

Agua para todos

Las investigaciones en ósmosis inversa avanzan hacia la desalación con un alto grado de optimización energética

Gracias al desarrollo de las técnicas de desalación, el agua de mar se ha convertido en un recurso hídrico más para la obtención de agua de consumo humano o riego agrícola, entre otros. En este campo, la tecnología de ósmosis inversa es la más aplicable dado su menor consumo energético con respecto a otras tecnologías, tales como las de evaporación o compresión de vapor.

Esta tecnología está basada en la inversión del proceso de ósmosis mediante la aplicación de una presión superior a la osmótica, lo que representa un consumo de energía, para permitir el paso del agua hacia un lado de una membrana semipermeable, mientras las sales quedan retenidas en el opuesto. Previamente se debe someter el agua de mar a una limpieza para evitar que elementos tales como bacterias, partículas, materia orgánica u otros actúen como una barrera para la circulación del agua libre de sales.

Hoy día la tecnología está muy consolidada, pero podemos hacer algo más por mejorarla. En este sentido, el Grupo de Investigación "Tecnologías para la Gestión y el Tratamiento del Agua" se marcó retos como la optimización en los rendimientos para reducir los costes, teniendo en cuenta aspectos tales como concentración salina, temperatura, reactivos de operación, calidad del agua a desalar, etc. En definitiva, buscaron obtener más agua desalada a un menor coste, algo que revertirá directamente sobre el usuario.

EFICIENCIA Y CALIDAD

En base a estos aspectos, la empresa Cadagua, uno de los referentes españoles a nivel internacional en el desarrollo y aplicación de procesos de desalación mediante membranas, les planteó esta línea de investigación conjuntamente con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Los trabajos se iniciaron en el año 2007, con el objetivo general era la optimización global del esquema de tratamiento para desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa, enfocado desde dos puntos de vista confluyentes como son la optimización del proceso y la eficiencia energética.

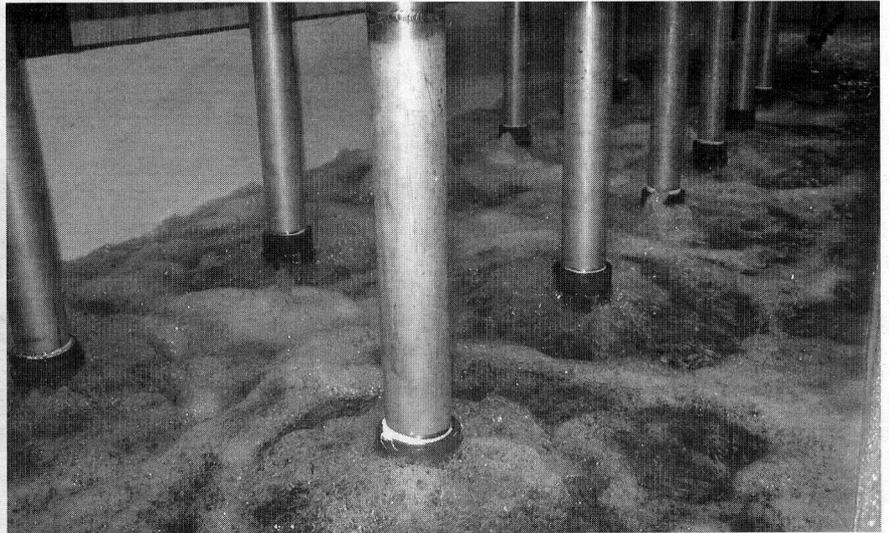
El desarrollo del proyecto ha conllevado el diseño y construcción de una plataforma experimental con capacidad para producir 170 m³/día de agua desalada, ubicada en la Instalación de Desalación de Agua de Mar (IDAM) de la Ciudad Autónoma de Melilla. La instalación dispo-

ne de todos los elementos propios de una planta a escala real, pero con un control del proceso más exhaustivo dado su carácter experimental. Cuenta igualmente con procesos de pre y postratamiento alternativos, lo que permitirá decidir sobre la configuración óptima del esquema general de tratamiento, desde los puntos de vista técnico y económico, para conseguir los objetivos de calidad de agua preestablecidos.

