

Sobre la realidad de los costes de desalación: las cosas en su sitio

Canarias es, sin exagerar, el lugar del mundo donde existe un mayor número de desaladoras de las que se podrían llamar de "diseño avanzado", esto es de bajo consumo energético. Está claro que en el Oriente Próximo existen más desaladoras por habitante, pero en su mayoría son de tecnología de vapor y basadas en combustible barato.

Desde 1976 hasta nuestros días, se ha ido pasando de diseño en diseño y de tecnología en tecnología, hasta llegar a reducir los costes a niveles nunca soñados, ni siquiera por los más optimistas. Sin embargo, conviene poner las cosas en su sitio.

Hoy en día, la tecnología de membranas de ósmosis inversa con los nuevos sistemas hidráulicos de recuperación de energía, llamados "cámaras isobáricas", permite desalar agua de mar a unos costes más que razonables (2 kWh/m³ de agua desalada).

Por otro lado, la calidad de las membranas, la durabilidad de las mismas y los costes de reposición han mejorado enormemente gracias a las nuevas técnicas de fabricación y enrollamiento automático de estas membranas, permitiendo a las empresas suministrar sus productos a costes muy competitivos. Todo esto se traduce en plantas sumamente eficaces, y podría decirse que hasta hermosas, desde el punto de vista de la ingeniería.

Los nuevos sistemas hidráulicos de recuperación de energía, mencionados anteriormente y conocidos por cámaras isobáricas, son una solución idónea para plantas pequeñas (<15.000 m³/d). Aunque empiezan a instalarse en plantas

mayores, los diseños actuales tienen limitaciones en el dimensionamiento de equipos, ya que, los valores de consumo específico de 2 kWh/m³ se consiguen utilizando bombas de pistón o desplazamiento positivo (rendimientos > 90%) para la producción de agua a alta

	COSTE
Bombeo a la planta (50 m)	0,026 €
Energía 3,1 Kwh/m ³	0,225 €
Pretratamiento (bisulfito sódico, anti-incrustante)	0,006 €
Postratamiento (Lechos de calcita sin CO ₂)	0,008 €
Personal	0,066 €
Sustitución de membranas	0,006 €
Sustitución de filtros de cartucho	0,009 €
Mantenimiento de bombas y equipos varios	0,012 €
Elevación a depósitos (150 m)	0,079 €
SUBTOTAL	0,437 €
Beneficio industrial operador de planta(15%)	0,066 €
TOTAL (sin amortización)	0,503 €
Amortización de la planta	0,060 €
TOTAL (con amortización)	0,563 €

presión, estando estas bombas optimizadas y limitadas para caudales pequeños (<1.500 m³/d por unidad). Para plantas convencionales mayores de 20.000 m³/d con turbinas tradicionales (aunque mejoradas) de recuperación de energía hidráulica y bombas centrífugas, los consumos de energía rondarán entre 3,1-3,4 kWh/m³ de agua desalada.

De estos números se deduce que el coste de la desalación, sólo por los costes de la energía, está entre 0,13-0,22 €/m³ de agua desalada. Los costes de productos químicos también se han reducido en los últimos años. Las plantas de última generación apuntan a una utilización mínima de aditivos anti-incrustantes o controladores de oxígeno (ninguno es tóxico y persistente) y existen ya algunas plantas que toman el agua de pozos costeros muy limpios que

no utilizan ningún tipo de producto. Esto es así gracias a los avances en los materiales de las membranas. Estamos hablando por tanto de unos costes en productos químicos que rondan los 0,018 €/m³.

A este coste de pretratamiento hay que añadirle el coste del post-tratamiento para remineralizar el agua con calcio y carbonatos que varía entre 0,006 a 0,024 €/m³.

Los costes de operación y mantenimiento se han reducido bastante gracias a los automatismos y, sobre todo, a la mejor calidad de los materiales y al mejor diseño de los equipos. Aquí juegan la dimensión de las plantas y los costes del personal, pudiendo oscilar los costes entre 0,06 y 0,09 €/m³ de agua desalada. En las plantas grandes, generalmente, los costes suelen ser los más baratos.

