



La eficiencia energética y la protección ambiental marcan el futuro de la desalación y la reutilización

Sevilla acoge el décimo congreso AEDyR resaltando el nivel técnico e internacional de las empresas españolas en esos ámbitos del agua

Redacción Tecnoaqua

La Asociación Española de Desalación y Reutilización (AEDyR) celebró del 26 al 28 de noviembre en Sevilla su X Congreso Internacional de Desalación y Reutilización. Más de 225 participantes, de hasta 16 países diferentes, acudieron a esta cita bienal, que se consolida como la más importante que se celebra en nuestro país en los ámbitos del agua relacionados con esa entidad y que justifica el gran nivel técnico que las empresas españolas tienen a nivel internacional. Mientras el mercado mundial de la desalación crece en más de un 10% al año, sobre todo en regiones como Oriente Medio, Asia o el arco Mediterráneo, no es baladí que las empresas españolas estén presentes en más de 20 países, ya sea mediante la construcción u operación de instalaciones de desalación, o que, como señala la misma AEDyR, sea el primer país de Europa en capacidad de desalación y reutilización y el cuarto del mundo en producción de agua desalada. La tecnología 'made in Spain' en los mercados de desalación y reutilización tiene un alto grado de madurez técnica y científica, el mismo que el mostrado en las más de 60 ponencias que se presentaron en el congreso. Dividido en varias sesiones técnicas (sobre diseño y explotación de instalaciones; gestión, eficiencia energética y protección ambiental; nuevos productos, desarrollo e innovación; y reutilización), el congreso ha remarcado el futuro de las soluciones de desalación y reutilización: la eficiencia energética, la optimización de consumos, la protección del medio ambiente y la gestión en condiciones extremas.



Tras el acto inaugural, con la presencia de Juan Zoido, alcalde de Sevilla, Manuel Rubio y Miguel Ángel Sanz, presidente y vicepresidente hasta entonces de AEDyR, Abdullah Al Alshaikh, presidente de la Asociación Internacional de Desalinización (IDA), Arcadio Mateo, director general de Acuamed, y María Jesús Serrano, consejera de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, se dio paso a las comunicaciones técnicas.

Diseño y explotación de instalaciones

Esta primera sesión técnica permitió descubrir la gestión operativa que llevan a cabo distintas empresas en las plantas y procesos de desalación, tanto en España como fuera de nuestras fronteras, y cómo los rendimientos de operación cumplen con los criterios de diseño establecidos con anterioridad.

A nivel nacional, ATLL expuso las mejoras en el proceso de la desalinizadora del Llobregat en periodos de baja producción. Esta situación establece unos criterios de operación encaminados a una mayor conservación de los elementos de proceso de la planta, así como una rápida respuesta ante situaciones imprevistas. ATLL también explicó las mejoras en el proceso de desalinización de agua salobre mediante EDR tras cinco años de funcionamiento de la planta, es decir, un estudio que muestra los resultados de explotación y la mejora de los procedimientos de operación y mantenimiento implementados. Por su parte, Nalco explicó la optimización de rendimientos y costes de operación en la aplicación de membranas para el tratamiento de aguas en una explotación minera a cielo abierto. Se trata del proyecto minero de Cobre

Las Cruces de Sevilla, cuya complejidad del proceso incluye tratamientos directos sobre balsas, pretratamientos fisicoquímicos, filtración de arena, ultrafiltración (UF) y ósmosis inversa. La desalobrador de la Comunidad de Regantes de Cuevas de Almanzora, en una ponencia de Valoriza Agua-Sadyt, fue el otro ejemplo nacional, en este caso como gestión eficiente de una planta. Se analizaron los aspectos técnicos y económicos de la operación de la planta, incidiendo en la gestión de los costes energéticos, con medidas como la operación discontinua o la recuperación de energía en un sistema de agua salobre.