RESULTADOS

Son muchos los logros alcanzados mediante el desarrollo del proyecto, principalmente en lo relativo a la operación del pretratamiento y su optimización para reducir el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa, a la vez que se han desarrollado nuevas técnicas para el estudio de las mismas, lo que coloquialmente se define como "autopsia", que ayuda a profundizar en el conocimiento de los mecanismos que provocan el citado problema. Asimismo la aplicación de modelización hidroquímica ayuda a optimizar los consumos de reactivos y energía, ajustando el proceso en base a los potenciales problemas de precipitación de sales sobre la membrana.

Los retos del Grupo son ma-



Proceso de desalación de agua de mar.

yores y ya están pensando en la continuidad de los trabajos con el objeto de desarrollar técnicas de control avanzadas que les permitan predecir la generación de sustancias indeseables o nos adviertan de potenciales problemas actuando antes de que estos tengan lugar.

Todo ello sitúa al grupo Tec-

nologías para la Gestión y el Tratamiento del Agua de la Universidad de Granada, a la vanguardia de la investigación en desalación de agua de mar, trabajando conjuntamente con uno de los centros más relevantes de España en caracterización y modelización hidrogeoquímica y con una de las empresas más signi-

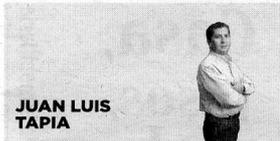
ficativas del sector por capacidad tecnológica y referencias, conformando un grupo de trabajo que pretende destacar como referente internacional en ósmosis inversa, con capacidad para el desarrollo de tecnología propia, algo de suma importancia dado que España es un país altamente demandante de esta tecnología.



Miembros del Grupo de Investigación "Tecnologías para la Gestión y Tratamiento del Agua" de la Universidad de Granada.

Las horas nazaríes

Antonio Fernández-Puertas reconstruye en un libro el famoso reloj de la Alhambra



Jltapia@ideal.es

Ibn Al-Jatib describió con todo lujo de detalles el maravilloso artefacto que daba las horas a través del recitado de sus versos

GRANADA. Autómatas, muñecos de metal, clepsidras y demás aparatos formaban parte del paisaje interior de las estancias palaciegas nazaríes. Herederos de los estudios y artilugios inventados por griegos y bizantinos, los habitantes de las estancias palaciegas utilizaron diversos aparatos para medir el paso del tiempo.

El crónico de Historia del Arte Hispanomusulmán de la UGR Antonio Fernández-Puertas ha reconstruido en 'Clepsidras y relojes musulmanes' (Ed. Fundación El Legado Andalusi) el antiguo reloj de la Alhambra, descrito en las crónicas del gran poeta y visir Ibn Al-Jatib.

El cronista relató que en tiempos del sultán Muhammad III, los nazaríes usaban cirios marcados con las horas y sus fracciones, que al quemarse marcaban el paso del tiempo e informaban de la hora. En uno de sus textos referidos al noble nazarí señaló que «... el destino lo trató con dureza, no concediéndole una salud íntegra amargándole las delicias del reino con una enfermedad crónica, que atacó a sus dos ojos, ocasionada por las continuas vigiliadas y el uso de luces de cirios grandes como troncos de palmera, en los cuales había unas marcas que registraban el paso de las horas de la noche y de las partes de la misma».

La joya de la corona fue el reloj construido hacia 1362 y que se situó en el Palacio de Comares, en el llamado Mexuar de la Alhambra, donde Muhammad, sentado en su trono, seguía el paso del tiempo y atendía a las oraciones del Islam. «El sultán -con su penetrante inteligencia, fina sensibilidad, sólido buen juicio y su perfecta perspicacia-, fue el primero en usar una máquina que informaba del paso de las horas de la noche», relata Ibn Al-Jatib en la traducción

ofrecida por Fernández-Puertas.

