



Jornadas Luso-Espanholas

AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO SUL DA PENÍNSULA IBÉRICA



Faro, 23 a 26 de Junho de 2003

Editores:

L. RIBEIRO, F. PEIXINHO DE CRISTO,
B. ANDREO, X. SÁNCHEZ-VILA

FICHA TÉCNICA

Edição

L.Ribeiro, F. Peixinho de Cristo

B. Andreo, X. Sánchez-Vila

Título

Jornadas Luso Espanholas

As Águas Subterrâneas no Sul da Península Ibérica

Execução Gráfica

Omnigráfica – Artes Gráficas, Lda.

Rua do Norte, 27 c/v 2695-001 Bobadela

Tel.: 21 955 99 89 – Fax: 21 955 98 93

Tiragem

150 Exemplares

Mês / Ano

Dezembro de 2004

ISBN

972-97480-7-1

© Depósito Legal N.º 225054/05

LA CALIDAD NATURAL DE REFERENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN ESPAÑA

Pedro NIETO

Ingeniero Químico, Instituto Geológico y Minero de España (IGME) p.nieto@igme.es

Emilio CUSTODIO

Ingeniero Industrial, Instituto Geológico y Minero de España (IGME) – Prof. DIT/UPC e.custodio@igme.es

Marisol MANZANO

Geóloga, Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), antes IJA-CSIC en DIT/UPC marisol.manzano@upct.es

RESUMEN

BaSeLiNe es un proyecto subvencionado por la Unión Europea y realizado por nueve países europeos, recientemente ampliados a 12. Tiene por objeto establecer las principales características científico-técnicas relativas a la calidad de referencia del agua subterránea, así como contribuir a la incorporación de este concepto en la gestión de los acuíferos a través de las instituciones públicas y organismos o empresas usuarias de aguas subterráneas. El objetivo último reside en aportar conceptos y guías para la implementación de la Directiva Marco del Agua. Una parte de este proyecto ha consistido en conocer los enfoques y perspectivas de los entes mencionados hacia el tema de la calidad de referencia, mediante su consulta directa. Con tal finalidad el grupo español elaboró un cuestionario que los colegas europeos completaron y consensuaron después, y que se remitió a una serie de entidades especialmente involucradas en el uso, gestión y administración de las aguas subterráneas de cada uno de los países participantes. Las opiniones recogidas en las encuestas fueron debatidas en reuniones nacionales llevadas a cabo entre los científicos que intervienen en el proyecto *BaSeLiNe* junto con representantes de los que participaron en su realización; posteriormente tuvo lugar otra reunión general internacional con representantes de todos los intervinientes. Los resultados más relevantes de la parte española se presentan en esta comunicación.

Palabras Clave: Aguas subterráneas, Directiva Marco del Agua, Calidad natural de referencia, Gestión de acuíferos.

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto europeo *BaSeLiNe* (Establecimiento de las 'Líneas de Referencia' de la calidad natural de las aguas subterráneas europeas: una base para la gestión de los acuíferos) (EVK1-1999-00032P con extensión al EVK1-2002-40527) ha tenido como objeto establecer criterios robustos para definir la calidad natural de referencia del agua subterránea en función de las características del acuífero. Se ha realizado también una primera aplicación a escala europea en acuíferos de los países participantes, avanzando un precedente útil para la implementación de la Directiva Marco del Agua.

En el proyecto han participado grupos de investigación de Gran Bretaña, Dinamarca, España, Portugal, Bélgica, Francia, Estonia, Polonia y Suiza, posteriormente ampliado con especialistas de Malta, Chequia y Bulgaria. Ha sido coordinado por el British Geological Survey.

