

Número 16 | Abril de 2021 | Publicación Trimestral.

AGUAS LATINOAMÉRICA

El magazine de los líderes del agua

Aquapolo ejemplo de reúso industrial



Entrevista Gal Zohar
(Presidente de la Sociedad
Israelí de desalación)

Líder H2O

**Novo Rio Pinheiros: la
revitalización de un símbolo
País del Mes**

Índice

03 Editorial

06 País del mes

Novo Rio Pinheiros: la revitalización de un símbolo urbano

11 Líder H2O

Entrevista con Gal Zohar

19 Info H2O

Desalación sin baterías

Inteligencia Artificial para optimizar el consumo de energía en sistemas de bombeo

Urge actualización de tratamientos para combatir la contaminación del agua por arsénico

El Sistema Riachuelo: un mega proyecto de ingeniería

¿Por qué generación de hipoclorito en sitio?

La alianza clave para el mercado brasileiro

40 Plantas

Aquapolo

43 Papeles Técnicos y casos de estudio

Desalinización Perfeccionada

El reciclaje de agua como herramienta de sostenibilidad

Agua regenerada para riego

fenoles hidrofóbicos en agua mediante cromatografía de líquidos de alta eficiencia

69 Nuevos Socios

Katadyn - Almar - Lanxess

70 Responsabilidad Social

Olimpiadas aladyr latam 2020

Presentación perfiles comité jóvenes líderes

78 Oferta Académica

Ecuador

40

La Gestión de AQUAPOLO enfatiza el rol de la valoración de los efluentes frente a los desafíos del cambio climático.

En la semana de conmemoración del Día Internacional del Agua, ALADYR quiso rendir homenaje a la revalorización de efluentes

como recurso difundiendo la labor de Aquapolo - Brasil, el mayor proyecto de reúso de agua con fines industriales del hemisferio sur

En esta edición de Aguas Latinoamérica hemos dado especial énfasis a Brasil, el país que combina una gran población y crecimiento económico con una importante demanda de servicios públicos, normativas puntuales para la inversión privada y voluntad de avanzar en metas relacionadas a agua y saneamiento que se manifiesta en un presupuesto de miles de millones de dólares para los próximos años.

Destacan en nuestras páginas, Aquapolo, una de las estaciones de reúso para fines industriales más importantes del mundo y el Proyecto Novo Ríos Pinheiros, la iniciativa de la Gobernación de São Paulo y Sabesp (empresa de servicios sanitarios de la región) para rescatar su río metropolitano conjugando innovación con sostenibilidad.

Sumamos a ello la alianza entre Tecnipar y VIGAflow, empresas socias ALADYR, que valoran el potencial de Brasil para el crecimiento del mercado asociado a las tecnologías de tratamiento de agua y efluentes.

El lector encontrará papeles técnicos de variados temas que comprenden sistemas de desalinización con energía solar, inteligencia artificial en el tratamiento de agua y el Sistema Riachuelo en Argentina, entre otros. Además, nuestros asociados tienen a su disposición la sección INFO H2O de la Web ALADYR y una entrevista con el presidente de la Sociedad Israelí de Desalación, Gal Zohar, que ofrece un conjunto de lecciones aprendidas por Israel en el tratamiento de agua.

Aprovechamos la ocasión para invitarlos a nuestro primer Foro Latinoamericano Agua: Saneamiento, Potabilización y Gestión de Efluentes, que se realizará del 25 al 28 de Mayo.

¡Gracias por leernos!

Juan Miguel Pinto

Presidente



FORO LATINOAMERICANO AGUA

Potabilización, Saneamiento y Gestión de Efluentes

DEL 25 AL 28 DE MAYO

**SIN COSTO PARA EMPRESAS PRESTADORAS
DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, MUNICIPALES
Y SOCIOS ALADYR**

Más de 80 empresas
de saneamiento

Representaciones de
toda Latinoamérica

16 horas de capacitación
y actualización



WWW.ALADYR.NET



ALMAR[®]
WATER SOLUTIONS

Supplying Water Solutions for a Sustainable Future

Almar Water Solutions is a leading global water infrastructure development and services business creating innovative, utility-scale, solutions for both municipal and industrial sectors.

www.almarwater.com

Novo Rio Pinheiros: la revitalización de un símbolo urbano



Gobernador de São Paulo en Entrevista con ALADYR



La recuperación del río Pinheiros es un esfuerzo conjunto entre la gobernación de São Paulo y Sabesp

Eduardo Pedroza, representante de ALADYR en Brasil, entrevistó a João Doria, Gobernador de São Paulo, a propósito del proyecto Novo Rio Pinheiros, una de las iniciativas de saneamiento más importantes e innovadoras de Latinoamérica y el mundo.

Antes de la conversación, Pedroza resaltó la importancia de las políticas públicas para posibilitar mayores inversiones en infraestructuras de saneamiento y revitalización de ríos. “Debemos evitar el vertido de contaminantes en los ríos, fomentar una lógica de economía circular y aprovechar de manera sostenible el protagonismo del recurso natural en nuestras vidas y actividades económicas” dijo.

El especialista en gestión hídrica habló de recuperaciones de ríos como el Rin en Suiza o el Támesis en Londres, que pasaron de puntos incómodos en el paisaje urbano a ser un patrimonio preciado y valorado.

Señaló al proyecto Novo Rio Pinheiros como una “Iniciativa Importante”. Se trata de un programa del gobierno del estado de São Paulo y de la Compañía de Saneamiento Básico de la Ciudad de São Paulo (Sabesp) que apunta a recuperar esta significativa fuente incluyendo la participación privada e integración de la sociedad.

La entrevista

A continuación se reproduce la conversación entre el representante de Brasil y el Gobernador de São Paulo sobre el proyecto:

EP - Gobernador, es de comprensión general la importancia de nuestros ríos para la salud colectiva, el bienestar y

el desarrollo económico, especialmente muchos de los que atraviesan nuestro paisaje urbano. Pensando en el proyecto Novo Rio Pinheiros, ¿cómo se está llevando a cabo y cuáles son los avances en curso?

JD - El programa Novo Rio Pinheiros se lanzó en 2019 con la participación de Sabesp, diversos organismos públicos y participación de la sociedad. Este programa revitalizará un importante símbolo de la Ciudad de São Paulo. Nuestro objetivo para fines de 2022 es avanzar para mejorar principalmente la calidad del agua de los ríos y arroyos del Río Pinheiros, tratando las aguas residuales y permitiendo así una integración completa del Río Pinheiros en la ciudad. Con el programa se logrará una mejora en el olor existente, un refugio de vida acuática y, principalmente, el retorno de la población a las márgenes del río, resultando en ganancias paisajísticas y un gran potencial económico.

El programa requerirá inversiones para ampliar el saneamiento en aproximadamente R\$ 1,7 mil millones, obras que Sabesp ya está ejecutando con una fuerte gestión ligada al desempeño de las empresas contratadas. Así como, existe un importante frente de trabajo que involucra remoción de basura, profundización del río, monitoreo de la calidad del agua y control de flujo y revitalización de las márgenes, realizado de manera integrada por la Secretaría de Infraestructura y Medio Ambiente con Sabesp, la Empresa Metropolitana de Aguas y Energía (Emae), la Compañía Ambiental del Estado de São Paulo (CETESB) y el Departamento de Aguas y Energía Eléctrica (Daee).

El gobierno de São Paulo ofrece un sitio web de actualizaciones donde tenemos más de 230 mil nuevas propiedades conectadas a la red de alcantarillado y otras 30 mil toneladas de basura retiradas. <https://novoriopinheiros.sp.gov.br>

EP - La expansión del saneamiento es un desafío de infraestructura en América Latina, especialmente en Brasil. Según el Sistema Nacional de Información de

PAÍS DEL MES



REVITALIZARÁ EL SÍMBOLO DE LA CAPITAL

El objetivo es reducir las descargas de aguas residuales a los afluentes y mejorar la calidad del agua

EL RÍO PINHEIROS EN CIFRAS

Extensión de **25 km**
Afluente del río Tietê

de **530 km** de mancha de suciedad
en 1992 reducido a **122 km**
actualmente

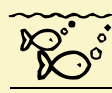
2,3 mil toneladas
retiradas entre enero y junio
de 2019



Integración
con la ciudad



Mejora
del olor



Refugio de
vida acuática



Transporte
fluvial

BENEFICIOS DERIVADOS DEL PROYECTO

EMPRESAS INVOLUCRADAS EN LA OPERACIÓN



sabesp

Inversión de
R\$ 1,5 mil millones
prevista en
la 1ª etapa



CETESB

Auditoría de la
calidad del agua



DAEE

Implantación
de puntos de
atraque para
embarcaciones



Estudio de viabilidad
del uso de Pinheiros
para el ocio, el
transporte y el
deporte

SIGA EL PROYECTO EN
novoriopinheiros.sp.gov.br



João Doria, Gobernador de São Paulo

Saneamiento del país, alrededor del 47% de la población no cuenta con la recolección y tratamiento adecuado de los efluentes generados, por lo que se desecha de manera inapropiada en el medio ambiente. En este desafío de ampliar la infraestructura de saneamiento, evitando la contaminación de los ríos, trabajando también en proyectos de revitalización, ¿cómo entiende que es el mejor modelo para atraer inversiones? ¿Dónde debemos mejorar? ¿Cómo ha sido el proyecto Novo Rio Pinheiros?

JD - São Paulo y Brasil tienen un gran potencial para atraer inversiones, especialmente en esta área de infraestructura y medio ambiente. Creemos en la atracción de inversiones privadas a través de concesiones y alianzas público-privadas en todas las regiones del estado, en diversas áreas.

En el contexto del río Pinheiros, firmamos, por ejemplo, un contrato para revitalizar la antigua Usina da Traição a orillas del río. Un proceso realizado entre Emae y el consorcio Usina São Paulo. El consorcio ganó la licitación realizada en septiembre y será el encargado de implementar espacios de uso público en un área de aproximadamente treinta mil metros cuadrados. La licitación ganadora para la concesión del área Usina Traição, con el monto de R\$ 280 millones, representó un agio de 1.900%, lo que demuestra la confianza del mercado en el proyecto.

En este espacio se construirá una instalación moderna e impresionante, con cafés, bares, restaurantes, tiendas, gimnasio, museo y el cine al aire libre más grande de

América Latina. Además, el Gobierno de São Paulo dejará de gastar R\$ 12 millones por año, necesarios para mantener la llamada Usina da Traição, ahora rebautizada como Usina São Paulo.

EP - Encontramos que el proyecto Novo Rio Pinheiros tiene una visión integral que reúne sistemas de saneamiento centralizados y descentralizados, reduciendo principalmente la carga orgánica contaminante. Pero el éxito de su ejecución está por llegar, y se trata de evitar que el río sea destino de basura arrastrada por la lluvia, vertidos clandestinos y sin duda exigirá el compromiso de la sociedad. ¿Cómo piensa promover este compromiso e involucrar a la sociedad en este proyecto?

JD - El programa involucra a la sociedad, con acciones de comunicación, educación ambiental y, sobre todo, para brindar las condiciones adecuadas para desechos la basura. El trabajo se lleva a cabo involucrando a los líderes locales de cada comunidad. Cuando es posible, los equipos recorren los barrios puerta a puerta, tomando las precauciones por la Pandemia, para orientarlos en la correcta disposición de los residuos sólidos. En esta conciencia actúan representantes de Amlurb (Autoridad Municipal de Limpieza Urbana) y profesionales de la salud.

EP - Muchas gracias Gobernador, tenemos esperanzas en ALADYR y creemos que el programa Novo Rio Pinheiros es el comienzo de varias iniciativas similares en São Paulo, Brasil y América Latina.

PAÍS DEL MES



La obra incluye el saneamiento de más de 3 millones de personas viviendo en áreas informales



Soluciones Innovadoras para los Desafíos Globales del Agua

Ruhrpumpen ofrece una completa, confiable y energéticamente eficiente gama de bombas para procesos de desalinización que ayudan a resolver los problemas de agua en el mundo.

Nuestros equipos cumplen con las más altas expectativas del cliente en términos de eficiencia, ciclo de vida y facilidad de mantenimiento, reduciendo sus consumos de energía al mínimo necesario.

Las bombas Ruhrpumpen se ofrecen en una variedad de materiales resistentes a la corrosión para garantizar su durabilidad en todas las etapas del proceso de desalinización.



Contáctenos para saber cómo nuestras soluciones de bombeo pueden ayudarlo a usted y al medio ambiente

ALEMANIA, Witten ■ EUA, Tulsa ■ MEXICO, Monterrey ■ INDIA, Chennai ■ BRAZIL, Rio de Janeiro
ARGENTINA, Buenos Aires ■ CHINA, Changzhou ■ REINO UNIDO, Lancing ■ EGIPTO, Suez ■ RUSIA, Moscow

Contáctenos a info@ruhrpumpen.com >> www.ruhrpumpen.com

LíderH2O

Especialistas del AGUA

Entrevista con Gal Zohar: PRESIDENTE DE LA SOCIEDAD ISRAELÍ DE DESALINIZACIÓN

LAS PREGUNTAS FUERON HECHAS POR EL PRESIDENTE DE ALADYR, JUAN MIGUEL PINTO Y EL INSIGHT QUE RESULTÓ DE LA CONVERSACIÓN EN TÉRMINOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS, PERSPECTIVAS DEL MERCADO, TIPOS DE CONTRATACIONES Y AVANCES TECNOLÓGICOS FUE INVALUABLE PARA LATINOAMÉRICA, DADO QUE ISRAEL ES EL EJEMPLO DE CÓMO LA DESALACIÓN Y EL REÚSO SON HERRAMIENTAS EFICACES PARA ENFRENTAR LA ESCASEZ DE AGUA.

Sobre Gal Zohar

Ejecutivo activo de alto nivel orientado a la obtención de resultados, con amplia experiencia en planificación estratégica, dirección del crecimiento, desarrollo, finanzas e implementación de proyectos de infraestructura y nuevas líneas de negocio, así como en la reconversión de negocios de bajo rendimiento, principalmente en los sectores del comercio minorista y de las infraestructuras en los mercados locales y globales de Asia y América del Norte.

JM ¿Cuáles consideras que son los principales desafíos que el mundo afronta en materia de agua potable y saneamiento?

GZ No estoy seguro de que haya un solo problema principal, pero en mi experiencia, hoy en día la tecnología se ha vuelto muy eficiente y por lo general podemos proporcionar la mejor agua a un precio muy accesible. El principal problema es la legislación. Usualmente vemos que la falta de legislación suficiente y de permisos se ha vuelto el mayor obstáculo para que la industria pueda construir más plantas de desalinización de agua de mar en todo el mundo y, por supuesto, también en Sudamérica.

JM Estás en lo correcto. La legislación es un gran reto para muchos países. ¿Qué opinas de la parte económica? ¿Qué tan difícil o desafiante es esa parte?

GZ Bueno, como dije, básicamente hoy en día el precio se ha vuelto mucho más accesible. Recientemente, en Israel, IDE Technologies ganó una licitación de desalinización de agua de mar de gran magnitud ofreciendo un precio de 0,40 centavos por metro cúbico, que es el más bajo de la historia. Lo cual es aún más impresionante si se tiene en cuenta que el proyecto Sorek B está situado a 2 kilómetros y medio tierra adentro y no cerca del mar, y el precio de la electricidad en Israel sigue siendo relativamente muy alto. Eso significa que nuestro coste está en el límite de los 0,40 centavos por metro cúbico y también hay otras empresas que ofrecen más o menos el mismo precio en los últimos dos o tres años y, posiblemente, se llegue a un menor precio en los años siguientes.

Pero, en el otro extremo, una perspectiva global, creo que la pandemia está afectando a la mayoría de las economías del mundo y últimamente los gobiernos tienen muchos proyectos prioritarios debido a ésta; por lo que se vuelve un desafío que un gobierno pueda financiar un proyecto inicial u otro proyecto hipotético, eso realmente es el mayor obstáculo ahora.

JM Sí, eso tiene mucho sentido. Una última pregunta relacionada a la anterior ¿Cuál sería tu consejo, desde el punto de vista legal, para los países de América Latina? ¿Cómo podemos hacer para afrontar mejor los retos del agua y el saneamiento?

GZ Dado que la mayoría de los proyectos últimamente apuntan a BOT o BOO o cualquier otro tipo de esquema PPP (Asociación Público – Privada en inglés) similar, creo que el mayor obstáculo es crear la estructura legal necesaria que permita a las empresas ofrecer un precio BOT competitivo para el gobierno. Eso significa que no sólo tenemos que dar al sector privado un entorno seguro, lo que supone que todos los permisos existan, que la ubicación está asegurada y que los riesgos medioambientales ya están cubiertos, sino que también deberíamos cerciorarnos de que los aspectos financieros se gestionan de forma tal que las empresas puedan financiar el proyecto mediante préstamos comerciales competitivos, y eso sólo estará disponible cuando los gobiernos sean capaces de ofrecer un préstamo comercial con un esquema financiero amplio y aprobado para 25 o 30 años.

Esto significa que el gobierno debe asumir algunos riesgos financieros como, por ejemplo, el riesgo de cambio, seguros políticos y otros similares, lo que permitirá al sector ofrecer un precio más barato y accesible del agua.

JM Gracias. Vamos con la siguiente pregunta. ¿Cuál cree que es la mayor fortaleza de la gestión hídrica de Israel?

GZ En primer lugar, disfrutamos de la experiencia. La historia de Israel es bastante singular, porque Israel está situado en medio del desierto de Oriente Medio. Después de la Segunda Guerra Mundial, Israel tuvo que absorber cientos de miles de nuevos inmigrantes judíos procedentes de Europa. En aquel entonces, Israel era un desierto, no había agua superficial. Había un pequeño lago y ningún río. En 1948 no había viviendas, ni educación, ni escuelas, ni hospitales y tampoco agua. El gobierno de Israel decidió crear una nueva fuente de agua y la única fuente disponible era el mar, el agua de mar. Entonces, hace 70 años, era algo como de ciencia ficción. Pero sólo tomó 15 años para que IDE dirigiera la primera planta desalinizadora de agua de mar en 1960 y, desde entonces, hemos construido casi 500 plantas.

Ahora, tener una experiencia de tantos años, nos permitió liderar, o ser uno de los líderes en el mercado aportando nuevas tecnologías y formas de tratar el agua. En segundo lugar, Israel es básicamente un país pequeño con una población densa. Así que en Israel es muy fácil no sólo desalinizar el agua de forma barata, sino también reciclar las aguas residuales municipales y transportarlas a las zonas agrícolas porque las distancias son muy cortas. Esto facilita las cosas mucho más que en otros lugares, que son mucho más grandes y los sistemas de transporte son más caros. Estos dos elementos hicieron de Israel uno de los líderes en el tratamiento del agua.

LÍDER H2O



El proyecto Sorek B desalará a un precio de 0,40 centavos por metro cúbico

JM Sí, básicamente son los pioneros, aprendieron por el camino difícil cómo desalinizar el agua, ahora son expertos. Y también el hecho de que sean un país pequeño les ayuda a realizar los cambios más fácilmente en comparación con, quizás, Australia, que es mucho más grande y puede ser más difícil integrar los sistemas de agua que en Israel.

GZ No sólo eso, yo diría que el gobierno de Israel es también muy, digamos, “valiente”. Quiero decir que antes de las primeras plantas de desalinización grandes en Ashkelon, en Israel, que es de 550 mil metros cúbicos por día, la planta más grande era de 50 mil metros cúbicos por día. Así que el gobierno israelí asumió un gran riesgo al decidir construir una nueva planta desalinizadora que es más de 10 veces más grande que la mayor planta desalinizadora que se construyó antes.

También, en el tratamiento de lodos, es decir, la primera ambición israelí era reciclar el 90% de las aguas residuales municipales, lo cual es muy ambicioso y la capacidad de asumir riesgos razonables creo que permite al país liderar la industria en muchos aspectos.

JM Sí, por supuesto, y como sabemos, el agua es realmente importante para la economía de cualquier país y la población. Gracias por la respuesta. Pasemos a la siguiente pregunta. Acorde a información de la Embajada de España en Tel Aviv, la producción de agua reusada y desalada ha crecido un 117%. Sin embargo, al mismo tiempo, el uso de agua dulce ha descendido en 40%.

¿Cómo cree que será esta relación en el futuro?

GZ Así que, como dije, en Israel, creo que el Gobierno decidió agotar todas las formas razonables de minimizar el consumo de agua. Lo hicieron mediante dos acciones principales. Una, como dije, es reciclar las aguas residuales municipales y utilizar esa fuente de agua para el riego. La segunda fue educar a la población mediante anuncios de televisión, programas educativos desde el tercer o cuarto grado durante todo el período de educación de cada estudiante en el país. Los alumnos y estudiantes se esfuerzan por ahorrar agua, llegamos a un mínimo.

El consumo de agua en Israel, más allá de ser un país pequeño, es un país desarrollado y el su consumo no sólo es uno de los más bajos, si no el más bajo en la comparación entre países desarrollados. Pero como ya hemos agotado todas las aguas residuales municipales, hemos agotado la reducción potencial del consumo de agua por parte de los ciudadanos, y también hemos agotado todas las aguas superficiales disponibles, creo que cada gota de agua adicional que haya que consumir tendrá que ser agua del mar desalada, porque no tenemos ninguna fuente de agua adicional.

JM Gracias. Siguiendo pregunta. En cualquier país tenemos el sector privado y tenemos el gobierno (sector público). Entonces, en relación con la gestión del agua, ¿Cuál es el secreto? ¿Cómo hace Israel con su agua? ¿Usted, como parte de IDE, una empresa privada, trabaja

con el gobierno para abrir el camino del agua en Israel?

GZ Tengo dos sombreros: uno es el de director general de IDE Water Assets en IDE Technologies y el segundo el de presidente ejecutivo de la Sociedad Israelí de Desalinización y esa sociedad combina todos los sectores relevantes en Israel. El sector gubernamental, el sector privado y la academia.

En Israel, disfrutamos de un alto nivel de colaboración entre los tres sectores y creo que mantenemos canales abiertos de transferencia de conocimientos, de consultoría entre esos sectores y eso permite al Gobierno liderar, me parece, el mundo con el uso de la desalinización del agua de mar proporcionando o implementando las tecnologías más avanzadas, utilizando las estructuras de financiación más avanzadas mediante el control y la supervisión de la fabricación de agua en Israel con resultados que son evidentes.

No hay escasez de agua en Israel, aun cuando no tenemos fuentes de agua superficial y la lluvia es muy escasa...A diferencia de otros países de la región, la disponibilidad de agua en Israel es limitada.

JM Cuando dice que hay un canal abierto entre el gobierno y las empresas privadas. ¿A qué se refiere? ¿Cómo funciona? ¿Cómo ayuda este canal abierto al sector del agua?

GZ En primer lugar, existe la burocracia habitual, es decir, en Israel hay una agencia de desalinización del agua, muy profesional y con mucha experiencia y dedicación, que reúne a algunas de las mejores personas del sector

que dirigen la estrategia de desalinización en Israel. Esta agencia goza de mucha experiencia y, como se ha dicho, de la responsabilidad de personas muy experimentadas y conocedoras. Además, la propia sociedad está en una etapa en la cual los aspectos públicos de la desalación se exponen de forma abierta. Todas las opiniones están permitidas y el gobierno es uno de los participantes en esas discusiones. Y aquí, los diferentes enfoques también pueden disfrutar de un acercamiento no sólo a las empresas más experimentadas como IDE o Mekorot, sino también a las empresas más pequeñas e incluso a las empresas de nueva creación que sugieren ideas diferentes o nuevos tipos de innovación. La combinación de todo ello es la condición o la razón por la que Israel es una región tan innovadora en materia de desalinización.

JM Gracias, pasemos a la siguiente pregunta. ¿En qué rubros industriales considera que la desalación y reúso de agua se están volviendo más importantes?

GZ En primer lugar, creo que, debido al cambio climático, no hay duda de que el mercado residencial será siempre el mayor consumidor de desalinización de agua de mar porque, por un lado, la disponibilidad de agua limpia es cada vez más escasa. Por otro lado, hay un crecimiento de la población en muchas zonas, así que no hay duda de que el consumo residencial será siempre el mayor. Pero en cuanto a las nuevas tendencias, creo que el mercado agrícola se está convirtiendo en el sector más interesante.