Las plantas de ósmosis inversa tienen en principio una vida operativa larga (≈20 años) a pesar de trabajar con agua de mar. Sin embargo, la mayoría se han quedado obsoletas después de 10 años y hay que renovarlas para mejorar su eficacia.

Una buena parte del parque de desaladoras de España y en especial el de Canarias se encuentra precisamente en este estado, esto es, de estar

necesitado de actualizar las instalaciones.

El coste de la inversión de las desaladoras oscila entre 470 €/m³ hasta 800 €/m³ dependiendo de la sofisticación de la planta (variadores de frecuencia, tipos de bombas, automatismos, etc.). Estos costes de inversión se han reducido algo gracias a los nuevos diseños estandarizados, aunque en las plantas grandes los costes de obra civil continúan siendo un coste muy importante. Por último hay que tener en cuenta los costes de bombeo, tanto a la planta como al sistema de abastecimiento. Generalmente, se asumen unos consumos energéticos de 0,7 kWh/100 m de elevación. Los pozos costeros de toma de agua salada suelen ser de unos 20-50 m de profundidad y en la mayoría de los abastecimientos hay que contar con 100 a 400 m de elevación desde la costa, dependiendo de la zona. Por tanto, asumiendo un bombeo a planta de 50 m elevación y una elevación a depósito de 150 m tenemos unos consumos energéticos del orden de 1,4 kWh/m³.

Resumiendo, se puede elaborar la siguiente tabla de costes para una planta moderna de > 20.000 m³/d (asumiendo un precio de la energía de 0,075 €/kWh). Además del consumo energético, el impacto ambiental de las salmueras que ha sido siempre tema de preocupación. Sin embargo, y aunque se ha detectado que la sensibilidad de

las praderas de *Posidonea oceanica* (planta marina endémica del Mediterráneo) es importante, las mediciones realizadas apuntan a que después de unos 20 -25 m la dilución de la salmuera es prácticamente total. Actualmente, se trabaja en modelos de simulación matemática para poder predecir los impactos de estas salmueras. No se debe olvidar, sin embargo, que el impacto ambiental más importante de la desalación es el socioeconómico, ya que la falta de restricciones de agua en zonas áridas y costeras produce un rápido crecimiento. El escaso control sobre este crecimiento es el que produce, sin duda, el mayor impacto ambiental: aguas residuales, contaminación de las aguas subterráneas por riegos, problemas de sobre-urbanización, aumento en el consumo de energía, etc. Todo esto, sin olvidar que este desarrollo existe gracias a una sola industria que a su vez depende generalmente de una sola materia prima: el petróleo.

La precariedad de esta fórmula de crecimiento está sobradamente demostrada en estos tiempos, por lo que parece obvio pensar que para alcanzar un desarrollo sostenible habría de procurarse, además de agua, fuentes de energía alternativas. Ahora bien, esto conlleva sin duda un sobrecoste importante y un retraso en la puesta en marcha de las desaladoras, cuestión que no siempre es aceptable.

Comparación entre las aguas minerales y las aguas desaladas

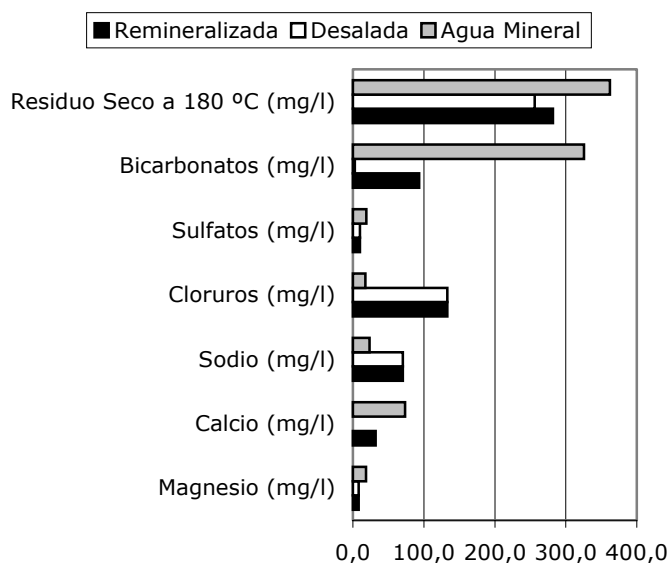
La mayoría de los que han probado el agua desalada opinan que tiene un sabor raro. Los entendidos nos explican que tiene un sabor ácido aspecto que lo detectamos en los laterales de la lengua. Algunos también dicen que tiene un sabor un poco metálico y que tiene un ligero picor como si tuviera algo de gas. No van descaminados. El caso es que el agua desalada no sabe igual que las aguas minerales. ¿Y porqué?. Con el fin de contestar a esta pregunta se han recopilado los análisis de 18 aguas minerales de distintas marcas, algunas de la península y Europa y otras de Canarias, comparando su composición, con la del agua desalada antes y después de la remineralización con carbonato cálcico.

