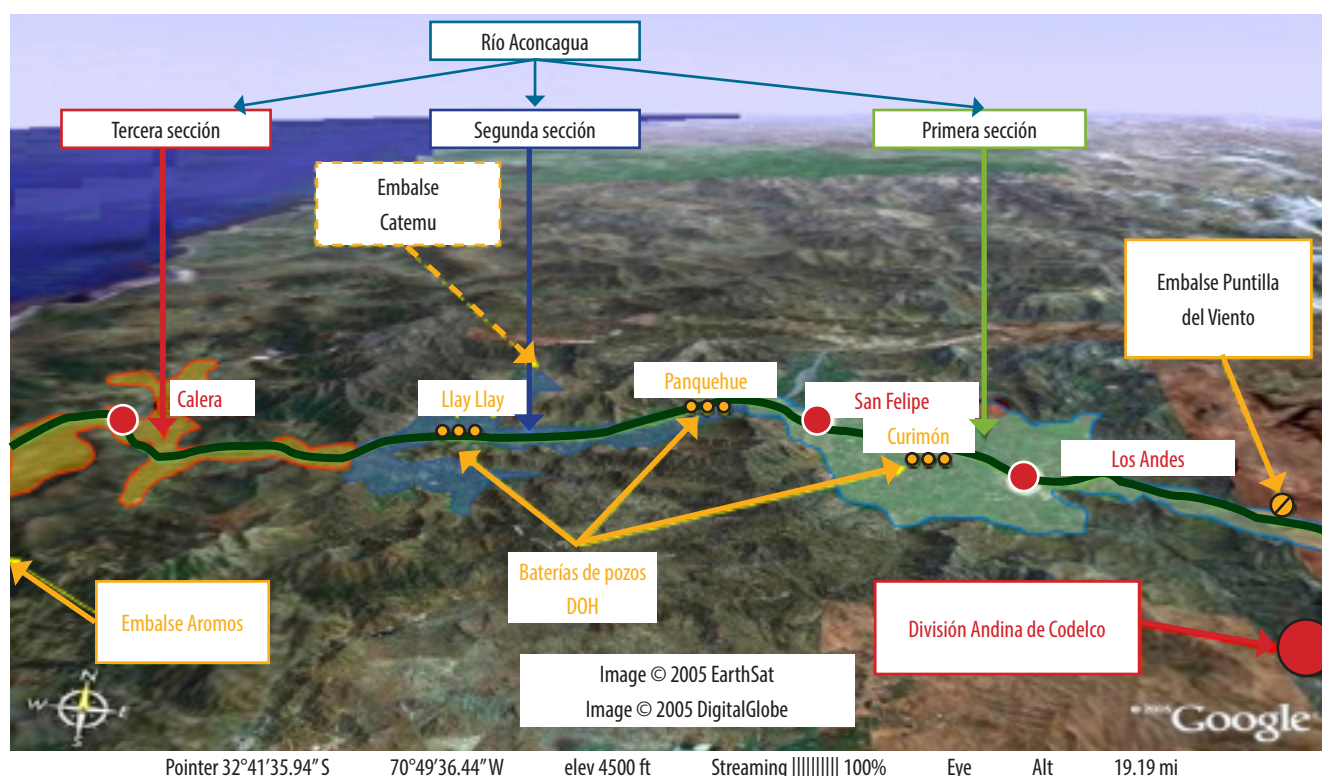
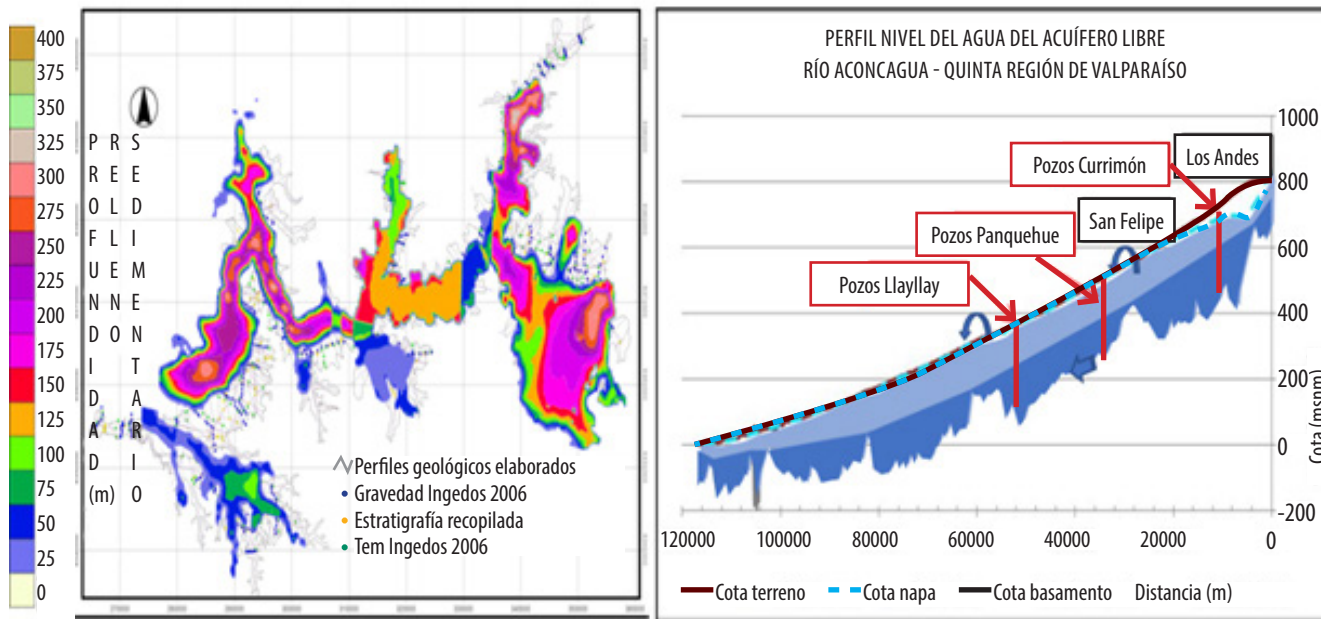


Figura 2: Profundidades del basamento y perfil longitudinal del valle del río Aconcagua.



ra evaluarse la existencia de embalses subterráneos significativos y condiciones de los acuíferos que permitieran la explotación masiva del agua subterránea, como un recurso alternativo a la falta de las aguas superficiales.

La primera cuenca elegida para su evaluación fue la del valle del Choapa, por disponer de una cantidad significativa de agua subterránea y augurar, por tanto, resultados promisorios. La dificultad estuvo dada por su condición de limitación de extracción de aguas subterráneas, proveniente de la resolución de la Dirección General de Aguas (DGA), que declaró área de restricción para sus acuíferos.

La limitación antes descrita tuvo su origen en la alta conectividad existente entre el escurrimiento superficial en el estrecho cauce del río Choapa, respecto de los acuíferos asociados al valle del

mismo río, producto de las altas permeabilidades impetrantes. Esto significaba que, frente a extracciones importantes o masivas del recurso subterráneo, la conexión con el río hacía disminuir los caudales superficiales que portaba el cauce, disminuyendo los recursos de los titulares de derechos de agua superficial en esa zona, razón por la cual se limitó la capacidad de explotación de agua subterránea.

El proyecto consistió en buscar lugares apropiados para extraer masivamente aguas subterráneas de sectores que constituyeran “embalses subterráneos” con importantes volúmenes concentrados, ubicados en zonas asociadas a la existencia de canales matrices de distribución de aguas de riego. Se construyeron baterías de pozos colectivos que descargarán aguas subterráneas a los canales, compensando el

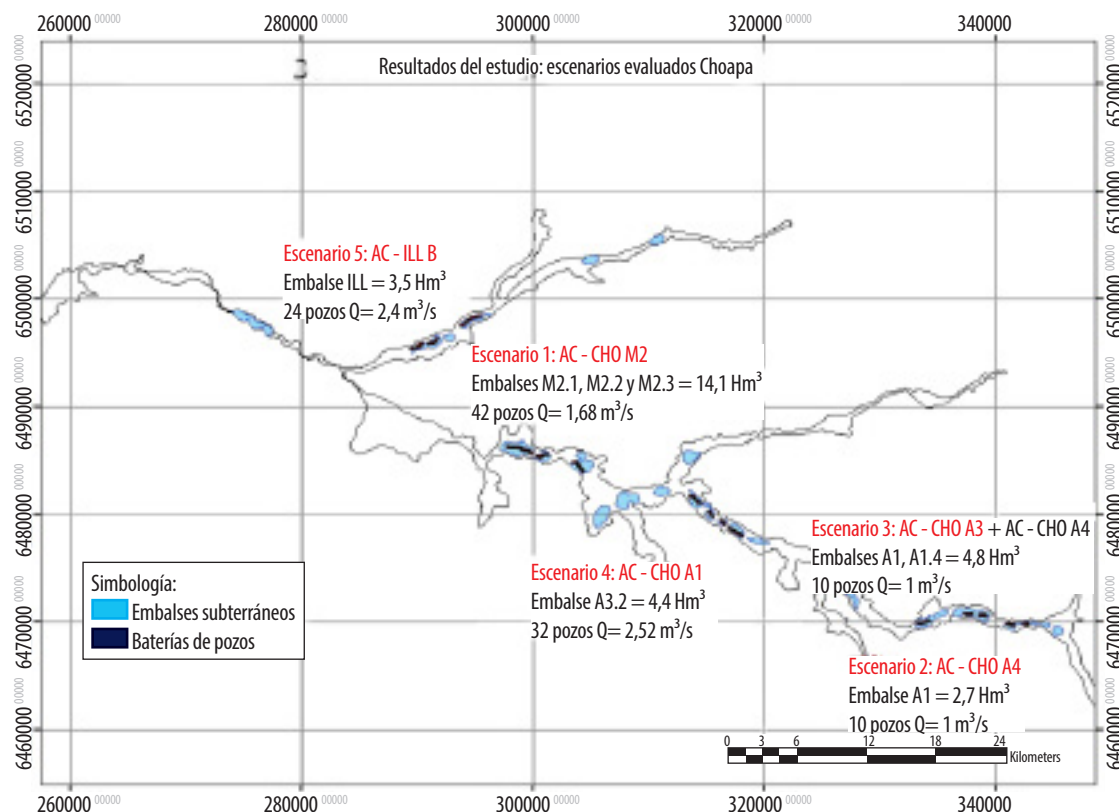
déficit hídrico superficial del período seco, de forma tal que los titulares de derechos superficiales pudiesen disponer de los recursos para el riego de la superficie agrícola con la menor merma posible.

Entre 2014 y 2016, se realizó un estudio geofísico y un levantamiento gravimétrico para determinar la geometría del relleno sedimentario y conocer las profundidades de la roca. Asimismo, se determinaron las permeabilidades de cada zona a partir de las experiencias de bombeo conocidas y obtenidas de los expedientes de pozos que tramitaron derechos de agua y se analizaron también las condiciones de piezometría o profundidad de nivel estático del acuífero a lo largo del valle. Y por último, se determinaron las demandas y zonas de riego, desarrollando un modelo numérico hidrogeológico integral de la cuenca.

Mediante esta herramienta se evaluaron distintos sectores potenciales de ubicación y construcción de baterías de pozos colectivos de explotación masiva de aguas subterráneas, llegando a resultados positivos para 4 o 5 sectores principales que cumplieran con las características necesarias y de forma natural en los acuíferos.

Se estudiaron diversos escenarios para optimizar la inversión en la obra global, optando por sectores ubicados entre la parte alta y la zona media del valle, ya que cumplieran con la condición de poder extraer importantes caudales de compensación de los derechos o acciones de agua superficial de los diferentes canales matrices de distribución de riego en el valle. Asimismo, el análisis económico mostraba que la capacidad de riego alterna-

Figura 3: Ubicación de las baterías de pozos en el valle del río Aconcagua.



tiva permitía ingresos por recuperación de superficies que de otra manera no habrían podido ser explotadas agrícola-mente. De esta forma, la inversión en infraestructura de las obras se recuperaba en menos de 3 años.

Concluida con éxito esta etapa, se inició una segunda fase —también financiada por Corfo Innova y el gobierno regional— cuyo objetivo fue el diseño de ingeniería de dos baterías de pozos colectivos en el valle del Choapa, las cuales permitieran alimentar y fortalecer los dos principales canales matrices de la zona (el canal Silvano y el canal Breas) para la distribución del agua subterránea como compensación de las aguas

superficiales faltantes. Su funcionamiento y autorización de extracción de aguas subterráneas se acogería a los decretos de emergencia hídrica generados por la DGA, frente a la situación crítica de sequía existente en la cuenca, con el beneficio adicional de generar trabajo en los sectores agrícolas de la región y de evitar al máximo los problemas de tipo social.

De la mano de la Junta de Vigilancia del Río Choapa, el inicio de esta segunda etapa, en 2018, coincide con el periodo más crítico de sequía para el valle (2010–2018), época en que los recursos superficiales alcanzaron la condición mínima de reparto de un 30% sobre la disponibilidad de un

caudal normal y que para inicios del verano 2019–2020, el reparto o desmarque del río era de solo un 15%.

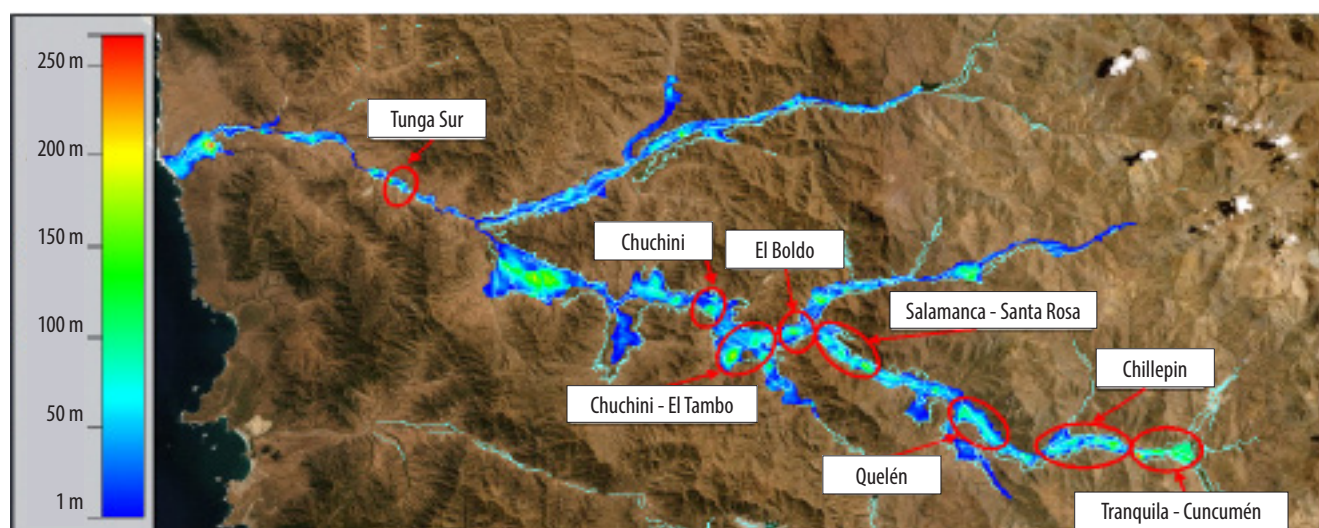
Frente a la crítica realidad de la cuenca, se propuso iniciar parte del desarrollo del proyecto con obras ejecutadas paralelamente al diseño, seleccionando un conjunto de canales matrices que pudieran ser fortalecidos con 12 pozos de producción de aguas subterráneas a lo largo del valle. Los dos sectores principales, definidos para las baterías de pozos colectivos del Choapa, se sumarían descargando con 6 pozos adicionales al canal Silvano y otros con 3 pozos al canal Breas.

Ejecutadas las obras de Emergencia Sequía durante

2020, se construyeron 4 pozos: 2 en el sector de Breas y 2 en el sector de Silvano, todos con excelentes resultados y producciones individuales de entre 70 y 100 litros por segundo, confirmando el diagnóstico del estudio y haciendo efectiva la puesta en marcha de un piloto de las baterías de pozos proyectadas. Todos los pozos fueron implementados con sistemas de control y telemetría.

A partir del éxito de los análisis técnicos realizados en el valle del Choapa y la experiencia práctica obtenida en el valle del Aconcagua respecto de la resolución de problemas de sequía mediante la explotación de baterías de pozos colectivos,

Figura 4: Profundidades de basamento y principales embalses subterráneos en Choapa.



se continuó con un análisis similar para la cuenca principal del Limarí, con sus cauces más importantes entre la cordillera y el mar, y para el valle del río Elqui, bajo el Embalse Puclaro y el sector aledaño de Pan de Azúcar. El primero como un estudio terminado y en el Elqui con un estudio aún en desarrollo.