Incluso antes del golpe de la pandemia, los precios de los cultivos, no todos, pero sí algunos, se volvieron muy altos



Israel carece de fuentes superficiales de agua y su única opción para satisfacer la demanda es el mar

y caros. No me refiero sólo a los casos extremos como el aguacate, el mango y las bayas, sino también a otros cultivos de simples verduras como la lechuga, los tomates o algunos tipos de cítricos se encarecieron mucho. La pandemia no hizo más que aumentar este fenómeno. Así que podemos ver un fenómeno en el que los precios de los cultivos se incrementan, los precios de la fabricación de la desalinización del agua de mar han disminuido y la disponibilidad de las aguas superficiales y las lluvias también es muy baja. Entonces, esas tres tendencias juntas, hicieron que utilizar la desalinización de agua de mar como fuente para agua de riego se volviera más razonable en muchas áreas.

No estoy diciendo que el agua desalinizada pueda sustituir a la lluvia, sino que me refiero a las zonas en las que el agua y las aguas superficiales son mucho más escasas, que no son pocas, creo que la desalinización se ha convertido en una solución muy razonable y, a veces, en la única solución.

JM Sí, Estoy totalmente de acuerdo con usted. En el caso de Latinoamérica, te puedo decir que México es uno de los líderes en desalinización para la agricultura. Hemos visto algunos otros casos también en Chile y Argentina. Al final, tienes que conseguir el agua a como dé lugar

En relación a las regulaciones para desalinización en Israel ¿Cuál crees que es la legislación o elemento clave que ayudó a promover la desalinización en Israel y que podríamos usar en Latinoamérica?

GZ Es básicamente una respuesta muy simple. La agencia desalinizadora de Israel logra precios muy bajos de agua debido a todo el trabajo de fondo que hicieron antes de presentar la licitación. Cuando buscas una licitación de desalinización de agua de mar en Israel, verás la ubicación con el 90% de los permisos, verás una obligación dura o un compromiso sólido del Gobierno para comprar o hacer compras obligatorias de agua durante 25 años y sabrás más o menos toda la legislación, todos los requisitos legales que te quedan por cumplir durante el proyecto y los 25 años de operación.

En cierto modo, un nivel tan alto de claridad puede reducir muchos factores de inseguridad que se suelen pasar por alto en otros lugares y a veces también en América Latina. Debido a eso, por ejemplo, los licitadores saben que esta licitación está asegurada, ellos inyectan más recursos en la preparación de la licitación, porque saben que, al final de la licitación, va a haber un proyecto. Me refiero a que alguien ganará el proyecto y construirá la planta desalinizadora, mientras que, en otros lugares, incluso cuando se plantea la licitación, no se sabe con certeza si se va a materializar en un proyecto o si es sólo un ejercicio.

Así que creo que la preparación es clave y el uso de suposiciones razonables también lo es y, además, hay que contar con asesores preparados y reputados. En Israel el mercado local también es muy sofisticado, pero al principio se recurrió a los campos globales y a los campos tecnológicos que tenían experiencia en la preparación de una licitación, creo que el marco normativo crea el éxito de la licitación y del proyecto después.

JM Sí, básicamente te refieres al compromiso. El Gobierno tiene que estar comprometido con el proyecto.

GZ Comprometido y también reducir todos los riesgos medioambientales y administrativos al mínimo, lo que aumentará la probabilidad desde la perspectiva del sector privado.

JM De acuerdo. Desde el punto de vista de la regulación, por ejemplo, en América Latina es realmente complicado conseguir un permiso, y normalmente en los proyectos, como has dicho, te dirán “por

favor necesitamos una planta”, pero no tienes un permiso, tienes que pasar por todo el proceso ¿tienes alguna recomendación sobre este aspecto?

GZ Simplificar el proceso. No sé si agilizar los permisos, a veces la forma más rápida es utilizar los permisos existentes. Por ejemplo, sustituir una antigua central eléctrica por una planta desalinizadora y aprovechar las tomas de agua ya existentes, que es uno de los principales problemas a la hora de obtener los permisos. También, la tubería de salmuera. A veces puede resolver algunos de los problemas, pero aparte de eso, los permisos deberían ser más rápidos y sencillos para aumentar la probabilidad de los proyectos de infraestructura.

JM En el caso de Israel, ¿Utilizan la reutilización del agua para beber?

GZ No. La respuesta sencilla es no y eso se debe principalmente a que necesitamos mucha agua para el riego, por lo que lo más probable es que la mayoría de las aguas residuales municipales se traten y se envíen a las zonas agrícolas utilizando una red diferente. Además, todavía tendríamos que añadir requisitos de agua potable para las tierras de cultivo, por esta razón no utilizamos el agua de reúso para beber, pero en IDE como empresa tenemos mucha experiencia proporcionando reutilización para los requisitos de agua potable para beber.

JM No sé si usted sabe que en América Latina hay un gran desafío sobre la reutilización para la agricultura. Varios países no tienen la regulación o básicamente no hay una percepción positiva de la población sobre el uso de la reutilización del agua para la agricultura. ¿Alguna recomendación sobre este tema?



Western Galilee tendrá una capacidad de 100 millones de metros cúbicos por año

GZ Creo que todo empieza y termina con la educación y con los esfuerzos de relaciones públicas. Quiero decir que la gente debería entender que la disponibilidad del agua es limitada y que no tenemos demasiadas opciones. Incluso en lugares donde la gente solía tener 40 días de lluvia al año, como en muchos lugares de América Latina, ahora tienes menos de la mitad.

De cara al futuro, las opciones son esperar y ver si este cambio climático se detiene, se revierte y vuelve a producirse, y creo que la alternativa más pragmática es tratar de averiguar cómo podemos utilizar las fuentes de agua disponibles y crear situaciones en las que la autorización para utilizar las aguas residuales municipales, las aguas residuales industriales y, por supuesto, el agua de mar para el riego e incluso para el agua potable sea mucho más rápida y sencilla, porque si nos quedamos en la situación actual en algunos lugares ya hemos llegado a una situación de crisis, y esa crisis está a la vuelta de la esquina en muchas otras regiones.

JM Gracias. La siguiente pregunta. Al principio de esta entrevista hablabas de APP, BOT como una recomendación para hacer el proyecto más fácil y rápido. En el caso concreto de Israel, ¿Cuál de estas estructuras se utiliza más?

GZ No más. 100% BOT

JM Sólo una

GZ Sí, y no es por una razón de financiación. La razón por la que suelo preferir el BOT no es porque sea mejor para el sector privado. El sector privado prefiere el EPC, proyectos llave en mano, es decir, cobrar el dinero e irse.

Creo que los clientes de los gobiernos deberían preferir el BOT porque en una estructura de BOT se dividen las responsabilidades de una manera mucho más sensata y especial.

En América Latina, donde muchas agencias de agua carecen de los conocimientos o la experiencia necesarios; al elegir un sistema BOT les permitirá dividir o asignar la mayor parte de los riesgos y la mayor parte del despliegue en el sector privado.

En un BOT o en un contrato de compra obligatoria, se paga el alquiler a través de los 25 años sólo por el agua que se consume y sólo cuando la planta está disponible. Así, se pueden evitar situaciones en las que, por ejemplo, en los proyectos de construcción a veces los contratistas no proporcionan el mejor equipo o que no durará 25 años, y simplemente pasan la prueba de aceptación, cobran el dinero y se van.

En una licitación BOT, hay una alineación de intereses entre el cliente y el vendedor porque el vendedor sabe que para recibir su dinero, la planta debe estar disponible para operar al 100% de la capacidad y requerimientos contractuales a lo largo de 25 años y esa alineación mutua de intereses facilita mucho las cosas desde el punto de vista del consumidor o del gobierno o del sector público porque aunque no sean los más educados o los más sofisticados, saben que la estructura del proyecto, y al pagar sólo por el agua que está disponible o el agua que realmente consumen, les ayuda a minimizar el riesgo y creo que es la mejor opción para todos.

JM Sí, creo que tiene todo el sentido lo que nos cuentas.

También considero que es la mejor solución para todos, sector privado, gobierno, usuario, todos. Como sabemos, Israel es uno de los países con mayor tasa de reúso del agua en el mundo, algunas otras áreas o países desarrollados, tienen una tasa de reúso de agua realmente bajos por muchas razones diferentes. ¿Tiene alguna idea o recomendación para esos países? ¿Qué deberíamos hacer para la reutilización del agua? ¿Algún consejo o indicación de por qué Israel es pionero en la reutilización del agua?

GZ Israel es pionero en la reutilización del agua básicamente porque no tenemos alternativas. A diferencia de América Latina, Israel tiene mucha menos agua, no tenemos la de otra. La experiencia habla por sí sola. Además, la segunda razón es que Israel, geográficamente, es pequeño por lo que es muy fácil llevar las aguas residuales municipales a las zonas de cultivos, este no es el caso de América Latina, las distancias entre las zonas de población y las zonas agrícolas son bastante más grandes.

No estoy seguro, pero debido al coste del transporte, la reutilización del agua tal vez no sea siempre la mejor solución. Si hay una proximidad entre las zonas agrícolas y la ciudad, se pueden utilizar las aguas residuales municipales, que usualmente son más baratas que el tratamiento del agua de mar y no es necesario reducir los niveles de boro, por ejemplo, y tienen algunas otras ventajas, por lo que creo que en muchos casos tiene mucho sentido utilizar las aguas residuales para la agricultura.

JM Correcto, totalmente de acuerdo, al final es un asunto económico. Si la reutilización del agua tiene más sentido desde el punto de vista económico que la desalinización de agua, tendrá más probabilidades de llevarse a cabo. Para la siguiente pregunta, ¿Puede nombrar tres proyectos que considere muy relevantes, desde el punto de vista de las aguas residuales y la desalinización y por qué?

GZ ¿Se refiere a tres proyectos en Israel o en América Latina?

JM (42:37) Worldwide. Tres proyectos que creas que son muy importantes o muy claves, desde el punto de vista de la desalinización y el tratamiento de aguas residuales.

GZ (42:50) Creo que Sorek, el proyecto que estamos construyendo ahora va a ser el buque insignia no sólo del programa israelí, sino del mundo, porque va a proporcionar, desde el punto de vista tecnológico un enfoque diferente para la desalinización. No puedo hablar mucho de ello ahora, pero creo que hay grandes mejoras en ese proyecto y uno de los resultados es el récord mundial de menor precio del agua.

Realmente espero que en América Latina el proyecto insignia de la minera Codelco en Chile va a presentar el avance del mercado de la desalinización en Chile, porque no va a ser la primera desalinización de agua de mar a gran escala, pero va a ser el primer proyecto

independiente a gran escala. Creo que Chile es uno de los países líderes en América Latina y Codelco es uno de los mayores clientes de agua. Creo que va a ser el primero o un pionero en ese sentido.

El proyecto que estamos apuntando actualmente en el caso de IDE es otro en Israel que es el de Western Galilee (norte de Israel) que es, de nuevo, un proyecto a gran escala, de 100 millones de metros cúbicos por año y fue emitido hace unos meses y se espera para unos meses. Espero que este sea nuestro próximo proyecto a gran escala.

JM Ese proyecto parece un gran reto, suena enorme. Nuestra última pregunta para usted, para terminar esta entrevista. ¿Cómo cree que Covid-19 afectará a la industria del agua en Israel y en el mundo?

GZ: A corto plazo veo diferentes consecuencias en diversos países. En algunos países, la pandemia detuvo todas o la mayoría de las actividades del gobierno y, observamos que los proyectos y programas fueron pospuestos y que el gobierno y las agencias de agua han dejado de operar y las cosas están en espera. En otros lugares se puede ver el fenómeno contrario. En algunos países, el gobierno, para apoyar la actividad económica, ha acelerado los proyectos, como Israel o Estados Unidos, por ejemplo. En otros lugares de Oriente Medio, como los Emiratos Árabes o Arabia Saudí, pueden verse situaciones donde el gobierno para apoyar la economía ha acelerado los proyectos de infraestructura incluidos los relacionados con el agua, y ahora se puede ver una especie de explosión en los proyectos relacionados con el agua.

A largo plazo, creo que muchas economías han comprendido que la infraestructura es mucho más frágil de lo que habían previsto inicialmente. Creo que cuando la pandemia termine habrá un replanteamiento sobre la infraestructura que concluirá con algunos tipos de proyectos hídricos a gran escala o mejoras en las infraestructuras hídricas y espero que también logremos promover nuestra industria.

JM Gal, muchas gracias por todo tu tiempo, gracias por tus consejos y por la experiencia que estás compartiendo con nosotros. Estoy seguro de que la gente de América Latina va a estar muy contenta de leer y ver esta entrevista. De nuevo, gracias por estar con nosotros.

GZ Muchas gracias, ha sido un placer.

SOLUÇÕES INTEGRADAS PARA A GESTÃO DE ÁGUAS

Especialista em saneamento e tratamento de água e efluentes, a aQuamec atua em projetos, fabricação, instalação, manutenção e reformas de sistemas e equipamentos destinados ao tratamento de água bruta e industrial, tanto para abastecimento como para reúso, e de efluentes municipais e industriais.

Contratados em modalidades como EPC, BOO e BOT, os sistemas são fornecidos em formato convencional ou estações compactas, disponíveis em tecnologia MBR, MBBR, de ultrafiltração e osmose reversa.



TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES

SISTEMAS PARA TRATAMENTO

- Convencionais, Compactos e Especiais
- EPC, BOO, BOT, AOO, AOT e O&M

EQUIPAMENTOS PARA TODAS AS ETAPAS DE TRATAMENTO

- Tratamento Preliminar
- Aeração
- Remoção de Lodo
- Adensamento, Desidratação e Secagem de Lodo
- Agitação e Mistura
- Desinfecção
- Filtração e Purificação



VÁLVULAS E EQUIPAMENTOS ROTATIVOS

VÁLVULAS

- Borboleta
- Controle
- Esfera
- Fluxo Anular
- Gaveta
- Retenção
- Ventosa
- Dispersora

BOMBAS

- Centrífugas
- Autoescorvantes
- Submersíveis
- Fluxo Axial
- Sucção a Vácuo
- Combate a Incêndio
- Sistema Flutuante

COMPRESSORES E SOPRADORES

ACESSÓRIOS

 OTIMIZAÇÃO, REUTILIZAÇÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

www.aquamecbrasil.com.br

aQuamec
ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

Desalación Solar Sin Baterías: El Santo Grial de la OI



La innovación de OSMOSUN® by Mascara podría ser un game changer en el mundo de la desalación con energías renovables. Conjuga inteligencia en la administración de los recursos energéticos con presiones hidráulicas para superar las intermitencias de la irradiación solar.

La desalación por ósmosis inversa (OI) y la energía fotovoltaica constituyen (EF) un matrimonio sostenible. La unión de estos dos ha sido probada en los confines más desérticos del planeta para llevar agua potable en donde sólo cuentan con agua de mar o pozos salobres. No obstante el éxito de la solución; la relación siempre se ha visto empañada por baterías de almacenamiento eléctrico.

Prescindir de las baterías no parecía posible porque las membranas de ósmosis inversa requieren una potencia constante y las celdas fotovoltaicas están a merced de las intermitencias ocasionadas por las condiciones meteorológicas. Es aquí donde entra en escena Mascara, una empresa socia ALADYR que remonta sus orígenes a una villa situada en la cordillera Atlas de Argelia – África, cuyo suministro de agua proveniente de pozos era apenas potable debido a su salobridad.

La propuesta de los fundadores de Mascara (nombre de aquella villa argelina) para que la desalación por energía solar fuese más asequible y sostenible fue OSMOSUN®, una tecnología patentada capaz de funcionar sin baterías y producir un caudal potable de hasta 90 metros cúbicos por hora.

Se trata de plantas autónomas, móviles, compactas y fáciles de instalar, además de tener costos de

manutención y operación relativamente bajos. Ya están presentes en diversas partes del mundo con aplicaciones municipales, militares y de emergencias.

Cuentan con casos de éxito a lo largo de la línea del Ecuador, incluyendo Europa, África, Asia y Oceanía. En Latinoamérica Mascara tiene proyectos sociales de desalación en Colombia, específicamente para abastecer a La Guajira y comunidades de la costa del océano Pacífico de ese país; y en Concepción al sur de Santiago de Chile. También se abren paso en la región con proyectos más grandes para ciudades.

El Santo Grial

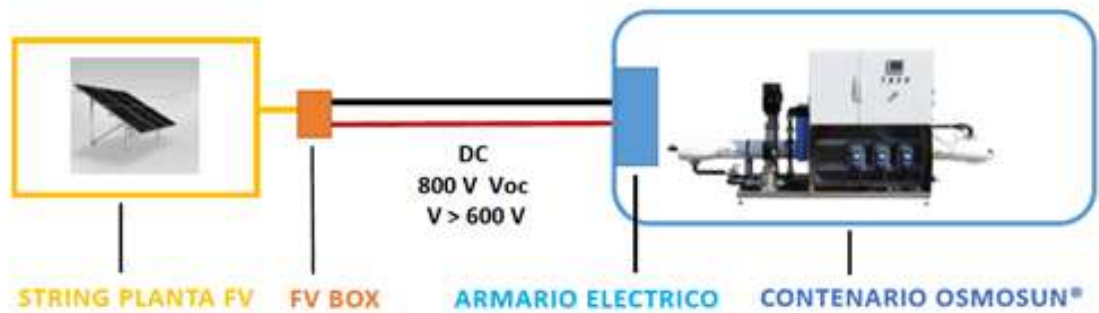
Sacar a las baterías de la ecuación OI + EF ha sido el Santo Grial para la masificación descentralizada de la desalación. A la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación de aguas y suelos que ocasiona el desecho de las baterías debe sumarse el costo y la gestión de reemplazarlas, lo que en lugares remotos incide en la insostenibilidad.

Incluso en la hibridación entre la red eléctrica convencional y la energía fotovoltaica parece ser inviable prescindir del almacenamiento eléctrico puesto que la interrupción repentina en el servicio ocasionaría daños en el sistema de OI.

Otro problema a la interrupción energética por eventos climáticos o por el simple devenir de la noche es la variabilidad de la irradiación solar durante el día que puede ser de hasta un 80% en un segundo, pudiendo ocasionar variaciones de presión y de caudal que son insoportables para los sistemas de OI convencionales.

Entonces, la energía solar sin batería supondría una reducción considerable en los costos del proyecto al tiempo que los hace ecológicamente más sustentables, pero ¿cómo es posible?

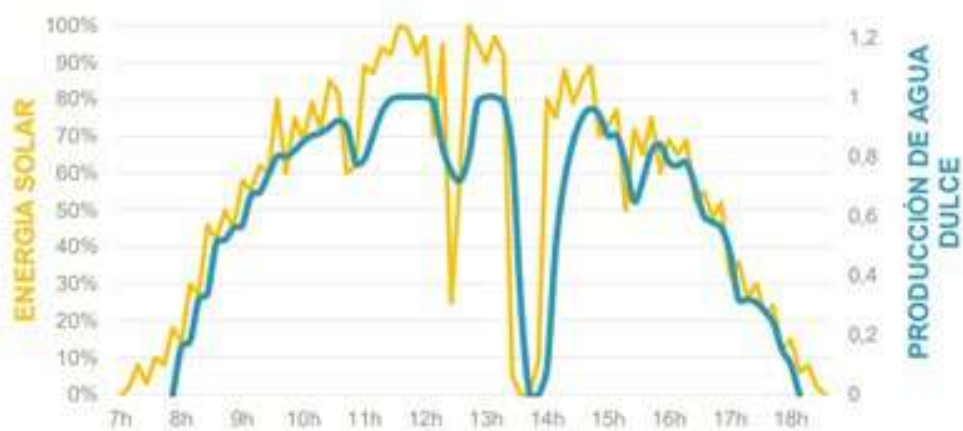
PLANO: OSMOSUN® Y SU PLANTA FOTOVOLTAICA



Planta fotovoltaica

La incompatibilidad OI+EF sin baterías es resuelta con OSMOSUN®: una tecnología que gestiona la energía captada por los paneles fotovoltaicos y la distribuye inteligentemente entre las numerosas bombas que hacen parte del proceso de OI. Esto sucede en un armario eléctrico de fácil transportación.

Con este control se modifica el caudal de producción de agua dulce en función de las variabilidades de la irradiación solar, manteniendo la alimentación por encima de los parámetros mínimos, evitando las precipitaciones en las membranas y controlando subidas repentinas para no padecer el golpe de ariete.



Producción de agua según energía solar

El sistema adapta la producción de agua dulce a las variabilidades de la energía solar que pueden ser de 80% en un segundo.

La inteligencia del proceso está determinada por el algoritmo Mascara con tracking MPPT (seguimiento de punto de máxima potencia, según sus siglas en inglés), el cual se encarga de regular las potencias para las bombas de captación de agua, de filtración, centrífuga, de limpieza in situ (CIP) y el recuperador de energía.

La otra clave está en el sistema hidráulico de almacenamiento mecánico, llamado Acumulador Hidráulico: cuando la potencia solar disminuye, este acumulador libera la energía potencial mecánica que se almacena en la forma de agua a presión, lo que también influye en estabilizar la variación de la presión en las membranas.

Entonces, es la interacción de la potencia variable con el sistema hidráulico lo que permite la compatibilidad de la ósmosis inversa y la energía fotovoltaica sin las baterías. Esta combinación exacta entre las soluciones eléctricas y mecánicas constituye un avance inconmensurable para la desalación y, en última instancia, para la seguridad hídrica en lugares remotos donde no se tiene acceso a la red eléctrica y reemplazar las baterías es una odisea por el difícil acceso.

El Instituto Europeo de Membranas validó esta innovación midiendo la resistencia mecánica a las variaciones de presión y caudal a largo plazo, cuyos ensayos arrojaron una vida útil para las membranas de este sistema de siete a nueve años.

El proceso:

Mascara resume las funciones de su sistema de la siguiente forma.

- Se adapta para optimizar instantánea y automáticamente el caudal, la presión y las tasas de recuperación a la energía solar variable.
- Supervisa el parámetro clave de la vida útil de la membrana * (de 8 a 10 años) suavizando las variaciones de flujo y presión gracias a un acumulador hidráulico y un lavado automático de la membrana con agua dulce durante la noche.
- Optimiza el consumo de energía (2,5KWh / m3 para agua de mar con una salinidad de 35g / litro) con un dispositivo de recuperación de energía eficiente (96%).
- Optimiza la producción solar con un inversor DC / AC patentado con frecuencias variables, incluido el MPPT (Maximum Power Production Tracking).
- Asegura un monitoreo remoto permanente.



Otros beneficios

La gestión inteligente de los recursos eléctricos e hidráulicos también supone una reducción del consumo mínimo de energía específico. Así lo constata el programa de desalación solar de Masdar en Abu Dabi que eligió el sistema OSMOSUN® como el proyecto piloto número uno en energía mínima con un valor de 2,5 kilovatios hora por metro cúbico.

Otro beneficio es una recuperación variable del SWRO en términos del agua de permeado que se ubica entre el 30% y el 38% del agua de alimentación, lo que incide en una reducción significativa en químicos como el antiincrustantes y en una salinidad del rechazo que es casi la misma que la del mar.

También, al reducir el impacto ecológico ocasionado por las baterías, el proyecto aumenta sus probabilidades de selección por parte de organizaciones no gubernamentales, para quienes la sustentabilidad es un criterio importante para la contratación.

Este proceso aplicado a la OI también representa una oportunidad para el sector de la distribución eléctrica o red pública al dotar de flexibilidad a la demanda de potencia. Es decir, que la empresa podría aumentar su producción de energías renovables compatibilizando, a través de esta innovación, la generación con la demanda.

Hibridar el suministro energético renovable con la red convencional para abastecer una OI compensaría las reducciones en el caudal de permeado a propósito de los ajustes automáticos que hace el sistema para adaptarse a las variabilidades de la irradiación solar, aumentando así el campo de aplicaciones para esta tecnología.

Por último, son estas innovaciones las que rompen las barreras y cambian el juego de una industria por completo hasta convertirse en estándares ineludibles.