Actualmente no existen, ni a escala nacional ni internacional, estándares para establecer cuál es la "calidad natural" de referencia, y estos son necesarios tanto para definir lo que es "contaminación" como para establecer los límites entre la calidad de origen natural y la modificada por la actividad humana. En el proyecto BaSeLiNe el establecimiento de estos criterios se apoya en el estudio de tendencias de evolución hidrogeoquímica de componentes orgánicos e inorgánicos (incluyendo aspectos radiológicos e isotópicos) en varios acuíferos europeos. Se presta especial atención a las escalas temporales características de los distintos procesos naturales con el objetivo de distinguirlos de los procesos de modificación de la calidad por recarga y flujo de aguas modificadas por la actividad humana. Además de aportar un marco científico al control de las modificaciones de la calidad del agua, otro de los objetivos es crear un foro de discusión con usuarios y gestores de aguas subterráneas sobre el concepto "nivel de referencia" y sobre las necesidades observacionales para caracterizar y vigilar la evolución de esa calidad de referencia y lograr señales prontas que alerten sobre cambios futuros.

Una parte del proyecto ha consistido en la realización de una encuesta a gestores y usuarios del agua representativos en lo posible de los distintos intereses existentes en el ámbito del uso y gestión del agua subterránea en Europa. El cuestionario –cuyo Índice se detalla en la Figura 1– ha constado de un centenar de preguntas agrupadas temáticamente en 5 capítulos, en relación respectivamente con: aspectos generales, gestión de la calidad del agua subterránea, vertiente económica, administración del agua subterránea, vigilancia de la calidad del agua subterránea.

<p>I – Aspectos introductorios</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Importancia que tiene el aspecto de agua subterránea en el abastecimiento 1. Importancia que tiene el agua subterránea en el abastecimiento 2. Principales problemas de calidad del agua (3 preguntas) 3. Principales problemas ambientales del agua (3 preguntas) 4. Correlación entre la calidad del agua subterránea e influencia (4 p) 4. Normativa relativa a la calidad del agua subterránea. Influencia (4 p) <p>II – La gestión de la calidad del agua subterránea</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En la eficiencia de la explotación de la localidad de la zona subterránea. 1. En la eficiencia de la explotación de la zona subterránea. 2. La protección del agua subterránea (4 preguntas) 2. La protección del agua subterránea (4 preguntas) 4. El coste de la explotación de la zona subterránea (4 preguntas) 4. El coste de la explotación de la zona subterránea (4 preguntas) 6. El coste de la explotación de la zona subterránea (4 preguntas) 6. La sostenibilidad a largo plazo del agua subterránea: aspectos a corto y largo plazo (4 preguntas) <p>III – La vertiente económica</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El coste de la calidad del agua subterránea (4 preguntas) 1. El coste de la calidad del agua subterránea (4 preguntas) 	<ol style="list-style-type: none"> 2. La contaminación y la asunción de este coste (4 preguntas) 3. La contaminación y la asunción de este coste (4 preguntas) 4. La contaminación y la asunción de este coste (4 preguntas) 4. ¿Subsidios para la calidad del agua? (3 preguntas) <p>IV – La administración del agua subterránea</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La norma N° 3 de la administración del agua subterránea (4 preguntas) 2. En el campo de la explotación del agua subterránea (4 preguntas) 3. Principales problemas de la explotación del agua subterránea (4 preguntas) 4. Percepciones de los habitantes de la zona subterránea (4 preguntas) 5. El papel de los científicos (4 preguntas) y de los grupos de ciudad 5. El papel de los científicos (4 preguntas) y de los grupos de ciudad 6. El papel de la explotación del agua, de la Autoridad ambiental (4 preguntas) 6. El papel de la explotación del agua, de la Autoridad ambiental (4 preguntas) 7. Qué se espera / necesita de la Directiva Marco del Agua (5 preguntas) <p>V – La vigilancia de la calidad del agua subterránea</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La vigilancia de la calidad del agua subterránea 2. La vigilancia de la calidad del agua subterránea (4 preguntas) 3. La vigilancia de la calidad del agua subterránea (4 preguntas) 4. El estudio de la explotación del agua subterránea (4 preguntas) 4. El estudio de la explotación del agua subterránea (4 preguntas)
---	--

