

Número 18 | Septiembre de 2020

# AGUAS

## LATINOAMÉRICA

EL MAGAZINE  
DE LOS LÍDERES  
DEL AGUA

## PTAR CHAPULTEPEC

un ejemplo de sustentabilidad e innovación  
en soluciones tecnológicas para impulsar la  
economía circular en Ciudad de México



# Olimpiadas del agua

Conocimiento oportuno en gestión del agua para  
niños y jóvenes. Más de 600 niños de Colombia  
participaron en el 1<sup>er</sup> ciclo





#### **Co-edición**

---

Juan Miguel Pinto

#### **Presidente**

#### **Coordinación Editorial y Redacción.**

---

Ragile Makarem

#### **Directora de Mercadeo y**

#### **Comunicación.**

#### **Redacción e investigación.**

---

Diego Ortuño

#### **Analista de Comunicaciones**

#### **Diseño, diagramación e ilustración**

---

Martín Guerrero

#### **Coordinador de Imagen**

Año 3 /

No. 18/ Septiembre/ 2020

Todos los derechos reservados.

ALADYR INC.



# CONTENIDO

MAGAZINE AGUAS LATINOAMÉRICA



---

**4**

**EDITORIAL**

---

**6**

**OLIMPIADAS DEL  
AGUA**

---

**10**

**PAÍS**

- Chile
- Opinión. Columna Regulación

---

**18**

**LÍDER H2O**

- Entrevista Carlos Cosin

---

**29**

**INFO H2O**

- Brasil. Nuevo Marco Regulatorio
- Guillermo Jelinski en entrevista
- Sergio Benet. Serv. Agua y saneamiento
- Construcción y Agua
- UF: Tecnología Resiliente

---

**60**

**NOTICIAS DE  
NUESTROS SOCIOS**

- Severn Trent encarga planta

---

**64**

**PLANTAS**

- PTAR Chapultepec

---

**70**

**PAPELES  
TÉCNICOS**

- Eurodia
- Fluence

---

**91**

**RESPONSABILIDAD  
SOCIAL**

- Proyecto Puertecitos
- Jóvenes Líderes

---

**105**

**ALIANZAS**

- Reima
- Alianzas Académicas

---

**110**

**PERSONALIDADES**

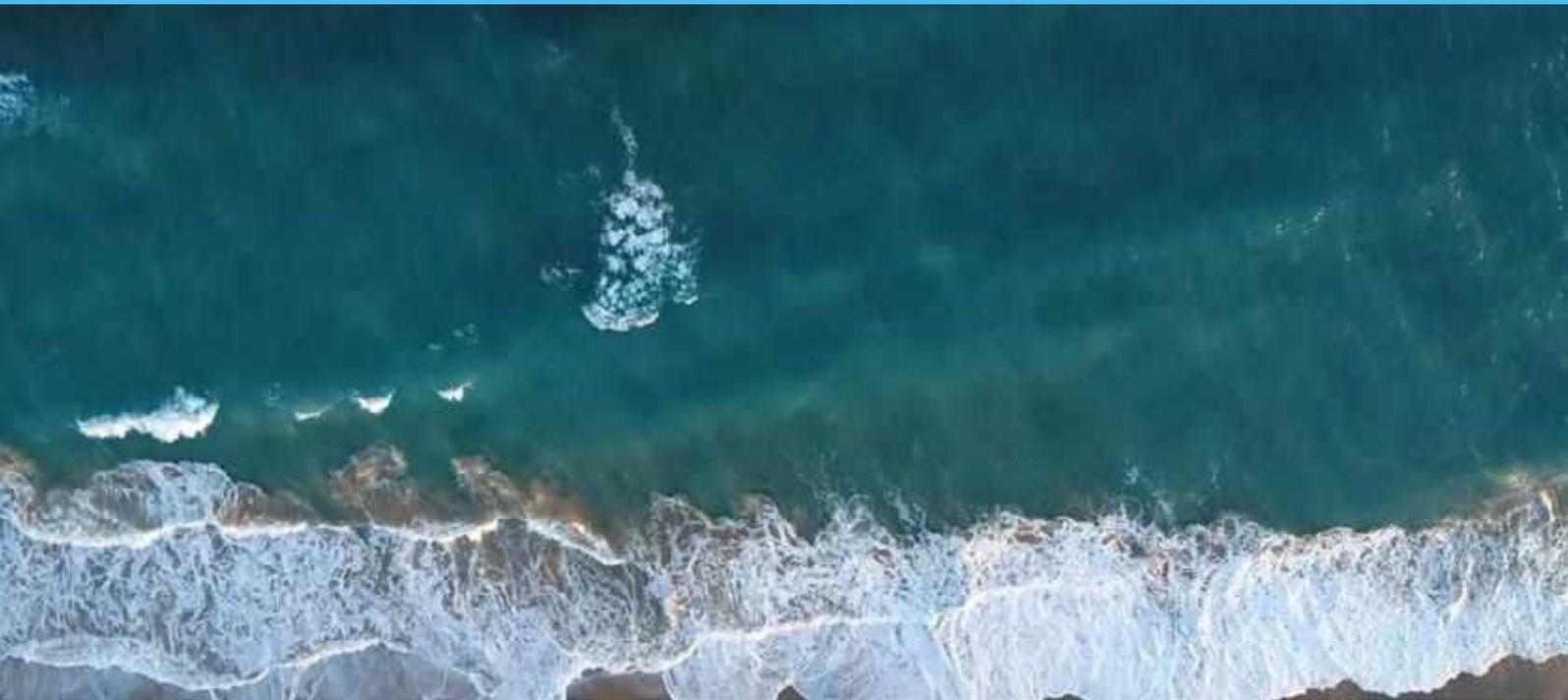
- Aguas y procesos

---

**113**

**OFERTA  
ACADÉMICA**

- Colombia
-



# EDITORIAL

Ya faltan menos de 4 meses para culminar el año y de alguna forma todos llegamos a pensar que la COVID – 19 nos resultaría ajena o muy distante; nos tomó por sorpresa a todos a pesar de las señales evidentes de su continua conquista de ciudades y países, y la realidad es que ha afectado tanto aspectos de la vida cotidiana como a grandes economías.

El mercado del agua no escapó de esta situación; consumidores, proveedores de tecnologías y empresas de ingeniería han integrado diferentes prácticas y opciones para continuar ofreciendo productos y servicios. Desde el comienzo de la pandemia ALADYR se reinventó mediante

el lanzamiento de nuevas iniciativas como webinars, Academia del Agua, stands virtuales, Líder H2O y la programación de las Olimpiadas del agua, sólo por citar algunos ejemplos.

Hoy creo que de alguna manera la estamos sobrellevando, y que cada uno desde sus trabajos y funciones busca maneras para que, a pesar de tener un escenario totalmente diferente, ésta no melle las posibilidades de seguir aportando al objetivo de las empresas que conforman ALADYR “el acceso al agua mediante la integración de las tecnologías de tratamiento y desalación”.

Seguimos en pie de lucha y nos acompañan cada día más organizaciones. Desde nuestra asociación procuramos ofrecer alternativas para que los socios hallen en los espacios ALADYR oportunidades para seguir creciendo y posicionando las tecnologías que nos ocupan.

En esta edición resaltamos de forma particular, el Foro “POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GARANTIZAR EL ACCESO AL AGUA. Desalación y Reúso, Soluciones para CHILE” que se realizará el 18 y 19 de noviembre y cuyo objetivo es convocar a los principales actores de la desalación y el reúso, tales como gobierno, empresas mineras, sanitarias, agrícolas, proveedores y organizaciones no gubernamentales a favor del medio ambiente y consumidores, entre otros, a debatir sobre la desalación y el reúso desde la mirada de las políticas públicas y la necesidad de subsanar las carencias de acceso al agua por parte de la población, como derecho fundamental y accionar necesario para el desarrollo socio - económico. Entre los panelistas destacan el presidente de la IDA Carlos Cosín y el presidente de AEDYR, Domingo Zarzo, ambas asociaciones aliadas y amigas.

Nos resulta prudente que esta actividad sirva de base para extrapolar alcances para otras regiones de Latinoamérica en cuanto a Políticas Públicas. Desde nuestra óptica y experiencia, así como a partir del intercambio de información con los Socios ALADYR, es recurrente escuchar que una de los principales obstáculos para la replicar el éxito que el reúso y la desalación ha alcanzado en otras latitudes, son en efecto las políticas y legislaciones que no incentivan a la inversión y desarrollo de estas tecnologías.

El foro será de acceso gratuito, cada participante suma al debate y a la recepción de ideas y nuevas premisas para impulsar el cambio.

Esperamos que la variedad de tópicos incluidos en AGUAS LATINOAMÉRICA sea de su interés. Nuestras páginas están a disposición de los profesionales y empresas socias ALADYR.

**Juan Miguel Pinto**

**Presidente ALADYR**

**ALADYR no se hace responsable por la opinión de sus colaboradores ni interviene en el contenido de los papeles técnicos autoría de las empresas participantes, pero si como lector tiene una réplica u observación a cualquiera de los contenidos reflejados en estas páginas, le invitamos a compartirlo con toda la audiencia en la edición siguiente en la nueva sección “Muro del Lector”**

**Por favor escribir a [publicaciones@aladyr.net](mailto:publicaciones@aladyr.net)**



648  
NIÑOS



29  
COLEGIOS



18  
CIUDADES

CÚCUTA

BOGOTÁ

YOPAL

VILLAVICENCIO

MANIZALES

CARTAGENA

ARMENIA

VALLEDUPAR

BUCARAMANGA

MEDELLÍN

BARRANQUILLA

PEREIRA

CHIA

NEIVA

BELLO

SABANETA

ESTRELLA

ENVIGADO

# OLIMPIADAS DEL AGUA

La Asociación Latinoamericana de Desalación y Reúso de Agua, ALADYR, con el propósito acercar conocimientos en materia de Desalación, Reúso y Tratamiento de Agua y Efluentes a niños en edad escolar, primaria hasta bachillerato, que forjen experiencias tempranas para la valoración del recurso hídrico y su gestión eficiente, arrancó en LATINOAMÉRICA las OLIMPIADAS DEL AGUA ALADYR comenzando en COLOMBIA.

Las primeras OLIMPIADAS DEL AGUA ALADYR iniciaron en Colombia este 09 de septiembre, contando con la participación de 648 niños provenientes de 29 colegios de 18 ciudades del país y forman parte de las estrategias del Programa de Responsabilidad Social ALADYR y su “Escuela del Agua”, en la cual se involucran a nuestras empresas socias y relacionados como agentes de cambio y concientización en torno a la necesidad de agua y las soluciones que promovemos aportando experiencias y conocimientos a colegios de Latinoamérica.

“Una de las principales limitantes que ralentizan el proceso de integración de las tecnologías para desalación y tratamiento de agua, en aras de garantizar el acceso al agua potable, son las barreras socio - culturales y la desinformación. Desde ALADYR consideramos que promover el conocimiento oportuno, incluso en los más chicos, permite que cada día sean más los ciudadanos y empresas con conciencia sobre el uso apropiado del agua y el valor de este recurso” enfatizó Juan Miguel Pinto, Presidente de ALADYR.

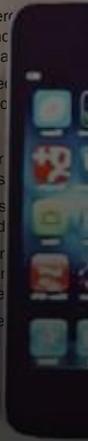
TRUCO  
ECONOM

¡HOLA!  
bienvenido a LAS

A continuación te  
para el próximo m

ALGUNAS RECOM

- Ten presente que antes (09:45 AM) en manera correcta, o Tablet y un seguimiento conexión a internet
- Recuerda aprender que ha
- Si puedes mucho
- Si por Whats
- Todos perdidos
- Si duras presen donde
- Ten ce





**RECOMENDACIONES**

**!!**

**OLIMPIADAS DEL AGUA ALADYR 2020 - EDICIÓN COLOMBIA**

vamos a contar como podrás acceder a la sesión online programada el día jueves 9 de septiembre.

**RECOMENDACIONES IMPORTANTES:**

La hora de inicio es a las 10 AM, pero debes conectarte 15 minutos antes para verificar que todos los dispositivos que vas a utilizar funcionan de igual que tu conexión a internet. Debes contar con tu computadora o cualquier dispositivo que puede ser un celular, tablet o computador con internet.

Para que anotes todas las cosas interesantes que irán para el concurso de preguntas y respuestas **ES ESTAR MUY ATENTO** a lo que se va diciendo. Tu familia (mamá, papá, hermanos, abuelos) será muy interesante y de utilidad para ellos también.

Para participar en la sesión online, por favor escríbenos a los teléfonos 006645066 y a la brevedad te responderemos. Estamos interesados para evitar inconvenientes que puedan surgir.

En caso de una falla de sonido o video, puedes escribirnos en las redes sociales para que podamos ayudarte a solucionar el problema. Esperamos que tengas una excelente experiencia para ser parte de esta actividad y nos escribas para hacerla más divertida.






**ALADYR**  
*Responsabilidad Social*

**ALADYR**  
 ASOCIACION LATINOAMERICANA DE  
 DESALAGUO Y RELO DE AGUA

Las OLIMPIADAS DEL AGUA ALADYR son una iniciativa que permite conectar a líderes internacionales en gestión sostenible del agua con los niños y jóvenes que actualmente se encuentran haciendo homeschool o educación desde casa debido a la Pandemia. En un ciclo de 4 clases magistrales los niños conectados a la plataforma de ALADYR podrán aprender de los siguientes tópicos:

- El agua y los contaminantes – Contaminantes emergentes
- El Reúso y tratamiento de agua – soluciones tecnológicas
- El proceso de Desalación – Una Alternativa para suministro de agua
- Huella hídrica - ¿Qué podemos aportar para el uso eficiente del agua desde la cotidianidad?

## LA DINÁMICA

Los niños asistentes, una vez que atienden a las clases magistrales, participan en un concurso de trivias sobre lo aprendido en la presentación y gana el niño que responda correctamente más rápido. Esta dinámica se repite en cuatro oportunidades, una para cada tema y se selecciona a un niño ganador por tópico.

Los niños y colegios ganadores ocuparán un lugar destacado en la WEB ALADYR, serán anunciados en medios y redes sociales y finalmente competirán en una olimpiada internacional entre los niños ganadores de cada país.

Para la primera Ronda de las Olimpiadas fue presentado el tema “El Agua y los Contaminantes – Contaminantes Emergentes” por Alejandro Sturniolo, vicepresidente de ALADYR. La clase duró 1.20 horas y los niños realizaron más de 140 preguntas.

Los participantes comentaron con sorpresa que no estaban al tanto de la presencia de contaminantes “emergentes” en el agua, y mostraron preocupación por ecosistemas, animales y la calidad del agua que llegaba a sus hogares; así como la que consumían.

Sturniolo expresó, que la intención de la dinámica, más allá de ofrecer un panorama de la realidad y dar a conocer a los niños qué estamos haciendo como responsables de la situación; tenía como propósito explicar que existen tecnologías a nuestra disposición para garantizar la calidad del recurso hídrico; siendo necesario que los niños y jóvenes comprendan desde ahora que nuestras acciones tienen consecuencias y aún estamos a tiempo de hacer algo favorable.

## PREGUNTAS MÁS DESTACADAS

Entre las preguntas más comunes se encontraban:

- ¿El agua hervida está exenta de contaminantes?
- ¿El agua que viene en botellitas tiene microplásticos?
- ¿Hay alguna manera posible de que los contaminantes se puedan evaporar?
- ¿Hay algún tipo de material en la ropa que especialmente aporte mayores niveles de microplástico?
- ¿Qué efectos tiene consumir microplásticos a diario?
- Entonces, ¿qué agua debemos tomar?
- ¿Si usamos envases de vidrio en vez de plástico, estamos haciendo algún cambio positivo?
- ¿Hay alguna forma de que los microplásticos puedan ser manipulados químicamente para que no se enlacen con otras sustancias como virus, bacterias u otros contaminantes?
- ¿Si se extraen los microplásticos del agua, qué hacemos con ellos? ¿Reusarlos una y otra vez?
- ¿Si siempre es la misma agua, las mismas moléculas,

será que ya hemos tomado una misma molécula de agua más de 2 veces?

- ¿Cuáles son los métodos más efectivos para purificar agua?
- ¿Qué puedo decirle a mis papás que hagan para ayudar?
- ¿El veganismo ayuda a reducir la contaminación en el mundo?

“Rescatamos como un hito, no sólo contar con casi 650 niños, sino además que estuvieron atentos durante toda la dinámica. Sus preguntas nos indican que aún debemos seguir esforzándonos. Al compartir conocimientos, experiencias, soluciones...vamos sembrando curiosidad, conciencia y posteriormente ciudadanos con herramientas para emprender acciones que cambian la realidad con perspectivas favorables”. Enfatizó Juan M Pinto.

Esta dinámica será replicada en México, Argentina, Chile y Perú y en ella se incorporan reconocidos líderes internacionales en la industria de desalación y reúso de agua, representantes de empresas socias ALADYR, quienes son los encargados de impartir las clases adaptadas a la realidad de cada país y al rango etario de

los niños y jóvenes.

Además de las OLIMPIADAS DEL AGUA ALADYR, el Programa de Responsabilidad Social de la Asociación desarrolla Academia del Agua, actividad que estimula la participación de los estudiantes universitarios en espacios creados especialmente para ellos, en los cuales tienen la posibilidad de disipar dudas y aprender de la mano de nuestras empresas socias. En la actualidad, Academia del Agua ha generado más de 40 alianzas con universidades de Latinoamérica que se suman a las iniciativas de nuestra asociación.

La segunda ronda de las OLIMPIADAS tendrá lugar el 25 de septiembre y estará a cargo de Víctor Casarreal, directivo de la Asociación y representante de LG CHEM, empresa socia ALADYR, quien presentará “El Reúso y tratamiento de agua – soluciones tecnológicas”.

Si tu empresa desea participar en calidad de patrocinante (DANDO UNA CLASE) en nuestras olimpiadas o si te gustaría integrar el colegio de tus hijos como asistente, sólo escribe a [dircom@aladyr.net](mailto:dircom@aladyr.net) o [rse@aladyr.net](mailto:rse@aladyr.net)



# PAÍS

# CHILE



## Políticas públicas

### para garantizar el acceso al agua

DE ACUERDO A INFORMACIÓN DE COCHILCO, DURANTE EL AÑO 2018, LA MINERÍA DEL COBRE CONSUMIÓ UN TOTAL DE 62.22 M<sup>3</sup>/SEG DE AGUA, DE LA CUAL LA DE ORIGEN CONTINENTAL ALCANZÓ LOS 13,36 M<sup>3</sup>/SEG, LA PROVENIENTE DEL MAR ALCANZÓ 3,99 M<sup>3</sup>/SEG (QUE REPRESENTA EL 23% DEL AGUA UTILIZADA EN LA MINERÍA) DE ESTE PORCENTAJE 1,88 M<sup>3</sup>/SEG PERTENECEN A AGUA DE MAR CRUDA O DIRECTAMENTE UTILIZADA EN LOS PROCESOS CON UN ALTO CONTENIDO DE SAL Y EL RESTO 2.11M<sup>3</sup>/SEG A AGUA DESALINIZADA. POR ÚLTIMO, EL AGUA RECIRCULADA FUE DE 44,87 M<sup>3</sup>/SEG, LO QUE DEMUESTRA LA ENORME EFICIENCIA HIDRÁULICA QUE HA ALCANZADO ESTE SECTOR.

A la fecha, la participación de la desalación como fuente de agua para el consumo minero se ha incrementado con la ampliación de la Planta Desaladora de Escondida, a 3,2 m<sup>3</sup>/s, y se ampliará aún más con proyectos como los de Teck (1,1 m<sup>3</sup>/seg) y Collahuasi (1 m<sup>3</sup>/seg) en la I Región, Codelco (1,7 m<sup>3</sup>/seg), el Abra (1,9 m<sup>3</sup>/seg) y Spence (1 m<sup>3</sup>/s), en la II Región, Nueva Unión en la III Región (0,7 m<sup>3</sup>/seg) y Pelambres en la IV Región (0,4 m<sup>3</sup>/seg), entre otros. La suma de todos estos supera los 10 m<sup>3</sup>/s de capacidad de desalación.

La Gran Minería chilena es una industria sumamente activa y dinámica gracias a que ha adaptado sus procesos, tanto en lo que se refiere a desalación como a reúso de agua, e incluso al consumo de agua de mar cruda. No obstante, en otras áreas de la economía no se percibe este dinamismo.

En el sector de agua potable urbana se encuentran operativas la Planta Desaladora de agua salobre del Río Lluta (280 L/s), la Planta Desaladora La Chimba en Antofagasta (850 L/s) y la Planta Desaladora Taltal (11 L/s). En ejecución se hallan la Planta Desaladora de Tocopilla (75 L/s) y la Planta Desaladora de Copiapó (450 L/s). Por último, existen otros proyectos con diverso grado de avance como la Planta Desaladora de Arica (200 L/s) y la Planta Desaladora de Coquimbo (1200 L/s).

En materia de reúso la experiencia es más limitada, pudiendo mencionar la venta de aguas servidas tratadas a SQM y Altonorte que realiza la empresa Sacyr (antes

Sembcorp) a partir de la PTAS de Antofagasta y la que realizaba Aguas Chañar a Minera Candelaria a partir de la PTAS de Copiapó. Un proyecto interesante, es el de intercambio de aguas servidas tratadas por agua cruda con los regantes de la primera sección del Río Maipo que está impulsando Aguas Andinas.

Sin embargo, tanto la desalación como el reúso enfrentan problemas que dificultan su desarrollo y demoran la materialización de los proyectos más allá de lo razonable.

## FOMENTO Y SUBSIDIO

Un primer problema que debe enfrentar la desalación y el reúso del agua es el de los costos. A pesar que los costos de desalación han disminuido a lo largo del tiempo, todavía es difícil replicarlos a los usuarios del agua potable, más aún si llevan involucrada la necesidad de impulsar y transportar el agua desalada a localidades alejadas de la costa.

El problema es más grave aún en el caso de la agricultura y la pequeña y mediana industria (incluyendo la pequeña y mediana minería), cuyas rentabilidades no les permiten pagar los costos de la desalación y el reúso.

Es necesario establecer mecanismos de fomento y subsidio para desarrollar este tipo de proyectos con la velocidad y eficacia requerida para evitar situaciones como la vivida en Ciudad del Cabo en el verano del 2019 (“Día Cero”).

Entre estos mecanismos a evaluar podemos listar:

- Establecer subsidios al consumo de agua proveniente de desalación y reúso para sistemas agua potable rural.
- Aumentar subsidios al consumo del agua potable urbana en zonas abastecidas por desalación y reúso.
- Establecer créditos de fomento para pequeños proyectos de desalación y reúso.
- Crear áreas destinadas a la instalación de desaladoras y sistemas de reúso así como para el emplazamiento de tuberías de transporte del agua producida por estos sistemas hasta los centros de consumo.
- Procurar beneficios tributarios a las inversiones en desalación y reúso.
- Actualizar y/o crear normas técnicas necesarias para el desarrollo de la desalación y el reúso, tales como las relativas al límite máximo para la disposición de la salmuera de las desaladoras, o que se permita el reúso de agua servidas tratadas para consumo humano, etc...
- Procurar una estructura tarifaria progresiva para el agua potable urbana que focalice parte importante del financiamiento de estas fuentes alternativas en aquellos clientes que presentan mayores consumos, como ocurre en otros lugares del mundo.

## EL CAMINO CONTRARIO

Lamentablemente, en vez de proyectos de fomento a la desalación y el reúso del agua como las ideas señaladas, hoy día en Chile se promueven una serie de iniciativas parlamentarias que operan en sentido contrario. Solo a modo de ejemplo podemos mencionar:

- Boletín 11.608: Cuyo artículo 1° establece que el agua desalada constituye un bien nacional de uso público, que puede ser aprovechado por los titulares de la concesión marítima que la fundamente, exclusivamente en la cantidad y con la finalidad que fueron requeridos, debiendo restituir a uno o más acuíferos cualquier exceso, en las condiciones adecuadas para no producir daño al medio ambiente.
- Boletín 10.795: Establece, entre otras cosas, que el 80% del margen obtenido por las empresas sanitarias a través de la venta de aguas servidas tratadas se deberá rebajar de las tarifas de agua potable y alcantarillado. Además, rebaja la tasa de costo de capital que se utiliza para calcular las tarifas asociadas a nuevas inversiones.
- Boletín 7583-09: Prohíbe a las empresas sanitarias comercializar las aguas servidas tratadas.



## **IVO RADIC**

Representante general de ALADYR para Chile y director ejecutivo de Grupo VIGA.



## **JOSÉ ZALDÍVAR**

Representante para asuntos legales de ALADYR para Chile

OPINIÓN

## FALTA DE REGULACIÓN FRENA LA POSIBILIDAD DE ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN CHILE



Chile enfrenta los efectos del cambio climático que se traducen en una aguda escasez hídrica sobre todo en la zona central. Aunque este invierno trajo más lluvias que en años anteriores, la falta de agua potable está muy lejos aún de tener una solución, especialmente si tomamos en cuenta que no es previsible que se produzca una recuperación en las fuentes superficiales y subterráneas continentales. Llevamos 11 años de sequía y la situación no da señales para pensar que el futuro será mejor.

La crisis es profunda y por ello es necesario avanzar a mayor velocidad en la incorporación de nuevas tecnologías que permitan implementar soluciones concretas. Debemos ser capaces de administrar mejor el recurso cuando esté disponible y, al mismo tiempo, buscar nuevas fuentes, como el reúso y la desalación de agua de mar, cuando ésta escasea o no está en condiciones aptas para su uso o consumo. Si el país no reacciona a tiempo, las consecuencias políticas, sociales y económicas pueden

ser dramáticas; las crisis hídricas desatan una serie de efectos que repercuten en todos los sectores. Así lo demuestra la historia.

A propósito de la premisa anterior, el agua de los océanos representa el 97,5% de todo el agua disponible en la Tierra, es una fuente “inagotable del recurso”, por lo cual, la desalación se vuelve una alternativa eficaz y oportuna, de la mano de las tecnologías apropiadas, para garantizar el acceso a agua potable; especialmente como solución a regiones costeras cuyos costos de trasladar el agua desde el mar son reducidos en virtud de la cercanía. De igual forma, el reúso aplicado como norma y hábito en las industrias es una excelente estrategia para procurar el uso eficiente del recurso.

El gobierno de Chile ha anunciado mayor inversión en soluciones sustentables para el desarrollo de las ciudades, además de foco en abastecimiento y calidad de

agua para las familias a través de los sistemas de agua potable rural (APR), saneamiento y manejo de cuencas. Sin embargo, más allá de dichos esfuerzos, es necesario que en nuestro país se invierta de forma concreta en desalación para dar seguridad y mayor cobertura de agua potable en zonas urbanas. Ésta es una de las principales temáticas que discute el Comité de Políticas Públicas de la Asociación Latinoamericana de Desalación y Reúso de Agua, ALADYR, y que se revisará en profundidad en el próximo foro on line de la organización el 18 y 19 de noviembre de este año.

En nuestro país no existe una normativa que regule la desalación para la industria sanitaria, por lo que es incierto invertir en ello, sin seguridad ni reglas claras. La realidad es que sin regulación no habrá inversión y es urgente resolver la cobertura de agua potable en regiones urbanas, además de las rurales que, por cierto, sufren otra trágica realidad en las zonas carentes de este vital recurso.

La desalación de agua de mar puede proliferar en Chile a gran y pequeña escala. Esta tecnología es adaptable al tamaño de las necesidades, lo que permite solucionar el problema de abastecimiento de agua en forma rápida, segura y con costos menores que las medidas de emergencia habituales, como los camiones aljibe. Si la industria minera chilena tiene como fuente de agua segura “la desalación”, por qué no extrapolar estos resultados exitosos a otros sectores y muy especialmente a las respuestas ante la necesidad de agua para el consumo de la población y otras industrias que ameritan del recurso; es una cadena favorable en la que se generan fuentes de trabajo, ingresos y agua.

Hoy la tecnología existe para enfrentar este problema y además hay experiencias exitosas a nivel mundial que

así lo demuestran, replicables en la región. Podemos empezar por instalar plantas pequeñas y medianas, para solucionar el grave problema que enfrentan miles de familias en el país. Debemos dar solución a comunas en situación crítica que, cumpliendo con condiciones de cercanía al mar, puedan ver un cambio de rumbo radical en la calidad de vida, en la mantención de medidas básicas de higiene para enfrentar la actual pandemia y en potenciar sus actividades económicas, tan necesarias para surgir.

El Foro ALADYR del 18 y 19 de noviembre, “POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GARANTIZAR EL ACCESO AL AGUA”, presentará temas como: Políticas de fomento a la inversión en desalación y reúso; subsidios para los clientes de APR tal como existen para el agua potable urbana; agilización de trámites de permisos ambientales y sectoriales; creación de un modelo de tarifa progresiva para el agua potable; adaptar las normas de uso de suelo a estas nuevas necesidades, entre otros. ALADYR convoca a los diversos actores involucrados (minería, agua potable, agricultura, autoridades de gobierno y representantes de la sociedad civil, ONG, Comités APR, etc...) a formar parte de esta iniciativa, cuya participación es gratuita y permite esbozar las bases para cambiar la realidad de Chile. Las inscripciones están disponibles en la web de ALADYR, sección Eventos /Webinars ([www.aladyr.net](http://www.aladyr.net)).

**Ivo Radic**

Representante general de ALADYR para Chile  
Director ejecutivo de Grupo VIGA.

**José Ignacio Zaldívar**

Representante para asuntos legales  
de ALADYR para Chile



**18 - 19**  
**NOV**

FORO ONLINE - FORMATO TV

**POLÍTICAS PÚBLICAS**

**PARA GARANTIZAR EL ACCESO AL AGUA**

**Desalación y Reúso, Soluciones para CHILE**

ACCESO GRATUITO

CUPO LIMITADO

09:00 - 12:00 HORA CHILE

INSCRIPCIONES EN [WWW.ALADYR.NET](http://WWW.ALADYR.NET)

sección eventos / webinars

SI DESEAS SE UN PATROCINANTE

ESCRIBE A:

[DIRCOM@ALADYR.NET](mailto:DIRCOM@ALADYR.NET)



**ALADYR**

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE  
DESALACION Y REUSO DE AGUA



# ÁREAS TEMÁTICAS

## 18 de noviembre

### FORO PRINCIPAL: CAMBIO CLIMÁTICO Y EFECTOS EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA Y SUS CONSECUENCIAS SOCIALES

#### PANELES CONSECUTIVOS

- Análisis Comparativo del Estado de la Desalación y Reúso de Agua
- Brecha del Agua: Análisis Comparativo del Acceso al Agua Potable en Zonas Rurales y Urbanas.
- Políticas de Sustentabilidad y Relación con las Comunidades en el uso del Agua en la Minería
- Proyecto de Reúso de Aguas Servidas Tratadas de Aguas Andinas

## 19 de noviembre

### FORO PRINCIPAL: POLÍTICAS PÚBLICAS DEL AGUA

#### PANELES CONSECUTIVOS

- Fomento de la Desalación y Reúso. Políticas Públicas Exitosas a Nivel Mundial en materia de desalación y reúso
- Disposición de Salmuera
- Fomento de la Desalación y Reúso. Análisis Crítico del Proyecto Sobre Uso de Agua de Mar en Desalinización (Boletín 11.608)
- Desafíos Tarifarios de la Desalación en Agua potable: Hacia una Tarifa Progresiva.