Como ejemplos internacionales, uno de ellos es la puesta en marcha de la desaladora de Tenés, en Argelia, por parte de Abengoa. Los parámetros obtenidos en las pruebas demuestran que el performance de la planta es de acuerdo al diseño e incluso se obtienen mejores rendimientos que lo esperado. En este caso, la implantación de un centro de presión en lugar de líneas independientes reduce la inversión de la instalación (menor número de bombas de alta, tuberías e instrumentación), además de conseguir un menor consumo específico y reducir los costes en obra civil. Sin embargo, el control de los bastidores es más complejo debido a la simultaneidad de bastidores funcionando en paralelo. Otro caso práctico internacional presentado es el de la desaladora de Boudjour (Marruecos), por Canaragua, con sus problemáticas de operación (fluctuaciones de la tensión de red, colmatación progresiva de las membranas, elevado problema de corrosión, compleja logística de suministros...) y soluciones implantadas, basadas en el diseño de unas instalaciones sencillas de operar y mantener.





Otro caso internacional es el de la desaladora Santa Bárbara de la isla de Curaçao. Según explicó Degrémont, esta planta muestra los potenciales beneficios de utilizar un sistema híbrido de alto y bajo flux de manera combinada, incrementando el flujo global del sistema y permitiendo reducir los costes de inversión y operación si se compara con otros sistemas de membranas tradicionales. Otro caso explicado, ahora en Argentina, fue el diseño de una planta de tratamiento de agua para un campamento minero a 4.500 m de altura, con especial atención a los parámetros que exceden según la legislación local, que son el boro, el aluminio y la salinidad. Por su parte, Aqualia explicó los motivos para realizar una planta desaladora de agua de mar en Chile, a 1.700 m de altitud y a 150 km de la costa, además de analizar las consideraciones técnicas tenidas en cuenta en su diseño.

Más allá de estos casos, Aqualogy presentó en esta sesión su sistema Aqua Gard para el mantenimiento predictivo y preventivo de pozos de suministros a plantas de desalación. Este elemento permite mínimos tiempos de intervención, sin necesidad de extraer la electrobombas y sin generar aguas de purga ácidas. También se estudió el caso de las floraciones algales nocivas ('mareas rojas') que afectan a las plantas desaladora, que pueden incluso la parada por toxicidad, además de ensuciamiento y obstrucción de las membranas. GS Inima aborda este problema desde su origen, conociendo las especies y los impactos que producen tras analizar diferentes pretratamientos. Este trabajo sirve como punto de partida para la optimización de procesos y búsqueda de tratamientos innovadores para garantizar el funcionamiento en continuo de las plantas.

Gestión, eficiencia energética y protección ambiental

Las ponencias de esta segunda sesión técnica se centraron en la sostenibilidad y la eficiencia energética, dos conceptos clave en los ámbitos de la desalación y reutilización, aplicables también al resto de ámbitos técnicos del agua: depuración, gestión, potabilización..., con ejemplos tanto nacionales como internacionales.

Entre los de fuera, y tras la explicación de los orígenes de la desalación en América Latina, desde Ayesa se explicó el caso de la depuradora de Atotonilco (México), la de mayor caudal del mundo en una sola etapa, y el valor positivo de la reutilización de sus aguas. También se evaluaron los progresos y oportunidades para proyectos de desalación y reutilización en California, Texas y México, basados en el análisis de tendencias de inversión y construcción de proyectos, siendo tres mercados de futuro para el sector.

Sobre temas ambientales, desde la Universidad da Coruña se presentó el trabajo de caracterización de vertidos sumergidos de salmuera en medio dinámico. Para ello se han aplicado técnicas láser y una tecnología innovadora de sensores de conductividad para caracterizar la evolución de la concentración del vertido a lo largo de todo su desarrollo. Por su parte, la Universidad de Alicante explicó el seguimiento a largo plazo del vertido de la desalinizadora de Xàbia, en lo que puede servir de ejemplo de la importancia de tener un plan de vigilancia ambiental específico, bien diseñado y flexible.