Figura 1. Índice del Cuestionario de la Encuesta BaSeLiNe

En el conjunto de los nueve países se han recibido 65 respuestas. En España se han distribuido 35 cuestionarios y se han recibido 16 respuestas provenientes de 10 entidades públicas, 3 privadas y otras 3 mixtas, que proceden de Responsables de Cuenca, Agencias Ambientales, Universidad, Diputaciones, Comunidades de Usuarios, Empresas de Abastecimiento urbano y de riego. Los datos directos obtenidos en los cuestionarios han sido analizados individualmente y en su conjunto. Para esto, se ha realizado un tratamiento numérico simple que ha proporcionado los valores medios de las respuestas habidas para cada pregunta. La Figura 2 recoge como ejemplo la 1ª página del listado de estos valores, en la versión original del proyecto Baseline.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos en el ámbito español.

2 RESULTADOS MÁS DESTACABLES OBTENIDOS EN ESPAÑA

Los resultados se presentan de forma sintética, ordenados y agrupados temáticamente por capítulos, al igual que en la encuesta. Las aseveraciones responden a una coincidencia mayoritaria de respuestas.

2.1 Aspectos introductorios.

Gestión y explotación del acuífero. Habitualmente la explotación es continua, aunque con mayor intensidad en épocas de lluvias escasas. La calidad es un aspecto destacable del agua subterránea, lo cual quizás sea debido al hecho de que todos reconocen tener o haber tenido algún problema. Estos problemas están incrementando últimamente su frecuencia y, posiblemente, también su intensidad: en muchas ocasiones el agua de los acuíferos va degradándose lenta y paulatinamente; en cualquier caso, nunca mejora. Esto varía substancialmente según la zona geográfica que se considere, con su actividad antrópica y con la profundidad del acuífero, así como con las características propias de los pozos y, en cierta forma, con la época del año.

Existe una cierta conciencia por parte de los usuarios en relación con la calidad del agua que consumen, y de ahí que se piense que es beneficioso proporcionarles información al respecto. Sin embargo, los usuarios no parecen en general estar dispuestos a correr con el incremento de gasto que requeriría una vigilancia más esmerada de esta calidad.

En caso de contaminación del agua se investiga el origen del problema, aunque sólo en la mitad de los casos se aplica algún tratamiento y, en segundo lugar, otras medidas tales como la mezcla de aguas de distinta calidad o el abandono del pozo afectado. En última instancia, y si no hay peligro, se queda todo como estaba. En general, las innovaciones que van surgiendo se incorporan mediante el cumplimiento de la Reglamentación. En particular, la legislación de la UE es considerada como adecuada, aunque a veces se la califica de excesiva y también de insuficiente.

2.2 Gestión de la calidad de las aguas subterráneas.

En el mantenimiento y explotación de los pozos se tiene en cuenta la calidad del agua subterránea, si bien sólo en la mitad de los casos se adoptan medidas particulares durante la fase previa del diseño/construcción. Se considera suficiente la preparación del personal técnico/gestor y el conocimiento que se tiene sobre el acuífero y sobre los resultados que proporciona la vigilancia del agua, aunque por lo general esto sólo afecta a algunas personas. En general, aunque no siempre, hay un muy elevado grado de confianza en la capacidad del equipo técnico para solventar los problemas que puedan plantearse con la calidad del agua.

Los perímetros de protección tienen un grado de implantación diverso. Ante un riesgo serio de contaminación se actúa siempre, aunque nunca se informa a los medios de comunicación; se suele eliminar el riesgo y/o adoptar las medidas oportunas, y con frecuencia también se alerta a los usuarios, llegándose a veces a denunciar el suceso ante la autoridad del agua. Aun cuando nadie considera irrelevante conocer las fuentes potenciales de contaminación del acuífero, sólo una parte reconoce que dicho conocimiento es profundo, mientras que la mayoría se queda en un término medio. Esta información procede principalmente de los equipos de inspección propios y sólo en parte deriva de organismos oficiales.