Baterías de pozos colectivos para la cuenca del Limarí

El estudio de la cuenca del Limarí —que se analizó replicando las condiciones de sequía del periodo de 1995 a 2016— también ha dado resultados favorables con la existencia de baterías de pozos colectivos de aguas subterráneas de compensación hasta el 80% del caudal normal. Se demuestra que, a lo menos, existen siete lugares donde pueden explotarse masivamente los recursos de agua subterránea, para un caudal del orden de 7

m³/s, producto de la existencia de embalses de regulación natural en el acuífero.

En cuatro de los siete casos asociados a la planicie de la meseta central y zona de desembocadura se presentan magnitudes y análisis económicos positivos, que permiten mantener la producción de una superficie agrícola sin merma por baja de superficie de riego. Lo anterior producto de que la disminución del caudal superficial es reemplazada por los recursos de agua subterránea producidos con baterías de pozos colectivos.

Positivos resultados

La evaluación económica de las inversiones, explotadas solo en los periodos de sequía (el 50% del año en un plazo de 30 años), presenta un resultado de valor actualizado neto positivo, a una tasa del 10% de rentabilidad, con resultados de recuperación anual de los acuíferos

y un impacto sobre el volumen embalsado menor al 1% en el periodo total.

El valor de los análisis realizados para las diferentes cuencas —y que se ha podido verificar en la práctica con resultados reales y efectivos de las obras construidas— muestra resultados congruentes con los pronósticos de los estudios realizados. Esto tanto en la bondad de la solución y las ubicaciones definidas para las obras,

como en la producción de un caudal de reemplazo al déficit de las aguas superficiales, lo que en sí mismo significa un gran valor para los usuarios agrícolas y la capacidad productiva de la región. Los resultados obtenidos en los distintos proyectos se observan como positivos para la población y habitantes de la zona, ya que mantienen su capacidad comercial y sus fuentes de empleo, al mismo tiempo que apor-

Figura 5: Pozo de la batería de Breas.



tan a la caracterización y conocimiento de la formación geométrica, morfológica y del funcionamiento de los acuíferos de la cuenca.

En el caso del Limarí, la caracterización hidrogeológica

de las zonas altas de los valles del Limarí—que resultan más estrechos, con altas pendientes y rellenos sedimentarios de menor potencia que los sectores más planos de la meseta central—justifica

el uso de recursos de menor envergadura en aguas subterráneas que en la zona de la meseta central y las zonas más bajas, donde se ha verificado la existencia de sectores con volúmenes de embalse

subterráneo que permiten el sostenimiento y acumulación del recurso, pese a la disminución de las recargas.

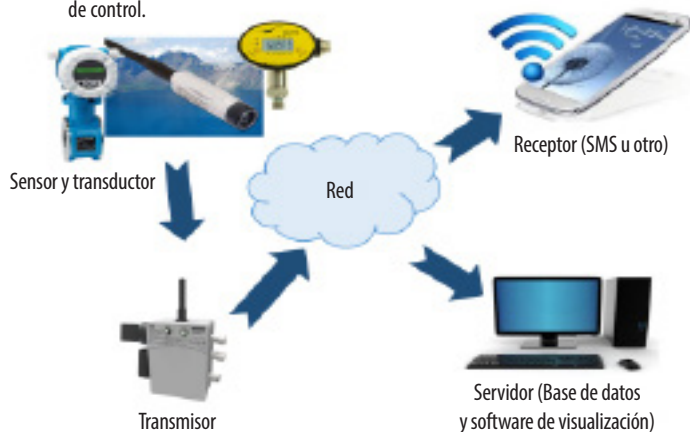
Estos antecedentes, objetivos y valorizados, son muy valiosos para poder desarro-

Figura 6: Esquema de implementación sistema de telemetría y control para las baterías de pozos.

IMPLEMENTACIÓN SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL

SISTEMA DE TELEMETRÍA

Sistema de monitoreo de propiedades físicas y químicas que permite medir de estas propiedades de forma remota y posteriormente enviar esta información a un centro de control.



MEDICIÓN DIRECTA - SCADA

Del inglés "Supervisory Control and DataAcquisition"

Sistema de supervisión, control y adquisición de datos

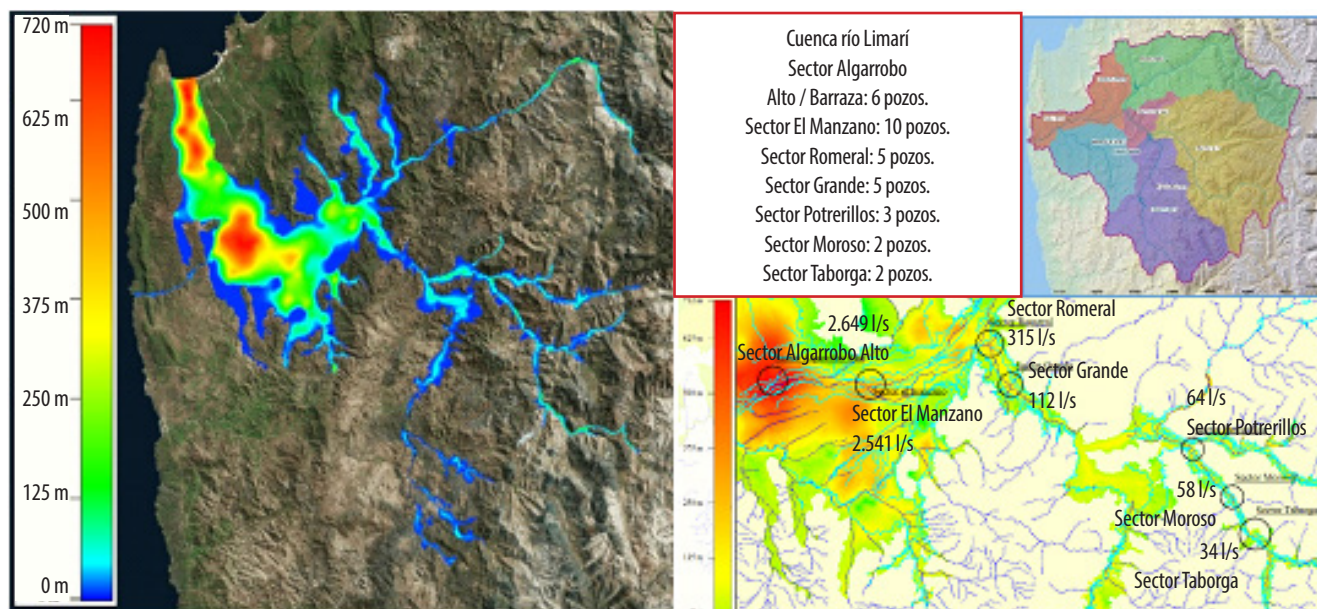
Permite no solo obtener información, sino también tomar acciones (**controlar**, según las mediciones realizadas de forma remota.

Estas acciones pueden ser determinadas de forma automática (sistema automatizado) o a través de un operador que recibe la información en una central de control



- Sensores
- Ultrasonido (altura)
- Caudalímetro (pozos)
- Presión hidrostática (embalses)
- Clima (evapotranspiración)
- Calidad de aguas
- Otros

Figura 7: Profundidades y productividad de explotación de los embalses subterráneos del valle del Limarí.



llar una buena gestión en el uso combinado de los recursos hídricos de la cuenca, mediante la explotación masiva de aguas subterráneas para soluciones de riego agrícola.

La posibilidad de redistribuir temporalmente los recursos permite lograr un mejor aprovechamiento para una atención más adecuada de todos los usuarios, dejando el mayor uso de las aguas superficiales en las zonas más altas y con menos respaldo hidrogeológico y haciendo más intensiva la explotación del agua subterránea en los sectores de la meseta central, que cuenta con volúmenes disponibles que

permiten una explotación masiva sin afectación, con disponibilidad sostenida y con una seguridad de recuperación de los acuíferos en el tiempo, para no afectar a los titulares de derecho. Asimismo, permite disponer de información sobre la existencia de recursos suficientes para atender el abastecimiento de otras demandas, como las necesidades de los sistemas de agua potable rural y otras formas de atención a las demandas locales.

En consecuencia, los análisis realizados para diferentes valles principales de la zona norte y central de Chile,

entre los que están el valle del Aconcagua, valle del Choapa, valle del Limarí y el valle del Elqui —que en forma periódica y sostenida se han visto afectados por extensos periodos de sequía— muestran que la inversión en el uso intensivo de las aguas subterráneas como recurso alternativo para compensar la falta de agua superficial en épocas de crisis por sequía, resulta una solución muy efectiva, de gran valor, sostenible, segura y significativa para reemplazar la ausencia de los recursos de aguas superficiales.

Si se suma que entre las regiones de Atacama y del

Maule se concentra prácticamente el 60% de la producción del PIB del país, estas soluciones cobran aún más relevancia. Evitan perjudicar en forma significativa la capacidad de producción agrícola y las inversiones que se han realizado en plantaciones y producciones de exportación, siendo mucho más económica (en términos de valores de inversión, capacidad, velocidad constructiva, y magnitud de la construcción) que la solución de embalses superficiales, que requieren de una mayor cantidad de estudios y de la pérdida de importantes áreas productivas. 🌱

Asesoría Estratégica para la Viabilidad Ambiental de Proyectos

Recursos Hídricos de SGA

Aportando al desarrollo y sustentabilidad del país

Somos 20 profesionales de distintas disciplinas trabajando juntos para tus mejores soluciones:

- Geólogos
- Ingenieros Geólogos
- Hidrogeólogos
- Ingenieros Hidráulicos
- Geógrafos
- Ingenieros Ambientales
- Ingenieros Industriales
- Ingenieros Químicos

Mesa Nacional del Agua



Óscar Cristi Marfil

Ponencia realizada durante el Primer Webinar 2020 de Alhsud Chile: "Mesa Nacional del Agua: primer informe, consulta digital y próximos pasos".

Oscar Cristi es director general de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP), ingeniero comercial por la Universidad de Chile y PhD en Economía de Recursos Naturales por la Universidad de Maryland.

En octubre de 2019, el presidente Sebastián Piñera presentó la Mesa Nacional del Agua con el objetivo de proponer un plan para enfrentar la crisis hídrica, orientando el trabajo en las siguientes tres acciones:

- Establecer los contenidos centrales de una política hídrica de largo plazo.
- Proponer la infraestructura hídrica necesaria y mejorar la forma de gestión del agua en las cuencas en el mediano y largo plazo.
- Definir los principios básicos del marco legal e institucional para sustentar una política hídrica de largo plazo.

La Mesa Nacional del Agua es un trabajo desarrollado de manera transversal, con representantes del sector público —específicamente de los ministerios vinculados con el agua, como el Ministerio de Obras Públicas el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Minería, el Ministerio de Energía y el Ministerio de Medio Am-

biente—, actores del Poder Legislativo —a través de un grupo de diputados y senadores de distintas bancadas— y representantes de la sociedad civil provenientes del sector de la minería, agricultura y sistemas de Agua Potable Rural (APR), entre otros.

A partir de la participación de diversos actores se generó una lista de 26 personas que constituyeron esta Mesa presidida por el Ministro de Obras Públicas y en la cual el director general de la Dirección General de Aguas (DGA) ha actuado como secretario ejecutivo

La particularidad de este proceso radicó en que la discusión de una nueva política hídrica se produce en el marco de la sequía más extrema de la que se tiene registro en el país.

Diagnóstico compartido

La primera etapa consistió en un análisis a partir de la revisión de las políticas y estrategias trabajadas de manera previa en Chile, siendo todas estas muy coincidentes. Posterior-

mente, se efectuó una revisión de la disponibilidad del recurso hídrico, cuya principal fuente fue el Balance Hídrico Nacional de la Dirección General de Aguas (DGA) para la zona norte, centro y sur del país, así como la información recopilada por el Centro UC Cambio Climático, cuyos datos dan cuenta de que el futuro será de menor disponibilidad hídrica, lo que obliga a generar medidas de mayor resiliencia con respecto al agua.

Posterior a esta etapa de diagnóstico y revisión de disponibilidad, se observó el ítem de consumo humano, en el que el sector urbano es más avanzado y con mayores logros respecto del sector rural. En tanto, en relación a la calidad de los ecosistemas relacionados con el agua, se evidencian deficiencias en lo que respecta a las normas secundarias y los problemas relacionados con la contaminación generada a partir de los distintos sistemas productivos.

Finalmente, sobre la institucionalidad del agua, de acuerdo con el diagnóstico

del Banco Mundial, existe una gran cantidad de instituciones que requieren de una coordinación y un liderazgo que actualmente es inexistente.

Desafíos y ejes

A partir del diagnóstico compartido (sobre políticas y estrategias, disponibilidad, consumo humano, calidad y ecosistemas e institucionalidad del agua) para el Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua se identificaron tres desafíos a partir de los cuales se desarrollaron once ejes. Tal como se observa en la *Figura 1*, los desafíos fueron (1) la seguridad hídrica, (2) la calidad del agua y ecosistemas y (3) el marco legal.

En cuanto a los ejes, el primero de estos refiere al acceso universal al agua y saneamiento; el segundo al plan de infraestructura hídrica y nuevas fuentes; y

“

A partir del diagnóstico compartido sobre políticas y estrategias, disponibilidad, consumo humano, calidad y ecosistemas e institucionalidad del agua, para el Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua se identificaron tres grandes desafíos: seguridad hídrica, calidad de las aguas y ecosistemas y marco legal.

”

el tercero a la planificación estratégica de cuencas.

En lo que respecta al desafío de calidad de las aguas y ecosistemas, se trabajó como cuarto eje en la protección de ecosistemas; en la gestión sustentable de acuíferos

como quinto eje; y en la protección de glaciares como sexto eje.

Y en el desafío del marco legal, el séptimo eje fue el de identificación de principios básicos, seguido por el octavo eje sobre la institucionalidad pública y un

noveno sobre la institucionalidad a nivel de cuencas.

Finalmente, de manera transversal se trabajó en los ejes de (10) investigación e información pública, (11) eficiencia hídrica y educación sobre el uso del agua y (12) financiamiento.

Dada la diversidad de temas, la Mesa Nacional del Agua acordó generar mesas técnicas que abordarían paulatinamente cada uno de estos tópicos, con diversos expertos que pudieran aportar de manera puntual en cada ámbito de competencia.

Así, por ejemplo, la Dirección General de Obras Públicas se comprometió a presentar un plan de infraestructura hídrica durante 2020. La planificación estratégica de cuencas, en tanto, quedó en manos de la DGA. Y en lo que respecta el marco legal, en materia de institucionalidad a nivel de cuencas, el trabajo se enfocó en un proyecto de organizaciones de usuario, con consultas a las distintas juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas y comunidades de aguas subterráneas, con un plazo determinado para la recepción de opiniones.

El eje sobre investigación e información pública, a cargo del Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, ha buscado, en tanto, evaluar la data y definir cuáles son las normas de homogenización de la información,

Figura 1: Desafíos y ejes identificados en el primer informe de la Mesa Nacional del Agua.

DESAFÍOS	EJES
Seguridad hídrica	1. Acceso universal al agua y saneamiento 2. Plan de infraestructura hídrica y nuevas fuentes 3. Planificación estratégica de cuencas
Calidad aguas y ecosistemas	4. Protección ecosistemas 5. Gestión sustentable acuíferos 6. Protección glaciares
Marco legal	7. Identificación principios básicos 8. Institucionalidad pública 9. Institucionalidad a nivel de cuencas
	10. Investigación e información pública 11. Eficiencia hídrica y educación sobre el uso del agua 12. Financiamiento

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

cuáles debiesen ser las fuentes y cuál es la institucionalidad más adecuada para gestionar toda la información generada en materia de recursos hídricos desde los diversos organismos involucrados.

Consulta digital

Una de las decisiones que tomó la Mesa Nacional del Agua fue la de realizar

una consulta para validar cada uno de los desafíos y ejes, esto con el objetivo de profundizar y validar el diagnóstico elaborado por la Mesa y dar legitimidad al trabajo de esta.

El proceso se dividió en dos etapas: una consulta digital y mesas virtuales de participación ciudadana, con un primer momento de recolección de informa-

ción que sirvió de insumo para la segunda fase. Esta consulta contó con la participación de 41.358 personas en 1,5 meses.

Posterior a la recepción de respuestas, se realizó un trabajo de validación de los participantes, corroborando los RUT y realizando los respectivos cruces para determinar el número de personas y las características de estos.

