



# **Acuíferos explotados intensivamente**

Conceptos principales,  
hechos relevantes  
y  
algunas sugerencias

*Ramón Llamas*

*Emilio Custodio*

Los autores son responsables de la elección y la presentación de los hechos contenidos en este libro y de las opiniones expresadas en él, las cuales no son necesariamente las de la UNESCO y no comprometen a la organización. Las descripciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la manifestación de ninguna opinión por parte de UNESCO respecto al estatus legal de cualquier país, territorio, ciudad o zona o de sus autoridades, o respecto a la delimitación de sus fronteras o límites.

Este texto es una reproducción con pequeñas modificaciones del capítulo 22 del libro *Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities*, editado por M. R. Llamas y E. Custodio, con la autorización de la editorial Balkema, Países Bajos, ISBN 90-5809-390-5.

Ramón Llamas, Fundación Marcelino Botín (FMB), Madrid, España  
Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), España  
Vicepresidente de la Asociación Internacional de Recursos Hídricos

Emilio Custodio, Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Madrid, España  
Catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona, España  
Presidente de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH)

Traducción realizada por Javier Custodio Ayala

Publicado en 2002 por la UNESCO  
7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP (Francia)

Compaginado por Marina Rubio, 93200 Saint-Denis

En este documento los autores presentan lo que consideran que son las principales conclusiones obtenidas en el seminario de Madrid (13-15 de diciembre de 2001), que incluían comentarios e ideas para mejorar la gestión del agua en regiones en las que existe un uso intensivo de las aguas subterráneas. Estos resultados y sugerencias sólo representan el punto de vista personal de los autores. Las diferentes aportaciones se encuentran en el libro *Intensive Use of Groundwater: Challenges and Opportunities*, editado por Balkema, Países Bajos, ISBN 90-5809-390-5. Estas cuestiones serán discutidas de nuevo durante el Simposio Internacional sobre Uso Intensivo del Agua Subterránea (Valencia, España, 10-14 diciembre 2002). Los resultados de interés serán publicados posteriormente en la serie de comunicaciones seleccionadas de la AIH.



Hay un desarrollo intensivo de aguas subterráneas cuando se extrae una fracción significativa del recurso renovable interanual de los acuíferos, que, en contrapartida, modifica apreciablemente su régimen hidrogeológico, o causa impactos ecológicos, políticos o socioeconómicos significativos, o se producen cambios importantes en la interacción río-acuífero.

El concepto de desarrollo intensivo de las aguas subterráneas apunta a hechos concretos; por lo tanto parece preferible al concepto poco definido de sobreexplotación y términos similares, que pueden implicar acepciones derogatorias y pesimistas injustificadas o irreales. Por consiguiente, los editores proponen su abandono como un concepto hidrogeológico útil.

El uso intensivo del agua subterránea se está convirtiendo en una situación corriente en muchas áreas del mundo, especialmente en las áridas y semiáridas, y en islas pequeñas y zonas costeras.

Existen muchos puntos de vista diferentes y opuestos sobre los asuntos relacionados con el desarrollo intensivo del agua subterránea, y éstos son, a menudo, parcialmente verdaderos. Esto refleja las diferentes situaciones con las que se

enfrentan diferentes regiones a causa de sus diferentes condiciones climáticas, hidrogeológicas, económicas, sociales y políticas, así como los intereses y objetivos distintos. Por ejemplo, los usuarios de agua subterránea, abastecedores de agua, agricultores, conservadores de la naturaleza, gestores y administradores del agua, y políticos tienen posturas muy variadas en relación con el uso del agua subterránea.

Los hechos y conceptos que siguen corresponden a una diversidad de situaciones y puntos de vista, y se basan en los diferentes artículos presentados y las discusiones sostenidas durante el seminario de Madrid. Es de suponer que puedan ser aceptados por la mayoría de los participantes del seminario, aunque no han sido consultados formalmente. Por lo tanto, lo citado es responsabilidad únicamente de los autores. Los hechos y conceptos se reflejan en frases cortas, pero en ocasiones se incluyen comentarios sobre sus consecuencias o aplicaciones. Por consiguiente, son inevitables algunas repeticiones en aras de la claridad.

