

En los umbrales del siglo XXI, dentro de un contexto de permanente aumento de las demandas de agua frente a unos recursos disponibles limitados, conceptos como los de ahorro, eficiencia y conservación están llamados a desempeñar un mayor protagonismo en el futuro de los recursos hídricos en España. Un futuro que, en línea con los postulados del desarrollo sostenible, deberá estar presidido por el uso prudente y racional del agua, acomodando nuestros hábitos de uso y consumo, tanto cotidianos como productivos, a nuestra realidad climática.



El agua, recurso natural escaso

# GASTAR MENOS GASTAR MEJOR



Desarenadores desengrasadores de la planta de aguas residuales de La Cartuja en Zaragoza. Foto cedida por el Ayuntamiento de Zaragoza.

## SOLEDAD BÚRDALO

Como refiere el Libro Blanco del Agua, durante gran parte de este siglo que termina, la administración del agua en nuestro país se ha apoyado tradicionalmente en la construcción de grandes infraestructuras de regulación y suministro -presas y sistemas de conducción-, minimizando en general los aspectos de gestión del recurso. Esfuerzo que ha dado como resultado un extraordinario patrimonio hidráulico -del que forman parte más de 1.100 presas que, junto a las captaciones subterráneas, permiten el aprovechamiento de aproximadamente el 40% del recurso natural-. Ello ha permitido abastecer a casi 40 millones de españoles, poner en riego más de tres millones de hectáreas, y generar la energía hidroeléctrica necesaria para el desarrollo del país, superándose mediante estas infraestructuras las dificultades derivadas de un clima caracterizado por precipitaciones escasas e irregularmente distribuidas.

**Es necesario avanzar hacia una nueva cultura del agua basada en el uso racional y sostenible del más preciado de nuestros recursos naturales**

Pero esta forma de actuar en materia de aguas ha entrado en crisis. Es evidente que no se pueden seguir satisfaciendo ilimitadamente las demandas mediante la permanente expansión de una oferta que tiene unos límites físicos, ecológicos y económicos. Y es que, en la medida en que se van agotando las fuentes más accesibles y económicas, la obtención de nuevos recursos resulta cada vez más limitada y distante y, por tanto, cada vez más cara, lo que unido al creciente deterioro del recurso -contaminación de ríos, sobreexplotación de acuíferos, degradación de humedales, riberas y demás ecosistemas asociados al medio acuático- ha puesto de manifiesto la necesidad de avanzar hacia una nueva cultura del agua basada en el uso racional y sostenible del más preciado de nuestros recursos naturales.

## NUEVOS ENFOQUES

En los últimos años han surgido nuevos enfoques y propuestas acerca de la administración de las aguas, más favorables al control y contención de la demanda que al incremento de los recursos mediante ambiciosos proyectos hidráulicos. Gastar menos y gastar mejor los recursos disponibles, este es el reto. Y en esta línea se inscribe la llamada "conservación del agua", término genérico en el que se engloban

Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua.

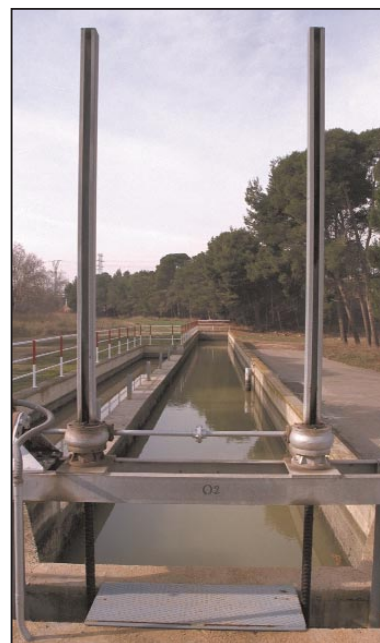


todas aquellas técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua o la mejor gestión de los recursos. Técnicas que incluyen un amplio abanico de medidas y actuaciones que van desde la modernización y rehabilitación de redes para minimizar las fugas, a la instalación de equipamientos sanitarios de bajo consumo, pasando por el desarrollo educativo y la concienciación de la opinión pública sobre la necesidad de hacer un buen uso del agua, así como la reutilización de las aguas residuales depuradas, la implantación de tarifas incentivadoras del ahorro, y la promoción de prácticas agrícolas y de jardinería con menores exigencias hídricas.

Y es que hoy día las modernas tecnologías permiten reducir de forma importante el consumo de agua en los diferentes usos -agrícola, urbano e industrial- sin menoscabo alguno del servicio prestado. Así, en el ámbito del abastecimiento urbano, una de las principales vías de ahorro hídrico es la reducción de las pérdidas que se producen en las conducciones. En España, el volumen de agua no registrada se sitúa en un valor medio del 28%, lo que significa que casi una tercera parte del agua que entra la red no llega a su destino final en los puntos de consumo. No obstante, conviene matizar que en este concepto genérico se engloban no sólo las pérdidas por fugas debidas a la falta de estanqueidad de los depósitos y tuberías, sino que



Cámaras de flash y bombas de alimentación de la planta desaladora Las Palmas-Telde. Foto cedida por INIMA.