Proyecto piloto de Mascara en Masdar alcanzó el reconocimiento al consumo mínimo de energía específico con 2,5 kWh/m³ Diseñar listón de premio con: N1 MASDAR PILOT PROJECT



SOLUCIÓN CONTENERIZADA DE DESALINIZACIÓN SOLAR DE AGUA DE MAR Y SALOBRE

Solución diseñada para una instalación y puesta
en marcha rápida en una situación de emergencia
humanitaria, militar o de catástrofe natural.

Producción autónoma con un solo contenedor de 20 pies desde 5 hasta 100 m³
diario de agua potable gracias a la energía solar.

CONTENEDOR DE 20 PIES TODO EN UNO

Para un despliegue fácil y operaciones con costes minimizados garantizados
en ausencia de gastos energéticos:

- ✓ Combinación de los sistemas OSMOSUN® y MOBIL-WATT®.
- ✓ Potencia solar desde 5 hasta 22 kWp.
- ✓ Unidad de ósmosis inversa completa con pre y post tratamiento de agua.
- ✓ Sin ninguna batería y ningún almacenamiento de energía.



Producción
autónoma de
agua en un solo
contenedor



Puesta en
marcha in situ
en menos de
24 horas



Ninguna obra
civil para el
despliegue
in situ



FINANCIACIÓN

OSMO-WATT® se ajusta a diferentes formulas de compra,
de alquiler, o de actividad de prestaciones de suministro
de agua sobre periodos cortos hasta largo plazos.



OPERACIÓN

Las redes de colaboradores de MASCARA NT y ECOSUN ofrecen
un servicio postventa en el conjunto de las zonas de despliegue.

para uso
móvil o
estacionario

Inteligencia Artificial para optimizar el consumo de energía en sistemas de bombeo



**CDM
Smith**

La evolución de la inteligencia artificial ha sido exponencial en los últimos años. La IA pasó de realizar funciones descriptivas de diagnóstico a asumir el control de operaciones y fábricas autónomas en cuestión de años y no de décadas. Su implementación en distintas áreas ha supuesto mejoras notorias en la eficiencia operativa de los sistemas de bombeo en las plantas de desalación o tratamiento de agua.

Gran parte, aproximadamente el 60%, del consumo eléctrico de las instalaciones de agua está relacionado con los sistemas de bombeo. Este consumo puede ser optimizado llevando parámetros de operación como las velocidades y el flujo de descargas al punto de mejor eficiencia operacional (BEP, por sus siglas en inglés), pero esto no es fácil y es acá que el machine learning entra en acción.

Usualmente, los sistemas de bombeos son programados para satisfacer los requisitos operativos y mantenerlos dentro de las especificaciones del fabricante de bombas pero rara vez se considera la optimización y la eficiencia energética en tales diseños, lo que resulta en mayor consumo energético, pérdidas monetarias y disminución de la vida útil de los sistemas de bombeo.

La idea

La idea de CDM Smith para aplicar la inteligencia artificial a los sistemas de bombeo para lograr su optimización surge a partir del caso de un cliente en Texas para el que construyeron una planta de agua de gran tamaño que tiene un sistema de bombeo complejo. La IA se encarga

de predecir la forma más eficiente de bombeo mientras satisface los requisitos operativos del proceso.

Para ello, se implementa un controlador lógico programable (PLC) que es alimentado con cálculos y se integra a una interfaz gráfica amigable, de manejo intuitivo, en la que es posible visualizar la eficiencia estimada versus la eficiencia real, la disminución del consumo energético específico, el punto de operación de la bomba o el sistema de bombas respecto al punto de mayor eficiencia y proporcionar mecanismos para que los operadores ingresen detalles de ajustes y datos de la bomba.

Modelo de solución

En el caso hipotético de una estación de bombeo de aguas residuales de cuatro bombas de 139 HP configuradas para mantener el punto de ajuste de nivel de pozo, las bombas se adaptarían para trabajar a velocidades en las que no se sobre exijan o subutilicen en función de las variables.

Es decir, si la velocidad de la primera bomba es muy alta (por encima del 90% de su capacidad), se activa la segunda bomba para mantener el nivel del pozo sin que la primera bomba comprometa su vida útil. Y si la velocidad de la bomba baja (por debajo de 40% o 60%) porque su demanda de trabajo cae, entonces se apaga la otra bomba para ahorrar energía. La programación tradicional lo resolvería con una ecuación sencilla como: si (X) sucede entonces responder con (Y).

La inteligencia artificial es capaz de hacer este proceso mejor que cualquier programación tradicional porque ella se anticipa a escenarios que ya imaginó mientras asimilaba datos del sistema. Además, ella sigue aprendiendo de los datos que genera el sistema en tiempo real. En términos simplificados, ella podría pensar “si X, Y Z están sucediendo, según mi experiencia, lo más conveniente para cumplir con la tarea, ahorrar energía y alargar la vida útil de las bombas, es hacer A, B y C”.

Entre las limitaciones para implementar este tipo de proyectos estaba la poca disponibilidad de un hardware que se conectara al PLC para ejecutar la Inteligencia Artificial. Así que CDM Smith hizo una alianza estratégica con Rockwell Automation para proveerse del procesador y rack que le permitiera conjugar la programación tradicional con el machine learning.

El módulo LogixAI de Rockwell Automation requiere ser alimentado con cálculos para determinar sus objetivos, como la eficiencia; para empezar un conjunto de modelos de situaciones con distintas variables para hacer predicciones y actuar acorde. Es decir, bajo este concepto, a la máquina no se le programa, se le entrena.

En un escenario de prueba que comparó la programación tradicional con la optimizada de CDM Smith, se comprobó que el ahorro de energía eléctrica de la automatización con aprendizaje de la máquina fue de 16,6%. Los ingenieros agregaron que para un sistema de 4 bombas de 139 HP cada una, el retorno de la inversión de implementar la programación optimizada es de aproximadamente un año.

La solución optimizada cuenta con una alta adaptabilidad y escalabilidad para sistemas de bombeos con diferentes funciones en la planta y promete ser un estándar en cualquier industria que integre bombas.

Seguridad informática

El pasado mes febrero un pirata informático obtuvo acceso al sistema de tratamiento de agua de Oldsmar, Florida, e intentó aumentar los niveles de hidróxido de sodio en el agua de la ciudad. Esto no es algo que les suceda a los sistemas instalados por CDM Smith.

Ante esta situación, los ingenieros de CDM Smith dijeron que los sistemas con los que ellos trabajan están instalados dentro de la planta y son protegidos por los elementos de seguridad que establecen un perímetro de ciberseguridad. Agregaron que en este aspecto tienen la ventaja respecto a otras soluciones en las que la información está en un servidor o un servicio de nube.

La ciberseguridad de este sistema está embebida dentro del módulo IA y el módulo del PLC, y dado que Rockwell fabrica estos módulos ellos tienen su propia barrera dentro de su aplicación.

CDM Smith tiene un laboratorio construido solo para hacer pruebas de ataques para mejorar y reducir vulnerabilidad de los sistemas. Cuando la empresa desarrolló esta solución, probó los riesgos de ciberseguridad con ataques reales en el laboratorio.

Urge actualización de tratamientos para combatir la contaminación del agua por arsénico



LANXESS
Energizing Chemistry

El arsénico es un contaminante que está presente de manera natural (y en ocasiones sintética) en diversas fuentes de agua subterráneas y superficiales de América Latina. Expertos en tratamiento recomiendan actualizar los sistemas para su remoción y buscar soluciones más confiables que las convencionales.

La exposición al arsénico es una de las grandes amenazas a la salud pública. Su consumo prolongado por medio del agua y alimentos contaminados está asociado con lesiones cutáneas, problemas hepáticos, diabetes tipo dos, daños genéticos y cáncer de colon, sólo por mencionar algunos.

La contaminación del agua por arsénico se da principalmente –pero no de manera exclusiva– en las fuentes subterráneas y suele ocurrir como un fenómeno natural, aunque también hay casos de polución por acción antropogénica que incluyen procesos industriales, mineros o agrícolas.

En Latinoamérica, Argentina, Chile, Perú, El Salvador y México representan los casos más delicados. De hecho, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Salud de Argentina estimó que cuatro millones de personas de ese país están en zonas de altas concentraciones de arsénico. La mayor parte de la provincia de Buenos Aires presenta índices por encima de los 10 microgramos por litro que establece la Organización Mundial para la Salud (OMS) como límite recomendable. En otras regiones las concentraciones pueden subir a mil microgramos por litro.

El problema se agrava cuando los sistemas convencionales de remoción presentan variabilidades en la calidad del agua tratada a causa del deterioro, falta de mantenimiento o por la presencia de otros compuestos como la sílice, que dificultan la tarea de los medios filtrantes.

Las zonas identificadas como de alta concentración de arsénico, deben estar especialmente expectantes a la presencia de este metal en el agua de la red, puesto que los efectos de la exposición prolongada tienden a pasar desapercibidos y manifestarse a largo plazo o incluso en generaciones posteriores.

Expertos latinoamericanos consideran importante avanzar en la robustez y confiabilidad de los sistemas de potabilización con innovaciones y hallazgos ya probados en diversas partes del mundo que también padecen de esta amenaza.

La solución de hierro

Juan Carlos Pinilla, Gerente de la Unidad de Negocio de Liquid Purification Technology (LPT) para México y América Central, de Lanxess, empresa alemana de productos químicos, asegura que la clave para fortalecer los sistemas potabilizadores de la región sin incurrir en grandes costos está en incorporar el tratamiento por óxido férrico granular (GFO por sus siglas en inglés) a la cadena de procesos.

El uso de GFO está extendido ampliamente en EE UU y el Reino Unido en plantas municipales para el tratamiento de agua potable. En el caso de EE UU ya hay más de 800 plantas operando a escala industrial en 48 Estados. En el Reino Unido las plantas que utilizan GFO tratan más de 27.3 MGD (millones de galones por día) y proveen agua sin arsénico a más de medio millón de consumidores.

Sin embargo, el GFO, al igual que la mayor parte de los medios filtrantes para remoción de arsénico ve afectada

su capacidad de adsorción cuando la presencia de sílice es superior a 60 ppm (partes por millón). Lanxess, en conjunto con la academia, específicamente en México, está desarrollando soluciones que involucran también procesos de intercambio iónico para maximizar la remoción de arsénico y optimizar los costos de operación.

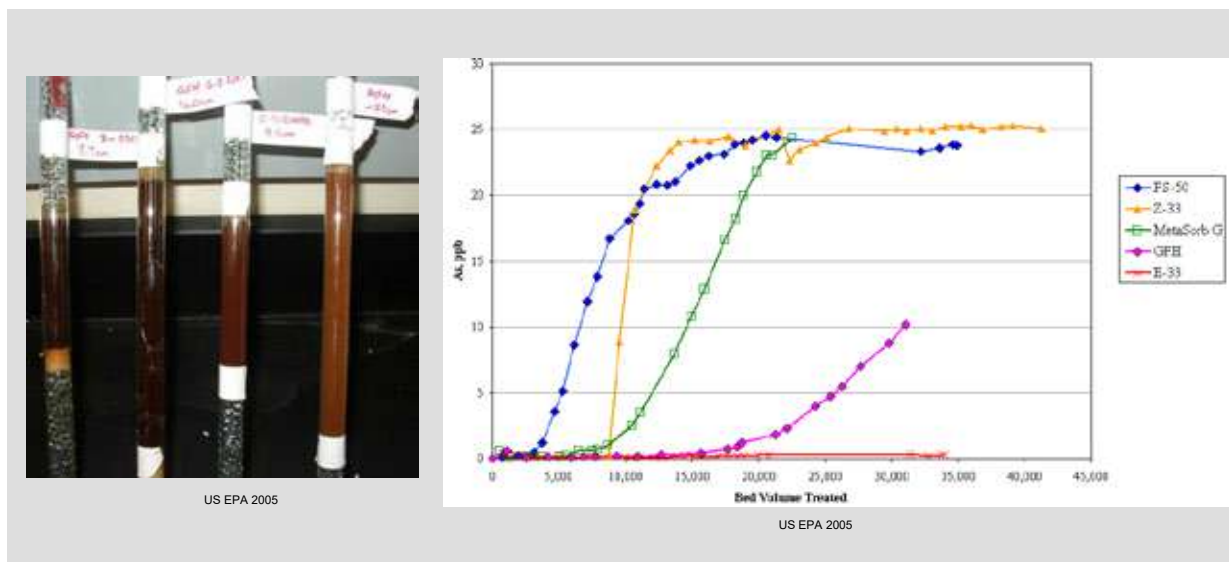
“Se trata de una tecnología sustentable que puede ayudar con problemas de salud pública”, agregó Pinilla al tiempo que enumeró distintos casos de éxito en Estados Unidos y Europa donde este método ya es un estándar.

También mencionó que el GFO, específicamente la marca registrada de Lanxess (BAYOXIDE® E 33), pasó estrictas

pruebas norteamericanas como el TCLP (Procedimiento y Caracterización de Toxicidad de Lixiviado según sus siglas en inglés) diseñada para determinar la movilidad tanto de los analitos orgánicos como inorgánicos presentes en líquidos, sólidos y residuos multifacéticos. Estos resultados permiten asegurar que el GFO ya agotado con arsénico no lixiviará el contaminante a los cuerpos de agua y de esta manera, el material puede disponerse como un sólido no peligroso.

El arsénico es identificado por la OMS como una de las 10 sustancias químicas más preocupantes para la salud pública.

Example of an RSSCT (Rapid Small Scale Column Test) 😊



Esta gráfica muestra los resultados de un estudio llevado a cabo por la EPA en 2005 para diferentes medios para adsorción de arsénico. El Bayoxide E 33 tuvo un mejor desempeño ya que captó más arsénico que los otros productos de filtración.



Ventajas del filtrado de limpieza automática

Los filtros de limpieza automática desempeñan un papel importante en la industria de tratamiento de agua, y su amplia aplicación, sencillez operacional y madurez tecnológica los hace ampliamente aplicables y reconocidos en diversos sistemas. Hoy intentamos hablar sobre las particularidades ventajosas de esta tecnología.

Los filtros de limpieza automática suelen estar sujetos al control PLC por la presión diferencial y/o el contador de tiempo, que controlan automáticamente los procesos del filtrado, la limpieza, el drenaje y el filtrado continuo, sin vigilancia personal y con facilidad de funcionamiento.

Es un filtro de purificación totalmente automática que se aplica a una amplia gama de condiciones de agua, como el agua reciclado, el agua de fundición de acero, el agua de riego, el agua de refrigeración, las diversas aguas residuales industriales y urbanas, etc. Al seleccionar un filtro de limpieza, habrá que tener en cuenta el caudal del sistema, el nivel de la TSS (la totalidad de partículas en suspensión) de agua dada y la presión de la misma.

- Dependiendo del grado de filtrado requerido, los cartuchos del filtrado automático pueden adoptarse a diferentes modos y modelos para exportar diferentes calidades de agua, los grados de filtración convencionales son desde 5 micrones a 5 milímetros.
- Existe diferentes familias de tecnología para llegar un grado de filtración adecuada y suficiente para una calidad de agua requerida. Esta tecnología suele consistir en los cartuchos del filtrado, que podría ser con anillos de plástico, mallas metálicas, cartuchos de fibre PP, o una mezcla de los mismos.



- Considerando las diversas naturalezas de las partículas en suspensión por ser filtrado, orgánica o in-orgánica, tipo arena o tipo fibra, las funciones de limpieza automática podría ser diferentes tales como con cepillo, por fuerza de succión o mezclado agua y aire para el caso de un lavado aun más profundo y completo.
- También se da caso de necesidades especiales de anti-corrosión cuando se deberá pensar diferente materia prima de construcción tanto para los cartuchos de filtrado como su cuerpo de protección, que estaría dispuestos diferentes soluciones con plástico, acero de carbón, acero superduplex o FRP (fibra de vidrio reforzado).
- Los caudales que se podría llegar los filtros de limpieza automática pueden abargar dese 1 m3/h hasta 50.000m3/h por unidad, mientras aporta un ahorro significativo de footprint en comparación con un filtro de multimedia convencional.



Dentro del Grupo AIOLIA INTERNATIONAL, bajo la marca BOWNT, desarrollamos distintas tecnologías del filtrado automático, que integra el diseño del sistema, el I&D, la producción, la comercialización, y sobre todo la aportación de una solución completa en función de las diversas necesidades de los clientes. Nuestros equipos de filtración se ha aplicados en numerosas aplicaciones y en todos los continentes del mundo.

BOWNT FILTRATION, PURIFICATION IN ACTION!

AIOLIA INTERNATIONAL LLC.

1757 ASCOT COURT BLOOMFIELD MI 48302

PHONE : +1 248 252 1773

EMAIL : INFO@AIOLIA-INTERNATIONAL.COM

WWW.BOWNT.COM



El Sistema Riachuelo: un mega proyecto de ingeniería



**Fisia Italimpianti dice
“presente” en Latinoamérica**



Sudamérica no carece de las obras faraónicas que el ingenio y la voluntad humana despliegan a lo largo del mundo para hacer posible el crecimiento sostenible de las urbes modernas. En esta edición de Aguas Latinoamérica describimos la participación de una de nuestras empresas socias en el megaproyecto de Buenos Aires “SISTEMA RIACHUELO”.

El sistema Riachuelo es uno de los proyectos de ingeniería sanitaria más importantes que se estén ejecutando actualmente en Sudamérica. Se trata de la adecuación y actualización de las infraestructuras de tratamiento de efluentes que sirven al área metropolitana de Buenos Aires (AMBA), Argentina.

La megaobra mejorará la capacidad de transporte de los líquidos cloacales, dará mayor seguridad y flexibilidad al sistema, y optimizará la calidad del servicio y el saneamiento del Riachuelo gracias al tratamiento de los efluentes cloacales.

Riachuelo es segmento del río Matanza que desemboca en el Río de la Plata y por décadas ha supuesto un reto medioambiental para la ciudad que creció y sobrepasó la capacidad del sistema ya existente.

El Sistema Riachuelo está conformado por tres Lotes de obras comprendiendo:

- Lote 1: Colector Baja Costanera
- Lote 2: Planta de Pretratamiento
- Lote 3: Emisario

El proyecto se divide en tres grandes lotes de obras

Fisia Italimpianti, empresa socia de ALADYR, participa en el Lote 2 con la construcción de la Estación Elevadora



2.332.800
m³/día
de líquidos
tratados



4.300.000
habitantes
beneficiados



El proyecto está dividido en tres lotes

de Entrada, la Planta de Pretratamiento y la Estación de Bombeo de Salida. Este tramo del sistema es compartido con Acciona Agua (también socia de ALADYR) en una proporción de 65% para la primera empresa y 35% para la segunda.

La Estación Elevadora de Entrada posibilitará que los líquidos cloacales conducidos por el Desvío Colector Baja Costanera sean elevados a una cota tal que permita que en la Planta de Pretratamiento la totalidad del proceso se desarrolle mediante un escurrimiento por gravedad.

El líquido cloacal ingresa en primera instancia a una fosa

de gruesos, allí se le extraen los elementos de gran porte que pueden venir en el líquido cloacal y luego el líquido pasa a la zona de bombeo a través de unas rejillas que retienen sólidos de hasta 100 mm.

La estación cuenta con 8 electrobombas de eje vertical en cámara seca de 4,5 m³/seg cada una y una altura manométrica total de 23 m. La estación se instalará en un gran lóbulo de 45 m de diámetro y 27 m de profundidad.

La Planta de Pretratamiento tendrá la capacidad de tratamiento de 27 m³/seg. Las principales funciones que tiene son la remoción de sólidos gruesos, cribado mecánico medio y fino, separación de arenas y flotantes.

Una vez que el líquido cloacal sale de la Estación Elevadora de Entrada ingresa a la Planta a la zona de rejillas y tamices donde se retienen los sólidos de 20 mm y 6 mm respectivamente de allí se divide el líquido en dos conductos que alimentan 32 desarenadores y desengrasadores. Es aquí donde se le termina de extraer al líquido las arenas y las grasas.

El efluente pretratado obtenido del proceso anterior se dirige hacia un canal central que alimenta la Estación de Bombeo de Salida.

Se destaca además que como complemento a la Planta se encuentran diferentes instalaciones encargadas de lavar y clasificar arenas y compactar los residuos que se extraen a lo largo de todo el proceso con el fin de prepararlos para su disposición final.



Sistema Riachuelo – Lote 2

Dato curioso

La Planta y la Estación de Bombeo de Salida se ejecutan sobre terreno ganado al Río de la Plata, por lo que ambas estarán fundadas sobre pilotes hincados a una profundidad de entre 17 y 30 metros.

Sistema Riachuelo es el primer sistema troncal cloacal que se realiza en Argentina desde hace más de 70 años y permitirá dar respuesta a la demanda actual y futura de saneamiento. A parte de los túneles de más de 40 kilómetros de longitud y la capacidad de la planta de pretratamiento que equivale al llenado de siete estados de fútbol al día, lo que hace a este megaproyecto merecedor de adjetivos superlativos es su carácter integral de recolección, tratamiento y disposición, lo que significa un hito en la historia argentina.



Vista general de pilotes hincados



EL AGUA, LA FUENTE DE LA VIDA

Desde hace más de 90 años, Fisia Italimpianti suministra agua potable a millones de personas en todo el mundo. Con sus plantas de desalinización y tratamiento de agua, contribuye a garantizar el suministro del recurso más valioso del mundo a las generaciones presentes y futuras.

Fisia Italimpianti es un líder mundial en el sector de la energía sostenible, diseño y construcción de plantas desalinizadoras y de tratamiento de agua.

Al construir una infraestructura sostenible y resistente para la producción de agua potable y nuevas fuentes de energía renovable, Fisia Italimpianti ayuda a los países a alcanzar todo su potencial económico, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, donde el suministro natural de agua es limitado.

Combina los más altos estándares en:

- Diseño
- Tecnología
- Ingeniería
- Construcción

con una gama completa de soluciones innovadoras para satisfacer sus crecientes necesidades.

Las tecnologías que implementa en la desalinización incluyen:

- Ósmosis inversa
- Evaporación multietapa
- Destilación multiefecto

La compañía es el resultado de varias fusiones. Todo comenzó en 1926 con la fundación de Castagnetti Water Treatment, que se convertiría en una compañía experta en la ingeniería y construcción de plantas de tratamiento de agua, así como de plantas de tratamiento de residuos sólidos y gases industriales.

En 1998 Fisia Italimpianti fue adquirida por Impregilo SpA, ahora Webuild Group, líder mundial en la construcción de grandes infraestructuras complejas.

Se especializa en el sector del agua, donde es reconocida por el Engineering News-Record (ENR) como líder mundial, así como en líneas ferroviarias y de metro, puentes, carreteras y autopistas, grandes edificios civiles e industriales y aeropuertos. El grupo cuenta con 110 años de experiencia en ingeniería aplicada en los cinco continentes, con operaciones de diseño, ingeniería y construcción en 50 países y más de 35.000 empleados de más de 100 nacionalidades.



6.600.000 habitantes

Plantas de tratamiento de aguas residuales instaladas y en proceso de construcción



20.000.000

Personas abastecidas por nuestras plantas desalinizadoras



4.400.000 m3 diarios (1.000 MIGD)

Capacidad total de producción de desalinización de las plantas construidas, principalmente en Oriente Medio



6.000.000 m3 diarios (1.332 MIGD)

Agua tratada diariamente



3.300.000 toneladas/año

Gestión de residuos sólidos urbanos

FISIA ITALIMPIANTI S.p.A.
Oficinas centrales

Via De Marini, 1 16149 Génova, ITALIA



info@fisaiat.com

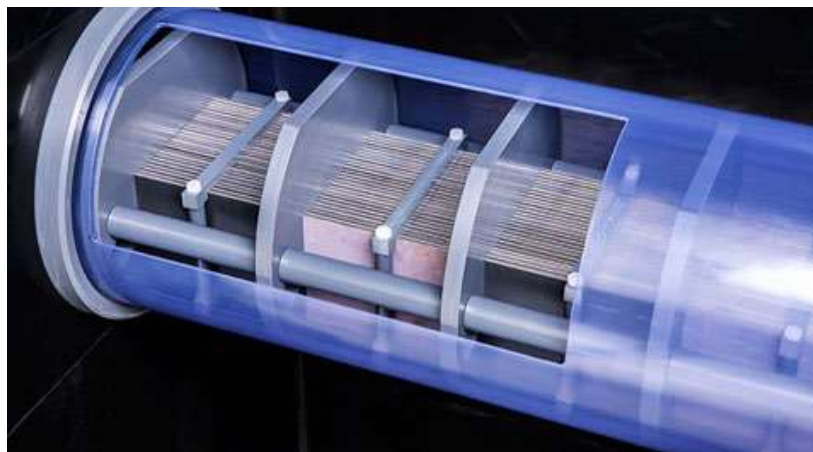
pec: fisiait@pec.it



T +39 010 6096000

F +39 010 6096500

¿Por qué generación de hipoclorito en sitio?



