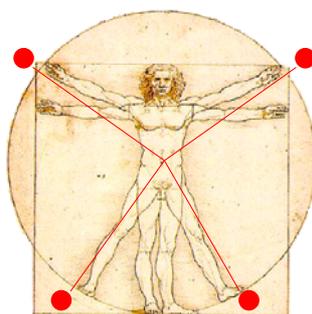


# TECNOLOGÍ@ y *DESARROLLO*

*Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente*

VOLUMEN IV. AÑO 2006

SEPARATA



LA RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS: TÉCNICAS DE DIVULGACIÓN Y  
EDUCACIÓN AMBIENTAL

A. Enrique Fernández Escalante, Rosa M<sup>a</sup> Cordero Sánchez, Fermín Villarroja  
Gil y Manuel García Rodríguez



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO  
Escuela Politécnica Superior  
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: Fernández Escalante, A. E.; Cordero, R. M<sup>a</sup>.; Villarroya, F. y García Rodríguez, M.  
Enero, 2006.

[http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD06\\_006.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD06_006.pdf)

© De la edición: *Revista Tecnol@y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

Editor: Julio Merino García [tecnologia@uax.es](mailto:tecnologia@uax.es)

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

*Tecnol@y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol.IV. 2006.*

# LA RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS: TÉCNICAS DE DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

**Álvaro Enrique Fernández Escalante<sup>(1)</sup>, Rosa M<sup>a</sup> Cordero Sánchez<sup>(2)</sup>, Fermín Villarroya Gil<sup>(3)</sup> y Manuel García Rodríguez<sup>(4)</sup>**

(1) Dr. CC. Geológicas. TRAGSATEC. Julian Camarillo 6ºB. 28037 Madrid. Tf: 91 3226106. Fax: 91 3226005. Email: [efe@tragsatec.es](mailto:efe@tragsatec.es)

(2) Lcda en CC. Bilógicas. GRAFINAT EXPOSICIONES. Argos 8. 28037 Madrid. Tf: 913045332. Email: [rosa@grafinat.com](mailto:rosa@grafinat.com)

(3) Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense C/ José Antonio Novais nº 2. 28040, Madrid. e mail: [ferminv@geo.ucm.es](mailto:ferminv@geo.ucm.es)

(4) Dr. CC. Geológicas. Departamento de Tecnología Industrial. Escuela Politécnica Superior. Universidad Alfonso X el Sabio. Avenida de la Universidad nº 1. Villanueva de la Cañada C.P. 28691. Madrid. Tlf. 918109780. E-mail: [manugaro@uax.es](mailto:manugaro@uax.es)

## RESUMEN:

La divulgación y la educación ambiental juegan un papel estratégico muy importante para acercar la técnica de la recarga artificial de acuíferos a la población. El grado de conocimiento de la técnica es bastante bajo en la actualidad, al haber adquirido mayor popularidad los trasvases, y en menor medida, la desalación y la reutilización como principales métodos de gestión hídrica. En este artículo se presenta el estado de la cuestión de la educación ambiental y se proponen unas líneas de actuación para su aplicación, basadas en propuestas de estrategias de información, formación y divulgación, dirigidas a distintos sectores de la población agrupados en grupos homogéneos.

**PALABRAS CLAVE** Recarga artificial de acuíferos, divulgación, educación ambiental, formación, sensibilización, estrategias.

## ABSTRACT:

Information and environmental education play a very important role in order to spread the technique of the artificial recharge of aquifers to the population. The degree of knowledge of the technique is quite low currently, when having acquired bigger popularity the diversion of water, and in smaller measure, the desalination and the reutilization like main methods of water management. In this paper the state of the question of the environmental education is presented and also some performance lines for its application, based on proposals of strategies, information and formation, aimed to the population's different sectors.

**KEY-WORDS:** Artificial aquifer recharge, environmental awareness, formation and education.

**SUMARIO:** 1. Introducción, 2. Objetivos, 3. La educación sobre aguas subterráneas en España, 4. Estrategias de educación ambiental aplicadas a recarga de acuíferos, 5. Conclusiones, 6. Bibliografía.

[http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD06\\_001.pdf](http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECMAD06_001.pdf)

## **1. Introducción**

### ***1.1. La recarga artificial de acuíferos***

Desde el punto de vista de la economía del bienestar y del progreso, tan en boga en nuestros días, el agua se ha convertido en uno de los factores determinantes en el desarrollo de las sociedades modernas, y su demanda no se intuye estable, sino todo lo contrario, se prevé un crecimiento exponencial en proporción directa con fenómenos como el aumento de la población humana, la intensificación de la segunda residencia, el incremento del ocio y turismo, la transformación de los cultivos de secano en cultivos de regadío, etc.