## PANELISTAS CONFIRMADOS

### CARLOS COSÍN

Presidente IDA (International Desalination Association ) CEO ALMAR WATER SOLUTIONS

### DOMINGO ZARZO

Presidente AEDYR (Asociación Española de Desalación y Reutilización)  
Director Técnico y de Innovación, SACYR Agua

### PATRICIO MÁRTIZ

Gerente de desarrollo ITECK - Chile  
Director ALADYR

### ROCÍO ESPINOZA

Directora FUNDACIÓN AMULÉN

### MARCELO ACEITUNO

Gerente de Desarrollo en ESVAL S.A.

### JOAQUÍN VILLARINO

Presidente Ejecutivo CONSEJO MINERO -Chile

### JOSÉ IGNACIO ZALDÍVAR

Representante para asuntos legales de ALADYR

### GUILLERMO DONOSO

Miembro del Consejo Directivo del Centro UC Derecho y Gestión de Aguas  
Mesa Nacional del Agua

Otros en proceso de confirmación.

**LíderH<sub>2</sub>O**  
Especialistas del AGUA

# Entrevista Carlos Cosín: Entramos en la década del reúso

**Hay razones para ser optimistas en el sector**

ALADYR ENTREVISTÓ EN EXCLUSIVA A CARLOS COSÍN, PRESIDENTE DE LA INTERNATIONAL DESALINATION ASSOCIATION (IDA), CEO DE ALMA WATER SOLUTIONS Y UNA DE LAS PERSONAS CON MÁS CONOCIMIENTO SOBRE EL MERCADO MUNDIAL DEL AGUA

Si la situación de pandemia tiene lados positivos, es posible que contar con Carlos Cosín para una entrevista tan distendida sea uno de ellos. Se trata de uno de los nombres más mencionados en el mundo del agua y los méritos se los ha labrado por más de 25 años de trayectoria en las principales compañías del rubro. En 2018 fue electo, por la publicación Water & Wastewater Internacional, como el líder número uno del agua entre 25 reconocidos líderes mundiales del sector del agua.

Entre las actividades que conjugan sus roles de CEO de Alma Water Solutions y presidente de la IDA, también encuentra tiempo para escribir artículos sobre las tendencias del mercado del agua con una mirada racionalmente optimista y así dar un atisbo de calma en medio de la tempestad de las operaciones bursátiles a causa de la crisis sanitaria.

Para él Latinoamérica, con todas las variantes que pueda presentar, por razones políticas y económicas, es un nicho que se disputan empresas de distintas regiones porque “hay un mundo de cosas por hacer”.

Nos compartió sus reflexiones sobre la pandemia y las incertidumbres que depara la existencia como oportunidad de reinención para el ser humano.

¿Hacia dónde se mueve el mercado del agua? ¿Cuáles son las tecnologías que lideran la palestra mundial? ¿Qué tendencia seguirán las contrataciones? ¿Qué tan grave fue el impacto de la Covid-19 en sector? Y ¿cuáles son los retos y las oportunidades que depara el futuro próximo? Carlos Cosín nos lo cuenta desde la intimidad de su casa en España.

## ¿EN QUÉ PAÍSES DE LATINOAMÉRICA VE MAYOR CRECIMIENTO EN LOS MERCADOS DE DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR, REÚSO Y TRATAMIENTO DE EFLUENTES?

En Latinoamérica la desalación no ha seguido, posiblemente, la misma tendencia de crecimiento que en otras regiones. Pero sí es cierto que ha habido países punteros como Chile con los proyectos de Antofagasta.

En mi opinión, la situación compleja que está viviendo Chile, con una regulación más estricta para preservar el agua que proviene de cordilleras, está haciendo que el sector minero se tenga que plantear como única alternativa viable, la desalación.

Debido al gran consumo que estas mineras van a necesitar, Chile tendrá que seguir llevando la delantera. Además, hay un claro apoyo por parte del Ministerio de Obras Públicas para que sea así. Entonces, si hablamos de desalación, Chile tirará del carro.

Si hablamos de reutilización, no lo tengo muy claro porque es uno de los deberes pendientes en casi todo el mundo y en Latinoamérica en particular. Si se consiguiera alcanzar una regulación un poco más fina, la reutilización del agua para el uso industrial y para uso agrícola sería una tendencia clara. El gap (diferencia) que tiene Latinoamérica entre la demanda necesaria para cubrir las necesidades en riego y el agua de la que dispone actualmente es muy grande.

Latinoamérica tiene una grandísima oportunidad, si se consigue afianzar y estructurar un poquito más la regulación, que suele ser el paso que necesitan las

empresas para sentirse más seguras... No podría decir un país en particular porque creo que todos están pendientes de hacerlo. Sé que Chile, México, Perú y Colombia, lo tienen entre sus líneas de actuación, pero en general, todos tienen deberes con el reúso.

### **¿CUÁLES SON LAS REGIONES Y PAÍSES DEL MUNDO QUE ESTÁN LIDERANDO ESTE MERCADO?**

En desalación, el mercado ha sido desarrollado con una eficiencia bastante buena en Oriente Próximo. Omán y Emiratos han sido pioneros, le han seguido Bahrein y ahora Arabia Saudita. Este último lanzó hace cuatro o cinco años un plan de privatización con una inversión considerable. El país quería duplicar el tamaño de la capacidad de desalación y se han adjudicado en los últimos años grandes plantas que además han rebasado todos los límites de todo lo que pensábamos en desalación. En desalación, Oriente Próximo va a seguir siendo el referente.

Por otro lado, los países que han liderado el sector del reúso han sido Israel y Singapur, que están alcanzando índices de 85%-90% de reutilización de agua. En Singapur para uso industrial y en Israel para agrícola, potable y también industrial. Pero si comparamos este 85%-90% de agua reutilizada en estos países con la media del mundo, que es 4%, hay todavía un gran recorrido que hacer.

España está en el nivel del 11%. Omán ha hecho bien sus deberes en los últimos años y está también en torno al 12%. Latinoamérica está muy detrás en cifras, me parece que en torno al 8% como media general. La tendencia es que todos los países tienen los deberes pendientes en cuanto a reutilización de agua se trata.

Ha habido grandes impedimentos para que el resto de los países no alcancen los índices de Israel y Singapur; no ha habido una regulación clara ni interés político por estructurar un plan de reúso de agua. No obstante, creo que los objetivos de Naciones Unidas, junto con el gran problema del cambio climático, están impulsando un poquito que los políticos se muevan para hacer una regulación más clara y eso favorecerá, sin duda, que el reúso sea una alternativa clara como agua no convencional; fundamentalmente para el riego y la industria.

### **ACORDE A SU EXPERIENCIA ¿CUÁLES SON LAS TECNOLOGÍAS QUE MÁS HAN GANADO TERRENO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS?**

Cuando yo empecé, hace casi 25 años, en desalación trabajábamos con tecnologías de membranas compitiendo con las térmicas. Estábamos todavía muy lejos, con consumos de 14 kW/h/m<sup>3</sup>, pero desde entonces la desalación por membranas ha cogido el terreno de las plantas térmicas y, hoy por hoy, no tienen competencia.

Se ha bajado a consumos de 3,5 y 3,2 kW/h/m<sup>3</sup> y los precios en plantas grandes está en los 0.5 dólares por m<sup>3</sup>. Esto no es extrapolable a plantas pequeñas, pero la desalación se ha convertido, después de 20 años de desarrollo de mejoras tecnológicas, en casi un commodity y ya nadie lo duda.

Cuando yo empecé en el sector existían dudas sobre si las membranas funcionaban o no. En la actualidad, la desalación por tecnología de membrana ha llegado a un nivel casi asintótico de desarrollo tecnológico. Se han hecho bien los deberes y ahí están los resultados. No veo

a futuro una tecnología disruptiva que pueda abatir a la tecnología de membrana.

En reúso, dependiendo de los usos, se pueden utilizar diferentes tecnologías pero, el que no haya progresado el reúso como la desalación no ha sido por tecnología, porque ambos desarrollos van en paralelo, sino por las barreras en educación, interés, regulación y la falta de conocimiento. Actualmente, si se necesitan hacer tratamientos terciarios para reúso, están disponibles las tecnologías de membranas como la nanofiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa.

### **¿EN QUÉ RUBROS ESTÁN INCORPORANDO LAS TECNOLOGÍAS DE DESALACIÓN Y REÚSO EN MAYOR MEDIDA?**

En agua de proceso, el sector energético lleva la delantera. Hubo que desarrollar agua de alta calidad para las calderas y la ósmosis inversa, junto con la electrodesionización, fue la solución. Lo que pasa es que son plantas muy pequeñas porque el sector industrial no requiere grandes capacidades.

Con el sector farmacéutico como pionero, se hablaba de litros por día. Luego, con otros sectores como el residencial, energético, alimentación y bebidas o la industria en general, las dimensiones pasaron desde cientos de metros cúbicos por día a tamaños de mil, dos mil y tres mil, para las plantas de tratamiento más grandes. Hoy en día, con nuevos sectores que están empezando a requerir estas soluciones como el minero, ya encontramos plantas de 70 mil, 80 mil y 90 mil metros cúbicos al día, las cuales, posiblemente, serán las que

pongan de manifiesto que la desalación de pozos o desalación de agua de mar para procesos está disponible en distintos tamaños para que sea más competitiva. El efecto de escala es muy importante a la hora del precio final del agua producida.

### **¿LAS MUNICIPALIDADES ESTÁN INCORPORANDO CADA VEZ MÁS EL REÚSO?**

Opino que sí. Creo que este era un deber que las municipalidades tenían pendiente; y que algunas se ven en la obligación de hacer una actualización en sus plantas bien sea porque son pequeñas y tienen que ampliarlas, o porque son antiguas. Ya nadie hace una planta de agua residual sin considerar la opción de apta calidad para reúsos y que no sea exclusivamente para verter.

Hay una concienciación clara de que el agua residual ya no sólo hay que tratarla y verterla, sino que hay que acondicionarla para poder utilizarla. Entonces, las municipalidades la están implementado para baldeo y riego de áreas verdes.

Oriente Próximo ya está introduciendo la reutilización como un objetivo en su plan para los siguientes cinco años y eso sí que va a marcar una tendencia. Eso, junto con la normativa que Europa ha aprobado, sigue un poco lo que ya había hecho California y va a influir en todo el mundo. Gracias a esto, los municipios van a tener a disposición casos de éxito y estudios donde ya esté probado y funcionando el reúso con variables de precio, calidad y tecnología. Eso va a venir... la década que viene, es para mí "la década del reúso".

#### 4. DESDE SU ÓPTICA ¿HAY ALGUNA TENDENCIA TÉCNICA QUE ESTÉN SIGUIENDO LOS PROYECTOS EN EJECUCIÓN?

En general, en el mundo hay una tendencia a desarrollar proyectos de desalación combinados con energías renovables. En Oriente Próximo con energía solar y en otras regiones con eólica. Es decir, la manera de intentar acomodar un poco los costes es reducir y optimizar el costo energético, que siempre va unido a la producción. Esa es una clara tendencia que hemos visto.

En tratamiento de aguas servidas, hay otra tendencia para intentar optimizar el footprint, (huella hídrica) y el espacio que se ocupa; es decir las grandes depuradoras están en las ciudades y las instalaciones cuestan mucho dinero porque la ciudad no tiene espacio. Las tecnologías que permiten reducir los espacios, con las mismas o mejores calidades, están disponibles y hay cuatro o cinco compañías que están a la vanguardia de esas soluciones.

En reutilización, desde el punto de vista tecnológico, no va a ser diferente de lo que estamos viendo en desalación, posiblemente tendremos que incorporar, a las tecnologías de reúso, ese componente medioambiental del consumo energético con renovables.

Es lo que creo que vamos a ver en los próximos años porque es cierto que hay tecnologías disruptivas, pero en mi opinión están todavía en una fase muy inicial y hasta dentro de cinco o seis años no creo que vayamos a ver tecnologías más desarrolladas, de las que hoy día se están poniendo encima de la mesa.

#### ¿ALGÚN PROYECTO EN PARTICULAR QUE SIGUA ESTA TENDENCIA DE DESAL + ERR?

Todos los proyectos que se desarrollan ahora, o tienen eso en consideración o no van a competir. Las empresas

que estamos desarrollando estos proyectos, competimos por un precio por metro cúbico, así que, o vas con estas soluciones, o pierdes.

Es cierto que en Oriente Próximo se incentiva más porque tienen una elevada radiación solar y allí es más fácil, pero todos los proyectos vendrán con este tipo de soluciones.

Si nos referimos a Latinoamérica, existen proyectos interesantes de desalación como el proyecto de Radomiro Tomic (minería en Chile) que se ha cancelado y volverá a licitarse o el proyecto de Rosarito en México que, después de muchos años, se ha vuelto a caer, pero creo que volverá a licitarse porque la necesidad está ahí.

Brasil tiene muchos deberes pendientes por hacer y está en una situación interesante. Se van a ofrecer muchos proyectos y hay muchos jugadores que quieren entrar en el sector.

En Perú hay iniciativas privadas que ya llevan desarrollándose muchos años para las aguas de Lima. Vamos a ver, en los próximos años, la realización de varios de ellos.

Es cierto que los proyectos van muy lentos. Además han sufrido más retraso del esperado como consecuencia de la pandemia. Proyectos que ya estaban de alguna manera lanzados, se están cuestionando porque no se dispone de los mismos recursos para infraestructura y las prioridades ahora se están marcando más, hacia temas de necesidades de población adulta mayor y sanidad. Eso lo veremos durante los próximos seis meses, pero como la necesidad está y está claro que hay fondos disponibles, fuera de lo que son las estructuras de los municipios y los gobiernos, al final saldrán, pero habrá que incentivarlo más vía iniciativas público privadas.

**¿PODRÍA COMENTARNOS SOBRE ALGUNOS PROYECTOS EN EL MUNDO QUE CONSIDERE COMO EJEMPLOS DE LA INCORPORACIÓN DE ESTAS TECNOLOGÍAS?**

Sí, los proyectos de 450 mil m<sup>3</sup>/día o de 600 mil m<sup>3</sup>/día de desalación nos han llevado a tomar riesgos a la hora de los diseños y, por tanto, a incorporar todas estas tecnologías para aprovechar el efecto escala y llegar a tarifas más bajas.

Los proyectos de Arabia Saudita de este año, de Emiratos en Taweelah, Rabigh o Shuqaiq, claramente son proyectos donde hemos tenido que presentar unas tarifas de consumo eléctrico bajísimas, posiblemente las mejores y tuvimos que asumir unos riesgos de innovación y construcción, modelos de commissioning y modelos de compras que se permiten por el efecto escala porque si no es imposible. Cuando se desarrollan proyectos de 600, 700 u 800 millones de dólares inversión, esto es lo que ocurre.

Entonces, estamos a la espera de resultados, puesto que son proyectos que estamos afrontando por primera vez en el sector. Han marcado un hito y pusieron de manifiesto que la desalación por membranas ha llegado al límite de su desarrollo tecnológico. Es una realidad que ha permitido llegar a precios de 0.5, 0.48, 0.47 \$/m<sup>3</sup>.

**DESDE ORIENTE SIEMPRE SE ROMPEN LOS RECORDS EN TARIFAS, PERO EN DISCUSIONES SE SUELE MENCIONAR QUE EL COSTO ENERGÉTICO SE VE MERMADO POR SUBSIDIOS. ¿QUÉ TAN CIERTO ES ESTO?**

Yo creo que no, los precios de energía que están encima de la mesa no son muy diferentes de los precios que podemos encontrar en otras zonas del mundo. El

motivo de estos precios tan radicales es la grandísima oportunidad para ampliar carteras de proyectos. Existía una situación, desde el punto de vista financiero, con muchísimo dinero disponible donde los intereses de la deuda, para apalancar los proyectos han sido muy bajos y, por lo tanto, han sido muy competitivos.

Entonces, con el apetito de los constructores, las mejoras en el coste financiero y la optimización del consumo eléctrico hemos presentado ofertas encima de 3,2 kW/h/m<sup>3</sup>. Este coste energético se puede encontrar igual en otras zonas y no precisamente porque haya sido subsidiado. Precisamente lo que han querido hacer estos países es separar sus reservas de petróleo para venderlas en el mercado y no consumir su propio recurso como estaban haciendo antes para sufragar sus plantas térmicas que consumen muchísimo más que las de membranas. Los precios se han roto precisamente porque el mercado ha sido muy aprehensivo.

Sin embargo, no sé si estas tarifas son sostenibles. Está por ver si los retornos están bien y si los inversores están contentos con lo que van a recibir. O sea, que se haya llegado a estos precios no significa que eso se vaya a consolidar. Además, los developers, no estamos tranquilos con esos precios porque, al final, el riesgo que tienes que asumir para los retornos no merece la pena. Entonces, ¿ha sido un éxito por parte de las utilities? ¿Que han sido capaces de convencer para que todos estén ahí?, bien, pero creo que hay que ver la segunda vuelta cuando las plantas se pongan en operación.

**¿CUÁLES CREE QUE SON LOS PRINCIPALES INCENTIVOS QUE OBSERVAN LAS EMPRESAS EXTRANJERAS PARA PARTICIPAR EN EL MERCADO LATINOAMERICANO DEL AGUA?**

Yo particularmente diferenciaría las empresas españolas, las cuales están muy muy involucradas en el sector en Latinoamérica porque al final, la cultura, la lengua y la forma de vida nos unen mucho y nos sentimos cómodos aquí, del resto. No obstante, vemos que Latinoamérica sigue siendo un mercado estratégico para los asiáticos, especialmente para los japoneses y los chinos. Así que interés hay.

**Si nos marcamos cuál es el principal objetivo por el que las compañías nos estamos desarrollando en Latinoamericana aparte del cultural, es porque creo que hay un mundo por hacer de cosas que ya se han hecho en otras partes y venimos con nuestra experiencia a replicarlo. En todos los sectores: agua potable, transporte, riego y reutilización.**

**Esta es la expectativa pero, es cierto que, posiblemente, Latinoamérica no está suficientemente madura todavía para seguir con la misma velocidad y tendencia que otras regiones del mundo. Pero ahí está, así que en general necesita un poquito más de tiempo y hay que seguir insistiendo.**

**¿CUÁLES CONSIDERA QUE SON LOS PRINCIPALES OBSTÁCULOS PARA QUE LAS EMPRESAS EXTRANJERAS TENGAN MAYOR PRESENCIA EN LATINOAMÉRICA?**

Latinoamericana es muy grande y hay que saber en dónde se quiere invertir porque los países que la conforman tienen realidades muy distintas.

Como dije, falta madurez para traer opciones existentes en otras regiones, pues la seguridad jurídica de las inversiones, no está todavía bien estructurada para muchos de los países. En proyectos a largo plazo, como

de 25 años de concesión, te tienen que tentar muy bien y ver de qué manera va a estar segura la inversión que se va a hacer.

Hay muchos países que todavía no dan esas garantías políticas. A pesar de que hay multilaterales que están ayudando un poco para cubrir esta parte de los riesgos, aún falta desarrollar las garantías tanto jurídicas como las financieras.

También existe intermitencia. Muchos de los proyectos que aparecen, luego se paran, se cancelan, y eso al final, a la hora de plantear el escenario para volver a invertir, desincentiva. Recuerdo que trabajamos en un proyecto 3 o 4 años y se canceló de repente. Estás trabajando en un proyecto 5 ó 6 años, el precio del cobre baja, las inversiones de los mineros se cancelan y tienes que volver a empezar. Entonces, esos procesos cíclicos, con cancelaciones de proyectos tampoco ayudan, sobre todo, cuando están apareciendo proyectos reales con un tender claro en otras zonas geográficas.

**LOS RETOS PARA INVERSIÓN EN LATINOAMÉRICA:**

- **La región es muy grande y con diferencias importantes entre países, por lo que no se puede hablar de Latinoamérica, sino de países dentro de Latinoamérica o zonas.**
- **A las garantías jurídicas y financieras, para estructurar este tipo de operaciones, todavía les queda un poquito de maduración, aunque veo jardines muy buenos. Es el caso de Colombia y su trabajo para combinar PPPs y EPCs, o México, que lo hizo muy bien con todos los proyectos que se estructuraron y los acueductos que desarrolló.**
- **Y está la incertidumbre a la hora de invertir en proyectos que al final se paralizan y no continúan.**

## ¿LAS POLÍTICAS DE ESTADO TAMBIÉN INFLUYEN?

Claramente, en cuanto hay un cambio de gobierno se cambian radicalmente las políticas sobre cómo afrontar las infraestructuras de agua.

## PARA USTED ¿CUÁL ES EL MODELO DE CONTRATACIÓN MÁS EFECTIVO PARA PROMOVER PROYECTOS DE AGUA EN EL MUNDO Y LATINOAMÉRICA? ¿PUEDE NOMBRAR ALGUNOS CASOS DE ÉXITO?

Opino que todos los sistemas son buenos y que hay que adecuarlos a la situación circunstancial del país. El sector del agua ha estado dominado por el sector de la construcción y ha funcionado relativamente bien porque los presupuestos de los Estados estaban bien dotados y, por lo tanto, se han podido acometer planes de infraestructura y se han ejecutado las obras.

Pero la realidad es que desde hace 10 años observamos una reducción drástica de la inversión en infraestructura, que no solo incomoda inversiones a largo plazo, sino que, además, las inversiones que hay que hacer para mantener las plantas también se reducen y, por lo tanto, empiezan a entrar en default.

Cuando se empezaron a desarrollar alternativas mixtas públicas/privadas, las cuales se acompañaban con la experiencia, la tecnología, la operación a largo plazo y la gestión de las empresas privadas; se demostró su eficacia.

En desalación empezamos con los proyectos en Argelia. En los años 90s se aplicaban cero proyectos de desalación con PPPs y hoy hemos llevado este tipo de contrataciones al 80% porque se ha digerido que es una buena solución y que ha permitido suministrar agua en programas

grandes. Bajo esta modalidad, Argelia hizo un programa de 1 millón y medio m<sup>3</sup> y Omán uno de 2 millones y medio, demostrando que esta solución es buena.

En las plantas de aguas residuales todavía estamos en valores bajos respecto a lo que son otros modelos de contratación. Falta experiencia de los modelos mixtos y que éstos se adecúen bien a lo que la utility necesita. Si ésta necesita financiación, y además, se aporta, la garantía, la operación y una buena tecnología, ¿por qué no considerarlo?

Poco a poco se están empezando a acomodar las plantas de tratamiento y de reutilización, siguiendo la tendencia de la desalación.

¿Y por qué creo yo que esto va a abrir más? Porque la Covid-19 ha puesto las prioridades de gasto en el respaldo a las personas que se van a quedar sin trabajo y al cuidado de las que han caído en la enfermedad. Por lo tanto, los gobiernos van a restringir todavía mucho más sus planes de infraestructuras.

Con lo anterior, el modelo mixto público/privado o BOT (build, operate and transfer) tiene mucho más sentido. ¿Por qué? porque la realidad es que en el mercado sigue existiendo muchísima disponibilidad de financiación para atacar a esos proyectos y el agua es un nicho muy buscado por los fondos.

En general los fondos financieros tienen un poquito de aversión al riesgo tecnológico y al riesgo de construcción, pero hemos visto como empiezan a crearse vínculos entre los contratistas y los fondos de inversión, de manera que pueden desarrollar estas soluciones desde dos entidades distintas.

Seguramente veamos en los próximos años alguna

entidad financiera que adquiriera una compañía de prestación de servicios, la integre y, por lo tanto, reduzca ese riesgo tecnológico. Esta va a ser una década, para mí, de proyecciones.

### ¿CUÁLES SON LOS EFECTOS DE LA PANDEMIA (COVID-19) SOBRE EL MERCADO DEL AGUA EN LATINOAMÉRICA Y EL MUNDO?

Cuando comenzó la pandemia, cayeron los valores bursátiles en, prácticamente, todos los sectores, entre un 30% y 40%. Sin embargo, las compañías del sector de agua -y yo hice un análisis muy minucioso para comprobarlo- cayeron mucho menos de esos porcentajes.

Las caídas más pronunciadas fueron de 20% aproximadamente. La media estaba entre un 15 y un 12%, y la recuperación después de las 4 o 6 semanas, fue muy buena en el sector. De manera que prácticamente ahora todas se han recuperado, **y el sector de agua con objetivos a largo plazo, está siendo un valor refugio.**

Adicionalmente, todas las empresas con activos en operación no han dejado de dar el servicio y, excepto en algunos temas puntuales, que por algunas circunstancias ha habido que acondicionar tarifas, todas siguen trabajando a pleno rendimiento.

**Tengo información de que por el confinamiento, hemos tenido que tratar más agua. O sea que el sector del agua en general, no sólo era un nicho interesante para muchos fondos de inversión, sino que se ha confirmado como un valor refugio para los activos que estaban en operación.**

### EFFECTOS DE LA PANDEMIA EN MERCADO DE TRATAMIENTO DE AGUA Y EFLUENTES

**1. El factor refugio:** el efecto de confinamiento no redujo la necesidad servicios y las plantas siguieron produciendo y funcionando sin, prácticamente, ningún efecto. Aconteciendo esto, quienes tenemos activos en operación nos hemos quedado muy tranquilos.

**2. Una mayor necesidad de inversiones a futuro:** Habrá una mayor tendencia a inversiones extranjeras y combinaciones de financiamiento privado y del Estado.

**3. Mayor presencia de activos en el mercado:** debido a la reducción de presupuestos e inversiones en infraestructuras, las compañías exclusivas de construcción se verán muy afectadas porque no habrá proyectos para atacar y ejecutar en los próximos años. Muchas de ellas, que tienen activos, los pondrán a la venta para poder hacer caja y dedicarse a su actividad principal que es ejecutar proyectos.

La realidad es que nosotros en el periodo marzo-junio hicimos un análisis, y estamos buscando activos, propiedades e incluso compañías. Encontramos activos en operación y compañías que necesitan socios privados que inviertan y les generen un crecimiento a futuro y una solidez financiera para afrontar los próximos 3- 5 años, que serán de gran incertidumbre. Nadie sabe que va a pasar, estamos de alguna manera inventando una forma de trabajar.

## EL SECTOR TIENE QUE SER OPTIMISTA

Durante la pandemia, vi dos o tres compañías que no cayeron en bolsa y que, cuando el mercado empezó su recuperación, estaban ya 6 puntos porcentuales por encima de su valoración.

**En general, creo que el sector debe ser optimista porque hasta la fecha ha sido un sector posiblemente mal tratado desde el punto de vista de inversión. Llevo diciendo desde hace 20 años que en algún momento se tendrán que abordar las inversiones en infraestructuras y es ahora cuando ha llegado el momento. Es decir, no puede ser que en el mundo de hoy siga habiendo millones de personas sin acceso a agua potable y millones más sin acceso tratamiento.**

La Organización de Naciones Unidas ha puesto también el agua como un sector a desarrollar, y todo eso hace que los políticos, que se mueven por tendencia, no puedan estar fuera de esa agenda.

Vengo notando en los últimos tres o cuatro años que hay voluntad política para empezar a hacer lo que quedaba pendiente y los ciudadanos no se van a bajar del carro. Al final somos los ciudadanos los que votamos y hay preocupación por el recurso hídrico y los efectos del cambio climático en su disponibilidad.

El sector del agua tiene un gran recorrido todavía por hacer pero está adentro de la agenda del cambio climático y, si hablamos un poco de recursos no convencionales, tanto de reutilización como de desalación, son las únicas alternativas que pueden aportar nuevas fuentes agua.

**¿POR QUÉ NO ESTAMOS REGANDO CON AGUA REUTILIZADA? NO TIENE NINGÚN SENTIDO NO HACERLO SI VAMOS AGOTANDO NUESTRA RESERVA DE AGUA POTABLE, SOBRE TODO CUANDO LA AGRICULTURA SUPONE EL 70% DEL CONSUMO DE AGUA EN EL MUNDO.**

**YA SE HA AVANZADO CON GRANDES POLÍTICAS DE REUTILIZACIÓN Y, ADEMÁS, SE HA DEMOSTRADO QUE TECNOLÓGICAMENTE, NO EXISTE UNA BARRERA. NO ENCUENTRO NINGUNA RAZÓN PARA QUE ESTA SOLUCIÓN NO PROSPERE. LA ÚNICA BARRERA QUE EXISTÍA ERA LA VOLUNTAD POLÍTICA Y AHORA CON LOS APOYOS DE LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS OBJETIVOS SOSTENIBLES DE LA ONU HAY UNA GRAN OPORTUNIDAD DE DESARROLLO.**

**Por ello, yo soy optimista en que el sector va a evolucionar favorablemente y además va a ser algo global. Por supuesto hay países que empiezan antes porque tienen más recursos, están más maduros o tienen más necesidad, pero va a ser algo que veremos en todo el mundo.**



### CONTACTO DIRECTO CON LA COVID-19

En mi familia lo hemos pasado todos. Fue muy al principio y la verdad es que no éramos conscientes de lo que significaba. Yo lo cogí en la primera semana de marzo, y tanto mis hijas como yo lo pasamos relativamente rápido, sin embargo, para mi esposa fue más duro. Fueron casi cuatro semanas con una gran incertidumbre porque los hospitales en España estaban colapsados.

Con esta pandemia, hemos aprendido que, de repente, de la noche a la mañana, la situación puede cambiar y tienes que volver a empezar. Hemos aprendido también que no hay nada asegurado, que hay que ser flexibles ante este tipo de situaciones y que ahora tenemos que reinventarnos.

Esto ha venido para quedarse. Hoy es el coronavirus, mañana no sé cómo se llamará pero, al final, las personas debemos tener la valentía para seguir tirando para adelante y buscar nuevas formas de trabajar y de aportar soluciones. Esta ha sido mi reflexión más grande.

# INFOH2O

## Brasil:

### Nuevo marco regulatorio de saneamiento favorece la competitividad

EN SU PRÁCTICA DE INNOVAR PARA OFRECER ESPACIOS, COMPARTIR EXPERIENCIAS Y DISERTAR SOBRE AGUA Y SANEAMIENTO, ALADYR REALIZÓ UN FORO SOBRE DESALINIZACIÓN Y REÚSO DE AGUA EN EL CONTEXTO DEL MARCO REGULATORIO Y PROTECCIÓN DE LA SALUD PÚBLICA EN BRASIL

Contó con la participación de líderes de la industria del tratamiento de agua y efluentes como Giuliano Vito Dragone, director GS Inima y expresidente del Sindicato Nacional de Concesionarias Privadas de Saneamiento quien enfocó su presentación en la situación actual de Brasil en los temas mencionados y los principales cambios que supone el nuevo marco legal de saneamiento sancionado el pasado mes de julio.

El evento online, realizado con una alta interacción entre panelistas y espectadores, contó con la apertura de Marcelo Bueno, Director de ALADYR para Brasil y la conducción y moderación de Eduardo Pedroza, también representante de la Asociación y de la empresa socia Cetrel.

El Foro se extendió por casi dos horas entre presentaciones y nutridas rondas de preguntas que profundizaron en tres grandes ejes: marco regulatorio e incentivo a la reutilización y desalación, reutilización y desalación en la industria e importancia de la metodología de evaluación de riesgos en la regulación del uso y reutilización de agua, efluentes y lodos.

El panel también estuvo conformado por João Bosco Reis da Silva, Gerente General de sustentabilidad y relaciones institucionales de ArcelorMittal Tubarão, quien disertó sobre la construcción de una planta desaladora de agua de mar en el estado de Espírito Santo, la cual se espera que entre en operaciones el

próximo año y que se erige como la más grande el país.

La triada de ponentes se completó con el profesor de la Universidad Federal de Viçosa, Rafael Kopschitz Bastos, quien también funge como consultor del Gobierno Federal en demandas regulatorias para reúso de agua en la agricultura y agua potable.

Pedroza inició el debate resaltando “unos puntos importantes”. “Sabemos que Brasil tiene grandes desafíos de infraestructura hídrica para satisfacer la demanda, promover el desarrollo y superar la vulnerabilidad de acceso al recurso en regiones sometidas a la escasez. También es necesario modernizar la infraestructura existente”.