GRUNDFOS 

- **Pero ¿por qué reemplazaría mi sistema de cloro gaseoso que ha funcionado por tanto tiempo? ¿Qué ventajas me brindaría para realizar este cambio?**
- **Tuvimos un incidente hace tiempo y ya estamos utilizando hipoclorito de sodio. ¿Por qué lo cambiaría por un sistema de generación en sitio? ¿Es confiable esta tecnología?**
- **Tengo entendido que produce hidrógeno. ¿Por qué dicen entonces que es la tecnología más segura si produce un gas inflamable?**

La desinfección es una operación crítica dentro del proceso de tratamiento de aguas, ya que nos asegura la inocuidad para el consumo humano. En ambientes industriales, también es crítica ya que está asociada a evitar el biofouling.

La tecnología más difundida es la dosificación de cloro gaseoso, aunque se observa una tendencia mundial hacia el reemplazo por sistemas de generación de hipoclorito en sitio.

Éstas y muchas otras preguntas surgen a la hora de evaluar un posible cambio de tecnología y migrar hacia la generación de hipoclorito en sitio. Para abordar estas preguntas hay múltiples puntos de vista a tener en cuenta.

En primer lugar, debemos replantearnos las premisas básicas que nos llevaron a decidir instalar un sistema de cloro gaseoso:

- Es la tecnología más conocida y probada
- Es efectiva contra una gran cantidad de microorganismos
- Hay amplias referencias
- Es relativamente económica.

Si bien todas estas afirmaciones son ciertas, las mismas no contemplan aspectos importantes como la seguridad y el mantenimiento, tanto desde el punto de vista de seguridad como económico. La creciente y bienvenida conciencia en seguridad y medio ambiente nos ha hecho preguntar también ¿Es riesgoso tener una instalación de cloro gaseoso? La respuesta a esta pregunta ha sido el puntal del desarrollo mundial de los sistemas de generación en sitio, que llevan más de 30 años en el mercado. Mantener 3, 5, 20 o 50 toneladas de cloro licuado a presión en un área normalmente rodeada de asentamientos urbanos, escuelas, hospitales o paseos públicos es evaluada, a la luz de la actual conciencia, como un riesgo difícil de sostener. Aún cuando las plantas de cloro gas estén en Parques industriales o en zonas alejadas, se debe transportar el cloro licuado y presurizado hasta dichos puntos, lo que implica asumir un alto riesgo a sabiendas que la gran mayoría de accidentes o incidentes con cloro gaseoso se producen en las carreteras. En la gran parte de los países latinoamericanos, no se exige de responsabilidad al receptor de la carga, quien es corresponsable con el dador de la misma.



SELCOPERM

Si analizamos la situación desde la óptica “Mantenimiento”, es sabido el alto costo que implican los sistemas de cloro gaseoso, comenzando por los lavadores de gases o scrubbers, hasta la corrosión generalizada en los manifolds, filtros y válvulas de acero de la sala de extracción. Si bien este es un factor de importancia, lo es aún más el hecho de que es muy habitual encontrar operadores que no están preparados ni capacitados para realizar dichas tareas, que requieren una elevada especificidad. Estos factores, sumados a la habitual falta de presupuesto para un adecuado mantenimiento, se refleja en el estado en que hallamos muchas instalaciones de cloro gas. En resumen, es costoso y se requiere personal especializado, lo que resulta, muchas veces, en un fracaso desde el punto de vista mantenimiento. Y esto nos lleva al primer punto. Una instalación de cloro gaseoso mal mantenida incrementa los riesgos intrínsecos del propio químico potenciando el peligro.

También debemos citar que suele haber una correspondencia entre el personal no capacitado para operar/mantener un sistema de cloro gas y el desconocimiento y/o falta de práctica, o incluso de elementos, para ejecutar los procedimientos de emergencia ante escapes de cloro.

En fin, para una instalación bien diseñada, operada y mantenida, con todos sus sistemas de seguridad operativos y personal entrenado y capacitado, los riesgos pueden ser mitigados eficazmente. Tristemente, esta no es la escena más observada por el autor, recorriendo instalaciones a lo largo y ancho de Sudamérica.

Puesto que ésta es una realidad ampliamente observada, muchos sistemas pequeños y medianos ya han migrado hacia el uso de hipoclorito de sodio comercial. No es el caso de los sistemas de gran capacidad y el principal motivo es económico.

Sólo a modo referencial, la relación de costo de hipoclorito de sodio comercial a cloro gaseoso es aproximadamente 3:1, teniendo variaciones en las distintas regiones, dependiendo de la disponibilidad de ambos químicos.

Este factor implica triplicar los costos de desinfección al tomar esta decisión, aunque si consideramos los costos de mantenimiento, esta relación se reduce. Es justo aclarar también que no siempre está claramente identificado el costo de mantener una instalación de cloro gaseoso.

Si observamos la operación con hipoclorito de sodio comercial, encontraremos que también hay un par de situaciones a considerar, además del alto costo:

- La concentración habitual con que se comercializa (10 a 12%) implica una rápida degradación y pérdida de materia activa.
- Esto limita la capacidad de almacenamiento y obliga a una reposición más frecuente con mayor riesgo de desabastecimiento.
- La propia degradación produce Cloratos (como principal resultante), los que están siendo observados en Europa y están de hecho limitados en las recomendaciones de OMS sobre la materia (0,7 ppm).
- Si bien se acota grandemente el riesgo, sigue siendo un peligro ambiental significativo.

Comenzaremos citando que, mediante los sistemas de generación en sitio, reemplazamos transporte y almacenamiento de cloro licuado a presión por sal común. Esto implica:

- Menores costos de transporte y almacenamiento
- Menores requerimientos de almacenamiento
- Se elimina el transporte y la descarga de contenedores de cloro
- Se eliminan los riesgos de fugas o escapes
- Se elimina la gestión/control de estado de los contenedores, el que no debe ni puede ser delegado en el proveedor de cloro
- Baja peligrosidad con la carga en caso de accidente de tránsito

Otros beneficios asociados son la simplificación del mantenimiento, ya que los sistemas de generación en sitio tienen pocas partes móviles y requieren un mantenimiento mínimo (rutinariamente sólo revisión y/o cambio de O-rings, juntas o diafragmas de bombas dosificadoras). Dicha simplificación redundará en una reducción de costos de mantenimiento, así como en incrementar la vida útil y mantener la instalación operativa y en buenas condiciones con menor esfuerzo.

Por otro lado, hallamos claros beneficios si comparamos un sistema de generación de hipoclorito en sitio con una

instalación de hipoclorito comercial

- Costo 2,5 a 5 veces menor. Producir 1 kg de cloro (expresado como cloro equivalente) tiene un costo que varía entre 0,80 y 1,30 USD, mientras que la misma cantidad (kg ó lt de hipoclorito comercial que contienen 1 kg de cloro equivalente) puede costar entre 2,50 a 4 USD (*)
- Sin restricciones de almacenamiento, lo que permite simplificar y optimizar tanto los costos logísticos como de almacenamiento. Asimismo, es más económico el transporte de cantidades equivalente de sal e hipoclorito de sodio comercial.
- No se produce degradación ni subproductos indeseables como los cloratos. Este hecho resulta de 2 factores principales:

1. La concentración del hipoclorito generado en sitio está en el orden del 0,5 al 0,8% dependiendo del fabricante y tecnología, lo que lo hace mucho más estable.

2. No se utiliza el concepto de almacenamiento dado que se almacena el insumo para su producción a demanda; la sal. Sólo se considera un almacenamiento de carácter operativo para enfrentar contingencias o tareas de mantenimiento en la instalación, no mayores a 48 hs.

- Se minimiza el riesgo ambiental ante un derrame mejorando la matriz de impacto ambiental ya que no hay transporte de sustancia peligrosa y su almacenamiento operativo representa un volumen 10 a 20 veces menor.

Si aún tiene interrogantes como estos, le recomendamos se contacte con Grundfos.

(*) Valores referenciales ya que dependen de condiciones locales.

La alianza clave para el mercado brasileiro



**TECNIPAR + VIGAflow =
TECNIFLOW**



ALADYR, con sus eventos presenciales y virtuales, impulsa el intercambio de conocimiento y la sinergia entre actores clave del sector de tratamiento de aguas y efluentes de América Latina. Es así como nace TecniFlow, una iniciativa de cooperación internacional que aspira satisfacer una parte importante de la demanda del mercado brasileiro con tecnología y experiencia chilena.

TecniFlow fusiona el expertise de las empresas Tecnipar de Brasil y VIGAflow de Chile para resolver el ciclo completo del agua pasando por la generación a partir de fuentes alternativas como la desalación hasta el tratamiento de efluentes para reúso.

La nueva alianza binacional ya penetró el mercado brasileiro con una planta construida en el estado de Río Grande do Sul para tratar agua con alto contenido salobre y transformarla en agua pura apta para el lavado de latas de aluminio. Los costos arancelarios hicieron descartar la opción de importar la planta, así que la tecnología chilena se hizo presente en el país amazónico con la fabricación en el sitio, consiguiendo así crear un modelo de negocio competitivo y escalable que proyecta facturar 10 millones de dólares anuales, en línea con el plan de financiación del estado de Brasil para adecuar la infraestructura de agua y saneamiento que amerita el país.

Aguas Latinoamérica conversó con el gerente general de VIGAflow y Representante para Chile de ALADYR, Ivo Radic, para saber más sobre la dinámica entre las dos empresas socias, sus expectativas y las oportunidades que identificaron en el mercado que motivaron la alianza.

¿Cómo se complementan Tecnipar y VIGAflow en términos de transferencia de tecnología? Tecnipar es muy sólido en tratamiento de efluentes domésticos e industriales y VIGAflow tiene un amplio dominio del acondicionamiento de agua para diversos usos industriales, potable y de riego, así como en la generación de nuevas fuentes de agua a partir del reúso y la desalinización, por lo que las dos empresas son claramente complementarias. Ambas experiencias unidas permiten entregar una solución total de tratamiento de agua, así como crecer a partir de las actuales plantas de efluentes ya instaladas y atendidas por Tecnipar en Brasil.

¿Puede hablarnos sobre cómo inician las conversaciones para esta alianza?

Dado los nuevos requerimientos y el alto potencial que están surgiendo en el contexto de escasez hídrica en el mercado de Brasil, no sólo en saneamiento, sino que también en desalación y reúso, Tecnipar estaba buscando un “partner” para poder reforzar su oferta de tecnologías y conocimiento aplicado, sin tener que pasar por todo el proceso de desarrollo y aprendizaje. Para encontrar este potencial socio, consultaron a un director de ALADYR quien nos hizo el contacto e iniciamos las conversaciones en agosto de 2018.

¿A qué se debe la ventaja tecnológica de Chile sobre Brasil en el sector de agua y saneamiento? En Chile tenemos una mayor cobertura de agua potable y saneamiento que en Brasil, principalmente a nivel urbano, lo que conlleva que tengamos un sector más competitivo y por ende más avanzado en término de tecnologías. Además, la calidad de nuestras aguas, en lo que respecta al contenido de minerales y contaminantes inorgánicos es tradicionalmente más compleja que en Brasil.

En el último tiempo la falta de agua, en zonas como el noreste y en las grandes ciudades, está provocando un efecto sobre la calidad del agua subterránea, haciendo



Ivo Radic "Tecnipar y VIGAflow son, claramente, empresas complementarias"

necesarios tratamientos que antes no se requerían. La misma falta de agua impulsará proyectos de reúso y de desalación de agua de mar, en donde, sobre todo en lo segundo, tenemos bastante más experiencia en Chile.

¿Qué oportunidades ofrece el sector agua y saneamiento de Brasil para empresas chilenas y del resto de Latinoamérica?

Además de lo evidente que es el gran tamaño del mercado en régimen, se suma a que hay en marcha una iniciativa de país de una gran inversión en el sector de agua potable por los próximos 12 años, llegando a USD 10 billones por año, en infraestructura de tratamiento y distribución de agua. Este plan que ya fue confirmado en el Congreso, tiene metas muy desafiantes en cuanto a pretender cambiar la realidad del agua en Brasil. Esto abre una ventana de tiempo donde empresas con probada experiencia como VIGAflow, pueden aplicar su conocimiento técnico y, unido a la gran capacidad de negocios local de Tecnipar, generar una sinergia potente en un corto plazo.

¿Cuál fue el mayor reto de la asociación y de trabajar juntos en su primer proyecto?

Fue un conjunto de cosas como entender el mercado brasileño con respecto a su composición arancelaria y desafíos logísticos, conocer la competencia relevante para Tecniflow, indagar en las aplicaciones y las industrias que son más relevantes allá y poder ofrecer el estándar de calidad que se ajusta a los requerimientos de los clientes y realidad del mercado.

¿En qué porcentaje crecerá VIGAflow si cumple su meta de ocupación del mercado brasileiro?

De darse nuestras proyecciones, podría ser entre 50% a 100% en un plazo de 5 años.

¿Puede mencionar cuáles son los proyectos más significativos en los que Tecniflow aspira participar?

Los separamos en dos: primero aquellos proyectos en aplicaciones en donde podemos capitalizar nuestra experiencia en Chile en las áreas de alimentos y bebidas, energía y celulosa entre otros, y en paralelo aquellos proyectos que son más urgentes en Brasil, dada su realidad hídrica, como pueden ser: proyectos de desalación de agua de mar medianos, proyectos de ultrafiltración de aguas superficiales y proyectos de reúso de diversa escala, a partir de plantas de efluentes ya operativas o plantas nuevas con tecnología MBR.

¿Qué recomendaciones tiene para empresas que buscan hacer negocios más allá de las fronteras de sus países?

Tener un socio local que comparta su filosofía de cómo hacer negocios y cómo dirigir una empresa. Este socio además debe tener experiencia en el sector y, en nuestro caso, al menos tener una marcada vocación por el servicio con una mirada en el largo plazo para construir una base sólida de clientes.

¿Qué opina de la estrategia del gobierno brasileiro para el sector agua?

Es una estrategia impresionante en sus números y

desafíos, los cuales pretenden generar un cambio radical en la industria del agua, tanto para las personas, como para las industrias, entendiendo que el agua dejó de ser un commodity y se transformó en un elemento estratégico de desarrollo. Eso al parecer lo entendió el gobierno de turno y los políticos en general, puesto que es un plan país y no del gobierno de turno. Gran ejemplo para Chile y la Región entera.

¿De qué manera considera que ALADYR pueda estimular alianzas comerciales internacionales en este contexto de pandemia?

Se podría generar un conjunto de índices (cobertura, regulación favorable o incentivos, uso de diferentes tecnologías, etc) ALADYR que permitan a los miembros identificar oportunidades para sus tecnologías y experiencia en otros países. Al mismo tiempo se podrían generar espacios de encuentro entre empresas que manifiesten su interés en participar en otros países, ya sea a través de exportación o de trabajo conjunto en algún mercado.

El primer proyecto Tecniflow

El primer proyecto de la fusión se logró ganar y ejecutar entre la segunda mitad de 2020 y lo que va de 2021 en medio de las dificultades que representa el contexto de pandemia. Se trata de una planta industrial dedicada a la producción de latas de aluminio para bebidas.

El desafío contempló el diseño y suministro de una planta de osmosis inversa para producir agua de alta pureza, con un estándar de diseño exigente en términos de materiales, componentes, certificaciones y pruebas.

Dada la realidad arancelaria de Brasil, en donde los impuestos de internación entre los del país y de cada estado pueden llegar al 60% o 70%, en este caso se decidió por fabricar la planta íntegramente en Brasil, lo que significó un desafío que recorrió todos los departamentos de Tecnipar. Entre otros se vieron involucrados los equipos de abastecimiento, ingeniería, fabricación, montaje, automatización y control de calidad.

Se espera que la puesta en marcha ocurra en el mes de abril o mayo.



Brasil tiene planeadas inversiones en agua y saneamiento por USD 120 billones para los próximos 12 años



filtración · desalinización · re-uso de Agua



18

AÑOS DE
EXPERIENCIA.

483

PLANTAS
INSTALADAS.

72

MILLONES DE M3 DE
AGUA TRATADA
ANUALMENTE.



Ramón Freire, Lote 47, Barrio Industrial Los Libertadores,
Colina, Santiago, Región Metropolitana



info@vigafLOW.com



+562 2797 0350



PLANTAS

La Gestión de AQUAPOLO enfatiza el rol de la valoración de los efluentes frente a los desafíos del cambio climático.



En la semana de conmemoración del Día Internacional del Agua, ALADYR quiso rendir homenaje a la revalorización de efluentes como recurso difundiendo la labor de Aquapolo - Brasil, el mayor proyecto de reúso de agua con fines industriales del hemisferio sur.

La crisis hídrica que sufrió São Paulo entre los años 2014 y 2016 dejó en evidencia la vulnerabilidad de las ciudades modernas ante los efectos del cambio climático. La escasez del recurso trajo grandes desafíos económicos a la ciudad y exigió, y sigue exigiendo, adaptaciones de la sociedad para avanzar en un uso más sostenible del agua.

Es en estas circunstancias que proyectos como Aquapolo, una de las mayores instalaciones de reúso de agua del mundo, adquieren su relevancia haciendo el complemento del tratamiento de alcatarillado de parte de la ciudad para así permitir la reutilización del agua en la industria local, disminuyendo así la demanda de fuentes naturales.

Aquapolo es una iniciativa entre GS Inima y la Compañía de Saneamiento Básico del estado de São Paulo (SABESP) para abastecer de agua al polo petroquímico de la región ABC con una capacidad de mil litros por segundo y que integra la tecnología más completa para satisfacer la demanda de sus clientes en términos de calidad y cantidad.

A propósito del Día Mundial del Agua, la Asociación Latinoamericana de Desalación y Reúso de Agua, ALADYR, entrevistó a dos representantes de este megaproyecto para difundir la importancia del reúso de agua como una herramienta indispensable para la seguridad hídrica.

Eduardo Pedroza, representante de ALADYR para Brasil, fue el encargado de moderar esta entrevista y plantear temas como el de la crisis hídrica y la necesidad de replicar masivamente este modelo de reúso del agua en el resto del país y América Latina. Marcio José, CEO y Fernando Gomes, director, fueron los representantes que se colocaron a disposición.

Marcio José, recordó la importancia del proyecto durante aquel periodo de sequía porque las empresas que componen el polo petroquímico no interrumpieron sus operaciones como si estuvieran obligadas a hacerlo otras industrias similares fuera del mismo. “Son industrias con procesos complejos que demandan mucha agua y que la necesitan tanto para su productividad como para la seguridad industrial”, completó.

Añadió que para ese entonces la planta de reúso destinó un excedente de la producción que fue transportado por camiones cisterna a otras empresas, afirmando que “Aquapolo no es un proveedor de agua industrial sino una solución de gestión ante el cambio climático”.

La crisis trajo consigo nuevos clientes ubicados más allá del polo industrial que buscaban la garantía de seguir operando incluso en circunstancias de crisis hídrica y además poder decir que el abastecimiento de las compañías no afecta la disponibilidad de agua potable para los ciudadanos.

El proceso

La materia prima de Aquapolo consiste en efluentes tratados de forma secundaria por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (ETE en portugués) SABESP de ABC. A continuación, el proceso de producción de agua de reúso involucra sistemas de filtros de disco (400 micrones), MBR (biorreactor de membrana), microfiltración, ósmosis inversa y desinfección.

En el reactor biológico ocurren procesos aerobios para

PLANTAS

remover la materia orgánica y oxidación de amoníaco, así como procesos anóxicos para remover el nitrato. Acto seguido, el agua ya tiene la calidad suficiente para la ultrafiltración, que consiste en membranas con un tamaño de poro de 0,05 micras para retener sólidos en suspensión, sustancias coloidales y diversos contaminantes.

A esta altura ya se cuenta con un agua de calidad superior a la de cualquier fuente natural. Sin embargo, para los clientes de Aquapolo no es suficiente. Tienen mayores exigencias para sus complejos procesos industriales que exigen reducir el contenido de sales, como el agua que alimenta a las calderas para generar vapor o procesos de enfriamiento.

Para cumplir con dichas exigencias, entre un 25% y un 30% del agua es pasada por membranas de ósmosis inversa para reducir el contenido de sal. Luego se incorpora el resultado de este último proceso al resto y se somete la mezcla a una desinfección química.

El agua, después de pasar por una tubería de 17 kilómetros, se distribuye entre los diferentes clientes industriales del Polo Petroquímico.

” Por concepto, el proyecto Aquapolo es un gran ejemplo de economía circular en América Latina, adhiriéndose a una importante tendencia en la industria de soluciones sostenibles”, explicó el CEO Destacando la creciente

iniciativa de las empresas en el tema de ESG (sigla en inglés para Environmental, Social and Corporate Governance)

Marcio detalló también que los lodos que resultan de los procesos son tratados en la estación de SABESP.

Sostenibilidad económica sin subsidio

Fernando Gomes destacó que Aquapolo no cuenta con subsidio de ningún tipo para procurar su sostenibilidad económica y que esto le da un lugar privilegiado entre los proyectos de su tipo en todo el mundo. “Nuestras operaciones se sostienen con las tarifas que cobramos a nuestros clientes, no existe subsidio – refuerza- y en este aspecto somos pioneros en términos mundiales”.

Importante decir que este gigante del reúso no tiene una tarifa

única para proveer agua; para ello evalúan cada cliente tomando en cuenta el plazo del contrato, el volumen y la inversión en el inicio del proyecto.

Por otro lado, la búsqueda de una mayor eficiencia es una constante de este proyecto. Tiene alto nivel de automatización que les permite operar las 24 horas del día con una nómina de 44 personas incluyendo administrativos. Recientemente incorporaron efluentes de industrias de bebidas que tienen características sinérgicas para reducir costos en los procesos biológicos y se encuentran en pruebas nuevas tecnologías para disminuir el uso de químicos y abastecerse en mayor medida de energías renovables.

” Por concepto, el proyecto Aquapolo es un gran ejemplo de economía circular en América Latina, adhiriéndose a una importante tendencia en la industria de soluciones sostenibles”



Aquapolo posee altos niveles de automatización

PLANTAS

Para finalizar Marcio llamó a la reflexión: “Reciclamos papel, vidrios, latas y un sinnúmero de materiales, pero no muchas personas piensan en reciclar agua. Entonces, ¿Por qué la gente no reusa y recicla más el agua que es la fuente de vida?”

Las cinco claves del éxito

Los representantes de Aquapolo consensuaron en cinco claves para el éxito del proyecto y que deben ser tomadas en cuenta para replicar iniciativas similares:

- 1-El cliente: es importante tener la demanda asegurada con clientes que tengan consumo suficiente que justifiquen la construcción de la planta con proyectos de retorno a largo plazo. Por ejemplo, las siderúrgicas, fábricas de celulosa de papel y petroquímicas son grandes demandantes del recurso.
- 2-Disponibilidad del efluente: la localización debe tener en cuenta la producción de efluentes domésticos o industriales que sirvan como materia prima.
- 3-Infraestructura municipal: son necesarias las construcciones de recolección y tratamiento primario o secundario de los efluentes para luego ser sometidos a los procesos terciarios.
- 4-Dominio de las tecnologías: dominar y acceder a las tecnologías que permitan satisfacer la calidad y cantidad de agua industrial requerida por los clientes.
- 5-Políticas de incentivo y seguridad para la inversión, que garanticen el pleno desarrollo de la obra y su funcionamiento.

Preguntas y respuestas

Pedroza - ¿Cuáles son los potenciales de desarrollo y oportunidades de Aquapolo como referencia del reúso en São Paulo?

Marcio – Creo que la aplicación del reúso en otros rubros es cuestión de tiempo. Nosotros tenemos aquí el industrial y es una realidad. Estamos en conversación con varios proyectos. También tenemos planes de expansión a otros municipios de la región de ABC.