Todo ello conlleva una necesidad creciente de agua, siendo éste un recurso escaso y limitado, lo que conduce, sin duda, a enfrentamientos y situaciones conflictivas de muy difícil solución, puesto que la premisa de partida es que el agua “no sobra nunca” y su escasez va necesariamente unida a un estancamiento en el crecimiento y generación de la riqueza.

La mayor parte de las propuestas incluidas en los últimos planes hidrológicos españoles van enfocadas principalmente a la construcción de nuevos embalses en superficie y al trasvase entre cuencas.

La recarga artificial (RA) de acuíferos es considerada, hasta la fecha, una técnica especial y desconocida por gran parte de la población del país, más familiarizada con la desalación, el reciclaje y los trasvases intercuenas como principales alternativas de gestión hídrica.

Ante esta situación, la recarga artificial de acuíferos se presenta, por tanto, como una medida complementaria que ayudaría a resolver o paliar, en la medida que se vaya avanzando en su investigación, estos conflictos. Cabe preguntarse, por tanto, qué motivos o causas determinan la poca aplicación de esta técnica en nuestro país. Entre las posibles respuestas hay que llegar, sin duda, a la conclusión de que la principal causa es el desconocimiento generalizado que existe y la poca difusión existente de las experiencias llevadas a cabo hasta el momento.

Por otro lado, la población en general tiene escaso conocimiento de qué es un acuífero y cómo funciona, y, por tanto, mucho menos acerca de la posible opción de llevar a cabo su recarga artificial durante las estaciones de superávit hídrico para su posterior uso en las estaciones estivales.

Para que la recarga artificial (RA) de acuíferos pueda ser empleada en todo su potencial, debe ser conocida por todos los sectores implicados e interesados, es decir, por toda la población.

La educación ambiental se presenta como una herramienta valiosa para conseguir un mayor grado de información y conocimiento, así como una estrategia para construir una sociedad formada por personas con los conocimientos y actitudes necesarios para adoptar posiciones críticas y participativas respecto a la conservación de los recursos naturales y a la calidad de vida.

### ***1.2. La recarga artificial de acuíferos en España***

En Fernández Escalante (2005), puede encontrarse una amplia referencia a las experiencias que sobre RA hay en España y en los principales países del mundo. El volumen anual medio de recursos hídricos resultantes de operaciones de RA en nuestro país oscila según las fuentes entre 50 y 350 hm<sup>3</sup>.

Los primeros antecedentes quizá haya que remontarlos a la época árabe como son los careos alpujarreños (Fernández Escalante et al, 2005) o el sistema de diques y boqueras (Díaz Marta, 1989). Las primeras instalaciones modernas datan de 1969 en Cornellá (Barcelona) en los aluviales del Besós y Llobregat (Valdés, 1992). En el caso del Llobregat se recargan en algunos años hasta 20 hm<sup>3</sup> en pozos localizados en el delta, con aguas residuales de la planta de San Joan D'Espí. Otra experiencia destacable se realizó en el Llano de la Palma (Mallorca). Utiliza un sistema mixto a base de regadío con aguas residuales e inyección de sobrantes, cuando existen, en pozos perforados en calcarenitas muy permeables.

El Instituto Geológico y Minero en colaboración con otros organismos está llevando desde 1984 experiencias piloto de recarga artificial entre las que cabe destacar las siguientes: Tres balsas de infiltración en el río Oja (La Rioja); cinco balsas de infiltración en la vega de Guadix (Granada); una balsa de tipo fosa en Carmona (Sevilla); dos zanjas de infiltración en el aluvial del bajo Guadalquivir en Lebrija (Sevilla); un sondeo profundo y represamientos en el acuífero de Jijona (Alicante), un sondeo profundo en el valle del Esgueva (Valladolid); un sondeo en Mancha Real (Jaén); un pozo de gran diámetro dotado de galerías en la Plana de Gandía-Denia, sector Vergel-Els Poblets (Alicante); dos pozos en el aluvial del Guadalete (Cádiz); seis balsas de infiltración en Mazagón (Huelva); dos balsas de infiltración en las Dehesas de Guadix (Granada); represamientos en la vertiente meridional de la sierra de Gádor para

recargar el acuífero del campo de Dalías (Almería) (IGME, 2000, a, b y c; Murillo et al 2001, 2002).