# DESSALINIZAÇÃO E REÚSO DE ÁGUA:



## NO CONTEXTO DO MARCO REGULATÓRIO E PROTEÇÃO À SAÚDE



**Giuliano Vito Dragone**  
Diretor da GS-Inima



**João Bosco Reis da Silva**  
Institucionais da  
ArcelorMittal Tubarão



**Rafael Kopschitz Bastos**  
Professor da Universidade  
Federal de Viçosa



**Eduardo Pedraza**  
Chefe de Desenvolvimento de  
Mercado CETREL / Representante  
do ALADYR no Brasil

Detalló que la demanda nacional para cubrir la brecha en agua potable y saneamiento se estima en 500 mil millones de reales (aproximadamente 100 billones de dólares).

No obstante, agregó que están ocurriendo cambios en los aspectos regulatorios para mejorar el atractivo a la inversión en el rubro de agua potable y saneamiento en los sectores público y privado.

“En este contexto – preguntó a Giuliano Dragone - en su experiencia en el sector del saneamiento y como miembro de una empresa con operaciones en el área de reutilización y proyectos de desalación ¿Cuál es su opinión sobre estos cambios recientes? ¿Cuáles son los puntos clave en los que aún tenemos que evolucionar? Y ¿qué papel desempeñan los proyectos de reutilización y desalación en la construcción de una gestión hídrica sostenible?”

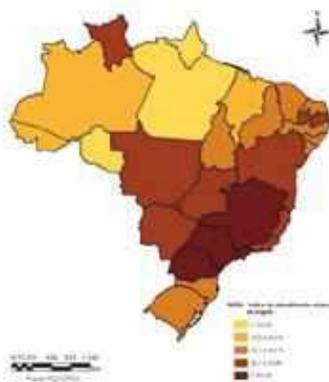
Las respuestas de Giuliano Dragone

Estas interrogantes dieron paso a la presentación del Director técnico de GS Inima, quien habló de la situación actual de Brasil en materia de servicios de agua, alcantarillado y tratamiento de efluentes citando el informe del Sistema Nacional de Información Sanitaria (SNIS 2018) cuyos datos se expresan en una media de 83,6%, 53% y 46,2% respectivamente.

Acorde a la data del 2018 en Brasil existían alrededor de 34 millones 194 mil personas sin acceso al servicio regular de agua potable; las excretas y residuos líquidos de casi 98 millones no se recolectaban por tuberías y los efluentes de más de la mitad del país (unos 112.7 millones de personas) se volcaban a la biota sin tratamiento alguno



**ÍNDICE de 83,6%**  
cobertura de servicio de agua



**ÍNDICE de 53%**  
cobertura de alcantarillado



**ÍNDICE de 46,2%**  
cobertura de tratamiento

Oficialmente Brasil pierde 38,45% del agua potable que produce por fugas en su red de distribución. Dijo que, al margen de este número, la mayoría de las empresas no hacen una macro medición y no contabilizan esa pérdida, por lo que es posible asumir que ese número puede ser mayor.

“Creo que para resolver este problema – situación hídrica actual – se necesitarán más de 500 mil millones de reales”, contestó a Pedroza.

Opinó que hubo un tiempo de estancamiento en la asignación de proyectos pero que hay “mucho expectativa” respecto al nuevo

marco legal porque conlleva una mayor claridad en la propiedad de los servicios en casos de interés local y común cuando las instalaciones sirven a más de un municipio.

Otro punto fundamental es la seguridad al capital que dotan las nuevas normas de referencia regulatorias para los inversionistas. Esto generará mayor estabilidad para las concesiones y contrataciones.

“El mayor cambio estructural que trae consigo la ley, es la apertura del mercado a la competencia, lo que traerá competitividad y eficiencia. Para que se tenga una idea de lo que ocasiona esto, sólo este año hay más

de doce proyectos de saneamiento por 5,5 mil millones de reales” dijo.

Otro aspecto importante es la exigencia de la capacidad económica-financiera de los operadores para cumplir con los objetivos de servicio a la población, por lo que la empresa debe presentar un plan para ello.

Adicionalmente al marco legal, explicó que para el país existen motores de crecimiento para el sector, que van desde la meta de universalización del agua y saneamiento para 2033, la crisis hídrica y la reducción de las pérdidas de agua potable en las redes de distribución, hasta un plan de seguridad hídrica nacional que

contempla la desalación y el reúso.

Entre los principales desafíos en Brasil respecto a la viabilidad de los proyectos, Dragone opinó que aún quedan aspectos legales en los que avanzar “porque se vive mucha judicialización y paralización de estaciones o plantas” debido a una brecha de capacitación de las autoridades en la materia.

Pedroza agregó en congruencia con lo expuesto por Dragone, que el Plan Nacional de Seguridad Hídrica debe tener mayor presencia de reúso y desalación. “Debe ser un plan más amplio para reducir pérdidas e incorporar la desalación y el reúso a mayor escala, además del saneamiento descentralizado”. Habló de la importancia de la calidad de los documentos de licitación y proyectos de ingeniería puesto “que el mayor desafío no está solo en el aspecto financiero, sino también en la capacidad de ejecución”.

#### Sustentabilidad hídrica industrial

Continuando con la dinámica del foro, Pedroza expresó su percepción sobre el avance en la industria brasileña hacia una gestión del agua cada vez más eficiente, “no sólo en la eficiencia interna en el uso del agua, sino en la gobernanza en su conjunto con una madurez que

implica análisis de vulnerabilidades del recurso e involucramiento con el contexto y actores externos”.

Contextualizó la entrada del segundo panelista diciendo que Brasil ya ha experimentado crisis severas de agua en ciertas regiones, afectando grandes y, principalmente, pequeñas compañías. “En este contexto, en su experiencia en sostenibilidad industrial y como miembro de una empresa con proyectos e iniciativas destacadas en este sentido, puede decirnos ¿dónde hemos evolucionado en los últimos años y hacia dónde debemos continuar? ¿Qué soluciones técnicas y económicamente viables podemos aplicar para minimizar la vulnerabilidad? Y ¿Qué papel juegan los proyectos de reutilización y desalación en la construcción de la gestión hídrica sostenible en las empresas?

#### Respuestas de João Bosco

João Bosco respondió que en Brasil existen buenos ejemplos de empresas que tienen una gestión de clase mundial. “Creo que ArcelorMittal es una de esas empresas” y para argumentarlo, detalló el proyecto de una planta de desalinización que desarrolla la compañía en el estado de Espírito Santo.

La desalinizadora, que se espera entre en operaciones para el año que viene, está siendo construida en el área metropolitana de Vitória y servirá a la mayor planta integrada de acero de América.

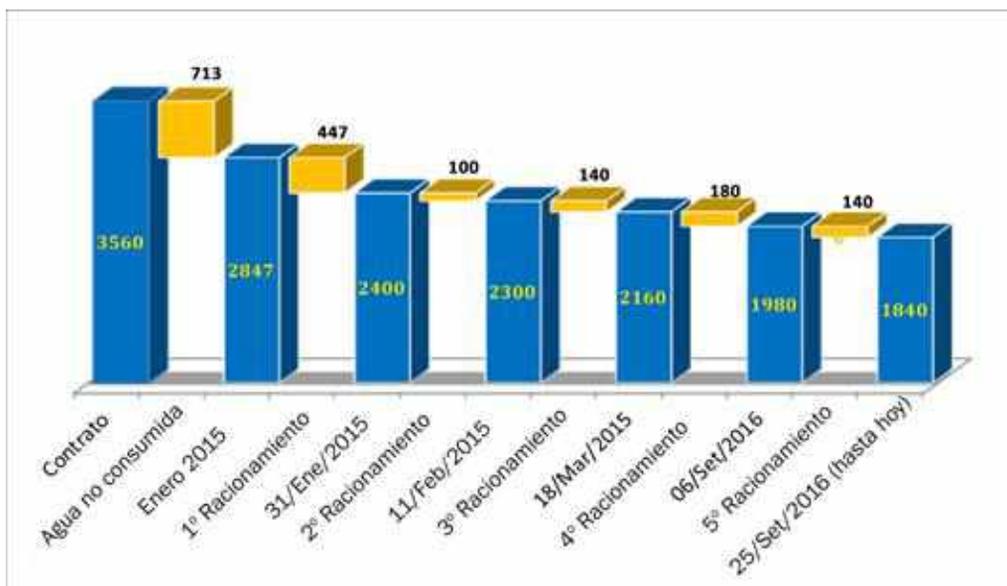
“En el 2015 tuvimos – en Espírito Santo – una crisis hídrica muy severa que venía suscitándose en Brasil y el equipo de ArcelorMittal ya estaba acompañándola desde 2013. En 2014 estructuramos un plan estratégico de agua que contemplaba todas las posibilidades de vulnerabilidad de acceso al recurso y gestión de riesgo” comentó.

Una vez concluido ese planeamiento a finales de 2014, inició la crisis severa en Espírito Santo en 2015 y la acería emprendió el plan para reducir su consumo de agua dulce. Para ello, se tomaron acciones como la modernización de la planta de tratamiento de agua para reutilización (ETA-R) con una capacidad de tratamiento de 400m<sup>3</sup>/h.

“Es importante destacar que la planta –siderúrgica- fue diseñada para un uso intensivo de agua de mar directa -sin desalinizar- solamente con un tratamiento para evitar incrustaciones. El proceso de una acería demanda un gran volumen de

agua en diferentes procesos, incluyendo la refrigeración de equipos y la generación de energía eléctrica” dijo.

Para el momento de la crisis de 2015, el agua dulce ocupaba un 4% del consumo total. “Ese porcentaje representaba 2847 m<sup>3</sup>/h y teníamos una elevada tasa de recirculación de ese recurso porque el cuidado del agua dulce siempre ha sido una prioridad para la empresa”.



Evolución del proceso de reducción de agua (Reducción del 35% en el consumo de agua de la planta)

Aseguró que la siderúrgica tenía prevista la desalinización antes de la crisis pero que ésta redujo los plazos. A esto agregó que era natural esperar que se restringiera la disponibilidad de agua dulce a causa del aumento demográfico y económico en la localidad.

“La premura con que emprendimos a construir la seguridad hídrica de nuestro negocio con el reúso y la desalinización sirvió para que el Gobierno nos tomara como ejemplo” aseguró.

#### ASPECTOS DESTACADOS DEL PROYECTO

João Bosco Reis da Silva ofreció detalles del proyecto de la planta desalinizadora entre los que destacó que la obra tendría un valor de 50 millones de reales y que emplearía a más de 120 trabajadores en su momento pico. Además enumeró que:

- Es un proyecto alineado con la estrategia de seguridad hídrica del Gobierno del estado de Espírito Santo.
- Tiene una capacidad para producir hasta 500m<sup>3</sup> / h (con posibilidad de expansión futura), proporcionando una importante fuente alternativa al consumo de agua dulce del río Santa María de Vitória.
- Será la desaladora de agua de mar más grande de Brasil y la primera del Grupo ArcelorMittal en el mundo.
- Toda el agua generada en la planta desaladora se destinará a uso industrial.



Será la desaladora de agua de mar más grande de Brasil

Pedroza completó la intervención de João Bosco con el ejemplo del polo industrial de Camaçari, como otro caso de gestión hídrica eficiente en el que más de 70 industrias aplican diversas fuentes como las superficiales, subterráneas e inclusive el reúso.

“Haciendo una analogía con lo que Dragone dijo sobre la demanda de infraestructura, el proyecto de reúso que implementamos en Camaçari fue viable porque ya existía una infraestructura de tratamiento. Si en el país crece la infraestructura de saneamiento se potencializa la

posibilidad del reúso porque genera posibilidades de integración de tecnologías”, comentó.

João Bosco conectó ese comentario para disertar acerca del aprovechamiento de infraestructura. “El proyecto de desalación en Tubarão tiene un costo competitivo porque ya existía un canal de captación de agua de mar y ya generábamos energía eléctrica, lo que facilita todo el proceso”.

“El agua producida por la desalación y el reúso debe ser competitiva – en tarifa – respecto a la extraída de fuentes convencionales, en esto

hay una gran discusión. También son necesarios los incentivos así como Giuliano mencionaba en su intervención” adicionó.

Reúso en la agricultura - profesor Rafael Bastos

Seguidamente, Pedroza, dio paso al profesor Rafael Bastos para hablar del tratamiento de efluentes para ser aprovechados como fuente de riego agrícola y nutrientes para el suelo. “Tenemos una práctica –reutilización de efluentes para la agricultura - bastante difundida en el mundo y hay diversas experiencias de regulación

y de aplicaciones indebidas que generaron problemas de salud”

“En su opinión ¿cuál es la importancia de la evaluación de riesgos en la regulación de la reutilización del agua en la agricultura? ¿Cómo se evalúa a Brasil en el tema de la reutilización con fines agrícolas? y ¿En qué debemos mejorar?” preguntó al catedrático.

Bastos respondió que su enfoque está en la fundamentación científica para la regulación de la calidad del agua generada a partir del reúso, para ser aplicada a la agricultura y que esta yace principalmente en las motivaciones de preservar la salud pública y reducir el impacto ambiental de la actividad.

Como ejemplo mundial de reutilización agrícola de efluentes citó a Israel, “por la necesidad que tienen de una gestión hídrica eficiente. Reutiliza gran parte de sus efluentes urbanos. Es un esquema muy interesante en el que su política Nacional de gestión hídrica juega un papel importante. Son un emblema en el mundo por sus políticas públicas de incentivo fiscal”.

“El reúso de agua es un imperativo y la agricultura es el gran consumidor” resaltó para decir que es necesario apresurar esta práctica, sobre todo en contextos de crisis hídrica.

Habló sobre iniciativas en la materia que se dieron en Brasil y que movilizaron a grandes sectores de la sociedad pero que no contaron con el apoyo político y que recientemente ha habido una mayor incorporación del mundo académico para la consultoría en la redacción de los instrumentos legales que contemplen los aspectos científicos de la evaluación de riesgos.

Hizo un recorrido histórico de la discusión y los puntos de convergencia y divergencia acerca de la aplicabilidad de la norma y las instituciones que se encargarían de velar por su cumplimiento. “Se conversó mucho sobre las normas de calidad del agua reciclada dependiendo del uso y se tomaron en consideración legislaciones referencia como la norteamericana”

Aconsejó que Brasil debería ir preparándose para legislar respecto al reúso potable porque

las condiciones de sequía y escasez apremian pero que a la par, existen los procesos para llevar los efluentes a la calidad necesaria para el consumo humano.

Por último, la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia (covid-19) no estuvo ausente del debate y Pedroza la usó como argumento de la necesidad Nacional de establecer una atención a comunidades en regiones más periféricas e integrar soluciones de saneamiento centralizadas y descentralizadas para asegurar condiciones adecuadas de higiene, salud y desarrollo.

Los Representantes por parte de ALADYR agradecieron la disposición de los panelista a la participación y a compartir conocimiento y opiniones respecto al camino que debe seguir Brasil para reducir brechas y alcanzar el desarrollo en regiones castigadas por la ausencia de los servicios básicos.

# INFOH2O

## Guillermo Jelinski en entrevista

### Plan de Agua y Saneamiento de la provincia de Buenos Aires será presentado a detalle

EL SUBSECRETARIO DE RECURSOS HÍDRICOS BONAERENSE, GUILLERMO JELINSKI, DISERTARÁ A PROFUNDIDAD SOBRE EL NUEVO PLAN DE INFRAESTRUCTURAS DE AGUA Y SANEAMIENTO PARA LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, AMPLIANDO DETALLES SOBRE LOS DESAFÍOS DE SU EJECUCIÓN Y LAS MANERAS DE CAPTAR INVERSIONES.

La coyuntura signada por la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia (COVID-19) no ha mermado los esfuerzos de las instituciones estatales en materia de agua y saneamiento. En este sentido, desde el despacho que representa Jelinski se ha anunciado el “Plan Quinquenal” con obras en el conurbano bonaerense, el gran La Plata y Bahía Blanca sólo por mencionar algunas localidades en las que se proyectan obras.

La iniciativa gubernamental de infraestructura partirá con una inversión de 600 mil millones de pesos en cinco años a lo que

se añadirían financiamientos de instituciones como el Banco de Desarrollo para América Latina, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) e inversiones privadas.

“El objetivo de la subsecretaría es avanzar con obras hidráulicas, de agua y cloacas, en conjunto con la comunidad tanto para la confección de alertas tempranas en las cuencas como para educar en torno a una cultura sostenible del agua” dijo el subsecretario.

También es de resaltar los convenios firmados entre el ministro de Obras Públicas de la Nación,

Gabriel Katopodis y el ministro de Infraestructura y Servicios Públicos de la Provincia, Agustín Simone, que Jelinski ha descrito como importante para el plan hídrico.

El abanico de obras que lleva adelante la subsecretaría incluye la reactivación de más de 250 proyectos, sistemas de agua potable, reparaciones, drenajes, cloacas, nuevos acueductos y plantas depuradoras que constituyen un avance hacia la sustentabilidad de la gestión del recurso hídrico. Jelinski comentó que en cuanto a estas nuevas obras “la Provincia se encuentra retomándolas con



Guillermo Jelinski

las acciones necesarias para el mantenimiento, puesta en valor de los activos y recuperación del patrimonio de los y las bonaerenses”.

Jelinski, quien es ingeniero hidráulico y civil con dos maestrías en medio ambiente y recursos hídricos, ha declarado que el principal problema que tiene el partido de Patagones es que la única fuente de abastecimiento de agua es el dique que viene del embalse del río Sauce Grande y que la idea es potabilizar la cuota del Río Negro que corresponde a la Provincia por lo que se han dispuesto diversas inversiones en estudios.

“Con el propósito de estimular la participación de todos los sectores para avanzar en las metas de agua y saneamiento en la provincia de Buenos Aires y ofrecer información

clara ante las expectativas generadas por el Plan; el próximo 24 de septiembre a las 16 horas Argentinas, Jelinski responderá interrogantes y presentará detalles en el ciclo de entrevistas en vivo “LIDER H2O” es una iniciativa de la revista Futuro Sustentable y la Asociación Latinoamericana de Desalación y Reúso de Agua, ALADYR” informó Alejandro Sturniolo, vicepresidente de ALADYR.

La actividad, que será transmitida en vivo a través desde el canal YOUTUBE de ALADYR, cuenta con el aval de las empresas Aguas y Procesos, Atlantium y Fluence (organizaciones socias de ALADYR con reconocida trayectoria en la gestión sostenible del agua); y destacará por la interacción entre el subsecretario y los participantes, entre los que ya confirmaron asistencia virtual

representantes del sector privado, sociedad civil y académicos. El moderador será el periodista Pablo Gago, director de Futuro Sustentable y contará con la participación especial de Alejandro Sturniolo.

En el evento también se espera mención del proyecto Sistema Inteligente de Monitoreo, Prevención y Análisis de Riesgos Hidrometeorológicos (SIMPARH) que recientemente fue presentado ante la CAF y el BID y que consiste en el monitoreo de variables hidrológicas en todo el territorio provincial para mitigar los efectos de las inundaciones.

Entre las empresas que avalan este espacio de difusión, participación ciudadana e intercambio de información destacan FLUENCE, VEOLIA, ATLANTIUM y AGUAS y PROCESOS; ambas empresas pertenecientes a ALADYR, con amplia trayectoria y experiencia en el mercado de la desalación, reúso y tratamiento de agua y efluentes; tecnologías necesarias para garantizar un gestión de agua sustentable y eficiente.

La participar es gratuita y sólo es necesario inscribirse en la sección eventos/ webinars de la página de ALADYR – [www.aladyr.net](http://www.aladyr.net).

# INFOH2O

## Planificando servicios de agua y saneamiento



**SERGIO BENET**

Ingeniero Civil

### Una mirada integral

BIEN ES SABIDO QUE LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE UN SERVICIO DE AGUA POTABLE O SANEAMIENTO RESPONDE A VARIOS FACTORES. PERO LA IMPORTANCIA QUE REVISTE EL ACCESO AL AGUA POTABLE Y AL SANEAMIENTO BÁSICO, ES INDISCUTIBLE A LA HORA DE BREGAR POR LA EQUIDAD SOCIAL, LA SALUD Y LOS DERECHOS HUMANOS, RESULTANDO INSTANCIA ESENCIAL PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA, EN SINTONÍA CON LA PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

En este sentido, la premisa de universalizar el acceso al agua potable y los servicios de saneamiento resultan vitales a la hora de garantizar derechos fundamentales asociados intrínsecamente a la dignidad humana, la salud física y mental, en armonía con la Resolución N° 64/292 de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

En virtud de lo enunciado, revisten un alto nivel de prioridad aquellas poblaciones que aún no acceden de

forma segura y constante a fuentes de agua potable ni a tratamiento de líquidos cloacales domiciliarios, factores responsables de un tipo de contaminación particularmente nociva, imponiéndose como mayor causa de muerte de niños menores de 5 años (a nivel mundial, 1.800 muertes al día relacionadas con el agua, el saneamiento y la higiene, según la Organización de las Naciones Unidas).

Al abordar esta problemática en una provincia tan vasta como la de

Buenos Aires, y dada la diversidad de situaciones presentes en el territorio, es necesario planificar estrategias que contemplen las complejidades naturales de cada región y los aspectos institucionales que afectan su desarrollo y sustentabilidad. En un esquema planificado de saneamiento, los servicios públicos de agua y cloacas contribuyen al desarrollo general y al progreso y, como consecuencia, a la satisfacción de las necesidades colectivas y al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Pensar el acceso al agua potable y al saneamiento básico como un modo de garantizar un ambiente sano, implica posicionar a la salud pública como una dimensión central para proyectar el saneamiento como política pública.

En sintonía con lo expuesto y a fin de abordar la problemática, debemos retomar el rol de agente planificador, reasumiendo la responsabilidad constitucional de brindar servicios eficientes de agua potable y saneamiento básico a los ciudadanos. Una intervención activa en este sentido, implica garantizar la prestación de servicios sanitarios

esenciales, en pie de igualdad con otros derechos como la salud, la educación y la seguridad.

Gran parte de los servicios de agua potable y saneamiento básico que se brindan en la Provincia, están en situación crítica de deterioro, debiéndose crear las condiciones para poner en marcha a la provincia de Buenos Aires. Para ello, la mejora de los servicios básicos, como lo son el abastecimiento de agua potable y la recolección y tratamiento de los efluentes cloacales, son esenciales para crear las condiciones básicas de un desarrollo sostenible.

Los déficits en estos servicios son importantes, a sabiendas de que debemos no solamente invertir en la ampliación de la cobertura de los mismos, sino también en la rehabilitación y optimización de muchos de ellos.

La situación conlleva a elaborar planes y procurar inversiones que permitan concretar estas deficiencias, a fin de mejorar los aspectos de carencias que se vislumbran a diario.

Las inversiones deben ser justas y razonables. En términos de agua potable y saneamiento, deben gestionarse recursos financieros,

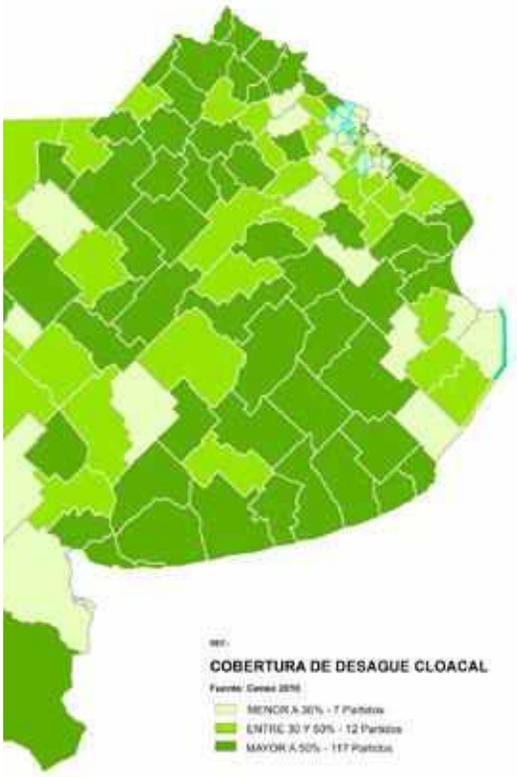
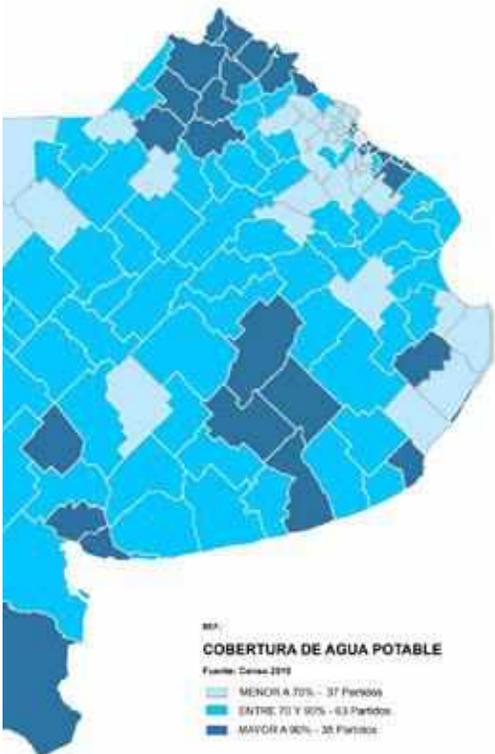




Foto referencial

tanto del gobierno central como de bancos de desarrollo, los cuáles deben aplicarse de acuerdo a los compromisos alcanzados. Las necesidades en el sector revisten magnitudes enormes, por lo cual deben optimizarse los planes de ejecución a fin de tornarlos eficientes, ya que en el último tiempo no se han sabido aprovechar.

Un Estado Provincial decidido a ejercer acciones concretas en este sentido tiende a la inclusión social, al crecimiento, la generación de empleo, al desarrollo sustentable con el medio y a mayores niveles de bienestar en la población.

Por este motivo, destacan como prioridad los sectores de la comunidad que poseen menores recursos los cuales, generalmente, presentan mayores niveles de vulnerabilidad o riesgo sanitario por carencia de infraestructura de servicios básicos y situaciones ambientales.

A nivel territorial, la planificación debe implementarse de forma integrada a través de un esfuerzo compartido entre los actores gubernamentales (Nación-Provincia-Municipio), los prestadores de servicios sanitarios y los usuarios.

Al momento de realizar un análisis crítico respecto a las necesidades que presenta cada municipio en cuestión de saneamiento, no podemos dejar de ponderar las diferencias significativas evidenciadas entre las problemáticas del interior de la provincia, respecto al conurbano bonaerense.

Por su parte, las autoridades gubernamentales deberán demostrar una fuerte decisión política a la hora de intervenir sostenida y activamente en dirección a los objetivos privilegiados. A su vez, deberá sostenerse la tendencia hacia la universalidad de los servicios

de saneamiento, atendiendo en forma fundamental a las áreas más densamente habitadas y con población económicamente desprotegida, sin descuidar la mirada activa sobre las localidades rurales, generalmente postergadas.

En cuanto a los recursos hídricos y los activos ambientales en general, destaca el propósito de lograr sustentabilidad, respeto por el medio ambiente, mayores niveles de conciencia y educación sobre la importancia de la explotación racional de los recursos naturales.

Es necesario compatibilizar las decisiones de la autoridad política con la rigurosidad técnica del operador, quien debe participar en los esfuerzos globales aportando

eficiencia y eficacia en cada etapa de la prestación de los servicios, incorporando nuevas tecnologías que respondan a las demandas específicas de las distintas zonas geográficas y propiciando la ocupación intensiva de mano de obra local, garantizando el abastecimiento del recurso hídrico tanto para consumo como para actividad productiva regulada.

En suma, lo mencionado precedentemente se puede sintetizar en los siguientes objetivos concretos:

1. Profundizar las políticas y programas relacionados a la expansión, optimización y rehabilitación de los servicios de agua potable y desagües

cloacales, a fin de lograr el acceso universal de todas y todos los bonaerenses.

2. Desarrollar acciones concretas para favorecer el fortalecimiento de los operadores de servicios de saneamiento.
3. Por su parte, los usuarios deben comprometerse a utilizar responsablemente los servicios, valorando los recursos naturales y sumando esfuerzos en el gran propósito de lograr un esquema viable y sustentable de saneamiento.

Esto implica desarrollar acciones concretas encaminadas a: preservar los recursos naturales, el medio



Foto referencial

ambiente y la salud pública; incorporar mano de obra intensiva; garantizar el acceso al agua para la actividad productiva; gestionar líneas de financiamiento, subsidio y créditos; coordinar la participación colaborativa entre los agentes intervinientes, propiciar campañas de concientización acerca de la importancia del uso racional de los recursos ambientales; consensuar e implementar planes estratégicos de inversión; proponer un plan de inversión especial para escuelas y áreas rurales.

La meta integradora de todos estos objetivos se traduce en servicios de agua potable y saneamiento sustentables en el tiempo, eficientes en términos absolutos y compatibles con la preservación del medio ambiente.

De esta manera, la inversión en el sector tenderá a incrementar la cobertura de los servicios descritos tendiendo a la universalización de los mismos a toda la población. Como consecuencia de ello, el riesgo sanitario que proviene de las enfermedades de origen hídrico se verá notablemente reducido, ponderando una importante disminución en el riesgo asociado

a la ingesta de agua no potable y al contacto con desechos cloacales domiciliarios.

La diversidad urbana y rural que presenta la provincia de Buenos Aires, conlleva a destacar que las soluciones a implementar no son homogéneas, y esta diversidad implica la adopción de soluciones particulares de acuerdo al lugar de intervención, a la conformación de la población y otras cuestiones de abastecimiento hidrológico que impacten tanto en la factibilidad de provisión en virtud de la fuente disponible, como en la calidad que presente la misma.

Entre los principales contaminantes en las aguas de origen subterráneo en la provincia de Buenos Aires destacan el arsénico y los nitratos, con importantes concentraciones a considerar. Esto deriva en la necesidad de adoptar tratamientos particulares, a fin de disponer agua para la provisión al servicio sanitario conforme a la normativa. También se ha evidenciado recientemente factores de contaminación, primordialmente en áreas rurales, donde la explotación intensiva del recurso agrícola conlleva al uso de nuevos agroquímicos, cuya toxicidad

deberá ser tomada en cuenta al momento de pensar en sistemas de tratamiento adecuados.

Factores como la antigüedad de las instalaciones sanitarias, la falta de mantenimiento, la escasez de inversiones, o deficiencias en la operación, entre otros, evidencia el grado de deterioro de estos sistemas, ejecutados hace más de cuatro o cinco décadas, los cuales influyen directamente al momento de determinar las necesidades actuales de inversión para su rehabilitación.

La optimización, rehabilitación y/o ampliación de los sistemas de agua potable y de recolección y tratamiento de excretas, así como su georreferenciación o la conformación poblacional que presenta cada uno de ellos, forma parte de aquellas inversiones que debemos contemplar y ponderar al momento de elaborar una aproximación a un plan de inversiones.

(Texto extraído del Plan Estratégico Integral de Agua y Saneamiento 2020-2025 de la Provincia de Buenos Aires)

**Ing. Sergio Benet**

**Director Provincial de Agua y  
Cloacas de la Provincia de Buenos  
Aires**



# CICLO DE ENTREVISTAS **argentina**

**INVERSIÓN Y DESAFÍOS DEL NUEVO PLAN DE  
INFRAESTRUCTURAS DE AGUA Y SANEAMIENTO  
PARA LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**



**Guillermo  
Jelinski**

**SUBSECRETARIO DE  
RECURSOS HÍDRICOS**

Ministerio de Infraestructura,  
Vivienda y Servicios Públicos

Moderador:  
Pablo Gago

SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS | MINISTERIO DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Inscripciones en: [www.aladyr.net/nuestros-webinars/](http://www.aladyr.net/nuestros-webinars/)

**Patrocinan:**





+56 (2) 2582 8800

www.cotaco.cl

## Líderes en tecnología y servicio

Empresa chilena, fundada en 1963, especialista en tratamiento de aguas con énfasis en la potabilización y uso industrial.

