

Gestionar los acuíferos con visión de conjunto

El desarrollo de tecnologías innovadoras como la recarga gestionada de acuíferos hace posible incorporar las aguas subterráneas de forma efectiva en los sistemas de suministro, así como una gestión integral de los recursos hídricos

Cetaqua Barcelona (Centro Tecnológico del Agua), Cetaqua Andalucía (Fundación Centro Andaluz de Investigaciones del Agua), Hidralia y Aigües de Barcelona



La Directiva Marco del Agua promueve el buen estado de las aguas subterráneas, tanto en calidad como en cantidad. El agua del subsuelo, de difícil gestión por la falta de conocimiento y por su sensibilidad a los cambios globales, es sin embargo una parte esencial del ciclo hidrológico y abastece a gran parte de la población. Por otro lado, tecnologías actualmente en desarrollo como la recarga gestionada de acuíferos tienen potencial para hacer frente a los efectos del cambio climático, tanto en las sequías como en las inundaciones, e incluso prevenir la intrusión de agua marina. En definitiva, una gestión integral e innovadora de los recursos hídricos, con un esfuerzo colaborativo entre instituciones, operadoras y comunidades de usuarios, es capaz de evitar la escasez de agua, la salinización y la contaminación por nitratos de los acuíferos, los principales retos en Europa para la integración efectiva de las aguas subterráneas en los sistemas de suministro.



LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS, UNAS GRANDES DESCONOCIDAS

Solo el 2,5% del agua que existe en la Tierra es agua dulce. De esa cantidad, el 0,5% se encuentra en depósitos subterráneos y el 0,01%, en ríos y lagos. La preservación y la consecución del buen estado de las masas de agua subterránea es, por tanto, una necesidad. Para ello, antes conviene conocer mejor cómo funcionan los acuíferos, de qué volumen de recursos hídricos disponen, cómo se conectan entre ellos y con el mar, qué materiales los componen, etc. Pero se sabe poco sobre las aguas subterráneas en España y es fundamental generar más conocimiento en el ámbito de la hidrogeología que permita una gestión sostenible e integral de los recursos hídricos.

Al fin y al cabo, todos los recursos hídricos están conectados entre sí, y los acuíferos son un elemento de cohesión entre ellos. De hecho, la capacidad de regulación que poseen los acuíferos (134.000 hm³ en España) supone más del doble del almacenamiento de los embalses. Por ello, las aguas subterráneas constituyen un recurso estratégico fundamental cuya explotación debe integrarse con el resto de fuentes de agua. Una gestión sostenible del agua implica una visión integral que articule todos los recursos hídricos disponibles: los convencionales (aguas subterráneas y aguas superficiales) y los no convencionales (aguas regeneradas y aguas desalinizadas). En definitiva, cuanto más se diversifiquen las fuentes de suministro, mejor preparados se estará ante periodos de escasez de agua, los cuales serán más recurrentes e intensos en un contexto de cambio climático.

Una colaboración transversal entre las diferentes administraciones públicas y una sociedad concienciada y activa sobre los problemas existentes en materia de aguas subterráneas es esencial para cambiar el paradigma actual de la gestión de los recursos hídricos. Una forma de colaboración sería la creación de comunidades de usuarios de aguas subterráneas (CUAS), entidades que actúan como nexo de unión entre la administración y los usuarios del agua subterránea.

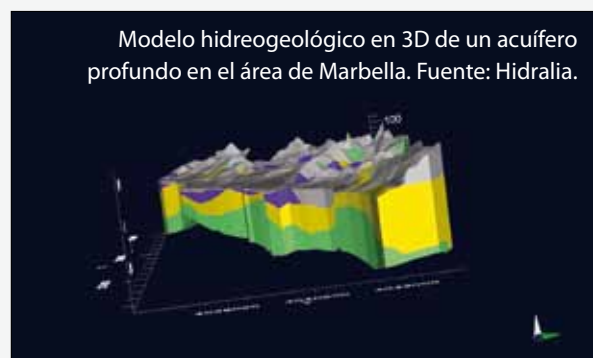
LA SALINIZACIÓN Y LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS COMO PRINCIPALES RETOS EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La intrusión marina y la contaminación por nitratos son los dos principales problemas a los que se enfrentan las aguas subterráneas, tanto en España como en Europa. Un exhaustivo estudio sobre el estado de la salinización de las masas de aguas subterráneas costeras mediterráneas y canarias de España muestra que 56 de las 95 masas de agua subterránea del litoral español mediterráneo e insular presentan algún problema de salinización por efecto marino, según advierte el informe final del proyecto SASMIE publicado el año pasado en un estudio elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña y Cetaqua Andalucía. Algunas veces se desconoce el origen de la salinidad. Sin embargo, la presión humana para el abastecimiento urbano, industrial y turístico en la costa española está acuciando, desde hace décadas, la consiguiente salinización de los acuíferos.