Canal de llegada elevación Ebro. Planta potabilizadora de Casablanca. Foto cedida por el Ayuntamiento de Zaragoza.

se incluyen también los consumos no facturados, como suministro a centros oficiales, riego de parques y jardines, baldeo de calles, etc. Lo que pone de manifiesto la necesidad de extender la medición a todos los consumos, con independencia de la obligación de tener que pagar o no el recibo del agua, tanto para poder diferenciar la proporción real de pérdidas como para someter estos usos a un mayor control de eficiencia.

En general se admite que en la práctica resulta imposible lograr la estanqueidad absoluta de la red, existiendo un límite técnico y económico para las pérdidas, que los expertos estiman entre el 10 y el 15 por ciento. Para lograr estos niveles de eficiencia hídrica en la gestión de las redes de distribución, los especialistas consideran necesario, entre otras medidas, la disposición de sistemas automatizados de control que permitan conocer en tiempo real el estado de la red y así actuar con la necesaria rapidez. A este respecto cabe destacar la experiencia de Alicante, una de las pocas ciudades españolas en las que se ha alcanzado un aprovechamiento del agua por encima del 85%, además de la plena universalización de los contadores individuales. La empresa que gestiona el abastecimiento urbano, Aguas de Alicante, ha desarrollado un sistema que permite la localización y detección precoz de fugas para su sellado inmediato mediante un robot que actúa desde el interior de la tubería.



Postratamiento del agua. Desaladora Bahía de Palma. Foto cedida por Degrémont.

**CONSUMO DOMÉSTICO**

Otra posibilidad de ahorro hidráulico es la utilización de equipamientos sanitarios -grifos, duchas, cisternas- con menor consumo de agua. Se trata de dispositivos que contribuyen a mejorar la eficiencia en la utilización doméstica del agua -que representa un 70% del consumo urbano-, manteniendo los niveles de confort. Para su implantación, además de incentivos económicos y de campañas de información, los especialistas consideran muy importante la homologación de estas instalaciones, regulando las capacidades máximas autorizadas para el equipamiento sanitario doméstico.

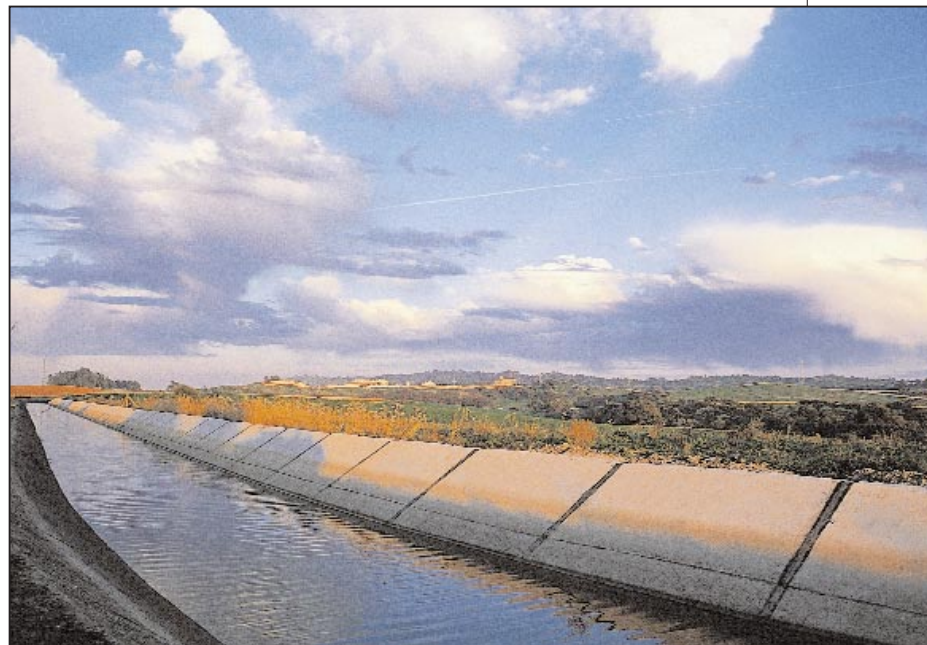
No obstante, dado que la demanda urbana de agua en España representa tan sólo el 13% del consumo total, el valor de estas técnicas de ahorro y eficiencia, que pueden ser muy relevantes a la hora de resolver problemas locales, es sobre todo pedagógico, de concienciación pública de la necesidad de hacer un uso más racional de un bien escaso y limitado que no debemos malgastar.