## Hechos y consecuencias

» En la mayoría de circunstancias se pueden desarrollar los acuíferos para suministrar agua dulce a la población local, con unos beneficios evidentes para el fomento del desarrollo regional. Los acuíferos son un recurso de agua fiable para el suministro de agua y para el riego de cultivos, con un coste razonable y que emplea tecnología disponible. El agua subterránea es un recurso hídrico clave para el alivio de la pobreza, en la lucha contra la desnutrición y las hambrunas, y en la mejora de las condiciones de salubridad de la población.

Sin embargo:

- El agua subterránea ni resolverá todas las situaciones ni debería ser fomentada como un recurso ilimitado, lo que llevaría a un crecimiento incontrolado en su uso.
  - Los problemas y las circunstancias locales pueden necesitar consideración especial o de inversión adicional, como en el caso de algunos acuíferos fracturados en zonas áridas, o cuando aparecen componentes disueltos peligrosos, como el arsénico o el fluoruro.
  - Las cuestiones ambientales relacionadas con el agua subterránea pueden ser importantes, especialmente cuando el área se va desarrollando en términos económicos y educativos.
- » El desarrollo intensivo del agua subterránea puede producir algunos efectos colaterales negativos. Estos efectos negativos se refieren en su mayor parte al descenso del nivel del agua subterránea, el agotamiento del almacenamiento del agua subterránea, la interferencia con manantiales, agua superficial y ecosistemas dependientes del agua subterránea, y a veces el deterioro de la calidad del agua. Todo esto son externalidades a tener en cuenta.

También se debería tener en cuenta que:

- Se pueden conocer y evaluar suficientemente las consecuencias del uso intensivo de los acuíferos. Esto precisa de seguimiento, inventario y estudios adecuados de expertos.
- Las externalidades deberían ser soportables socialmente y corregidas, en la actualidad o en el futuro, dedicando a su corrección parte de los beneficios de las extracciones de agua subterránea. Las soluciones suelen ser fáciles técnicamente, aunque pueden ser complejas socialmente.
- La existencia de externalidades no debería impedir la consideración del desarrollo del agua subterránea como fuente de agua fiable y efectiva.
- Los efectos negativos pueden aparecer algún tiempo después del comienzo del desarrollo del agua subterránea, desde meses a muchos años.

>> El desarrollo del agua subterránea es progresivo y se vuelve más complejo en cuanto se intensifica, cuando los beneficios deberían estar incrementándose y el conocimiento debería ir mejorando.

Sin embargo:

- El énfasis en las situaciones locales y restringidas se debería cambiar por un marco más amplio, puesto que los problemas particulares se pueden resolver y no deberían impedir que una comunidad mayor se beneficie.

>> El uso intensivo del acuífero encuentra su grado óptimo cuando se enmarca en esquemas de desarrollo de recursos hídricos integrados, lo que incluye la protección de la naturaleza.

## Aspectos económicos

- » Los beneficios y los costes procedentes del desarrollo del agua subterránea no son estáticos. Éstos pueden variar en el tiempo. Por ejemplo, lo que puede que sea una práctica aceptable o una ventaja valiosa hoy en día, probablemente no lo fue en el pasado, y puede que no se mantenga en el futuro.

Entonces:

- Se deberían verificar los análisis de coste-beneficio en un marco dinámico.
- » En las etapas iniciales de desarrollo económico y social de un área determinada, el agua subterránea puede jugar un papel esencial, ya que permite un crecimiento económico suave sin la necesidad de inversiones preliminares grandes.
- » En la mayoría de los casos, el desarrollo del agua subterránea produce beneficios sociales evidentes.

Sin embargo:

- Se necesita un seguimiento del desarrollo del agua subterránea para hacerlo sustentable con la imposición de limitaciones, la corrección de desviaciones y la compensación de externalidades.
- Las situaciones locales puede que muestren aspectos negativos. Sin embargo, a menudo desaparecen cuando se consideran los beneficios en un área mayor.

Cuando se destacan los efectos negativos del desarrollo del agua subterránea sin que al mismo tiempo se consideren los beneficios, los

planificadores y responsables de la toma de decisiones pueden despreciar el agua subterránea como recurso de agua fiable. Entonces, a la larga, se pueden perder los beneficios planteados por este recurso, mientras que se aceptan otras alternativas menos adecuadas, más caras y menos respetuosas con el medio ambiente.