Estamos a disposición de un trabajo en conjunto entre las distintas instituciones que tienen que ver con lo ambiental y sanitario para evolucionar a una labor mancomunada.

P - Se habla mucho sobre la actualización de los marcos regulatorios y la necesidad de ampliar la cobertura de saneamiento. ¿Cree que la expansión del saneamiento en Brasil brinda una oportunidad de sinergia para posibilitar más casos exitosos como Aquapolo?

M – Sin duda hay una gran oportunidad para Brasil en este sentido. Creo que tal sinergia debe ser planificada en función del gran consumidor de agua tanto nacional como del mundo: la agricultura. Por ahora no está permitido el reúso en esta área en el país.

Debemos valorar los impactos que los desvíos y captaciones desordenados provocan en el medio e incluso en los distintos municipios que nos rodean. Permitir y fomentar la reutilización es una solución totalmente sostenible.

Sostenemos claramente que un efluente debe verse como algo que debe tratarse, no eliminarse, y así convertirse en un recurso hídrico. Que cada estación de tratamiento de efluentes vaya acompañada de lo que llamamos una estación de producción de agua de reúso. Como dijo Fernando, esto hay que estudiarlo caso por caso, pero es una solución a la escasez de agua y la contaminación de nuestros ríos.

P - ¿Qué creen que es importante en las políticas de incentivo para fomentar el desarrollo del reúso y la desalación como herramienta para la gestión sostenible del agua?

M – Creo que las políticas actuales son un inicio, pero lo que realmente funciona como motor de cambio es algo que ya está presente en Brasil, que es la cultura de sustentabilidad. Eso debe ser comprendido por las empresas y los tomadores de decisiones. Es una tendencia que apenas está empezando.

Gomes - A veces no sólo se trata del tema fiscal para hacer que estos proyectos se masifiquen sino de la capacidad de visión a largo plazo de las empresas y las instituciones sanitarias. Cuando comenzó el polo industrial hace 60 años las condiciones hídricas no eran las mismas. Luego creció la ciudad alrededor y se proyectó la escasez del recurso por lo que las empresas tuvieron la prospectiva del proyecto Aquapolo.

El sector de saneamiento y recursos hídricos debe figurarse más allá de los incentivos fiscales que le pueda dar el Estado y pensar de forma estratégica como lo hizo el polo industrial de ABC hace 15 años.

Desalinización Perfeccionada

Gus Vergel. Institutional Sales Manager. Canadá

Antecedentes de Tecnología

Desde hace más de 7 décadas, y después del descubrimiento del fenómeno de ósmosis en 1748, los materiales y tecnologías han sido evolucionados por la ciencia, pasando por materiales de membrana como Polisulfonato, Acetato de Celulosa, y compuestos TFC, con el fin común de incrementar rendimiento sin comprometer eficiencia u otros factores que afecten el uso de tecnologías de membrana en el arduo trabajo de generar agua potable para la población del planeta.

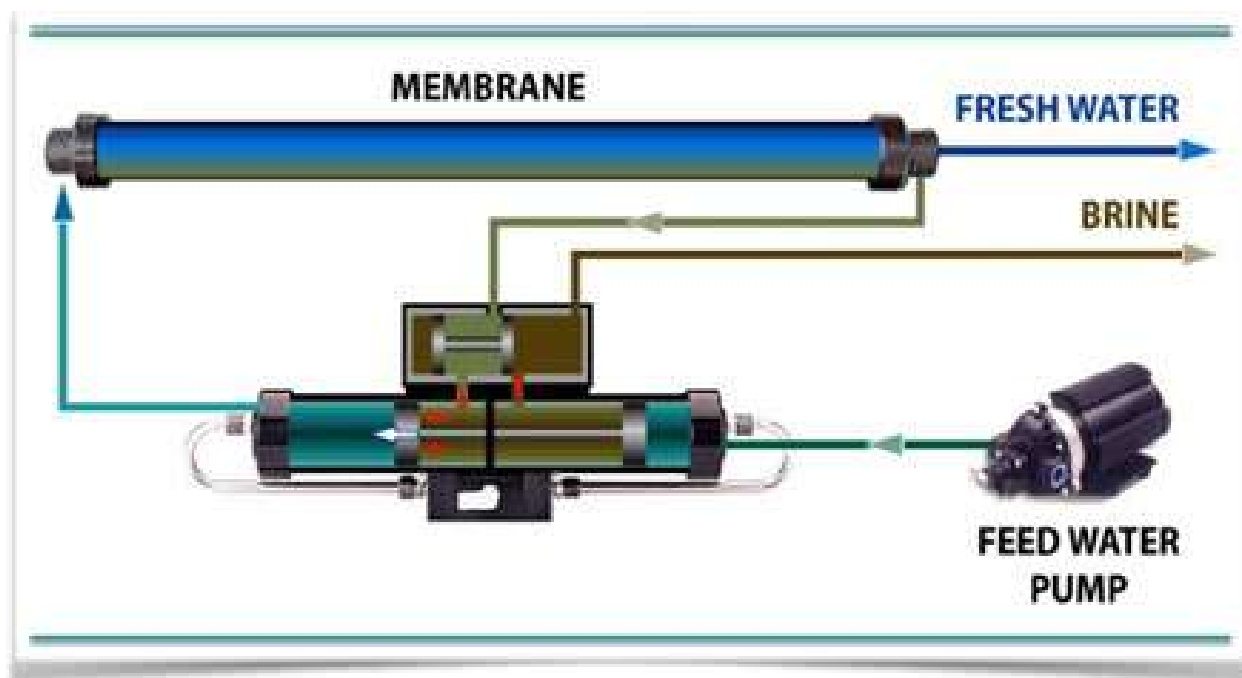
En este documento nos enfocaremos en la explicación técnica de los sistemas de Spectra comparados con los métodos tradicionales.

Cabe denotar que como práctica estándar y profesional, cualquier aplicación de nuestra tecnología comienza con un comprensivo análisis del agua, (ICP recomendado) cálculo de índices de incrustamiento, suciedad y corrosión del efluente a tratar.

Bases de Diseño

Spectra ha diseñado y diseña, construye, e instala equipos de desalinización de baja y alta producción y rendimiento, para aplicaciones militares, temporales, estacionarias y permanentes considerando las siguientes 7 condiciones:

1. El sistema debe ser robusto
2. Las Membranas deben ser parte del sistema y no convertirse en reemplazables
3. El sistema debe ser fácil de operar y mantener a bajo costo.
4. El sistema debe consumir energía de una manera razonable y sostenible
5. El sistema debe eliminar el consumo de químicos al máximo
6. El sistema debe balancearse hidráulicamente de manera automática.
7. El sistema debe impactar el medio ambiente en lo mínimo.



Diseño simplificado

La figura abajo muestra un diseño simplificado que sigue las premisas anteriores. El agua a tratar previamente filtrada a 10 y 5 micrones nominales es presurizada por una bomba externa (40-60psi), la cual alimenta nuestra bomba tipo Clark (Propiedad de Katadyn) iniciando la amplificación de la presión hacia la membrana (600 psi). En este caso, la función de la válvula de control de rechazo que se usa en los sistemas convencionales es transferida a la membrana propia actuando como regulador; y el exceso de presión saliente de la membrana es recuperado.

1. Sistema Robusto.

Spectra utiliza los mejores materiales y componentes para la construcción de sus equipos. Como resultado podríamos notar equipos de más de 20 años en operación en diferentes aplicaciones.

Teniendo en cuenta la corrosividad del agua marina, los componentes de los equipos Spectra usan fibras y polímeros compatibles con agua potable en todas las aplicaciones. Spectra recomienda el uso de plásticos aprobados por NSF y eliminar el uso de PVC.

Los sistemas estacionarios y permanentes cuentan con estructuras construidas en acero inoxidable y cubiertos epóxicamente para contrarrestar los efectos corrosivos del ambiente.

2. Las membranas deben ser conservadas. No tiradas!

No es un secreto que en los últimos años el consumo de elementos de Ósmosis Inversa ha crecido por su obvia demanda. Spectra considera que extender la vida de trabajo de estos costosos elementos no solo ayuda a conservar costos de operación bajo control, sino que reduce emisiones cuando consideramos la adquisición de los materiales, manufactura y transporte de ellos mismos. Es así que Spectra durante el Diseño, utiliza porcentajes de recuperación entre 7% y 50% máximo para balancear presiones y velocidades internas de los elementos, que contribuyen al auto-limpiamiento de las membranas. Lo anterior se logra con un balance predeterminado de las bombas Clark y Pearson utilizadas en todas nuestras aplicaciones.

En la figura se muestran dos ejemplos que se relacionan con FNP Flujo Normalizado de Permeado. Las figuras hablan por sí solas cuando consideramos la importancia de conservar las membranas.

NDF @ Start up. X TCF. X. PFlow

NDF @ Today

Donde: NDF = Net Driving Pressure.

TCF = Temperature Correction Factor



PFlow = Permeate Flow

En sistemas tradicionales, constantes limpiezas de membranas que requieren mano de obra y costosos químicos para su ejecución, aumentan costos y bajas en producción. Las causas más comunes de estos efectos se relacionan con sobre infección y falla de químicos, carencia de entrenamiento y monitoreo de indicadores clave (KPI's) con altos porcentajes de recuperado. En consecuencia, el incremento de frecuencia de limpiezas también contribuye al deterioro de los elementos. El diseño Spectra reduce las limpiezas de elementos al máximo, debido a la acción de barrido generada con base en flujos y presiones- seleccionados que remueven los contaminantes fuera de los elementos.



3. Simplicidad en Operación.

Spectra considera que la operación de los equipos debe ser simplificada y fácil, para evadir errores que afecten la integridad y rendimiento de las membranas. Para lograr esto, incorporamos la tecnología Spectra Connect en nuestros sistemas permanentes.



El Sistema de control Spectra Connect proporciona automatización completa; del equipo y sus componentes. Tan simple como oprimir "Llenar Tanque" es suficiente para que el sistema funcione haciendo todos los ajustes necesarios.

Sabía Usted?

Que la implementación de un ciclo de lavado de membranas con agua de permeado incorporado en el controlador, no solo extiende la vida de las membranas; sino reduce la frecuencia de limpieza del sistema.

Spectra ha incorporado en ciclo "Permeate Flush" en el controlador para lograr los beneficios de este ciclo.

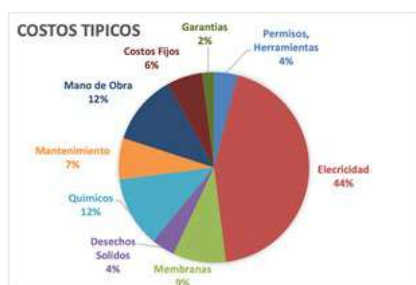
El sistema Connect también monitorea el estado de filtros, al tiempo que permite el acceso y el control remoto desde un teléfono inteligente, tableta o computadora conectados a la red.

En conclusión, el diseño Spectra reduce al máximo la necesidad de tener a un operador permanente monitoreando un solo sistema, resultando en ahorros en mano de obra y tiempos perdidos por fallas de operación.

Como complemento todos nuestros equipos y aplicaciones cuentan con un comprensivo entrenamiento para evitar cualquier falla de diagnóstico en el evento que se requiera.

Justificación

Como se estipuló al comienzo sobre el consumo de energía, en la gráfica siguiente, se exponen los costos de operación de un sistema de desalinización. Por consiguiente observamos que los costos más altos de operación se concentran en el consumo de energía con un 44%, químicos y mano de obra sumando un 24%, con un total final de 68% del costo operativo.



Spectra considera que enfocándose en los altos costos y utilizando las tecnologías apropiadas, se pueden entregar diseños de equipos que cuyos resultados reduzcan estos 3 grandes costos; entregando un mayor valor agregado a cada proyecto.

En la sección siguiente expondremos algunas experiencias y cálculos que demuestran la reducción de estos costos importantes, con base en nuestros diseños.

4. Consumo de Energía Razonable.

No falta mencionar que no solo atacando los altos costos de operación mencionados anteriormente, podemos indirectamente reducir las emisiones generadas por la producción de energía, asimismo que reducir los desechos generados por los empaques de los químicos que se transportan por diferentes medios para llegar a su destino de uso.

Sabía Usted?

En USA, la producción de cada KW/h genera 0.42 kg de CO₂ y las pérdidas generadas por transmisión (92%) elevan este a 0.45 Kg : KW/h.

Refinar 1 galón de Diesel desde el pozo a la rueda del vehículo genera 10.7 kg de CO₂ más los 10.8 gramos que se generan por combustión.

En la figura siguiente se demuestran las diferencias de consumo energético de dos diseños típicos y la línea Spectra LB.

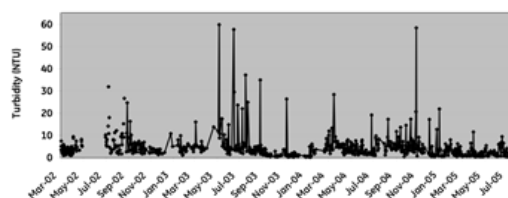


Es notable que el ahorro de energía no solo repercute en los costos directos de operación de una planta, sino en la reducción de emisiones a el medio ambiente de una manera directa y proporcional.

Un ejemplo práctico se relacionaría con los posibles incentivos de "Bonos de Carbono" en el caso se reducciones significantes de emisiones.

5. Máxima Eliminación de Químicos.

A continuación se expondrá la lista de los agentes químicos usados en una planta desalinizadora en Sur America (19 años operando), en la cual el agua marina se mezcla naturalmente con el agua de desemboque de un río.

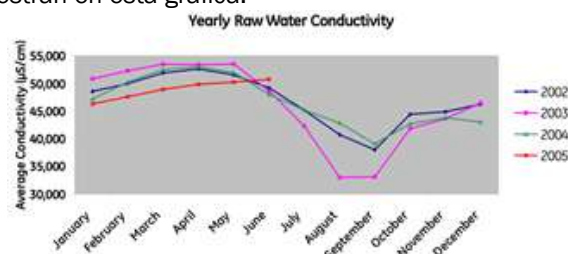


Agentes Químicos:

Cloruro Férrico, Floculante, Coagulante, Hipoclorito de Sodio, Ácido Sulfúrico, Bisulfito de Sodio, (Limpieza de membranas) Ácido Cítrico, Soda Caustica, Surfactantes, Anti-espumantes, Bicarbonato de Sodio, y Biocidas controlados.

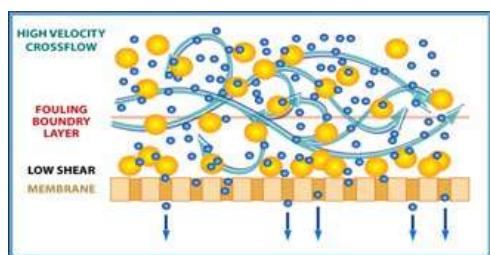
La figura muestra los cambios de turbiedad en este caso. El propósito principal del diseño del pretratamiento es proteger y evitar incrustamiento y ensuciamiento de elementos suspendidos y biológicos en las membranas.

Es crucial diseñar un sistema de entrada ubicado en una zona donde los cambios de SST y turbiedad sean mínimos durante el transcurso del año. Así mismo otro parámetro a considerar son los cambios de conductividad / SDT que se muestran en esta gráfica:



Justificación

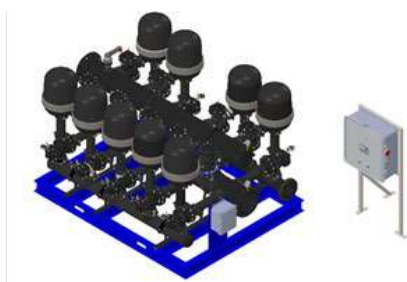
El diseño Spectra cuenta con ratas de recuperación predeterminadas que controlan los ciclos de concentración de elementos disueltos (SDT's) y suspendidos (SST's) en las membranas; resultando en altas velocidades de barrido en el flujo de rechazo; por debajo de la línea de ensuciamiento (Fouling Boundry Layer).



Así mismo se disminuye el fenómeno de incrustación y forzamiento de elementos a través de la membrana. Como se mencionó anteriormente, la membrana hace el papel de regulador del sistema.

Prefiltración

Spectra recomienda el uso de equipos tradicionales tipo multimedia para actuar como pretratamiento de sólidos suspendidos y reducción de turbiedad; en equipos de flujo bajo y medio. Sin embargo en aplicaciones donde los flujos de demanda de agua son altos, el sistema se debe diseñar con técnicas más eficientes, ya que los requerimientos para el retro-lavado de los equipos tradicionales; se asocian con alto consumo de electricidad y agua (15-20 gpm por pie cuadrado) en esta etapa del



proceso. Por consiguiente, otras alternativas deben ser consideradas.

En muchos casos de éxito se han utilizado equipos sin medio filtrante con tecnologías de retrolavado intermitente y utilizando bajos flujos de agua de la corriente de rechazo de las desalinizadoras.

Los niveles de filtración se pueden escalar de 3, 5, 10 hasta 100 y 400 micrones dependiendo del estado de agua a tratar.

Los beneficios de usar retrolavado intermitente se reflejan

en eliminación de tiempos muertos donde sistemas tradicionales pierden flujo de agua por estar fuera de línea, los contaminantes se concentran en áreas específicas donde son removidos al 100%, las velocidades de remoción son altas evitando la contaminación biológica y optimizando el uso de químicos, espacio de instalación, mantenimiento y costos de operación.

Sabía Usted?

Que es considerado como Procedimiento Estándar de Operación y buena práctica, el constante monitoreo del efluente de los sistemas de prefiltración hacia las desalinizadoras.

Los métodos CFU (Colony Form Units) por incubación or ATP (Adenosin Triphosphate) son los más utilizados, siendo ATP el más efectivo y rápido.

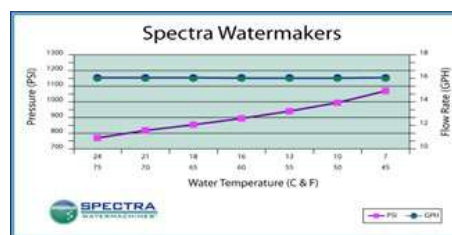
Con la compilación de estos datos, se pueden establecer procedimientos de control biológico que ameriten el aumento de frecuencia de retrolavado intermitente; y en casos extremos el uso agentes químicos.

Los químicos oxidantes (Cloro, Cloraminas, etc) o biocidas se deben considerar cuando la actividad biológica supera parámetros determinados. La utilización de estos agentes se debe optimizar con base en el funcionamiento predeterminado del sistema de prefiltración y de las desalinizadoras.

Este tema se debe tratar de manera independiente caso por caso, para establecer los mejores procedimientos de operación, y ejecución de mantenimientos preventivos o correctivos sin sacrificar rendimiento.

6. Balance Hidráulico Automático.

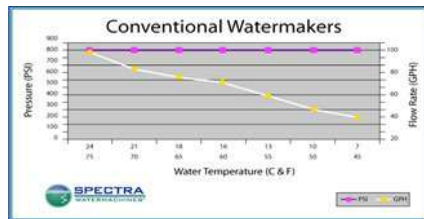
A continuación se observa la gráfica que demuestra el balance predeterminado en el diseño Spectra. Una de las



características que se explica se relaciona con el balance de presión con respecto a la temperatura de entrada del sistema.

En el caso donde las temperaturas son más altas (16-24 C) se predeterminan altos porcentajes de recuperación con el fin de evitar proliferación biológica en las membranas, ya que en temperaturas más bajas la actividad biológica es menor. De la misma manera el sistema se compensa automáticamente durante cambios de Sólidos Disueltos Totales y/o salinidad.

El gráfico siguiente muestra el caso de un sistema



convencional donde la mayor producción de permeado sucede a 24°C. De esta manera se compromete la longevidad de servicio por efectos secundarios de suciedad interna de los elementos.

Sabía Usted?

Que la sobrealimentación de químicos como el metabisulfito de sodio, se convierte en medio de alimento para la actividad biológica en las membranas.

El uso de ácidos como el sulfúrico para balancear pH, sulfato de aluminio y/o sulfato de hierro, usados con ayuda para prefiltración, causan incrustamiento en las membranas cuando se sobrealimentan. Los precipitados incrustantes más comunes son sulfato de calcio, de bario, y magnesio. El más difícil de remover es el sulfato de bario. Los límites del bario en el agua influente a tratar no debe exceder 0.05 ppm o mg/l.

La imagen siguiente muestra una sección de membrana completamente incrustada con hierro.



7. Impacto Ambiental.

En este documento se ha hecho énfasis en todos los puntos anteriores con respecto a optimización de recursos energéticos, minimización de productos químicos, etc., sin embargo para la industria no es nuevo implementar dispositivos de recuperación de energía hidráulica, utilizar membranas con más área y flujo, implementar energías alternativas u otros. Sin importar cuán arduo se trate de evadir el impacto al medio ambiente, siempre habrá y aquí es donde el concepto Optimización y/o Eliminación entra en juego para retar a los inventores, ingenieros, industrias y operadores a pensar más allá. Desafortunadamente la implementación de energías alternativas comienzan su cuenta en negativo con el planeta, cuando se tiene en cuenta que la producción de paneles solares, baterías recargables de litio o materiales que se usan en equipos que optimizan; también generan CO2.

Optimización:

Spectra recomienda el uso de Paneles Solares para sus sistemas utilizando proveedores o integradores locales. Ejemplo: 10,000 GPD requiere un sistema solar de

10KWh.

Spectra ofrece fórmulas propias para limpiar las membranas en casos donde estos se requieran. Usualmente estos casos suceden por falla del sistema de pretratamiento o cambios bruscos del agua influente.

El cloro es el uno de los químicos necesarios que puede dañar las membranas sin embargo se debe usar para los sistemas de distribución de agua potable, por ejemplo el cloro se vende comercialmente a un máximo de 10% de concentración por peso, lo que indica que estamos transportando 90% de agua.

Alternativas como UV y generadores de ozono son aumentan costos iniciales.

Eliminación:

Spectra no ha utilizado ningún químico relacionado con anti-incrustación en ninguno de sus diseños.

Spectra no cambia membranas, las hace durar, eliminando costos de operación por más de 40000 horas.

Spectra elimina el uso de químicos relacionados con el pretratamiento del agua reduciendo así emisiones de CO2 relacionadas con la manufactura de éstos, y con el transporte desde la planta de manufactura.

10.18 gramos de CO2 por galon de diesel más 10.7 Kg por producción de cada galón. Vale la pena!

Spectra ha diseñado sus sistemas para eliminar el factor humano y por consiguiente evitar errores de operación.

Los diseños Spectra no superan tasas de recuperaciones 50% ya que más allá de este número todo el sistema prematuramente colapsa, y por consiguiente los costos de operación aumentan eliminando beneficios.

Plantas Piloto y Entrenamiento.

El concepto de las plantas piloto no es nuevo, pero ayuda a conceptualizar el diseño y alternativas de pretratamiento y post tratamiento de sólidos y aguas sobresaturadas de cloruros y otros contaminantes que puedan impactar la vida marina y el balance del ecosistema.

Ultimamente los resultados compilados pueden determinar un proyecto grande a una escala económica y razonable.

Sabía Usted?

La generación de CO2 requerida para fabricar 1 kw/h de baterías con base en litio es de 150Kg de CO2 por Kwh.

Los desechos de la manufactura de los paneles solares son un problema ambiental como por ejemplo el Tetra Cloruro de Silicona, el cual contamina y debe ser desechado apropiadamente.



KATADYN GROUP

Spectra Watermakers es una marca de Katadyn Group

 SPECTRA
WATERMAKERS

Optimización de Energía Operación Simplificada sin Químicos Extension de Operación de Membranas



**Spectra LB-10,000
Watermaker**



**Chile - Nauticentro (Sistema Desalinizador para
Aplicaciones Pesqueras)**



La Gonave, Haiti - GivePower/World Hope Intl.