En nuestro país, este tipo de medidas se han

**La utilización de equipamientos sanitarios con dispositivos de menor consumo de agua, mejora la eficiencia, manteniendo los niveles de confort**

**XEROJARDINERÍA: APOSTAR POR LO AUTÓCTONO**

*Buena parte del agua que se consume en las ciudades se gasta en el riego de parques y jardines, debido tanto al notable crecimiento que han experimentado las áreas verdes urbanas como al desarrollo de prácticas poco acordes con nuestra realidad climática y paisajística, como la generalización del césped, más propio de ambientes húmedos. No obstante, están empezando a surgir nuevos enfoques, como el que plantea la xerojardinería, una técnica basada en la utilización de plantas, arbustos y cubierta vegetal autóctona que, además de sus bajos requerimientos hídricos, se caracterizan por la economía de su cultivo y mantenimiento. Conviene recordar al respecto que España es uno de los países europeos con un patrimonio florístico más rico y variado, del que forma parte un amplio repertorio de especies de gran valor ornamental, muchas de ellas adaptadas a la sequía, lo que supone un gran potencial para su utilización en el diseño de espacios verdes. Con la aplicación de estas técnicas, junto con el empleo de sistemas eficientes de*



*riego, se puede reducir sustancialmente el consumo de agua en jardinería. Un ejemplo: en Alicante, el consumo medio en riego de jardines públicos se sitúa en torno a los 330 litros por metro cuadrado, una cifra que contrasta con los más de 1.000 litros frecuentes incluso en ciudades con una climatología mucho más favorable que la de la capital alicantina. Unos niveles de eficiencia hídrica alcanzados mediante la utilización de plantas y arbustos mayoritariamente adaptados al clima, la escasa superficie dedicada a las praderas, al uso de tierra volcánica y albero para cubrir el suelo y retener la humedad. Asimismo, el sistema de riego está completamente automatizado y se realiza de noche, con equipos de bajo caudal, microaspersores y difusores. Además se está procediendo a la instalación -se llevan ya más de 100.000 metros cuadrados- de un sistema aún más eficiente como es el riego por goteo subterráneo, a 15 centímetros de profundidad. También se está construyendo una doble red para poder utilizar aguas residuales depuradas.*

adoptado en la mayoría de las ocasiones sólo con carácter excepcional, como respuesta ante situaciones graves de sequía o escasez, y no como una práctica normal a considerar en periodos de coyuntura hidráulica favorable. Sin embargo, las actuaciones de esta naturaleza emprendidas durante las últimas sequías, tales como campañas de concienciación, reducción de fugas, reutilización de aguas residuales depuradas, etc., han servido para evaluar su eficacia, ya que gracias a las mismas se consiguieron ahorros de hasta un 20% de los volúmenes suministrados en situaciones normales. Así, en la última sequía 1992-93, la Comunidad de Madrid consiguió reducir la demanda en un 20%, pasando de los 590 hectómetros cúbicos derivados por el Canal de Isabel II en 1992 a tan sólo 476 en 1993. Para ello se pusieron en marcha un conjunto de medidas, además de realizar una potente campaña en los medios de comunicación, junto a un plan de eficiencia interna en las viviendas, repartiéndose más de 3.000 juegos de dispositivos de ahorro para grifos, duchas e inodoros. Entre otros resultados, se pudo constatar que entre los usuarios que habían instalado estos dispositivos, más de la mitad vieron reducida en un 20% la cantidad de agua utilizada en sus viviendas, y que una quinta parte de los mismos ahorraron por encima del 40%. Todo ello demuestra que se pueden reducir buena parte de las

La modernización y rehabilitación de las infraestructuras de conducción y distribución evitará grandes pérdidas de agua.

Planta potabilizadora de Casablanca. Foto cedida por el Ayuntamiento de Zaragoza.



cantidades de aguas gastadas sin por ello perder calidad de vida.

### CONSUMO AGRÍCOLA

Pero donde el ahorro de agua puede tener un significado cuantitativo mucho mayor es sin duda en el consumo agrícola, y en concreto en el riego, que acapara el 80% de la demanda total de agua en España. Un sector en el que también es posible un amplio abanico de medidas y actuaciones de fomento del uso racional del recurso, principalmente en todo lo relativo a la rehabilitación y modernización de las infraestructuras de conducción y distribución, cuya obsolescencia y mal estado de conservación ocasiona la pérdida de importantes volúmenes en canales y acequias. Y es que buena parte de los más de 100.000 kilómetros de acequias de que consta la red de distribución son cauces de tierra, sin revestir, y más del 30% tienen más de 100 años de antigüedad.

Una reducción sensible de las demandas se puede lograr también mediante cambios en los sistemas de riego, sustituyendo los de alto consumo, como el riego tradicional por gravedad, por otros más avanzados de consumo reducido, como el riego localizado. En España, con una superficie regada que supera los 3,3 millones de hectáreas, el método más utilizado sigue



Dispositivos para ahorro de agua en las cisternas domésticas. Foto: Caballero.

siendo el de gravedad (59%), y sólo el 41% de los regadíos existentes usan sistemas modernos como el riego por aspersión y el riego localizado. Este último, que pone el agua y los elementos nutritivos en contacto directo con el sistema radicular de las plantas mediante emisores diseñados para bajos caudales, permite un ahorro de hasta el 50% de agua respecto al riego tradicional.