Asimismo, España es uno de los países que presenta mayores problemas de contaminación por nitratos en

Proyecto GEOMAR: cómo conocer la geometría de los acuíferos de la Costa del Sol

En la Costa del Sol, un estudio hidrogeológico llevado a cabo por Hidralia y Cetaqua Andalucía (GEOMAR) ha permitido conocer la geometría en profundidad de los acuíferos que abastecen a la población de Marbella. Por medio de técnicas geofísicas -es decir, técnicas indirectas no intrusivas- y datos geológicos provenientes de sondeos, es posible definir la geometría, composición y delimitación de los acuíferos profundos formados por materiales del Plioceno que abastecen a la población. Asimismo, se pueden precisar las relaciones hidrogeológicas entre los diferentes acuíferos, y entre éstos y el mar. Todo ello ayuda a la toma de decisiones de los técnicos de Hidralia para hacer un uso más sostenible y eficiente de las aguas subterráneas, teniendo en cuenta la escasez de recursos hídricos que caracteriza a esta zona. Por ejemplo, una de las conclusiones de esta investigación es que mediante la recarga gestionada de alguno de los acuíferos profundos presentes en el área, sería posible almacenar recursos invernales excedentarios que pueden ser utilizados durante los meses de verano, cuando la demanda de agua es mayor.



relación con el estado de sus masas de agua subterránea: el 35% se encuentran en mal estado químico por concentraciones de NO_3^- superiores a 50 mg/L, la mayoría en zonas declaradas como vulnerables a este tipo de contaminación por influencia agrícola, según datos del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente de 2017. El uso agrícola de nitratos en fertilizantes orgánicos y químicos ha sido, y es en la actualidad, uno de los mayores problemas de contaminación de aguas superficiales y subterráneas en Europa. En general, la agricultura sigue siendo responsable de más del 50% de la descarga total de nitrógeno en las aguas superficiales.

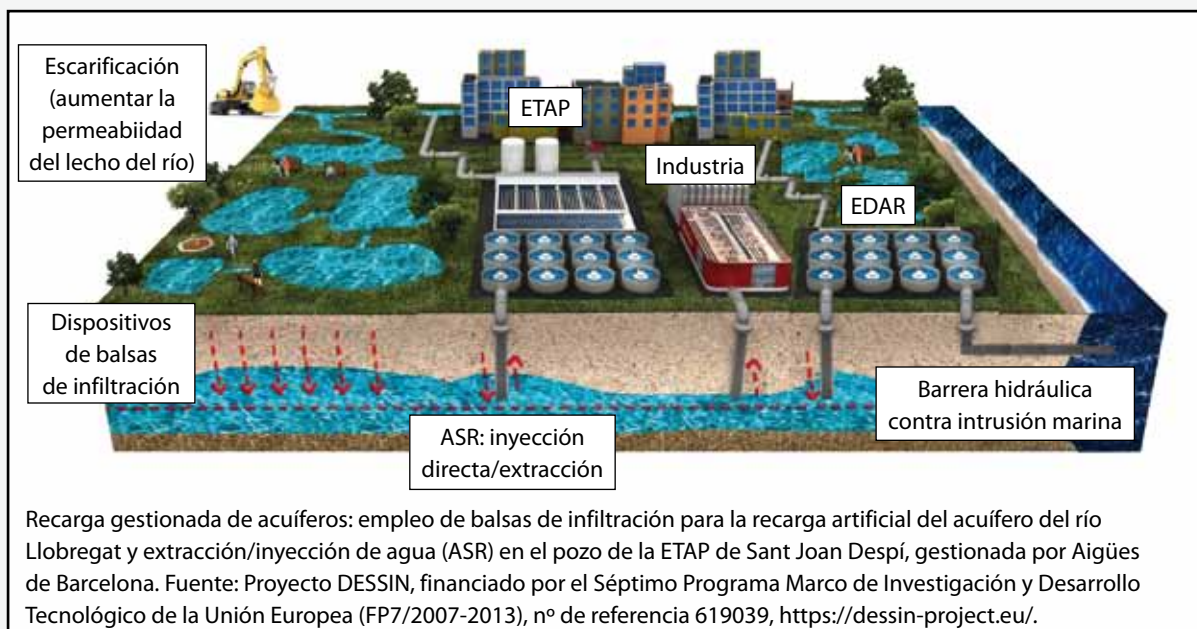
LA RECARGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS PARA REGULAR EL AGUA DISPONIBLE

A menudo, se hace referencia a los acuíferos como soluciones naturales de retención del agua (*natural water retention mesures*), ya que ante la escasez de agua son capaces de almacenar recursos hídricos durante más

tiempo que las aguas superficiales. Este tipo de soluciones consiste en recargar los acuíferos de forma controlada, adaptándose al excedente o déficit del recurso en cada caso. Lógicamente, en zonas áridas y con mayor variabilidad climática la recarga gestionada de acuíferos o MAR, por sus siglas en inglés, tiene mayor potencial para aumentar tanto la cantidad como la calidad de los recursos hídricos disponibles, especialmente donde existe una gran demanda de agua por parte de la población.