Igualmente cabe destacar iniciativas promovidas por el MAPA por medio de TRAGSATEC y TRAGSA en Ciudad Real, Cubeta de Santiuste de San Juan Bautista y del Carracillo (Segovia). Todavía cabe citar propuestas de RA para el Campo de la Moraña (Ávila), cuenca del río Onyar (cuencas internas de Cataluña) y en el río Girona.

## 2. Objetivos

La intención de este artículo se apoya en el principio 19 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, que se transcribe a continuación:

*Principio 19 .- Es indispensable una labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida tanto a las generaciones jóvenes como a los adultos y que preste la debida atención al sector de población menos privilegiado, para ensanchar las bases de una opinión pública bien informada y de una conducta de los individuos, de las empresas y de las colectividades inspiradas en el sentido de su responsabilidad en cuanto a la protección y mejoramiento del medio en toda su dimensión humana. Es también esencial que los medios de comunicación de masas eviten contribuir al deterioro del medio humano y difundan, por el contrario, información de carácter educativo sobre la necesidad de protegerlo y mejorarlo, a fin de que el hombre pueda desarrollarse en todos los aspectos.*

Para ello es preciso llevar a cabo campañas de educación ambiental y de divulgación con objeto de dar a conocer la técnica de la RA. Las herramientas a desplegar consisten en propuestas de estrategias de información, formación y divulgación, dirigidas a distintos sectores de la población.

Las pretensiones de este artículo son las siguientes:

- Estudiar y presentar ciertos criterios de educación ambiental, sensibilización y divulgación, aplicados a la recarga artificial de acuíferos y metodologías complementarias.

- 
- Proponer una serie de actuaciones para acercar esta alternativa de gestión hídrica a la población en general, universidades, institutos y colegios.
  - Dar a conocer otras alternativas complementarias a los trasvases, la reutilización y la desalación, y avanzar en el camino para iniciar nuevas líneas de investigación para posteriores proyectos de investigación que desarrollen la técnica.

### **3. La educación sobre aguas subterráneas en España**

El grado de desconocimiento de las aguas subterráneas tanto por parte de la población como por amplios sectores intelectuales, es notable. Incluso por parte de los técnicos responsables todavía el grado de conocimiento de las aguas subterráneas deja bastante que desear. Igual puede decirse de los dirigentes políticos. No obstante el panorama actual es bastante más positivo del existente hace pocas décadas. A ello ha contribuido la entrada en los *curricula* académicos universitarios de materias relacionadas con las aguas subterráneas.

Las Confederaciones Hidrográficas responsables de la gestión de los recursos hídricos no han hecho tradicionalmente ningún esfuerzo en fomentar el grado de conocimiento y aplicación de las aguas subterráneas. Falta más información, y medios para divulgar este "tesoro escondido" que son las aguas subterráneas.

Iniciativas como las llevadas a cabo por el proyecto de Aguas Subterráneas de la Fundación Marcelino Botín ha supuesto un meritorio impulso. Fruto de ella es la publicación de un libro educativo y divulgativo que ha tenido una notable tirada (20.000 ejemplares): (López-Geta et al, 2001). El panorama no parece que vaya a mejorar notablemente en los próximos años, puesto que apenas aparecen contenidos relativos a las aguas subterráneas en las programaciones del Bachillerato, cursos básicos de la enseñanza y la mayoría de las carreras universitarias.

## **4. Estrategias de educación ambiental aplicadas a la recarga artificial de acuíferos**

### ***4.1. Planteamiento y objetivos***

Según la definición de la UICN (1970), la educación ambiental es un proceso que consiste en reconocer valores y aclarar conceptos con el objeto de fomentar destrezas y

aptitudes necesarias para comprender las interrelaciones entre el hombre, su cultura y su medio biofísico.

EL Libro Blanco de la Educación Ambiental en España (MMA, 1999) trata la educación ambiental como una corriente internacional de pensamiento y acción, que tiene como meta procurar cambios individuales y sociales que provoquen la mejora ambiental y un desarrollo sostenible.

La finalidad principal de la educación ambiental consiste en que el grupo social o el individuo, partiendo del conocimiento de su realidad inmediata, consiga unos cambios de conciencia, de actitudes y conductas que, mediante un método de análisis crítico, fomente su propia responsabilidad y participación en la solución de los problemas ambientales en cooperación con los demás.

Estos cambios implican compartir la responsabilidad a escala nacional, regional, local y personal, lo que se ha dado por llamar la “responsabilidad compartida” entre los poderes públicos, empresas públicas y privadas y los ciudadanos.