«Fue colocado para aquella noche, por indicación suya, un reloj extraordinario. Era de madera hueca, con la altura de una brasa -165 cm a 170 cm-, se cambiaba de su forma redondeada a la dodecagonal y mostraba en lo más alto de cada uno de sus lados un mihrab, y estaba recubierto enteramente de policromía y ornamentación», relata el célebre pensador nazarí.

Ibn Al-Jatib revela los detalles del funcionamiento de esta especie única de reloj: «Se elevaba por cima de su estructura un cirio encendido que tenía dividido su cuerpo en partes para indicar las horas de la noche. De cada una de las líneas que dividía su cuerpo y que señalaba la hora, salía un cordel de lino que se unía a la cabeza del pestillo visible del mihrab y le impedía caer de arriba hacia abajo y descender».

Sobre el tímpano del arco del mihrab había un hueco bien hecho que tenía forma hexagonal, cuya función consistía en lanzar a la carrera una bolita que obstaculizaba una varilla de hierro y aseguraba la cabeza del pestillo que cerraba el mihrab. Quedaba detrás del mismo hierro que aseguraba la cabeza del pestillo que cerraba el mihrab, y a su vez quedaba detrás del pestillo una bolita de cobre con forma avellanada, y a ésta le impedía la varita que se presentase para el deslizamiento de la caída. También quedaba detrás del pestillo una figura que presentaba un trozo de papel escrito en verso que daba a conocer el paso de la parte de la noche.

«Cuando el fuego mermaba el cirio y se llegaba al final de la hora, se quemaba la cuerda que ataba, como se ha dicho, descendía el pestillo, y cesaba el impedimento de la caída de la bolita, y así bajaba y se albergaba en uno de los platillos de cobre bien preservados que llamaba la atención por la resonancia, y de este modo salía el trozo de papel y lo daba el encargado de este reloj al recitador quien lo declamaba», prosigue la narración de Ibn Al-Jatib.

Recitar

«Excitó la curiosidad la prueba de esta máquina a la que le era necesaria la naturaleza de su fuego, de su pabito y del aire contenido en su interior hueco. Su funcionamiento fue perfecto, se siguieron sus cambios, se mostró su propósito así como era ligero su trasla-

do», concluye sobre el funcionamiento.