Las alternativas para solucionar los problemas de calidad del agua subterránea son múltiples: tratar el agua, gestionar mejor los residuos, ejercer una vigilancia más intensa, controlar el regadío, construir nuevos sondeos y cambiar los usos del suelo. También son diversas las acciones que han sido realmente llevadas a la práctica, si bien de distinta naturaleza: tratamientos económicamente asequibles (lo más común), dilución del agua o cierre del pozo afectado; en algunas ocasiones incluso se considera la recuperación natural del acuífero.

Parte de las respuestas indican que las preferencias de los usuarios siempre influyen en las medidas que adoptan estas organizaciones. Ante un empeoramiento de la calidad del agua suministrada, los usuarios reaccionan generalmente con gran susceptibilidad y preocupación, sin tomar medidas al respecto. En estas circunstancias, la empresa / organización suele adoptar una actitud cautelosa, remitiendo a veces el asunto a otra organización. Estos temas nunca son ignorados y nunca se elude la preocupación ante ellos.

Las autoridades del agua se consideran, en un caso de cada dos, como una ayuda y un apoyo efectivo para los usuarios, aunque con matices variados. Los ejecutivos y los consejeros veteranos son vistos en general más

bien como un impedimento para la protección efectiva del acuífero. Se entiende que las organizaciones no oficiales son ineficaces, y se aduce que "es más el ruido que las nueces".

Todos los consultados se sienten afectados de forma clave e importante por la sostenibilidad de la calidad básica del agua subterránea. Esta sostenibilidad debe taxativamente ser objeto de una reglamentación y planificación estrictas. En particular, se afirma unánimemente que las paleoaguas de buena calidad deben primordialmente protegerse y conservarse para el consumo humano directo.

2.3 Aspectos de tipo económico

Existe una predisposición generalizada, aunque matizable, a gastar más dinero para garantizar la calidad básica del agua subterránea. Es un asunto importante, e incluso muy importante, para la economía de los encuestados, y las consecuencias de una degradación rápida en la calidad del agua se consideran muy serias.

Spain		Questionnaire										Baseline								
Number of questionnaires sent : S = 30												* Sections without answer								
Number of questionnaires answered : A = 16																				
Ratio, Q answered / Q sent : A / S = 16 / 30																				
% Q answered / Q sent : 53 %																				
		T *										T / Σ T x 100		T / A SP x 100						
1.- Introductory aspects																				
1.1.- Relevance of groundwater quality for human supply in your organization/company																				
a.- The majority of water quality problems you face are:	long-term	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8/23	35%	8/16	50%			
	medium-term	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9/23	39%	9/16	56%			
	short-term	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4/23	17%	4/16	25%			
	just the present					1				1			2	2/23	9%	2/16				
	no problems												0	0/23	0%	0/16				
	other												0	0/23	0%	0/16				
Nº OF ANSWERS IN THIS SECTION		1	1	1	1	3	1	0	2	3	1	2	3	1	1	0	23	2		
b.- Is groundwater quality related to operation / management options?	yes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	9/16	56%	9/16	56%			
	sometimes				1	1	1	1	1	1	1	1	6	6/16	38%	6/16	38%			
	no	1											1	1/16	6%	1/16				
	other												0	0/16	0%	0/16				
Nº OF ANSWERS IN THIS SECTION		1	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	16	2		
c.- Groundwater abstraction / use is:	continuous	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	11/20	55%	11/16	69%			
	seasonal							1	1	1	1	1	6	6/20	30%	6/16	38%			
	back up								1				1	1/20	5%	1/16				
	other	1								1			2	2/20	10%	2/16				
Nº OF ANSWERS IN THIS SECTION		1	1	1	1	1	1	0	1	2	1	3	2	2	1	0	20	2		
d.- Groundwater use:	urban purposes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	11/49	22%	11/16	69%			
	drinking water				1	1	1	1	1	1	1	1	6	6/49	12%	6/16	38%			
	industrial supply	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10/49	20%	10/16	63%			
	cooling				1	1	1	1	1	1	1	1	4	4/49	8%	4/16	25%			
	irrigation	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10/49	20%	10/16	63%			
	animal use				1	1	1	1	1	1	1	1	2	2/49	4%	2/16				
	other	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6/49	12%	6/16	38%			
Nº OF ANSWERS IN THIS SECTION		1	1	4	3	4	7	3	0	4	6	0	3	4	6	3	0	49	4	
1.2.- Main groundwater quality problems																				
a.- Do you have groundwater quality problems?	No relevant problems	1					1	1	1	1	1	1	3	3/19	16%	3/16				
	In the past			1							1		2	2/19	11%	2/16				
	They are appearing			1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8/19	42%	8/16	50%			
	Not known												0	0/19	0%	0/16				
	other	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6/19	32%	6/16	38%			
Nº OF ANSWERS IN THIS SECTION		1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	19	1		