Puede suceder que:

- Tales alternativas se conviertan en una carga severa para las regiones en desarrollo, puesto que se necesitan más fondos públicos; por consiguiente se incrementa la deuda externa y podría haber una mayor dependencia de tecnología externa.

>> Una causa principal de gestión no sustentable del agua subterránea es la mala tarificación.

Pero:

- Esto no implica que valorar el agua adecuadamente sea aplicable, posible o aconsejable.
- En muchas regiones los usuarios del agua subterránea aplican de hecho el principio de “recuperación total de costes”, puesto que pagan, sin – o con sólo pequeños – subsidios procedentes de fondos públicos, el capital y los costes de servicio y mantenimiento, lo que explica por qué es mayor la eficiencia del uso del agua que en el caso de los usuarios de agua superficial.

>> Ni los usuarios del agua superficial ni los de la subterránea pagan los costes indirectos (externalidades).

# Sustentabilidad y aspectos sociales

- » Se debe considerar el uso sustentable de los acuíferos en un amplio contexto de espacio, tiempo, nivel científico, tecnología disponible y desarrollo social.

Sucede que:

- Se pueden desarrollar sustentablemente la mayoría de los acuíferos cuando son parte de esquemas de desarrollo de recursos hídricos integrados.

- » El obstáculo más severo al desarrollo sustentable del agua subterránea puede ser la pobreza.

Sucede que:

- El uso intensivo del agua subterránea puede ayudar eficazmente a aliviar esta pobreza.
- Son raras las situaciones bien documentadas en las que el desarrollo intensivo del agua subterránea haya sido la causa de un retorno a la pobreza o haya generado problemas sociales graves.
- Los problemas severos que se citan frecuentemente sobre el desarrollo sustentable del agua subterránea se refieren principalmente a zonas paupérrimas, en las que los problemas reales son a menudo de otra naturaleza, tales como el analfabetismo, los regímenes autoritarios, la desigualdad social o la corrupción.

- Las consecuencias catastróficas del desarrollo intensivo de acuíferos descritos en algunas comunicaciones carecen por lo general de datos fiables y de análisis serios, y a menudo presentan predicciones poco fiables de situaciones futuras como si fueran una realidad. En muchos casos, las mejorías económicas y sociales debidas al desarrollo del agua subterránea han permitido hacer frente a algunos efectos negativos, e incluso ha sido posible la rehabilitación del acuífero y del medio ambiente.

>> Una amenaza importante al empleo sustentable de acuíferos es el deterioro de la calidad del agua subterránea.

Sin embargo:

- Este deterioro puede que no esté – y a menudo no está – relacionado o sólo está débilmente relacionado con el uso intensivo del agua subterránea.

>> El uso intensivo del agua subterránea es un fenómeno relativamente reciente, no mucho más antiguo de medio siglo, y frecuentemente de sólo un par de décadas. Por consiguiente, es sorprendente que actualmente haya tal predominio de información equivocada, de “hidromitos” extendidos, e incluso la ausencia de puntos de vista contrapuestos.

- Esto es una etapa útil hacia la madurez, que sigue un curso que tiende hacia el desarrollo sustentable.
- Se puede acelerar el camino hacia esta madurez si se mejora la transferencia de tecnología.

# Gestión e instituciones

- » El uso intensivo del agua subterránea necesita una gestión adecuada como medida necesaria para la sustentabilidad. Esto significa:
- Instituciones coordinadas que aborden los asuntos de gestión, competentes técnicamente y con los medios humanos, económicos y legales para llevar a cabo su tarea.
  - Participación efectiva de todos los usuarios del acuífero en la gestión – incluidos terceros sin propiedad – bajo reglas claramente definidas y con ciertas competencias compartidas de control y seguimiento.
  - Definición clara de quiénes son los agentes.
  - Legislación y normas adecuadas y medios para hacerlas cumplir.
  - Suficiente conciencia pública y educación sobre los asuntos de interés.
  - Datos y seguimiento, con resultados disponibles al público.
  - Investigación específica y actividades tecnológicas enfocadas hacia los asuntos locales.
  - Medios para luchar contra derechos adquiridos, privilegios abusivos, monopolios ocultos y actuaciones ilegales.
- » La gestión debería incluir preocupaciones sociales, culturales, económicas y medioambientales, además de las hidrológicas, de manera ponderada. Esto significa que:
- Se deberían considerar tanto aspectos cuantitativos como cualitativos, con el énfasis adecuado.

