

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



Jason S. Dadakis

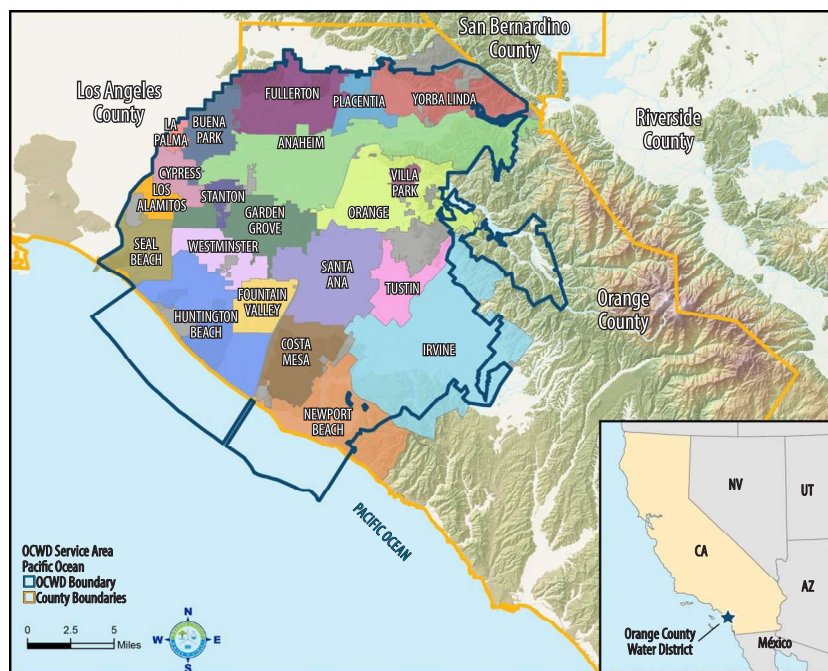
Ponencia realizada durante el Quinto Webinario 2020 de Alhsud Chile: "Recarga de acuíferos: ¿Cómo hacerla posible en Chile?".

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 representa 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), ósmosis 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 quím-