Figura 2 - Ejemplo de los resultados obtenidos en los cuestionarios en España

La rehabilitación de un acuífero contaminado conlleva siempre un coste, el cual recae, en primer lugar, sobre el usuario y, en menor medida, sobre otros entes. Aunque este asunto no está del todo claro, existe una cierta disposición a aceptar este coste cuando sea necesario ya que el abandono obligado de un acuífero conlleva una pérdida económica considerada generalmente como muy seria o preocupante. Se acepta, por lo tanto, pagar un extra para su protección, ya sea a través de la adquisición de terrenos, de la sustitución de actividades y/o de la implantación de una policía del agua, aunque con matices más o menos exigentes.

Se considera evidente que la demanda del agua subterránea depende de su calidad, pero no por todo el mundo. Ante una degradación en esta calidad, lo más frecuente es que el consumidor se queje y pase a utilizar agua embotellada; pero ante una posible mejora lo normal es que no ocurra nada porque el cambio suele pasar desapercibido. Sin embargo, se entiende que estas mejoras en la calidad deberían ser objeto principalmente de un subsidio con ciertas condiciones y de origen sobre todo mixto, del tipo usuarios + impuestos. Así, una agencia del agua, con responsabilidad sobre la calidad del agua subterránea, tendría el papel económico de cobrar impuestos y llevar a cabo proyectos, y también supervisarlos y distribuir subsidios. Nadie encuentra que este ente no sea necesario.

2.4 Administración del agua

Se considera en general suficiente (con matices) la normativa actual relativa a la protección, el uso sostenible y la calidad del agua subterránea, siendo la Administración el órgano más adecuado para establecer esta reglamentación, preferentemente el Estado con la colaboración de la Unión Europea, y en menor grado al nivel Local / Autonómico. No obstante, la protección y mejora de dicha calidad requiere que esta reglamentación se adapte a las circunstancias locales, que considere las nuevas sustancias reconocidas como contaminantes, que aclare la responsabilidad sobre la salud pública y que regule cómo solucionar los conflictos. En este sentido, las relaciones entre las organizaciones implicadas en la gestión y explotación de las aguas subterráneas y aquellas responsables de las aguas superficiales sólo se dan de tarde en tarde, salvo si se trata de la misma organización. La actividad de cada encuestado depende sin lugar a dudas de esta normativa, unas veces totalmente y otras de forma moderada, y la influencia que ejercen las autoridades del agua se percibe en unos casos como dominante y en otros como una ayuda.