No obstante, la mayoría de ponencias versaron sobre la energía. Dow Chemical expuso el proceso de experimentación y los resultados obtenidos de la validación y cualificación de Dow Seamaxx, una nueva membrana de ósmosis inversa de alta permeabilidad, con el fin de disminuir el coste de la producción de permeado en plantas de desalación, permitiendo la operación a tasas de conversión más altas y reduciendo el consumo energético. SETA y la Universidad de Valladolid plantearon una propuesta para desalación en alta mar mediante energías renovables. Se trata del desarrollo de una plataforma energética eólica y marina en mar abierto equipada con un sistema de generación de Hidrógeno como abastecimiento para múltiples usuarios de energía. El objetivo es desarrollar un diseño conceptual de prueba para una nueva plataforma de usos múltiples totalmente integrada para la mayor parte de recursos marinos, el fomento de actividades tales como la integración y desarrollo de energías renovables, acuicultura, vigilancia del medio ambiente y evaluar el impacto de dicha plataforma en el medio ambiente y a niveles económicos.



La Universidad de Cádiz expuso el proyecto ETAP-ERN (Evaluación del tratamiento de aguas potables mediante energías renovables y nanofiltración), que tiene entre sus objetivos obtener agua de mayor calidad simplificando el proceso de potabilización y buscando el mínimo coste, propiciando además el uso de energías renovables para evitar la emisión de dióxido de carbono, aspecto crítico de los procesos de desalación.

Por su parte, desde Acciona se explicó el caso de la EDAR de Archena y cómo implantando un sistema híbrido inteligente de control de la energía renovable, aplicado sobre el tratamiento biológico como principal consumidor energético en una planta depuradora, se reducen los consumos. Tecnoturbinas, en cambio, ha desarrollado e implementado un innovador sistema de control electrónico para microturbinas hidráulicas y cómo el uso de la tecnología de frenado regenerativo en pequeñas centrales hidroeléctricas abre nuevas posibilidades para la generación de energía minihidráulica. Finalmente, Aqua-logy explicó qué son los sistemas de generación hidráulica y su uso en redes de distribución, exponiendo el caso de Murcia.

Nuevos productos, desarrollo e innovación

Bajo este título se unieron dos sesiones técnicas del congreso, con hasta 17 ponencias sobre todo tipo de novedades y nuevas investigaciones en los campos de la desalación y las membranas. Acciona, por ejemplo, presentó un dispositivo para instalar *on line* capaz de de-

teectar el ensuciamiento de las membranas y algunos de los tipos de sustancias que las pueden ensuciar. La misma empresa expuso los principales resultados de un estudio de remineralización mediante diferentes lechos de caliza y dolomita granulada para conocer la disolución del dióxido de carbono al agua y la reacción de remineralización en lechos granulares. Además, junto con las universidades de Sevilla y Oviedo, presentó un estudio sobre la evaluación del proceso de degradación de una membrana de poliamida comercial expuesta a agentes oxidantes con diferentes técnicas analíticas. Y, finalmente, explicó las técnicas de modelización hidráulica por ordenador (CFD) para la mejora y optimización de la planta de Atotonilco.

Aidiquímica, por su parte, presentó la solución Adiclean S-152, un producto de limpieza en polvo eficaz a dosis bajas para la eliminación de materia orgánica y aluminosilicatos en membranas de ósmosis inversa. Lo mismo hizo Toray, presentando su Thin Film Composite Pro, una membrana de alta densidad, y los compuestos utilizados en su producción. En cuanto a Kemira, ha desarrollado un producto con alta tolerancia para sílice (hasta 270 ppm) que es eficiente para controlar incrustaciones de sílice y otros depósitos en membranas. E Italmatch Chemicals explicó cómo escoger y aplicar un antiescalante y optimizar su dosificación en función del pH y la temperatura el agua de mar y su implantación real en la planta de desalación de Larnaca. BWA Water Additives también presentó su antiescalante Flocon 885 para plantas de ósmosis inversa.