### CULTURA DEL AGUA

Bajo el lema "Zaragoza, ciudad ahorradora de agua", la capital aragonesa ha protagonizado una de las campañas más innovadoras para promover el consumo responsable de agua. El proyecto, diseñado por la Fundación Ecología y Desarrollo, e incluido en el programa LIFE de la Unión Europea, pretendía sensibilizar al ciudadano sobre la necesidad de ahorrar agua mediante la incorporación de tecnologías eficientes (equipamientos sanitarios y electrodomésticos economizadores de agua) y la adopción de hábitos de consumo no despilfarradores. En términos más cuantificables este objetivo se concretó en una meta: ahorrar 1.000 millones de litros de agua en usos domésticos en un año. Con este propósito se llevó a cabo una amplia campaña de información y sensibilización para incentivar el uso eficiente y dar a conocer e impulsar la instalación de productos ahorradores, dirigida tanto al público en general, con especial hincapié en el público infantil y juvenil, como a los grandes consumidores (hoteles, bares, restaurantes, gimnasios, hospitales, centros de educación...), así como a los profesionales. El programa, que se llevó a cabo entre octubre de 1997 y noviembre de 1998, permitió ahorrar 1.176 millones de litros de agua (un 17,6% más de la meta propuesta, lo que equivale al 5,6% del consumo anual de la ciudad). Pero más allá de la cifra concreta de ahorro, el éxito del programa, merecedor de varios reconocimientos nacionales e internacionales, ha sido el de concienciar a los zaragozanos sobre la necesidad de hacer un uso más racional de este limitado y preciado bien. La campaña consiguió que más de la mitad de los zaragozanos (unos 300.000) adoptaran algún hábito ahorrador de agua en su domicilio en el año del proyecto, y que en casi 4.000 viviendas se incorporara algún dispositivo de tecnologías eficientes. Y, si al inicio de la campaña cerca del 60% de los ciudadanos no conocía ninguna medida de ahorro de agua, al finalizar esta, el desconocimiento se redujo al 28%.



Depósitos de regulación de la planta potabilizadora de Casablanca.



En líneas generales, los Planes de cuenca recogen este tipo de medidas, definiéndose en los mismos las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío, incluyendo los métodos de riego más adecuados para los distintos tipos de climas, tierras y cultivos, las dotaciones de agua necesarias, las condiciones de drenaje o las de reutilización de aguas para riego. Como medidas concretas de gestión de la demanda para lograr un uso más racional del recurso, se incluye la mejora de las instalaciones de regulación y control de redes principales automatizando su funcionamiento, la construcción de depósitos de almacenamiento en las márgenes de los canales principales, junto a la instalación de elementos de medida y control, entre otras.

Las acciones comentadas, claramente orientadas a potenciar la gestión de la demanda, son com-

Depuradora de Azpeitia-Azkoitia.

Hornos de lecho fluidizado de la planta de aguas residuales de La Cartuja.



plementarias, que no sustitutivas, de una mejor gestión de la oferta. Como señala el Libro Blanco del Agua, las estrategias de ahorro y conservación no pueden contemplarse en modo alguno como alternativa a la gestión de la oferta.

### CAMBIO DE PERSPECTIVA

Por otra parte, desde el lado de la oferta, las modernas tecnologías ofrecen hoy día procedimientos alternativos que permiten el incremento de los recursos disponibles, como la desalación y la reutilización. Respecto a esta última, la existencia tanto de normativas sanitarias y ambientales sobre calidad de los vertidos cada vez más restrictivas, como las dificultades crecientes para disponer de nuevos recursos hídricos mediante soluciones tradicionales, han propiciado la consideración de las aguas residuales urbanas como una herramienta esencial en la planificación y gestión hidráulica. En este cambio de perspectiva han sido decisivos los avances tecnológicos experimentados en el campo de la depuración de las aguas residuales -avanzados procesos terciarios de filtración, coagulación-sedimentación, absorción de carbono...-

## LOS BUENOS SANITARIOS

*Una de las vías más importantes para reducir el gasto de agua en el ámbito doméstico es la instalación de equipamientos sanitarios eficientes. Hoy día existe en el mercado una amplia gama de modelos de grifos, duchas e inodoros que permiten ahorrar hasta un 50% del agua respecto a los sistemas tradicionales, sin que ello implique una pérdida de bienestar. Respecto a las griferías, en general incorporan reductores de caudal que impiden la salida de un flujo excesivo, agregando como contrapartida distintos mecanismos, tales como microdispersores y aireadores, que pulverizan el agua a presión e incorporan burbujas de aire, aumentando así el volumen de agua, de forma que con un menor caudal consiguen el mismo efecto. Se pueden encontrar también modelos termostáticos dotados de un preselector de temperatura, de forma que no se pierde agua buscando el nivel deseado;*