Costa Caribe, Belize - Muy Ono Eco Resorts

Desalinización Perfeccionada:

Los sistemas desalinizadores de Spectra son diseñados para procesar agua marina o salada, y entregar agua opta para potabilidad y otras aplicaciones que requieran esta calidad. Bajo las premisas de eficiencia, minimización de consumo eléctrico, eliminación de químicos, simplicidad en operación, y larga vida, el resultado se refleja en un equipo robusto que entrega mas de lo prometido por Spectra. Para llegar a la máxima optimización de energía, nuestro diseño cuenta con un exclusivo sistema de recuperación de energía auto-regulado, que opera a la presión más optima baja posible; con el fin de preservar las membranas simplificando su operación. Así mismo, a estas presiones la necesidad de agentes químicos se elimina y por consiguiente la intensa labor de mantenimiento se reduce al máximo gracias a la programación pre-determinada y adaptable a cambios de temperatura y solidos disueltos en el agua salina. Los resultados de toda esta tecnología se reflejan en la extensión de servicio de las membranas entre 8 y 10 años. Fabricados en los Estados Unidos y con respaldo técnico en todo el mundo, los sistemas Spectra presentan una combinación ideal con energías renovables o de red tradicional disponibles localmente sin comprometer eficiencia.

Katadyn Desalination, LLC
2220 S. McDowell Blvd | Petaluma, CA 94954 | U.S.A.
Tel +1 415 526 2780 | Fax +1 415 526 2787
www.spectrawatermakers.com

El reciclado del agua como herramienta de sostenibilidad para las plantas industriales

Darrell Hartwick Buckman, Khurram Shahzad Buckman
Palabras clave: Conservación del agua, reactor de secuenciación por lotes (SBR), cloruro, agrietamiento por corrosión bajo tensión (SCC), fertilizante.
Presentado originalmente en el Simposio Técnico Internacional de la FFC, 17 y 18 de octubre de 2018

ABSTRACT

La escasez de agua se está convirtiendo en un problema en muchas partes del mundo y la capacidad de maximizar la utilización del agua es una parte clave de las operaciones sostenibles. Dada la gran dependencia industrial de los sistemas de refrigeración por evaporación para expulsar el calor, estos sistemas son un componente crítico para la mayoría de las plantas. En este artículo se analizarán las opciones para minimizar el consumo de agua basándose en los principios de minimización, reciclaje y reutilización. Se debatirán e ilustrarán tres enfoques diferentes utilizando casos prácticos de plantas reales y lo que se aprendió de estos.

INTRODUCCIÓN

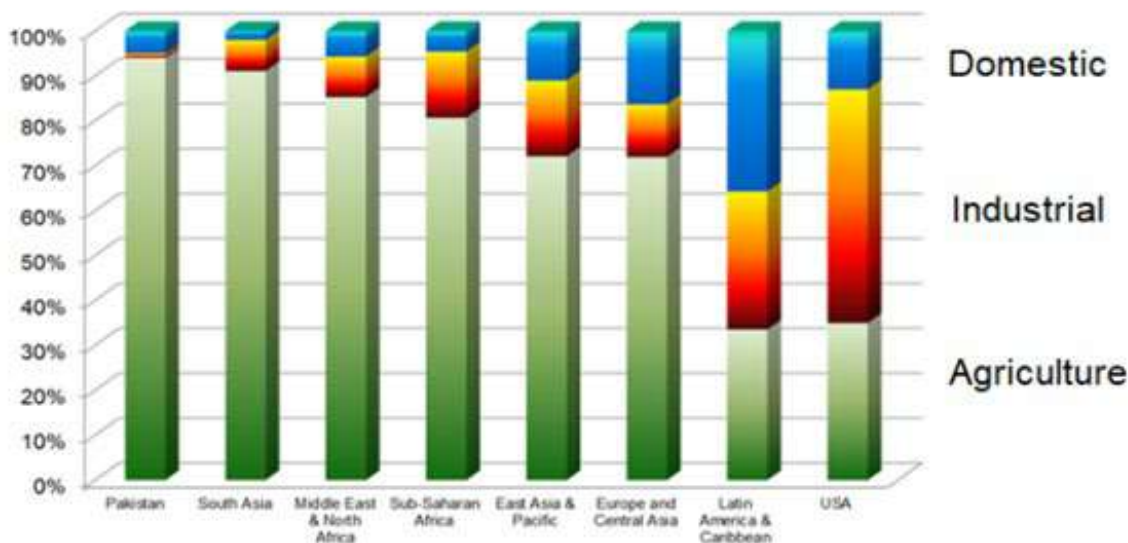
Aunque hay una gran variedad de fuentes de agua, el agua dulce es la fuente predilecta ya que es la que menos tratamiento requiere para su uso doméstico, industrial o agrícola. Sin embargo, la cantidad de agua dulce disponible es limitada y representa menos del 0,8% del agua total disponible.

No sólo la cantidad de agua dulce es limitada, sino que la disponibilidad no es uniforme y varía considerablemente según la geografía. La competencia por el agua entre distintos sectores la convierte en un bien muy valioso, y estas demandas contrapuestas aumentarán en el futuro.

FUENTE DE AGUA	PORCENTAJE TOTAL DE AGUA
Océanos, mares y bahías	96.54
Capas de hielo, glaciares y nieve permanente, hielo terrestre/permafrost	1.76
Aguas subterráneas	1.69
Fresca/salina	0.76 / 0.93
Humedad del suelo	0.001
Lagos y ríos	0.013
Fresca/salina	0.007 / 0.006
Atmósfera	0.001

Fuente: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. (Oxford University Press, New York).

Fuentes de agua



Porcentaje de uso de agua

El gráfico anterior muestra el porcentaje de uso de agua dulce por región en el período 2010 - 2014. Como es lógico, en los países con grandes poblaciones y precipitaciones variables la mayor parte del agua dulce se utiliza para mantener la agricultura. Se espera que el consumo de agua doméstica aumente en las regiones en las que el nivel de vida está aumentando, lo que supondrá una presión adicional sobre los recursos hídricos.

La conservación del agua suele estar impulsada por la disponibilidad y la demanda locales. Por ejemplo, en el sur de California, se está animando a la industria a utilizar agua residual regenerada (agua del Title 22) como su fuente principal de agua. Aunque está tratada, este suministro de agua suele contener niveles elevados de fósforo, cloruro y otros iones en comparación con las aguas superficiales. Australia no goza de una gran cantidad de agua en las zonas donde se encuentra la mayor parte de la población. Esto ha impulsado el uso de agua regenerada (agua residual tratada) para las instalaciones de agua y también para el uso agrícola (riego agrícola en el área de Melbourne).

El hecho de tener poblaciones en zonas de escasas precipitaciones y una creciente demanda humana hace que las plantas industriales vean limitada su capacidad de acceso a las aguas dulces. Sin embargo, esto no se limita sólo a las regiones con poca o ninguna agua - incluso las áreas con abundantes suministros de agua se enfrentan a restricciones en el uso del agua dulce. El norte de Alberta (Canadá) cuenta con una cantidad considerable de agua

dulce, pero la normativa de las plantas de extracción de petróleo prohíbe el uso de agua dulce. (se les permite utilizar agua regenerada y aguas salobres de pozo). El resultado general es una tendencia a utilizar agua de menor calidad (y agua regenerada). calidad del agua (y del agua regenerada) para las aplicaciones industriales.

Esta tendencia mundial a restringir el uso del agua significa que la industria debe innovar cada vez más su forma de utilizarla. Los problemas de conservación del agua que se habían limitado a los usuarios de procesos de gran volumen (fábricas de celulosa y papel, siderúrgicas, etc.) se están extendiendo ahora a consumidores más moderados, como los sistemas de refrigeración por evaporación.

Los usuarios en las plantas industriales incluyen tanto calentadores como sistemas de refrigeración. En comparación con los calentadores, los sistemas de refrigeración por evaporación requieren de dos a diez veces más agua y suelen ser la principal fuente de consumo. Aunque la refrigeración aérea puede reducir la carga de los sistemas de agua de refrigeración, su menor eficiencia y su mayor consumo eléctrico hacen que la refrigeración aérea esté restringida a condiciones muy limitadas. Dada la gran dependencia industrial en los sistemas de refrigeración por evaporación para evacuar calor, estos sistemas son un componente crucial para la mayoría de las plantas.

El pretratamiento para los calentadores es tal que el agua final es de una pureza muy alta, con contaminantes reducidos a una fracción de ppm. Sin embargo, para

los sistemas de refrigeración, el pretratamiento es más rudimentario y normalmente se limita a la filtración, ya sea sola o junto con la clarificación. En consecuencia, el agua utilizada como complemento de los sistemas de refrigeración tendrá casi todas las impurezas que estarían presentes en el agua de origen.

El uso de agua de menor calidad como complemento de los sistemas de refrigeración significa que el nivel de iones corrosivos (por ejemplo cloruros) y de nutrientes (por ejemplo fosfato, carbono orgánico, amoníaco) es mayor y mantener la seguridad operacional del sistema es más difícil.

En algunos casos, utilizar el agua de la propia planta, en lugar de obtenerla externamente, ofrece ventajas en cuanto a la calidad del agua y el impacto medioambiental general. En este documento analizaremos las opciones para minimizar el consumo de agua basándonos en los principios de minimización, reciclaje y reutilización.

Se discutirán e ilustrarán tres enfoques diferentes utilizando historias de casos de plantas reales y lo que se aprendió de ellas:

- i) Reutilización de aguas residuales en una planta de procesamiento de alimentos.
- ii) Desviación de agua en una planta de procesamiento de gas.
- iii) El uso de agua en cascada en una planta de fertilizantes.

En cada uno de estos casos, la torre de refrigeración era el consumidor final de agua.

REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES - PLANTA PROCESADORA DE ALIMENTOS

La fábrica de helados está situada en una ciudad con un suministro de agua potable limitado y con una planta de tratamiento de efluentes que se acerca a su capacidad máxima. Esta planta es una gran heladería de Canadá y quería ampliar las instalaciones. Esto significaba añadir capacidad de refrigeración lo que aumentaría el uso de agua.

La ciudad se enfrentaba a la disyuntiva de suministrar el agua adicional y el aumento del tratamiento de aguas residuales que suponía la ampliación, o bien utilizar esta capacidad para dar servicio a nuevos clientes residenciales. Dado que el coste de la ampliación de la planta municipal de tratamiento de aguas residuales sería elevado y que los ingresos fiscales procedentes de los usuarios residenciales son más beneficiosos, la ciudad comunicó a la planta que habría importantes sobrepagos por cualquier demanda adicional de uso de agua o alcantarillado.

Al reutilizar las aguas residuales existentes, la planta podría seguir adelante con la ampliación y sin solicitar grandes cantidades a la ciudad. Esto permitiría la construcción de más viviendas sin que aumentara

la planta de tratamiento de aguas de la ciudad. Esto permitiría a la ciudad aumentar sus ingresos fiscales y la planta recibiría crédito por ser ambientalmente sostenible y ayudar a la comunidad.

Dado que la planta contaba con su propio sistema de tratamiento de efluentes que se había utilizado para pretratar el agua antes de su vertido al sistema municipal, el plan consistía en mejorarla. Al mejorar el sistema de efluentes, que ya estaba en funcionamiento, y ampliarlo, el objetivo era hacerlo apto para la recarga de las torres de refrigeración. Para manejar los riesgos del proyecto, éste se realizó en tres etapas:

i) Se realizó un muestreo del efluente del sistema interno de tratamiento de efluentes de la planta para determinar la calidad típica del agua con respecto a la carga orgánica (azúcar, sólidos lácteos, grasa, etc.) así como los componentes inorgánicos (fosfato, cloruro, sodio, dureza, etc.). Los niveles de ortofosfato y cloruro en las aguas residuales eran elevados y se consideraron en el modelamiento que se hizo de la química del agua. Este modelo se presentó a la dirección de la planta y sirvió de base para nuestras recomendaciones en cuanto a las opciones de tratamiento mecánico y químico que podrían considerarse.

ii) Se decidió utilizar la UF y la OI después del tratamiento biológico para que el agua alcance la calidad necesaria. Como la planta no podía arriesgarse a tener problemas con sus sistemas y no quería invertir los 300.000 dólares del nuevo sistema de tratamiento sin la seguridad de que produciría la calidad de agua requerida, se optó por un sistema piloto a modo de prueba. Durante el periodo de prueba se evaluaron varios parámetros, como la calidad del permeado y la frecuencia de limpieza de las membranas. Durante el mes que duró la evaluación se comprobó que la combinación de UF/OI cumplía todos los requisitos y que el ensuciamiento del UF estaba dentro de los límites aceptables.

ii) Una vez evaluado el trabajo de la planta piloto, la planta tomó la decisión de instalar una UF/OI para tratar el efluente de su sistema de tratamiento primario (FAS/SBR). El objetivo era producir 245 M3/día de permeado de cada uno de los dos trenes de ósmosis inversa con una tasa de recuperación del 70%. La tasa de recuperación se fijó para minimizar el potencial de ensuciamiento por fosfato cálcico.

En lugar de verter el efluente tratado a la ciudad, se hizo pasar por la UF/OI para mejorar la calidad.

Retorno de la inversión

Con costos de capital de 300.000 dólares y la supresión de los recargos por vertidos adicionales de 400.000 dólares (relacionados con la ampliación de la planta), el retorno del sistema fue de 9 meses. Además, este cambio permitió a la planta aumentar la producción sin necesidad de tomar agua adicional del suministro municipal.

ROE (Retorno sobre el Medio Ambiente)

Sin embargo, la planta obtuvo otros beneficios de este proyecto:

i) Más del 65% del efluente de la planta se desvía de la descarga a la ciudad y se utiliza como complemento de los múltiples sistemas de refrigeración de la planta. Esto, a su vez, redujo los costos de agua, ya que reemplazó una cantidad equivalente de agua que se utilizaba para el sistema de refrigeración.

ii) Al reducir la cantidad de agua necesaria para la planta y el volumen de descarga, permitió que la ciudad tuviera una mayor expansión residencial sin necesidad de gastar ningún capital para ampliar sus plantas de tratamiento de agua. La reducción del consumo/vertido de agua equivale a

- 324 unidades residenciales (familia de 4) basadas en la demanda típica de agua potable.

- 169 unidades residenciales (familia de 4) sobre la base de los flujos típicos de descarga de aguas residuales.

iii) Esto fue promovido por la planta como prueba de su compromiso con la comunidad y la naturaleza sostenible de su modelo de negocio.

El sistema lleva seis años en funcionamiento y sigue teniendo un buen rendimiento y cumpliendo las especificaciones de diseño.

DESVIACIÓN DE AGUA - PLANTA DE PROCESAMIENTO DE GAS

Esta planta de tratamiento de gas ácido de Canadá eliminaba las aguas residuales de la planta mediante la inyección en pozos profundos. Aunque no había restricciones en cuanto a la cantidad de agua extraída del río, la planta quería reducir su huella medioambiental y estudió las distintas opciones.

Las aguas residuales de la planta se enviaban a un sistema de inyección en pozos profundos que eliminaba el agua a gran profundidad. El agua que se eliminaba contenía lo siguiente:

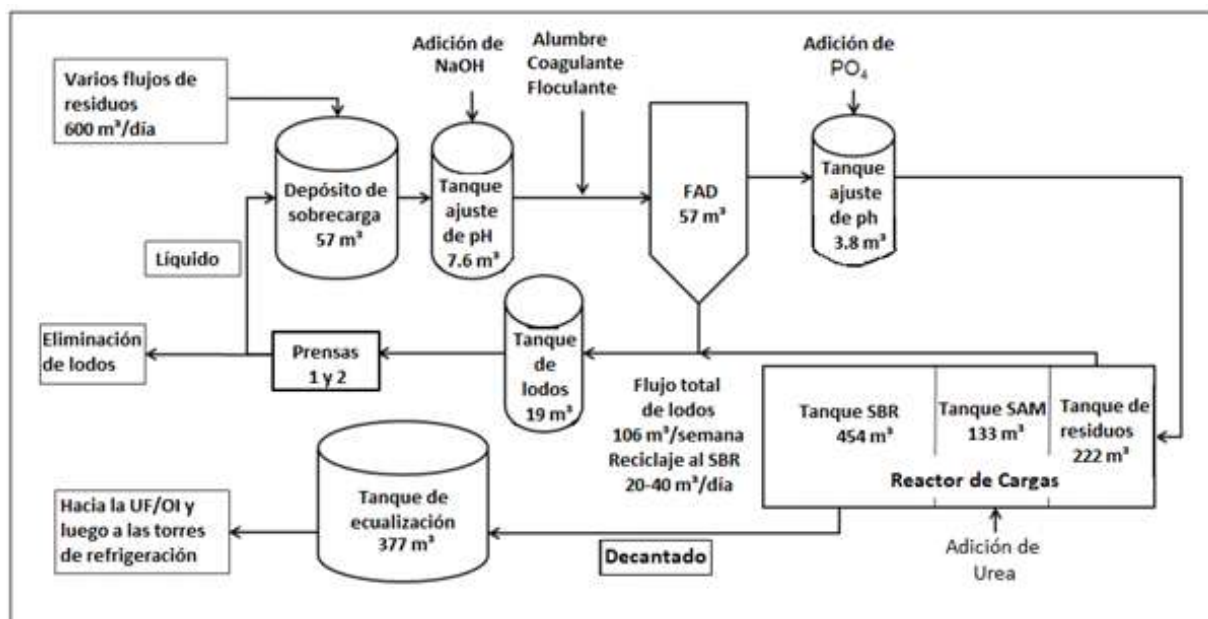
i) Escorrentía superficial: agua de lluvia recogida en los alrededores de la planta.

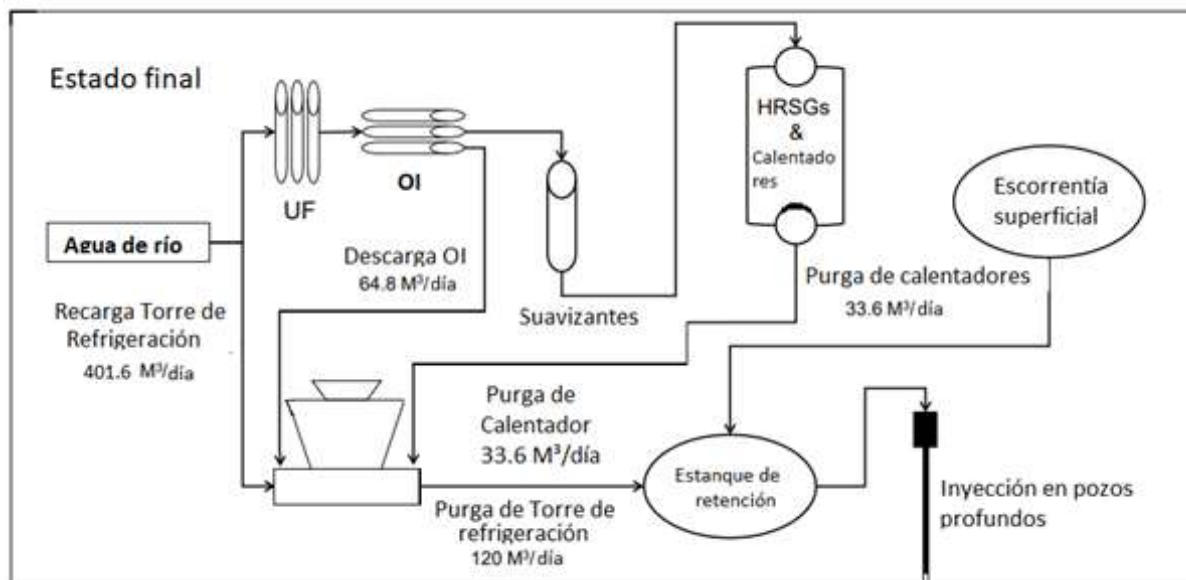
ii) Descarte de ósmosis inversa: la descarga concentrada del sistema de pretratamiento del calentador.

iii) Purga del calentador: el agua residual de los calentadores.

iv) Purga de la torre de refrigeración: el agua extraída del sistema de refrigeración.

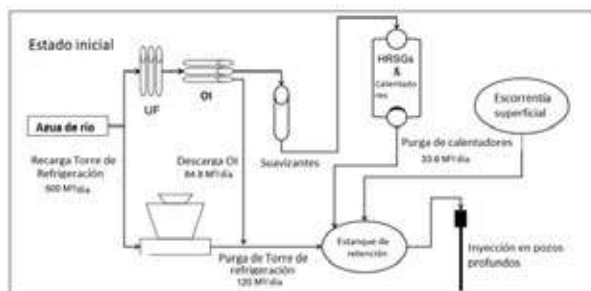
Aunque el pozo de inyección estaba en buenas condiciones y soportaba todos los flujos de agua, se decidió que había que buscar formas de reducir la cantidad de agua que se desechaba. El proyecto se dividió en dos fases:





- i) En un primer momento, el descarte de la ósmosis inversa se dirigió al sistema de refrigeración.
- ii) En la segunda fase, la purga de la caldera también se desvió al sistema de refrigeración.

Ambos cambios dieron lugar a la modificación de la química del agua de refrigeración, ya que el rechazo de la ósmosis inversa tenía una alta concentración de sal y la purga de la caldera era muy alcalina y contenía fosfato. Se elaboró un modelo de la química del agua de refrigeración para evaluar los posibles problemas que podrían causar estos cambios y determinar qué cambios serían necesarios para garantizar que la fiabilidad del sistema no se viera afectada.



Cuando el sistema se implantó en su totalidad, se produjo un ahorro tanto en la entrada total de agua de la planta como en la descarga al sistema de inyección del pozo profundo. Esto se ilustra en el siguiente diagrama.

Los beneficios para la planta fueron, entre otros, los siguientes

- i) La recarga del río se redujo en un $\approx 25\%$.
- ii) La inyección en el pozo profundo se redujo en un $\approx 40\%$.

Se realizaron cambios en la automatización del sistema de refrigeración y se modificó ligeramente el programa de tratamiento. Tras más de 12 meses de funcionamiento, los índices de corrosión e incrustación han seguido mostrando un excelente control. El retorno de la inversión fue inferior a 12 meses para la automatización.

AGUA EN CASCADA - PLANTA DE FERTILIZANTES

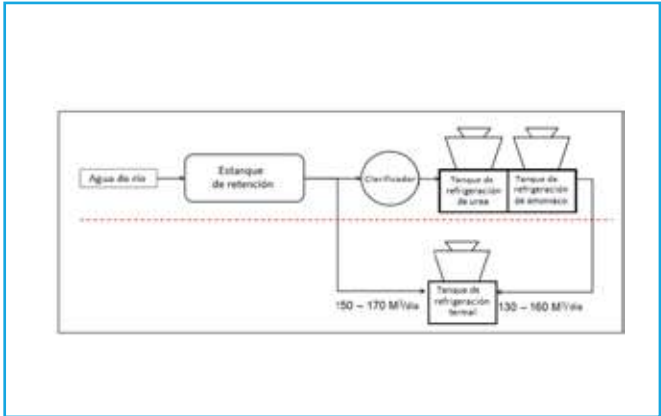
Una importante planta compleja de fertilizantes en Asia instituyó un novedoso enfoque de purga en cascada de un sistema de refrigeración a otro. Los límites de cloruro en la planta de fertilizantes restringían el número de ciclos de concentración para minimizar el riesgo de SCC (agrietamiento por corrosión bajo tensión). Las plantas que contienen tubos intercambiadores de calor de acero inoxidable están limitados por el grado de temperatura existente, pero los límites típicos para evitar daños por SCC son:

- 304 / 304L 175 - 200 ppm de cloruro (a 60 °C) y FAH <0,5 ppm

- 316 / 316L 300 - 400 ppm de cloruro (a 60 °C) y FAH <0,5 ppm

(FAH = halógeno libre disponible)

Dependiendo de la composición del agua de reposición, la duración de la dosificación de cloro y los ciclos de



concentración, la contribución de cloruro del hipoclorito, o del gas de cloro, representará entre el 25 y el 50% del total de cloruros medidos en el agua de refrigeración.

Mientras que en la planta de fertilizantes había límites, la planta térmica (generación de electricidad), podía tolerar niveles más altos de cloruro, lo que la convierte en un receptor ideal para el agua de la planta de fertilizantes.

El siguiente esquema simplificado muestra cómo funciona el sistema con el agua en cascada de un sistema de refrigeración a otro.

Si se toma el vertido de la planta de fertilizantes y se utiliza como complemento del sistema de refrigeración

de la central eléctrica, es posible aumentar aún más los ciclos de concentración. El modelamiento de la química del agua mostró que, con ajustes relativamente menores, este cambio podía ser acomodado sin un impacto negativo en el desempeño del sistema.