Caracterización de los participantes

Tal como se observa en la *Figura 2*, una de las consultas realizadas a los usuarios fue respecto de la fuente de agua utilizada, la que muy mayoritariamente proviene de empresas sanitarias (71,72%), seguida por el agua potable rural (14,73%) y las norias o pozos (6,69%). Lo anterior da cuenta de que una parte im-

Figura 2: Resultados y caracterización de los participantes de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

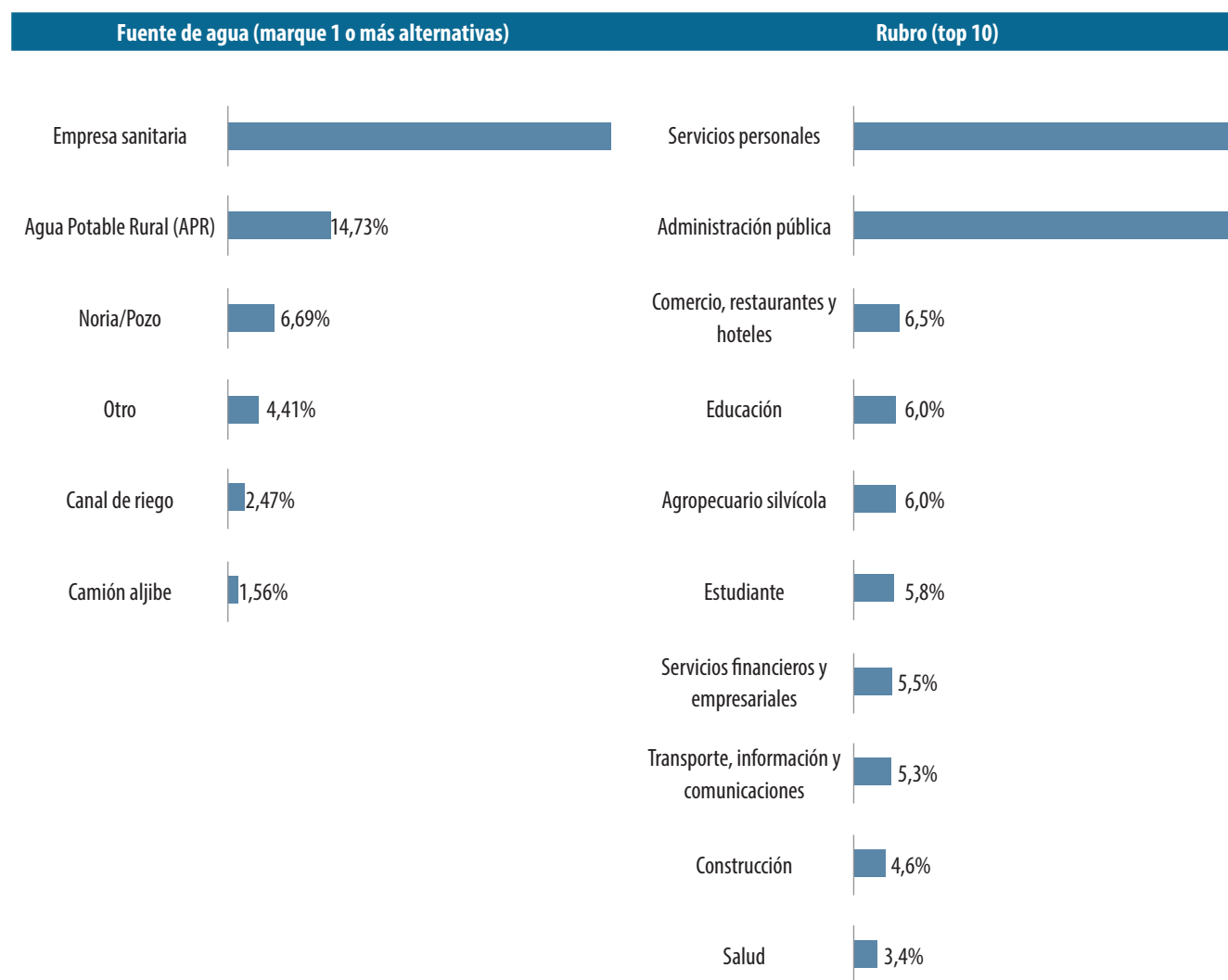
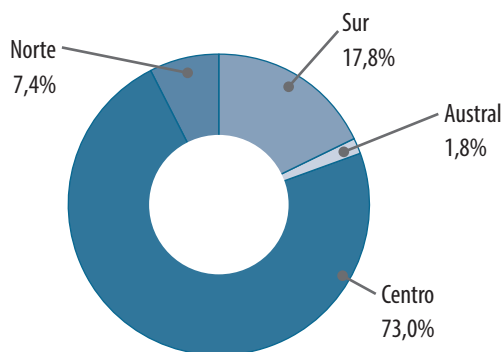
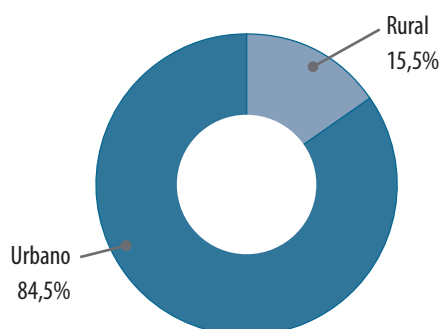
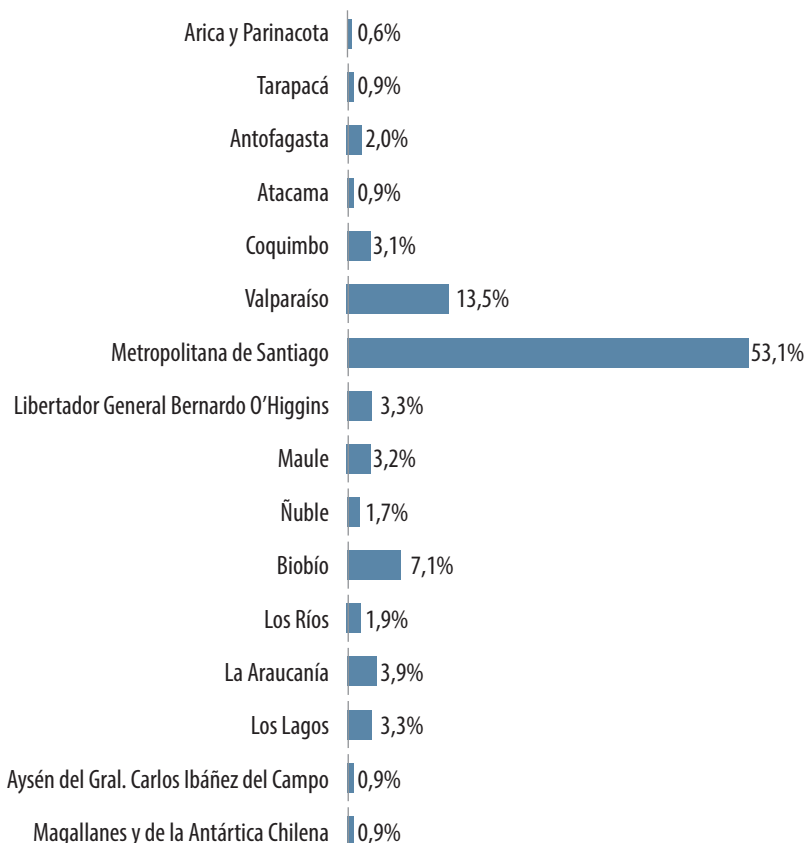


Figura 3: Caracterización geográfica de los participantes de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.**Respuestas por macrozona****Respuestas por región****Respuestas por región**

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

portante de los participantes pertenece a sectores urbanos.

En lo que respecta a la actividad que realizan quienes respondieron la consulta digital, en su mayoría, los usuarios declararon desempeñarse en el rubro de servicios y administración pública, mientras que solo un 6% respondió pertenecer al sector agropecuario silvícola.

Respecto de la caracterización geográfica, como lo demuestra la *Figura 3*, la zona centro fue la que reunió la mayor cantidad de participantes por macrozona, con un 73%; seguido por la zona sur, con un 17,8%; y la zona norte, con un 7,4%. Asimismo, las respuestas emanaron mayoritariamente del sector urbano, con un 84,5%.

Y en lo que respecta a las regiones con mayor participación, estas provienen de la Región Metropolitana (53,1%), Región de Valparaíso (13,5%) y Región del Biobío (7,1%).

Resultados de la consulta

Para la profundización de los contenidos, se trabajó en la búsqueda de prioridades y preferencias de los participantes respecto de siete grandes temas: (1) usos prioritarios, (2) principales desafíos, (3) rol de Estado, (4) principios básicos de las leyes, (5) sequía, (6) nuevas fuentes y (7) educación.

Así, se realizó una consulta sobre cada uno de estos siete tópicos, en la que cada usuario tuvo la posibilidad de escoger tres alternativas de un total de ocho anunciados.

Usos prioritarios

Ante la pregunta “¿cuáles considera que deben ser los usos prioritarios del agua?”, las opciones de mayor preferencia fueron las siguientes: consumo humano, con un 98,9%; uso agropecuario, con un 82,1%; y uso medio ambiental, con un 76,4% (ver Figura 4).

Estas cifras dan cuenta de la necesidad de generar equilibrios entre estos tres usos, generando un trabajo conjunto frente al consumo humano y el uso agrícola-ganadero y medio ambiental del agua.

Principales desafíos

Ante la consulta *¿cuáles cree que son los principales desafíos relacionados con el agua?*, las respuestas se inclinaron mayoritariamente por la conservación de fuentes naturales de agua, seguida por los aspectos relativos al marco normativo (leyes y propiedad de las aguas).

Como se observa en la Figura 5, se evidencian variaciones por macrorregión. Por ejemplo, el desafío de soluciones a la falta de agua es más relevante en el sector rural que urbano, mientras que el desafío de asegurar la calidad de las aguas se acenúa en la macrozona norte.

Rol del Estado

Sobre “¿cuáles son los principales desafíos que debe asumir el Estado para avanzar en temas relacionados con el agua?”, la prioridad se sitúa en asegurar el acceso para el consumo humano de agua

potable (75,24%), seguida por la protección del medio ambiente (54,5%), la preservación de la sustentabilidad de las aguas subterráneas (34,9%) y el perfeccionamiento de las fiscalizaciones en materia de aguas (34,1%) (ver Figura 6).

Principios básicos

Respecto de *¿cuáles son los principios básicos que deberían contener las leyes de aguas?*, los participantes priorizaron por la necesidad de asegurar el acceso al agua como derecho humano fundamental para uso personal y doméstico (77,6%), seguido por el establecimiento de un adecuado equilibrio entre el uso productivo del agua, el consumo humano y el cuidado del medio ambiente (70,4%). En tercer lugar, con un 37,7%, se ubicó el principio regulador y fiscalizador del Estado.

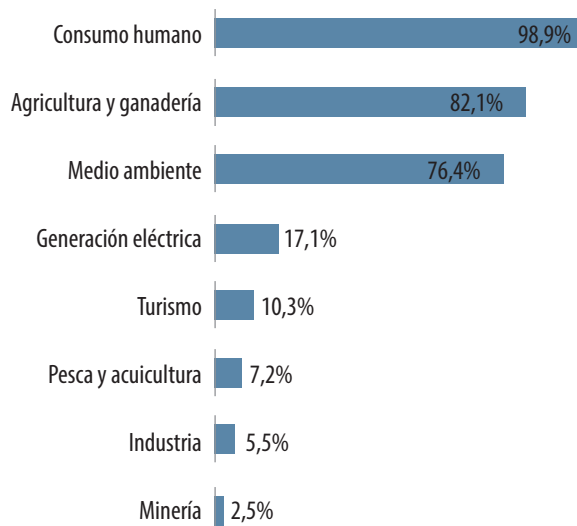
Sobre estas prioridades, en las macrozonas sur y austral, se observa que el aseguramiento del acceso al agua es mayor que en las macrozonas norte y centro (ver Figura 7).

Cómo superar la sequía

Medidas relativas a la conservación de los ecosistemas (ríos y lagos, entre otros), de fiscalización de las aguas y de fortalecimiento al rol e institucionalidad de las aguas se ubican como prioritarias frente a la pregunta sobre *¿qué acciones se debe-*

Figura 4: Resultados de las preguntas de contenido (usos prioritarios del agua) de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

¿Cuáles considera usted que deben ser los usos prioritarios del agua? (Marque 3 alternativas)



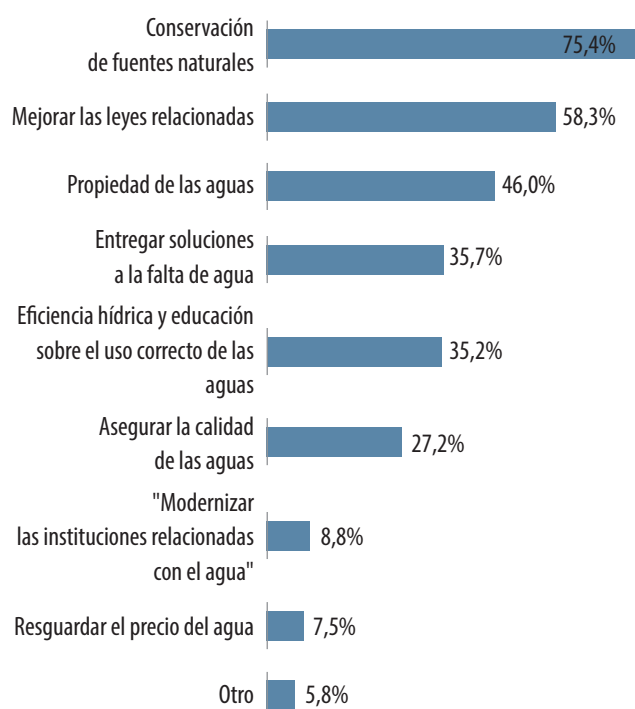
Respuestas	Norte	Centro	Sur	Austral
Consumo humano	99%	99%	99%	100%
Agricultura y ganadería	87%	82%	81%	81%
Medio ambiente	76%	76%	77%	78%
Generación eléctrica	13%	18%	16%	16%
Turismo	8%	9%	14%	15%

Respuestas	Rural	Urbano
Consumo humano	99%	99%
Agricultura y ganadería	86%	81%
Medio ambiente	72%	77%
Generación eléctrica	16%	17%
Turismo	12%	10%

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

Figura 5: Resultados de las preguntas de contenido (principales desafíos relacionados con el agua) de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

¿Cuáles cree usted que son los principales desafíos relacionados con el agua?
(Marque 3 alternativas)



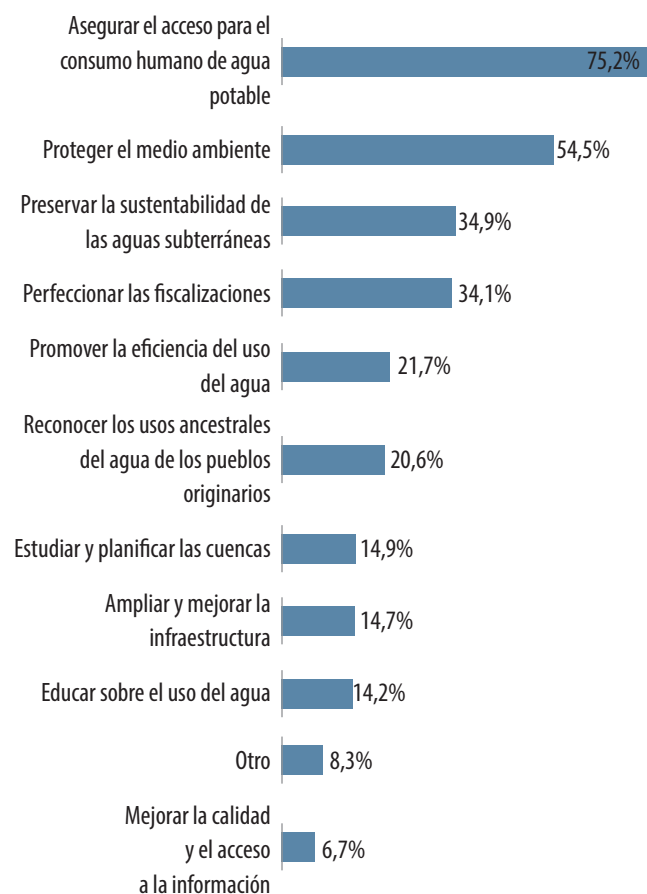
Respuestas	Norte	Centro	Sur	Austral
Conservación	75%	75%	79%	75%
Mejorar las leyes	59%	58%	60%	60%
Propiedad de las aguas	42%	47%	43%	48%
Entregar soluciones	29%	37%	32%	32%
Eficiencia hídrica	34%	36%	33%	31%
Asegurar la calidad	36%	25%	31%	30%

Respuestas	Rural	Urbano
Conservación	75%	76%
Mejorar las leyes	55%	59%
Propiedad de las aguas	39%	47%
Entregar soluciones	40%	35%
Eficiencia hídrica	39%	34%

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

Figura 6: Resultados de las preguntas de contenido (rol del Estado) de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

¿Cuáles considera usted que son los principales desafíos que debe asumir el Estado?