*suponen un ahorro de hasta un 50% en los consumos de agua y energía; grifos con temporizador, con regulador de caudal y, la última novedad del mercado, los grifos con sensores infrarrojos: la salida de agua es activada ante la presencia de la mano, cortando el suministro cuando es retirada; se pueden conseguir ahorros en el consumo de agua entre el 70 y el 80%. Igualmente el ahorro puede lograrse incorporando sencillos dispositivos economizadores a los grifos o duchas ya instalados, tales como los perlizadores, unos terminales de grifería que mezclan el aire con el agua y proporcionan la misma sensación con un caudal de agua menor; permiten un ahorro de más del 40%. En el campo de los inodoros -el 40% del agua que se consume en los hogares se vierte por el retrete-, existen nuevos modelos con una capacidad de 6 litros, tres menos que las cisternas actua-*

*les. Además muchos de ellos ya disponen de sistemas de interrupción de descarga, lo que evita la necesidad de verter todo su contenido cada vez que se utiliza la taza. Otros sistemas van equipados con un doble pulsador de forma que, según las necesidades de arrastre, se descarga total o parcialmente la cisterna. E incluso ya se empiezan a ofertar inodoros que arrastran los desechos mediante mecanismos de aspiración neumática, reduciéndose la descarga a tan sólo 1 litro de agua. También se puede convertir en ahorrador un inodoro normal, incorporando un limitador de descarga y llenado, en sustitución del mecanismo antiguo. Los especialistas estiman que instalando economizadores en grifos, duchas e inodoros, en una vivienda de tres personas se pueden ahorrar aproximadamente 95.000 litros al año.*



Planta desaladora de Las Palmas-Telde. Foto cedida por INIMA.

que consiguen eliminar gran parte de la carga contaminante, convirtiendo la reutilización en una fuente alternativa de agua perfectamente segura desde el punto de vista sanitario y ambiental.

España cuenta en la actualidad con más de un centenar de actuaciones de reutilización directa, con las que se atiende una demanda anual del orden de los 230 hectómetros cúbicos, destinada en su mayor parte (88%) al riego agrícola. La mayoría de las instalaciones se localizan en las zonas con mayor déficit hídrico: arco mediterráneo -Almería, Murcia, Valencia...- Canarias y Baleares. En el caso de Canarias, una de las comunidades con

más experiencia en este campo, ya se reutiliza alrededor del 38% de las aguas residuales depuradas. En Baleares, por su parte, se reutiliza el 32%, y dispone de un Plan Integrado, redactado en 1997, en el que se plantea la futura reutilización del 100% de las aguas depuradas. Y es precisamente en estas zonas donde la perspectiva de crecimiento de esta práctica se presenta más prometedora, debido sobre todo al desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración que, en cumplimiento de la directiva europea sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas en el horizonte del año 2005, está impulsando significativamente, tanto



Planta de Arrato. Foto: TYTSA. Vitoria.



Sala de bombas de captación de agua de mar. Desaladora Bahía de Palma. Foto: Degrémont.



Aire de proceso de planta depuradora.

la construcción de estaciones depuradoras, como de tratamientos de regeneración para la reutilización de los efluentes depurados. Por todo ello, se estima que en el plazo de 4 o 5 años se podrá disponer de un volumen adicional anual de aguas residuales regeneradas superior a los 250 hectómetros cúbicos, lo que significa un incremento sobre la situación actual de más de un 100%, según señala P. Catalinas, especialista en el tema del Centro de Estudios Hidrográficos. Asimismo, de cumplirse las previsiones de los Planes de cuenca, en el horizonte del 2012 se podrían alcanzar volúmenes de agua regenerada del orden de los 1.100 hectóme-

tros cúbicos anuales, lo que da idea del elevado potencial de esta fuente, que en algunas cuencas, como la del Júcar y Sur podría llegar a representar un porcentaje muy significativo de los recursos disponibles.

### CALIDADES MÍNIMAS

Hasta ahora, uno de los principales obstáculos para la expansión de la reutilización directa ha sido la falta de una normativa específica de ámbito estatal que regule los criterios de calidad exigibles a dichas aguas y evite que su aprovechamiento se realice en condiciones inadecuadas. Una laguna que se va a corregir en breve, ya que el Ministerio de Medio Ambiente ultima un borrador de propuesta sobre las calidades mínimas exigibles para la reutilización directa de efluentes depurados según los distintos aprovechamientos. El documento contempla hasta un total de 14 usos a los que se puede destinar el agua regenerada: domésticos (tales como el riego de jardines privados, descargas de inodoros, sistemas de calefacción y refrigeración de aire domésticos, lavado de vehículos), urbanos (riego de zonas verdes, baldeo de calles, fuentes ornamentales...) y diversos riegos agrícolas y forestales, además de aplicaciones como la refrigeración industrial y la recarga de acuíferos. Para cada uno de ellos se fijan unos parámetros físico-químicos, bacteriológicos y de sustancias tóxicas, que garantizan la calidad exigible en todo momento según la utilización prevista.