	TANQUE DE REFRIGERACIÓN DE UREA	TANQUE DE REFRIGERACIÓN DE AMONÍACO	TANQUE DE REFRIGERACIÓN DE PLANTA TERMAL
Límite de cloruro	150 PPM	250 PPM	≈500 PPM (≈550 PPM CON CLORURO DEL HIPOCLORITO)
Ciclos de Concentración (basados en el Mg)	1.3	2.04	ANTES ≈5 DESPUÉS ≈3.5

Los ciclos del sistema de refrigeración de la central térmica se redujeron para asegurar que el programa funcionaba bien. Sin embargo, el objetivo a largo plazo es alcanzar un valor superior a 4 e, idealmente, volver al nivel inicial de 5. El balance hídrico de la central se resume en la siguiente tabla

	TANQUE DE REFRIGERACIÓN DE UREA Y AMONÍACO	TANQUE DE REFRIGERACIÓN TERMINAL
ESTADO INICIAL		
RECUPERACIÓN DEL RÍO	960 M3/HR	240 – 250 M3/HR
DESCARGA	300 M3/HR	30 – 40 M3/HR
ESTADO FINAL		
RECUPERACIÓN DEL RÍO	960 M3/HR	150 – 170 M3/HR
DESCARGA COMO RECUPERACIÓN		130 – 160 M3/HR
VERTIDO	140 – 160 M3/HR	60 – 80 M3/HR

Al utilizar el agua en cascada de esta manera, se respetan los límites con respecto a los cloruros y, al mismo tiempo, se obtiene el mejor uso del agua. Esto permite una reducción del 7% en el consumo de agua y una reducción del 35% en la purga. A medida que se vaya optimizando el sistema, se reducirá el consumo de productos químicos (en comparación con el caso base).

CONCLUSIONES

Estos tres casos ilustran que, aunque los motivos de cada uno de ellos eran diferentes, era posible reducir el consumo de agua sin perder la fiabilidad o la integridad del sistema. Al mismo tiempo utilizar menos agua aportó beneficios tanto económicos como para la comunidad.

Existen excelentes herramientas que permiten modelar la química del agua actual y futura, lo que permite que la mayoría de los posibles problemas que podrían surgir sean considerados y abordados. Por ejemplo, el nivel de fosfato en el agua que va al sistema de ósmosis inversa de la planta de procesamiento de alimentos requería un antiincrustante que pudiera funcionar en condiciones de mayor estrés. En el caso de la inyección en el pozo profundo, la purga del calentador requería una mayor alimentación de ácido al sistema de refrigeración y el producto de tratamiento se reformuló para ajustar el fosfato aportado por la purga del calentador.

Al combinar la comprensión de la química del agua con los objetivos clave, es posible conservar el agua y tener un funcionamiento más sostenible.

5 claves para entender el nuevo Reglamento europeo de reutilización de agua regenerada para riego

En mayo de 2020 se aprobó la nueva normativa europea que regula la reutilización de agua regenerada para riego agrícola: el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.

Motivación y antecedentes

Han sido varias las motivaciones para la elaboración de esta normativa, sin embargo, destacan la creciente escasez de agua, que ya afecta al 17% del territorio europeo, y que se está viendo agravada por los efectos del cambio climático.

El gran consumo de agua por parte de la agricultura también ha sido uno de los motivos por los que este reglamento ha priorizado la aplicación de riego sobre otros usos como el industrial y el urbano, ya que consume el 70% del agua dulce extraída a nivel mundial.

Además, esta iniciativa se ve favorecida por la existencia previa de normativas de regeneración en algunos países de la Unión, lo cual prueba la aceptación por parte de la sociedad de esta práctica de riego, un paso realmente importante para la aplicación y la puesta en práctica de este tipo de reglamentos comunitarios.

Sin embargo, son pocos los países dentro de la Unión Europea que emplean la regeneración de aguas residuales para reutilización en riego o en otras aplicaciones de forma significativa. Esta práctica se localiza fundamentalmente en la zona del Mediterráneo e incluye a 6 países: España, Francia, Italia, Portugal, Grecia y Chipre.

Dicho esto ¿Cuáles son las claves para entender este nuevo reglamento?

1ª CLAVE: Aplicación y entrada en vigor

Aplicaciones reguladas

En primer lugar, el reglamento europeo solo regula la reutilización de agua regenerada para riego agrícola. Por el momento, la Unión Europea ha decidido centrarse en el sector de la agricultura, ya que es con diferencia el que más recursos hídricos consume.



Riesgo hídrico en Europa. Fuente: WRI Aqueduct Water Risk Atlas



Este Reglamento solo es aplicable a riego agrícola

Sin embargo, también se establece que el uso de las aguas regeneradas se puede emplear en otras aplicaciones distintas al riego agrícola, según cita en la consideración 29, de acuerdo con la legislación específica de cada Estado miembro:

“Existe un gran potencial para la regeneración y reutilización de aguas depuradas. Con vistas a promover y fomentar la reutilización del agua, la indicación de usos específicos en el marco del presente Reglamento no debe impedir que los Estados miembros permitan el uso de aguas regeneradas para otros fines, como los industriales, recreativos o medioambientales, según se considere necesario en función de las circunstancias y necesidades nacionales, siempre que se asegure un elevado nivel de protección del medio ambiente y de la salud humana y la sanidad animal.”

Aguas aptas para regeneración

En este reglamento únicamente se contempla la regeneración de aguas residuales urbanas tratadas procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, de conformidad con la Directiva 91/271/CEE. Por tanto, este reglamento no es aplicable para la reutilización de aguas residuales industriales, a menos que estas aguas entren en un sistema colector y estén sometidas a un tratamiento en una estación depuradora de aguas residuales urbanas (artículo 2).

Entrada en vigor, aplicación y sanciones



El nuevo reglamento será aplicable a partir del 26 de junio de 2023, fecha a partir de la cual será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Es decir, la Unión Europea ha prescrito un período de tres años (desde su publicación en 2020) para la adecuación de los sistemas nuevos y existentes a las nuevas exigencias.

En caso de incumplimiento, el régimen de sanciones aplicables debe ser establecido por cada Estado miembro (artículo 15).

2ª CLAVE: Calidad y parámetros de las aguas regeneradas

Clases de calidad de las aguas regeneradas

Los parámetros de control tendrán distintos límites máximos según la categoría de cultivo y el método de riego empleado.

Según estas características, esta nueva normativa define cuatro clases de calidad con distintos niveles de exigencia:

- **Calidad A:** esta es la calidad más restrictiva en cuanto a los parámetros físico- químicos requeridos y, por tanto, la que necesitará una línea de tratamiento de agua más robusto. Hace referencia a cultivos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto con el agua regenerada. Ejemplo: lechugas, zanahorias, jengibre, etc.
- **Calidad B y C:** estas calidades, menos exigentes que la A, hacen referencia a cultivos que se consumen en crudo pero que nacen por encima del suelo, y por tanto no deben estar en contacto con el agua de riego. Ejemplo: manzanas, peras, aguacates, etc. La



Este Reglamento solo es aplicable a riego agrícola

diferencia entre calidad B y C la marca el tipo de riego; por goteo (sin contacto agua-fruto), o por aspersión (posibilidad de contacto agua-fruto).

- **Calidad D:** alude a cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas. Ejemplo: chopos, eucalipto, etc.

Parámetros de control y límites

Este nuevo reglamento introduce nuevos parámetros a controlar, como la demanda biológica de oxígeno (DBO5) y endurece los límites de otros ya existentes, como el nivel de E. coli, sólidos en suspensión totales (SST) y turbidez (UNT).

Puedes consultar estos valores en el Cuadro 2 del Anexo I al final del documento, junto con otras tablas relacionadas.

Se define, por otro lado, un control de validación que se realizará antes de poner en funcionamiento una nueva estación regeneradora de aguas y siempre que se modernice el equipo o se incorporen nuevos equipos o procesos. Los límites vienen definidos en el Cuadro 4 del Anexo I. Sin embargo, quedan exentas de este control aquellas estaciones que ya se encuentren en funcionamiento y cumplan con los requisitos de calidad que figuran en el Cuadro 2 del Anexo I.

3ª CLAVE: Tecnologías disponibles

Durante la elaboración de esta normativa, se llevaron a cabo numerosos estudios para comprobar si las tecnologías existentes eran capaces de cumplir los nuevos

límites de forma viable, especialmente aquellos definidos para la clase de calidad más restrictiva, la categoría A.

Para esta clase, el tratamiento indicativo (Cuadro 2, Anexo I) consiste en un tratamiento secundario (en la depuradora) y un tratamiento terciario compuesto por una etapa de filtración y otra de desinfección. En el caso de las calidades B, C y D únicamente se exige tratamiento secundario y desinfección.

Tecnologías de filtración

- **Microfiltración:** se trata de una filtración con un medio microporoso que retiene los sólidos en suspensión en el agua. Esta tecnología se emplea en numerosos tratamientos de agua y se ha incluido en diversos proyectos piloto como etapa de filtración.
- **Ultrafiltración:** se trata de una filtración mediante membranas que permite la separación mecánica de sólidos suspendidos. Esta tecnología también ha obtenido buenos resultados en las diversas pruebas piloto realizadas.

Tecnologías de desinfección

Después de la etapa de filtración, se necesita una etapa de desinfección que garantice una elevada seguridad sanitaria al agua. Se han estudiado varios tratamientos de desinfección con diversos resultados:

- **Hipoclorito de sodio,** aunque este es uno de los tratamientos de desinfección más utilizados, no resulta del todo eficaz en la eliminación de virus y protozoos de acuerdo con los objetivos de rendimiento definidos en el anexo I del Reglamento.
- **Tratamiento con ozono:** el ozono se ha estudiado tanto por su acción desinfectante como por la posibilidad de



Membranas de ultrafiltración

aumentar el oxígeno disuelto en el agua, lo cual sería beneficioso para los cultivos. También se contempla como tratamiento previo a la desinfección ultravioleta, ya que aumenta significativamente la transmitancia del agua, haciendo que la radiación ultravioleta sea más eficaz.

- **Lámparas ultravioleta:** la desinfección ultravioleta ha demostrado una alta eficacia en la eliminación de bacterias, virus y protozoos de acuerdo con los valores del nuevo Reglamento. Para alcanzar altos niveles de eficacia se recomienda un tratamiento previo que garantice una significativa reducción de sólidos en suspensión y turbidez para evitar el efecto sombra y un sobredimensionamiento del sistema.

Por otro lado, los cartuchos de carbón activo se han empleado principalmente como medio adsorbente para mejorar la transmitancia del agua. Varios expertos apuntan que el desarrollo de este material y otros alternativos sería muy interesante para mejorar las líneas de tratamiento disponibles.

4ª CLAVE: Prefiltración, una etapa clave

En los sistemas planteados en el apartado anterior para la clase A, la etapa de prefiltración tendrá la función

principal de protección del medio filtrante, en este caso de los equipos de microfiltración y ultrafiltración. De esta forma, se evita una rápida colmatación y, por tanto, la necesidad de una elevada frecuencia de limpieza, ya que esto reduciría significativamente su vida útil.

Este riesgo será especialmente importante en los casos en los que las aguas residuales tratadas tengan peor calidad: mayor carga orgánica, grandes cantidades de sólidos en suspensión...

En el caso de las clases B, C y D, no se exige una etapa de filtración, sin embargo, el rendimiento de la desinfección estará fuertemente influenciado por los sólidos en suspensión presentes y la turbidez del agua. Debido a esto, incluir una etapa de filtración es una opción a tener en cuenta para aumentar la eficiencia de la desinfección.

Para esta etapa tenemos, entre otras tecnologías, los filtros de discos autolimpiantes. Esta tecnología de filtración es especialmente interesante para aguas con alta carga de sólidos en suspensión de naturaleza orgánica, como es el caso de las aguas depuradas. Presenta, además, varios grados de filtrado, lo que le permite adaptarse a una gran variedad de calidades de agua.

En algunos estudios se ha empleado esta tecnología como etapa de filtración del proceso de regeneración para clase A, complementada con adsorción con carbón activo (para



Equipo piloto para el estudio de la regeneración de aguas residuales tratadas

eliminación de contaminantes emergentes) y desinfección mediante ultravioleta. En este caso, se obtuvo un alto porcentaje de reducción de los sólidos en suspensión, protegiendo el carbón activo y aumentando la eficacia del tratamiento con ultravioleta.

5ª CLAVE: Estado de la infraestructura de depuración

A pesar de los puntos comentados anteriormente, la regeneración de aguas solo será posible en aquellos territorios que cuenten con una infraestructura suficiente de depuración de aguas residuales urbanas, ya que son el punto de partida del proceso de regeneración. En muchos países, esta infraestructura no está distribuida uniformemente a lo largo del territorio y tiende a concentrarse en torno a los núcleos urbanos y a ser más escasa conforme nos alejamos de éstos.

¿Significa esto que aquellas regiones que no disponen de una depuración en condiciones no podrán beneficiarse del agua regenerada?

No necesariamente. En los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de soluciones de

depuración descentralizadas, capaces de proporcionar este servicio de forma descentralizada y cumpliendo los límites marcados en la normativa de aguas residuales.

La tecnología MBBR es una de las más empleadas en este tipo de instalaciones, ya que ofrece grandes ventajas en cuanto a rendimientos energéticos y capacidad de depuración. Tal como se refleja en la norma, estas aguas depuradas serán susceptibles de ser empleadas para regeneración, siempre que la instalación cumpla los parámetros de la Directiva 91/271/CEE. De esta forma,

se podría colocar la instalación de depuración MBBR, seguida del tratamiento para regeneración del agua depurada, dando la posibilidad a estas poblaciones de almacenar el agua regenerada para riego agrícola u otras actividades como el riego

de zonas verdes, uso industrial o recarga de acuíferos, (aunque para los usos fuera del riego agrícola, las aplicaciones permitidas y los límites mínimos quedan regulados por la normativa propia de cada Estado).



Planta MBBR contenerizada

AZUD y la reutilización de aguas residuales

Esperamos que después de leer estas claves tengas una idea más clara de esta nueva normativa. Aunque esto no sustituye al texto completo (que puedes descargar aquí), hemos querido recopilar las dudas más frecuentes planteadas en jornadas técnicas.

Además, para que puedas consultarlo fácilmente, te incluimos a continuación el Anexo I de la normativa, fragmentos de otras normativas mencionadas y enlaces con información adicional de interés sobre la reutilización de agua en Europa y en otros países.

Y si estás interesado en saber más sobre la regeneración de agua en agricultura, no te pierdas este vídeo explicado por Beatriz Masdemont, coordinadora de proyectos de I+D+i en AZUD, sobre el proyecto REUSAGUA.

*El contenido de este artículo tiene fines divulgativos. No pretendemos con ello suplantar el papel interpretativo de profesionales legales, a los que habría que consultar para un conocimiento en profundidad de la norma que se comenta.



AZUD

Avanzando hacia la productividad **SOSTENIBLE**

En AZUD llevamos más de 40 años innovando en soluciones enfocadas al beneficio para los sectores industrial, municipal, residencial y humanitario.

Nuestro compromiso es otorgar de infinitas vidas al agua y optimizar este valioso recurso para garantizar la máxima eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad de los procesos en cada actividad.

www.azud.com

Implementación de un método analítico para determinar trazas de fenoles hidrofóbicos en agua mediante cromatografía de líquidos de alta eficiencia

Ana María Núñez Gaytán¹, María Elena Núñez Gaytán², Sandra Núñez Hernández³, Alfonso Lemus Solorio⁴, Martha Angélica Lemus Solorio⁵

^{1,2,3,5} Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Facultad de Ingeniería Química; ⁴Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas.

amnunez@umich.mx¹, enunez@umich.mx², 9806299d@umich.mx³, 1209689x@umich.mx⁴

Palabras clave: Compuestos fenólicos, gradiente de elución, sistema de precolumnas, cromatografía de líquidos de alta eficiencia.

Resumen

Se ha desarrollado un método analítico por cromatografía de líquidos de alta eficiencia para la determinación de cloro y nitrofenoles al nivel de trazas ($\mu\text{g/L}$) en agua, empleando un gradiente de elución de fase reversa y un detector ultravioleta (UV). Se empleó un método de Extracción en Fase Sólida (EFS), que implicó el diseño de un sistema bidimensional de precolumnas acoplado con la cromatografía de líquidos de alta eficiencia (CLAE) con el fin de efectuar la preconcentración, purificación y aislamiento de los solutos en matrices acuosas ambientales. Estos compuestos fenólicos son considerados contaminantes prioritarios por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA); los compuestos son: 4,6-dinitro-2-metilfenol, 2,4-dimetilfenol, 4-cloro-3-metilfenol, 2,4-diclorofenol, 2,4,6-triclorofenol y pentaclorofenol. El método desarrollado es simple, rápido, exacto y preciso. Se obtuvieron recuperaciones mayores del 90% para los fenoles 4,6-dinitro-2-metilfenol, 2,4-diclorofenol y 2,4,6-triclorofenol, aproximadamente 80% para el pentaclorofenol y 52% para el 2,4-dimetilfenol. Además, se obtuvo una precisión ($\text{CV} < 5\%$) aceptable para todos los solutos a estos niveles de concentración.

Introducción

Los derivados fenólicos cloro, nitro y alquilo son ampliamente utilizados en diversos procesos químicos como intermediarios en la fabricación de plásticos, colorantes, pesticidas y medicamentos. Así, la presencia de estos compuestos en numerosos efluentes industriales ha dado origen a la contaminación de aguas superficiales y potables. Por su alta toxicidad para los organismos vivos y para el hombre, varios compuestos fenólicos han sido clasificados como contaminantes prioritarios y deben ser monitoreados continuamente, en ocasiones a muy bajos niveles de concentración, en matrices acuosas (USEPA, 1980). Este problema ha derivado en la necesidad de realizar un estricto control de los productos potencialmente peligrosos en el agua al desarrollar

métodos sensibles y eficientes que permitan monitorear contaminantes traza en agua.

Las técnicas analíticas más utilizadas en la determinación cuantitativa de fenoles son los métodos cromatográficos. La cromatografía de gases es una técnica analítica poderosa de alta resolución en la determinación de clorofenoles y los detectores empleados como el de ionización de flama, el de captura de electrones y la espectrometría de masas son altamente sensibles. Sin embargo, debido a la alta polaridad del fenol y algunos clorofenoles, estos tienden a dar picos anchos y coleados. Este inconveniente se evita realizando una etapa de derivatización para transformarlos en analitos menos polares mejorando así sus propiedades cromatográficas. Por su parte, la cromatografía de líquidos de alta eficiencia (CLAE), es una técnica analítica eficiente, sensible, precisa, exacta y de gran capacidad en la separación de isómeros de posición, permite ajustar la selectividad de la separación mediante cambios en la composición de la fase móvil (pH, naturaleza y contenido de disolventes orgánicos).

Descripción del Método

Para aplicar el método en muestras de aguas naturales se requiere realizar un paso previo de filtración empleando vacío y una membrana de nylon de $0.45 \mu\text{m}$ de porosidad, previamente sumergida en metanol para minimizar los riesgos de contaminación de la muestra.

I. Extracción y concentración de los analitos

Este es el pretratamiento de la muestra que se realiza mediante la Extracción en Fase Sólida.

Este paso se efectúa en una precolumna de acero inoxidable ($30 \times 4.6 \text{ mm D.I.}$) empacada con un adsorbente **polimérico** del tipo estireno-divinilbenceno de $10 \mu\text{m}$ de tamaño de partícula (precolumna RP en la figura 1). Este adsorbente es de gran capacidad, pero baja selectividad.

La muestra es acidificada a pH 2 para que los solutos queden retenidos en su forma molecular por el adsorbente no polar. Una bomba isocrática (P2) permite pasar la muestra a través de la precolumna, esta última se encuentra montada en una válvula de conmutación

(válvula A) como se muestra en la figura 1.

El volumen de muestra que se carga en la precolumna es de 50 mL, con el cual ninguno de los analitos se fuga de la precolumna.

II. Limpieza del extracto

Debido a la baja selectividad del adsorbente polimérico, es necesario efectuar un paso de limpieza del extracto, para ello se aprovechan las propiedades ácido-base de los fenoles y la característica de los adsorbentes poliméricos de retener muy poco a los compuestos ionizados. Los valores de los pKa en agua de los seis fenoles: 4,6-dinitro-2-metilfenol (pKa 4.35), 2,4-dimetilfenol (pKa 10.58), 4-cloro-3-metilfenol (pKa 9.55), 2,4-diclorofenol (pKa 7.85), 2,4,6-triclorofenol (pKa 6.42) y pentaclorofenol (pKa 5.26).

La limpieza del extracto se efectúa transfiriendo los fenoles con una mezcla metanol-sosa, desde la precolumna de fase reversa hacia una segunda precolumna (20 x 2 mm D.I.), empacada con un intercambiador de aniones de 10 μ m y colocada en una segunda válvula de conmutación (precolumna AX en válvula B de la figura 1). Las condiciones óptimas para la transferencia son con 25 mL de una mezcla metanol-sosa (pH 11) 40:60 v/v.

III. Separación y análisis de la mezcla de fenoles

La separación y determinación cromatográfica de los analitos se realiza acoplando en línea la precolumna aniónica con la columna analítica (RP-HPLC) (150 x 4.6 mm D.I.) empacada con una fase reversa C-18, (Spherisorb Ods-2) de 5 μ m de tamaño de partícula. Se utilizó un gradiente de disolventes acetonitrilo-agua (pH 4.5), con un buffer de acetatos. El flujo usado fue de 1 mL/min. La detección de los analitos se realizó con un detector UV. Se fijó la longitud de onda de detección a 270 nm que es un valor típico para la detección de fenoles (Puig, Barceló, 1996).

Resultados

El análisis de la muestra concentrada y purificada se realiza acoplando en línea la precolumna aniónica con una columna analítica de alta eficiencia. Para lograr una buena separación de la mezcla de los seis fenoles era necesario determinar la composición adecuada de la fase móvil tal que permitiera efectuar la elución de los solutos, es decir la transferencia en línea de los analitos de la precolumna aniónica hacia la columna analítica y su posterior separación cromatográfica. Al efectuar diversos

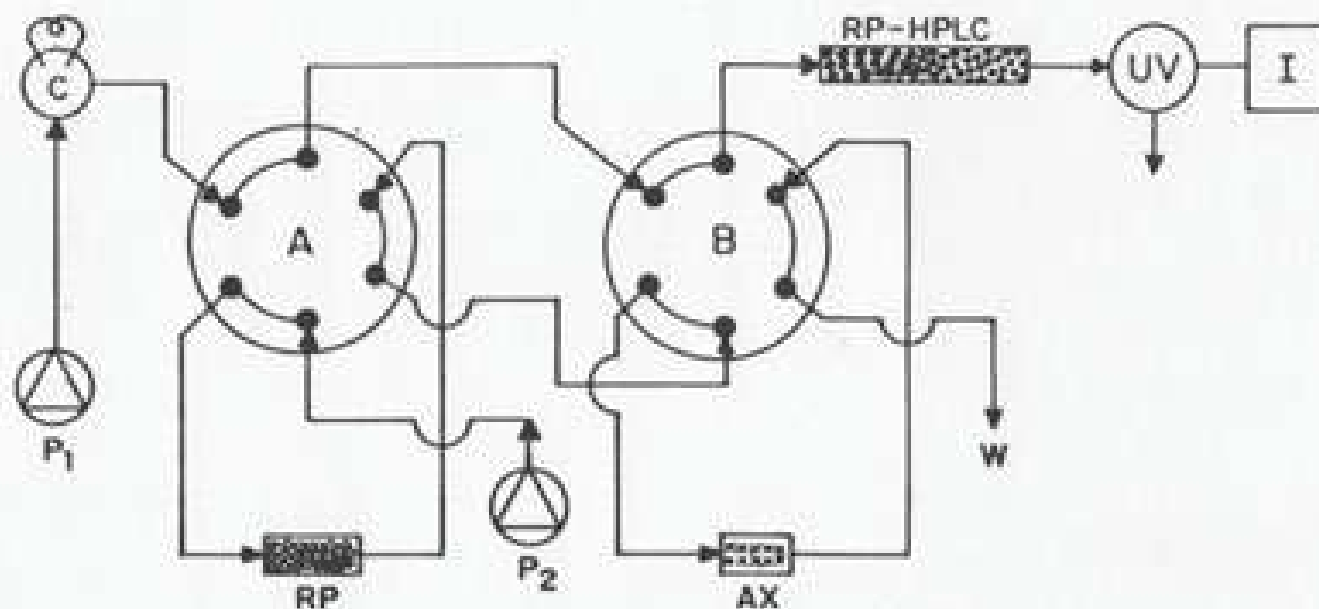


Figura 1. Sistema experimental en línea para efectuar la preconcentración, limpieza y análisis de fenoles. P1: sistema HPLC para gradiente binario, P2: bomba isocrática, A y B: válvulas de conmutación, C: inyector, W: deshechos, UV: detector ultravioleta, RP: precolumna polimérica de extracción, AX: precolumna aniónica de purificación, RP-HPLC: columna analítica C-18.

ensayos se observó que con la corrida isocrática no se logra obtener una resolución aceptable de la mezcla de fenoles hidrofóbicos. Los primeros solutos (nitrofenoles y monoclorofenoles) eluyen rápidamente mientras que los fenoles multiclorados tienen tiempos de retención muy largos y dan lugar a picos excesivamente anchos y difíciles de integrar. Además, como este método se desarrolló para aplicarlo en muestras de agua residuales y superficiales, se pretendió que los tiempos de retención de los primeros solutos eluidos fueran relativamente grandes con el objeto de que todas las interferencias presentes en la matriz, no eliminadas durante los procesos de preconcentración

y limpieza, y que generalmente eluyen a tiempos de retención muy cortos, pudieran interferir en el análisis y detección de los solutos de interés.