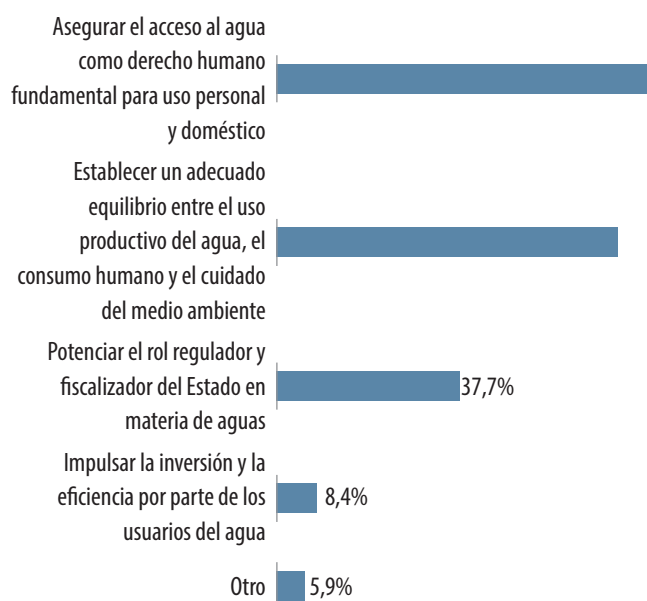
Respuestas	Norte	Centro	Sur	Austral
Asegurar	71%	75%	75%	79%
Proteger	51%	54%	57%	53%
Preservar	39%	35%	35%	30%
Perfeccionar	33%	35%	30%	30%
Promover	20%	22%	22%	21%

Respuestas	Rural	Urbano
Asegurar	72%	76%
Proteger	46%	56%
Preservar	36%	35%
Perfeccionar	29%	35%
Promover	24%	21%

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

Figura 7: Resultados de las preguntas de contenido (principios básicos legales) de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

¿Cuáles son los principios básicos que deberían contener las leyes de aguas?



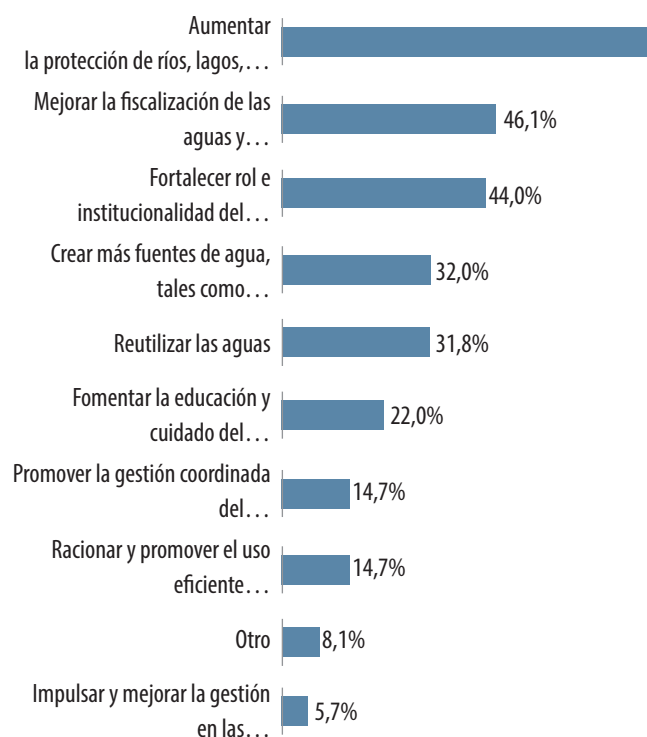
Respuestas	Norte	Centro	Sur	Austral
Asegurar	77%	77%	80%	84%
Establecer	70%	70%	73%	68%
Potenciar	39%	38%	35%	36%
Impulsar	8%	9%	7%	4%
Otro	7%	6%	6%	8%

Respuestas	Rural	Urbano
Asegurar	76%	78%
Establecer	72%	70%
Potenciar	33%	39%
Impulsar	14%	7%
Otro	6%	6%

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

Figura 8: Resultados de las preguntas de contenido (cómo superar la sequía) de la Consulta Digital de la Mesa Nacional del Agua.

¿Qué acciones cree usted que se deberían implementar para superar la sequía?



Respuestas	Norte	Centro	Sur	Austral
Aumentar	81%	80%	84%	86%
Mejorar	44%	46%	47%	43%
Fortalecer	42%	45%	42%	46%
Crear	36%	33%	28%	26%
Reutilizar	35%	32%	28%	30%

Respuestas	Rural	Urbano
Aumentar	76%	82%
Mejorar	41%	47%
Fortalecer	35%	46%
Crear	40%	30%
Reutilizar	35%	31%

Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).



Mesa Nacional del Agua

rían implementar para superar la sequía?

Aspectos relacionados con el desarrollo de infraestructura aparecen como cuarta preferencia, mientras que la mención a la protección de fuentes de agua se observa mayor en el sector urbano que en el rural (ver Figura 8).

Nuevas fuentes de aguas

Sobre la interrogante de *¿cuáles deben ser las nuevas fuentes de aguas que se deben crear para aumentar la oferta de agua?*, las alternativas con mayor mención son el empleo de tecnologías e innovación para riego eficiente (68,8%),

la reutilización de aguas residuales (67,8%), la desalación de agua de mar (54,7%) y la captación y utilización de aguas lluvias (53,9%).

En tanto, la medida relacionada con las carreteras hídricas (transporte de agua por tierra y/o mar desde cuencas con excedentes de agua) aparece con bajo porcentaje de menciones, mientras que el interés por la desalinización se presenta como un aspecto más significativo en la macrozona norte.

Educación para el uso sostenible

Ante la pregunta de *¿cómo cree que se debe impulsar la*

educación para el uso sostenible del agua?, la capacitación y la educación sobre el uso sustentable del agua a nivel de sectores productivos y usuarios de agua se sitúa con más de un 72% de las preferencias. Le siguen como prioridades el establecimiento de materias obligatorias sobre aguas en los establecimientos educacionales (49,9%), la generación de conocimientos, entrega de herramientas y educación a profesionales y funcionarios públicos sobre el uso sustentable del agua (48,8%) y la realización de campañas masivas de difusión de agua y cambio climático (45,3%).

hidroestudios

Nuestra visión permite diseñar soluciones integradoras para disminuir los riesgos asociados a los recursos hídricos.

- ◆ Asesoría estratégica
- ◆ Insumos para estudios ambientales
- ◆ Consultoría y estudios
- ◆ Modelación hidrológica e hidrogeológica
- ◆ Trabajos de terreno



Gestión del agua en la cuenca del Aconcagua



Luis Jorquera Galaz

Ingeniero civil y director técnico de Jorquera Ingeniería, consultora inscrita en categoría primera superior del registro de consultores del MOP. Es asesor del directorio de Alhsud Chile, miembro del Consejo de la Sociedad Civil de la CNR y se ha desempeñado como consultor y gerente técnico de la Mesa del Aconcagua.

Dentro de sus últimas publicaciones se encuentra *Infraestructura Crítica para el Desarrollo 2018- 2027, Recursos Hídricos*, de la Cámara Chilena de la Construcción, “Bases para un Chile Sostenible”.

En buena medida, debido al largo período de sequía que ha enfrentado el país, los usuarios, el Estado y los habitantes del valle del Aconcagua han tomado esta condición como una oportunidad para implementar un modelo de gestión a nivel de cuenca, lo que les ha permitido mirar más allá de sus necesidades puntuales y generar acuerdos en beneficio de lograr mejoras en la distribución, uso, estudio, y proyección de los recursos disponibles.

La gestión del agua

En la actualidad, la gestión sustentable del agua se ha convertido en un factor fundamental para el crecimiento y desarrollo armónico de las comunidades. Hoy, todos los sectores son parte relevante de la conversación sobre este tema, incluyendo a los usuarios (agricultura, consumo humano, industria, energía), al Estado (en una dimensión nacional y de gobierno regional) y a la ciudadanía (representada a nivel de organizaciones ciudadanas, empresas

y entidades privadas instaladas en la cuenca).

Los conflictos entre estos actores si bien cuentan con una larga data, se han agudizado en el último tiempo. Por una parte, debido al crecimiento de la demanda de agua —producto del aumento de la población, de las ciudades, de la superficie agrícola, de la demanda energética y de los procesos industriales asociados a la industria y minería—, y por otra, debido a la disminución de las disponibilidades del recurso, que se han visto afectadas por una megasequía, extendida por los últimos 11 años, y que algunos observan como la manifestación de un cambio climático más permanente.

El escenario anteriormente descrito podría ser visto como una situación muy sombría, pero la realidad es que diferentes estudios y análisis demuestran que actualmente la cuenca del Aconcagua cuenta con abundantes recursos a nivel anual, pero la disponibilidad de estos no coincide con los tiempos en que se produce su demanda. La solución de

este problema requiere de la construcción y habilitación de diferentes obras de regulación y de un gran consenso entre los diferentes sectores para desarrollar un plan que atienda las urgencias inmediatas y las necesidades que se proyectan a mediano y largo plazo.

De acuerdo con esto, en el caso particular del Aconcagua, la expresión “escasez hídrica” —que se utiliza regularmente— no se refiere a la ausencia del recurso en absoluto, sino a que su disponibilidad no coincide con su demanda.

Hacia una mejor gestión del agua

Alcanzar los acuerdos que se han logrado en el Aconcagua ha sido posible gracias a los numerosos esfuerzos realizados durante las últimas dos décadas, en las cuales destacan varios hitos:

- Tras un período de incomunicación entre los usuarios del agua y las instituciones del Estado respecto de los problemas de escasez hídrica y las dificultades de

rivadas de ello, en 2001 se realiza un cabildo en el que participan organizaciones de agricultores, instituciones del Estado lideradas por el ministro de Obras Públicas, parlamentarios, alcaldes, representantes de organizaciones ciudadanas y del sector privado. Esta instancia tiene como resultado la subscripción de un documento de acuerdo para trabajar conjuntamente en la solución de los problemas de escasez hídrica, así como en el desarrollo y conservación de estos recursos. Este instrumento, denominado “Acta de Aconcagua”, se complementa con una resolución del ministro de Obras públicas, en la que se crea una mesa de trabajo conformada por la Confederación del Río Aconcagua (Juntas de Vigilancia del Valle) y el Ministerio de Obras Públicas (MOP).

- Simultáneamente, el MOP contrata una consultoría para plantear una solución de consenso para el valle, la que es publicada en diciembre del 2001 y se titula “Embalse Puntilla del Viento operando en conjunto con aguas subterráneas”. Este embalse se propone en la cabecera de la cuenca de 100 Hm³, que trabajaría con el refuerzo de aguas subterráneas en las temporadas en que así fuera necesario.
- En 2003, a proposición de la Mesa de Trabajo del Aconcagua, el Consejo de Ministros de la Comisión

Nacional de Riego (CNR) acepta la última proposición del MOP y ordena la ejecución de los estudios de impacto ambiental, diseño de ingeniería final para la construcción del embalse y de las variantes del ferrocarril y carretera internacional. Este embalse sería construido aplicando el DFL 1123, ya que finalmente se estima no factible el realizar una concesión de la obra.

- En paralelo, la DGA concede 400 Hm³ de derechos de aguas para el embalse Puntilla del Viento. Se perforan y se realizan pruebas de bombeo en 54 pozos para apoyar la operación del embalse de cabecera y se conceden derechos adicionales en los acuíferos de la tercera sección (de 6 a 26 m³/s en 2002).
- Un estudio publicado en 2009 permite por primera

vez evaluar las disponibilidades de agua en todos los acuíferos del valle. Se obtiene una capacidad máxima de almacenamiento para la suma de los acuíferos del valle de 9900 Hm³, con coeficientes de almacenamiento entre 0,05 y 0,10 (Estudio DOH-Dictuc. Diciembre, 2009, pág. 5-111). En este estudio se modeló un escenario de estos acuíferos como embalses subterráneos, lo cual aumentaría la disponibilidad de agua y se aprovecharía la resiliencia de estos reservorios, por su gran capacidad, ante fallas hidrológicas profundas como una megasequía. Este aprovechamiento requiere de tiempo para registrar información y disponer de un modelo confiable para este escenario. Y también es nece-

sario adecuar la reglamentación vigente.

- En 2014 deja de operar la Mesa de Trabajo del Aconcagua y cada sección del río vuelve a su operación por separado, por lo que se entra en un nuevo período de incomunicación. Paralelamente, aparecen discrepancias respecto del reparto de las aguas y de las obras que se requieren.
- En 2018, producto de la necesidad de generar acuerdos que permitan enfrentar la escasez de agua en la cuenca del Aconcagua —expresada en una megasequía que hasta hoy se ha prolongado durante once temporadas de riego— y ante la posibilidad de una catástrofe económica y social que podría alterar la buena convivencia dentro del territorio, se crea una mesa de trabajo conformada

Figura 1: Plan Sustentabilidad Hídrica – Aconcagua.

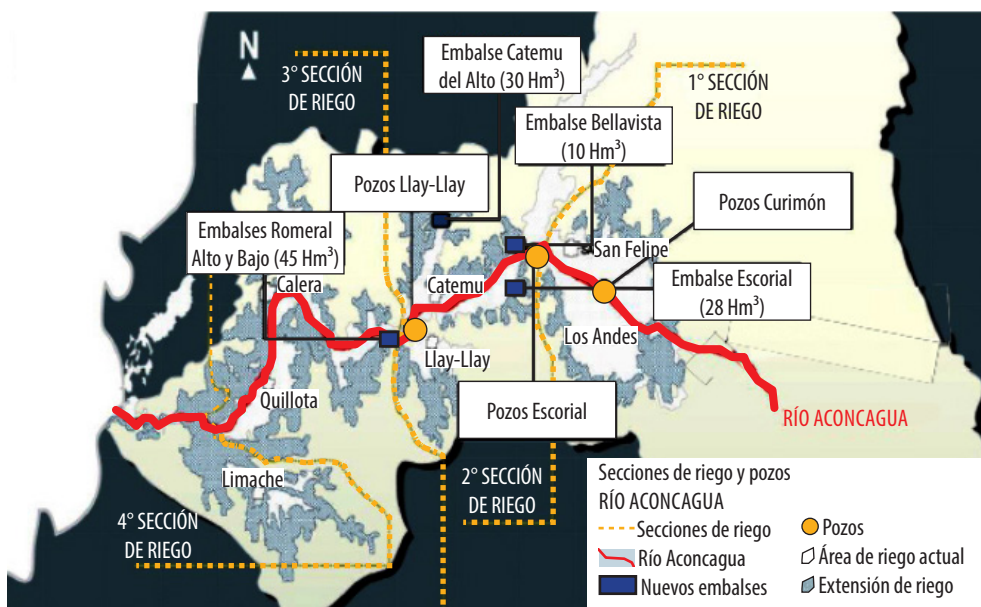
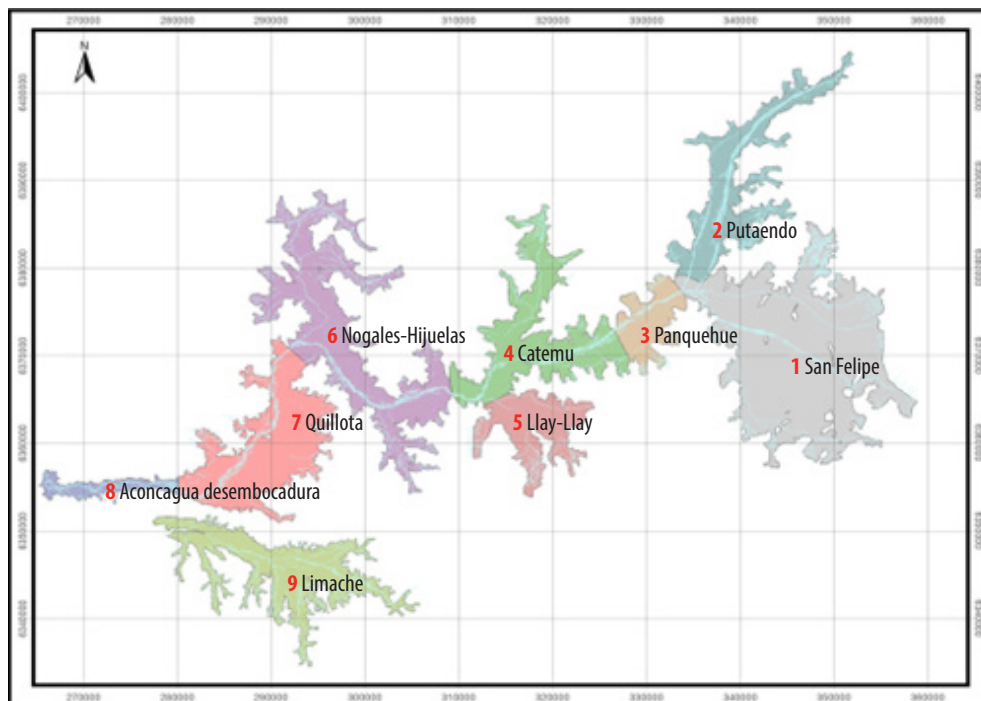


Figura 2: Sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en el valle del Aconcagua.