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

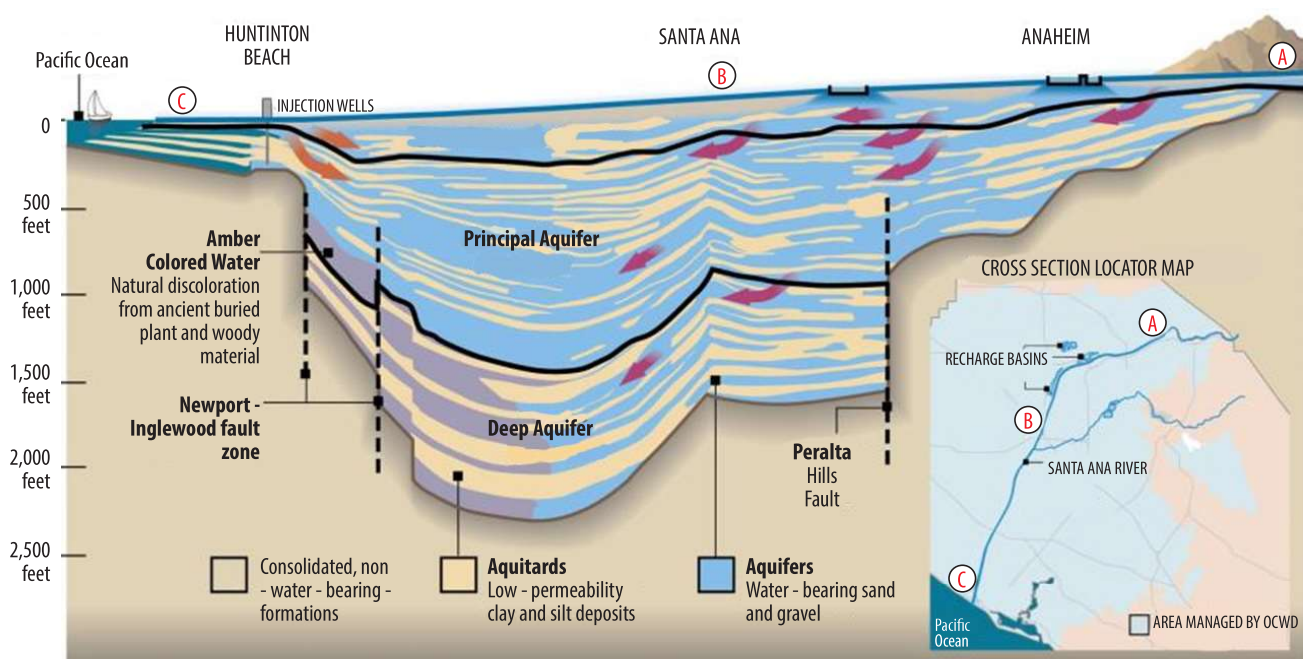
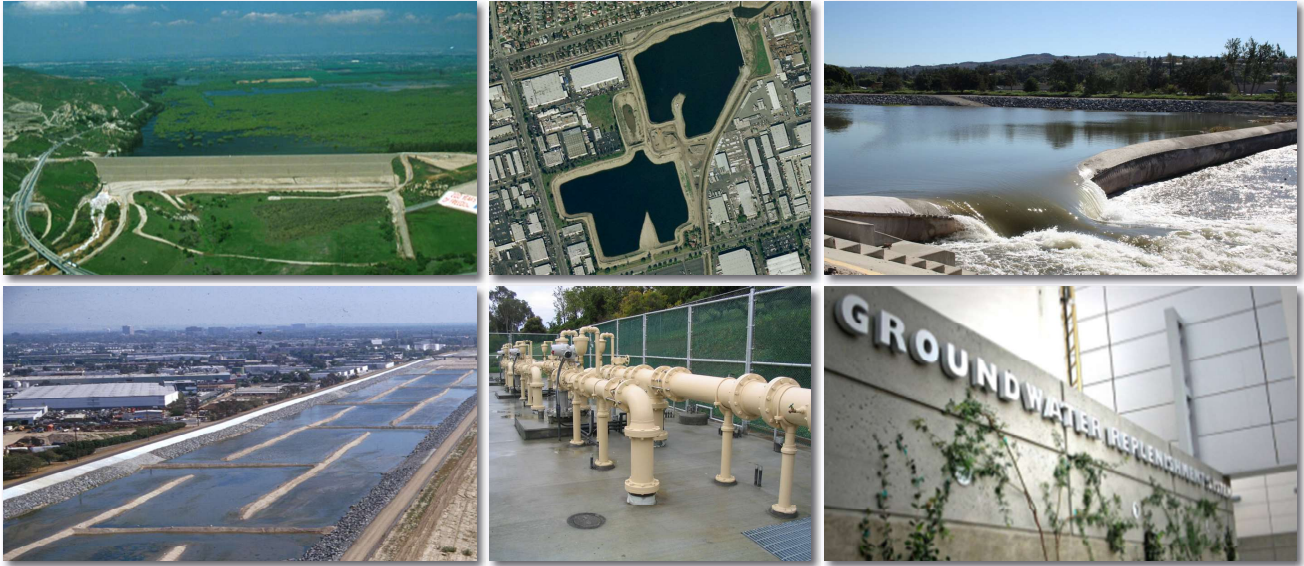


Figura 3: Instalaciones de recarga de acuífero (Orange County Water District).