- El que se haga excesivo hincapié o se desprecien ciertos aspectos se volverá a largo plazo perjudicial para la estabilidad social y económica.
- La gestión puede incluir transferencias de agua, derechos o tierras entre los usuarios competentes.
- Se debería llevar a cabo la gestión para asegurar la supervivencia del flujo de servicios que proporcionan los acuíferos.

➤ Las legislaciones de aguas han sido la herramienta principal de reparto del agua superficial en la mayoría de países, y a menudo se ha extendido su ámbito al agua subterránea.

La participación pública en la gestión del agua subterránea no es un concepto nuevo, aunque en muchos casos está limitada frecuentemente a ciertos grupos de interés o a determinadas etapas del proceso gestor. De este modo la participación no es verdaderamente efectiva. En general es posible distinguir tres fases en la evolución de programas de participación pública.

- i. Se entiende la participación en un sentido muy limitado, como una necesidad de educar e informar al público de las decisiones de gestión. Ello no es una participación verdadera, sino más bien una comunicación unilateral. Por consiguiente, el público no tiene la posibilidad de influir en el proceso de toma de decisiones.
- ii. La comunicación entre las agencias gestoras y el público es bidireccional. La opinión pública puede, en cierto grado, influir en las decisiones de gestión. Aunque el proceso es más participativo, es todavía el sector público el que controla el proceso de toma de decisiones.
- iii. Tiene lugar la participación auténtica: las agencias gestoras pasan, de informar al público y recibir sus opiniones, a decidir realmente con el público. El esfuerzo requerido por parte de las agencias gestoras es importante, como también lo son los posibles riesgos que ello conlleva. Es en esta etapa cuando se vuelve necesario diseñar mecanismos de resolución de conflictos con el objetivo de alcanzar soluciones que sean aceptables para todos. Este proceso requiere más esfuerzo y tiempo, pero la puesta en práctica de planes establecidos de mutuo acuerdo será sensiblemente más fácil.



>> La participación y la implicación de los agentes no se pueden establecer con efectividad desde las instancias superiores a las inferiores, sino que han de surgir de las raíces.

Esto significa que:

- Se debería convencer a los agentes del agua de que hay un beneficio individual en la participación en la gestión de un recurso común como es el agua subterránea.
- Se debe compartir la información y ésta debe estar abierta a cualquiera.
- La gestión debe ser transparente.

>> Se debe llevar a cabo la gestión del agua subterránea en un marco de planificación hídrica a medio y largo plazo.

Sin embargo, este plan hidrológico debería ser:

- Flexible para tener en cuenta la incertidumbre y que se adapte y evolucione con las circunstancias cambiantes.
- En etapas, para tener tiempo para adaptarse a cambios importantes.
- Acordado democráticamente por los agentes del agua.
- Adecuado a las circunstancias locales.
- Basado en derechos de agua realistas que encajen con lo que se necesite para obtener una eficiencia en el uso del agua subterránea y fomentar la confianza en su uso.

>> La gestión del agua subterránea debería aplicar el principio de subsidiariedad: las actividades que pueden ser llevadas a cabo adecuadamente en un nivel administrativo y territorial inferior no deberían ser realizadas en un nivel superior.

# Información y educación

- » Se debe presentar la información y el conocimiento elemental de una manera que sea entendida fácilmente y disponible con facilidad para todas las personas interesadas.

Se debería realizar esto mediante medios adecuados tales como documentos impresos – carteles, folletos –, vídeos, seminarios, conferencias, centros y cualesquiera otros medios que ayuden en la comprensión y la difusión de información y conocimiento. En la actualidad esto incluiría el uso de Internet, coexistiendo con medios más convencionales.

Se debería tener en cuenta que:

- Deberían asesorar expertos en comunicación.
  - Los objetivos principales son los estudiantes de enseñanza primaria y secundaria.
  - Los profesores deberían disponer de material didáctico adecuado.
  - Los medios de comunicación, que juegan un papel clave, tienen que tener acceso a los medios educativos.
- » Los hidrólogos especializados en el agua subterránea deberían esforzarse en comunicar al público los conceptos y hechos hidrogeológicos imprescindibles de manera atractiva y fácilmente comprensible.
  - » La información y la educación son principalmente responsabilidad de los organismos de gestión del agua, que tienen que proporcionar medios y recursos.