Fuente: Dirección General de Aguas (DGA).

por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), las juntas de vigilancia del valle, incorporándose a ESVAL como responsable del suministro de agua potable en la región de Valparaíso. Este acuerdo de trabajo conjunto se encuentra documentado con fecha 12 septiembre de 2018, firmado por el ministro de Obras Públicas y los presidentes de todas las juntas de vigilancia del valle. En él, todos los firmantes se comprometen con acciones concretas en las temporadas 2018-2019 y 2019-2020: “para hacer frente a la grave sequía que se vive en la zona” mediante la instalación de la mesa de trabajo (Comité Ejecutivo del Aconcagua), a la que se invita también a

participar a la Comisión Nacional de Riego y que está abierta a la participación de la ciudadanía a través de los gobiernos comunales.

Logros del trabajo conjunto

Durante sus dos años de funcionamiento, el Comité Ejecutivo del Aconcagua ha sido fundamental para conseguir acuerdos relevantes entre las diferentes secciones del río y ha generado una posibilidad real para enfrentar de mejor forma los escenarios de escasez hídrica que han afectado a todo el valle.

Apoyada por un grupo de expertos profesionales, el Comité Ejecutivo del Aconcagua ha trabajado intensamente para entender los problemas particulares de

los sectores involucrados en ella, así como en acordar y consensuar una visión común para el desarrollo y beneficio de la cuenca.

En junio de 2020, el resultado de este trabajo genera un acuerdo de consenso histórico entre todas las juntas de vigilancia del valle. La iniciativa se traduce en el “Plan de Obras Hidráulicas para el valle del Aconcagua”, apoyado por el Comité Ejecutivo del Aconcagua —constituido en la actualidad por las cuatro juntas de vigilancia, el Ministerio de Obras Públicas (DOH y DGA), el Ministerio de Agricultura, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Nacional de Riego y el Gobierno Regional— y en el que tanto los APR, ESVAL,

las compañías mineras, hidroeléctricas y otros usuarios participan a través de sus correspondientes juntas de vigilancia. A ellas, próximamente se agregará la institucionalidad en formación, que corresponde a las comunidades de aguas subterráneas en cada uno de los acuíferos de aprovechamiento común definidos por la DGA.

Plan de obras hidráulicas

En lo que respecta al documento de consenso suscrito por todas las juntas de vigilancia del valle, los párrafos que se presentan a continuación dan cuenta de los detalles de esta iniciativa.

“El presente documento es el resultado del compromiso y el convencimiento de las juntas de vigilancia de las tres secciones del río Aconcagua y Esval de la necesidad de contar con un plan común de obras hidráulicas para el río Aconcagua que persiga los siguientes objetivos:

- Asegurar el abastecimiento del consumo humano.
- Mejorar la seguridad de riego de las zonas actualmente regadas.
- Mejorar la eficiencia en la medición, captación, distribución y conducción del agua superficial y subterránea.
- Mejorar la eficiencia del uso del agua a nivel intrapredial.
- Desarrollar un manejo integrado y sustentable de las aguas superficiales y subterráneas”.

PLAN DE OBRAS Y ESTUDIOS

“Las obras propuestas en este plan son en beneficio de todas las secciones del río Aconcagua y buscan el funcionamiento integrado de ellas, procurando realizar un uso sustentable del recurso y respetar los derechos de aprovechamiento de los usuarios de cada sección, maximizando el aprovechamiento de los volúmenes de agua que se pierden por falta de regulación”.

“Creemos que la presente propuesta se encuentra en línea con los planes e iniciativas desarrollados y propuestas por el Ministerio de Obras Públicas, y por ello proponemos que se integre en un esquema de trabajo conjunto y permanente con la DOH y la DGA en su Plan Estratégico de Gestión Hídrica, para avanzar en soluciones de corto, mediano y largo plazo”.

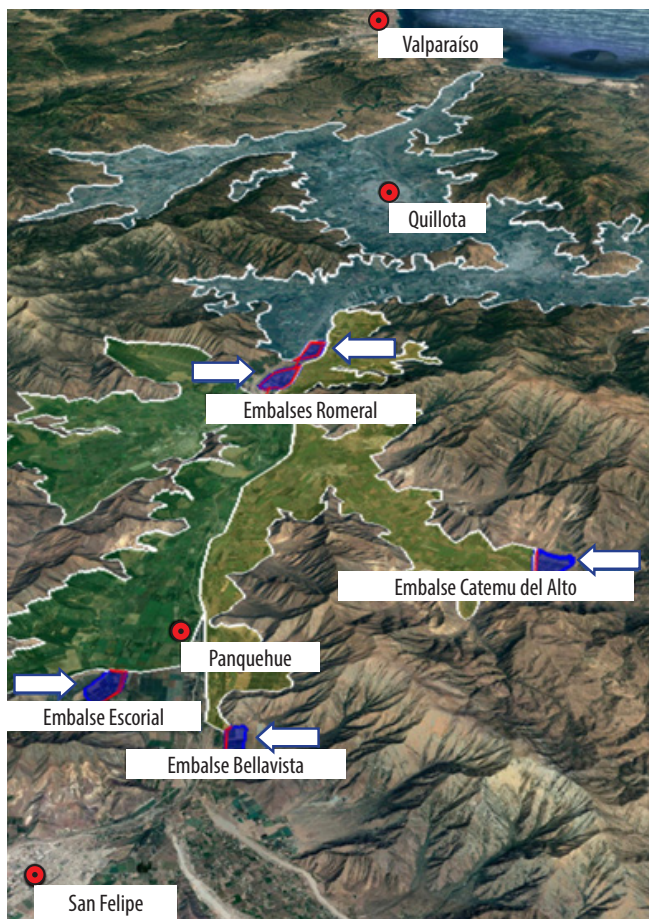
El plan de obras

Para la elaboración del plan de obras de las juntas de vigilancia se han considerado los antecedentes técnicos aportados por los participantes en el Comité Ejecutivo del Aconcagua: juntas de vigilancia, Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Dirección General de Aguas (DGA) y Comisión Nacional de Riego (CNR). Asimismo, también se ha contado con la participación de expertos y la visión de la experiencia internacional para la definición de las obras propuestas.

Al respecto, el denominado “Plan de Sustentabilidad Hídrica del Valle del Acon-

- Se requiere asegurar el consumo humano y mejorar la seguridad de riego de las zonas actualmente regadas. Se ha comprobado que en los últimos años de extrema sequía la tercera y cuarta secciones son las afectadas directamente, pero en el contexto de un déficit general, en el que todo el sistema se ve afectado al tener que redistribuir las aguas en la época de mayor déficit. Esto produce grandes perjuicios económicos, con un alto costo y con resultados absolutamente insuficientes para todas las secciones.
- Existe un amplio consenso en la necesidad de contar con obras de regulación en la cuenca que permitan acumular las aguas invernales y de deshielo.
- Se reconoce la necesidad de acumular agua en la zona intermedia de la cuenca. Las obras de acumulación más convenientes aún no están definidas y es necesario evaluar a nivel de perfil y/o factibilidad la mejor opción, que bien podría ser una combinación de ellas.
- Es necesario ajustar las opciones propuestas hasta ahora, en términos de capacidad de acumulación, considerando la disponibilidad de agua y los derechos de aprovechamiento vigentes, así como también revisar el tipo de obra de aducción. Una opción que se ve más factible y cuenta con el acuerdo de todas las secciones sería aquella que utilice como canal de aducción el canal Catemu del Alto, perteneciente a la segunda sección y que el llenado se realice con aguas asociadas a los derechos de los usuarios de la segunda y otros derechos cuyo uso este previsto por la ley para su aprovechamiento.
- En ese sentido, existe acuerdo en que una obra de acumulación en Catemu que utilice canales y derechos de la segunda sección beneficie a sus titulares y, habiendo disponibilidad hidrológica y legal, permita también abastecer agua para la tercera sección, cuarta sección y Esval. Existe acuerdo para que ello se analice. Las alternativas de ubicación definitiva y el tamaño se deben evaluar mediante un estudio.
- Se considera necesario evaluar la construcción de pozos en los acuíferos de Llay-Llay y la tercera sección para aumentar la seguridad en la tercera y cuarta secciones, así como también considerar la evaluación de alternativas de acumulación superficial en la parte media y superior de la tercera sección (Romeral, quebrada del Cura y quebrada El Carretón).
- Para mejorar la seguridad de riego de la ribera sur de la segunda sección, se propone la construcción del embalse El Escorial. Y para la ribera norte de la segunda sección se propone la construcción del embalse Bellavista.
- En la primera sección se debe mejorar la seguridad de riego de las aguas superficiales mediante la construcción de uno o dos embalses en la parte alta. También se debe mejorar la eficiencia mediante la unificación de bocatomas de la primera sección. En los estudios de ingeniería a desarrollar por parte de la DOH se solicitarán y deberán incluirse todos los aspectos técnicos y ambientales que sean pertinentes, con énfasis en la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas.
- Se plantea que el sistema de gestión hídrica de la cuenca se apoye de forma importante en las aguas subterráneas, por lo que es muy importante procurar la recarga de los acuíferos en los años con mayor disponibilidad, aprovechando la capacidad de regulación de los acuíferos. En este sentido, se debe desarrollar un programa de recarga de acuíferos en cada una de las secciones, considerando la factibilidad de contar con un volumen no saturado que permita la recarga, estableciendo indicadores que permitan evaluar los resultados, dar a conocer los beneficios a los usuarios, siendo necesaria la correcta cuantificación de los recursos infiltrados y de los derechos de aguas que pudieran estar comprometidos.
- A nivel general, se debe fomentar la mejora en la eficiencia de conducción y distribución del agua superficial para hacer una mejor gestión, sobre todo en periodos de menor disponibilidad, desde luego con previa evaluación en cuanto a su efecto sobre las aguas subterráneas.
- Se recomienda construir la continuación del canal fiscal hasta la bocatoma del canal Catemu del Alto con la opción de conectar con el ya mencionado embalse Bellavista. Así también, la mejora en la eficiencia del uso del agua de los usuarios finales no solo ahorra agua, sino que disminuye de forma importante la probabilidad de que el agua no sea suficiente para el desarrollo de su actividad.
- Se debe fortalecer el sistema de monitoreo y control de las extracciones de aguas superficiales y subterráneas a todo nivel. Se debe promover la implementación de un sistema que centralice esa información, la que debe ser oportuna y transparente entre los diferentes interesados, además de contar con estándares mínimos que garanticen la calidad y representatividad de los datos publicados.
- Se requiere que, en el corto y mediano plazo, la DGA repotencie su red hidrométrica en la cuenca, mejorando definitivamente el funcionamiento de sus estaciones fluviométricas San Felipe, Romeral y Puente Colmo. Y también restablezca la medición de todos sus pozos de control que por diversas razones han dejado de ser medidos. Asimismo, en cada sección la DGA debería contar con al menos dos pozos de control con sistema telemétrico en tiempo real.
- La mesa técnica de las tres juntas de vigilancia y Esval necesita interactuar con la DGA para que los escenarios a modelar representen su interés real para el desarrollo de la cuenca. En las simulaciones predictivas que realizará la DGA, en el contexto del plan estratégico de gestión hídrica de la cuenca, se debería probar el funcionamiento integrado del conjunto de obras e iniciativas que propone el presente plan.
- El funcionamiento integrado de las obras a implementar debe interactuar adecuadamente con la necesidad del consumo humano constante durante el año y en toda la cuenca. Por ello, también deben considerarse en la modelación las demandas reales de agua para consumo humano y su interacción con las principales fuentes de abastecimiento, así como las obras de infraestructura que Esval se encuentra desarrollando en la cuarta sección del río Aconcagua.

Figura 3: Embalse PSH Aconcagua (Plan Sustentabilidad Hídrica).



cagua, PSH”, presentado por la segunda sección y que en una primera etapa se enfoca en las obras y acciones más urgentes de realizar, se resume en las siguientes etapas de implementación:

Primera etapa

Esta fase consiste en solucionar el riesgo inmediato que significaría que ocurriesen nuevos años de aguda escasez hídrica, con las graves pérdidas de capital en infraestructura de riego y en producción de frutales de exportación, escenarios conocidos durante las recurrentes sequías.

Esta primera etapa consta de la construcción de cuatro embalses de tamaño mediano: Escorial, Bellavista, embalse de la Cuenca Intermedia (Catemu del Alto) y Romeral, cuyas ubicaciones pueden observarse en la imagen satelital de la *Figura 3*.

También se aumentan transitoriamente las extracciones de agua subterránea, lo que es posible sobre la base de los estudios efectuados que permiten avanzar en este moderado aumento de la capacidad de regulación de la cuenca sin generar perjuicio a terceros.

El informe contiene una ingeniería conceptual para la construcción de cuatro embalses de tamaño mediano (uno compuesto de dos reservorios), incluyendo los diseños preliminares de las obras, hidrología y presupuestos estimativos.

La CNR solicitó que este estudio fuera complementado con antecedentes adicionales: un perfil agroeconómico, una evaluación económico-social preliminar, una mayor información sobre los derechos y recursos hídricos a utilizar y una visión de la cuenca respecto de que estas obras fuesen compatibles entre sí y no ocasionaran perjuicios a terceros. El consultor (Jorquera Ingeniería) agregó un informe complementario para la CNR con los aspectos solicitados.

Respecto de las aguas subterráneas, se define como fundamental la necesidad de recolectar información sobre su comportamiento. Y en esta primera etapa se ha solicitado la instalación urgente de un sistema integrado de recolección de datos de niveles y caudales extraídos de los acuíferos como antecedente para mejorar su gestión, y se ha propuesto la revisión de la definición de los acuíferos de aprovechamiento común en todo el valle.

Anexo a esto, se han entregado recomendaciones para el programa de recarga de los acuíferos del valle y se han recomendado acciones para obtener mayores disponibilidades de agua

subterránea, con el fin de enfrentar de mejor forma la megasequía, mientras se prolonga la construcción de los embalses propuestos.

Segunda etapa

Esta fase está destinada al avance en los estudios correspondientes a las opciones planteadas en el plan de obras de consenso suscrito por las juntas de vigilancia del río Aconcagua.

El objetivo de esta segunda etapa es formular el plan de las siguientes obras a construir, conforme con los resultados de los estudios faltantes, manteniendo la visión de obras integradas al desarrollo de la totalidad de la cuenca.

Principalmente, se debe colocar énfasis en el monitoreo necesario para obtener más información de campo respecto de los parámetros de comportamiento de las aguas subterráneas y superficiales, información que es imprescindible para optimizar el uso de los recursos.

Es relevante definir la gestión de los acuíferos en conjunto con las aguas superficiales, acopiando la información de monitoreo necesaria para la aplicación de un modelo confiable con una visión integrada de la cuenca. Esto requiere de un tiempo y también de un ajuste en la reglamentación vigente.

Valle del Aconcagua

La ausencia de obras de regulación durante la megasequía ha representado pérdidas promedio estimadas en más

ESTACIONES DGA, MILLONES DE M³

	suma mayo – jun – jul – ago		
	Romeral	San Felipe	Diferencia
1990	136	20	117
1991	380	158	221
1992	353	162	191
1993	528	217	311
1994	234	73	161
1995	187	84	104
1996	146	20	126
1997	418	224	193
1998	253	68	185
1999	143	25	118
2000	206	131	75
2001	242	93	149
2002	821	222	599
2003	220	129	90
2004	215	62	153
2005	317	204	112
2006	392	163	229
2007	245	53	192
2008	469	205	264
2009	356	61	295
2010	258	37	222
2011	98	10	88
2012	146	48	98
2013	117	45	72
2014	84	30	53
2015	78	29	49
2016	276	110	166
2017	244	136	108
2018	86	23	63
2019	39	15	23
Promedio	256	95	161

Fuente: DGA, complementada por el autor.

de US\$ 100 millones por año, solo en producción frutícola exportable. Esto asociado a las inevitables consecuencias de escasez de suministro de agua potable, desempleo y pobreza.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Servicio de Aduanas, en 2017, las exportaciones agrícolas correspondientes a frutales y viñas de la región de Valparaíso ascendieron a US\$ 1.642 millones. Solo considerando la parte correspondiente al valle del Aconcagua, las pérdidas generadas durante los últimos once años de megasequía son muy superiores al costo de las obras propuestas por el Comité Ejecutivo del Aconcagua. Este escenario se da en una región que se ubica entre las tres con mayor desempleo del país (con un 12,4%) y donde no se considera como desempleado a aquellos con contrato suspendido, lo cual agrega incertidumbre respecto de su aumento una vez que finalice la figura de suspensión.

Sobre la base de información de roles del SII, se pudo identificar que de un total de 5.886 predios existe un 90% de propiedades de menos de 20 hectáreas. Asimismo, el nivel tecnológico, de infraestructura y de gestión en el valle es muy alto, como también lo son los servicios y el acceso a los mercados.

De acuerdo con esto y siendo la seguridad de la oferta el componente principal del problema, sería posible obtener un efecto muy rápido

en la optimización de la producción hacia los rubros de mayor rendimiento económico. Lo anterior, sin que sea necesario invertir y esperar el desarrollo de componentes ya existentes, lo cual tiene como resultados índices económico-sociales mucho más favorables que otros proyectos de riego.