Todas las actuaciones educativas deben tener en cuenta el “principio o enfoque precautorio”, que no es otra cosa que evitar la aparición de los problemas mediante una atención específica sobre los agentes y las actividades que perjudican el recurso agua y agotan sus reservas, poniendo en peligro su sostenibilidad al rebasar los límites de su recuperación natural o inducida. Por tanto, la reutilización, el reciclaje y el ahorro son actuaciones fundamentales para evitar el despilfarro y la merma del recurso agua, y deben ser los principales puntos a tener en cuenta en cualquier campaña de educación ambiental, junto con la presentación de “nuevas tecnologías” y mejoras técnicas.

Estas dos premisas de responsabilidad compartida y enfoque precautorio, aparentemente sencillas, conllevan no pocas dificultades y complejidades. No es posible llevar a cabo ninguna de las dos sin que se produzca una mayor formación de profesionales y gestores; una mayor y mejor información dirigida a los ciudadanos y, especialmente, a los empresarios. Algunos de los medios para conseguir tal fin son la divulgación de manuales de buenas prácticas; y la puesta en marcha de mecanismos de participación pública efectiva, a través de la cual se consiga, de una forma real, la corresponsabilidad de todos.

Los objetivos específicos planteados son:

- 1) Las actuaciones educativas relativas a la recarga artificial (RA) de acuíferos deben cubrir el objetivo general de la educación ambiental de “implicar a toda la sociedad”: alcanzar a todos los sectores de la población, pero especialmente a aquellos en quienes recae la toma de decisiones o ejercen mayor influencia social y tienen, por tanto, mayor responsabilidad: administraciones, legisladores, empresas, educadores, medios de comunicación, etc.
- 2) Promocionar la formación específica en RA a los colectivos profesionales especializados en la temática de hidrogeología y, por supuesto, responsables y gestores de la Administración Pública.
- 3) Difundir la técnica de RA de acuíferos, aportando información y resultados de aquellas experiencias llevadas a cabo en España y/o experiencias desarrolladas en otros países, especialmente Holanda, Australia y Estados Unidos, los cuales llevan aplicando esta técnica desde hace varias décadas.
- 4) Crear y mantener herramientas de información versátil, de fácil acceso y manejo, y de fácil actualización. A este respecto, Internet se configura como el medio más apropiado hoy en día.
- 5) Crear y mantener herramientas de participación activa por parte de los beneficiarios directos y de la población en general.

#### ***4.2. Destinatarios***

Todas las actuaciones de educación ambiental deben ser dirigidas a la totalidad de la sociedad. Bien es cierto, sin embargo, que no se puede difundir el mismo mensaje, ni el mismo nivel de conocimientos, de forma generalizada e indiscriminada. Es muy importante, por tanto, que se establezcan grupos homogéneos a los que transmitir el mismo mensaje: contenidos, lenguaje y metodología deben ser los adecuados a cada grupo social. Y no únicamente en cuanto al nivel de conocimientos del grupo destinatario, sino también debe atenderse a su mayor o menor grado de responsabilidad.

Por ello, proponemos dos posibles clasificaciones de destinatarios: por un lado, atendiendo a su grado de conocimiento, y, por otro, atendiendo a su grado de responsabilidad y rol social. No obstante, por tratarse de una técnica o herramienta para hacer una gestión más eficiente de los recursos hídricos, entendemos que el énfasis debe ponerse principalmente en hacer llegar ésta a los responsables técnicos de la gestión de dichos recursos.

#### *4.2.1. Según el grado de conocimiento*

- Especialistas.
- Población en general.
- Estudiantes.

#### *4.2.2. Según el grado de responsabilidad y rol social*

- Personas con capacidad para resolver el problema: políticos, planificadores, técnicos, consultorías, etc.
- Personas involucradas en el problema: agricultores, industrias...
- Personas que padecen el problema de las sequías: todos.

Todas las estrategias que se utilicen para conseguir el objetivo previsto, deben ir claramente dirigidas a estos grupos definidos de destinatarios.

### ***4.3. Propuestas de actuación***

Teniendo en cuenta los grupos de destinatarios enunciados anteriormente, se establecen las siguientes estrategias:

#### *4.3.1. Dirigidas a los grupos especialistas y a las personas con capacidad de resolver el problema*

- Crear y organizar foros de encuentro. Se proponen como iniciativas, las siguientes:
  - Organización, a nivel nacional, de un Congreso sobre Recarga artificial de Acuíferos.
  - Planteamiento y presentación de una candidatura para la celebración en España de las Jornadas Internacionales sobre Recarga de Acuíferos similares a los celebrados con anterioridad, como los celebrados en Florida, Anaheim, el TISAR-98, en Ámsterdam (Holanda); ISAR-2002 en Adelaida (Australia) e ISMAR-2005 en Berlín, (Alemania) (Figuras 1 y 2).