Somos fabricantes y representantes de marcas con alto prestigio a nivel mundial.

## CONTAMOS CON 3 DIVISIONES:

División Tratamiento de Aguas

División Industrial

División Equipos



Nuestro objetivo es la asesoría, diseño, suministro, instalación, montaje y puesta en marcha de diversas tecnologías para tratamiento de aguas de uso industrial, potabilización y reúso.

### División Equipos

- Filtro Multimedia (Turbiedad y sólidos suspendidos)
  - Filtro de Carbón Activado (Color, sabor, olor y decoloración)
  - Abatidores de hierro-manganeso y arsénico.
  - Ablandadores y otras resinas selectivas
  - Demineralizadores
  - Ultrafiltración
  - Osmosis inversa para agua salobre y agua de mar
    - Integradas en contenedor.
    - Plug & Play o proyectos llave en mano.
  - Equipos y sistemas de impulsión
  - Estaciones de dosificación
  - Instrumentación
- Insumos de operación:
    - Medios filtrantes
    - Filtros de cartucho
    - Resinas
    - Membranas, etc.
  - Servicio Técnico
    - Visitas técnicas
    - Cambios de cargas filtrantes y resinas
    - Reemplazo de membranas
    - Limpiezas CIP
    - Capacitaciones
    - Mantenciones preventivas y correctivas



**INFORMACIONES +56 (2) 2582 8800**

Camino San Pedro 9650, Parque Industrial Puerto Santiago, Pudahuel, Chile.

[contacto@cotaco.cl](mailto:contacto@cotaco.cl)

# INFOH2O

## Construcción y agua

### Huella hídrica azul en la construcción de una vivienda se aproxima a 20 piscinas olímpicas

“EL HECHO CONSTRUCTIVO IMPLICA, EN MAYOR O MENOR MEDIDA, UNA ACCIÓN AGRESIVA AL MEDIO EN SÍ MISMA Y EL CONSUMO DE RECURSOS DE DIVERSA NATURALEZA. EL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO ES EVALUABLE A PARTIR DE UNA METODOLOGÍA DE PREDICCIÓN EN FUNCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO. LOS PROCESOS EDIFICATORIOS CONSUMEN MATERIAS PRIMAS, DEMANDAN CONSUMOS ENERGÉTICOS Y RECURSOS NATURALES (ESTOS SE ESTIMAN EN UN TERCIO DE LOS RECURSOS TOTALES CONSUMIDOS ANUALMENTE), GENERAN EMISIONES DE GASES NOCIVOS, RUIDO Y OCUPAN EL SUELO. EL CRECIMIENTO IMPARABLE DE LAS GRANDES CIUDADES, FENÓMENO DENOMINADO «CIUDADES EN MARCHA» CONCENTRA LOS EFECTOS DE CARÁCTER NEGATIVO DE MANERA QUE SE PRODUCE UNA SINERGI A AMPLIFICADORA DE IMPACTOS”. COMÚNMENTE SE RECURRE AL ESTUDIO DE LOS IMPACTOS QUE SE PRODUCEN DURANTE LA VIDA DE SERVICIO DE UNA EDIFICACIÓN AL ESTAR ESTOS MOTIVADOS, EN MUCHA MAYOR MEDIDA, POR EL PROPIO USO QUE SE DÉ AL EDIFICIO O LOS CONDICIONANTES DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO CON RELACIÓN A LA ORGANIZACIÓN Y EFICACIA DEL MANTENIMIENTO. POR SIMILITUD CON EL CONCEPTO DE «COSTE ECONÓMICO ESPECÍFICO DEL EDIFICIO», DURANTE LA VIDA DE SERVICIO SE PUEDE CONSIDERAR COMO PREDOMINANTE EL «COSTE AMBIENTAL DEL EDIFICIO», PERO NO POR ELLO ES MENOS IMPORTANTE EL «COSTE AMBIENTAL DE CONSTRUCCIÓN». FUENTE: ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS DURANTE LA FASE DE EJECUCIÓN EN EDIFICACIÓN: OPERACIONES DE LIMPIEZA Y RECUPERACIÓN DE AGUAS DE LAVADO DE HORMIGONES EN ESPAÑA. UNIVERSIDAD DE SEVILLA ESPAÑA 2015

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4245/4911>

El sector de la construcción y sus actividades conexas enfrentan grandes retos en la actualidad; hasta hace un par de décadas construir sólo era cuestión de una buena planeación arquitectónica, terreno en condiciones y materiales necesarios bajo el factor permanencia / durabilidad. Sin embargo, ahora

cualquier construcción debe contemplar aspectos de índole sanitario y ambiental, vitales para garantizar la sostenibilidad de los proyectos y su inocuidad para la vida humana y ecosistemas.

No se trata únicamente de construcciones verdes o ecológicas en función de los materiales empleados,

sino de la necesidad de hacer uso eficiente y óptimo de recursos como condiciones climáticas, (arquitectura bioclimática), agua, aire, luz solar, entorno, esteticidad y armonía, e incluso, aspectos socioculturales de la zona en la que se construye.

Con la construcción y el desarrollo de los países indudablemente se

busca satisfacer las necesidades de la sociedad; por lo que no podemos rebatir que sin los avances de este sector no viviríamos bajo las condiciones actuales, tanto desde el punto de vista de vivienda y habitad, como de redes de transporte, saneamiento, alcantarillado, espacios públicos y de esparcimiento, infraestructuras para el acceso al agua potable, hidroeléctricas, hospitales, escuelas y más.

No obstante, todo proceso de desarrollo conlleva una serie de consecuencias que en distintas escalas pueden afectar el ambiente. La construcción no escapa de esta condición y merece atención en cuanto a los siguientes puntos:

**Suelo:** Este es el sector que genera más residuos, más de 1 tonelada por habitante al año. La emisión de desechos (vertidos de combustibles, aguas de limpieza y productos peligrosos) durante el proceso de construcción es muy amplia y la disposición de estos afectan al suelo, provocando disminución total o parcial de la capacidad de regeneración de vegetación y filtración de sustancias contaminantes que llegan a la capa freática que alimentan nuestros tanques de abastecimiento de agua o redes de riego. Adicionalmente, los

movimientos de tierra a gran escala modifican la cobertura vegetal, ocasionando procesos de erosión mucho más rápidos.

**Aire:** Las emisiones de contaminantes al aire desde los distintos focos pueden alterar su equilibrio hasta el punto de modificarlo. Estos focos contaminan por el hecho de emanar ciertos gases a la atmósfera y descomponer otros, aumentar el índice de partículas en suspensión (polvo) y de los compuestos orgánicos volátiles (COV). Un ejemplo claro es el proceso de producción del cemento, el cual se usa como material principal en cualquier construcción tradicional; durante su fabricación es el responsable de emitir grandes cantidades de dióxido de carbono mediante una reacción química.

“En Colombia la industria de la construcción consume el 40 % de la energía; genera el 30 % del CO2 y el 40 % de los residuos; consume el 60 % de los materiales extraídos de la tierra y adicionalmente desperdicia el 20 % de todos los que son empleados en la obra, según cifras del 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible”. Fuente: El País. Octubre 2019.

<https://www.eltiempo.com/economia/sectores/proyectos-con-residuos-de-construccion-427024>

**Energía:** El Informe de estado global de 2018 de la ONU “Hacia un sector de edificios y construcción con cero emisiones, eficiente y resiliente” subraya que el sector de los edificios, un gran motor de la economía global, todavía representa el 39% de las emisiones totales de CO2 relacionadas con la energía y 36% del uso final de la energía. Las emisiones de dióxido de carbono son una de las principales fuentes de contaminación atmosférica, por lo que la construcción moderna y responsable incorpora cada vez más procesos y materiales que conllevan a una reducción paulatina del gasto energético, aprovechando las condiciones climáticas, horas de luz solar y corrientes de aire entre otras.

Sobre el punto anterior, el arq. Javier Sturniolo, project manager de Fluence Corporation Argentina menciona que en el caso de Argentina hay muchas zonas que usan los muros de adobe como calentadores de las viviendas. Con ello se logra un ahorro del 70% sobre las facturas de los distintos servicios. “Con una construcción sustentable podríamos llegar a pensar en cuatro objetivos: bajar costos operativos, aumentar el valor de la propiedad, mejorar los retornos de inversiones y por último y muy importante, una reducción de entre un 33 a 39% de las emisiones de CO2”.

A los efectos al suelo y aire, así como al desperdicio de los recursos; debemos añadir el impacto en el AGUA, no solo porque muchos de los productos y materiales que se usan en la construcción terminan llegando a nuestras aguas subterráneas, alcantarillados y a los océanos, sino además porque el agua es esencial en el proceso de producción de concreto o cemento, principal material empleado en la construcción.

### CONSTRUCCIÓN, AGUA Y SOSTENIBILIDAD

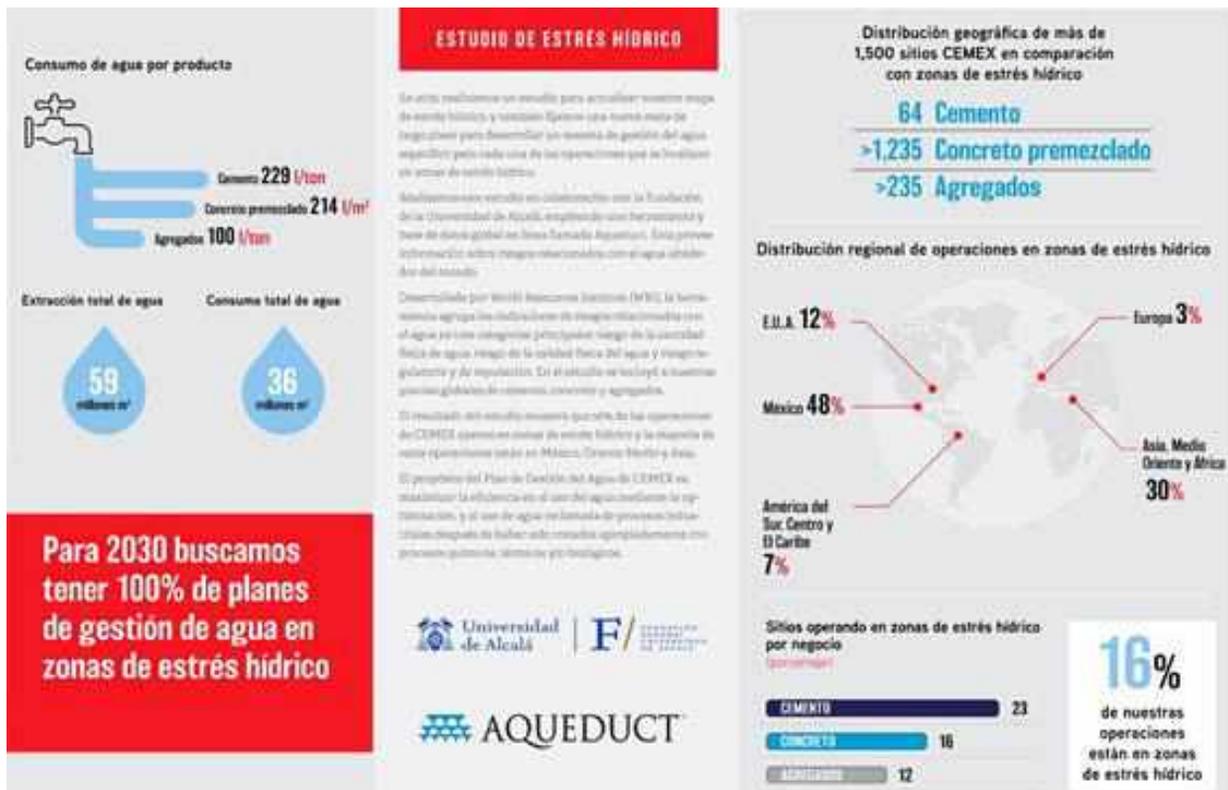
El problema de los desechos que llegan al agua se puede solucionar mediante el reúso de efluentes o con

un control exhaustivo para limitar al máximo este tipo de vertidos. De esta forma, es posible tratar los efluentes generados en la construcción con el objetivo de, en lugar de desecharlos, usarlos nuevamente en los procesos productivos de la obra. Así se logra preservar y potenciar el uso del recurso hídrico y reducir el impacto ambiental debido a la descarga de efluentes sin tratar. Señaló el arq. Javier Sturniolo.

Teniendo en cuenta que la escasez de agua es un gran problema en el mundo, el reúso de efluentes se vuelve una alternativa muy valiosa para la construcción, especialmente si se considera que la industria del cemento prefiere el uso de agua

dulce pues ésta no modifica las características ni condiciones del producto final.

El Ing. Ajax Segura Peralta, Asesor de Sustentabilidad de Cemex – México, mencionó en torno a una presentación en el Congreso ALADYR México 2019, que “el sector de materiales para la construcción sólo es responsable de menos del 1% del consumo de agua industrial”, siendo el cemento el principal material empleado en la construcción. Entendemos que la producción de este no forma parte de las industrias que encabezan las listas de las que más agua consumen.



A su vez CEMEX señala en la sección de sostenibilidad de su Web “El agua es de particular importancia en las operaciones diarias de CEMEX y un insumo clave en nuestro proceso de producción. Adicionalmente, el agua es un componente primordial del concreto, representando aproximadamente un 25% de la mezcla final. El agua se utiliza también para el enfriamiento, el lavado de los agregados y la limpieza de las plantas y equipos incluyendo los camiones repartidores de concreto”

<https://www.cemex.com/es/sostenibilidad/modelo/agua>



La investigación publicada en la revista Nature en el 2018 “Impacts of booming concrete production on water resources worldwide” expone que, del total de las extracciones de agua de fuentes naturales destinadas para el sector industrial, un 9% corresponde a la industria del concreto. Esta cifra representa el 1,7% de todas las extracciones de agua que se realizan en el mundo. Para la fecha se determinó que el proceso de fabricación del concreto contribuye además al 8,6% de las emisiones globales de CO2 por efectos de acciones humanas. Según el estudio en la producción de concreto se consumen 16,6 km<sup>3</sup> de agua anualmente, lo que equivale al consumo anual doméstico de 145 millones de residentes en Estados Unidos.

La Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid y la empresa Inmobiliaria Vía Célere presentaron un estudio específico de la huella hídrica (HH) o indicador del uso del agua vinculado a la etapa de construcción de los conjuntos residenciales en España.

La HH puede clasificarse en verde (agua procedente de la precipitación y que es evaporada durante el proceso constructivo), gris (hace referencia a la contaminación que durante la

construcción se genera sobre los recursos hídricos utilizados) y azul (de origen subterráneo o superficial, consumida durante el proceso y que necesita de tecnología para su uso).

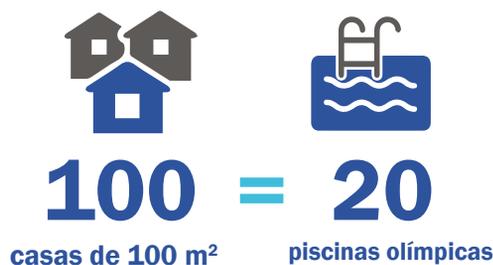
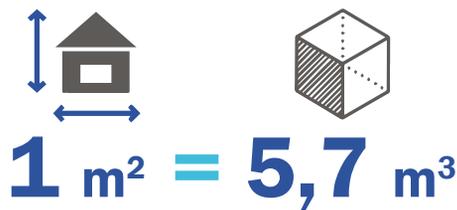
La muestra empleada para el estudio corresponde a un conjunto residencial de la inmobiliaria en Madrid, compuesta por 98 viviendas, con una superficie total superior a 15.400 metros cuadrados y que incorpora, entre otros servicios comunitarios, piscina, pista deportiva y gimnasio. La estimación de la huella hídrica se calculó teniendo en cuenta dos aproximaciones de alternativas “enfoque de valor” y “enfoque de peso”.

Para el primer enfoque, la Fundación Universidad Autónoma ha analizado más de 5.900 comprobantes de compra y unas 3.500 facturas de proveedores, debido a que “existe una relación directa entre el valor total de los bienes y servicios producidos en cada una de las ramas de actividad y el consumo total de agua de dicha promoción”, cita el informe. De esta manera, el total de agua utilizada en el proceso productivo resultaría de la suma del consumo directo en la propia obra, y el consumo efectuado por los proveedores directos de bienes y servicios incluidos en la construcción.

La información cotejada generó los siguientes resultados:

- La HH azul del proceso constructivo de 88.498 m<sup>3</sup> o, lo que es lo mismo, 5,7 m<sup>3</sup> de agua por cada metro cuadrado construido.
- El 93,1% del total de m<sup>3</sup> serían consumos indirectos.
- 3,4% del agua corresponde a consumos incorporados por los proveedores
- El 3,5% restante, equivaldría al consumo directo en la obra.

En relación con el enfoque de peso, el estudio calcula el volumen total de agua que se incorpora en cada uno de los diferentes materiales utilizados. Se identificaron hasta 32 materiales básicos, de los que se seleccionó a los 11 con mayor aportación (99,38% del peso total de los materiales utilizados) estos son: cemento, yeso, yeso laminado, prefabricado de hormigón, acero, arena o grava, baldosas, ladrillos, vidrios, maderas y agua, sumando un total de 33.298 Tn.



Los resultados con el enfoque de peso indican:

- La HH azul durante el proceso de construcción sería de 72.465 m<sup>3</sup>, unos 2,2 litros por kilogramo de material de construcción empleado. Una huella de 4,6 m<sup>3</sup> de agua por m<sup>2</sup>.

El informe concluye: “Considerando finalmente que la superficie total construida en la promoción de Célere Villaverde se sitúa en los 15.428 m<sup>2</sup>, la huella hídrica oscilaría entre 4,6 y 5,7 m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> construido”. Via Célere además indica que en un conjunto residencial de 100 viviendas de 100 m<sup>2</sup> cada una genera una huella hídrica azul de aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup>, el estimado de agua de 20 piscinas olímpicas.

### EN QUÉ SE GASTA EL AGUA

El Libro Blanco de la Edificación Sostenible expresa “el consumo global de agua durante el proceso

de fabricación y puesta en obra de un producto disminuye cuanto más finalizado sale de fábrica y menos operaciones son necesarias en obra para su instalación y acabado. Los sistemas industrializados requieren habitualmente un menor consumo de agua que las tradicionales in situ”

A grandes rasgos, en estas actividades del proceso de construcción de una obra se realiza el gasto de agua:

- Mezcla de concreto y otros materiales necesarios. (Como componente imprescindible del proceso)
- Eliminación de polvo, lavado de camiones, maquinarias y herramientas. Es decir, limpieza en general (uso auxiliar)
- Puesta en marcha de instalaciones o como parte de los controles o pruebas.
- Como parte del proceso o material. Se refiere a aquellas

actividades que utilizan el agua como material o en alguna parte del proceso de construcción. Ej.: riego de encofrados, curado de hormigones, morteros y revoques, como refrigerante y otros.

El agua empleada en un proceso de construcción se clasifica de la siguiente manera - Libro de Actas del 3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes “Cuantificación del Consumo de Agua en el Proceso Constructivo de Viviendas Unifamiliares”- :

- Incorporada: Agua que se queda en alguna parte del proceso de construcción de manera atrapada o encriptada, esta cantidad de agua es la que no se recupera y forma parte de los elementos constructivos.
- Vertida: Agua que no se queda en el proceso y es desechada o vertida después de darle algún

USO	CONSUMO
Como parte del Proceso o Material	61,81%
Como componente imprescindible	22.71%
Como auxiliar	14.13%
Como parte de los controles o pruebas	1.35%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

uso durante el proceso.

- Contaminada: Agua vertida o desechada después de darle algún uso en el proceso constructivo y que tiene contaminantes que hacen de ésta un elemento peligroso para el cuerpo receptor.
- No contaminada: Agua vertida o desechada después de darle o no algún uso en el proceso. Ésta no requiere ningún tratamiento y puede ser utilizada nuevamente o vertida sin problemas al cuerpo receptor.

Este mismo documento aporta la siguiente data sobre la distribución porcentual del consumo de agua:

La data presentada nos permite tener una aproximación del gasto del agua en el sector construcción, entendiendo que éste no sólo va más allá de la industria del concreto, incorporando materiales como madera, acero, hierro, aluminio, asfalto y plástico entre otros, sino que también el proceso en sí de construir amerita del recurso hídrico tanto por la acción de levantar la infraestructura, sin distinción de su uso final (vivienda, comercio, hospital, puentes, escuelas), como por el mantenimiento de equipos y herramientas necesarias para lograrlo.

Si bien, acorde a la información presentada, la industria del CONCRETO consume un poco menos del 2% del agua extraída en el mundo, es necesario sumarle todos los demás materiales presentes en la industria de la construcción y procesos complementarios para tener una aproximación más cercana de cuánta agua consume ésta.

Como medida general diversos estudios coinciden que las medidas más útiles para procurar el uso eficiente y sostenible del agua en la construcción son las siguientes:

- Verificar que en las instalaciones y aplicaciones no existan fugas, bien sea en la edificación o estructura, como en las tomas de agua que se emplean en el proceso de construcción.
- Existen empresas con mayor compromiso por el ambiente, un plan de construcción adecuado debe abarcar la posibilidad de contratar servicios y adquirir materia prima de organizaciones que se sumen a esta causa; con ello ya existiría una buena parte del camino en positivo.
- Para la limpieza de equipos e incluso de instalaciones se suelen usar mangueras de agua a presión, la regulación adecuada de esta presión permite disminuir

el consumo de agua; incluso llevar a métricas el estimado de agua que conlleva un proceso de limpieza puede servir de medida para establecer metas de uso. Por ejemplo: para limpiar un camión que transportaba el cemento no más de x m<sup>3</sup> de agua. Trazar metas e indicadores logran un uso eficiente de los recursos.

- Reusar el agua que se emplea en las pruebas de las instalaciones corresponde a una excelente iniciativa.
- Cambiar la mentalidad de la industria con la finalidad de que den prioridad al reciclaje ante la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales.
- Controlar el destino de las aguas servidas y agotar las posibilidades de reúso directo de efluentes o tratamiento de efluentes sería en el mejor de los casos la estrategia óptima para hablar de constructores realmente comprometidos con la gestión sustentable del agua.

# INFOH2O

## UF: Tecnología Resiliente

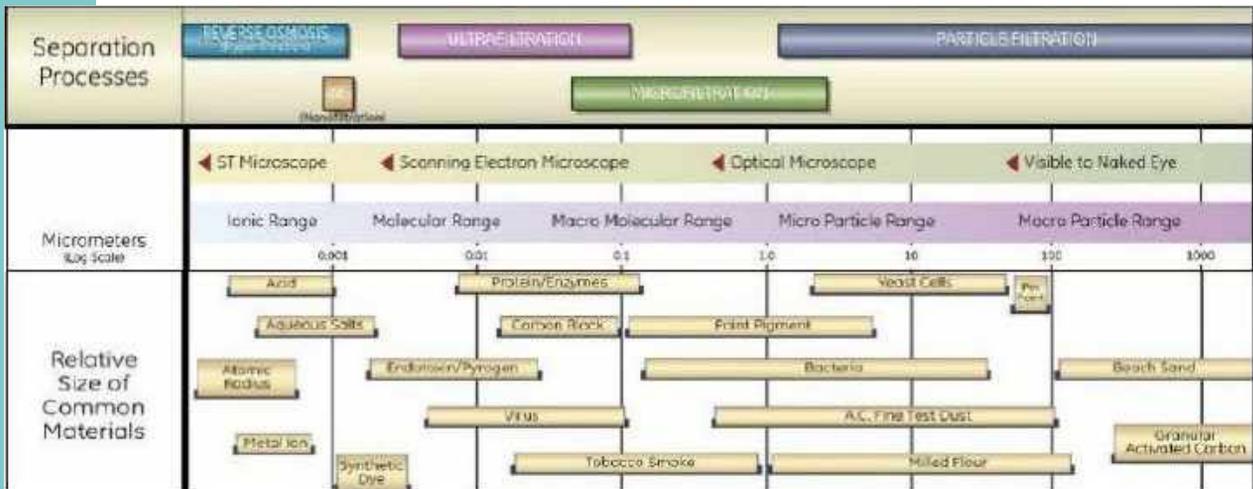
### La ultrafiltración en el mundo del tratamiento del agua

CARLOS CHÁVEZ, GERENTE REGIONAL DE VENTAS DE SUEZ: LAS MEMBRANAS DE FIBRAS HUECAS DE ULTRAFILTRACIÓN ZEEWEED PATENTADAS POR SUEZ WATER TECHNOLOGIES & SOLUTIONS DESTACAN POR SU EFICIENCIA, DURABILIDAD Y UNA VERSATILIDAD DE USO QUE INCLUYE POTABILIZACIÓN, PRETRATAMIENTO PARA MEMBRANAS DE OI Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Carlos Chávez es graduado de Ingeniería Química, su primera experiencia en tratamiento de aguas fue en la entonces Ondeo Degrémont México como Ingeniero de Servicios en el año 2003. Tras 17 años de experiencia continua en el tratamiento de aguas, ocupando distintas posiciones comerciales para otras empresas, regresa a grupo SUEZ y actualmente se

encarga de la Gerencia de Canales Indirectos y venta de productos para Latinoamérica. En esta posición, se enfoca en fortalecer relaciones con distribuidores y empresas aliadas, suministrando tecnología de punta SUEZ como componente de éxito en proyectos desarrollados por dichos aliados actuando como EPC o OEM. Cuenta con amplia experticia en procesos de membranas y desarrolla

el mercado de ultrafiltración en Latinoamérica en sus distintas aplicaciones: potabilización, pretratamiento previo a ósmosis inversa y reúso de efluentes. Se trata de una tecnología de separación por membranas situada entre la micro y nanofiltración por su tamaño de poro. La ultrafiltración (UF) remueve partículas suspendidas



entre los 0.2 y 0.04 micrómetros y es capaz de depurar el agua de patógenos y partículas que generan sabor y olor.

En sus principios comerciales hacia los 80s una membrana de UF podía costar hasta 20 mil dólares, pero los avances en el conocimiento de los materiales y el crecimiento de la demanda global la dotaron de mayor asequibilidad y un puesto destacado en el mercado.

Acorde a Carlos Chávez, Gerente Regional de Ventas de Suez, la empresa se constituye en el rubro como un jugador clave con más de 35 años trabajando con UF. Con tecnologías patentadas, la empresa se posiciona como uno de los

líderes mundiales en el desarrollo y aplicación de esta alternativa y apuesta a América Latina como un nicho con grandes oportunidades.

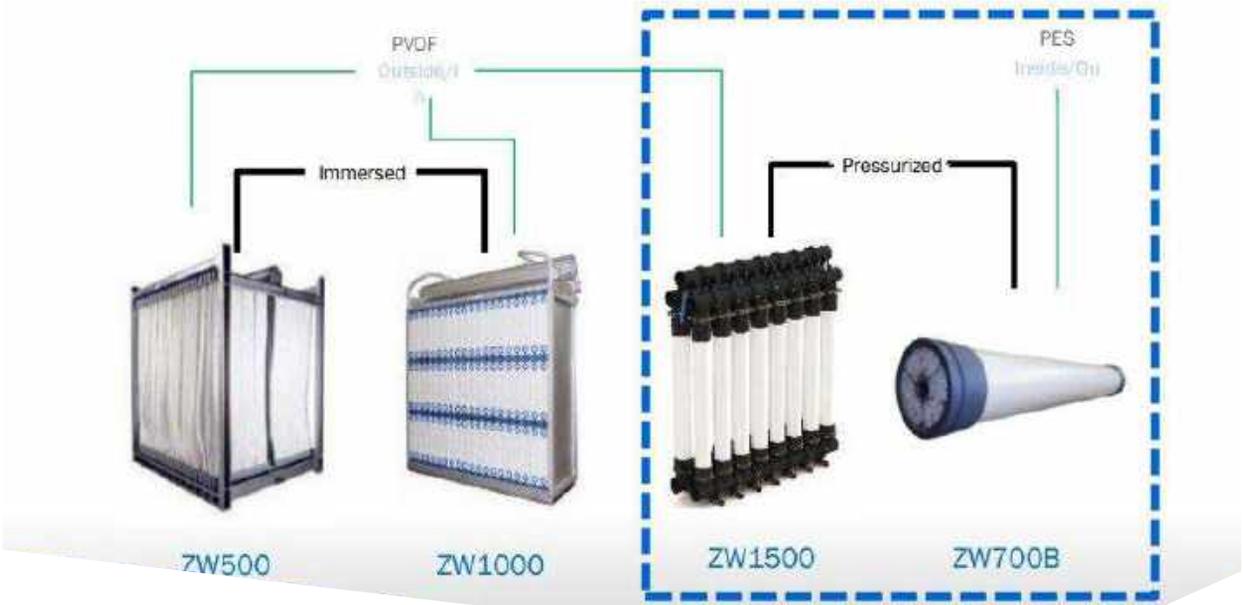
Chávez señaló que la UF tuvo un “boom” hace alrededor de 15 años con la construcción de grandes potabilizadoras en Norteamérica y Europa, a partir de cuyos eventos se difunde y diversifica en sus aplicaciones.

“América Latina es un mercado muy importante. A pesar de la crisis sanitaria (covid-19), junto con el sureste de Asia, Latinoamérica es la región de mayor crecimiento en el mundo. Las fuerzas del mercado siguen ahí. Vamos a salir adelante” opinó.

Explicó que la ultrafiltración es un método de potabilización competitivo respecto a sus pares convencionales y que también encuentra aplicaciones industriales, como pretratamiento para procesos de ósmosis inversa o como tratamiento de efluentes para ser reutilizados. Destacó el carácter “Resiliente” de la tecnología en comparaciones objetivas y casos de éxito.

“La ultrafiltración ofrece ventajas porque se trata de un proceso enteramente físico pero que no es afectado por la saturación como puede pasar con los filtros multimedia” dijo.

Chávez acentuó que la UF no ha dejado de mostrar incrementos



Las PVDF tienen Mayor tolerancia a los sólidos, flujos de retrolavado más bajos y mayor promedio de recuperaciones.  
Las PES soportan una mayor presión de alimentación, flujos más altos y no requieren raspado de aire.

año por año en la capacidad instalada en dos de sus principales facetas: UF para agua limpia y MBR para efluentes. “Tampoco hemos visto en ningún momento un descenso en la capacidad nueva en todas las regiones, incluyendo a Latinoamérica” completó.

Continuó diciendo que la alternativa puede encontrarse principalmente en forma de fibras huecas o de hoja plana. Las primeras pueden ir sumergidas en un tanque o presurizadas recubiertas por una carcasa o tubo.

Agregó que las sumergidas trabajan con una presión negativa y las presurizadas con presión positiva con la fuerza de una bomba para que el agua pase a través de la membrana.

Chavéz indicó que la clasificación de la UF también se define a partir del material que compone a la membrana como fluoruro de polivinilideno (PVDF) o polieter sulfonas (PES) que son las más comunes en el mercado.

Llevando el tema de las clasificaciones a un nivel más complejo adicionó las que funcionan de adentro hacia fuera. Es decir que la alimentación pasa por dentro de la membrana y permea hacia afuera, lo que no es apto para aguas de alta turbidez pero que son muy resistentes. Luego, la aplicación que funciona de manera inversa permeando desde afuera hacia adentro haciendo que el agua limpia pase a través de la superficie tubular de la membrana.