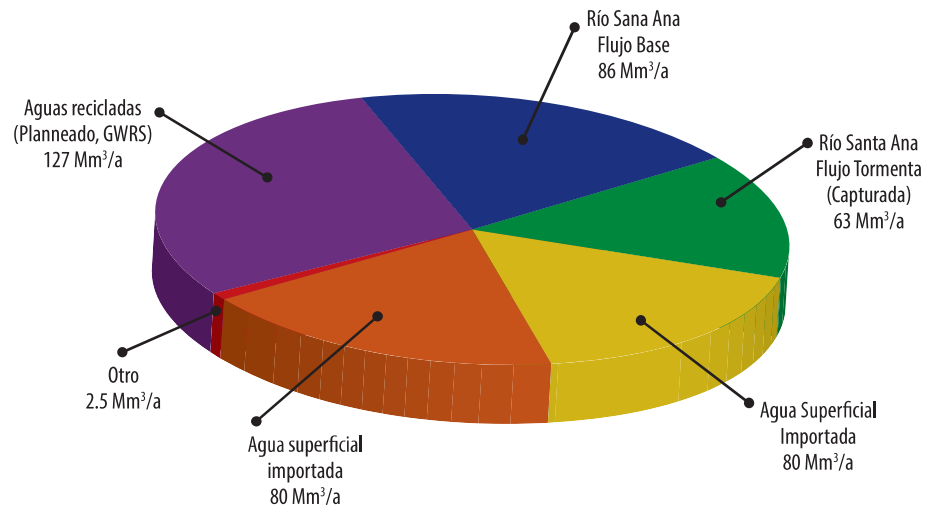


micos disueltos —como la sal u otros componentes orgánicos e inorgánicos—; y finalmente, la tercera etapa, de luz ultravioleta con peróxido de hidrógeno, es una fase destinada a cumplir tres funciones: desinfección de patógenos, fotólisis de compuestos químicos sensibles a la luz ultravioleta y oxidación 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 (Mm³/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).

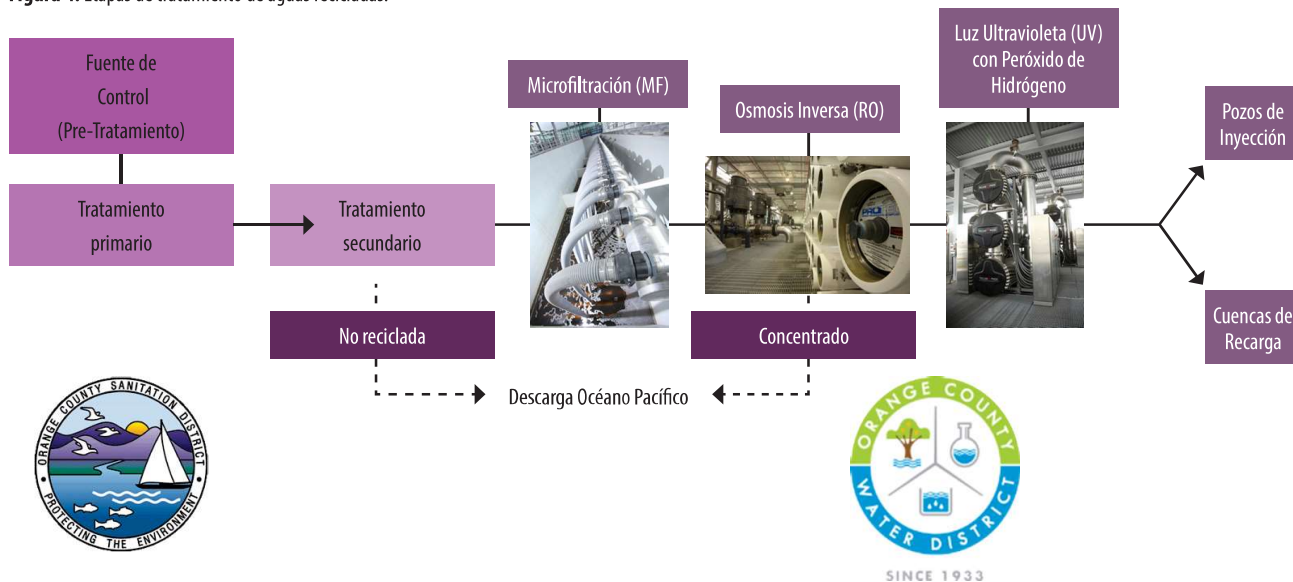
Asimismo, también se incluyen pruebas de compuestos químicos no regu-