- Organizar jornadas y cursos específicos, dirigidos a profesionales que deseen mejorar su formación, tanto en un ámbito nacional como internacional (Figuras 3 y 4).



Figuras 1 y 2. La Asociación Internacional de Hidrogeólogos organiza reuniones periódicas sobre recarga artificial de acuíferos. Las últimas reuniones fueron celebradas en 2002 en Adelaida (Australia) (ISAR 4), y en junio de 2005 en Berlín (Alemania) (ISMAR 5).

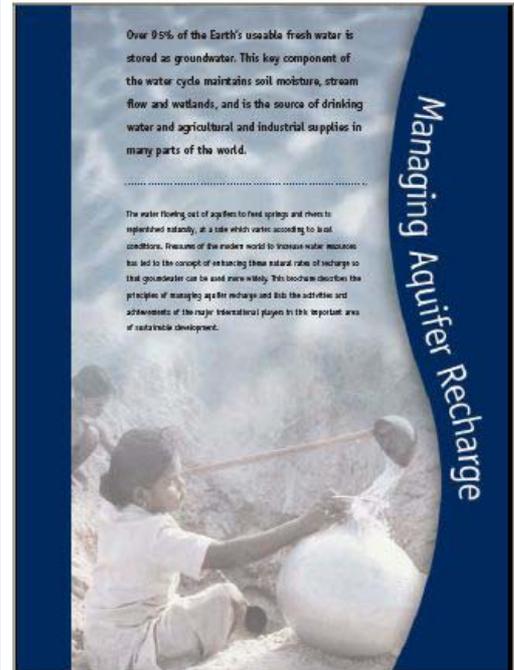
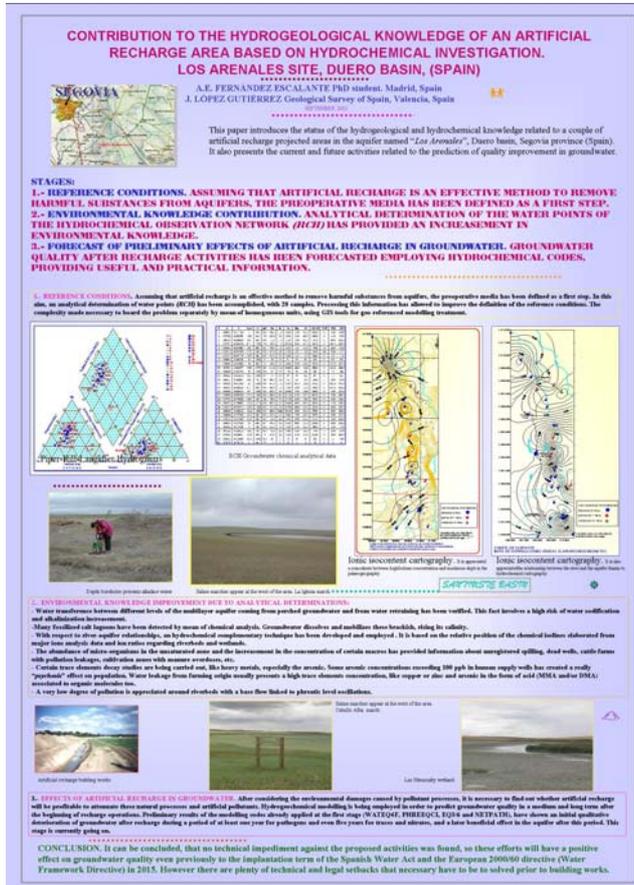


Figs. 3 y 4. Visita guiada a las instalaciones de ASR para el almacenamiento profundo en Adelaida, Australia durante el congreso ISAR 4. Instalaciones ASR de Bolívar (1<sup>a</sup>). Los excedentes de las operaciones son utilizados para fines medioambientales (2<sup>a</sup>).