Además de normativas, los expertos consideran



Los pequeños dispositivos domésticos pueden conseguir un ahorro considerable. Foto: Caballero.

también necesaria la adopción de incentivos financieros para el establecimiento de programas de sustitución -en usos que no requieran una calidad elevada- de aguas potables de las redes municipales, por aguas residuales regeneradas. El objetivo de estos programas es ajustar el recurso a las exigencias de los aprovechamientos previstos, con la consiguiente liberación de caudales de elevada calidad para los usos más exigentes. Y es

que no es de recibo que para regar el jardín, lavar el coche o limpiar las calles se utilice agua potable, un bien cuya obtención resulta cada vez más costosa en términos económicos y ambientales.

### DESALAR AGUAS

Otro de los procedimientos no convencionales para incrementar las disponibilidades hídricas con más claras perspectivas de crecimiento, especialmente en el suministro urbano de poblaciones costeras, es la desalación del agua (aguas saladas o salobres procedentes del mar o de acuíferos salinos). Se trata de una solución perfectamente viable desde el punto de vista tecnológico, cuyo mayor obstáculo para su utilización es el elevado coste económico de la misma. Y es que, hoy por hoy, el precio de la desalación de agua de mar es el más alto al que se puede obtener el recurso en España. No obstante, hay que señalar que en los últimos años el coste de los procesos desaladores ha experimentado un significativo descenso, debido sobre todo a la reducción del gasto energético, su principal componente. Los avances tecnológicos

**Las aguas residuales regeneradas se pueden utilizar para riego de parques y jardines, lavado de vehículos, fuentes ornamentales..., y hasta 14 usos en total**

### BRIGADAS AZULES

*Aunque la mayoría de las experiencias llevadas a cabo en España en materia de conservación del agua suelen asociarse a períodos de sequía, recientemente han empezado a surgir iniciativas que pretenden ir más allá de la simple respuesta coyuntural ante situaciones de emergencia para avanzar en el desarrollo de un uso más sostenible del recurso. Es el caso de Calvià, localidad turística mallorquina que, en el marco de la Agenda Local 21, viene desarrollando desde hace dos años un programa de gestión integrada de la demanda, con el compromiso de estabilizar, en el año 2007, el consumo de agua a los niveles de 1997, pese al notable crecimiento turístico previsto para los próximos años. Para fomentar la eficiencia en los usos residenciales, una de las actuaciones más sigilares ha sido la creación de las llamadas "Brigadas Azules". Se trata*

*de un equipo de personas que se ponen en contacto directo con los ciudadanos para informarles sobre medidas sencillas para ahorrar y aprovechar mejor el agua en el ámbito doméstico. Inicialmente está previsto que visiten mil viviendas en las que revisarán los puntos de consumo de agua realizando una sencilla auditoria, aconsejando sobre los cambios necesarios para hacer un uso más eficiente del agua. En estas viviendas se instalarán gratuitamente diferentes dispositivos economizadores de agua. Por su parte, "Alcobendas, ciudad del agua para el siglo 21", es un proyecto Life de la Unión Europea puesto en marcha este año por WWW/Adena, con la finalidad de instaurar entre la población, administración local, empresas y servicios de esta localidad madrileña un cambio permanente hacia un uso más racional del agua, facilitando*

*para ello los medios técnicos, normativos y mecanismos de mercado. Entre las diversas acciones contempladas en el proyecto, que cuenta con la colaboración de la Comunidad de Madrid y la Confederación Hidrográfica del Tago, figura la introducción de medidas efectivas de ahorro en las viviendas de nueva construcción. Al respecto se prevé un acuerdo con el Ayuntamiento y el Consorcio Urbanístico de Valdeasfuentes -conjunto residencial de próxima construcción en el municipio- para incorporar a las condiciones de cesión de terrenos la instalación de medidas de uso eficiente del agua.*

Planta de depuración de aguas residuales de Estepona (Málaga).



-sobre todo la incorporación a estos procesos de la tecnología de membranas, especialmente la ósmosis inversa, que es actualmente uno de los sistemas más eficientes por su menor consumo energético- han permitido reducir sustancialmente los requerimientos energéticos, desde los 15-20 kilovatios a la hora por metro cúbico de las pri-

meras instalaciones, a los 4 kwh/m3 de las últimas desaladoras instaladas en nuestro país -Bahía de Palma, Santa Cruz de Tenerife, Sureste de Gran Canaria...-, que se encuentran entre las más eficientes del mundo. Lo que ha conducido a rebajar el precio del agua desalada, que en estos momentos, para los sistemas más eficientes se situa



generados por esta técnica actualmente en España suponen una aportación al ciclo hidrológico de unos 222 hectómetros cúbicos anuales. Y si bien en sus orígenes la implantación de desaladoras estuvo limitada casi exclusivamente a las islas Canarias, donde se incorporaron a mediados de los años sesenta, lo cierto es que la geografía de la desalación ha ido ampliándose y actualmente hay en marcha importantes iniciativas en la costa mediterránea: islas Baleares, Cartagena, Alicante, Murcia, Costa del Sol...La previsión de crecimiento a corto y medio plazo -teniendo en cuenta las obras actuales en fase de construcción y las de próxima ejecución- elevaría la producción actual en más de 400 hectómetros cúbicos al año.