En efecto, cuando se trabaja con muestras de aguas naturales, es común observar al principio del cromatograma la elución de un gran pico de matriz que desciende muy lentamente y dificulta o hace imposible la cuantificación precisa de los analitos poco retenidos. Por esta razón, se ensayó la elución en gradiente, siendo la separación cromatográfica más adecuada la mostrada en la figura 2.

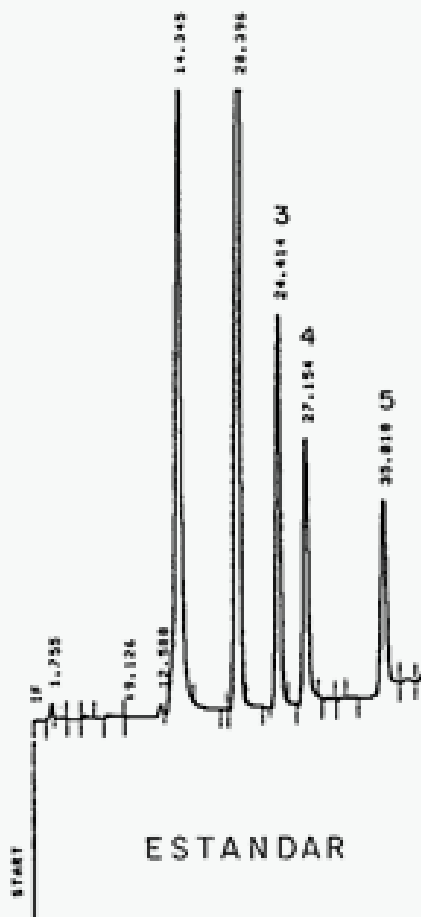


Figura 2. Separación de la mezcla de fenoles con gradiente de elución usando como fase móvil: Fase A: acetonitrilo-agua(pH 4.5) (15:85) v/v, y la fase B: acetonitrilo-agua(pH 4.5) (70:30). Buffer de ácido acético-acetato de sodio. El tiempo de separación es de aproximadamente 40 minutos. Flujo 1 mL/min, detector UV. Sensibilidad 0.05 AUFS. El orden de elución de los analitos es: 1) 4,6-dinitro-2-metilfenol, 2) 2,4-dimetilfenol, 3) 4-cloro-3-metilfenol, 4) 2,4-diclorofenol, 5) 2,4,6-triclorofenol y 6) pentaclorofenol.

El gradiente usado es el siguiente:

Tiempo (min)	0	35	50
% B	8	60	60

La evaluación estadística de este método desarrollado para la determinación de trazas de cloro y nitrofenoles en agua mediante el empleo de un sistema bidimensional de precolumnas acopladas en línea con la cromatografía de líquidos permitió determinar su precisión y exactitud, los cuáles se determinaron al analizar 8 réplicas de agua dopada con los fenoles a una concentración de 13.3 µg/L. (Tab.1)

Tabla 1. Precisión y exactitud del método

Compuesto	% de recobro	% Coeficiente de variación (CV)
4,6-dinitro-2-metilfenol	95.2	1.8
2,4-dimetilfenol	52.6	2.5
4-cloro-3-metilfenol	94.4	2.0
2,4-diclorofenol	94.6	1.1
2,4,6-triclorofenol	100.3	2.6
pentaclorofenol	82.2	2.8

Intervalo lineal del método. - Este parámetro debe estudiarse adecuadamente cuando se analizan trazas de analitos. Representa el intervalo lineal de concentraciones en el cual se cumple la proporcionalidad entre la concentración de analito y su respuesta. Dentro de este intervalo lineal se puede determinar el compuesto de interés por interpolación. El estudio de la linealidad de este método desarrollado se analizaron muestras de agua grado cromatográfico dopadas con cada uno de los seis fenoles empleando un intervalo de concentraciones de 1.33 a 100 µg/L. El método es lineal en el intervalo de concentraciones de ~ 1.3 a ~ 90 µg/L.

Se desarrolló un método simple y eficiente para la determinación de cloro, nitro y metilfenoles en agua. En esta metodología la manipulación de la muestra es mínima por lo que se favorece la precisión de las determinaciones y se reducen los riesgos para el analista. Una ventaja adicional es que el método puede ser casi completamente automatizado utilizando válvulas de conmutación activadas mediante señales eléctricas, por lo cual resulta idóneo para emplearse en análisis de rutina.

Conclusiones

La determinación cuantitativa de trazas de cloro y nitrofenoles en agua a niveles de trazas (µg/L) se puede realizar de manera simple, rápida y eficiente empleando un método en línea de EFS acoplada a la cromatografía de líquidos. Esta metodología desarrollada permite minimizar los riesgos de pérdida y contaminación de la muestra.

El método es lineal en el intervalo de concentraciones de ~ 1.3 a ~ 90 µg/L. La precisión de recuperación es aceptable (CV < 5 %) y la exactitud obtenida para cinco de los fenoles se considera buena para estos niveles de concentración.

Además, la recuperación obtenida para los solutos 4,6-dinitro-2-metilfenol, 4-cloro-3-metilfenol, 2,4-diclorofenol y 2,4,6-triclorofenol es < 90% en el intervalo de concentraciones estudiado. La recuperación del pentaclorofenol es de ~ 80% y es aceptable ya que la alta hidrofobicidad de este analito dificulta su recuperación cuantitativa.

Referencias

[1] USEPA. Ambient Water Quality Criteria for Chlorinated Phenols, United. States. Environmental Protection Agency, EPA 440/5-80-032. A1-C124, Washington D.C. (1980).

[2] D. Puig. D. Barceló. Comparison of different sorbent materials for on-line liquid-solid extraction followed by liquid chromatographic determination of priority phenolic compounds in environmental waters, J. Chromatogr. A, 733 (1996) 371-381.

NUEVOS SOCIOS ALADYR

Te presentamos a nuestros nuevos socios:



<https://almarwater.com/>



<https://www.sacyr.com/>

KATADYN GROUP



www.katadyn.com/en/ch

<https://www.grupomathiesen.com/colombia/>



<https://lanxess.com/>



<https://www.rcz.cl/>

OLIMPIADAS DEL AGUA 2021

Continuamos nuestro esfuerzo de acercar conocimientos en materia de Desalación, Reúso y Tratamiento de Agua y Efluentes a niños en edad escolar, primaria hasta bachillerato, con la intención de forjar experiencias tempranas para la valoración del recurso hídrico y su gestión eficiente en torno a las tecnologías que promovemos.

Después de una exitosa edición 2020, en donde contamos con la participación de:

1028 niños

48 colegios

28 ciudades

Este año nuestra meta es superar la participación con más de 1500 niños de países como Argentina, Colombia, Chile, Ecuador, Honduras, Panamá, Perú entre otros, los cuales ya se han sumado a nuestras Olimpiadas – Edición 2021.

Los temas para la categoría infantil como juvenil serán:



USO EFICIENTE DEL AGUA EN LA INDUSTRIA Y EN LA VIDA COTIDIANA

Infantil
28/04

Juvenil
29/04



CONTAMINACIÓN DEL AGUA
CONTAMINANTES EMERGENTES

Infantil
5/05

Juvenil
7/05

REÚSO Y DESALACIÓN
DE AGUA

Infantil
12/05

Juvenil
14/05



HUELLA HÍDRICA

Infantil
19/05

Juvenil
21/05

SANEAMIENTO, CÓMO LLEGA
EL AGUA A NUESTROS HOGARES

Infantil
28/05

Juvenil
28/05



El niño ganador de cada encuentro será premiado con una gift card de 150 USD

Patrocinado por:



Si quieres que el colegio de tu hijo participe escríbenos a rse@aladyr.net
Te Esperamos!!!

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

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

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

ignacio.monardes.13@sansano.usm.cl

ALFONSO LEMUS



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

● Perfil

Ingeniero Químico, actualmente cursando Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental por la Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Incursionando en Diseño y rediseño de PTAR; Síntesis, caracterización y evaluación de eficiencia de Membranas Poliméricas de Inclusión en separación de metales. Síntesis, caracterización y evaluación de materiales híbridos aplicados a la separación de metales (Cr y As).

Su Motivación: "Uno de los pilares fundamentales de mi Universidad es el de la Responsabilidad con la sociedad. Como Ingeniero Químico me ocupo del análisis, transferencia y transformación de materias primas en productos terminados teniendo como ejes principales la sustentabilidad ambiental y la pertinencia económica de los procesos. Pertenecer a este proyecto en una Asociación Internacional como ALADYR es todo un honor, espero aportar lo que me sea posible en favor de nuestro medio ambiente".

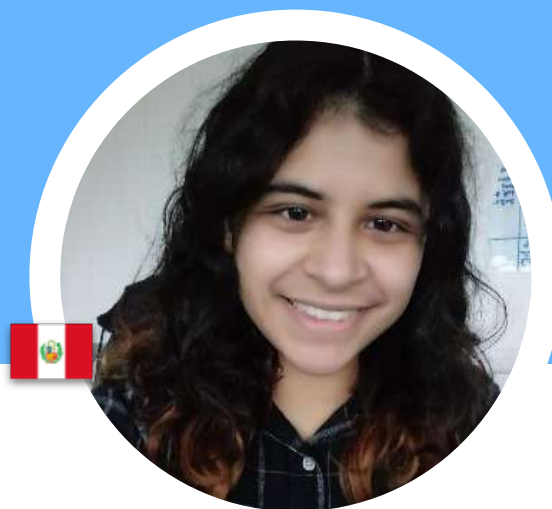


Contacto

lq.alemuss@gmail.com

RESPONSABILIDAD SOCIAL

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

ÁLVARO ALEJANDRO VELÁSQUEZ



UNIVERSITY OF MINNESOTA DULUTH

● Perfil

Ingeniero Químico, graduado de la Universidad de Minnesota – Duluth (USA). Realizó sus prácticas como Ingeniero Ambiental en Domtar por un año y actualmente trabaja como Ingeniero de Campo para Suez WTS, asistiendo en la instalación, arranque y puesta de proyectos.

Su Motivación: "Promover el estudio de las diferentes tecnologías que existen para tratar el agua. Para que algún día, los gobiernos prioricen e inviertan más en estas tecnologías para proveer agua de la mejor calidad a todos sus ciudadanos".



Contacto

Alvarovel17@hotmail.com

JESÚS GABRIEL ZAMBRANO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ

● Perfil

Estudiante de Ingeniería Ambiental.

Su Motivación: "El ser humano nunca deja de aprender, es por ello por lo que he asumido el reto de formar parte del Comité de Jóvenes Líderes ALADYR, la cual aprovecharé al máximo los conocimientos de las personas expertas en el ámbito de la gestión y tratamiento de agua, para luego así poder difundir, divulgar y concientizar a las empresas,

comunidades, instituciones educativas de los problemas que está causando la contaminación del agua hoy en día, y las posibles soluciones que se están implementando para mitigar aquellas problemáticas".



Contacto

zambranoalavajesusgabriel@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

RESPONSABILIDAD SOCIAL

KHIRBET LÓPEZ



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

● Perfil

Ingeniero Químico – D. C. En química analítica ambiental. Determinación de xenoestrógenos en sistemas ambientales vía LC-MS, GC-MS. Síntesis, caracterización y evaluación de nanomateriales con potencial para la descontaminación de agua. Evaluación de riesgos ambientales asociados a xenoestrógenos en agua residual y superficial.

Su Motivación: “En lo personal, el Comité de Jóvenes Líderes de ALADYR representa una excelente oportunidad para el intercambio de ideas, conocimiento y experiencia en todo lo relacionado al uso, reúso y cuidado del agua. Además, considero que, como seres humanos tenemos la responsabilidad intrínseca de cuidar y valorar los recursos tan preciados como lo es el agua, que como sabemos, es un recurso limitado y esencial para la vida. Me siento honrado de poder participar en esta iniciativa, estando seguro de que aprenderé mucho de cada uno de ustedes”.



Contacto

khirbet74@gmail.com

JOSÉ JOAQUÍN MUÑOZ



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CHILE HYDRO QUALITY LTDA

● Perfil

Ingeniero Civil Industrial Hidráulico de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Socio y Gerente Comercial de la empresa chilena, Hydro Quality Ltda. dedicada al diseño, fabricación, montaje y operación de equipos purificadores de agua con la especialidad en osmosis inversa, fundada el año 1999.

Socio y director de la empresa Quality Water Service Chile SpA, empresa con más de 10 años de experiencia, dedicada al arriendo de equipos de purificación de agua, dispensadores de agua sin botellón.

Su motivación: “Al entrar en ALADYR busco lograr un cambio paulatino en la mentalidad que tenemos los latinoamericanos con respecto al manejo del recurso hídrico, pasando de tomarlo como un insumo para la población y las diferentes industrias a

SOFIA XIMENA MUÑOZ



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
Hydro Quality Ltda

● Perfil

Titulada de Ingeniería Civil en Obras Civiles de la Universidad de los Andes, con más de 2 años de experiencia en tratamientos de aguas, entre trabajos y tesis. El área en la cual se centró su tesis fue "Reutilización de Aguas Servidas con MBR". Inmediatamente ingresó a trabajar a Hydro Quality, empresa especializada en tratamiento de agua, particularmente por medio de osmosis inversa.

Su Motivación: "Siempre me ha interesado mucho el tema del agua y el medio ambiente. Desde el colegio tuve una relación cercana con los distintos tratamientos del agua, y ya en la universidad me inscribí a todos los electivos que se relacionaban con la hidráulica. El año 2019, tuve la oportunidad de ir a un congreso Aladyr que se realizó en Chile, esto me motivó a inscribirme en Jóvenes Líderes de Aladyr. Me encantaría que las soluciones a los problemas hídricos a nivel mundial se resolvieran de manera amigable con el ecosistema, y por medio de Aladyr veo que puedo aportar para alcanzar esta meta."



Contacto

sofia.munoz@hq.cl

Lisbeth Milagros LEAL



UNIVERSIDAD NACIONAL
EXPERIMENTAL DEL TÁCHIRA

● Perfil

LUCAS RAUL TIFNER



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
NACIONAL

● Perfil

Ingeniero Civil, se desempeña como Coordinador auxiliar del proyecto en el que se desarrolla e investiga un nuevo producto en la detección de fugas en cañerías de red de agua potable a través de imágenes satelitales, para la empresa Aguas Cordobesas SA en conjunto con la CONAE.

Su motivación: "Al instante en que me enteré de la existencia de Aladyr y su visión y objetivos, supe que quería formar parte y aportar mi granito de arena en la Organización, ya que creo que es sumamente importante que exista un intermediario entre todas las instituciones, las grandes compañías, y todos los que habitamos este planeta, para trabajar en conjunto y crear conciencia de la importancia de este recurso tan valioso y vital para nosotros como es el agua, teniendo siempre como meta lograr un mejor aprovechamiento y que cada día sea menor la población sin acceso al mismo."



Contacto

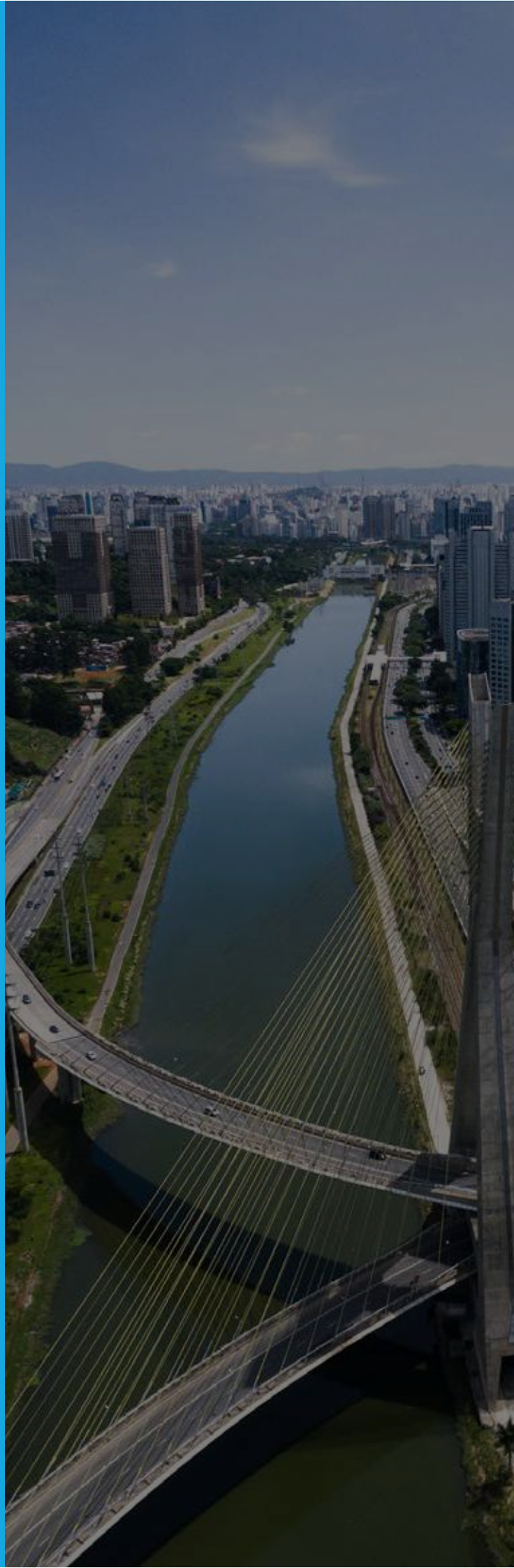
lucastifner@gmail.com

OFERTA ACADÉMICA

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

En esta ocasión: ECUADOR

Nombre Institución	Ciudad	Facultad	Nombre del programa	E-mail	Metodología	Fecha de postulación	Número periodos de duración
Escuela Politécnica Nacional	Quito	Ingeniería	Maestría En Ciencias De La Ingeniería Para La Gestión De Recursos Hídricos	carla.manciat@epn.edu.ec; ldomingu@espol.edu.ec; diego.mora@ucuenca.edu.ec; develarde@utn.edu.ec	Presencial		4 meses
			Maestría En Hidráulica	maestria.hidraulica@epn.edu.ec	Presencial		3 semestres
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí	Cajetea	Ingeniería	Maestría En Gestión Ambiental	maestriagestionambientalespam@gmail.com; posgradospam@hotmail.com;	Presencial		3 semestres
Escuela Superior Politécnica del Chimborazo	Riobamba	Facultad de Ciencias	"Carrera De Ingeniería Ambiental Y Biotecnología Ambiental"		Presencial		10 semestres
		Facultad de Recursos Naturales	Carrera De Ingeniería Recursos Naturales Renovables		Presencial		10 semestres
Escuela Superior Politécnica del Litoral	Guayaquil	Ingeniería	Maestría Enciencias De La Ingeniería Para La Gestión De Los Recursos Hídricos	angarcia@espol.edu.ec	Presencial		4 semestres
			Maestría En Gestión Ambiental	nadmfor@espol.edu.ec;postfcm@espol.edu.ec	Presencial		2 semestres
			Maestría En Cambio Climático	cambioclimatico@espol.edu.ec;gcon@espol.edu.ec	25% de clases a distancia		2 semestres
Universidad Agraria del Ecuador	Guayaquil	Facultad de Ciencias Agrarias	Ingeniería Ambiental	admisiones@uagraria.edu.ec			05 años
Universidad Católica de Cuenca	Cuenca	Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción	Ingeniería Ambiental	ingenieria.ambiental@ucacue.edu.ec	Presencial / Distancia		09 Ciclos
Universidad de Cuenca	Cuenca	Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales	Doctorado En Recursos Hídricos.	doctorado.hidricos@ucuenca.edu.ec		10 de Julio	08 Semestres
Universidad de Especialidades de Espíritu Santo	Guayaquil	Facultad de Ingeniería	Ingeniería Ambiental	rodriguez@uees.edu.ec	Presencial / Distancia	04 al 09 de Enero	08 Semestres
Universidad de Las Américas	Quito	Facultad de Ingeniería	Ingeniería Ambiental	admission@udia.edu.ec			09 Semestres
Universidad de las Fuerzas Armadas	Latacunga / Santo Domingo		Maestría De Investigación En Ciencias De La Tierra	ovpadilla@espe.edu.ec	Presencial		04 Semestres
Universidad Estatal Amazónica	Puyo	Departamento de Ciencias de la Vida	Ingeniería Ambiental	admission@uea.edu.ec			10 Semestres
Universidad Estatal del Sur de Manabí	Jipijapa	Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura	Ingeniería Ambiental	yamel.alvarez@unesum.edu.ec	Presencial		10 semestres
Universidad Internacional SEK	Quito		Ingeniería Ambiental	admisiones@uisek.edu.ec	Presencial		08 Semestres
Universidad Nacional de Chimborazo	Riobamba	Facultad de Ingeniería	Ingeniería Ambiental	irios@unach.edu.ec	Presencial		08 Semestres
Universidad Nacional de Loja	Loja	Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables	Ingeniería Ambiental	secretaria.cmcma@unl.edu.ec; direccion.cmcma@unl.edu.ec	Presencial / Distancia		09 Semestres
Universidad Técnica del Norte	Ibarra		Maestría En Sustentabilidad Para El Desarrollo	postgrado@utn.edu.ec	Presencial		04 Semestres
			Maestría En Ciencias De La Ingeniería Para La Gestión De Los Recursos Hídricos	fnavarro@utn.edu.ec	Presencial		04 Semestres
Universidad Politécnica Salesiana	Cuenca, Quito & Guayaquil	Ciencias de la Vida	Pos Grado En Ingeniería Ambiental,	tvloria@ups.edu.ec	Presencial		8 Semestres
Universidad San Francisco de Quito	Cumbayá & Guayaquil	Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales	Magíster En Gestión Ambiental, Mención En Manejo De Socioecosistemas	dapazmino@usfq.edu.ec	Presencial		2 años (4 semestres)
Universidad Técnica del Norte	Ibarra		Maestría En Ciencias De La Ingeniería Para La Gestión De Los Recursos Hídricos	fnavarro@utn.edu.ec; postgrado@utn.edu.ec			04 Semestres
Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Quevedo	Ingeniería	Ingeniería Ambiental	carreraambiental@uteq.edu.ec; mdiaz@uteq.edu.ec	Presencial		10 semestres
Universidad Tecnológica Equinoccial	Quito	Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias	Ingeniería Ambiental	admisiones.grado@ute.edu.ec		04 de Febrero	8 niveles (4 años)
Universidad Tecnológica Indoamérica	Quito & Guayaquil	Posgrado	Magíster En Biodiversidad Y Cambio Climático	admissionposgrado@uti.edu.ec	Quito - Presencial		3 Semestres



aladyr



aladyr



@aladyr_asoc



aladyr_asociacion



@asociacionaladyr