

La población total abastecida con agua desalada en España es de 2,3 millones de personas

Agua dulce, agua salada

La escasez de agua en España ha sido un problema histórico. Esta escasez cobró mayor importancia, sobre todo en determinadas zonas del litoral español, en la década de 1960, cuando comenzó la explosión de diversas actividades económicas, especialmente con el desarrollo de los cultivos de regadío y el turismo. Desde 1964 hasta ahora se han instalado en España, especialmente en las islas, todos los sistemas de desalación conocidos. Actualmente somos un país puntero en la construcción de estas plantas. Por eso, el Plan Hidrológico Nacional, contempla la puesta en marcha de nuevas instalaciones como solución complementaria.



Texto: *Luís Guijarro*

L

a disponibilidad de agua de suficiente calidad es un factor de gran importancia que condiciona el desarrollo de cualquier región, ya que resulta imprescindible tanto para el desarrollo demográfico como para el industrial y el agrícola.

Como explica Miguel Torres Corral, Jefe de Área de Calidad de las Aguas del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), "el agua en estado puro es muy difícil de encontrar en la tierra. Lo que denominamos agua habitualmente es en realidad una disolución de diversas sales en agua. La concentración de sales mayor o menor es la que dará origen a que denominemos a la disolución de forma distinta: agua dulce, agua salobre, agua salada, salmuera, etcétera".

Ante la escasez del preciado líquido, muchos investigadores a lo largo de la Historia contemplaron la posibilidad de obtener agua para el consumo humano a través del agua de mar. La desalación consiste en quitar las

sales que existen en el agua, con el fin de obtener agua de una menor salinidad y, por tanto, mayor calidad. Es una técnica interesante para todas aquellas zonas donde se dan, simultáneamente, una escasez de agua de calidad y abundancia de agua de mar y/o salobre. Aunque los orígenes de la desalación se remontan al siglo V antes de Jesucristo, no ha sido hasta las últimas décadas cuando esta tecnología ha experimentado un notable desarrollo.

FILÓSOFOS Y ALQUIMISTAS

Ya muchos filósofos griegos de la antigüedad (Tales de Mileto, Aristóteles, etc.) hablaban en algunos de sus escritos sobre la posibilidad de convertir el agua del mar en agua dulce, llegando incluso a describir dispositivos para destilar agua, pero sólo desde un punto de vista teórico. Los escritos y tratados en los que se habla de la destilación del agua del mar desde un punto de vista práctico, son un poco posteriores. "Existen escritos que datan del siglo III después de Jesucristo y que describen aparatos para destilar agua mediante la condensación del vapor, son los llamados *atambiques*. Posteriormente,

■ La desalación es una técnica interesante para aquellas zonas donde existe escasez de agua de calidad y abundancia de agua de mar.
Foto: Vicente González.



■ Actualmente, España es un país puntero en la construcción de plantas desaladoras. Vista general de la planta desaladora Las Palmas-Telde.

durante la Edad Media, muchos alquimistas árabes y persas practicaban la desalación del agua de mar”, comenta Eduardo Zarza, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

En los albores del Renacimiento, algunos alquimistas árabes desalaban el agua del mar haciendo uso de la energía solar; para ello utilizaban vasijas de vidrio dentro de las cuales ponían el agua de mar, calentándola mediante espejos que reflejaban la radiación solar sobre las vasijas, aportando de este modo el calor necesario para la evaporación del agua.

“Pero fue en 1675 —comenta Zarza— cuando se registró la primera patente sobre desalación. En 1872, el ingeniero sueco Carlos Wilson construyó la primera planta desaladora de tamaño industrial. Se trataba de un Solar Still de 4.757 m², con una producción diaria de 22.5 m³/día. Esta planta fue construida en Chile. En los

comienzos del siglo XX se construyeron algunas pequeñas plantas desaladoras portátiles, especialmente diseñadas para ser utilizadas en la guerra y asegurar el abastecimiento de agua a los soldados”.

ÓSMOSIS INVERSA

Los distintos procesos de desalación existentes se pueden agrupar en dos grandes tipos: procesos que separan el agua de la disolución y procesos que separan los iones salinos. Dentro de los procesos que separan el agua destaca la destilación, con ocho procesos. Todos ellos se basan en la separación del agua mediante evaporación y la condensación posterior de dicho vapor. A éste le seguiría el proceso de cristalización, que consiste en separar los cristales de hielo, teóricamente de agua pura, que se forman cuando se rebasa el punto de congelación de las soluciones salinas. Por fusión posterior de los cristales se obtiene agua dulce.