**Las últimas desaladoras instaladas en nuestro país, se encuentran entre las más eficientes del mundo, lo que conduce a la rebaja del precio del agua desalada**

**PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN**

Pero si en el pasado, por razones históricas justificables, en la administración hidráulica española han pesado más los aspectos de cantidad del recurso, no cabe duda de que en los momentos actuales y cada vez más en el futuro, la protección y conservación de la calidad del agua y sus valores ambientales y ecológicos va a constituir la máxima prioridad. En esta línea, el Ministerio de Medio Ambiente, además de continuar con el desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, y de intensificar el control de los vertidos industriales, va a incrementar los esfuerzos en materia de control y vigilancia de la calidad de las aguas para así tener un mejor conocimiento de la realidad y poder establecer las estrategias adecuadas.

Para ello se realizará un mayor impulso a las autorizaciones definitivas de vertido y revisión de las actualmente existentes en función de los objetivos de calidad que se definan. Se pondrá en mar-



Estación elevadora Ebro Almozara. Foto cedida por el Ayuntamiento de Zaragoza.

por debajo de las 100 pesetas el metro cúbico, y en una tendencia claramente a la baja.

Asimismo, cabe esperar que con las líneas de investigación actualmente en marcha en el campo de las tecnologías de membranas, que incluye el desarrollo de nuevos materiales, la reducción del espesor de las membranas, mejoras en el rendimiento de las mismas, etc, junto con la puesta a punto de nuevos sistemas de recuperación de energía en los procesos -especialmente la energía residual de las salmueras-, la desalación sea una opción cada vez más competitiva. Los recursos

**DESALADORA DE CARBONERAS**

*Por su elevado coste, la desalación de agua de mar es una solución que se viene utilizando casi exclusivamente para el suministro urbano. No obstante, la evolución de los procesos desaladores en la línea de un menor consumo energético, está posibilitando el desarrollo de nuevas iniciativas, como la desaladora de Carboneras (Almería), que contempla como uso mayoritario la agricultura intensiva, lo que, en opinión de los especialistas, puede marcar un punto de inflexión en la ampliación a otros campos de esta fuente no convencional de incremento de los recursos hídricos. La planta de Carboneras, que utilizará la tecnología de ósmosis inversa, es un proyecto promovido por ACUSUR, Empresa Pública de Aguas de la Cuenca del Sur, con la finalidad de incorporar nuevos caudales aptos para el consumo humano y el uso agrícola, que ayuden a mejorar la situación de déficit hídrico existente en el levante almeriense. La desaladora, cuyas obras han sido ya adju-*

*dicadas, tendrá una capacidad de 120.000 metros cúbicos diarios, ampliables hasta 240.000, lo que la convierte en la mayor instalación de esta naturaleza diseñada hasta el momento en España. Una vez tratada para adecuarla a los usos previstos, el agua producida llegará mediante diversas conducciones hasta la comarca de Níjar con dos ramales de entrada en la zona agrícola. Para ello se ha firmado un convenio con los usuarios de la comarca que garantiza un suministro de apoyo a las explotaciones agrícolas de cultivo intensivo de 3.500 metros cúbicos por hectárea y año, para una superficie de hasta 12.000 hectáreas, así como el abastecimiento urbano a todos los núcleos del municipio de Níjar con una aportación de 2,5 hectómetros cúbicos anuales.*

La desaladora Bahía de Palma se encuentra entre las más eficientes del mundo. Foto: Degrémont.



cha de una red de control de sustancias peligrosas y programas específicos de reducción de la contaminación originada por este tipo de sustancias -que en una primera fase afectará a 885 vertidos directos-.

También se van a optimizar y reforzar las redes de control actualmente existentes, tanto para aguas superficiales como subterráneas.