Las membranas también pueden

configurarse de forma vertical y horizontal cuando son presurizadas o contenidas en cartuchos para soportar altas presiones. La disposición más usual para instalaciones de gran volumen en aplicaciones como municipales o mineras es la horizontal. Además están las sumergidas, que tienden a usarse para aguas con alta presencia de abrasivos de materia orgánica. En este caso las membranas no están contenidas en un tubo o cartucho lo que facilita su limpieza.

**RESILIENCIA**

En una potabilizadora se necesita mucha recuperación de agua para no desperdiciar el recurso; en la industria minera o de papel es importante la relación costo-beneficio



Las PVDF tienen Mayor tolerancia a los sólidos, flujos de retrolavado más bajos y mayor promedio de recuperaciones.  
 Las PES soportan una mayor presión de alimentación, flujos más altos y no requieren raspado de aire.

en términos de calidad, duración o incluso el espacio que ocupa el equipo. “Esta tecnología no es sólo mejor que las convencionales, sino que es un cambio”

“La ultrafiltración hace lo mismo que un filtro multimedia pero con mejor calidad y en menor espacio” destacó.

La vinculación del concepto de resiliencia asociado al tratamiento de agua es propuesto por el especialista como la capacidad de un sistema para sobrellevar perturbaciones y cumplir con las demandas de hoy con niveles de sustentabilidad aceptables.

A su vez, la imperturbabilidad puede asimilarse como la posibilidad de las instalaciones a seguir operando pese a cambios en la calidad o fuente del

agua y seguir entregando un agua producto admisible en términos de calidad y costos. “Para cumplir con esto, el sistema debe estar pensado para ampliarse y hacerse sostenible a parte de contar con una durabilidad suficiente para que la inversión sea retribuida” recalcó.

“Se ha logrado que una membrana de buena calidad dure de 7 a 10 años, lo que supone un aspecto importante para el mayor rendimiento de la inversión” dijo.

La ultrafiltración también es un cambio respecto a los procesos convencionales en características como la confiabilidad. Chávez comenta sobre ello que la UF es una barrera física para patógenos y que si es aplicada seguida de ósmosis inversa o una desinfección UV es

posible contar con agua de calidad para aplicaciones farmacéuticas.

### Patógenos y materiales removidos por la membrana de UF ZeeWeed

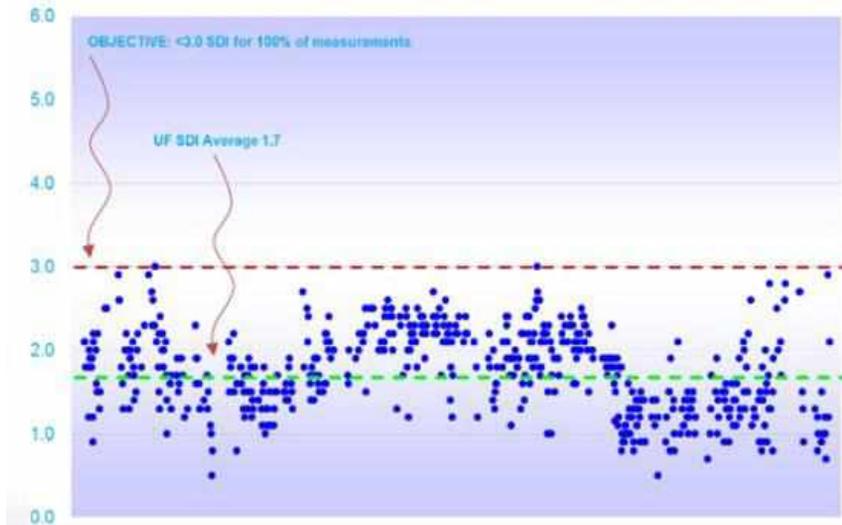
Otros beneficios de la tecnología en contraposición con sus análogos convencionales son la constancia para mantener la calidad del producto y la eficiencia por necesitar menores consumos.

A parte de su natural capacidad como barrera contra patógenos y elementos causantes de turbidez, color, sabor y olor en el agua, la confiabilidad y la constancia de la ultrafiltración también reposan en la variabilidad del SDI o índice de ensuciamiento en el agua que se mantiene por debajo de 3.0 con un promedio de 1.7 incluso en condiciones adversas.

Tipo de Membrana	Símbolo	Tamaño de Poro (nm)	Presión de Operación (Psi)	Rango de Flujo (gfd)	Tipo de Material Removido
Microfiltración	MF	100 - 800	<30	50 - 150	Arcilla, bacterias, sólidos suspendidos
<b>Ultrafiltración</b>	<b>UF</b>	<b>3 - 100</b>	<b>1 - 100</b>	<b>10 - 90</b>	<b>Virus, Crypto, Giarda, Proteins, almidones, coloidales, orgánica, colorantes, grasas.</b>
Nanofiltración	NF	0,1 - 3	50 - 300	5 - 30	Azúcares, Pesticidas, Herbicidas, micro contaminantes, sílice, iones divalentes
Ósmosis Inversas	RO	<0,1	200 - 1000	5 - 20	Iones Monovalentes

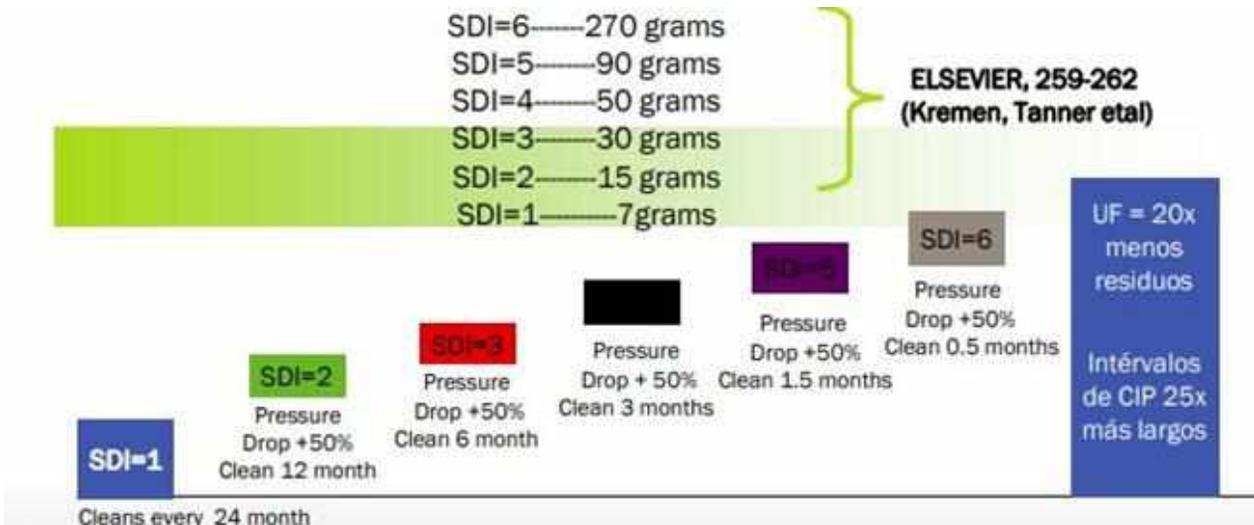
Calidad probada de membrana ZeeWeed para agua potable limpia y segura

En el siguiente cuadro se muestra el monitoreo de SDI por seis meses. “Un SDI bueno es 3.0 pero uno más bajo es mucho mejor. Acá se ve – en el gráfico – que hay una variabilidad pero siempre por debajo de 3.0 y esto es importante porque en otros sistemas esta variabilidad es mucho mayor”



Un filtro multimedia en un proceso de clarificación puede ser afectado por diversos factores como la temperatura o la degradación del medio filtrante, lo que ocasionaría una mayor variabilidad del SDI, mientras que la UF fue diseñada para estar por debajo de 3.0 y en el gráfico anterior queda expresado.

La siguiente tabla grafica la cantidad de suciedad en gramos que queda adherida a la membrana cada 15 minutos dependiendo del SDI. Por ejemplo, para agua con SDI igual a tres, se quedan 30 gramos de partículas y residuos en la superficie de la membrana cada 15 minutos. Si el SDI es menor, como en el caso de las ZeeWeed cuyo promedio es 1.7, el ensuciamiento está entre los 7 y 15 gramos cada 15 minutos. El SDI también depende de la calidad del agua de alimentación, a mejor calidad menor SDI.



Hablando de la UF como pretratamiento para la ósmosis inversa, en la gráfica anterior también puede apreciarse en recuadros de colores correspondientes a SDIs del 1 al 6, la caída en la presión de membrana de OI que estos valores generan y el intervalo de limpieza que requiere el sistema. Por ejemplo, un SDI igual a seis generará una caída de presión en la membrana de OI mayor al 50% cada 15 días y requerirá paradas para limpiezas químicas dos veces al mes, lo que sería muy agresivo para la membrana y comprometería su durabilidad.

Los fabricantes de membranas de OI suelen recomendar que las limpiezas químicas sean entre seis meses y un año, y debido a esto la UF, como se dijo anteriormente, diseñada para reducir el SDI a menos de 3, es el pretratamiento ideal para la OI.

En estos casos la UF va a ayudar a mejorar las condiciones para las membranas de OI y si el promedio de las ZeeWeed se sitúa en 1.7, se logrará que la limpieza química por una caída de presión en la OI mayor al 50% pueda prolongarse más allá del año de operación.

Es decir que los sistemas de filtración convencionales dejan pasar muchas partículas o residuos orgánicos e inorgánicos y obligan a incrementar

los costos de operación con un mayor gasto en químicos y reemplazo de las membranas de OI por deterioro acelerado ocasionado por limpiezas químicas más frecuentes.

“El tener un SDI bajo, lo más cercano a 1 posible, representa un menor consumo de recursos, horas hombre y menor tiempo de tener la planta detenida y a esto me refiero con la confiabilidad y la eficiencia” sentenció sobre las ventajas que ofrece la UF respecto a los métodos convencionales de filtración.

“La resiliencia habla de eso, si la UF nos permite soportar una turbidez fuerte de hasta 50 NTUs promedio y picos de hasta 100 o 120 NTUs menor a 24 horas, vamos a poder evitar un ensuciamiento fuerte” dijo. A diferencia que con el filtro multimedia, que si llega a padecer una variabilidad en el agua de alimentación le trasladará la carga de ensuciamiento a las membranas llevándolas a altos SDIs con las consecuencias antes descritas.

La explicación dada por el Ingeniero Chávez, tuvo lugar en un WEBINAR ALADYR. Para la sección de preguntas y respuestas destacaron las siguientes:

¿Cuál es la turbidez máxima de una UF?

En membranas presurizadas (como las ZW1500 y ZW700B) el promedio es de 50 NTU (Unidades Nefelométricas de turbidez). Si el NTU se va por encima de 100 o 150 se debe detener el sistema, hacer una limpieza exhaustiva de la superficie de la membrana y poner lentamente en marcha el sistema. La membrana es bastante duradera en cuestión de limpiezas.

¿Han tenido experiencia en remoción de algas y microalgas con membranas de UF?

Sí, las algas y microalgas tienen una gran variedad de tamaños. La UF en los últimos 10 o 15 años se ha posicionado como una buena tecnología para removerlas pero en ocasiones, como en el caso de las bacterias, no es suficiente por sí sola y debe ser complementada con otras tecnologías.

¿Las membranas de UF pueden reemplazar métodos convencionales de desinfección como el cloro?

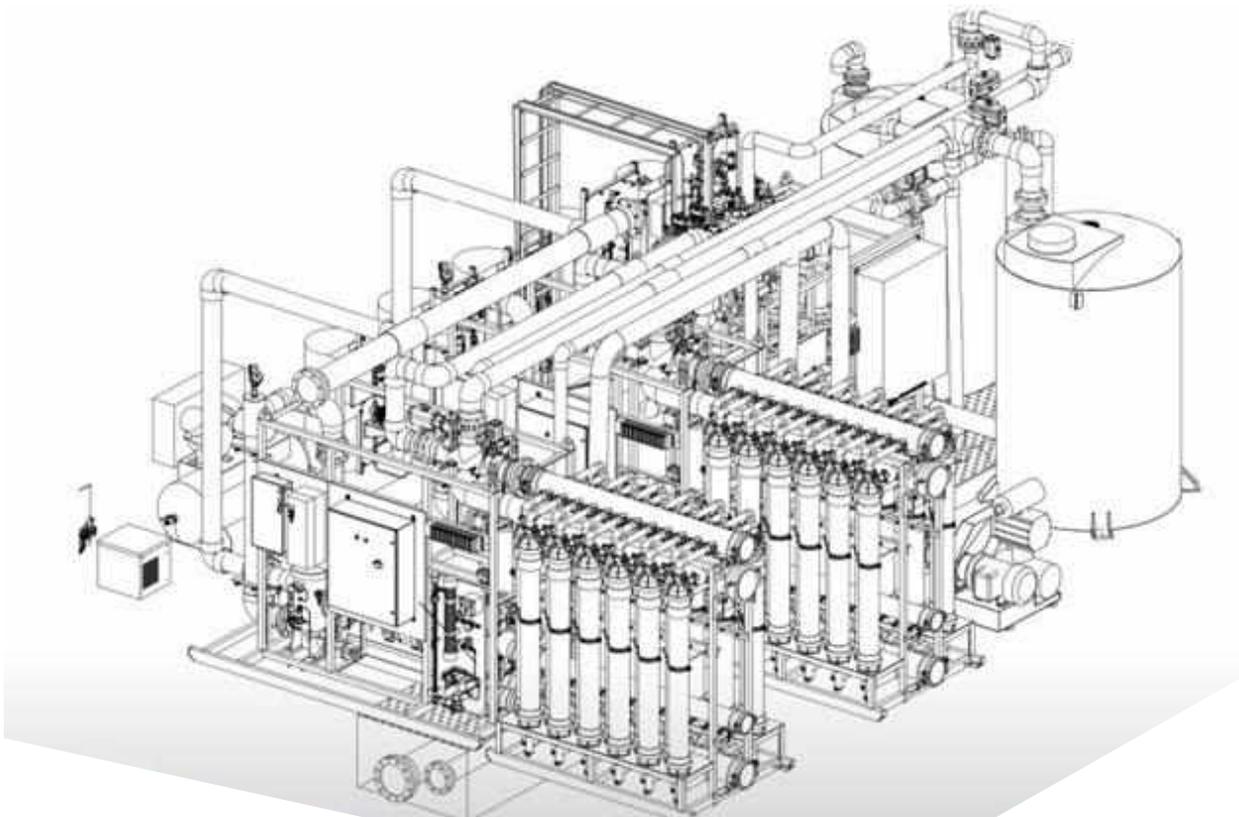
La UF los ayuda pero no los reemplaza porque no va a dejar un efecto residual. Con la UF se puede dejar un agua libre de bacterias pero aguas abajo se puede volver a contaminar, entonces se hace necesario dosificar cloro para que acompañe al agua en su viaje.

Entonces, un buen método sería desinfectar con una ultrafiltración, aguas abajo complementar con rayos ultravioleta y después agregar un poco de cloro para garantizar la inocuidad del agua mientras esté en el pozo donde se almacene.

Por último, Carlos Chávez mostró diagramas de procesos de casos de éxito vigentes en América Latina y concluyó que la tendencia a la adopción y utilización de la UF en la región será acelerada a medida que sus beneficios se conozcan.

### CASO DE ÉXITO

Coca-Cola Río de Janeiro utiliza un sistema de UF presurizado con una carga de trabajo media de 7 mil metros cúbicos al día, opera desde 2009 y reitera el carácter de confiabilidad para garantizar que el agua que llegue al producto lo haga con los mayores estándares de calidad. “Con esto ayudamos que el proceso se mantenga uniforme a pesar de cambios en las fuentes de alimentación”.



Las PVDF tienen Mayor tolerancia a los sólidos, flujos de retrolavado más bajos y mayor promedio de recuperaciones.  
Las PES soportan una mayor presión de alimentación, flujos más altos y no requieren raspado de aire.



## **Partner de Confianza. Resultados Comprobados.**

Cuando nuestros clientes ganan, nosotros ganamos.  
En SUEZ - Water Technologies & Solutions, nos aliamos con nuestros clientes para satisfacer las necesidades de su industria, su región y sus negocios.

Con tecnologías líderes en la industria para el tratamiento de agua y experiencia en procesos, creamos soluciones optimizadas para un éxito duradero. Cada producto, proceso y solución que ofrecemos está respaldada por décadas de experiencia de primera mano.

**Encuentre una solución:**  
<https://www.suezwatertechnologies.mx/>



# NOTICIAS

DE NUESTROS SOCIOS





# Severn Trent encarga la mayor planta de MABR del Reino Unido durante la Cuarentena.

## Prensa DUPONT

EL REACTOR DE MEMBRANA AIREADA DE BIOFILM OXYMEM (MABR) EN LA PLANTA DE SEVERN TRENT EN SPERNAL, EL MABR MÁS GRANDE DEL REINO UNIDO.

Irlanda, 14 de septiembre de 2020 - El mes de julio marcó un hito en el tratamiento de aguas residuales en el Reino Unido, con la instalación de 10 módulos del reactor de membrana aireada de biofilm OxyMem (MABR) de DuPont Water Solutions en Redditch Spernal de Severn Trent en Worcestershire. Así, Esta planta de tratamiento central se ha convertido en el MABR más grande del Reino Unido, todo esto durante el periodo de acceso restringido al sitio debido a la pandemia de COVID-19.

La planta procesa las aguas residuales de la cuenca cercana, así como el exceso de biosólidos de las plantas satélites. Considerar el

futuro incremento de la población y las regulaciones más estrictas para el amoníaco, llevaron a Severn Trent a buscar una mejora en la eficiencia de los procesos.

En lugar de ampliar la planta, Severn Trent optó por una mejora convirtiéndola en un sistema IFAS (Lodos Activados de Lecho Fijo) MABR. Los módulos OxyMem MABR de DuPont fueron simplemente colocados en la zona anóxica ya existente en el sitio, durante un período de dos días, para aumentar la capacidad de nitrificación del proceso actual. La tecnología avanzada ofrece una eliminación simultánea de DQO y amoníaco,

con tasas de nitrificación entre 2 y 3 veces mayores que la tecnología MABR a las temperaturas del diseño.

Esta instalación a escala real es consecuencia de una extensa fase de pruebas piloto de 12 meses en la planta en Minworth de Severn Trent, en las afueras del noreste de Birmingham. Allí, el sistema OxyMem demostró su valor, produciendo lodos a sólo 0,13 kg SST/kg DQO en comparación con los típicos 0,3 - 0,4 kg SST/kg DQO aplicados para los lodos activados. El consumo de energía fue bajo y la eficiencia de la aireación fue de 4,5 kg O<sub>2</sub>/kWh, dos o tres veces más eficiente que las tecnologías convencionales.



Foto referencial

Tras el piloto y la exitosa instalación, Justin Silver, director del proyecto de innovación dijo: “Severn Trent está entusiasmado con el potencial de la tecnología MABR como una forma rentable de adaptar y mejorar las plantas de lodos activados para cumplir con las normas de efluentes cada vez más estrictas y para atender el crecimiento poblacional”.

Una de las principales ventajas de la actualización con los módulos OxyMem MABR de DuPont se debe a su característica “plug and play”,

ya que las unidades pueden ser fácilmente subidas y bajadas de su lugar sin necesidad de interrumpir el proceso. Además, Severn Trent puede instalar los módulos, lo que es particularmente importante durante la actual crisis sanitaria que ha dado lugar a ciertas restricciones para que el personal externo pueda entrar en el sitio.

“El carácter modular de esta solución autónoma significa que no sólo se puede colocar fácilmente en su lugar, sino que también es escalable

en caso necesite cambios”, dijo John McConomy, director comercial de la línea de productos OxyMem de DuPont. “Severn Trent ha depositado su confianza en nuestro sistema después que éste demostró su eficacia en las pruebas. Están liderando el mercado de tratamiento de aguas residuales de bajo impacto y sostenible que mejora y protege la inversión en la infraestructura existente”.

**ACERCA DE DUPONT SAFETY & CONSTRUCTION**

DuPont Safety & Construction es un líder global en la innovación para las necesidades esenciales para tratamiento de agua, la vivienda y la seguridad; permitiendo a sus clientes triunfar a través de capacidades únicas, escala global y marcas icónicas, incluyendo DuPont™ Corian®, Kevlar®, Nomex®, Tyvek® GreatStuff™, Sytrofoam™, y FilmTec™. Se puede encontrar más información sobre DuPont Water Solutions en

<https://www.dupont.com/water>.

#### ACERCA DE DUPONT

DuPont (NYSE: DD) es un líder de innovación global con materiales, ingredientes y soluciones basadas

en la tecnología que ayudan a transformar las industrias y la vida cotidiana. Nuestros colaboradores aplican ciencia y experiencia diversas para ayudar a los clientes a desarrollar sus mejores ideas y ofrecer innovaciones esenciales en mercados clave como la electrónica, el transporte, la construcción, el agua, la salud y el bienestar, la alimentación y la seguridad de los trabajadores. Se puede encontrar más información en [www.dupont.com](http://www.dupont.com).

#### ACERCA DE SEVERN TRENT

Severn Trent es la segunda compañía de agua más grande del Reino Unido. Suministra agua a 4,4 millones de

hogares y empresas en Inglaterra y Gales. Su territorio se extiende desde el centro de Gales hasta Rutland y desde el norte y el centro de Gales al sur hasta el canal de Bristol y al este hasta el Humber. La compañía suministra casi dos mil millones de litros de agua cada día a través de 49.000 km de tuberías. Otros 94.000 km de tuberías de alcantarillado llevan las aguas residuales a más de 1.000 plantas de tratamiento de aguas residuales.

Para saber más sobre el rendimiento de Severn Trent en comparación con otras compañías de agua, visite

<http://discoverwater.co.uk/>

[www.stwater.co.uk](http://www.stwater.co.uk)

@stwater



# PLANTAS

---

DESALADORAS Y DE TRATAMIENTO



# PTAR Chapultepec:

## Un ejemplo de sustentabilidad e innovación en soluciones tecnológicas para impulsar la economía circular en Ciudad de México

LA PTAR CHAPULTEPEC DESTACA ENTRE SUS PARES POR LA CALIDAD DE SU EFLUENTE, LA CUAL VA MÁS ALLÁ DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIAS DE LA NORMA MEXICANA Y ES APROVECHABLE PARA RIEGO DE ÁREAS VERDES, LLENADO DE LAGOS RECREATIVOS Y RECARGA DE ACUÍFEROS CON EL FIN MITIGAR LA SOBREEXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD

El Bosque de Chapultepec es el más antiguo del Continente Americano, con una superficie de 686 hectáreas, lo que representa 2 veces el tamaño del Central Park, en Nueva York. Chapultepec cuenta con 18 millones de visitantes al año, es el hogar de 222 especies de animales y 105 de árboles.

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del bosque de Chapultepec, pulmón verde de la Ciudad de México, es un logro de la ingeniería de saneamiento por ser capaz de tratar un caudal de aguas residuales de 170 litros por segundo y hacerlo apto para la recarga directa de acuíferos en el poco espacio que tuvo para disponer las instalaciones.

Para lograr esto, SUEZ tuvo que hacerse de sus más de 100 años de experiencia en diseño, implantación y operación, así como de sus tecnologías de vanguardia. La solución implementada correspondió a un biorreactor de membrana (MBR) con un avanzado tratamiento de pulido compuesto por tecnologías de Ultrafiltración (UF), Osmosis Reversa (OR) y Ultravioleta (UV) para la recarga de acuíferos.

Entre los beneficios del proyecto se destacan los siguientes:

- Aumento en la cobertura del saneamiento de aguas residuales domésticas de la Ciudad de México
- Mitigación de la sobreexplotación de las aguas subterráneas
- Mejoramiento de los espacios recreativos de los lagos del Bosque de Chapultepec
- Reducción de áreas de construcción gracias a las tecnologías compactas que serán utilizadas
- Excelente calidad de agua para el bienestar de los ciudadanos y el riego de las áreas verdes del bosque

Leyenda: Le nueva PTAR Chapultepec cuenta con tecnología de vanguardia en un espacio reducido.

## RECARGA DE ACUÍFEROS

Es relevante destacar que la Comisión Nacional del Agua de México (CONAGUA) vio esta rehabilitación integral como una oportunidad de erigir un estándar a la economía circular y la sustentabilidad hídrica que tanto requiere la capital azteca.

La presión sobre los recursos hídricos del Valle de México es enorme e insostenible. No en vano en su informe de 2019 el Instituto Mundial de los Recursos (WRI por sus siglas en inglés) colocó al país en el puesto 24 de aquellos con mayor nivel de estrés hídrico y dio al estado de México una puntuación de 4.9 siendo 5 el máximo para describir la crisis más grave posible. Adicionalmente, la Gerencia de Aguas Subterráneas de CONAGUA en su consulta de acuíferos de 2018, refleja un déficit en la disponibilidad media anual (DMA) de agua subterránea de 561 millones de metros cúbicos al año para el área metropolitana de Ciudad de México debido a un volumen de extracción que casi duplica su recarga media anual.

Y es en este preocupante contexto que la nueva PTAR Chapultepec se levanta como un hito replicable para la seguridad hídrica de la megametrópolis latinoamericana. El proceso se aprovecha para la recarga directa del acuífero con agua residual tratada.

Una vez que el agua pasa por el pretratamiento y es tratada por el sistema MBR Ultrafor, una segunda línea del producto pasa por una planta de pulimiento con ósmosis inversa y, nuevamente, desinfección UV para cumplir con las estrictas exigencias de la Norma Oficial Mexicana de requisitos para la recarga artificial de acuíferos con agua residual tratada (NOM-014-CONAGUA-2003).

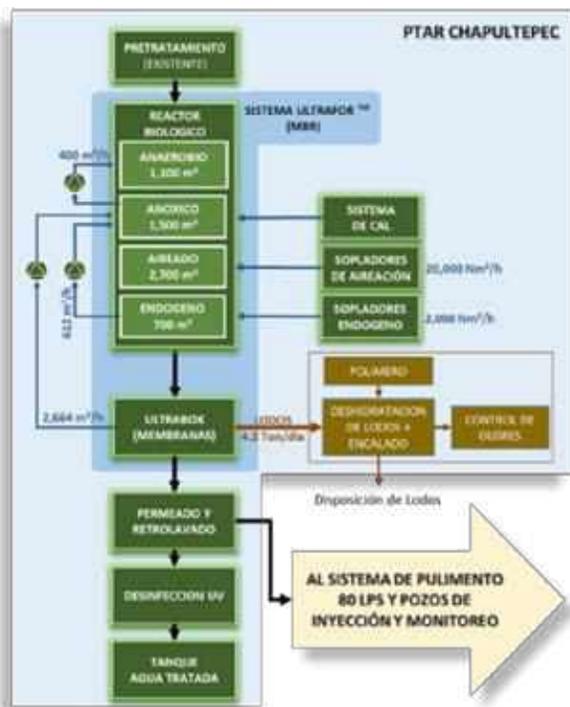
Tipo de Contaminante	Tipos de sistemas de Recarga	
	Superficial/Subsuperficial	Directo
Microorganismos patógenos	Remoción o inactivación de microorganismos entero patógenos	Remoción o inactivación total de microorganismos entero patógenos
Contaminantes regulados por Norma	Límites permisibles NOM-127-SSA1-1994	Límites permisibles NOM-127-SSA1-1994
Contaminantes no regulados por Norma	DBO5 ≤ 30 mg/l, COT = 16mg/l	COT ≤ 1 mg/l

Esta norma exige una calidad mayor a los límites permisibles de la que rige la potabilización para el caso de recarga artificial directa, la cual consiste en la introducción directa del agua al acuífero por medio de pozos cuya sección abierta lo penetran parcial o totalmente.

Es decir que la planta debe cumplir con la NOM-127-SSA1-1994 de agua para uso y consumo humano además de procurar remoción o inactivación total de organismos enteropatógenos y una carga orgánica total (COT) igual o menor a un miligramo por litro.

**EL CAMINO DEL AGUA**

El tratamiento preexistente a la adecuación consiste en una depuración convencional por lodos activados que no incluye remoción de nutrientes. Data de 1958 y tenía una capacidad de 160 litros por segundo pero debido al deterioro de las instalaciones por el tiempo y una merma en el agua residual disponible, ahora sólo trata la mitad de ese caudal, lo que es insuficiente para la demanda hídrica del parque metropolitano.



esquema de la nueva PTAR Chapultepec

La rehabilitación integral contempló el tratamiento afluente existente (90 l/s) e integró otros 80 l/s provenientes de la Barranca de Tecamachalco, canal de agua que sirve como vaso regulador de las aguas pluviales de Ciudad de México.

La PTAR Chapultepec produce 170 l/s de agua aprovechables que son distribuidos entre las necesidades de riego del parque, disposición en lagos y recarga de acuíferos con pequeñas variabilidades en los volúmenes dependiendo de las épocas de estiaje y lluvias.

Luego de una remoción de sólidos gruesos en el pretratamiento, el agua entra al sistema Ultrafor de SUEZ que inicia con un reactor biológico que incluye

procesos anaerobios, anóxicos, aireados y endógenos para ir a un módulo de membranas de UF ZeeWeed (Ultrabox) sumergidas y dispuestas en casetes.

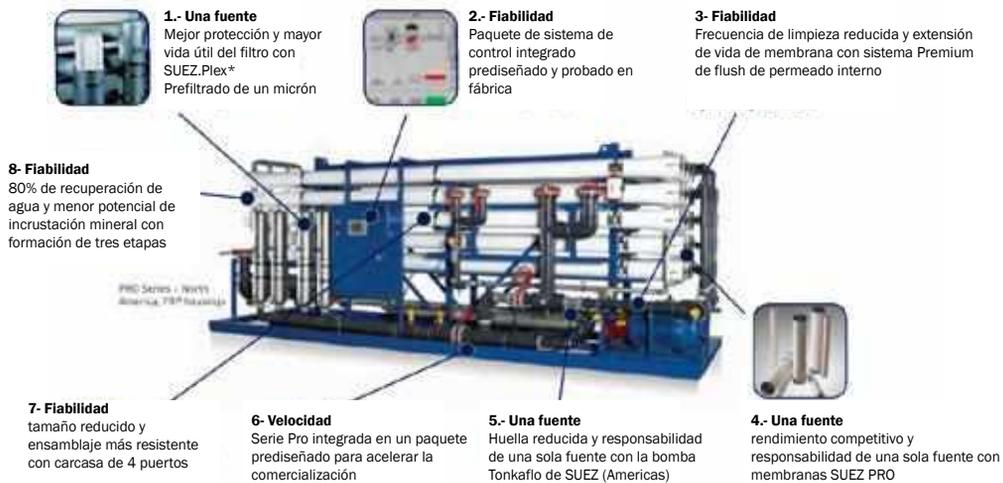
Esta tecnología, a parte de su robustez y confiabilidad, permitió ahorrar espacio puesto que con ella no hay necesidad de un clarificador secundario ni filtración terciaria, así que esto supuso gran parte de la solución.



Sistema MBR SUEZ Ultrafor

La UF, al tener un tamaño nominal de poro de 0,035 micras, constituye una barrera importante contra patógenos pero antes de que el agua llegue a los lagos del parque, esta pasa por un proceso de desinfección por rayos ultravioleta que garantiza la inactivación bacterias, virus y protozoos.

De los 170 litros por segundo de agua tratada, 80 pasan por la estación de pulimiento que contiene un sistema de ósmosis inversa SUEZ PRO series configurado en tres etapas y con una recuperación del 75%. Este permeado se trata nuevamente con desinfección por rayos ultravioleta y recién entonces se dispone en pozos de inyección para la recarga de acuíferos, cumpliendo así con una normativa más exigente que la estipulada para agua de consumo humano.