En primer lugar, se comprobó que hay algunas aguas como por ejemplo Vichy Catalán, Apollinaris o Pinalito que tienen un contenido en sales anormalmente alto (>1000 mg/L). Por otro lado, hay otras de una mineralización muy débil (<60 mg/L), como por ejemplo Bezoya o Fonteide. Descartando por tanto estos extremos se han seleccionado 11 aguas minerales cuyo contenido en sales podríamos llamar medio, esto es entre 600 y 150 mg/L de sólidos totales. (La Figura 1 resume los resultados de este análisis) Se observa que las aguas minerales son generalmente aguas bicarbonatadas con bajo sodio y magnesio. Sin embargo, las aguas desaladas son aguas cloruradas sódicas con muy pocos bicarbonatos, muy poco calcio y algo de magnesio. Las aguas desaladas remineralizadas sin embargo, tienen un contenido en bicarbonatos y calcio



significativamente mayor, de ahí sin duda su mejor sabor. Las aguas desaladas tienen además un pH alrededor de 6 mientras que las aguas remineralizadas están alrededor de 8 valor semejante al de las aguas minerales (este dato no se incluye en la Figura 1 porque no aparece generalmente en las etiquetas de las botellas). De este análisis se comprende el porqué las aguas remineralizadas mejoran tanto el sabor respecto a las aguas desaladas y porqué aunque no llegan a ofrecer la calidad de las aguas minerales, si mejoran considerablemente su calidad respecto al agua desalada sin tratar.

Figura 1: Comparación entre distintos tipos de aguas



ENTRA EN FUNCIONAMIENTO LA PLANTA DE REMINERALIZACIÓN DE FORMENTERA

El pasado mes de mayo ha entrado en funcionamiento la planta de remineralización de la desaladora de la isla de Formentera (3.000 m³/d). La planta es una apuesta del Ministerio de Medio Ambiente por estos nuevos sistemas desarrollados por el Centro Canario del Agua y ha sido instalada por la UTE Cadagua-Ferrovial. Consta de tres depósitos de 3,7 m³ cada uno colocados en serie. Los depósitos disponen de un silo de reserva y del sistema de alimentación patentado por la Fundación. Los depósitos han sustituido a un sistema tradicional con lechada de cal. La adición de CO₂ se ha conservado para mejorar la alcalinidad final. Como resultado del tratamiento, el agua desalada supera el valor de -0,5 del Índice de Langelier y cumple con la normativa de abastecimientos (R.D. 140/2003).

SOBRE LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS A PARTIR DE AGUA DESALADA

Los cultivos hidropónicos de hortalizas (cultivos sin suelo) son una forma de producción intensiva cada vez más frecuente por los grandes rendimientos que se obtienen. Esta forma de cultivo está asociada también a la utilización de aguas desaladas o poco mineralizadas. Sin embargo, la preparación de estas soluciones nutritivas a partir de aguas desaladas supone un problema debido a la necesidad de tener que aportar cantidades importantes de calcio. El calcio es un elemento fundamental en los cultivos hidropónicos ya que permite el rápido metabolismo, protege contra las enfermedades y ayuda a crear una buena estructura de soporte a pesar del rápido crecimiento. La utilización de nitrato cálcico tiene sus limitaciones ya que el nitrógeno también se suministra en forma de nitrato potásico.