En relación a las aguas superficiales, recientemente se han iniciado los trabajos para el diseño de una red integrada de calidad de las aguas que, además de englobar las redes actualmente existentes -adecuándolas a los objetivos previstos-, tendrá en cuenta las recientes recomendaciones en esta materia de la Agencia Europea del Medio Ambiente, así como de los diferentes convenios internacionales suscritos por España, en especial el Convenio de Barcelona sobre Protección del Mediterráneo y el Convenio de Oslo y París para la Protección contra la contamina-



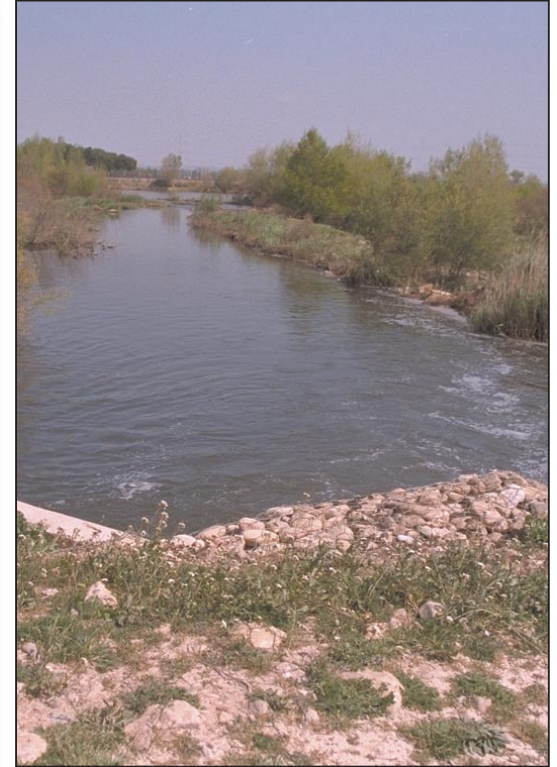
Decantadores primarios de planta potabilizadora. Foto: Ayuntamiento de Zaragoza.

ción del Atlántico Nororiental (OSPAR).

En este proceso de mejora de las redes, una de las novedades más significativas será la incorporación de indicadores biológicos, hasta ahora escasamente representados en los muestreos analíticos, que tradicionalmente se han venido basando casi exclusivamente en parámetros físico-químicos. Ello permitirá evaluar en un sentido amplio la calidad ecológica de las aguas y no sólo su aptitud para determinados usos como la bebida, el baño o la vida piscícola, como se hace ahora.

## ACTUACIÓN VANGUARDISTA

En Vitoria, un lugar alejado de la geografía habitual de la reutilización, localizada principalmente en las islas y la costa mediterránea, se está desarrollando una de las actuaciones más vanguardistas y singulares de esta naturaleza en España. Se trata de un plan de regeneración y reutilización integral de las aguas residuales urbanas de la capital alavesa con el que se pretende solucionar, desde el punto de vista de los recursos existentes, las demandas de usos para abastecimiento y riego, evitando además las inundaciones producidas por los desembalses de las presas del río Zadorra, sin necesidad de recurrir al recrecimiento de las presas ni al ensanchamiento del cauce. El proyecto, apoyado por la Diputación Foral de Alava y el Gobierno Vasco, contempla la conducción de 20 Hm<sup>3</sup> de aguas regeneradas -que cumplen con la normativa europea para la vida piscícola en la categoría de salmónidos- hasta pie de presa de los embalses para sustituir otros 20 Hm<sup>3</sup> de los 31 que estos deben soltar para la vida del río. De esta manera, al quedar liberados los embalses de la servidumbre correspondiente, la ciudad queda protegida en mayor medida contra las inundaciones. Asimismo, está previsto reutilizar otros 8 Hm<sup>3</sup> para el riego de 10.000 hectáreas, de las que 3.500 ya se están regando con agua regenerada, y el resto empezarán en el año 2002. Este planteamiento, que supone un cambio radical al afrontar el vertido de las aguas residuales aguas arriba de la ciudad en lugar de hacia abajo, resuelve de una manera ecológica el problema existente en la explotación de los embalses del Sistema Zadorra, sin coste alguno de explotación, ya que los recursos ahorrados mediante la sustitución de los caudales ecológicos son turbinados hacia el Cantábrico en un salto de 275 metros, que no sólo para el costo del tratamiento y el bombeo del agua regenerada hasta pie de presa, sino que además genera un beneficio añadido de hasta 200 millones de pesetas al año.



Emisario de agua ya tratada. Foto cedida por el Ayuntamiento de Zaragoza.

### BIBLIOGRAFÍA:

- Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 1998.
- Eficiencia del agua en las ciudades. Zaragoza. Enero de 1999. Fundación Ecología y Desarrollo.
- Uso racional del agua en las ciudades. Jornadas internacionales. Alcobendas. Diciembre 1999.
- II Symposium Nacional. Los regadíos españoles. CEDEX. Febrero de 2000.
- Naredo, J.M. La economía del agua en España. Argenteria/Visor. Madrid, 1997.
- Postel, Sandra. El último oasis. Cómo afrontar la escasez de agua. Ediciones Apóstrofe, 1993.
- Pérez Díaz, V. Mezo, J. y Alvarez Miranda, B. Política y economía del agua en España. Círculo de empresarios, Madrid, 1995.

### AGRADECIMIENTOS:

- Ayuntamientos de Alicante, Calviá y Zaragoza; Fundación Ecología y desarrollo; WWF Adena; Canal de Isabel II; Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. ■