Otro desarrollo presentado, esta vez por Fluytec, es Continuous-UF, una tecnología que logra una producción continua mediante la limpieza módulo a módulo de UF. Para ello combina lavados tangenciales, retrolavados y aclarados manteniendo siempre constante el flujo de permeado de UF. Desde Pentair X-flow se explicó cómo la filtración directa por membranas de aguas con alto contenido de sólidos (algas), junto con la desinfección, proporcionan un proceso más sencillo y con una sustancial reducción de costes. Los detalles de la tecnología y su diseño se detallan con el caso de la planta de Pilbara (Australia). Desde Facsa y la Universidad de Zaragoza explicaron la eliminación de nitratos del agua mediante el empleo de membranas catalíticas a través de una reacción de hidrogenación. Facsa también comentó el proyecto e-Tongue4Wat, que estudia la viabilidad de desarrollar lenguas electrónicas para ser implementadas como sistema de control y monitorización de estaciones depuradoras y potabilizadoras, así como redes de abastecimiento de agua potable. De esta forma, se podría obtener un control integral de la calidad de la agua de forma fácil, segura y a bajo coste. Finalmente, y mediante simulaciones numéricas (CFD) y experimentación, la Universidad de Sevilla y la empresa D&B Tecnología han desarrollado un nuevo dispositivo de flujo cruzado que puede generar burbujas de menos de 100 micras. Para ello se utilizan membranas elásticas dispuestas en el flujo para evitar problemas de obstrucciones. Estos equipos mejoran la eficiencia de procesos de separación por flotación, la disolución de gases industriales y otros procesos químicos o biológicos de transferencia líquido-gas.



Reutilización

La última sesión técnica del congreso estaba dedicada a la reutilización y la explicación, a través de sus ponencias, de los usos diferenciados que puede llegar a tener la gestión de las aguas residuales. Así, Tedagua explicó el caso de la planta de tratamiento de aguas congénitas de Puerto Gaitán (Colombia), mientras Grundfos BioBooster hacía lo propio con la nueva generación de MBR en modo descentralizado aplicado al hospital Herlev de Copenhague (Dinamarca).

Acciona-Esamur estudia la tecnología de ósmosis directa en la reutilización de aguas residuales para riego, mientras que Emasesa-Cadagua dieron a conocer el caso de regeneración del agua de la EDAR Ranilla para reuso en campo de golf e industrial, demostrando así la gestión de la reutilización orientada a usos diferenciados. Aqualia, en cambio, aportó su experiencia en la central termosolar de Villena, un caso práctico de reutilización de aguas residuales en el caso eléctrico. Y el Centa, junto a la Universidad de Cádiz, explicaron la reutilización de aguas residuales en pequeñas poblaciones. En concreto, analizaron diferentes condiciones de operación de los filtros intermitentes de arena para utilizarlos como sistema para la regeneración de aguas residuales y su posterior utilización para el riego agrícola. También para fertirrigación la empresa Bioazul presentó el proyecto Treat&Use, cuyo objetivo principal es la construcción de un prototipo precomercial que combina el tratamiento biológico del agua con la tecnología de membrana y un sistema de riego para que el proceso global esté completamente automatizado y los requisitos de operación y mantenimiento sean mínimos. El sistema compacto del diseño hace que sea adecuado para pequeñas aglomeraciones como las zonas rurales.

Esamur, la Universidad de Alicante y Red Control dieron a conocer un trabajo sobre la eliminación de contaminantes emergentes y coliformes fecales mediante fotocatalisis solar con dióxido de titanio soportado. La misma universidad también explicó el uso de membranas de nanofiltración y ósmosis inversa para la mejora en la eliminación de contaminantes emergentes no degradados en procesos biológicos, mientras que las otras dos entidades presentaron otro estudio sobre el tratamiento mejorado de eliminación de nutrientes mediante la adición de propianato.