Evaluación económica

Se ha propuesto diseñar una nueva metodología de evaluación, incorporando el concepto de ahorrar pérdidas en superficies habilitadas para el riego anteriormente con inversiones ya realizadas.

Observando los resultados de la megasequía en cuanto

a pérdidas productivas, así como lo gastado por el Estado para mitigar sus consecuencias, es de toda lógica considerar como beneficio el ahorro de estos costos, que no es necesario de efectuar al contar con obras que permitan solucionar el problema que los causa.

Existe una diferencia sustancial entre los montos que invierte el Estado para solucionar estos escenarios de catástrofe por escasez de agua —que no son recuperables— y las inversiones en nuevas obras, que no solo evitan estos subsidios, sino que producen beneficios que se replican en los años siguientes.

Se ha podido verificar que los costos de los planes para beneficiar a los productores perjudicados (subsidios al empleo, camiones aljibes y otros) y los menores ingresos por impuestos debidos a la menor producción —considerando los diez años de megasequía— son mayores que los costos de las obras que habrían evitado esta situación.

Se ha entregado un conjunto de información reciente que ya permite actualizar el estudio agroeconómico. Los índices de VAN y TIR sociales resultan muy atractivos considerando el alto desarrollo de plantaciones de frutales de exportación, con tecnología avanzada de producción y canales de comercialización establecidos, en el nivel de pequeños y grandes productores.



EL ORDENAMIENTO DEL AGUA

Por Carlos Ciappa Petrescu.
Socio ICCF Abogados.

Debemos reconocer y comprender que la nación ejerce soberanía sobre las aguas del territorio y que ello debe realizarse conforme a los siguientes principios básicos: (i) el Estado está al servicio de las personas y (ii) el agua debe ser fuente de desarrollo y bienestar.

Siguiendo esos principios, el quehacer nacional en torno al agua se estructura sobre la base de tres pilares: (i) social: asegurarle a todas las personas el acceso a agua potable y saneamiento; (ii) ambiental: proteger el recurso que posibilita un medio ambiente sostenible para las futuras generaciones, y (iii) productivo: permitirle a las personas aprovechar cantidades de agua para desarrollar actividades económicas.

Estos pilares se materializan en las estructuras políticas, legales e institucionales que hoy existen en el país, dando preferencia al pilar social a través del sistema de servicios sanitarios y de agua potable rural; y compatibilizando el pilar ambiental con el productivo mediante la protección del medio ambiente y el rol social de la propiedad, utilizando para ello los instrumentos de gestión ambiental—tanto los contenidos en la Ley 19.300 como en el Código de Aguas—, el sistema de áreas silvestres protegidas y el sistema de derechos de aprovechamiento.

Este último modelo establece que en Chile el agua es un Bien Nacional de Uso

Público¹, es decir, es propiedad del Estado (no un bien privado) y sus fuentes naturales pueden ser aprovechadas libremente por los habitantes, sin excluir el uso que otras personas puedan darle. No obstante, para aplicar el agua a usos específicos, el Estado entrega derechos de aprovechamiento de aguas para que particulares puedan utilizarla ordenadamente y en forma exclusiva, derechos que los particulares pueden transferir libremente.

Este sistema local es similar al que se utiliza en 27 países del mundo², pero más importante aún es que en lo social ha permitido un 100% de abastecimiento de agua en zonas urbanas y cerca del 85% en zonas rurales; en lo ambiental mantiene bajo alguna fórmula de protección a un tercio del territorio nacional y sus aguas; y en lo productivo ha transformado el agua en el motor de desarrollo de las actividades económicas que involucran su uso.

En los últimos 10 años, este modelo de gestión de las aguas de Chile aprobó con distinción su examen más severo: la sequía más profunda que haya experimentado el país desde que hay registros, sin que, a consecuencia de esta, se haya observado población con racionamiento de agua potable, graves afecciones a la calidad de las aguas o áreas protegidas privadas del recurso, ni tampoco caídas del PIB o un retroceso en el crecimiento económico debido a la falta de agua. 🌍

¹ Artículo 595 del Código Civil y 5° del Código de Aguas.

² OECD (2015), Water Resources Allocation: Sharing Risks and Opportunities, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229631-en>



Imagen: Carlos Ciappa Petrescu

Un estudio jurídico compuesto por abogados con una sólida práctica en regulación y recursos naturales, con reconocida **experiencia** pública, privada y docente.

Creemos en un servicio jurídico distinto, con un nuevo rol del abogado, enfocado en reconocer, prevenir y gestionar el conflicto regulatorio y sus elementos técnicos y éticos, complementando la técnica jurídica con el desarrollo de una visión integral de las empresas ante la regulación, con nuevas formas de gobernanza y cumplimiento estratégico orientadas hacia un proceso de **integridad y sostenibilidad**.

www.iccfabogados.cl

Casub:

Desde la administración a la gestión de aguas subterráneas



Carlos Araya Ávalos

Ponencia realizada durante la Segunda Jornada Técnica 2019 de Alhsud Chile: "Comunidades de Aguas Subterráneas: Una mirada histórica, realidad actual y necesidades futuras".

Carlos Araya es gerente y administrador de la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub) Copiapó – Piedra Colgada; Piedra Colgada – Desembocadura.

La estrategia basada en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es el proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, cuyo fin es maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

Este proceso es el que viene trabajándose en Copiapó a través de la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub), de la misma manera en que se ha desarrollado en la cuenca del Huasco a nivel de aguas superficiales, con un proyecto por cuenca que actualmente gestiona temas de recarga y nuevos embalses, ef-

ciencia hídrica, de reparto y de fortalecimiento de las organizaciones de usuarios.

Una mirada histórica

Las organizaciones de usuarios fueron creadas a través del Código de Aguas para garantizar que los derechos de los usuarios se utilicen a plenitud. La administración, en tanto, se ha enfocado más bien en la distribución y fiscalización, pero no en la gestión eficiente del recurso hídrico.

El Código de Aguas, en su artículo 186 establece que: "si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que existe

como consecuencia de este hecho, constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad, con el objeto de tomar las aguas del caudal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento. En el caso de cauces naturales podrán organizarse como junta de vigilancia".

En su artículo 241, en tanto, en el punto n° 21 dicta que el directorio tendrá los siguientes deberes y atribuciones: "realizar programas de extensión para difundir entre los comuneros las técnicas y sistemas que tiendan a un mejor empleo del agua, pudiendo celebrar convenios para este objeto".

Para quienes provienen del mundo agrícola, el Código de Aguas significó más bien un enfoque en la fiscalización, por ejemplo, de cuánto tiempo correspondía hacer uso del agua —independiente del caudal que venía en el río o de cuánta agua se disponía en un acuífero—, no pudiendo excederse de los límites establecidos, labor que normalmente las organizaciones de usuarios ejecutaron a través del tiempo. No obstante, en esta lógica antes descrita, a los usuarios nunca se les enseñó que la realidad apuntaba a que la tarea debía centrarse en la gestión del agua.

En este contexto, por sentencia judicial de fecha 29 de abril de 2004, se constituye la Casub, término que corresponde a la sigla de la Comunidad de Aguas Subterráneas, cuya área de jurisdicción abarca el área de restricción Copiapó – Piedra Colgada; Piedra Colgada – Desembocadura. Nace al alero del Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap), a partir de un problema generado por el descenso de vertientes que afectó a la pequeña agricultura al no contar con agua superficial disponible. Así, se inicia la construcción de pozos, hecho que evidenció que no se contaban con los respectivos derechos —pasando de una zona de prohibición a una zona de restricción—, escenario en el cual se conforma la Casub.

A poco andar, los comuneros se percataron de que los estatutos de la Casub estaban confeccionados bajo la mirada de la administración de las aguas superficiales, ya que el Código de Aguas no estaba pensado o preparado para la administración de aguas subterráneas, por lo que se le solicitó al gobierno un fortalecimiento de la comunidad y adecuar los estatutos a la gestión de aguas subterráneas.

Ya en documentos datados de 1963 se observan elementos que hablan de la gestión que se puede realizar a nivel de aguas subterráneas, específicamente respecto de su aprovechamiento. En un capítulo completo del citado informe (“Aprovechamiento de recursos hidráulicos en el valle de Copiapó” (1963), Italconsult Argentina) se indica cuáles son los volúmenes que podrían ser sustentables de explotar en el acuífero, así como la necesidad de observar el acuífero, estudiarlo, realizar un seguimiento y también recargar (ver Figura 1).

Posteriormente, en 1980, un nuevo estudio (“Plan maestro de acción inmediata para el desarrollo de los recursos de agua y suelo del valle de Copiapó” (1980), Uri Hammer M. y Asociados) indica cuánto es posible explotar en aguas subterráneas en Copiapó, asegurando que “el sistema hidrogeo-

“

Gracias al trabajo desarrollado por la Casub, hoy los usuarios pueden acceder a detallada información en su sitio web (www.casub.cl). A través del “Sistema de Soporte para la Gestión”, los derechos de titulares se encuentran organizados, con su trazabilidad, expediente original, año de registro, información notarial, características, ubicación, inscripción en el CBR y registro en el CPA.

”

Figura 1: Informe “Aprovechamiento de recursos hidráulicos en el valle de Copiapó” (1963), Italconsult Argentina.

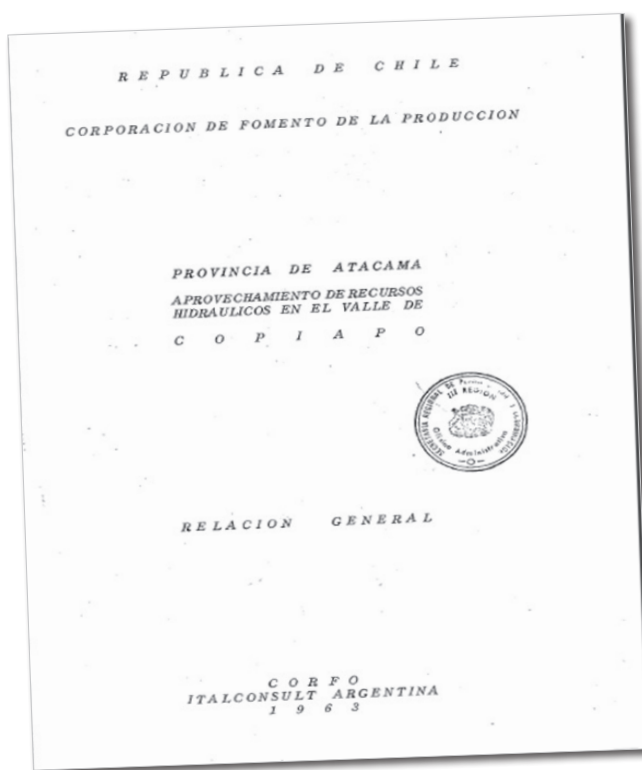


Figura 2: Ubicación de la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub), cuya área de jurisdicción abarca el área de restricción Copiapó – Piedra Colgada; Piedra Colgada – Desembocadura.

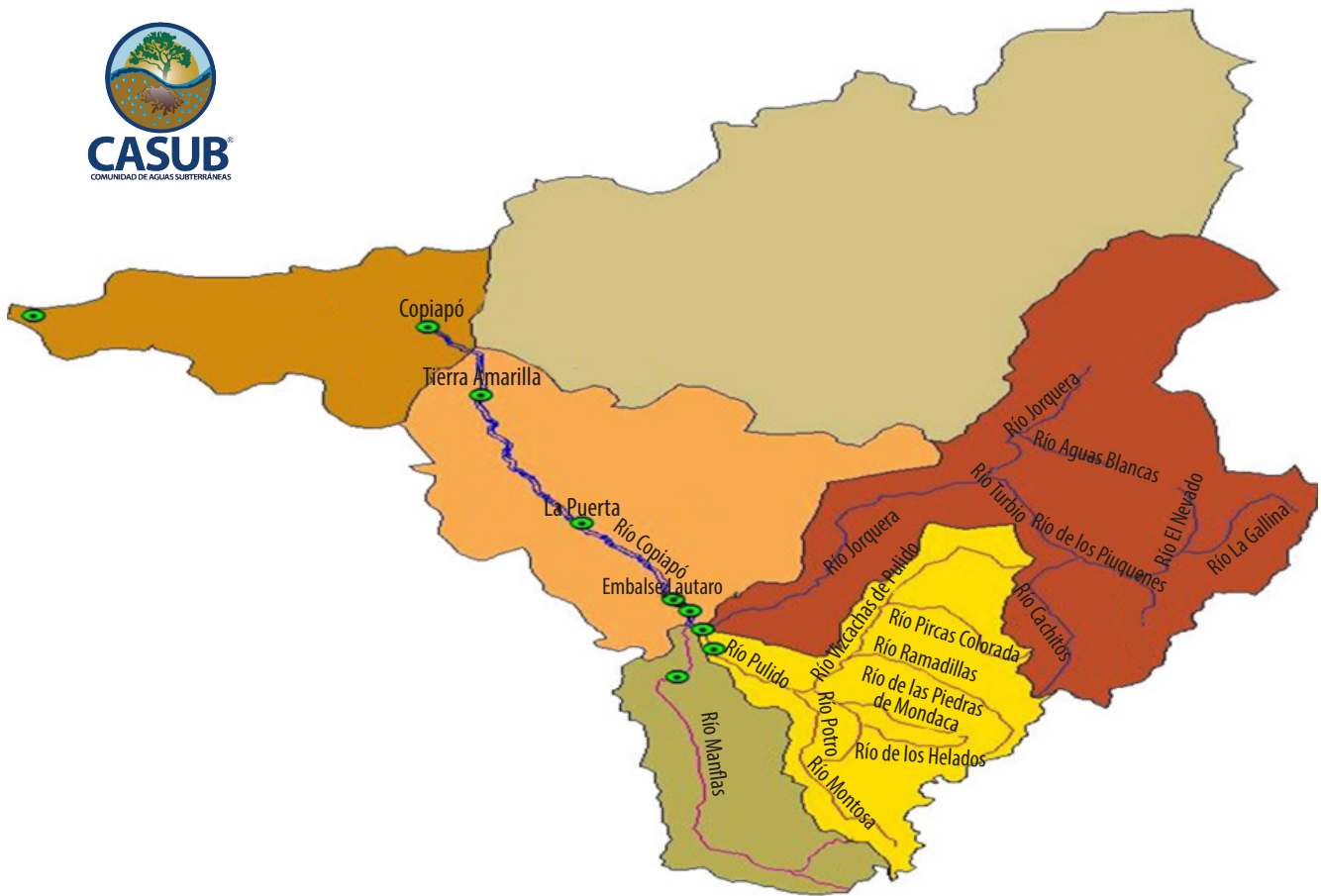


Figura 3: La plataforma virtual con datos disponibles para usuarios de la Casub (www.casub.cl)

Sistema de Soporte para la Gestión
CASUB AGUAS SUBTERRÁNEAS

Bienvenido: admin

Inicio Titulares ▼ Derechos Cuotas Puntos de Captación ▼ Mantenedores ▼ Usuarios ▼

Derechos de Titulares:

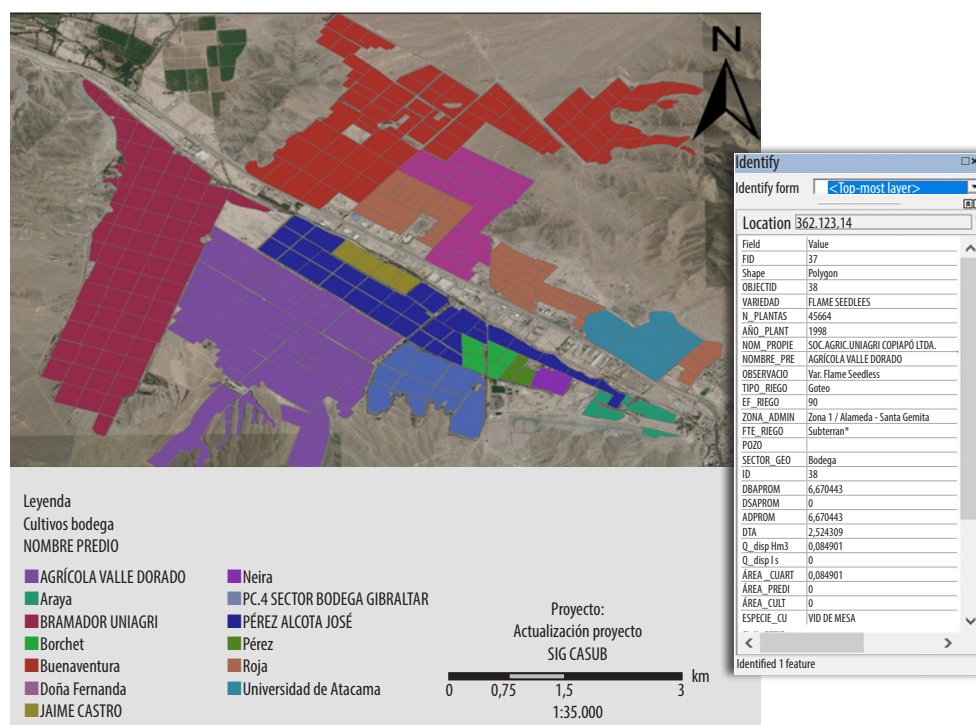
Traspaso	Caudal Final	Registro CPA	Nº Resolución DGA	Fecha	Registro CBR	Repertorio	Foja	Número	Año	Sector	Vigente
71	0.00	SÍ	DGA 69	25-01-1995	SÍ	5935	38 VTA	32	1998	5	NO

Proyecto apoyado por
CORFO

Figura 4: Piscinas de infiltración desarrolladas por la Casub.