Sistema de ósmosis inversa SUEZ PRO Series

La situación de estrés hídrico de la capital mexicana hace que el reúso de efluentes y la recarga de acuíferos dejen de ser opciones para afianzarse como imperativos ineludibles en la búsqueda de la sustentabilidad hídrica de la mega ciudad.

Una de las teorías más aceptadas sobre la desaparición de la Civilización Maya es que sus ciudades se hicieron ingobernables ante la escasez de agua y es en este sentido que la experiencia Chapultepec representa un caso icónico del valor que las tecnologías de tratamiento adquieren para la viabilidad y la preservación de las ciudades modernas.



presente en América Latina desde hace más de 80 años entregando soluciones, tecnologías y servicios eficientes para nuestros clientes.

- 7 países
- 768 colaboradores
- 3 Plantas industriales
- +3000 Clientes (Industriales y municipales)
- +600 referencias en proyectos



Oficinas, Plantas y Centros de Servicio

## Generamos resultados con un amplio portafolio de soluciones avanzadas

Tratamiento de aguas industriales	Procesos Industriales	Tratamiento de efluentes	"ZLD - zero liquid discharge"	Agua Ultrapura	Tratamientos complejos	Desalinización	"Waste"
Programas de tratamiento químico	Monitoreo, Control y Automación	Separación con Tecnologías de membrana	Tecnología de separación térmica	Tecnologías de desinfección	Digestión anaeróbica	Instrumentos de alta precisión	"Mobile Water" y outsourcing

Proveemos soluciones concretas a lo largo de la cadena de valor con modelos de venta de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes



**Venta de equipos y sistemas**

**Proyectos**  
Diseño, ingeniería, suministro de tecnologías e implantación

**"Mobile Water" Unidades Móviles de tratamiento**

**Servicios & Outsourcing**  
(con opción de financiamiento bajo modelos Build Operate & Own - BOO)

**Servicios de Tratamiento químico y monitoreo**

Visite nuestro canal de youtube y biblioteca virtual para conocer más sobre nuestras tecnologías y casos de éxito:  
<https://www.youtube.com/channel/UCKzMJT35GirdMEYgR5SIEog>  
 Biblioteca virtual: <https://my.suezwatertechnologies.com/s/document-library>



**PAPEL TÉCNICO**  
**A | ALADYR**

# Agua para la agricultura, reciclaje y desalinización: Generar conocimientos para la toma de decisiones tecnológicas correctas

**Flor ETCHEBARNE<sup>1</sup>, Jean-Louis ESCUDIER<sup>2</sup>,**

**Florence LUTIN<sup>1</sup>, Vicente MONTIEL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>EURODIA, Chemin de Saint-Martin, F-84120 Pertuis, France

<sup>2</sup>UE PECH ROUGE, Univ Montpellier, INRAE, F-11430 Gruissan, France

<sup>3</sup>Grupo de Electroquímica Aplicada, Instituto Universitario de Electroquímica, Departamento de Química Física, Universidad de Alicante, Apdo. 99, Alicante 03080, España



El agua cubre el 72% de la superficie terrestre; pero el agua dulce sólo representa el 2,8% de toda el agua del planeta, de la cual sólo el 0,7% está disponible. Más del 70% de los recursos de agua dulce del mundo – alrededor del 30% en Europa y el 56% en España – se utilizan para la agricultura y por lo tanto para la producción de alimentos. La FAO había evaluado, ya en el 2011, que la superficie afectada por la salinidad era más de 10 veces la superficie de Francia, es decir, 800 millones de hectáreas de los 4.800 millones de hectáreas de tierras cultivables del mundo y de los 1.500 millones de tierras cultivadas. En 2050 la población mundial alcanzará unos 9.000 millones de personas, y

los pronósticos de sequía vinculados al cambio climático predicen su intensificación, así como su extensión en vastas zonas geográficas de gran actividad agrícola. Por lo tanto, ha llegado el momento de actuar y tomar las decisiones correctas para anticipar los efectos adversos de estos acontecimientos. Por último, para evaluar mejor los problemas de agua, cabe recordar que actualmente el 20% de las tierras cultivadas son de agricultura de regadío.

Desde principios del siglo XXI, la necesidad de agua dulce en el mundo ha ido en constante aumento. El crecimiento demográfico, los efectos del calentamiento global, la industrialización y la actual subida del nivel del mar son los factores que explican, hoy en día, la disminución de la disponibilidad de los recursos hídricos convencionales. Uno de los principales problemas sigue siendo la distribución desigual y el acceso al agua dulce en la Tierra. El Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2019 subraya que, si la degradación del medio ambiente natural y las presiones insostenibles sobre los recursos hídricos del mundo continúan, el 45% del PIB mundial y el 40% de la producción mundial de cereales estarán en peligro de aquí al 2050 [1].

## Reciclaje y reutilización de aguas urbanas

El reciclaje de las aguas residuales urbanas constituye un recurso alternativo original, que se ha convertido en una práctica de valor inestimable. Su reutilización, después de un tratamiento para el riego agrícola, se ha desarrollado en todo el mundo desde principios del siglo XXI. Incluso se ha convertido en una práctica común en algunos países — en particular en las regiones áridas y semiáridas — para hacer frente a la escasez de agua, teniendo así acceso a una producción de agua local continua (anual o estacional), pero limitada por la capacidad de tratamiento de la estación depuradora de aguas residuales. En los últimos años, la creación de nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales, así como la mejora de antiguas instalaciones para que cumplan las normas — en Francia, España y otros países europeos — ha hecho posible la modernización de estas infraestructuras en algunos municipios. Ahora, éstos cuentan con tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas residuales, principalmente mediante sistemas de membranas. En estos casos específicos, el agua producida corresponde a diferentes calidades, que pueden incluso utilizarse directamente — sin tratamiento adicional denominado “terciario” — para el riego agrícola.



Foto referencial

La reutilización de las aguas residuales tratadas para el riego de cultivos, parques y jardines está autorizada en Francia desde el año 2010. Esto ha permitido la realización de varios proyectos. Entre ellos, el proyecto de I+D Irri-Alt'Eau realizado en el INRAE (Instituto Nacional de Investigación para la Agricultura, la Alimentación y el Medio Ambiente) de Gruissan, en el territorio del Gran Narbonne (Región Occitanie). Irri-Alt'Eau ha sido la primera "Plataforma experimental y pedagógica de terreno" en Francia, sobre la reutilización de aguas residuales tratadas para el riego por goteo de viñedos en cantidad y calidad controladas (400 a 800 m<sup>3</sup>/ha/año). Seis años de investigación aplicada han demostrado que la calidad del vino es más sensible al efecto añada ('millésime') - es decir, a las condiciones climáticas del año de la vendimia - que al tipo de agua de riego. Además de los beneficios ambientales, el uso de agua reciclada para el riego tiene varias ventajas; en particular, gracias a su contenido de nutrientes esenciales para los cultivos, lo que podría permitir reducir la necesidad de fertilizantes, químicos u orgánicos. El agua reciclada, sin embargo, tiene un mayor contenido de sales que el agua convencional, éste parámetro debe ser controlado y manejado adecuadamente. Esta experimentación de la utilización de agua reciclada en viticultura, entrará finalmente en su fase de "demostración a escala real" en el 2021 con la implementación de una planta depuradora de aguas residuales con un tratamiento terciario que permitirá regar 80 ha de viñedos en la ciudad de Gruissan.

El uso de agua urbana tratada y reciclada para regar parques y jardines permite, o permitiría, a los municipios ahorrar importantes volúmenes de agua potable cada año. Esto representaría una reducción de más del 50% del consumo anual de agua potable de los municipios, así como una reducción significativa de los volúmenes de agua de calidad "conforme" que se devuelven

diariamente al medio natural. Por ejemplo, la ciudad de Agde (Región Occitanie) ha obtenido un decreto prefectoral de autorización que permitirá a uno de los más grandes campos de golf del Mediterráneo francés ahorrar 200.000 m<sup>3</sup> de agua potable al año, es decir, una factura de unos 120.000 € al año. Este ahorro se producirá justo en medio de la temporada de verano, cuando la necesidad de agua potable, así como el tratamiento y la descarga de aguas residuales urbanas en el medio natural son mayores.

España es el primer país europeo que tiene una capacidad significativa de reutilización de agua y uno de los pocos - como Francia - que tiene su propia legislación que regula esta práctica. La Región de Murcia es el principal referente nacional e internacional en materia de reutilización de aguas, donde el 96% del agua tratada en sus depuradoras se reutiliza directa o indirectamente para el riego (aproximadamente 525.000 m<sup>3</sup> diarios). Todo esto es el resultado:

- De una organización clara y definida entre las Asociaciones Sindicales Autorizadas (ASA) que intervienen en el riego colectivo y la Administración, para el uso de este recurso no convencional, con la concesión de ayudas por parte del Ministerio del Agua, de la Agricultura y del Medio Ambiente para la utilización en riego de las aguas residuales tratadas provenientes de estaciones de depuración;
- De una gran coordinación entre las ASA de riego y la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración (ESAMUR), bajo la supervisión y el control de la Autoridad Sanitaria, en cumplimiento de los requisitos del Real Decreto 1620/2007;
- De una estrategia de gestión interna basada en la salinidad del agua, de modo que, en muchas ASA de

riego, los diferentes recursos hídricos que gestionan se mezclan o se someten a un proceso de desalinización parcial antes de ser distribuidos a sus regantes.

## ECONOMÍA CIRCULAR EN EL PEQUEÑO CICLO DEL AGUA

La estrategia de un enfoque apropiado consiste en integrar adecuadamente el ciclo hidrológico natural y el ciclo tecnológico del agua, con el fin de optimizar y reutilizar este recurso – indispensable para la vida, permitiendo así una gestión planificada, eficiente y sostenible.

### Salinidad del agua reciclada

El agua reciclada es generalmente más rica en sales, que el agua convencional utilizada sin restricciones reglamentarias en el riego. Esta contiene sales que pueden ser esenciales para los cultivos, pero también puede contener ciertos iones fitotóxicos, por lo que, deben vigilarse los siguientes parámetros agronómicos:

- El pH, que puede modificar el equilibrio del suelo y la absorción de nutrientes;
- La materia en suspensión, para evitar problemas de obstrucción en los equipos de refinación de agua y en los sistemas de irrigación de precisión;
- La salinidad según el cultivo, con el fin de anticipar complicaciones sobre la producción, la sostenibilidad de los cultivos, así como los riesgos de salinización e infertilidad de los suelos;
- El contenido de iones fitotóxicos, como los cloruros, el sodio y el boro, según los niveles de tolerancia de los cultivos y el tipo de suelo;
- El contenido de nutrientes esenciales para los cultivos, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, que son indispensables para el desarrollo de las plantas debido a su valor fertilizante.

## RIEGO CON AGUA RECICLADA – FERTIRRIGACION

Las aguas recicladas contienen residuos de carbono y nutrientes, por lo que, cuando éstas se almacenan – y bajo ciertas condiciones climáticas – se produce un crecimiento y desarrollo de algas que podrían dar lugar a problemas de obstrucción en los sistemas de riego de precisión. En este contexto, y en la medida de lo posible, es recomendable una organización simple, flexible y adaptada al mundo agrícola. La cual podría permitir satisfacer la demanda sin necesidad de estanques de almacenamiento, que por otro lado estarían sujetos a grandes pérdidas de agua por evaporación. En caso de no tener otra alternativa, deberá incluirse un sistema de filtrado que permita garantizar la uniformidad del riego en las parcelas y la duración de las instalaciones de riego.

## Desalinización de agua de mar

Hasta la fecha, cerca de 16.000 plantas de desalinización de agua de mar están en funcionamiento en 177 países. Por lo tanto, las soluciones tecnológicas se han ido estableciendo gradualmente desde principios de los años sesenta del siglo pasado. Los procesos se basan esencialmente en la desalinización térmica (por destilación) o de membrana (por ósmosis inversa). Gracias a los avances tecnológicos logrados – sobre todo desde el año 2000 – las tecnologías de membrana, que son menos consumidoras en energía que los sistemas térmicos, han experimentado el mayor desarrollo. Sin embargo, en enero del 2019, la Organización de las Naciones Unidas dio la alarma sobre el gran volumen de salmuera (>50% del volumen de agua desalada) que se está descargando directamente en los mares y océanos, o tras su dilución, y su impacto negativo en el medio ambiente [1].

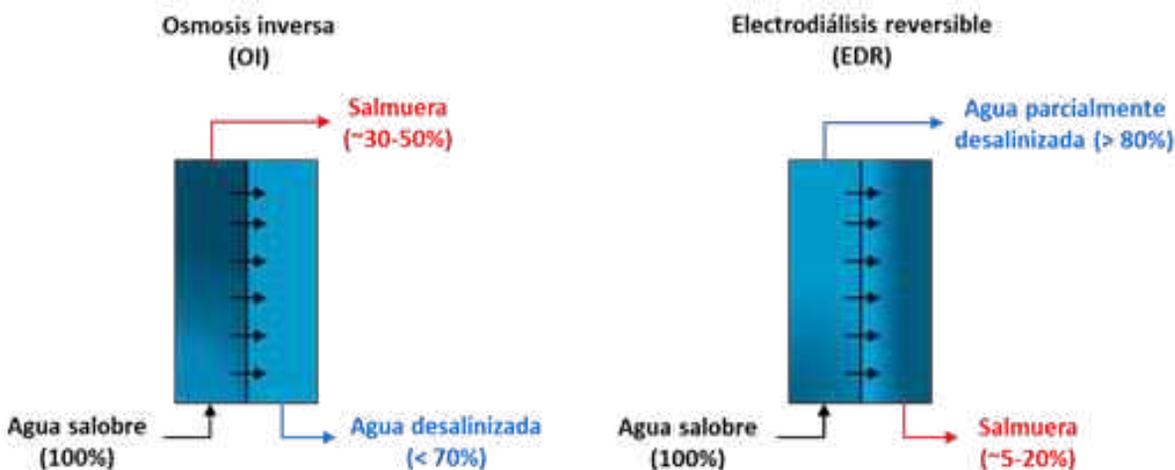
### Desalinización parcial de aguas salobres

La lucha contra la escasez de agua dulce es, sin duda, uno de los mayores desafíos a los que ya se enfrenta la población mundial. Este problema es particularmente grave en las regiones en las que el acceso al agua potable y a la electricidad es particularmente caro o incluso inexistente. En ciertas regiones del mundo en las que el agua es cada vez más escasa, no hay alternativa al uso del agua de los acuíferos – generalmente sin regulación ni control – cuya sobreexplotación favorece la contaminación de esta fuente de agua mediante intrusiones salinas. Como en muchas zonas costeras del mundo, la intrusión de agua de mar en los sistemas de alcantarillado también es una realidad. Lo cual está complicando el desarrollo de ciertos programas de economía circular en el pequeño ciclo del agua – el reciclaje y la reutilización del agua

de estaciones de depuración que son salobres. Sin embargo, el objetivo de la Comisión Europea es alcanzar 6.600 millones de metros cúbicos de aguas residuales reutilizadas para 2025, seis veces más que hoy [2]. Esto representa más de la mitad del volumen del agua tratada por las plantas de tratamiento de aguas residuales en la Unión Europea que cumplen los criterios de calidad definidos para el riego.

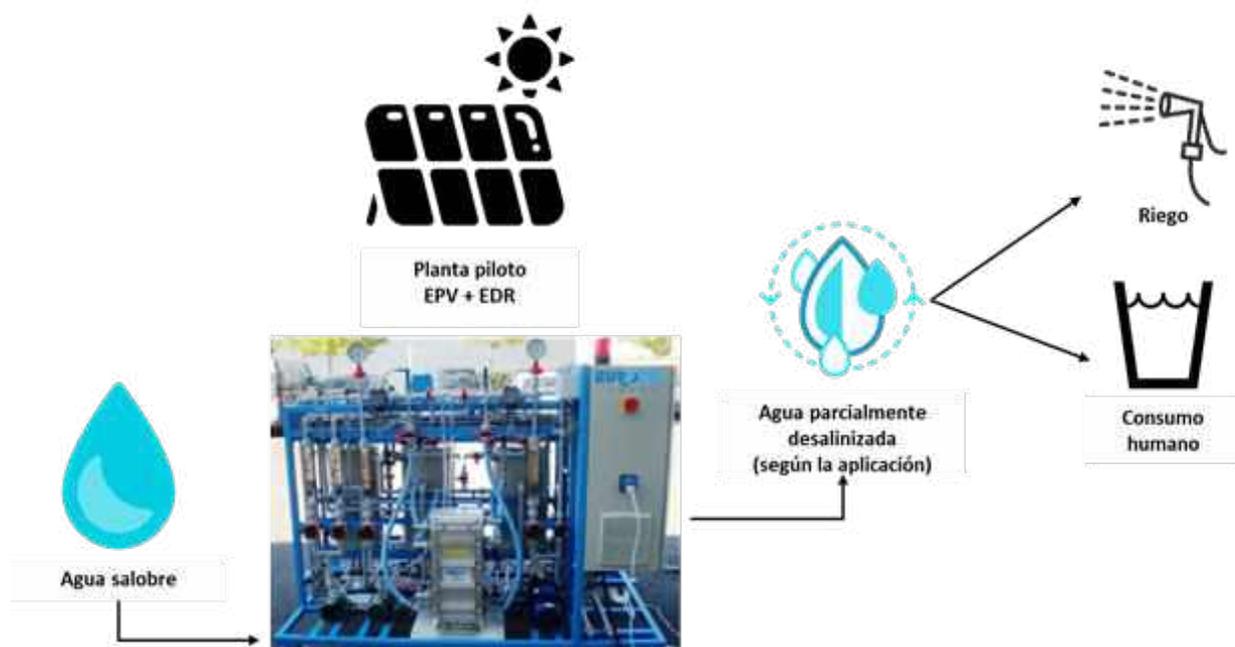
Entre las tecnologías conocidas, una destaca por su eficacia: la Electrodialisis reversible (EDR). A diferencia de la ósmosis inversa (OI), una tecnología de filtración que mediante la utilización de presión consume entre 2,0 y 4,0 kWh/m<sup>3</sup> [3]; la EDR es un proceso de separación por electro-membranas en el que sólo las especies ionizadas (minerales u orgánicas) presentes en el agua bruta se extraen bajo la acción de un campo eléctrico a través de las membranas de intercambio iónico. El agua a tratar no pasa a través de la membrana. Esta especificidad hace de la EDR una tecnología de bajo consumo energético (0,16 - 2,5 kW/m<sup>3</sup>), y menos exigente en cuanto al pretratamiento del agua, capaz de proporcionar tasas de recuperación de agua muy altas (>80%) con una salinidad perfectamente controlada [3]. Gracias al sistema de inversión de polaridad, se asegura la autolimpieza de las membranas durante la producción, garantizando así una buena durabilidad de las membranas. La EDR es un sistema flexible y robusto adecuado para refinar aguas salobres o aguas residuales que contienen una concentración moderada de sales disueltas (< 8 g/l de TDS). Se trata de una tecnología que se ha utilizado durante decenios para eliminar o ajustar la salinidad del agua de diversas fuentes (aguas superficiales, aguas subterráneas, efluentes industriales, marinos o de otro tipo), pero también en diversos productos agroalimentarios [4]. Además, la combinación de la EDR con otras tecnologías, incluida la filtración (de discos, lecho filtrante, MF, UF, ...)

y, si es necesario, la desinfección (electroquímica, UV, ...) puede utilizarse para producir agua de calidad apta para diferentes usos (potable, agrícola, industrial).



Representación esquemática de un proceso de desalinización de aguas salobres mediante ósmosis inversa (OI) y electrodiálisis reversible (EDR). Indicación del porcentaje de la producción de agua desalinizada y de salmuera.

Por otro lado, la energía solar fotovoltaica (EPV) es una fuente de energía renovable muy extendida. Esta tiene muchas ventajas ambientales y económicas. En general, las instalaciones solares se basan en el uso de paneles fotovoltaicos, acoplados a baterías que proporcionan almacenamiento de energía. Por lo que, proporcionan energía que puede ser consumida a demanda, independientemente de la disponibilidad de la radiación solar. Estas instalaciones son de gran interés para su uso en lugares remotos como sistemas de suministro de energía autónomos y fiables. El acoplamiento EPV - EDR en el proceso de desalinización parcial ya es conocido. La EDR es particularmente adecuada para este acoplamiento, ya que requiere corriente continua para la transferencia de iones, no corriente alterna. El grupo de investigación de "Electroquímica Aplicada y Electrocatálisis" de la Universidad de Alicante se ha interesado, además, en reducir los costos asociados al almacenamiento de energía, logrando eliminarlos. Es así que, este grupo de investigación ha desarrollado a nivel piloto (con un electrodiálizador EURODIA EUR-6-80) un sistema que permite que todo el suministro de energía para el proceso sea proporcionado por un campo solar fotovoltaico sin conexión a un banco de baterías [5].



Esquema del sistema autónomo de desalinización parcial y acondicionamiento de aguas mediante electrodiálisis reversible (EDR), alimentado por un campo solar fotovoltaico sin almacenamiento de energía por baterías.

## VALORIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA SALMUERA

La aplicación de estrategias de gestión de la salmuera – que corresponde al concentrado de sales extraídas del agua tratada – es fundamental para un enfoque sostenible y eco-responsable, especialmente en un contexto en el que se prevé que aumente el uso de la desalinización del agua (completa o parcial).

La salmuera, cuya gestión es uno de los principales obstáculos para el desarrollo de la desalinización y puede representar costos importantes para los operadores, tiene un potencial real para pasar de ser un problema ambiental a una oportunidad económica. Este efluente altamente salino constituye una oportunidad para la extracción de compuestos minerales de alto valor añadido (flúor, litio, boro, etc.), así como una fuente para la producción de electricidad, y para la desinfección del agua por electrocloración. La salmuera también podría utilizarse en la acuicultura. Sin embargo, la mejor valorización de la salmuera siempre será ¡la recuperación del agua que contiene!

El objetivo de rechazo cero forma parte del principio de la economía circular en el pequeño ciclo del agua, así como de la aplicación de un enfoque durable y responsable de la salud humana y del medio ambiente. Por ello, el Grupo EURODIA – socio de investigación histórico del INRAE en la industria vitivinícola (desarrollo de la electrodiálisis para la estabilización tartárica del vino, sin uso de insumos) – con su experiencia industrial en los procesos electroquímicos, ya está trabajando sobre innovaciones a nivel proceso/producto técnica y económicamente prometedoras, para el agua de uso agrícola. En este sentido, se están propiciando relaciones de colaboración con grupos de investigación como es el de “Electroquímica Aplicada y Electrocatálisis” del Instituto de Electroquímica de la Universidad de Alicante.

## Referencias

1. WWAP (Programme mondial de l'UNESCO pour l'évaluation des ressources en eau). 2019. Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2019 : Ne laisser personne pour compte. Paris, UNESCO. Disponible sur : <URL : <https://fr.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>>
2. LECLABART, J.-C., QUENTIN, D. 2019. Assemblée Nationale, Rapport d'information N° 2495 sur la politique européenne de l'eau. Disponible sur : <URL : [http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/duel/15b2495\\_rapport-information](http://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/duel/15b2495_rapport-information)>
3. ESCUDIER J.-L., GILLERY B., OJEDA H., ETCHEBARNE F., 2019. Managing irrigation water salinity in viticulture. BIO Web of Conferences 12, 01010 - 41st World Congress of Vine and Wine, 7 p. Disponible sur : <URL : <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191201010>>
4. LUTIN, F. 2009. L'électrodialyse et ses nombreuses applications. Le Journal de la société chimique de France N° 327-328, 2009, Électrochimie & Environnement. Disponible sur : <URL : <https://www.lactualitechimique.org/L-electrodialyse-et-ses-nombreuses-applications>>
5. Universidad de Alicante, Innova. Stand-alone system for the purification of brackish water directly powered by photovoltaic solar energy, ®Patented technology. Disponible sur : <URL : <http://innoua.ua.es/Web/FichaOferta?pldOferta=1162&language=en>>

**Uno de los líderes mundiales en SISTEMAS DE ELECTRODIALISIS**



**TRATAMIENTO DE AGUA & DESALINIZACIÓN**

La electrodiálisis (ED) y la electrodiálisis reversible (EDR) son procesos en los que los iones se mueven a través de membranas semipermeables bajo la influencia de un campo eléctrico.

**ELECTRODIALISIS - SOLUCION TECNOLÓGICA PARA EMPRESAS DE GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA**

Los reactores (stacks) ED / EDR y los componentes internos se ensamblan / fabrican de acuerdo al diseño original patentado de EURODIA Group 'Made in France'

En América del Sur, la asistencia técnica y el servicio de mantenimiento son realizados por Eurodia Engenharia do Brasil (EEDB), filial brasileña de EURODIA Group

**NUESTRO GRUPO**

EURODIA (sociedad francesa) fundada en 1988 es hoy en día uno de los líderes mundiales en procesos de purificación de fluidos industriales que combinan la electrodiálisis, la cromatografía, los sistemas de intercambio iónico y la filtración por membranas.



**NUESTRA FILOSOFÍA**

Desarrollar procesos innovadores y eficaces que formen parte de un enfoque eco-responsable y sostenible.



**NUESTRO KNOW-HOW EN TRATAMIENTO DE AGUA Y DESALINIZACION**

Electrodiálisis - Tecnología de membranas:  
Electrodiálisis convencional (ED), Electrodiálisis reversible (EDR),  
Electrodiálisis bipolar (EDBIP) y Electrodiálisis alta temperatura

**NUESTRA IMPLANTACIÓN**



**CONTÁCTANOS**

<https://www.eurodia.com/fr/contact/contactez-nous>



**PAPEL TÉCNICO**  
**A | ALADYR**

# Caso de Estudio

## Ultrafiltración: una solución rentable para potabilización de agua superficial - caso de estudio planta San Juan, El Chongón

Ciudad: Posorja

País: Ecuador

Tipo de Solución: Ultrafiltración

Tecnología usada:

- Dosificación de químicos (coagulante, carbón activado en polvo)
- Filtración con filtros auto limpiantes de anilla 130 micrones
- Filtración directa mediante Ultrafiltración (UF) con membrana de 0,03 micrones
- Desinfección con ozono
- Desinfección final con hipoclorito de sodio
- Tratamiento de efluentes de retrolavados hidráulicos de UF para su recupero y posterior recirculación a la planta;
- Tratamiento de efluentes de retrolavados químicos (CEB) de UF para disposición en red de alcantarillado.
- Tratamiento de lodos generados

CLIENTE: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN SAN JUAN - ECUADOR

Autor: Mariela Cuartucci - Sales Engineer



### ANTECEDENTES

Previo a la instalación de la planta potabilizadora, el suministro de agua a la ciudad de Posorja y sectores aledaños en Ecuador se realizaba a través de una empresa de agua potable del cantón Playas. Los principales problemas estaban relacionados al suministro de agua racionado e interrumpido.

Con el objetivo de poder brindar un suministro continuo de agua para Posorja, El Morro, Puerto el Morro, Data de Posorja, San Miguel y San Juan se presentó el tratamiento del Embalse San Juan (Chongón) para fuente de provisión de agua potable.

## DESAFÍOS

Siendo la primera planta potabilizadora en Ecuador que implementa esta tecnología, el desafío fue en demostrar que la tecnología de ultrafiltración es una solución rentable para la potabilización del agua superficial, en especial en el caso de las particularidades que presenta el embalse.

Las principales problemáticas que presenta esta fuente para su potabilización son:

- Turbidez
- Bacterias
- Color: En líneas generales, el color del agua puede deberse a la presencia de iones metálicos, materia orgánica natural, como por ejemplo humus y turbas, plancton, restos de vegetales, etc. La presencia de compuestos orgánicos en el agua es un importante factor que afecta su calidad. Además de colorear el agua, la materia orgánica natural (MON) es considerada un precursor en la formación de subproductos indeseables durante la desinfección, como por ejemplo los trihalometanos. La fuente principal de aporte, de materia orgánica en el agua, es la descomposición de materia vegetal (hierbas, hojas, árboles, etc.). Los derivados de la descomposición de dicha materia vegetal se denominan, en forma general sustancias húmicas. Estas están constituidas por moléculas de alto peso molecular y son encontradas en la mayoría de las aguas superficiales

Debido a las características del agua a tratar, en este caso, el color del agua se atribuye principalmente a la materia orgánica natural y el tratamiento se enfoca en este aspecto.

- Precursores de trihalometanos (THM) (ácidos húmicos y fúlvicos): por lo explicado arriba la problemática del color, además del punto de vista organoléptico, incide sobre las variables de proceso de los tratamientos en las características sanitarias del agua por la formación de subproductos perjudiciales para la salud.
- Presencia de algas y cianobacterias: La presencia de algas genera problemas asociados a la existencia de biomasa, que en sí misma, causa mayor consumo de químicos, y problemas operativos en los sistemas de tratamiento convencionales (las algas tienden a flotar, acortan carrera de filtros, entre otros).

La presencia de cianobacterias, por otro lado, origina una serie de problemas de interés sanitario, los cuales principalmente se deben a la generación de dos sustancias producidas por estos microorganismos: Sustancias que causan problemas de olores y sabores (tales como geosmina y metilisoborneol) y toxinas que pueden afectar al hígado (hepatotoxinas) o al sistema nervioso (neurotoxinas).

En resumen, en este tipo de aguas superficiales, los procesos convencionales de potabilización (oxidación con cloro + floculación con PAC + sedimentación + filtración con filtros de arena) presentan desvíos importantes relacionados a la calidad de agua tratada. Uno de los más problemáticos está asociado al “color”: el origen del color radica en la presencia de materia orgánica de origen vegetal, la cual es considerada un precursor de la formación de Trihalometanos (THM) + Haloácidos (ambos compuestos cancerígenos) cuando es expuesta a la acción de agentes oxidantes.

Además, la desinfección con agentes oxidantes en presencia de algas y cianobacterias rompe las membranas bacterianas y, en principio, aumenta la producción de



Ilustración 1 - Módulos de Ultrafiltración

olores y sabores por lo que se requieren mayor consumo de oxidante y pueden aun incrementar más la producción de THM.

## **SOLUCIÓN**

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, la solución más efectiva para la potabilización de esta fuente ha sido el proceso de Ultrafiltración (UF), la cual conforma el tratamiento principal de la Planta Potabilizadora San Juan.

La solución global contempla además el tratamiento de los efluentes y lodos, producto de los procesos de potabilización.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Teniendo en cuenta los principales problemas que presenta el Embalse San Juan (Chongón) para la potabilización de agua, la solución global propuesta para

el tratamiento del agua del embalse, mediante tecnología de Ultrafiltración, incluyó las siguientes etapas detalladas a continuación:

### **Recepción de efluente**

Se consideró un tanque agitado, en el cual se realiza la inyección de coagulante y la dosificación de carbón activado en polvo.

El tanque tiene como objetivo, además de equalizar el caudal a tratar, asegurar un tiempo de contacto adecuado para los productos químicos.

### **Dosificación de carbón activado en polvo (CAP)**

Se contempla la dosificación en la primera sección del tanque de recepción para favorecer la remoción del color del agua en entrada a los tratamientos.

Mediante el control en línea de las algas se puede

optimizar la dosificación de CAP para remover las toxinas cuando ocurre florecimiento de cianobacterias, optimizando de esta forma la dosis de ozono requerido en la esterilización final.

## Coagulación

La dosificación de coagulante es necesaria para favorecer la remoción de materia orgánica, en la etapa de Ultrafiltración.