- Promocionar la creación de medios de difusión: sería especialmente interesante la publicación de números monográficos que atiendan los diferentes aspectos tecnológicos y bibliográficos necesarios para la buena información y formación de todo interesado en profundizar en el tema de la recarga artificial de acuíferos. Gran parte de ellos deberían ir redactados en lenguaje sencillo y de fácil comprensión para usuarios no especialistas.
- Organizar  cursos de especialización o “master” en recarga artificial de acuíferos. En los que se incluyan visitas monitorizadas a las estructuras, dispositivos y experiencias de recarga artificial ya existentes.
- Edición de forma periódica (anual o bianual) de informes técnicos con las últimas novedades o experiencias, en especial las mejoras técnicas disponibles y nuevos descubrimientos relativos a la calidad de las aguas, técnicas de tratamiento del suelo y acuífero, parámetros de gestión, programas de vigilancia y control, códigos de buenas prácticas, uso de la recarga artificial para objetivos medioambientales como la recuperación de humedales degradados, creación de espacios de ocio, etc. (Figuras 5 y 6).

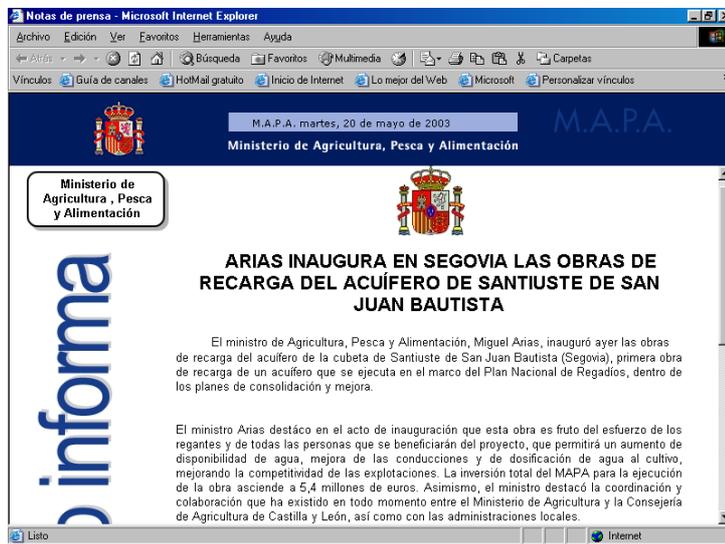
#### 4.3.2. *Dirigidas a la población en general*

- Organización de campañas de divulgación general, utilizando los grandes medios de comunicación: radio y televisión: programas específicos, reportajes, documentales, entrevistas, etc., en programas ya existentes y que están especializados en temas medioambientales y en diferentes emisoras/cadenas.
- Adecuación y ambientación de lugares donde han tenido lugar experiencias de recarga artificial. Para ello sería muy interesante contar con paneles explicativos y senderos ecológicos explicativos. Por ejemplo si se trata de un humedal recuperado gracias a labores de RA, debería hacerse constar con un panel indicativo. Así, por ejemplo, la regeneración hídrica del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, en realidad se trata de una gigantesca operación de recarga artificial inducida a través del recorrido del agua trasvasada del río Tajo a través del ATS por el cauce del Cigüela por espacio de más de cien km. En el parque Nacional debería haber un cartel explicativo de este hecho, y que sepamos no existe.
- Publicaciones divulgativas que atiendan la problemática general del agua y las diversas soluciones existentes, pros y contras, con una explicación somera de cada una de ellas y sin dejar de lado el marco legal que subyace a todas las actuaciones dado que la recarga artificial es un vertido.



Figuras 5 y 6. Póster divulgativo de las experiencias desarrolladas en la Cubeta de Santiuste presentado en foros técnicos y tríptico específico de recarga artificial de acuíferos presentado en Australia al término de la celebración del ISAR 4.

- Notas de prensa descriptivas en ediciones impresas y digitales (Figuras 7 y 8).
- Creación de páginas web informativas y amenas relacionadas mediante *links* con las principales paginas técnicas y educativas.



Figuras 7 y 8. Notas de prensa en edición digital del Servidor del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y en edición impresa, recorte del Diario Levante de Castellón. de fecha 23/03/2001. La recarga artificial de acuíferos presenta un grado de divulgación diferencial en el Estado español. Mientras en el oeste, aparentemente, es más desconocida, el grado de conocimiento es mayor en el arco mediterráneo.

## Encargan a la UJI otro estudio sobre recarga artificial de los acuíferos

C.A.D.

CASTELLÓN.— El estudio de la situación hídrica de la provincia de Castellón que lleva a cabo la Mesa del Agua contará con un nuevo trabajo científico de referencia.

El presidente de la Diputación de Castellón, Carlos Fabra, firmó ayer un convenio de colaboración con el rector de la Universitat Jaume I, Francisco Toledo, y con el presidente del Consejo de Participación Social de esta universidad, Rafael Benavent, para la financiación del estudio de recarga artificial de acuíferos de la provincia de Castellón en el que trabaja el grupo de investigación del departamento de Ciencias Experimentales de la UJI, que dirige el profesor Ignacio Morell.