Los conflictos entre organizaciones, instituciones y entes relacionados con la calidad del agua subterránea, deberían remitirse a la Autoridad del agua. Es un asunto que debe involucrar al contaminador y al suministrador, y en menor lugar al ayuntamiento o al juzgado ordinario, incluso a un tribunal de aguas. La protección del acuífero es algo prioritario y por lo tanto se deberían involucrar los conflictos relacionados con el uso del terreno: se ve necesaria la existencia de una autoridad para la ordenación del territorio y también que el propietario del suelo acepte restricciones sobre su uso, si bien compartidas y repartidas. La institución para tomar decisiones sobre estos problemas sigue siendo preferentemente la Autoridad del agua y también, pero menos, una asociación de usuarios; nadie elige el ayuntamiento ni a un parlamento de cuenca.

El agua subterránea de buena calidad debería reservarse para el consumo humano directo. Las organizaciones sociales son conscientes de ello, aunque la Sociedad todavía no está preparada para una regulación que asigne los recursos en agua subterránea a distintos usos según su calidad natural. La calidad del agua subterránea es un asunto muy serio y real, al cual los medios de comunicación conceden una atención frecuente e incluso exagerada, según unos, y escasa o nula, según otros.

Las asociaciones de usuarios y los grupos de ciudadanos deberían desarrollar un papel importante, esencial incluso, en relación con la sostenibilidad de la calidad del agua subterránea. Dichas asociaciones deberían tener responsabilidad en la gestión del acuífero y ser promocionadas, aunque hay opiniones que se oponen a esta alternativa o que matizan que ello sólo en ocasiones o sólo como asesores. Su financiación debería ser mixta o mediante contribución sólo de los usuarios.

El papel de las autoridades del agua se aprecia algo pobre aunque se califique de esencial y relevante, y nadie opine que sea negativo. Se entiende que este papel debería ser sobre todo de dirección y en mucha menor medida de cooperación, aunque alguna opinión lo considera secundario e incluso lo desecha. Las mayores dificultades que encuentran ante la sostenibilidad de las aguas subterráneas son: la falta de un equipo técnico y de una sensibilidad en relación con esta problemática, y, además, las limitaciones del presupuesto. Se está

generalmente a favor de reunir todas las aguas bajo una única autoridad, aunque hasta cierto punto esto se ve como algo que limita y, en alguna ocasión, se rechaza.

Lo que principalmente se espera y/o necesita de la Directiva Marco Europea sobre el Agua es:

1. Desde el punto de vista administrativo / gerencial: involucrar a los usuarios y a la propia UE en la gestión; y con menor énfasis, crear una Autoridad del agua y aportar una reglamentación estricta. Nadie dice que la UE no deba intervenir en estos temas.
2. Desde el punto de vista económico: poner un precio al agua que refleje su verdadero coste y definir quién debería pagar cuando ocurre una contaminación; también, que la UE contribuya con sus fondos y que se incremente el precio del agua.
3. Desde el punto de vista financiero: que se establezca un impuesto ecológico, que el precio del agua sea función de su calidad y que se asignen fondos para cubrir las externalidades.
4. El punto de vista social merece una atención comparativamente menor: se señala el interés de que se establezcan Juntas para la gestión y, más secundariamente, que se favorezca a las compañías privadas y que no haya ninguna intervención.
5. Desde el punto de vista de I+D: de manera destacada, hay que investigar el acuífero y la calidad del agua subterránea; después, establecer unos objetivos así como una exigible cualificación en el equipo técnico.

2.5 Vigilancia de la calidad del agua subterránea

Las redes de vigilancia de los acuíferos son muy ampliamente utilizadas en la práctica, aunque a veces se matiza que sólo parcialmente o como una contribución, o que incluso nada. Se considera que la Autoridad del agua es la responsable por antonomasia de estas redes y, en ocasiones, los usuarios, la compañía o el propio ayuntamiento. Deberían estar constituidas por puntos concretos: en primer lugar, los pozos en explotación; en segundo, todos los sondeos ejecutados con esta finalidad y, por último, los sondeos abandonados. Esta vigilancia debería contemplar prioritariamente el acuífero en explotación y aquellos otros relacionados con él, y después las fuentes posibles de contaminación. Deberían incluirse: el nivel piezométrico y la calidad del agua subterránea, siempre; también la recarga y las extracciones del acuífero, así como el uso del terreno y, en un último lugar, el agua de la zona no saturada.