Aigües de Barcelona y el centro tecnológico Cetaqua también aportaron su experiencia en el caso de la reutilización, explicando el proyecto Life Wire. Mientras la reutilización del agua urbana regenerada es una estrategia de gestión clave para la preservación de los recursos



La eficiencia energética y la protección ambiental impregnan todas las áreas del tratamiento del agua, incluso en la desalación y la reutilización

hídricos, la reutilización en el sector industrial es aún minoritaria y son necesarias acciones de demostración para extender su implementación. Life Wire es un proyecto de demostración que pretende impulsar la reutilización industrial de agua regenerada mediante la demostración técnica, económica y ambiental de la viabilidad de tratamientos satélite para la producción de agua de calidad a la carta. Finalmente, desde Veolia se explicó el proyecto Demoware, que pretende demostrar la viabilidad técnica y tecnológica de regeneración de aguas segura y de bajo coste, con un beneficio medioambiental adicional (almacenamiento subterráneo de agua para hacer frente a la viabilidad estacional del consumo de agua) mediante el tratamiento suelo-acuífero. El objetivo de este trabajo es demostrar la viabilidad y competitividad de las tecnologías o procesos de reuso basadas en sistemas *lower-tech* con soluciones híbridas de filtración-desinfección y recarga de acuífero.

Conclusiones

Además de esas sesiones técnicas, el congreso AEDyR incluyó para el último día dos mesas de debate, la primera sobre generación de nuevos recursos hídricos en España, tanto en desalación como en reutilización, y la segunda sobre la experiencia y las necesidades de nuevos recursos hídricos en el ámbito internacional. Así mismo, durante los tres días de celebración del congreso se expusieron los siguientes pósters: proceso de oxidación avanzada vehiculado por micropartículas magnéticas aplicable a la regeneración de aguas residuales de EDAR Magnox; membranas cerámicas de bajo coste para el tratamiento y regeneración de aguas residuales mediante biorreactores de membrana Watercer; proyecto de desarrollo de sistemas de generación microhidráulicos; recuperación de energía osmótica de los rechazos en desaladoras de múltiples etapas; método avanzado para la determinación de *Escherichia coli* y su aplicación en aguas reutilizadas; diseño concepción y dificultades de puesta en marcha de una planta desaladora para uso industrial en el sector minero; e instalación subacuática de conducciones HDPE.

Como conclusión final remarcar que, en relación a la desalación de agua de mar, España dispone de una capacidad anual de producción de agua salada a partir



de agua de mar de 800 hm³ anuales. Es, por tanto, un país con amplia experiencia en proyectos de desalación (3 plantas más deben entrar en funcionamiento en 2015 según Acuamed: Campo de Dalías, Oroposa y Bajo Almanzora) y con una alta reputación a nivel internacional. El objetivo prioritario en la política de aguas, en relación a la desalación, es la eficiencia energética. Tradicionalmente, el agua se ha considerado como un elemento generador de energía. Sin embargo, la modernización e implantación de nuevas tecnologías para los sistemas de tratamiento de agua, el crecimiento de la demanda y el desarrollo de grandes infraestructuras de bombeo para el transporte y distribución ha confirmado al sector del agua también como consumidor de energía. En España, se estima que el consumo eléctrico asociado al ciclo integral del agua se sitúa sobre los 23.600 GWh, una cifra que supone el 10% del consumo eléctrico nacional. Se trata, sin duda, de un valor lo suficientemente significativo como para considerar el sector del agua (desalación incluido) un elemento clave en cuanto al consumo de energía del agua. Acuamed, por ejemplo, tiene como objetivo una mejora en eficiencia energética del 10%.

A nivel técnico, como comenta el recién elegido nuevo presidente de AEDyR, Domingo Zarzo, en la entrevista publicada a continuación "en la actualidad se están estudiando otras tecnologías y la combinación entre ellas, como la *forward osmosis*, la pervaporación, el uso de nanomateriales y nanotecnologías, nuevos materiales como el grafeno, etc.". En cuanto a la reutilización, "se está investigando sobre todo en los sistemas de desinfección y en la eliminación de compuestos emergentes, para la protección de los usuarios y productos regados con agua reutilizada, sobre todo evitando riesgos sanitarios. Y, por supuesto, el incremento en la eficiencia energética y la protección ambiental que, como ya se ha mencionado, son dos factores clave que están impregnando a todas las áreas del tratamiento de agua".