Mapeo de áreas de cultivo.



lógico del valle se encuentra bajo condiciones de franca sobreexplotación, careciendo por lo tanto de recursos subterráneos susceptibles de ser explotados más allá de la situación actual”.

Realidad actual y necesidades futuras

Actualmente, los usuarios de la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub), ubicada en la provincia de Copiapó (ver Figura 2),

cuentan con 428 derechos totales, 5.744,88 litros por segundo de caudal total y 201 pozos totales.

En cuanto a los usuarios de agua por rubro, estos se desglosan en 5 sec-

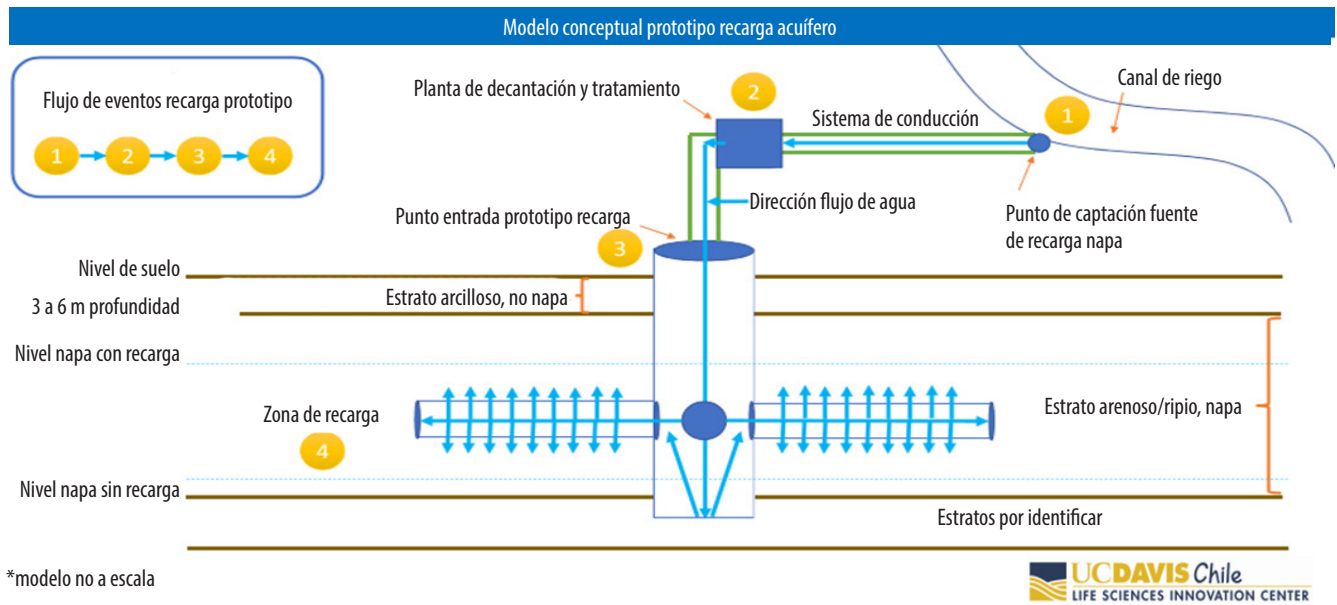
tores: agrícola con 2.510 hectáreas (con cultivos de uva, olivos, frutales y hortalizas), minero (Minera Candelaria, Mantos Copper, Compañía Minera del Pacífico y Sociedad Punta del Cobre), sanitario (Aguas Chañar), de servicios (universidad, hotelería, turismo, frigoríficos y constructoras, entre otras) y vivienda (200 parcelas).

Gracias al trabajo desarrollado por la Casub, hoy los usuarios pueden acceder con su clave a detallada información disponible en el sitio web www.casub.cl. En una “súper plataforma”—desarrollada con IBM e implementada por un profesional local de Copiapó—, a través del “Sistema de Soporte para la Gestión” (ver Figura 3), los derechos de titulares se encuentran organizados por carpeta, disponiendo de la trazabilidad del derecho, su expediente original, año de registro, información notarial, características, ubicación, inscripción en el conservador de bienes raíces y registro en el Catastro Público de Aguas (CPA), entre otras informaciones.

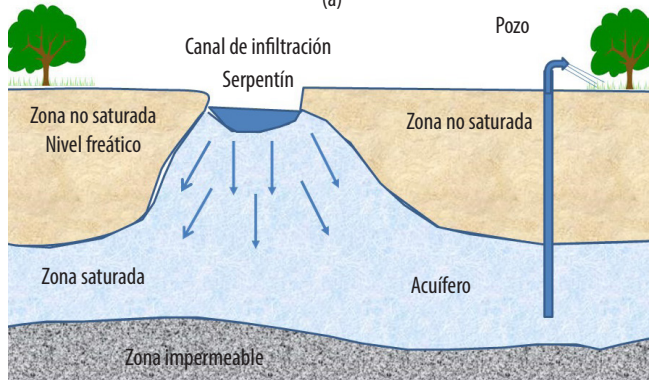
Piscinas de infiltración

En la Figura 4 puede observarse el trabajo desarrollado por la Comunidad de Aguas Subterráneas (Casub) en conjunto con las comunidades de aguas superficiales, que durante un año y cuatro meses construyó tres

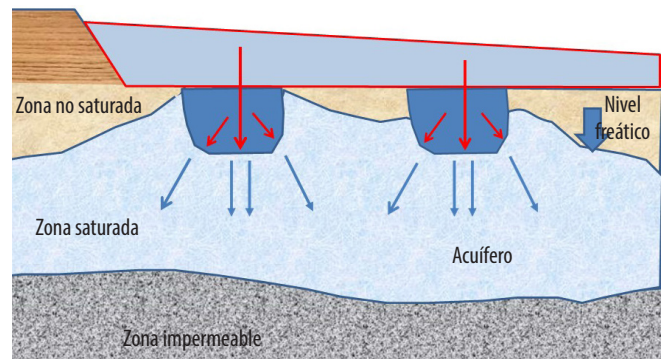
Figura 5: Proyecto piloto de recarga.



PERFIL DE RECARGA ARTIFICIAL POR CANAL EN SERPENTÍN (a)



PERFIL DE RECARGA ARTIFICIAL POR CANAL Y ESTANQUE (b)



COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PISCINAS DE INFILTRACIÓN

PISCINA DE INFILTRACIÓN N° 3		PISCINA DE INFILTRACIÓN N° 1		PISCINA DE INFILTRACIÓN N° 2	
L/S INFILTRADOS	140	60		100	
Buldozer	8.160.000			6.000.000	
Excavadora	3.690.000	6.000.000		2.500.000	
Retroexcavadora	1.125.000				
Carpeta vertedero	2.500.000	1.100.000		1.400.000	
Camiones bolones	1.200.000				
Camiones estabilizado	1.200.000	900.000		1.000.000	
Mantenición	2.000.000	2.000.000		2.000.000	
Supervisión	2.000.000	1.000.000		1.500.000	
TOTAL PISCINA 3	21.875.000	11.000.000		14.400.000	
INFILTRACIÓN M3/AÑO	4.415.040	1.892.160		3.153.600	
VALOR M3 INFILTRADO	5,0	5,8		4,57	

piscinas de infiltración alejadas al cauce del río, con un serpentín decantador que permitió incrementar el tiempo de residencia y así disminuir la turbiedad del agua que ingresa a la primera piscina de infiltración.

Para el desarrollo del proyecto se trabajó en una zona del río que hasta ese momento estaba inutilizable. Gracias a los antecedentes emanados de un estudio desarrollado en 2012 por la Comisión Nacional de Riego (CNR), existían ciertas bases y conocimiento de la zona. Y con ese escenario y con muy limitados recursos económicos, fuera del

cauce del río se desarrolló el proyecto en un sector ya identificado, pudiendo alcanzar excelentes resultados (ver *Figura 5* con proyecto piloto).

Modelo dinámico de demanda hídrica

A través de los programas desarrollados en conjunto con la Universidad de Chile, como el “Modelo dinámico de demanda hídrica aplicable a la gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca” y el “Programa de eficiencia hídrica para agricultores del sector San Fernando – Desembocadura de la provincia de Copiapó”, los usuarios

de la Casub han logrado importantes avances en la eficiencia y gestión.

Para el caso del proyecto Sales Copiapó, en cuanto a las parcelas demostrativas se observó que es posible reducir los montos de riego aplicados sin afectar los rendimientos de los cultivos, donde la menor disminución de los montos de riego fue en Unifrutti, con un 12,8%; mientras que la mayor disminución ocurre en el fundo La Castellana, con 50% de reducción respecto del manejo de campo.

Gracias a ello, se pudo validar la integración entre los instrumentos utilizados, las

variables climáticas monitoreadas por las estaciones meteorológicas en línea y las decisiones de diseño de riego (precipitación de líneas de goteo), que entregaron resultados óptimos en la producción, maximizando el uso del recurso hídrico y energético.

Asimismo, los seguimientos a los agricultores demostraron que las asesorías, visitas en terreno y charlas fueron altamente valoradas y permitieron tomar decisiones de manejo más acabadas y con mejores resultados que los alcanzados previo a las intervenciones del proyecto. ☺

H₂O ABOGADOS



ASESORÍA JURÍDICA INTEGRAL EN RECURSOS HÍDRICOS

Destacados por las publicaciones internacionales Chambers and Partners y Best Lawyers

Lo Fontecilla 101, oficina 908, Las Condes | www.h2o-abogados.com | contacto@h2o-abogados.com

Monitoreo de extracciones efectivas de aguas subterráneas



Marco Soto Fernández

Jefe de la subdivisión de Monitoreo de Extracciones Efectivas de la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Es ingeniero agrónomo por la Universidad de Chile, especialidad suelos y aguas.

La Ley n° 21.064, que “Introduce modificaciones al marco normativo que rige las aguas en materia de fiscalización y sanciones” — publicada el 27 de enero de 2018— realizó cambios importantes en los artículos 67 y 68 del Código de Aguas, referentes al Monitoreo de Extracciones Efectivas de aguas subterráneas, estableciendo que la Dirección General de Aguas (DGA) del Mi-

nisterio de Obras Públicas (MOP) por resolución fundada debía determinar los plazos y condiciones técnicas para cumplir con dicha obligación.

De esta manera, la Dirección General de Aguas dicta la Resolución D.G.A. n° 1238 (exenta), con fecha 21 de junio de 2019¹, determinando las condiciones técnicas y los plazos para cumplir con la obligación de instalar y mantener sistemas de medición de caudales y

volúmenes extraídos, así como de niveles freáticos en obras de captación de agua subterráneas y de un sistema de transmisión de dicha información. A partir de esta resolución, las direcciones regionales de la DGA comenzaron a dictar resoluciones ordenando el monitoreo de extracciones de aguas en distintos territorios del país.

La instalación, mantenimiento, protección y utilización de los sistemas de medición y de transmisión son de cos-

Recuadro 1: Componentes del sistema de medición.

Componente	Sistema de Medición		
	General	Básico	Para Caudales muy pequeños
Flujómetro	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Sensor de nivel freático	Obligatorio, fijo en la obra de captación	Obligatorio, puede ser portátil	No obligatorio
Data logger	Obligatorio	No obligatorio	No obligatorio

to y responsabilidad de los titulares de los derechos de aprovechamiento de agua, existiendo la posibilidad de escoger qué instrumentos de medición y transmisión usar, siempre y cuando dé cumplimiento al estándar que le corresponda a cada obra de captación.

Sistema de medición

Se establecen tres sistemas de medición de extracciones: general, básico y para caudales muy pequeños, cuyos componentes se detallan en el *Recuadro 1*.

En cuanto a los requisitos para el flujómetro, que son iguales para los tres sistemas de medición, son principalmente los siguientes:

1. Debe medir volumen extraído (m^3);
2. Puede emplear cualquier principio de medición;
3. Debe contar con señal de salida compatible con el *data logger* a conectar;
4. Debe poseer como máximo error de medición un 5%;
5. Su rango de medición debe abarcar a lo menos entre el 20% y hasta el 120% del caudal total autorizado en la obra de captación.

El sensor de nivel puede ser de cualquier tipo que permita medir el nivel freático. Y para estos fines, se entiende nivel freático como la distancia desde el nivel del suelo a la superficie del agua. En el caso del sistema

de medición general, el sensor de nivel debe estar conectado permanentemente a un *data logger*. Y en el caso del sistema de medición básico, el sensor de nivel puede ser uno portátil.

El *data logger* es un dispositivo cuyo fin es almacenar los registros tomados por los equipos de medición y puede ser de cualquier tipo que permita la conexión permanente, tanto con el flujómetro como con el sensor de nivel.

Ambos deben instalarse siguiendo las indicaciones del fabricante respectivo.

El sistema de transmisión

Se establecen tres sistemas de transmisión, cuyo fin es poder remitir los datos generados en el sistema de medición al *software* DGA de Monitoreo de Extracciones Efectivas (MEE). Los tipos son: online, por archivo y por formulario.

El "Sistema de Transmisión Online" es el más exigente y contempla una transmisión interna que permite el envío de los datos almacenados en el *data logger* hacia un centro de control. Dentro de los medios de transmisión interna se puede emplear cualquier forma de telemetría (GPRS, satelital, radiofrecuencia, etcétera.) que se encuentre disponible en el territorio. El centro de control corresponde a un sitio donde se recopilan los datos medidos en una o más obras de captación y donde se procesan generando un archivo XML en el formato establecido por la DGA. Por último, el archivo XML debe ser enviado vía *web service* al *software* DGA de MEE.

Es importante señalar que en caso de existir una comunidad de aguas subterráneas, lo recomendable es que exista un centro de control de dicha organización. De esta manera, se puede centralizar la recep-

ción de datos de todas las obras de captación del respectivo acuífero. De todas formas, el centro de control puede ser del propio titular del derecho de aprovechamiento o de una empresa que ofrezca dicho servicio.

El "Sistema de Transmisión por Archivo", en tanto, consiste en la carga de un archivo Excel al *software* DGA de MEE en el formato establecido por la DGA.

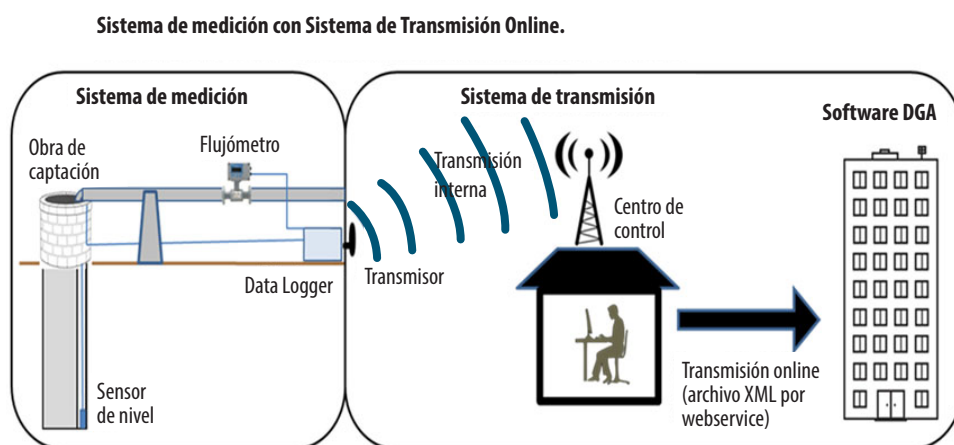
Y por último, el "Sistema de Transmisión por Formulario" consiste en traspasar manualmente la información al *software* DGA de MEE.

Estándares

Se establecieron cuatro estándares: mayor, medio, menor y caudales muy pequeños.

En resoluciones DGA regionales se fijan los rangos de caudales para cada estándar para un territorio en particular. El estándar a emplear en cada obra de cap-

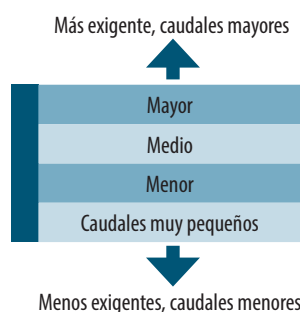
Figura 1: Esquema de sistema de transmisión online.



tación dependerá del caudal total de los derechos de aprovechamiento de aguas que se ejercen en ella.