La realización de este estudio es un nuevo encargo que la Mesa del Agua, convocada por la Diputación Provincial y en la que están representados los colectivos sociales implicados en la gestión hídrica de la provincia, ha realizado a la institución provincial.

Este trabajo supone la segunda fase de un estudio más amplio que viene realizando el departamento que dirige el profesor Morell y cuyas conclusiones de la primera fase ya se han expuesto en el marco de la Mesa del Agua. En esta segunda fase, se prestará especial atención al estudio de la recarga artificial de acuíferos en la comarca de la Plana, que es la zona de la provincia que sufre mayores problemas.

### 4.3.3. Dirigidas a las personas involucradas y afectadas por el problema

- Facilitar el acceso a la información: Creación y mantenimiento de una página web específica sobre el agua como recurso y todos los temas asociados. Además, en la página se crearán mecanismos de participación pública: foros de encuentro, encuestas, sondeos de opinión, etc.
- Campañas divulgativas, como las que se suelen realizar por parte del Ministerio de Medio Ambiente y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, fomentando pautas de consumo y ahorro y buenas prácticas agrarias.

- Campañas específicas de información sobre recarga artificial de acuíferos y temas asociados, con la publicación de folletos divulgativos de fácil comprensión. Algunos títulos propuestos son:
  - El agua como recurso y su importancia.
  - La recarga artificial de acuíferos como técnica para mejorar la gestión de los recursos hídricos.
  - La recarga artificial de acuíferos y la restauración de humedales y zonas húmedas degradadas.
  - La mejora cualitativa de las aguas contaminadas gracias a operaciones de recarga artificial de acuíferos.
  - Guía de buenas prácticas en actividades agropecuarias.
  - Guía de buenas prácticas domésticas.

#### *4.3.4. Dirigidas a grupos escolares*

- Inclusión, dentro del programa curricular, de aspectos relacionados con el recurso agua y temas asociados. Entre los principales aspectos a tratar destacamos:
  - El agua como recurso natural.
  - Los usos y aprovechamientos del agua.
  - Pautas de consumo y ahorro.
  - La recuperación y reutilización: procesos de depuración y recirculación de aguas residuales.
  - Sistemas de almacenamiento de agua.
  - Procesos de obtención de agua.
  - Técnicas especiales: desalación, recarga artificial de acuíferos y trasvases. Pros y contras.

Si bien en la asignatura optativa del 2º curso de bachillerato LOGSE (preludio de la Universidad) "Ciencias de la Tierra y medioambientales" se trata ampliamente el tema de los recursos hídricos, sin embargo la técnica de la RA no aparece en los textos usuales ni por supuesto en la programación. De todos los aspectos mencionados, los cuatro últimos son los menos tratados en los centros educativos, y es aquí específicamente donde se encuadra la recarga artificial de acuíferos.

El tratamiento de la información debe ser absolutamente técnico, evitando politización alguna, tendencia relativamente habitual en la actualidad hídrica del país.

## 5. Conclusiones

Cabe esperar que gran parte de las innovaciones tecnológicas futuras contribuyan eficazmente a la gestión hídrica, tanto para aguas superficiales como subterráneas.

Para ello es preciso facilitar el acceso a la información y mejorar la educación e información hidrológica de los usuarios, facilitando así su participación.

La RA puede y debe ser presentada y divulgada entre los ciudadanos, quienes deben conocer su potencial. De este modo podrá ser aplicada a un número de experiencias mayor.

Esta divulgación creemos que debe realizarse a escala general, es decir, de toda la población, de tal forma que el ciudadano, tal y como promueve la educación ambiental, debe tener un conocimiento crítico de los problemas medioambientales y tener mecanismos a su alcance para desarrollar su participación activa en la resolución de los mismos.

Los estudios de RA llevados a cabo en todo el mundo están mejorando el grado de conocimiento a una velocidad vertiginosa, si bien, quedan numerosos aspectos pendientes de investigación.

Es la Administración la responsable de facilitar, no sólo los mecanismos de participación, sino de mejorar el nivel de información y formación de las personas implicadas y de la sociedad en general.

## 6. Bibliografía

ALBA PASTOR, C. (2002): *Usos didácticos de los medios de comunicación en la enseñanza secundaria*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pag 712 y 724.