La ósmosis inversa es el proceso que separa el agua de la disolución salina mediante filtración realizada a través de membranas semipermeables. Estas membranas tienen un comportamiento distinto frente al transporte a través de las moléculas de agua y de los iones de la disolución.

Dentro de los procesos que separan los iones salinos se encuentra la electrodiálisis, que también utiliza membranas semipermeables y selectivas al paso de los iones positivos o negativos. Sólo se emplea para aguas salobres y su aplicación en aguas marinas concentradas está en experimentación. El intercambio iónico también es otro proceso que separa sales y se basa en las propiedades que presentan ciertas sustancias sólidas insolubles que son capaces de intercambiar aniones o cationes cuando se ponen en contacto con un electrolito. Sólo es de aplicación en aguas poco concentradas y como tratamiento de afino en procesos industriales.

La ósmosis inversa ha ido desplazando gradualmente a los otros procesos. Según Miguel Torres “hoy día es el de mayor aplicación para agua de mar en Europa y en general en el mundo occidental, por su menor consumo energético, lo que contribuye a rebajar el coste del agua desalada”.

El desplazamiento de los sistemas de destilación por la ósmosis inversa es debido al fuerte desarrollo tecnológico de esta última. En pocos años los gastos de inversión de una planta de ósmosis inversa han bajado casi exponencialmente, por no hablar del consumo energético, el más importante sobre el precio final del agua desalada.

CRISIS DEL PETRÓLEO

Las primeras instalaciones desaladoras se construyen al principio de la década de 1950. Los precios de los combustibles fósiles marcan la tendencia en el desarrollo de las primeras plantas desaladoras, todas ellas de evaporación. Son instalaciones de gran consumo de energía, aunque baratas de primera instalación. El incremento de la capacidad instalada hasta 1970 es muy bajo, siendo el total instalado al final de este año 1.700.000 m³/día.

“Tras la crisis del petróleo del año 1973, se produce un fenómeno muy interesante. El incremento del precio de los combustibles provoca por una parte una mejora de la economía de los países de la OPEP que les permite hacer grandes inversiones en construcción de desaladoras, y por otra, obliga a optimizar el diseño de los evaporadores para obtener mejores rendimientos y abaratar el agua. Se busca el mínimo coste que será el mínimo de la suma de inversión más explotación”, comenta Miguel Torres.

La disponibilidad de recursos hídricos, procedentes de la desalación del agua de mar, tanto para abastecimiento como para la industria e incluso alguna agricultura, cambió de forma apreciable la faz de estos países.

Los avances del diseño permiten contrarrestar la subida del precio de los combustibles, al rebajar el consumo específico, haciendo que pueda ex-

tenderse la desalación a otras zonas carentes de recursos energéticos. Tal es el caso de España, Italia y otros.

Este proceso de avance de la capacidad instalada sigue hasta mediados de los años ochenta. Es el momento en que se produce otra nueva crisis del petróleo. “Los países más industrializados abren un camino de diversificación de fuentes energéticas (gas, carbón, nuclear) a la vez que se sigue avanzando en la rebaja de los consumos de energía. Esto redundará en la menor demanda de crudo, que repercute en la disminución de las inversiones en desalación durante los años 86 a 88. La crisis de estos años obligó a los países de la OPEP a establecer cuotas de producción como única forma de evitar una caída incontrolada del precio del crudo”, comenta Miguel Torres.

Desde estas fechas hasta hoy la contratación ha seguido una tasa de crecimiento estable aunque más moderado, alcanzándose en la actualidad la cifra de 27 Hm³/día como capacidad total instalada. La capacidad total en producción es algo inferior, alcanzando la cifra de 24 Hm³/día.

GEOGRAFÍA DE LA DESALACIÓN

Según explica Miguel Torres, “en sus inicios la actividad desaladora esta lo-

**La desalación
consiste en quitar
las sales que
existen en el agua
para obtener agua
de una menor
salinidad y, por
tanto, mayor
calidad**

■ En las islas de Lanzarote y Fuerteventura la desalación de agua de mar permite el abastecimiento del 100 por ciento de la población residente y turística.





■ Vista interior del edificio de proceso de la desaladora de Marbella.

La ósmosis inversa es el proceso de desalación de mayor aplicación para agua de mar en Europa por su menor consumo energético

calizada en Europa y América del Norte. En la década de 1980, los Países Árabes y los japoneses dominaron el mercado, mientras que, en la actualidad, Europa ha retomado su posición aunque sin llegar a la actividad de los Países Árabes, tanto del Mediterráneo como del Oriente Medio”.