En el *Recuadro 2* se puede observar el detalle de los componentes y plazos para cada estándar.

Software DGA de MEE



Los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas, por sí mismos o a través de una persona que mandaten —que para estos fines se denomina “informante” — deben registrar sus obras de captación indicando los derechos de aprovechamiento de aguas que se ejercen en dicha obra, sus caudales, sus titulares, los representantes legales (en caso de existir) y las características del sistema de medición y de transmisión.

Para registrar la obra se debe ingresar al *software* DGA de MEE a través de clave única, y una vez realizado dicho registro, la plataforma le entregará un “Código de Obra” que identificará a la obra de captación para todos los fines de Monitoreo de Extracciones Efectivas, así como

Figura 2: Esquema de sistema de transmisión por archivo.

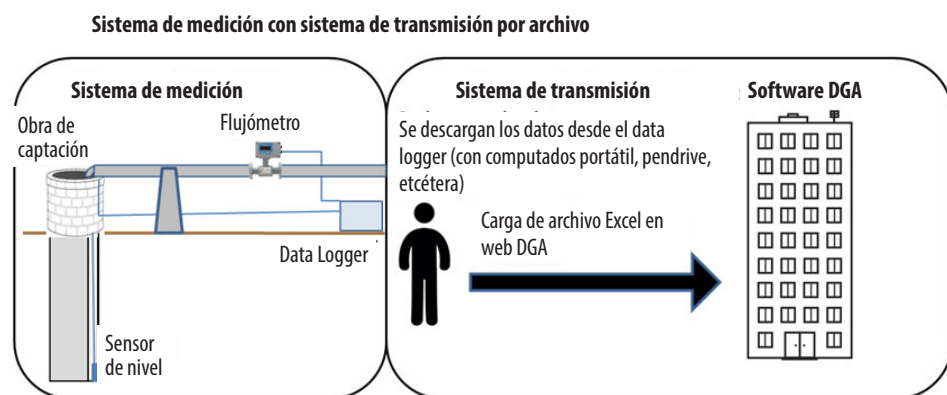
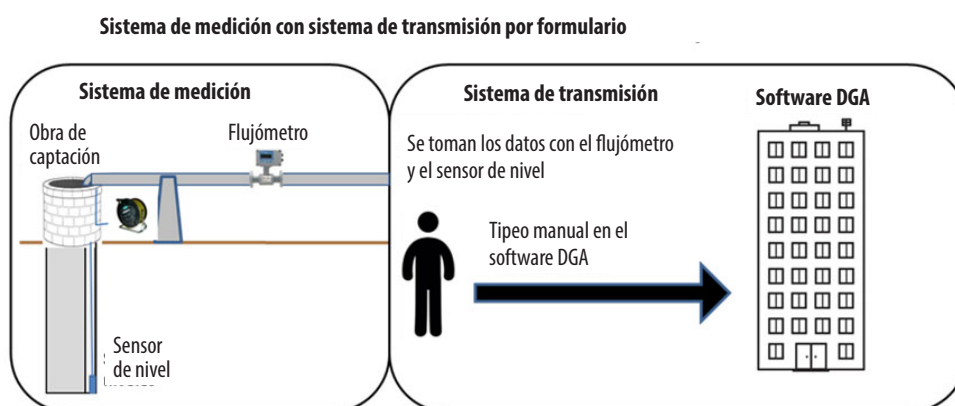


Figura 3: Esquema de sistema de transmisión por formulario.



Recuadro 2: Componentes y plazos para cada estándar.

Componentes	Estándar Caudales Muy Pequeños	Estándar Menor	Estándar Medio	Estándar Mayor
Sistema de medición	Para caudales muy pequeños	Básico	General	General
Frecuencia de medición	2 medición/año	1 medición/mes	1 medición/día	1 medición/hora
Sistema de transmisión	Formulario	Formulario	Archivo Excel	Online
Frecuencia de transmisión	2 transmisión al año	1 transmisión al mes	Puede transmitir una vez al día o cada 15 días	1 transmisión por cada medición
Desfase entre la medición y la transmisión	Máximo 1 mes	Máximo 1 mes	Máximo 15 días	Máximo 7 días
Plazo para instalación de sistema de medición y registro de la obra de captación en el software D.G.A. de M.E.E.	24 meses	20 meses	10 meses	4 meses
Plazo para instalación de sistema de transmisión y comienzo de transmisiones	30 meses	26 meses	12 meses	5 meses

también le entregará un “Código QR” que el titular deberá disponer en forma visible en la obra de captación.

El informante, ya sea el propio titular o una persona debidamente mandatada, puede ingresar al *software* DGA de MEE todas las veces que lo requiera, ya sea para cargar información de extracciones, consultar datos registrados, actualizar información registrada o consignar nuevas obras de captación, entre otras opciones disponibles.

Situación actual

A la fecha, se ha ordenado el Monitoreo de Extracciones Efectivas de aguas



subterráneas en territorios desde la región de Arica y Parinacota hasta la del Maule, que incluye la totalidad de las regiones de Antofagasta y Coquimbo. Además, se ordenó MEE en un par de

“Sectores Hidrológicos de Aprovechamiento Común” (SHAC) de la región del Biobío. En el banner “Monitoreo de Extracciones Efectivas” del sitio web de la DGA se encuentran las resolucio-

nes dictadas, en las cuales es posible revisar los territorios ordenados y los rangos de caudales definidos para cada estándar.

El *software* DGA de MEE se encuentra en pleno funcionamiento con más de 3 mil obras de captación registradas y con transmisiones de datos por los tres sistemas disponibles: online, por archivo y por formulario.

Cualquier persona puede acceder a la información del *software* DGA de MEE a través de dos módulos distintos. Uno de ellos es el “Observatorio Georreferenciado DGA”, un sistema de información geográfica que

Gestión Ambiental S.A.



Contamos con 27 años de experiencia y un equipo multidisciplinario de más de 100 profesionales

Rosario Norte N° 100, Piso 14
Las Condes, Región Metropolitana
www.sgasa.cl | +56 2 2580 6500

SGA[®]
GESTIÓN AMBIENTAL



Figura 4: Imagen de observatorio georreferenciado.

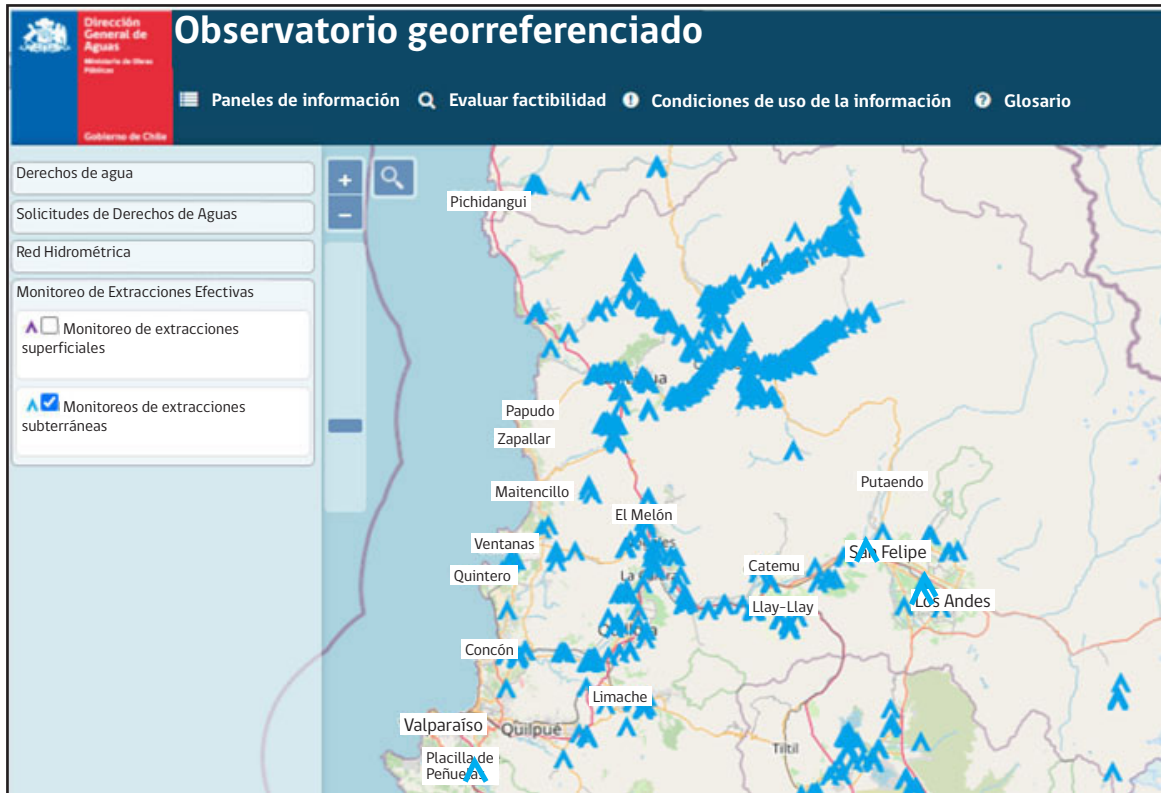



Figura 5: Imagen de módulo de consulta pública.

Búsqueda de Obra

Este módulo de consulta pública contiene información de las obras de captación registradas en el Software de Monitoreo de Extracciones Efectivas, la que es subida por los titulares de los respectivos derechos de aprovechamiento de aguas, siendo éstos los responsables de su veracidad. Usted puede realizar búsquedas por los siguientes criterios: código de obra, Rut o nombre, características de la obra, coordenadas y ubicación geográfica.

Código de Obra	Rut/Nombre	Características de la Obra	Coordenadas y otras búsquedas
Región <Selecione>	Provincia <Selecione>	Comuna <Selecione>	<input type="checkbox"/> Solo Obras de Restitución
Naturaleza Subterránea	Tipo de registro de Obra <Selecione>		

Búsqueda Avanzada

☐ No soy un robot  reCAPTCHA
Privacidad • Términos

permite consultar, recuperar y reproducir los datos consignados en los diferentes registros del Catastro Público de Aguas (CPA), dentro de los que se encuentra la cobertura de Monitoreo de Extracciones, que da la posibilidad de observar en un mapa en pantalla las obras de captación registradas por los usuarios y que al clicar sobre alguna de ellas, puede visualizarse la información asociada.

Otro módulo es el de consulta pública de MEE, que permite realizar búsquedas de obras de captación por los siguientes criterios: código de obra, rut o nombre,

características de la obra, coordenadas y ubicación geográfica. En el resultado de la búsqueda se puede acceder a la información detallada de la obra de captación que haya sido cargada

por el respectivo informante: titular del derecho, caudal autorizado y caudales extraídos, entre otros datos.

Por último, es importante destacar que en un futuro muy cercano el Mo-

nitoreo de Extracciones Efectiva de aguas subterráneas se complementará con la implementación del Monitoreo de Extracciones de aguas superficiales, permitiendo conocer los reales valores del uso del agua en el país y con ello, todos los actores podrán tomar decisiones más informadas que apunten a mejorar la gestión de nuestros recursos hídricos.

¹ La Resolución D.G.A. N° 564 (exenta), de 13 de abril 2020, rectifica Resolución D.G.A. N° 1238 (exenta) de 21 de junio de 2019.



HIDROMAS se ha posicionado como una empresa especialista que entrega soluciones en temas de recursos hídricos y medio ambiente a través de asesorías técnicas-estratégicas, aportando con una visión integral y resguardando la sustentabilidad ambiental con un equipo profesional altamente competente.

- Consultoría técnica y apoyo estratégica en recursos hídricos y medio ambiente.
- Acompañamiento en procesos regulatorios frente a la autoridad ambiental y sectorial.
- Modelación hidrológica e hidrogeológica.
- Desarrollo de QA/QC de datos de calidad de aguas.
- Orientación y desarrollo de Permisos Sectoriales y Ambientales.
- Desarrollo de componente Recursos Hídricos en EIA.
- Capacitación y docencia.

www.hidromas.cl

N°	Nombre	Empresa
1	Alberto Cardemil Palacios	Carey
2	Alejandro Gomez Vidal	Sociedad del Canal de Maipo
3	Amaro Taucán Burgos	Quinta Empresas
4	Andrés Pucheu	Hidroestudios
5	Anneli Gramusset Hepp	Flow Hydro Consulting
6	Antonio Vargas Riquelme	H2O Abogados
7	Camila Lavín Hausdorf	Carey
8	Carlos Ciappa Petrescu	ICCF Abogados
9	Carlos Espinoza Contreras	Hidromas
10	Carmen Copier Mella	Geosafe
11	Carol Gálvez Astudillo	Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia
12	Christian Reyes Benavides	Quinta Empresas
13	Claudia Craig Palacios	Caudal Asesores
14	Claudio Reyes Hurtado	AWUA
15	Cristian Ortiz Astete	Hidroestudios
16	Cristian Contreras Chacón	Handels Und Finanz
17	Daniela Raddatz Delgado	SGA - Gestión Ambiental
18	Edmundo Claro	CSIRO Chile
19	Eugenio Celedón Cariola	Hidrogestión
20	Eugenio Celedón Correa	Hidrogestión
21	Felipe Raby Amadori	Hidrogestión
22	Felipe Huneeus Lagos	AC Geosonic
23	Fernando Garrido Capdevilla	Barros & Errázuriz
24	Fernando Peralta Toro	Independiente
25	Francisca Quiroz	Geodatos
26	Francisco Echeverría Ellsworth	H2O Abogados
27	Francisco Moreno Sagredo	Handels Und Finanz
28	Francisco Suárez Poch	Universidad Católica
29	Gabriella Bennison	CSIRO Chile
30	Gerardo Díaz del Río	Consultor independiente
31	Gonzalo Lira Canguilhem	Logist Geoplan
32	Guillermo Donoso Harris	Universidad Católica de Chile
33	Hector Maya Araya	Aquist Hidrogeológica Consultores
34	Hernán Llona Gajardo	Quinta Empresas
35	Humberto Peña Torrealba	DIAGUA
36	Humberto Gutiérrez Morales	GMS Consultores
37	Ignacio Popelka Jiménez	Cía. Chilena de Perforaciones

N°	Nombre	Empresa
38	Iván Veloso Araya	Consultor independiente
39	Jennifer Lavado	Geodatos SAIC
40	Jorge Femenías Salas	ICCF Abogados
41	Jose Luis Fuentes Vasquez	Sociedad del Canal de Maipo
42	José Luis Delgado	Itasca
43	José Luis Arumí Ribera	Universidad de Concepción
44	Juan Carlos Berrios Torres	Sociedad del Canal de Maipo
45	Juan Carlos Parra	Geodatos
46	Julio Cornejo Morales	Hidromas
47	Karen Lazo	CSIRO Chile
48	Katherine Hasler	Hidroestudios
49	Laura Vitoria Codina	SGA - Gestión Ambiental
50	Luis Jorquera Galaz	Independiente
51	Lukas Radmann de Soto	Itasca
52	Francisca Craig Palacios	Caudal Asesores
53	María Gabriela Yáñez Poblete	H2O Abogados
54	Maricel Jofré Carvajal	AC Geosonic
55	Mario Jofré Cortés	Junta de Vigilancia Río Elqui
56	Martin Brown Sepúlveda	Itasca
57	Martín Guimaraens Juanicó	Cía. Chilena de Perforaciones
58	Mauricio Moreno Sagredo	Handels Und Finanz
59	Mesenia Atenas Vivanco	Hidromas
60	Miguel Varela Robles	KGHM - Mina Franke
61	Orlando Acosta Lancellotti	Gestionare
62	Pablo Rengifo Oyarce	SGA - Gestión Ambiental
63	Pablo Keyer Ballester	Caudal Asesores
64	Pablo Jaeger Cousiño	DIAGUA
65	Patricia Casasnovas Arias	Cía. Chilena de Perforaciones
66	Patricio Solórzano	Barros & Errázuriz
67	Pedro Pablo Ballivian	Barros & Errázuriz
68	Reynaldo Payano Almanzar	INRHED
69	Roberto Pizarro Tapia	Universidad de Talca
70	Ronald Ambler Abraham	AC Geosonic
71	Sebastián Campos Aguirre	ICCF Abogados
72	Sebastián Del Campo	Carey
73	Tamara Salgado Donoso	DIAGUA
74	Wolf von Igel Grisar	ICASS





Soluciones eficientes de abastecimiento y monitoreo de recursos hídricos.

- Pozos profundos.
- Equipos de bombeo e impulsiones.
- Equipos de monitoreo y control.
- Operación y mantención .
- Gestión de Recursos Hídricos.
- Organismo de Inspección Ambiental (ETFA)



Capítulo Chileno de la Asociación Latinoamericana
de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (Alhsud)
Providencia 2330, oficina 63.
comunicaciones@alhsudchile.cl - www.alhsudchile.cl

 Alhsud Chile
 @alhsudchile
 Alhsud Capítulo Chileno
 alhsudchile