- >> Las organizaciones no gubernamentales (ONG) juegan un papel importante en la difusión.
- >> Se debe prestar una atención especial a explicar a gestores, responsables de la toma de decisiones y usuarios, las características especiales del agua subterránea que explican sus ventajas, pero también por qué y cómo responde lentamente el agua subterránea, y el gran retardo con que se manifiestan las influencias externas y la contaminación.

Esto significa:

- Proporcionar ejemplos en los que se muestre la evolución a largo plazo.
- Convencer de la necesidad de seguimiento, detección anticipada de problemas, y planificación a largo plazo.
- >> La participación efectiva de los usuarios sólo puede tener lugar si hay un esfuerzo concertado en informar y educar al público.
- >> Los medios de comunicación deberían recibir información realista de los beneficios y problemas del uso intensivo de los acuíferos y no sólo de los aspectos negativos.
- >> Para incrementar el conocimiento sobre acuíferos desarrollados intensivamente se sugiere que:
  - Se prepare una recopilación de casos documentados, que cubran las situaciones hipotéticas más frecuentes. Además de un contenido hidrogeológico convencional, deberían incluir análisis de los factores ecológicos, económicos, institucionales, sociales, legales y políticos, en relación con la explotación del agua subterránea.
  - Se prepare un inventario de acuíferos explotados intensivamente, con un resumen de los impactos socioeconómicos, el análisis económico, y una evaluación de sustentabilidad.

- Se elaboren informes periódicos (por ejemplo trienales) sobre avances en la comprensión y la evolución de acuíferos explotados intensivamente.
- Tenga lugar un intercambio de información entre una red de instituciones interesadas.

## Contactos

### ■ Fundación Marcelino Botín

Prof. M. R. Llamas

E-mail: [mrlamas@geo.ucm.es](mailto:mrlamas@geo.ucm.es)

Internet: <http://www.fundacionmbotin.org>

### ■ Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

Dr. E. Custodio

E-mail: [e.custodio@igme.es](mailto:e.custodio@igme.es); [emilio.custodio@upc.es](mailto:emilio.custodio@upc.es)

Internet: <http://www.igme.es>

### ■ Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH)

Dr. A. Skinner

E-mail: [iah@iah.org](mailto:iah@iah.org)

Internet: <http://www.iah.org>

### ■ Programa Hidrológico Internacional (PHI), UNESCO

Dra. A. Aureli

E-mail: [ihp@paris.unesco.org](mailto:ihp@paris.unesco.org)

Internet: <http://www.unesco.org/water/ihp/index.shtml>

## **Aguas subterráneas en la UNESCO Programa Hidrológico Internacional (PHI)**

El compromiso de la UNESCO respecto a los recursos hídricos tuvo su punto de partida con la Década Hidrológica Internacional (DHI) y continuó con el Programa Hidrológico Internacional (PHI) en 1975.

El PHI es un programa intergubernamental de cooperación científica relativo a los recursos hídricos y es un instrumento gracias al cual los Estados Miembros de la UNESCO pretenden mejorar su conocimiento del ciclo hidrológico e incrementar su capacidad de administrar sus recursos hídricos. Desde el comienzo se ha puesto un énfasis especial en los recursos hídricos subterráneos. Se han realizado grandes progresos en lo que concierne a las metodologías para las investigaciones hidrogeológicas y la formación y educación relativas a los recursos hídricos.

Durante el desarrollo de sus diversas fases, el PHI se ha ido transformando en un programa multidisciplinario. En los últimos tiempos, con la creciente presencia del componente ciencias sociales, el PHI se ha convertido en un verdadero programa interdisciplinario, insistiendo en el reconocimiento de que la solución de los problemas del agua en el mundo no depende solamente del conocimiento técnico. Está previsto que la sexta fase del PHI, que cubre el periodo 2002-2007, será dedicada a "El agua, fenómenos de interacción: sistemas en peligro y problemas sociales". El Componente Aguas Subterráneas del PHI VI se centrará en "Durabilidad y conservación de los recursos hídricos subterráneos".

UNESCO PHI

1 Rue Miollis 75015 Paris France

Fax: (0033)1 45 68 58 11