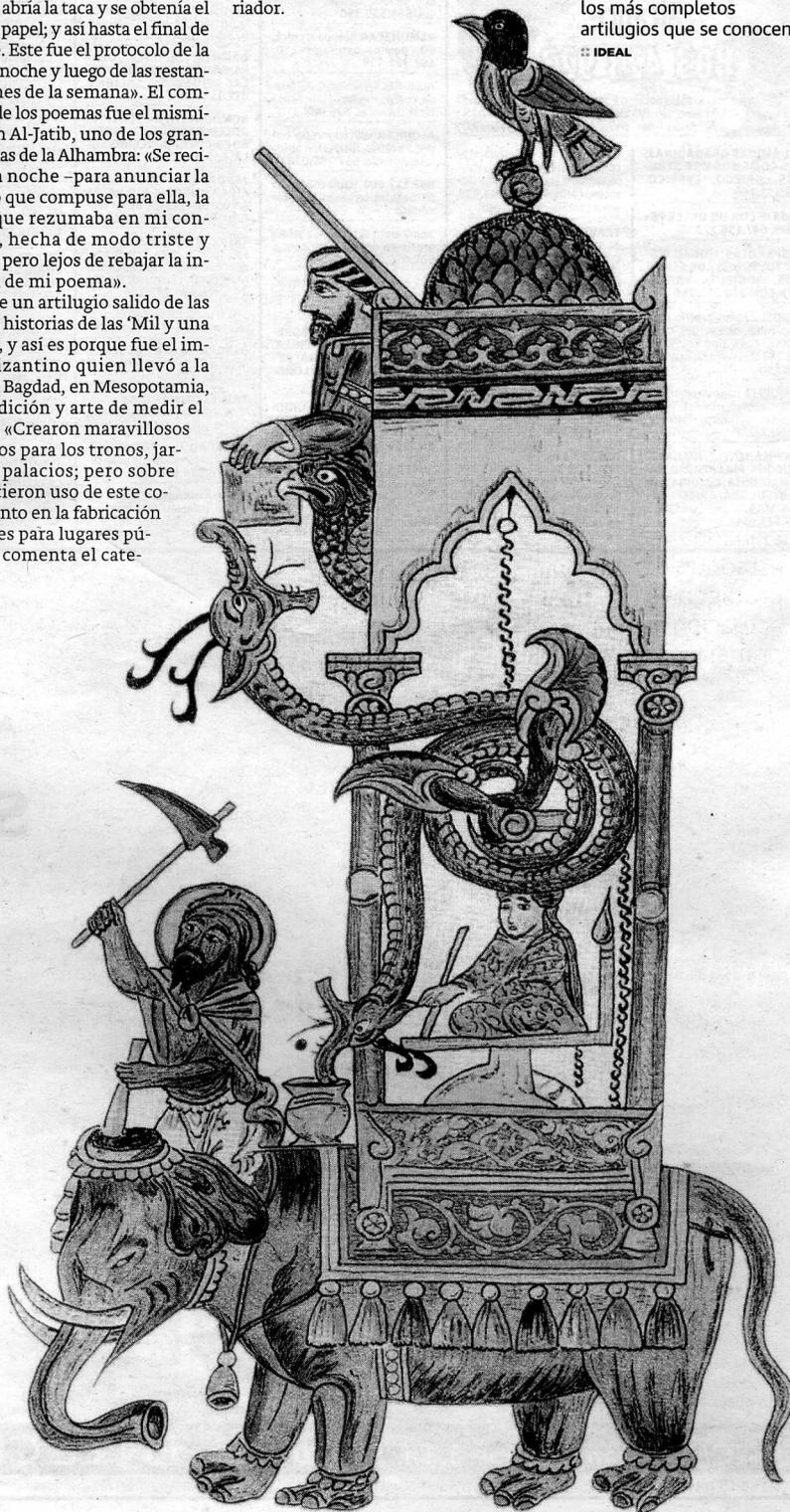
El modo del recitado de los versos del reloj también quedó descrito por el cronista nazarí: «Cada vez que la hora pasaba caía la piedrecita en el platillo en el que resonaba. Se abría la taca y se obtenía el trozo de papel; y así hasta el final de la noche. Este fue el protocolo de la primera noche y luego de las restantes noches de la semana». El compositor de los poemas fue el mismísimo Ibn Al-Jatib, uno de los grandes poetas de la Alhambra: «Se recitó dicha noche -para anunciar la hora- lo que compuse para ella, la poesía que rezumaba en mi conciencia, hecha de modo triste y penoso, pero lejos de rebajar la intención de mi poema».

Parece un artilugio salido de las muchas historias de las 'Mil y una noches', y así es porque fue el imperio bizantino quien llevó a la corte de Bagdad, en Mesopotamia, esta tradición y arte de medir el tiempo. «Crearon maravillosos artilugios para los tronos, jardines y palacios; pero sobre todo hicieron uso de este conocimiento en la fabricación de relojes para lugares públicos», comenta el cate-

drático y especialista. «En el Magrib, los relojes para el pueblo y los transportables privados llegaron desde Bagdad en el siglo IX y se construyeron algunos relojes-muebles para las cortes de Fez, Tremecén y Granada», concluye el historiador.

Imagen del reloj de Al-Yazari del elefante, uno de los más completos artilugios que se conocen.

IDEAL



Los habitantes de la Alhambra usaban cirios marcados con las horas a modo de relojes

El mismísimo Ibn Al-Jatib era el autor de los versos que se recitaban para marcar las horas