Otras fuentes de calcio son caras y no siempre procuran el calcio de forma asimilable para la planta.

El Centro Canario de Agua, a la luz de una solicitud recibida de la provincia de Huelva, ha iniciado una investigación con planta piloto para estudiar la posibilidad de utilizar los lechos de calcita para forzar, por medio de ácidos y CO₂, la disolución de la misma hasta los niveles deseados y posteriormente añadir los componentes restantes de la forma tradicional.



Depósitos para lechos de calcita www.fcca.es

El Museo de las Aguas en Barcelona abre sus puertas

El Museo de las Aguas de la Fundación Agbar abrirá sus puertas el presente mes de junio con la voluntad de proyectar a la sociedad valores vinculados a la cultura del agua y tener un lugar propio en la oferta cultural de la provincia.

Ubicado en las instalaciones de Aguas de Barcelona en Cornellà de Llobregat (Barcelona), el museo constará de una exposición permanente, muestras temporales y actividades en espacios interiores y exteriores del museo.

El museo ofrecerá la arquitectura modernista de las construcciones del complejo y sus instalaciones con las máquinas originales, que son un patrimonio en Europa en materia de abastecimiento de agua.

La Fundación Agbar fue creada por la Sociedad General de Aguas de Barcelona y tiene como objetivos fundamentales la mejora de la calidad de vida y la protección del medio ambiente. La Central Cornellà, emblemática estación de bombeo de Aigües de Barcelona, construida en el año 1909 para la captación y

elevación de agua del acuífero del río Llogregat, y con unas instalaciones aún en plena actividad, será la sede del Museo de les Aigües.

La Societat General d'Aigües de Barcelona en el transcurso de los años ha sabido mantener toda la maquinaria "in situ" y al mismo tiempo ha conservado y organizado todo el fondo documental, lo que permite reconstruir la historia de la Central y aspectos sociales y tecnológicos del suministro de agua de Barcelona y el área metropolitana. De esta manera, en el marco de un proyecto museístico, en el año 2000 se inició la rehabilitación arquitectónica de los edificios y sus alrededores para ubicar el Museo de les Aigües.

El conjunto del museo comprende el edificio principal, proyectado por el arquitecto modernista Josep Amargós i Samaranch (1848-1918), los jardines que lo rodean y el depósito de equilibrio. La planta del edificio, un claro exponente del modernismo industrial, consta de tres naves entrelazadas, dos de ellas paralelas entre sí –la sala de calderas y la sala de máquinas–, y la tercera, situada de manera perpendicular al resto de la construcción, es la sala eléctrica.

Durante el año 2003 se ha llevado a cabo la última fase de

la rehabilitación, que consiste en acondicionar la sala de calderas como espacio para exponer la colección permanente del museo. El depósito de equilibrio, que será uno de los elementos más destacados del recinto, se restaurará para albergar en su interior las exposiciones temporales, y a su alrededor se adecuará el área de recepción. Los jardines exteriores han completado el proyecto. El proyecto ha costado alrededor de 60 millones de euros y su gestión se estima aproximadamente en un millón de euros anuales. Aprovechamos la ocasión para, desde el Centro Canario del Agua, felicitar a todo el equipo de la Fundación Agbar y en especial a D. Jordi Molina, Director de la misma, por su continuo trabajo y esfuerzo en la consecución de este magnífico proyecto cultural.

<http://fundacion.agbar.es/>

Recursos educativos sobre el tratamiento de aguas en la web

La página web de Centro Canario del Agua (www.fcca.es) ha abierto una nueva sección donde se recopilan recursos educativos de diferentes fuentes, nacionales e internacionales. Destaca entre ellas los vínculos a las páginas de Lenntech una iniciativa de la Universidad de Delft, traducida en diversos idiomas, que explica los tratamientos para distintos tipos de aguas así como otros aspectos relacionados con el ciclo del agua. La nueva sección incluye también páginas de la Agencia de Protección Ambiental Norteamericana (US-EPA). La página web del Centro Canario del Agua supera las 2.500 visitas mensuales y tiene un volumen medio de descargas de unos 2.000.000 KBytes/mes.