La Costa del Sol es un ejemplo en el que se dan estas características, lo cual ha llevado a la empresa gestora de aguas Hidralia a apostar por técnicas MAR en los acuíferos que abastecen la zona de Marbella. Un caso de éxito en este sentido es la inyección profunda de aguas procedentes de manantial en el acuífero del Señorío, que se inició a principios del año 2000 y continúa en la actualidad. Recientemente, una investigación llevada a cabo por técnicos de Hidralia e investigadores de Cetaqua Andalucía mostró que la recarga gestionada

Proyecto DESSIN: técnica ASR de inyección y extracción de agua prepotable en acuíferos



Recientemente, por ejemplo, en la planta potabilizadora de Sant Joan Despí (gestionada por Aigües de Barcelona) se ha logrado tener un impacto positivo en el acuífero del Baix Llobregat, tanto en la calidad como en la cantidad del agua, mediante la técnica *Aquifer Storage and Recovery* (ASR) de inyección/extracción mediante pozos. Se trata de un estudio realizado por investigadores de Cetaqua Barcelona en el marco del proyecto europeo DESSIN. Esta iniciativa liderada por el centro alemán IWW Water Centre ha evidenciado que inyectar directamente agua prepotable en los acuíferos ayudaría a revertir la situación actual de mal estado de las aguas subterráneas y a mejorar la seguridad hídrica frente a sequías. Además, en el caso de estudio del Baix Llobregat se llevó a cabo una evaluación preliminar sobre la posibilidad de combinar el concepto de Planes Sanitarios del Agua con el de recarga gestionada de acuíferos.



Recarga gestionada del acuífero Aloha, en Marbella.
Fuente: Hidralia.



del Aloha, un acuífero profundo costero gestionado por Hidralia, con el agua sobrante de otro cercano más superficial. Dicha medida permitiría, en períodos de lluvia, aprovechar el agua excedentaria que de otro modo se iría al mar -debido a la gran permeabilidad del acuífero superficial-, a la vez que mejoraría la calidad del agua subterránea del acuífero Aloha.

Por lo tanto, soluciones MAR aplicadas a la gestión de los recursos hídricos permiten, además de evitar situaciones de sobreexplotación de los acuíferos, hacer frente al cambio climático en sus dos extremos. Por un lado, permiten el almacenamiento de agua en el acuífero durante períodos de fuertes lluvias y, por el otro, la recuperación de dichos recursos (extracción) en periodos de sequía. Por medio de diferentes técnicas de MAR, se puede aportar agua a los acuíferos de manera controlada, por ejemplo mediante la recarga superficial con balsas de infiltración, o en profundidad mediante inyección directa con pozos. Actualmente, estas soluciones tecnológicas se encuentran en proceso de expansión, tienen un gran potencial y ya han sido probadas en diversos países como Holanda, Alemania, Francia o España, impulsados por directrices de la Comisión Europea. Sin embargo, aún se requiere una apuesta decidida por parte de las administraciones competentes para ocupar su lugar en la gestión integral de los recursos hídricos.


Por ejemplo, a pesar de los beneficios potenciales del uso de agua regenerada en las técnicas MAR, a día de

hoy existen barreras de carácter técnico, social y normativo que dificultan una implementación extendida de este tipo de solución. En este sentido, los Planes Sanitarios del Agua que tengan en cuenta la aplicación de la MAR juegan un papel muy importante. En España, existen iniciativas en la gestión innovadora e integral de los recursos hídricos que estudian la MAR como parte de su metodología, teniendo en cuenta la seguridad a través de medidas de gestión integral del riesgo.

CONCLUSIONES

Actualmente, los acuíferos se exponen a dos riesgos importantes: la salinización y la contaminación por nitratos. Conseguir un buen estado de las masas de agua subterránea debe ser una prioridad en la gestión integral de los recursos hídricos, especialmente en regiones donde la escasez de agua se suma al aumento de la población. En este sentido, los acuíferos pueden constituir una oportunidad para hacer frente al crecimiento demográfico y a los efectos del cambio climático en sus dos extremos, tanto sequías como inundaciones.

Asimismo, adaptarse a los cambios globales supondrá tener en consideración todos los recursos disponibles, sean convencionales o no convencionales. Concretamente, en regiones con elevado estrés hídrico como las áreas costeras mediterráneas, es de especial interés el uso de agua regenerada en la recarga gestionada de acuíferos, ya que tiene la capacidad de aumentar la oferta de recursos hídricos en el territorio y la garantía de suministro. Además, el agua regenerada puede mejorar la calidad del agua subterránea de los acuíferos costeros con un alto grado de salinización, mientras que valoriza un volumen importante del agua depurada que por defecto se vierte al mar.

En último término, para que sea posible aplicar la innovación y el desarrollo a la gestión sostenible de los acuíferos, es esencial cambiar el paradigma actual de la gestión de los recursos hídricos a través de una colaboración transversal entre las diferentes administraciones públicas y una sociedad concienciada y activa sobre los problemas existentes en materia de aguas. 

» En regiones con elevado estrés hídrico como las áreas costeras mediterráneas, es de especial interés el uso de agua regenerada en la recarga gestionada de acuíferos, ya que tiene la capacidad de aumentar la oferta de recursos hídricos en el territorio y la garantía de suministro