Debido al tamaño del poro que presentan las membranas de ultrafiltración, es posible optimizar la dosis de coagulante y eliminar la etapa de floculación, ya que es necesario preformar un floc de gran tamaño para que sea retenido por las membranas. Esta es una ventaja frente a otros sistemas convencionales.



Ilustración 2 - Vista de skids de UF de la Planta San Juan.



Ilustración 3 - Filtros de Anilla Auto limpiantes

## Filtración con filtros auto limpiantes de anillas de 130 micrones

Este sistema cumple la función de protección de seguridad del equipo de UF, y está especialmente diseñado a fin de reducir al mínimo las paradas de planta. El objetivo de este pretratamiento es evitar el ingreso de partículas, que pudieran dañar y/u obstruir las fibras huecas del equipo de UF.

## Filtración directa mediante Ultrafiltración (UF)

La Ultrafiltración es un proceso de separación a través de membranas porosas poliméricas basado en el mecanismo de exclusión por tamaño (cribado). El rango de separación logrado por Ultrafiltración está en el rango de 0,01 a 0,1  $\mu\text{m}$  (10 a 100 nm), lo que permite la separación de sólidos en suspensión, coloides, virus, bacterias y especies de alto peso molecular. Por este motivo, se presenta como la barrera más eficiente para sólidos en suspensión, bacterias, virus, endotoxinas y otros patógenos. Esta tecnología es utilizada ampliamente como pretratamiento para los sistemas de Osmosis Inversa (RO) ya que garantiza un bajo valor de SDI (ventaja frente al tratamiento convencional).

En el caso del Embalse San Juan, como fue explicado anteriormente, la pre - oxidación con cloro no es una alternativa ya que produce la lisis celular de las células de cianobacterias y, en consecuencia, la liberación de toxinas. Además, debido a la presencia de MON produciría la generación de THM.

Por lo tanto, utilizando la UF como tratamiento principal para la remoción de estos compuestos, se puede lograr una remoción  $> \text{Log } 6$  sin la necesidad de pre - oxidación y evitando los inconvenientes presentados previamente.

## Desinfección con ozono

El ozono es uno de los oxidantes más utilizados en las plantas modernas de potabilización de agua superficial. El ozono es ampliamente conocido por su habilidad para oxidar compuestos que producen color, olor y sabor. En el caso de las aguas del Dique de San Juan, como se explicó anteriormente, existe una gran concentración de sustancias orgánicas colorantes naturales de origen vegetal, precursores de THM.

Se ha considerado la desinfección con ozono en la etapa final del proceso, considerando que la remoción de MON se produce en la etapa de Ultrafiltración. De esta forma, es posible eliminar las toxinas cianobacterias, el color, olor y sabor utilizando dosis bajas de ozono y reduciendo los tiempos de contacto, ya que se reducen las reacciones competitivas que podrían generarse en presencia de MON.



Ilustración 4 - Estación de bombeo

## Desinfección Final

Como última etapa de proceso, se incorpora un sistema de cloración por medio de la dosificación de Hipoclorito de Sodio (generada in situ), la cual posee el objetivo de mantener en el agua tratada una pequeña concentración de Cloro Libre residual. Esto permite mantener bacteriológicamente controlada el agua tratada a lo largo de su conducción hacia los múltiples puntos de uso.

La instalación de electrólisis permite producir hipoclorito de alta pureza, adecuado para agua potable. Además, se ha considerado un diseño compacto que permite ahorrar área de implementación.

Recuperación de efluentes de retrolavado del sistema de Ultrafiltración

La recuperación del agua de retrolavado (BW) se realiza en una planta compacta convencional, donde a su vez se resuelve el tratamiento de lodos. La corriente resultante del BW es enviada a un sedimentador – espesador. El agua clarificada resultante, es recirculada al tanque de recepción, mientras que los lodos espesados son deshidratados en una centrífuga. De esta forma se aumenta la recuperación global del sistema, haciendo un uso más eficiente del recurso agua.

## Tratamiento de los efluentes generados de CEB y CIP

Los efluentes del CEB y CIP del sistema de UF son tratados en una planta compacta, independiente de la planta para recuperar los efluentes de BW. En dicha planta los efluentes de CEB y CIP son neutralizados y acondicionados. El efluente final, neutralizado y acondicionado, es apto para ser volcado al alcantarillado.

## OPERACIÓN

La planta se puso en marcha a principios de 2019 y fue construida para abastecer la demanda de agua proyectada en etapas.

En la primera etapa de la obra, se ejecutaron todas las obras civiles de la estación y se instalaron las bombas para la capacidad de 200 l/s. En una segunda fase se incrementarán a 400 l/s y en una tercera a 600 l/s. El diseño fue pensando bajo el concepto de modularización, es decir, bajo el concepto de unidades funcionales múltiples que permiten un fácil escalamiento a las etapas posteriores.

El control de proceso de la planta potabilizadora se realizará mediante un PLC central comunicado con un sistema SCADA que se utiliza como interfase con el operador y para el archivo de datos históricos. El sistema SCADA cuenta con una estación de operación, ubicada en una sala de control desde donde el operador podrá visualizar el estado de las distintas variables de proceso y tomar las acciones que pudieran requerirse en forma remota.

## RESULTADOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos del muestreo de parámetros de interés, para las distintas etapas del proceso. Los demás parámetros inorgánicos se encuentran dentro de especificación en el agua cruda, según la norma INEN N° 1 1108, Quinta Versión (2014), por lo cual no se presentan en el siguiente cuadro:

Muestra	Agua cruda <sup>1</sup>	Agua Ultrafiltrada <sup>2</sup>	Agua Tratada <sup>3</sup>	Norma INEN N° 1 1108, 2014
Turbidez (NTU)	6 - 8	0,1	0,1	<5
Temperatura	24	24	24	-
pH (UpH)	7,8	7,7	7,9	-
Conductividad (uS/cm)	249	249	268	-
Color aparente (U Pt-Co)	78	25	0	<15
COT (ppm C)	19,4	16	12,8	-
Hierro (ppm)	0,06	0,02	0,02	-
Manganeso (ppm)	0,1-0,3	0,05	0,05	0,4
Nitrógeno amoniacal (ppm N-NH3)	0,3	0,23	0,08	-
Alcalinidad (ppm CaCO3)	91	87	88	-
SDI	No medible	1 - 2	1 - 2	-

1. Muestra tomada del tanque de recepción de agua cruda
2. Muestra tomada del tanque de agua ultrafiltrada/colector de agua filtrada
3. Muestra tomada del tanque de agua final, luego de la dosificación de hipoclorito de sodio.

Tabla 1 - Resultados obtenidos en la Planta Potabilizadora



Figura 1- Muestras de SDI medidas en distintos puntos del tratamiento

## CONCLUSIÓN

Debido a las complejidades que presentan algunos recursos de agua y las exigencias en normativas, cada vez más rigurosas en cuanto al control y calidad del agua, es necesario comenzar a considerar la implementación de las nuevas tecnologías.

La tecnología de Ultrafiltración, la cual es bien conocida en el sector industrial, por sus múltiples ventajas como pretratamiento en sistemas de Ósmosis Inversa, ha

demostrado en este caso, ser una solución efectiva y rentable considerándose el proceso principal de un esquema de tratamiento, pensando para solucionar los problemas de abastecimiento de agua potable a las comunidades.

La razón de su implementación, como solución confiable y rentable para el tratamiento de las aguas provenientes del Embalse San Juan (Chongón) yace en las siguientes ventajas que se destacan a continuación:

- Simplificación de los procesos unitarios involucrados, así como el área de implantación requerida
- Permite la automatización y control de los procesos, optimizando consumos de químicos y reduciendo el consumo de Ozono, reduciendo los costos operativos
- Ha mostrado ser una solución versátil, pudiéndose adaptar el sistema existente, frente a cambios en la composición del agua cruda. En el presente caso de estudio, se han detectado ocasionalmente concentraciones de manganeso por encima de los límites permisibles. Se ha podido adecuar el sistema de tratamiento para remoción de manganeso, modificando únicamente la dosis de coagulante.
- Debido al tamaño del poro que poseen las membranas de UF, se logra la remoción de algas y cianobacterias (remoción de 6 órdenes de magnitud), así como de cualquier otra especie que se encuentre suspendida en el agua cruda, tales como sólidos suspendidos, bacterias y virus
- Se reduce la generación de malos olores
- Se reduce el riesgo de producción de THM (compuestos cancerígenos)
- La filosofía implementada en la planta tiene en cuenta la reducción de generación de lodos y el aumento de la recuperación global del sistema mediante la recirculación del efluente de BW clarificado a la planta



Ilustración 5 - Acto de inauguración planta San Juan

de tratamiento, optimizando de esta forma el consumo del recurso agua

- El concepto de modularización minimiza el riesgo de parada de planta y permite proyectar las futuras ampliaciones previstas de una forma sencilla
- La calidad de agua producto es constante, independientemente de cambios en el agua de alimentación

En síntesis, este sistema presenta una serie de ventajas frente a los sistemas convencionales:

	ULTRAFILTRACIÓN	CONVENCIONAL
Calidad del agua tratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad constante</li> <li>• SDI &lt;3 100% del tiempo, normalmente &lt;1,5</li> <li>• Turbidez &lt;0,1 NTU</li> <li>• Desinfección: 6 log bacterias y 4 log virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad depende del influente</li> <li>• SDI &lt;4 aprox. 90% del tiempo</li> <li>• Turbidez &lt;1,0 NTU</li> </ul>
Superficie de implantación	30-60% respecto de convencional	100%
Operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Totalmente automática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor necesidad de control humano</li> </ul>
Costos de operación	5-10% menor, debido en parte al menos consumo de químicos.	100%
Modularidad	Permite la ampliación mediante el montaje de nuevos skids en paralelo compartiendo sistemas de limpieza química.	No permite una modularización real. La ampliación de la capacidad de producción requiere la construcción de nuevas plantas.
Generación de lodos	Reducida generación de lodos.	Elevada generación de lodos.

# SOLUCIONES SOSTENIBLES

## Optimizando la Gestión del Agua para un Futuro Más Sustentable



- TRATAMIENTO DESCENTRALIZADO
- REÚSO
- PLUG & PLAY
- AGUA SUPERFICIAL
- AGUA DE POZO
- AGUA DE MAR
- EFLUENTES INDUSTRIALES Y CLOCALES

### MODALIDADES:



COMPRA



RENTA



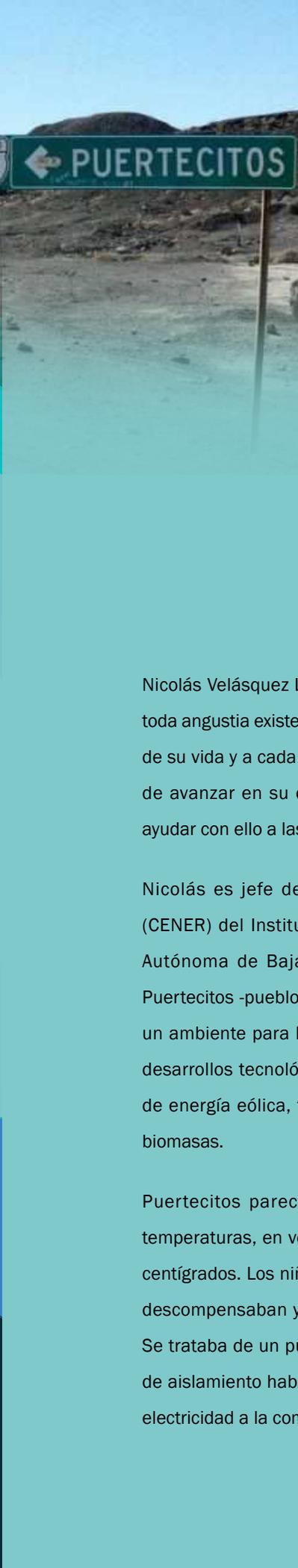
OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO



FINANCIAMIENTO  
DE PROYECTOS



info.latam@fluencecorp.com



# Puertecitos:

## Sostenibilidad e Innovación

DE LA AUSENCIA DE UN PROPÓSITO SOBREVIENTE LA ANGUSTIA EXISTENCIAL ¿CUÁL ES EL SENTIDO DE LA VIDA? FILÓSOFOS, RELIGIOSOS Y CIENTÍFICOS HAN TRATADO DE DARLE UNA RESPUESTA DEFINITIVA A ESTA PREGUNTA, PERO AL FINAL TODO PARECE DERIVARSE A LA INELUDIBLE DECISIÓN HUMANA

Nicolás Velásquez Limón, es un hombre desprovisto de toda angustia existencial. Él tiene la certeza del propósito de su vida y a cada día le imprime el deseo irrefrenable, de avanzar en su cumplimiento: tomar lo que sabe y ayudar con ello a las personas.

Nicolás es jefe del Centro de Energías Renovables (CENER) del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y se topó con Puertecitos -pueblo de pescadores- en su búsqueda de un ambiente para la implementación de campo de los desarrollos tecnológicos de la Universidad, en materia de energía eólica, fotovoltaica y diésel proveniente de biomasas.

Puertecitos parecía estar por desaparecer. Ahí las temperaturas, en verano, pueden rondar los 50 grados centígrados. Los niños se deshidrataban, los adultos se descompensaban y las familias abandonaban el lugar. Se trataba de un pueblo casi fantasma, cuya condición de aislamiento había privado de los servicios de agua y electricidad a la comunidad.

“Un par de niños – sollozos ahogados – fueron el detonante. La niñez sufría de deshidratación – las lágrimas brotan – lo siento, me invade mucho la emoción” dijo el ingeniero, cuya preocupación denotaba un gran sentido de compasión. “Así que nos pusimos manos a la obra para aportar nuestro granito de arena desde la Universidad”.

Así fue como nació el proyecto “Microred Sustentable de Servicios Energéticos Comunitarios de Puertecitos” que en principio buscaba satisfacer las necesidades de electricidad para climatización y refrigeración pero que ahora, contempla el abastecimiento de agua potable a través de la desalinización de agua de mar.

Nicolás lo explica con sencillez “estas tecnologías son incluso más baratas que extender una red eléctrica o utilizar generadores de diésel... considerando que cada kilómetro de red tiene un costo de alrededor de 200 mil pesos (mexicanos) y que el diésel cuesta mucho, entonces la Microred era, sin duda, lo más viable”.

“Si la población está más allá de los 35 kilómetros de la red eléctrica convencional entonces lo que más conviene es la microrred. En este caso, el sistema sustentable tiene más viabilidad que los convencionales” completó.

El proyecto, que ya tiene 5 años de ejecutado y funcionando, conjugó voluntades de diversas instituciones, siendo las principales el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para el financiamiento. Las autoridades civiles cedieron el terreno para la construcción y disposición de las instalaciones.

“Conacyt nos dio el dinero en tres años y tres etapas. Hicimos una microrred experimental en la Universidad y luego la escalamos a la comunidad. De ahí en adelante Diosito nos fue dando lo que necesitábamos”, recuerda entre sonrisas el profesor.

Enfatizó, que se hizo un trabajo social profesional “importante” porque los locales tenían cierto escepticismo ante este tipo de proyectos que fueron prometidos reiteradas veces pero que nunca se concretaron. “no nos creían en un principio, pero los jóvenes del equipos fueron aceptados como “los muchachos de la Universidad” y se pudo avanzar con el apoyo de la comunidad”



Fotoleyenda: Nicolás Velásquez Limón, jefe del proyecto “Microrred Sustentable de Servicios Energéticos Comunitarios de Puertecitos”

## Sistema de Gestión Comunitaria



Fotoleyenda: la comunidad se organizó para la administración del servicio

En este caso, el sistema sería viable si la misma comunidad tomaba las riendas de la organización de la Microrred. Así que se hicieron manuales, se dispuso una estructura organizativa con roles bien determinados y se fijaron tarifas. Gran parte del trabajo tuvo que ver con la capacitación a la comunidad.

Las tarifas tienen un sentido social para satisfacer las necesidades, pero lo recaudado debe ser suficiente para la autogestión y mantenimiento de los sistemas, así que los primeros kilowatts son baratos, pero luego, de usar los esenciales, la tarifa aumenta.

“Se creó un comité y se les enseñó cómo hacer la administración, se firmaron contratos y se instaló un sistema para generar recibos” agregó Nicolás.

También dijo, que a pesar de que la administración ha hecho un excelente trabajo y que una persona del lugar con excepcionales habilidades de aprendizaje, se encarga del mantenimiento técnico, han ocurrido imprevistos que han hecho que después de cinco años de operación la

Microred esté en déficit para reemplazar las baterías, puesto que ha padecido daños por un zopilote (Buitre) que ocasionó un corto circuito, un huracán y personas de otras comunidades que han robado cables. “Aún así la comunidad ha venido prevaleciendo, pero esos gastos imprevistos han hecho que ya no se tenga para el reemplazo de las baterías, que están llegando al final de su vida útil. Entonces, se necesita apoyo”.

**Otro proyecto: La Supermáquina “AGUA PARA LA COMUNIDAD”**

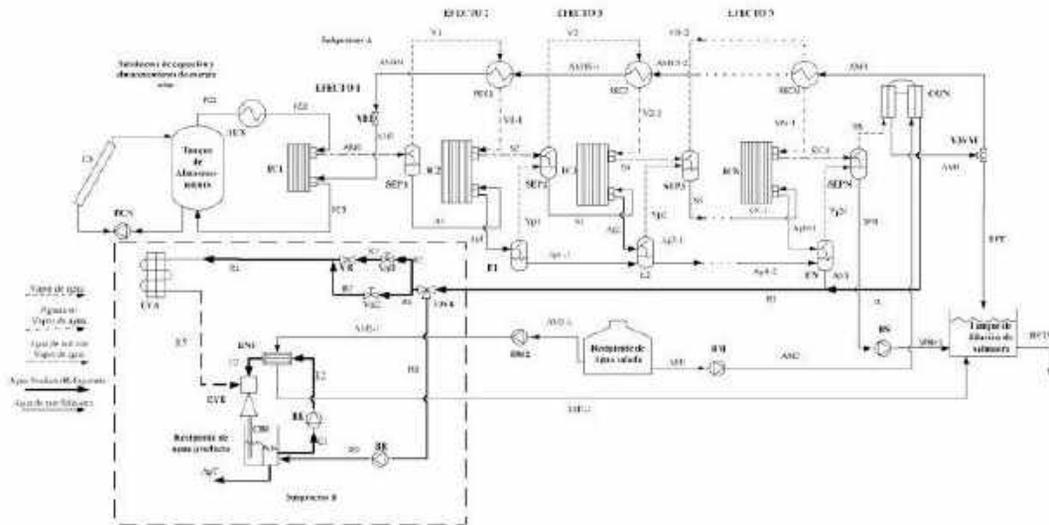


FIGURA 1

**Leyenda: Diagrama incluido en el sometimiento para patente de la máquina**

El profesor habló del próximo proyecto que esperan implementar en Puertecito y que ya fue sometido al régimen mexicano de patentes. Se trata de un sistema y proceso de evaporación de múltiple efecto y expansión súbita, para la producción de agua desalada y enfriamiento/calefacción de espacios, de alta capacidad y eficiencia, activado por energía térmica con la finalidad de ayudar a poblaciones que viven en el litoral costero, en donde la escasez hídrica y las altas temperaturas son los principales problemas.

Con esta “Supermáquina” – como cariñosamente le llaman en la Universidad - se aprovecha el agua producto de los procesos de desalinización térmica que trabajan en vacío, como los de múltiple efecto, múltiple etapa y membranas, entre otros; y se utiliza el agua producto como refrigerante para la climatización de espacios.

En el resumen del documento de sometimiento de patente, se explica que se trata de una máquina compacta más eficiente y que puede activarse mediante una fuente de calor, proveniente de 15 colectores solares tipo Placa Plana, Concentrador Parabólico Compuesto, Cilindro Parabólico y Fresnel, entre otros o cualquier otra fuente de calor.

Se adiciona, que las características antes descritas hacen de esta invención, una opción recomendable para los sectores residencial, agrícola, ganadero, turístico, comercial e industrial, que se encuentran en zonas costeras, con clima cálido

húmedo, donde se tenga problemas con la disponibilidad del agua potable y altas/bajas temperaturas.

Es decir, se trata de un aire acondicionado solar, que desarrollan desde la Universidad y cuyo prototipo esperan instalar en la escuela de Puertecitos, donde los niños padecen calor debido a las altas temperaturas. “El excedente energético se puede aprovechar para alimentar una planta de Ósmosis Inversa porque el problema del agua es grave” recalca el profesor Nicolás.

“Estos son proyectos demostrativos, que nos permiten probar las tecnologías y benefician a la comunidad” comenta el técnico.

Además de éstas, Nicolás y su equipo tienen toda una lista de ideas para mejorar, sustentablemente, las vidas de las personas que viven en comunidades aisladas.

Esperan que Puertecitos sirva como ejemplo y que sea un detonador para que este tipo de experiencia se replique y que los pueblos alcancen sostenibilidad comercial para no depender de subsidios.

Es así como Puertecitos puede llegar a consolidarse como un centro turístico, para aprovechar las bondades de sus playas, aguas termales y atardeceres memorables.

Nicolás sigue mirando más allá del horizonte como el incansable hombre que encuentra el sentido de su vida trayendo a la realidad lo que sus sueños remotos, de ayuda al prójimo, vislumbran en fantasías. Sigue viendo oportunidades en cada problema.



Puertecito tiene un gran potencial turístico



Si desea saber más sobre este proyecto y apoyar puede escribir a [rse@aladyr.net](mailto:rse@aladyr.net)



# El agua necesita juventud

## Comité de Jóvenes Líderes de ALADYR

“GENERAR CONCIENCIA RESPECTO A LA ESCASEZ DE RECURSOS HÍDRICOS”, “PROMOVER SOLUCIONES SOSTENIBLES”, “COMPARTIR LAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA Y EFLUENTES”, “INTERCAMBIAR CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIAS PROFESIONALES”, SON ALGUNAS DE LAS TANTAS MOTIVACIONES QUE POSEEMOS EN COMÚN QUIENES HEMOS DECIDIDO FORMAR PARTE DE ESTA INICIATIVA LLAMADA COMITÉ DE JÓVENES LÍDERES DE ALADYR.

La directiva de ALADYR consciente del rol fundamental de la juventud como promotor de buenas prácticas, agentes de cambio y futuros profesionales del sector; asumió entre sus compromisos crear el COMITÉ DE JÓVENES LÍDERES. Un espacio para hacer posible que jóvenes como nosotros tengan la oportunidad de intercambiar ideas respecto a la situación actual de los recursos hídricos, y concientizar a nuestra generación sobre los desafíos que conllevará lograr la sostenibilidad ambiental en la que las tecnologías de desalación, reúso y tratamiento de agua y efluentes representan alternativas necesarias.

La escasez hídrica es consecuencia directa de la existencia humana y un sinnúmero de prácticas no cónsonas con la necesidad de hacer uso eficiente del agua (más gente, mayor crecimiento industrial, menos agua disponible); sin embargo, es responsabilidad del ser humano dar soluciones, al final el beneficio será también para nosotros y nuestras generaciones futuras.

¿Es correcto decir que hay una escasez de agua, cuando la superficie del planeta es 70% agua? En realidad, lo que ocurre es que hay una distribución desigual de ésta en el mundo, con extensas zonas desérticas mientras en otros lugares padecen permanentes inundaciones. Se suma a ello que una parte no menor del agua es desperdiciada, contaminada y manejada de manera insostenible. Hoy en día, cerca de una quinta parte del planeta (1200 millones de personas) carece de acceso directo a fuentes de agua, fallecen más de 1000 niños menores a 5 años todos los días víctimas de enfermedades relacionadas con la contaminación de ésta, y se están destruyendo muchas de las fuentes naturales convencionales debido a su sobreexplotación.

Cualquier actividad humana requiere del uso de agua, es más, hablar de DESARROLLO conlleva de forma inequívoca a procesos que demandan agua; se suma a ello que el planeta ha duplicado la población en los

últimos 45 años, teniendo hoy cerca de 7.800 millones de personas, que también requieren ser abastecidas con agua potable.

Por tanto, el agua es un elemento vital para el desarrollo humano y se presenta hoy una crisis general en muchos lugares debido a que no está presente en la calidad y cantidad que se requiere ¿Es necesario llegar a este punto siendo el agua tan abundante y vital para la vida humana? ¿Qué estamos esperando para generar un cambio?

Hemos escuchado alguna vez hablar sobre la “guerra del petróleo”, hoy en día debemos preocuparnos por pensar en una “guerra del agua”, un recurso tan abundante para algunos países y tan escaso para otros.

Somos jóvenes que provenimos de diferentes países, con distintas realidades y perspectivas sobre la gestión de recursos hídricos. Nuestra motivación y objetivo es llegar a la comunidad “joven” e incluso a la población en general, que no siendo expertos en temas de reúso o desalación tienen viva la llama del aprendizaje y desean saber más. Nuestra meta es dar a conocer que existen tecnologías para garantizar el acceso al agua y que, siendo jóvenes, podemos ser promotores de cambios favorables, no sólo para integrar las tecnologías y derrumbar barreras informativas sobre su alcance y usos; sino además para procurar mejores prácticas desde las academias, hogares y círculos sociales que conduzcan al uso eficiente, medido y óptimo del recurso.

Nuestro comité está conformado por profesionales y estudiantes de diferentes disciplinas: ingeniería química, ingeniería civil, ambiental, eléctrica, comercial, economistas y bioquímicos. Lo que nos permite tener una visión interdisciplinaria con distintas ópticas sobre cómo lograr los objetivos propuestos, complementándolos con los propósitos de ALADYR.

Somos un grupo de espíritu joven y consideramos que ante la realidad que vivimos en cada país, empoderar a los jóvenes es una gran oportunidad de lograr el cambio, promoviendo el intercambio de conocimientos y creando espacios donde la difusión de información nos lleve a una cultura sostenible del agua.

Estamos seguros que juntos podemos cambiar el paradigma de la sociedad actual y así promover soluciones potenciales a los problemas de escasez hídrica presente en tantos lugares del mundo. Consideramos que el impulso de alianzas estratégicas con universidades o instituciones educacionales cumple un rol fundamental en el desarrollo de nuestro propósito para que jóvenes, que estén iniciando su vida académica, participen y sean parte del mundo del agua.

Si tú que lees estas líneas tienes hijos o conoces a un joven que pueda ser un “JOVEN LÍDER DEL AGUA” invítalo a ser parte de ALADYR, participar en las actividades que promovemos, de esta forma no sólo él será agente de cambio, tú también habrás contribuido a garantizar AGUA PARA LATINOAMÉRICA. Más información: [rse@aladyr.net](mailto:rse@aladyr.net)

# FIGRELLA OLAYA

PRESIDENTA COMITÉ  
DE JÓVENES LÍDERES



ACCUAPRODUCT SAC

## ● Perfil

Ingeniera Química, se desempeña como Asistente de Proyectos en ACCUAPRODUCT SAC apoyando el diseño de procesos de tratamiento de aguas y efluentes, también ha trabajado en compañías como, ENGIE y AK DRILLING INTERNATIONAL

Su Motivación: "Considero que ante la realidad que vivimos en cada país, empoderar a los jóvenes es una gran oportunidad de lograr el cambio, promoviendo el intercambio de conocimientos y creando espacios donde la difusión de información nos lleve a una cultura sostenible del agua."



## Contacto

[asistente.proyectos@accuaproduct.com](mailto:asistente.proyectos@accuaproduct.com)

[fiorella.olaya.gil@gmail.com](mailto:fiorella.olaya.gil@gmail.com)



# MARIELA CUARTUCCI

VICEPRESIDENTA COMITÉ  
DE JÓVENES LÍDERES



FLUENCE CORPORATION

## ● Perfil

Ingeniera Química finalizando la especialización en Ingeniería Sanitaria, se desempeña como SALES ENGINEER LATAM en FLUENCE CORPORATION, es responsable de desarrollar mercados y brindar soluciones en el campo de tratamiento de agua y aguas residuales en países de América Latina

Su Interés para pertenecer a la junta directiva de Jóvenes Líderes: "Mi motivación nace en poder crear conciencia sobre el reúso como una solución sostenible a futuro, aportando profesionalmente soluciones que hacen que esta alternativa sea viable, más aún en sectores donde la escasez de agua es el principal problema."



## Contacto

[mariela.cuartucci@gmail.com](mailto:mariela.cuartucci@gmail.com)



# IGNACIO MONARDES

SECRETARIO COMITÉ  
DE JÓVENES LÍDERES



U. FEDERICO SANTA MARÍA

## ● Perfil

Estudiante de ingeniería civil en la Universidad Federico Santa María de Santiago de Chile, ha participado en dos congresos de ALADYR, uno en Lima y el otro en Santiago. Ha participado como apoyo en el desarrollo del programa “Academia del Agua” en Chile.

“Encuentro genial que ALADYR brinde un espacio para que las distintas empresas expertas en desalación y reúso del agua, a nivel americano y mundial, puedan compartir conocimientos, tecnologías y experiencias, de manera que exista una retroalimentación entre las distintas partes, y mejor aún, si los jóvenes que estamos entrando al mercado laboral y definiendo nuestras carreras, podamos participar activamente. En mi caso, al ser estudiante de Ingeniería Civil y mi campo de desarrollo en el futuro espero que sea la industria del agua, en especial el desarrollo de nuevas tecnologías, considero que estas instancias son fundamentales para relacionarme con los líderes del mercado del agua y conocer más en detalle sus desarrollos tecnológicos, a través de los eventos en los que estamos comprometidos en colaborar con la Junta Directiva de Jóvenes Líderes de Aladyr. Considero que es muy relevante el desarrollo tecnológico que permite transformar el agua servida o el agua de mar, en agua potable o de uso industrial, para así poder aumentar el desarrollo de nuestro país y reducir, cada vez más, la cantidad de personas que no tienen acceso al agua”



## Contacto

[ignacio.monardes.s@gmail.com](mailto:ignacio.monardes.s@gmail.com)

[ignacio.monardes.13@sansano.usm.cl](mailto:ignacio.monardes.13@sansano.usm.cl)



# JAIME VALDIVIA



CLARVI

## ● Perfil

Ingeniero Químico y de Sistemas, Magister en Dirección de Empresas, director general de las empresas del Grupo CLARVI enfocada en soluciones integrales, confiables e innovadoras en el tratamiento del agua.

Su Motivación para pertenecer a la junta directiva de Jóvenes Líderes: “Es una iniciativa importante, donde compartimos conocimiento y generamos sustentabilidad y bienestar con profesionalismo y alta tecnología en el manejo del agua”



## Contacto

[jmvaldivia@clarvi.com](mailto:jmvaldivia@clarvi.com)



# ANDREA MELITA UGARELLI



Estudiante SENATI  
Esmeralda CORP S.A.C

## ● Perfil

Estudiante de la carrera de tecnologías ambientales, sexto ciclo. Con experiencia en consultoría socio - ambiental para empresas mineras y gestión ambiental en el rubro de producción. Fue beneficiaria del Programa de Jóvenes Líderes de Aladyr por su destacado rendimiento académico, asistiendo al seminario realizado en Perú en el 2018. Gracias a su destacada actuación en este evento, fue contactada por una de nuestras empresas socias Esmeralda CORP S.A.C para que hiciera parte de la compañía.

Su Motivación: Pertenecer a esta iniciativa por parte de una Asociación Internacional es todo un honor y más aún si es para brindar propuestas que ayuden a tener un ambiente más sostenible y siempre preservando un recurso cada vez más escaso como lo es el agua.