Por países, Arabia Saudita ocupa el primer lugar con un 24,4 por ciento de la capacidad mundial instalada. España, ocupa el noveno lugar detrás de los Países Árabes, Estados Unidos, Japón y la antigua Unión Soviética con un 2,4 por ciento de la capacidad mundial.

En cuanto al número de unidades instaladas, el primer lugar lo ocupa Estados Unidos seguido de Arabia Saudita, lo cual significa que, el tamaño medio de las unidades instaladas en Estados Unidos es pequeño. España ocupa el quinto lugar en cuanto unidades, lo que significa también que nuestras plantas son de tamaño pequeño en general. No obstante, las últimas in-

versiones han sido en plantas de gran tamaño, como se ha podido ver en la planta desaladora de Carboneras (Almería), la más grande de Europa.

Para hablar de la desalación en España antes hay que hacer un repaso por las particularidades hídricas de nuestro país. España presenta una acusada variabilidad hidrológica. Muchos problemas derivados de la escasez de recursos hídricos tienen su origen en la distribución irregular de las precipitaciones, tanto en el espacio como en el tiempo.

Según datos de la Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento: actualmente, las necesidades totales de agua para abastecimiento urbano se evalúan en 4.500 Hm³/año, lo que supone cerca del 15 por ciento de los usos consuntivos. Esto representa una dotación de 328 litros/hab.día en municipios entre 20.000 y 50.000 habitantes y de 295 litros/hab.día en grandes áreas metropolitanas.

Por si fuera poco, la mayor población turística se localiza en el litoral mediterráneo y en los archipiélagos, donde son menores los recursos hídricos, y además coincide su estancia con el período de menores precipitaciones.

Actualmente, la producción total actual de agua desalada llega a 220 Hm³/año de los cuales 94 Hm³/año corresponden a agua salobre y 126 Hm³/año a agua de mar. "Con estas cifras —comenta el Jefe de Área del Cedex— el agua desalada representa en España el 0,4% del uso consuntivo y el 3,3% del consumo urbano. La población total abastecida con agua desalada es de 2,3 millones de personas".

MANOS A LA OBRA

¿Cómo se contempla la desalación dentro del Plan Hidrológico Nacional? Según Miguel Torres, "en el PHN se ha descartado la desalación de agua de mar como solución global por consideraciones económicas. Sí se hace como solución complementaria y transitoria al trasvase, hasta que éste pueda estar operativo".

Dentro del PHN se van a ampliar numerosas desaladoras existentes y en funcionamiento; se van a mejorar otras y a construir nuevas especialmente en la Cuenca del Segura, del Sur, Melilla y en las Islas Baleares y Canarias.

El caso de las Islas Canarias es importante de destacar porque, por ejemplo, en las islas de Lanzarote y Fuerteventura la desalación de agua de mar permite el abastecimiento del 100 por ciento de la población autóctona y turística y en Gran Canaria representa el 80 por ciento. Lanzarote y Fuerteventura puede decirse que no tienen otros recursos hídricos disponibles que los obtenidos mediante desalación del agua de mar. En este recurso no convencional se ha basado el importante desarrollo turístico alcanzado en los últimos veinte años.

En Gran Canaria los recursos hídricos superficiales que recogen los embalses suponen 12 Hm³/año como cifra media. El agua desalada de origen marino alcanza en la isla la cifra de 36 Hm³/año, por tanto 3 veces superior a los recursos superficiales.

PROCESOS ACTUALES DE DESALACIÓN

A) Procesos que separan agua

a) Destilación:

- Destilación solar.
- Destilación súbita de simple etapa.
- Destilación en tubos sumergidos.
- Destilación súbita multietapa.
- Destilación multiefecto por tubos horizontales.
- Destilación multiefecto por tubos verticales.
- Comprensión mecánica de vapor
- Termocompresión de vapor

b) Cristalización:

- Congelación
- Formación de hidratos

c) Filtración

- Osmosis inversa

B) Procesos que separan sales

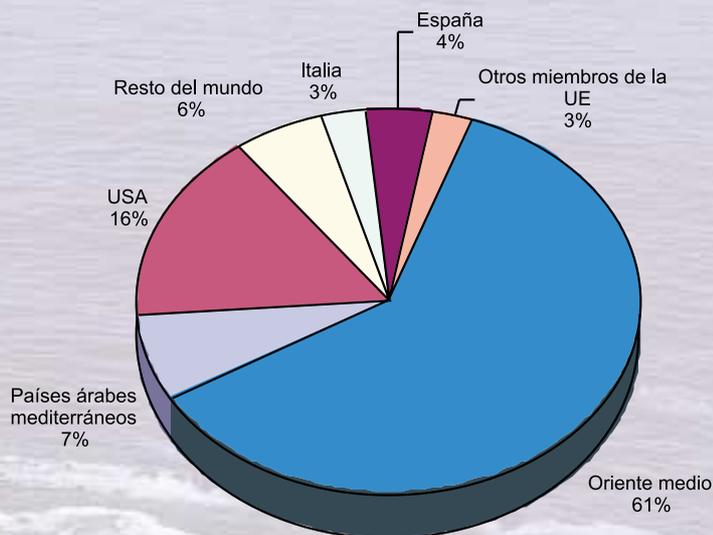
a) Filtración selectiva:

- Electrodialisis

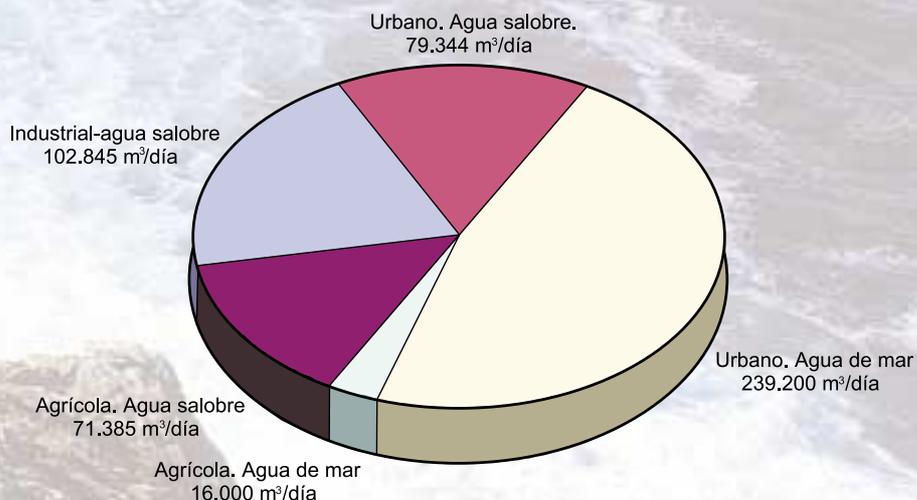
b) Intercambio:

- Cambio iónico. Adsorción.

Fuente: La desalación de agua de mar ¿Recurso hídrico alternativo? de Miguel Torres Corral
 Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)



■ La desalación en el mundo.



■ Usos del agua desalada.



■ El principal uso del agua desalada es el abastecimiento urbano y una parte pequeña y excepcional para uso agrícola. Planta desaladora Las Palmas-Telde.

El principal uso del agua desalada es el abastecimiento urbano y una parte pequeña y excepcional para uso agrícola. La desalación de agua salobre para uso agrícola, industrial y urbano alcanzan proporciones parecidas entre ellos.

Desde el año pasado, ya se ha comenzado la construcción de algunas de estas instalaciones. Así, el ministro de Medio Ambiente, Jaume Matas, puso el pasado mes de marzo de 2001 la primera piedra de la desaladora de Carboneras, en Almería. Esta será la más grande de Europa, con un presupuesto de 87.801.205 euros (14.775 millones de pesetas) y permitirá garantizar el abastecimiento de agua potable a 13.777 habitantes. Tendrá capacidad para desalar 120.000 metros cúbicos al día, siendo posible su ampliación en futuras fases hasta 240.000 metros cúbicos al día. Al construir esta desaladora se superarán las carencias actuales y se dará satisfacción a las demandas de agua de la zona del Campo de Níjar.

Por otro lado, se asegurará el riego de 4.918 hectáreas localizadas en dichos

términos municipales y que representan para algunos de ellos la principal fuente de actividad e ingresos económicos de la población.

Con ello se mejorará la calidad de vida de los habitantes de estas comarcas de Campos de Tabernas y Bajo Almanzora, se frenará la emigración, invirtiendo la tendencia actual al despoblamiento y al abandono que viene afectando a esta zona desde principios del siglo XX, y se promoverá la mejora de la actividad agrícola al garantizar los regadíos, lo que supondría un aumento del nivel de renta y un incremento de la oferta de empleo.