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

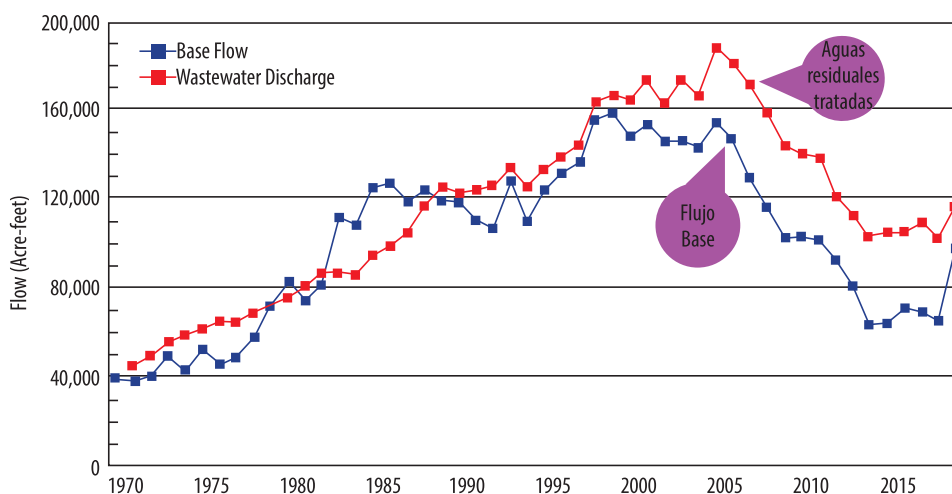
Y recientemente también se han incluido diversas pruebas por sustancias per- y polifluoroalquiladas

(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 "seguro"

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)

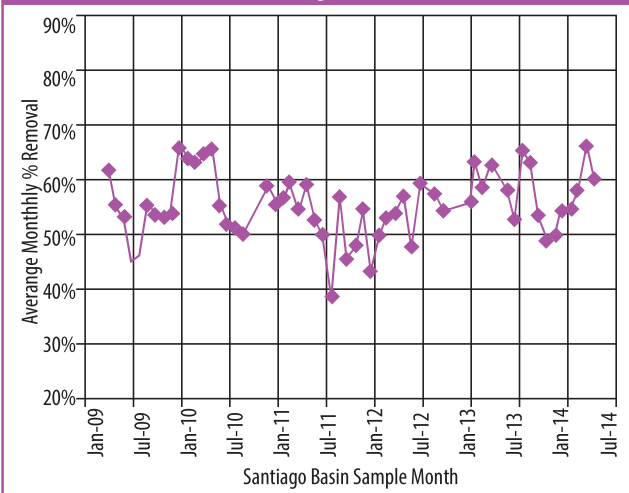


Gráfico 2: Cafeína 2015 - 2017

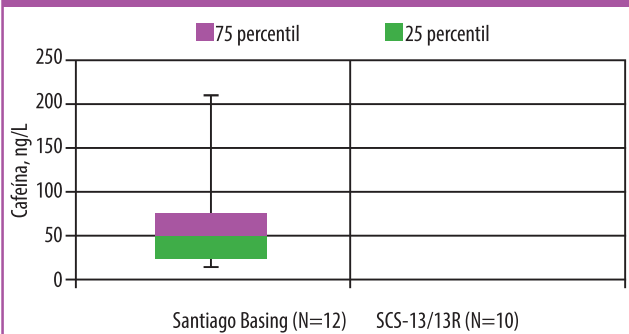
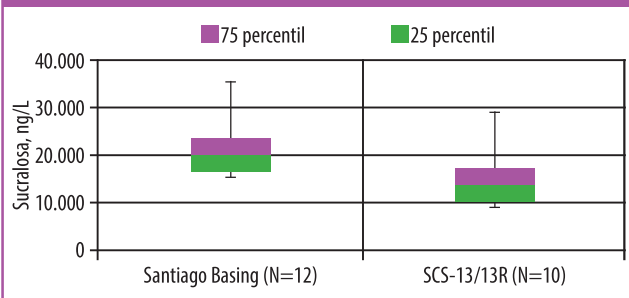


Gráfico 3: Sucralosa 2015 - 2017



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. ☺

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.