Los análisis de aguas deberían incluir, sobre todo, un grupo limitado de contaminantes específicos del lugar, o también sólo los iones mayoritarios y determinados compuestos importantes por debajo del límite legal; nadie defiende que, para economizar esfuerzos analíticos, se eluda realizar estas mediciones por debajo de los límites legales. La frecuencia de estas mediciones debe ser definida caso por caso y, aunque es baja, debe estar bien pensada; en ningún caso se dice que deba aplicarse sólo si se sospecha algún cambio. La pronta detección de estos cambios es esencial, o bien una alerta o una ayuda cuando menos, pero nunca irrelevante, lo cual concuerda con que se considere como importante la inversión en vigilancia para detectarlos desde sus inicios.

El tipo de vigilancia que actualmente se aplica en los pozos es generalmente sencillo, de tipo químico, y en algunos casos se mide la temperatura y la conductividad eléctrica; son escasas las mediciones geofísicas. La técnica utilizada generalmente consiste en tomar muestras para su análisis en laboratorio, siendo raras las determinaciones *in situ*. Las alternativas aplicadas en la construcción del sondeo, a efectos de proteger la calidad del agua subterránea, sólo consisten en utilizar un entubado de PVC o de acero soldado. La afluencia del agua o la distribución de su flujo dentro del pozo, se determina también en contadas ocasiones mediante un muestreo de detalle una vez puesta en marcha la bomba.

La dinámica de la interfaz agua dulce / agua salina, especialmente en los acuíferos costeros, se realiza generalmente comparando las mediciones con las de otros pozos en la zona y, de forma minoritaria, mediante el seguimiento en pozos especiales; aunque se considera la posibilidad de conos salinos ascensionales, no se llevan a cabo investigaciones geofísicas. No es frecuente el uso de modelos hidrogeológicos como herramientas de apoyo y, cuando se aplican, suelen ser de flujo tridimensional y en estudios especiales.

Las mediciones en la zona no saturada sólo se realizan de forma muy excepcional y en estudios singulares. El control de las fuentes de contaminación es responsabilidad de la Autoridad del agua, aunque también se piensa que es de la Autoridad ambiental o de la compañía de aguas y, en menor proporción, también se opina que es

responsabilidad de las asociaciones de usuarios o de una organización especial, incluso que es responsabilidad del contaminador.

AGRADECIMIENTOS .

Han participado en este trabajo las siguientes entidades:

La Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento; la Asociación de las Comunidades de Regantes de España; la Comunidad de Usuarios de Aguas del Delta del Río Llobregat (Barcelona) y la del Río Huesna; las Asociaciones de Usuarios de Aguas Subterráneas de La Mancha y de Manzanares; la Compañía de Abastecimiento de Aguas de Córdoba; la Empresa Municipal de Aguas, S.A. (EMUASA, Murcia); el Canal de Isabel II (Madrid); la Sociedad Regional de Abastecimiento de Aguas, S.A. (SOREA, Barcelona); Fomento Agrícola Castellonense, S.A. (FACSA, Castellón); Eléctrica Maspalomas, S.A. (ELMASA, Gran Canaria); el Consejo Insular de Aguas de Tenerife (Tenerife); la Agencia Catalana del Agua; la Diputación Provincial de Alicante; la Universidad Técnica de Cartagena y la Complutense de Madrid, y las Confederaciones Hidrográficas del Norte, Ebro, Guadiana, Júcar, Tajo y Sur.

Nuestro más sincero agradecimiento a todas estas organizaciones.