En septiembre del año pasado también se adjudicaron las obras de ampliación de la desaladora de Formentera (Baleares). Con esta actuación se pasará a disponer de 4.000 metros cúbicos de agua diarios, que abastecerán a 20.000 personas dentro de un año. Las obras forman parte de las contempladas en el Plan Hidrológico Nacional en esta comunidad, donde se invertirán 122.801.204 euros (20.385 millones

de pesetas) para mejorar abastecimientos de agua a la población.

Un mes después el ministro de Medio Ambiente, Jaume Matas, inauguró la desaladora de agua marina de Santa Cruz de Tenerife, lo que supone un avance para el abastecimiento de la isla. Esta instalación está destinada a incrementar los recursos hídricos disponibles para el abastecimiento de la ciudad y su área de influencia y ha supuesto una inversión de 20,54 millones de euros (3.418 millones de pesetas). "La gran calidad del agua obtenida en esta desaladora, al mezclarse con la actual, introduce además una mejora significativa en el agua distribuida en la ciudad, con la consiguiente mejora de calidad de vida de los ciudadanos y los visitantes de la isla, comentan desde el MIMAM.

Esta desaladora fue diseñada para aportar una producción de 20.000 metros cúbicos diarios, lo que da un aporte anual de 7 millones de metros cúbicos que asegurarán el suministro de agua a cerca de 80.000 personas, lo que re-

presenta una tercera parte de la población total de la ciudad de Santa Cruz.

Una mención especial merece también la Planta de El Atabal, en Málaga, cuya primera piedra fue puesta por el secretario de Estado de Aguas y Costas, en febrero de 2002. En este caso se trata de una planta desalobradoradora, utilizará agua salobre, y se trata de la planta más importante del mundo, cuya producción de 165.000 m³ diarios supera el consumo de toda la ciudad. Según explican desde el Ministerio, "se dará servicio a una población de 800.000 habitantes, ya que el agua conseguida mediante el proceso de desalación empleado alcanzará tal pureza que podrá ser consumida incluso por aquellas personas que sigan una dieta baja en sodio. A ello hay que añadir el ahorro económico que supone poder disfrutar del agua del grifo, ya que, gracias a la desalobradoradora, se va a obtener una alta calidad, lo que permitirá prescindir del gasto del agua embotellada.

ENERGÍAS RENOVABLES

"Inevitablemente este proceso tiene sus costes medioambientales", comenta Miguel Torres. No debe negarse el impacto ambiental asociado a las plantas desaladoras: los más importantes son el vertido de salmueras y la generación de CO₂ provocada por el consumo energético.

Según Eduarzo Zarza, "existen diversos factores que hacen de la desalación de agua del mar una aplicación atractiva para las energías renovables. Por un lado, está el hecho de que muchas zonas con escasez de agua desalada, poseen un buen potencial de alguna de dichas energías, especialmente de la eólica o de la solar. Almería es un claro ejemplo de este tipo de zonas".

De igual modo, estudios efectuados en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, señalan el altísimo potencial de las energías renovables para la desalación de aguas, y más en concreto, la energía eólica.

Según Roque Calero y Alejandro Menéndez, del Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), "el 20 por ciento de toda la energía producida en Cana-



■ Filtros de arena y reactivos de pretratamiento de la desaladora Bahía de Palma.

rias se destina a desalación, bombes y extracciones. La total dependencia exterior de las fuentes de los recursos energéticos convencionales, junto con el enorme potencial de fuentes de energía renovables existentes en el archipiélago, además de todas las repercusiones medioambientales, hacen previsible una penetración de los sistemas de energías renovables en un futuro no muy lejano".

Lo cierto es que ya no se está hablando de ciencia ficción, así, el ITC ha recibido el premio Hans E. Moppert que otorga la fundación suiza del mismo nombre, por un proyecto que permite la desalación del agua de mar mediante la energía eólica. Y, lo más importante de todo, que, como dice Miguel Torres, "el Ministerio está abierto a la utilización de energías renovables en las plantas desaladoras".

Mientras tanto, la bajada de los costes de agua obtenida por desalación, harán que en Almería, Melilla, Cartagena, Mallorca, Menorca, Las Palmas, Arrecife, Lanzarote y Santa Cruz de Tenerife, entre otros municipios, puedan mejorar los abastecimientos de agua tanto para el consumo propio como para, en determinadas circunstancias, el riego. Todo ello gracias a las inversiones contempladas dentro del Plan Hidrológico Nacional. ■