Contacto

[ugarelli.a.melita@gmail.com](mailto:ugarelli.a.melita@gmail.com)



# LILIA ALEJANDRA SÁNCHEZ



Universidad Javeriana.  
RIMISP (Centro Latinoamericano  
para el Desarrollo Rural)

## ● Perfil

Economista egresada de la Universidad de La Salle. Actualmente se encuentra finalizando el Magister en Gestión Ambiental en la Universidad Javeriana. Ha apoyado procesos de fortalecimiento de capacidades a organizaciones sociales e institucionales a nivel nacional y territorial, se ha desempeñado como el enlace Colombia del Observatorio de Género de RIMISP (Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural) que tiene presencia en cuatro países, apoyando temas de desigualdad y brechas. Además, ha participado en proyectos de investigación de lineamientos estratégicos para la agricultura en Colombia con el propósito de avanzar en un análisis desde una perspectiva territorial. Fue una de las beneficiarias del programa Jóvenes Líderes para asistir al seminario ALADYR que se realizó en Colombia en 2019.



Contacto

[lialesava@gmail.com](mailto:lialesava@gmail.com)



# ALEJANDRA SANTAMARÍA



Universidad Autónoma del  
Estado de Morelos  
RED SUMAS

## ● Perfil

Ingeniería Química, estudiante de Maestría en Sustentabilidad Energética, con amplia trayectoria en procesos investigativos. Por el programa de Jóvenes Líderes de ALADYR Fue invitada a ser ponente en los seminarios realizados en San José Costa Rica y Bogotá - Colombia.

Su Motivación profesional:

"A nivel mundial, la tecnología de desalinización se ha convertido en una solución viable para aliviar el problema de escasez de agua dulce. Así mismo, ha demostrado factibilidad mediante métodos de membrana, para la obtención de agua con estándares de calidad para riego y consumo humano. Frente a este escenario, los procesos de desalinización aspiran a ser ambientalmente sustentables, operando con fuentes de energía renovables, en particular, la energía solar. Por tal motivo, las alternativas adyacentes a los métodos convencionales para la generación de energía y para la obtención de recursos como el agua, en economías emergentes como México, se presentan como una opción factible, sobre todo para zonas alejadas de la red hidráulica y eléctrica."



**Contacto**

[iq.santamaria.alejandra@gmail.com](mailto:iq.santamaria.alejandra@gmail.com)



# RODRIGO ECHEVERRY



Universidad Antonio Nariño

## ● Perfil

Bioquímico con experiencia en procesos avanzados de oxidación aplicados en efluentes de aguas residuales para la inactivación de microorganismos y eliminación de material genético, implementando sistemas Foto-Electro-Fenton a escala de laboratorio. Es integrante del Grupo de investigación Biología aplicada, Química en materiales y ambiental

(Procesos Avanzados de Oxidación) de la Universidad Antonio Nariño, este grupo de investigación fue invitado como ponente al seminario ALADYR que se realizó en Colombia en 2019, y su ponencia fue reconocida por los asistentes como una de las mejores de la jornada.



**Contacto**

[Recheverry42@uan.edu.co](mailto:Recheverry42@uan.edu.co)



# VANESSA VILLA



Universidad Pontificia  
Bolivariana

## ● Perfil

Estudiante de décimo semestre de Ingeniería Eléctrica, con experiencia en el manejo de softwares de diseño eléctrico. Formación académica humana básica enfocada al desarrollo e implementación de proyectos en líneas de transmisión, redes eléctricas e instalaciones eléctricas. En el momento está realizando las prácticas en el grupo de investigación T & D en energías renovables de la UPB.

Su motivación para pertenecer a esta iniciativa: "Crear redes de contactos y aprender sobre el sector del agua y su aplicación en el tema de energías renovables".



## Contacto

[vane.villa.sj@gmail.com](mailto:vane.villa.sj@gmail.com)

[vanessa.villa@upb.edu.co](mailto:vanessa.villa@upb.edu.co)



# VALENTINA LOYOLA



CDM SMITH

## ● Perfil

Ingeniera Comercial de la Universidad de Los Andes. Actualmente trabaja como BUSINESS DEVELOPMENT MANAGER JR en CDM SMITH, una compañía con amplia trayectoria en recursos hídricos, aguas residuales, medio ambiente, desalación y geotecnia, además empresa socia de ALADYR y un aliado estratégico muy importante en el país chileno.



## Contacto

[valentina.loyolav@gmail.com](mailto:valentina.loyolav@gmail.com)



# RAÚL GONZÁLEZ



Avista Technologies

## ● Perfil

Licenciado en Ingeniería Civil y magister en Ingeniería Ambiental, trabaja actualmente como Ingeniero de Soporte Técnico en Avista Technologies, San Marcos, California.

Su motivación: "Al asistir a algunos de los eventos de ALADYR, he tenido la oportunidad de conocer a algunos de los estudiantes y otros jóvenes profesionales que intentan ingresar a la industria del agua. En estos eventos, he visto el potencial que tienen estos jóvenes en la industria. Mi esperanza en unirme al programa de líderes jóvenes es ayudar a aquellos interesados en la industria del agua a aprender más sobre las diferentes áreas y compañías con la cuales A trabaja LADYR. Mi inspiración de pertenecer a esta iniciativa es apoyar en incrementar el interés de estos jóvenes y que ese interés se llegue a convertir en una carrera en la industria del agua."

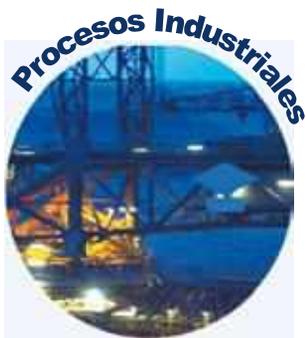


Contacto

[rgonzalez@avistatech.com](mailto:rgonzalez@avistatech.com)



## Soluciones Integrales para la Nueva Era de Tratamiento



[www.safbonwater.com](http://www.safbonwater.com)

+1.813.549.0182 | [info@safbonwater.com](mailto:info@safbonwater.com) | 9208 Palm River Rd. Suite, 302 | Tampa, FL 33619 | USA



# ALIANZAS

---



# ALADYR expande su red de cooperación con REIMA



## Más de dos mil profesionales de treinta países se suman a nuestros propósitos

La Red Iberoamericana de Medio Ambiente (REIMA) y ALADYR firmaron un acuerdo de cooperación a fin de promover prácticas sustentables a través de la realización de proyectos de investigación y desarrollo y eventos académicos relacionados con la sostenibilidad ambiental en Iberoamérica.

El documento de coparticipación tiene una vigencia de 10 años y el objetivo principal gira entorno a la formación, difusión de información y dinámicas académicas dado que REIMA está constituida principalmente por estudiantes, profesores y autoridades universitarias.

La duración del convenio permite una planificación conjunta a largo plazo para consolidar proyectos y afianzar redes de cooperación entre profesionales y especialistas de toda la región.

Los propósitos de ambas organizaciones se conjugan perfectamente en el mensaje de preservación ambiental que ALADYR aborda principalmente desde la sostenibilidad hídrica.

REIMA es una red que agrupa a múltiples universidades y organismos, lo que destaca como una oportunidad para dar mayor visibilidad a los programas de ALADYR y de esta manera el sector hídrico se ve fortalecido por el interés de más de dos mil profesionales en treinta países que conforman a la Red.

REIMA surgió en 1999 como Red Estudiantil Iberoamericana de Medio Ambiente, resultado de la realización en La Habana, Cuba, del I y II Taller Estudiantil Internacional de Medio Ambiente (TEIMA). Inicialmente estuvo integrada por jóvenes estudiantes de diversas universidades de México, Cuba, Venezuela, Colombia y Brasil, entre otros países latinoamericanos. Desde 2004 tiene su sede en la ciudad de Guadalajara, México.

Representantes tanto de ALADYR como de la Red trabajarán juntos en pro de las comunidades adelantando iniciativas

que favorezcan el desarrollo de diferentes capacidades en la población, generando espacios de reflexión en torno a la gestión hídrica en ámbitos sociales, académicos e investigativos.

Esta alianza se suma a las iniciativas de cooperación interinstitucional que ALADYR ha venido concretando con gremios, universidades, organismos públicos, cámaras industriales y organizaciones no gubernamentales y gubernamentales de toda América Latina con objetivos afines como el riego más eficiente, saneamiento, desalación, conservación de cuencas y actualización de sistemas de depuración y potabilización de agua.



REIMA nace como una iniciativa estudiantil por el medio ambiente

# ALADYR convenios

Con Universidades y Centros de Investigación 2019 - 2020

# colombia



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
APLICADAS Y AMBIENTALES  
**U.D.C.A**

Universidad de Ciencias  
Aplicadas y Ambientales U.D.C.A



UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Universidad Distrital Francisco  
José de Caldas



Universidad EAN

# argentina



**UTN.BA**  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES

Universidad Tecnológica Nacional  
- Facultad Regional Buenos Aires -

# méxico



UNIVERSIDAD  
CENTRO  
PANAMERICAN  
DE ESTUDIOS  
SUPERIORES

Centro Panamericano de Estudios Superiores - CEPES



Universidad Tecnológica  
del Norte de Guanajuato  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado  
"Educación y progreso para la vida"

Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Universidad Autónoma del Estado de Morelos



Universidad Autónoma de Tlaxcala



Universidad Autónoma de Baja California



Centro de Estudio de las Energías Renovables



RED SUMAS  $\Sigma^+$

"Sustentabilidad energética,  
Medioambiente y Sociedad"

REDSUMAS



El Colegio de Chihuahua

# PERSONALIDADES



# Aguas & Procesos arriba a 40 años de trayectoria

## Rubén González: Siempre soñé con una empresa para llevar agua a Santiago del Estero

EL ORGULLOSO FUNDADOR DE AGUAS & PROCESOS SE REMONTA A SU INFANCIA PARA HABLAR SOBRE LAS MOTIVACIONES QUE LE LLEVARON A CONSAGRAR SU VIDA A LA SEGURIDAD HÍDRICA



Aguas & Procesos es una empresa que comenzó en una provincia de Argentina y que trascendió las fronteras locales y nacionales con proyectos para la seguridad hídrica en diversas latitudes de América Latina.

Rubén González rondaba los 30 años de edad cuando se decidió a dejarlo todo para cumplir el sueño de fundar una compañía que le permitiera proveer a la comunidad de un servicio del que él careció durante toda su infancia: agua.

“Como no tenía agua me dediqué a estudiarla” suele decir recordando

sus años de joven curioso en la provincia argentina de Santiago del Estero. “Me dediqué siempre a ella (al agua)”.

En Santiago del Estero el agua es escasa, las lluvias se supeditan casi exclusivamente al verano y la mayor parte de su territorio es semiárido. La provincia ha sido golpeada por sequías constantes y prolongadas, así que el sueño de Rubén siempre fue mejorar este panorama.

“Sentí en carne propia lo que es que te falte la comida y el agua. Esas condiciones económicas expulsaron a mi padre de Santiago del Estero, así que siempre quise volver y hacer algo” dijo Rubén quien también contó que estudiaba todo lo concerniente al agua en sus ratos libres hasta que se le dio la oportunidad de abordarla formalmente y recibirse de ingeniero.

Los sueños de aquél santiagueño no

sólo se materializaron en Aguas & Procesos, empresa que está por cumplir cuarenta años de trayectoria, sino que permearon las fronteras para transformar realidades en toda la región latinoamericana con proyectos de desalación, reúso y tratamiento de agua y efluentes.

“No es que hacemos agua. Las tratamos y no encargamos de mejorarlas. En todo aquello que tenga agua participamos” comentó. Aguas & Procesos erigió un hito tecnológico para el país instalando una planta que genera agua ultrapura a través de la ósmosis inversa. También se han encargado de aplicaciones que van desde desalación en localidades de Cuba con problemas de intrusión salina en depósitos subterráneos, hasta sistemas de tratamiento de agua para refrigeración de reactores nucleares y plantas

móviles para misiones de cuerpos de paz de las Naciones Unidas.

A menudo el empresario expresa su gratitud a la gente de Santiago del Estero que le demostró afecto desde que se empezaron a levantar los cimientos de la sede matriz ubicada en el parque industrial de la localidad. “Levantamos las instalaciones en menos de seis meses. Hubo un remisero – taxista – que no me cobró la carrera porque dijo que Santiago necesitaba una empresa como esa” recordó.

A&P tiene 150 trabajadores directos y muchos más indirectos que le prestan servicios y ha sido un pilar para el desarrollo de la provincia

con proyectos que redundan en la seguridad hídrica con el reciclaje de agua como el recientemente instalado en la nueva cárcel de Santiago para tratar los efluentes y usarlos en distintos procesos.

“Se cuenta con innovaciones en Santiago. A los jóvenes les digo que no hay proyecto imposible” dice Rubén para alentar a las nuevas generaciones.

Agregó que A&P es una empresa familiar que empezó con el apoyo de su esposa y en la que sus hijos desempeñan un papel fundamental en investigación, innovación, ingeniería y aspectos legales.

“Tenemos los segundos mejores laboratorios de la Argentina y digo segundos porque no sé quiénes tienen los primeros – risas - ... lo digo porque siempre tenemos la humildad para seguir mejorando” culminó.

# OFERTA ACADÉMICA

Nuestra sección muestra opciones para el crecimiento profesional - académico en Latinoamérica

En esta ocasión: Colombia

Nombre Institución	Ciudad	Facultad	Nombre del programa	E-mail	Metodología	Fecha de postulación	Número periodos de duración
Universidad Tecnológica del Chocó		Ciencias Naturales	Maestría en Ciencias Biológicas	maestriacienciasbiologicas@utch.edu.co; facnaturales@utch.edu.co	Presencial	Anual	4 meses
Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira	Ciencias de la salud	Especialización Gerencia en Prevención y Atención de Desastres	posgradosalud@utp.edu.co;jemoreno@utp.edu.co	Presencial	Anual	2 semestres
		Ciencias Ambientales	Especialización en gestión ambiental local	posgradosambiental@utp.edu.co tito@utp.edu.co	Presencial	Anual	3 semestres
		Ciencias Ambientales	Maestría en Ciencias Ambientales	posgradosambiental@utp.edu.co tito@utp.edu.co	Presencial	Anual	4 semestres
		Ciencias Ambientales	Maestría en ecotecnología	ecotecnologia1@utp.edu.co tito@utp.edu.co	Presencial	Anual	5 semestres
		Ciencias Ambientales	Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales	posgradosambiental@utp.edu.co tito@utp.edu.co	Presencial	Anual	8 semestres
Universidad Tecnológica de Bolívar	Cartagena	Ingeniería	Especialización en Gestión Ambiental Empresarial	contactoutb@utb.com; abahamon@utb.edu.co	Presencial		2 semestres
		Ingeniería	Maestría en Ingeniería - Énfasis en Ingeniería Civil y Ambiental	contactoutb@utb.com; oacevedo@utb.edu.co	Presencial		4 Semestres
		Ingeniería	Maestría en Ingeniería Naval y Oceánica	contactoutb@utb.com - jcabrera@utb.edu.co	Presencial		4 Semestres
		Economía y Negocios	Maestría en Desarrollo y Ambiente	contactoutb@utb.com - tjimenez@utb.edu.co	Presencial		4 Semestres (clases cada 15 días)
Universidad Sergio Arboleda	Bogotá	Área de Administración y Necocios	Maestría en Gestión y Evaluación Ambiental	martha.merchan@correo.usa.edu.co	Presencial	14 de agosto de 2020	4 semestres
		Ciencia e Ingeniería	Maestría en Mitigación y Adaptación al Cambio Climático		Presencial	14 de agosto de 2020	4 semestres
		Medio Ambiente	Especialización en Gerencia Ambiental y Gestión de Riesgo de Desastres	martha.merchan@correo.usa.edu.co	Presencial	14 de agosto de 2020	2 semestres
		Medio Ambiente	Especialización en Proyectos para el Cambio Climático		Presencial	14 de agosto de 2020	2 semestres
Universidad Santo Tomás	Bogotá	Ingeniería Ambiental	Maestría en tecnologías Limpias	maestriatecnologiaslimpias@usantotomas.edu.co; dec.ingambiental@usantotomas.edu.co	Presencial		4 Semestres
Universidad Popular del Cesar	Valledupar		Pedagogía Ambiental	postgrados@unicesar.edu.co	A distancia		4 trimestres
			Maestría en Ciencias Ambientales	postgrados@unicesar.edu.co	Presencial		4 semestres
			Pedagogía: Ambiental para el Desarrollo Sostenible	postgrados@unicesar.edu.co	A distancia		4 semestres
Universidad Pontificia Bolivariana	Medellín	Escuela de Educación	Especialización en Educación Ambiental	asesoria.integral@upb.edu.co	Presencial		4 semestres
	Bucaramanga	Escuela de Economía, Administración y Negocios	Especialización en Gerencia del Ambiente		Presencial		2 semestres
	Medellín	Escuela de Economía, Administración y Negocios	Especialización en Gestión Ambiental	asesoria.integral@upb.edu.co	Presencial		2 semestres
	Montería	Escuela de Ingeniería	Especialización en Interventoría de Obras Civiles	formacionavanzada.monteria@upb.edu.co	Presencial		2 semestres
	..	Escuela de Ingeniería	Especialización en Preservación y Conservación de los Recursos Naturales	asesoria.integral@upb.edu.co	A distancia		2 semestres
	Medellín	Escuela de Derecho y Ciencias políticas	Maestría en Bioética y Bioderecho	asesoria.integral@upb.edu.co	Presencial		4 semestres
	..	..	Maestría en Ciencias Naturales y Matemáticas	asesoria.integral@upb.edu.co	A distancia		4 semestres
	Bucaramanga	Escuela de Ingenierías	Maestría en Ingeniería Ambiental	alexandra.ceron@upb.edu.co; maestriaambiental.upb.edu.co	Presencial		4 semestres
	Bucaramanga	Escuela de Ingenierías	Maestría en Ingeniería Civil		Presencial		3 semestres (profundización) 4 semestres (investigación)
	..	Escuela de Ingenierías	Maestría en Sostenibilidad	asesoria.integral@upb.edu.co	A distancia		4 semestres
Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia	Sogamoso		Especialización en Gestión Ambiental	posgrados.sogamoso@uptc.edu.co	Presencial	Semestral	2 semestres
	Tunja	Ingeniería	Especialización en Gestión Ambiental	dalia.useche@uptc.edu.co posgrado.ingenieria@uptc.edu.co	Presencial	Anual	2 semestres
	Tunja	Ciencias	Maestría en Ciencias Biológicas	maestria.cbologicas@uptc.edu.co	Presencial	Cohorte	4 semestres
	Tunja	Ciencias	Maestría en Ciencias de la Tierra	posgrados.sogamoso@uptc.edu.co	Presencial	Anual	4 semestres
	Tunja	Ingeniería	Maestría en Ingeniería Ambiental	dalia.useche@uptc.edu.co posgrados.sogamoso@uptc.edu.co	Presencial	Anual	4 semestres
	Tunja	Ciencias	Doctorado en Ciencias Biológicas y Ambientales	postgrados.ciencias@uptc.edu.co; doctorado.cbologicasambientales@uptc.edu.co	Presencial	Anual	4 semestres

Universidad Nacional	Bogotá	Ingeniería	Maestría en Ingeniería Ambiental	jhramirez@unal.edu.co	Presencial		4 semestres
	Bogotá	Ingeniería	Doctorado en ingeniería Civil	coocudic_fibog@unal.edu.co;jecolmenaresm@unal.edu.co	Presencial		8 semestres
	Bogotá	Ingeniería	Doctorado en estudios ambientales	jhramirez@unal.edu.co	Presencial		8 semestres
	Manizales	Ingeniería y Arquitectura	Especialización en Ingeniería ambiental - Área Sanitaria	adelondonoc@unal.edu.co;coocudic_fibog@unal.edu.co	Presencial		2 semestres
	Manizales	Ingeniería y Arquitectura	Especialización en ingeniería Hidráulica y Ambiental	maescivil_fiarman@unal.edu.co;jdzambrana@unal.edu.co	Presencial		2 semestres
	Manizales	Ingeniería y Arquitectura	Maestría en Ingeniería Ambiental	larodriguez@unal.edu.co martdaviaa@unal.edu.co;adelondonoc@unal.edu.co	Presencial		4 semestres
	Manizales	Ingeniería y Arquitectura	Maestría en medio ambiente y desarrollo	mambiente_man@unal.edu.co; carqui_man@unal.edu.co;mejia@unal.edu.co	Presencial		4 semestres
	Medellín	Minas	Maestría en Bosques y Conservación Ambiental	poboyca_med@unal.edu.co	Presencial	Semestral	4 semestres
	Medellín	Minas	Doctorado en Ecología	poboyca_med@unal.edu.co	Presencial	Semestral	8 semestres
	Palmira	Ingeniería y Administración	Maestría en Ingeniería Ambiental		Presencial		4 semestres
Universidad Militar Nueva Granada	Bogotá	Ingeniería	Especialización en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales		Presencial		2 semestres
		Ingeniería	Maestría en ingeniería Civil	atencionalciudadano@unimilitar.edu.co; jundica@unimilitar.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad Mariana	Pasto	Ingeniería	Maestría en ciencias ambientales	ingenieria@umariana.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad Manuela Beltrán	Bogotá		Maestría en Tecnologías para Manejo de Aguas y Residuos	jcbeltran@umb.edu.co	Presencial		4 semestres
			Especialización en Aguas y Saneamiento Ambiental	jcbeltran@umb.edu.co	Presencial		2 semestres
			Especialización en Evaluación Ambiental de Proyectos	jcbeltran@umb.edu.co	Presencial		2 semestres
Universidad Manuela Beltrán	Bogotá	Ingeniería	Maestría en Ingeniería con Énfasis en Energías Alternativas		Presencial		4 semestres
	Bogotá	Ingeniería	Especialización en Gerencia Ambiental		Presencial		2 semestres
	Socorro	Ingeniería y Ciencias agropecuarias	Especialización en Gestión Ambiental	olth.ardila@unilibre.edu.co;mercadeo_socorro@unilibre.edu.co	Presencial		
Universidad Industrial de Santander	Bucaramanga	Ciencias	Especialización en Química Ambiental	jpinzon@uis.edu.co;espqui@uis.edu.co	Presencial		2 semestres
		Fisicoquímicas	Especialización en Ingeniería ambiental	espinqa@uis.edu.co;dfagupae@uis.edu.co	Presencial		3 Niveles
		Ingenierías fisicoquímicas	Maestría en Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental	eicposgrado@uis.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ciencias	Maestría en Química Ambiental	jpinzon@uis.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingenierías fisicoquímicas	Maestría en Ingeniería Ambiental	espqui@uis.edu.co	Presencial		2 semestres
Universidad Francisco de Paula Santander	Cúcuta	Ciencias Básicas	Maestría en Ciencias Biológicas	maestriacienciasbiologicas@ufps.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad El Bosque	Bogotá	Ciencias Económicas y Administrativas	Ciencias Económicas y Administrativas	mbae@unbosque.edu.co;mgea.uelbosque@gmail.com postgrados@unbosque.edu.co	Presencial		4 semestres
		Interdisciplinar	Interdisciplinar	ocupacional@unbosque.edu.co;postgrados@unbosque.edu.co ocupacional@unbosque.edu.co	Presencial		2 semestres
Universidad EAN	Bogotá		Maestría en Proyectos de Desarrollo Sostenible	informacion@universidadean.edu.co	A distancia	Hasta el 03 de julio de 2020	4 semestres
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	Bogotá	Medio Ambiente y Recursos Naturales	Especialización en Ambiente y Desarrollo Local	espambiente@udistrital.edu.co	Presencial		2 semestres
		Medio Ambiente y Recursos Naturales	Especialización en Educación y Gestión Ambiental	des@udistrital.edu.co	Presencial		2 semestres
		Medio Ambiente y Recursos Naturales	Especialización en Gerencia de Recursos Naturales	espgerenciarecursosnaturales@udistrital.edu.co	Presencial		2 semestres
		Medio Ambiente y Recursos Naturales	Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental	mtdiosustentable@udistrital.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Maestría en ingeniería civil	maestriacivil@udistrital.edu.co	Presencial		4 semestres
		Medio Ambiente y Recursos Naturales	Maestría en Manejo, Uso y Conservación del Bosque	maestriabosques@udistrital.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad del Valle	Cali	Ciencias Naturales y Exactas	Doctorado en Ciencias Ambientales	doctorado.ambiental@correounivalle.edu.co	Presencial		8 semestres
		Ingeniería	Maestría en Desarrollo Sustentable	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Especialización en Ingeniería Sanitaria y Ambiental	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		3 semestres
		Ingeniería	Maestría en Ingeniería, Área de Énfasis: Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Profundización)	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Maestría en Ingeniería, Área de Énfasis: Ingeniería Sanitaria y Ambiental (Investigación)	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Maestría en Ingeniería, Área de Énfasis: Ingeniería Sanitaria y Ambiental - Doble Titulación(UNESCO - IHE - Univalle)	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Maestría en Gestión Integral de los Recursos Hídricos	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Maestría en Desarrollo Sustentable	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería	Doctorado en Ingeniería, Área de Énfasis: Ingeniería Sanitaria y Ambiental	programa.desarrollosustentable@correounivalle.edu.co vdiq.ingenieria@correounivalle.edu.co	Presencial		8 semestres
Universidad del Tolima	Ibagué	Ciencias	Doctorado en Ciencias Biológicas	dcienciasbio@ut.edu.co;atencionalciudadano@ut.edu.co	Presencial	Del 01 de junio al 03 de agosto de 2020	8 semestres
		Ingeniería Forestal	Doctorado en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas	omelo@ut.edu.co;doctoradocuencas@ut.edu.co atencionalciudadano@ut.edu.co	Presencial		8 semestres
		Ciencias	Maestría En Ciencias Biológicas	mcienciasbio@ut.edu.co;atencionalciudadano@ut.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ciencias de la Educación	Maestría en Educación Ambiental	maedam@ut.edu.co;javelasquezr@ut.edu.co	Presencial	06 de abril - 05 de junio de 2020	4 semestres
		Ingeniería Forestal	Maestría en Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental	mgambiental@ut.edu.co;jvivictoria@ut.edu.co	Presencial	Del 03 de agosto al 30 de septiembre de 2020	4 semestres
		Ingeniería Forestal	Maestría en Planificación y Manejo Ambiental de Cuencas Hidrográficas	omelo@ut.edu.co;doctoradocuencas@ut.edu.co	Presencial	Del 04 de mayo al 30 de junio de 2020	4 semestres
		Ingeniería Forestal	Especialización en Gestión Ambiental y Evaluación del Impacto Ambiental	esp_impactambiental@ut.edu.co;miguellq@ut.edu.co	Presencial	Hasta el 26 de junio de 2020	3 semestres
Universidad del Norte	Barranquilla	Derecho, Ciencia Política y Relaciones Internacionales	Especialización en Derecho Ambiental, territorial y urbanístico	narana@uinorte.edu.co	Presencial		2 semestres
		Derecho, Ciencia Política y Relaciones Internacionales	Maestría en Derecho Ambiental y Urbano-Territorial	narana@uinorte.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingenierías	Especialización en Gerencia Ambiental	narana@uinorte.edu.co	Presencial	Hasta el 4 de Julio de 2020	2 semestres
		Ingenierías	Especialización en Ingeniería de Sistemas Hídricos Urbanos	narana@uinorte.edu.co	Presencial	Hasta el 4 de Julio de 2021	2 semestres
		Ingenierías	Maestría en Ingeniería Ambiental	narana@uinorte.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingenierías	Maestría en Ingeniería Civil	narana@uinorte.edu.co	Presencial		3 semestres
		Ingenierías	Doctorado en ingeniería Civil	narana@uinorte.edu.co	Presencial		8 semestres

Universidad de Magdalena	Santa Marta	Ciencias Empresariales y Económicas	Maestría en Desarrollo Territorial Sostenible	desarrollosostenible@unimagdalena.edu.co ciudadano@unimagdalena.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ciencias Básicas	Maestría en Ciencias Ambientales	mcambientales@unimagdalena.edu.co ciudadano@unimagdalena.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ciencias básicas	Maestría en Ecología y Biodiversidad	ecobiodiversidad@unimagdalena.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad del Cauca	Popayán	Ciencias Agrarias	Especialización en Gestión Integral del Recurso Hídrico	jppaz@unicauca.edu.co diresgrad@unicauca.edu.co	Presencial		2 semestres
		Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación	Doctorado en Ciencias Ambientales	spoliner@unicauca.edu.co dicambientales@unicauca.edu.co falcone@unicauca.edu.co diresgrad@unicauca.edu.co	Presencial		8 semestres
		Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación	Maestría en Recursos Hidrobiológicos Continentales	ceandrade@unicauca.edu.co facre@unicauca.edu.co diresgrad@unicauca.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería Civil	Especialización en Ingeniería de Recursos Hídricos	cgallard@unicauca.edu.co posgradocivil@unicauca.edu.co	Presencial		2 semestres
Universidad de Santander UDES	Bucaramanga	Ingenierías	Especialización en Geotecnia Ambiental		Presencial	Hasta el 24 de Julio de 2020	2 semestres
		Ingenierías	Especialización en Gestión Ambiental en la Industria Minera y Petrolera		Presencial	Hasta el 24 de Julio de 2021	2 semestres
Universidad de Pamplona	Pamplona	Ingenierías y Arquitectura	Maestría en Ingeniería Ambiental	maestriambiental@unipamplona.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad de Nariño	Pasto	Ciencias Agrícolas	Maestría en Agroecología	cicagraras@gmail.com	Presencial		4 semestres
		Educación	Maestría en Educación Ambiental	medambiental@gmail.com medambiental@udenar.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad de Medellín	Medellín	Derecho, Ingeniería	Especialización en Derecho Ambiental	mochoa@udem.edu.co	Presencial		2 semestres
		Ingeniería	Especialización en Gestión Ambiental y Producción mas limpia	mochoa@udem.edu.co	A distancia		2 semestres
Universidad de Manizales	Manizales	Ciencias Contables, Económicas y Administrativas	Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	redesom@umanizales.edu.co mayd@umanizales.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ciencias Contables, Económicas y Administrativas	Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente	redesom@umanizales.edu.co mayd@umanizales.edu.co	A distancia		5 semestres
		Ciencias Contables, Económicas y Administrativas	Doctorado en Desarrollo sostenible	doctoradocce@umanizales.edu.co redesomc@umanizales.edu.co	Presencial		3 fases
		Ciencias Contables, Económicas y Administrativas	Programa de Investigación Posdoctoral en Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente	doctoradocce@umanizales.edu.co redesomc@umanizales.edu.co	Presencial		1 año y 3 meses
Universidad de Los Andes	Bogotá	Administración	Maestría en Gerencia Ambiental	diana.puerta@uniandes.edu.co mga.adm@uniandes.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería Civil y Ambiental	Maestría en Ingeniería Ambiental	coordinacioncya@uniandes.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería Civil y Ambiental	Maestría en Ingeniería Civil	coordinacioncya@uniandes.edu.co	Presencial		4 semestres
		Ingeniería Civil y Ambiental	Especialización en Ingeniería de sistemas Hídricos Urbanos	coordinacioncya@uniandes.edu.co	Presencial		2 semestres
		Ingeniería Civil y Ambiental	Especialización en Manejo Integado del Medio Ambiente	coordinacioncya@uniandes.edu.co	Presencial		3 semestres
Universidad de La Salle	Bogotá	Ingeniería	Especialización en Gestión Energética y Ambiental	enerambiental@lasalle.edu.co	Presencial		2 semestres
		Ciencias Básicas	Maestría en Recurso Hídrico Continental	biologia@lasalle.edu.co macastor@lasalle.edu.co azapata@lasalle.edu.co	Presencial		4 semestres
Universidad de la Guajira	Riochacha	Ingeniería	Maestría en Ciencias Ambientales	atencionalciudadano@uniguajira.edu.co notificacionesjudiciales@uniguajira.edu.co	Presencial		4 semestres