DIAZ MARTA, M. (1989): *Esquema histórico de la ingeniería y la gestión del agua en España*. Revista de OP nº 13 España y el Agua, tomo 1 otoño 1989 pp 8-23.

FERNÁNDEZ ESCALANTE, A.E. (2005): *Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Criterios técnicos derivados de la experiencia en la Cubeta de Santiuste, Segovia*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

FERNÁNDEZ ESCALANTE, A. E., GARCÍA, M. y VILLARROYA, F. (2005): *The careos from Alpujarra (Granada, Spain) an historical example of previous to XIII century artificial recharge system applicable to the XXI century. Characterisation and inventory ISMAR 5 proceedings 5<sup>th</sup> International Symposium on Management of Aquifer Recharge*. Berlin 2005.

ISRM (1981): *Suggested methods for rock characterisation, testing and monitoring*. Ed. E.T. Brown. Pergamon Press.

IGME (2000, a): *Recarga Artificial de Acuíferos* IGME-Excma Diputación Provincial de Alicante.

IGME (2000, b): *Identificación de acciones y programación de actividades de recarga artificial de acuíferos en las cuencas intercomunitarias* ITGE Ministerio de Ciencia y Tecnología.

LÓPEZ, E. (2002): *El modelo cualitativo de investigación educativa (I). Cuestiones generales*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 573 (7).

LÓPEZ, E. (2002): *El paradigma positivista de investigación (II): El problema de la validez en la investigación educativa*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 553 (5) y 564 (6).

LÓPEZ, E. (2002): *La investigación-acción*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 617 (8).

LÓPEZ, E. (2002): *Los modelos de innovación educativa*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 627 (9).

- 
- LÓPEZ-GETA, J. A.; FORNÉS, J. M<sup>a</sup>., RAMOS, G. y VILLARROYA, F. (2001): *Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo* Edit. IGME-Fundación Marcelino Botín. Madrid 94 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (MMA) (1999): *El Libro Blanco de la Educación Ambiental en España*. Ministerio de Medio Ambiente – Secretaría General de Medio Ambiente. 109 pp.
- MORALES, J. (1998): *Guía práctica para la interpretación del patrimonio. El arte de acercar el legado natural al público visitante*. TRAGSA, Junta de Andalucía. Colección Difusión, 1998.
- MURILLO, J. M. (2000): *Recarga artificial de acuíferos o cómo introducir y almacenar agua en los acuíferos*. Terralia. La revista independiente del medio rural. Año 4, nº 15, 2000.
- MURILLO, J. M., de la ORDEN, J. A., y RODRÍGUEZ, L. (2001): *La Recarga artificial como técnica de recuperación de acuíferos contaminados: Aplicación a la Plana de Vergel (Alicante)* Informe interno IGME.
- MURILLO, J. M. DURAN, J. J., de la ORDEN, J. A., y LOPEZ-GETA, J. A. (2002): *Experiencia piloto de recarga artificial en el acuífero de Mitdijia (Argelia) Curso de recarga artificial de acuíferos*. IGME-Agencia internacional de Cooperación Técnicas Hidrogeológicas y de servicio.
- REY BENAYAS, J. M. (1992): *Tipología y génesis de los ecosistemas de descarga de acuíferos en Los Arenales*. Curso de humedales de la cuenca del Duero. Hábitats de descarga de aguas subterráneas en el acuífero de Los Arenales. Actuaciones para su protección. Biblioteca de Educación Ambiental. Sección C: documentación técnica de medio-ambiente. Junta de Castilla y León.
- SALAZAR, J. (2002): *Los retos de la escuela ante la diversidad*. Programación y evaluación curricular. Instituto de Ciencias de la Educación. Pg. 298.
- SÁNCHEZ, I. (2002): *Las fuentes documentales en investigación educativa*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg. 640.

20. A. E. Fdez. Escalante, Rosa M<sup>a</sup> Cordero, Fermín Villarroya y Manuel García.

---

SANTIUSTE, V. (2002): *Historia y formación de la psicología del aprendizaje*. Formación de profesores de educación secundaria. Instituto de Ciencias de la Educación, 2002. Pg 198 (2).

VALDES, J. L. (1992): *Experiencias De recarga artificial en los acuíferos del río Llobregat y rio Besós* Aguas de Barcelona (AGBAR) Barcelona.

UICN (1970): *Environmental conservation education problems in India : proceedings of the Working Meeting of the IUCN Commission on Education, held at Forest Research Institute and Colleges, Dehra Dun, India, 21-22 November 1969*. IUCN Commission on Education - Morges: IUCN, 1970.