

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Camilo Caride de Liñán.

Ingeniero de Minas.

Director General del Instituto Tecnológico Geominero de España.

RESUMEN

La gestión integrada de las aguas superficiales y subterráneas, junto con su conservación en cantidad y calidad y su uso sostenible, son objetivos contemplados en la legislación española vigente y en las orientaciones de la política comunitaria europea en materia de aguas y medio ambiente. Su cumplimiento por la Administración española exigirá un importante esfuerzo en los próximos años dirigido a la incorporación efectiva de las aguas subterráneas a la gestión, a la preservación de su calidad frente a contaminaciones de diverso origen y a la ordenación de los actuales aprovechamientos, que atienden al abastecimiento de un tercio de la población y al riego de un millón de hectáreas de cultivos. Por otra parte, la gestión integrada permitirá incrementar las disponibilidades de recursos y reducir la vulnerabilidad de los sistemas de explotación en períodos de sequía. En esta nueva etapa, es preciso potenciar la participación en la gestión pública de expertos en Hidrogeología, hasta el presente notoriamente insuficiente. En este sentido es muy positiva la colaboración entre el Instituto Tecnológico Geominero de España y la Administración hidráulica (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente) para la elaboración de un Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, publicado recientemente, en el que se plantean dieciséis programas de actuación con una inversión global próxima a 139.000 millones de pesetas.

ABSTRACT

The Spanish legislation in force and the guidelines of the European Community politics related with water and environment, regard as objectives the integral management of hydric resources, surface waters and groundwaters, along with their conservation in quantity and quality, as well as their sustainable use. To get this aim, the Spanish Public Administration will have to work intensively during the next years in order to incorporate the groundwater to the management, to preserve its quality face to the several pollution sources and to arrange the actual exploitations, which implies a third of the total urban supply of water besides the irrigation of one million hectares of crops. On the other hand, the integrated management will allow to increase resources availability and to deplete the vulnerability of exploited systems in drought periods.

At this new stage, the participation of Hydrogeologist have to be promoted in public management, notoriously insufficient up to the date. In this sense is very positive the collaboration between the Instituto Tecnológico Geominero de España and the Hydraulic Administration (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente) to elaborate the Libro Blanco de las Aguas Subterráneas, where sixteen actuation programmes are proposed with a global investment of nearly 139.000 millions pesetas.

artículo, que deberán
ser remitidos a la
Redacción de la ROP
antes del 30 de
abril de 1996.

Recibido en ROP:
octubre de 1995

INTRODUCCIÓN

Un aspecto esencial de las aguas subterráneas es su vinculación con las formaciones geológicas que las contienen, que condiciona su distribución espacial y características cuantitativas y cualitativas. Ello hace que para abordar la gestión de este recurso natural sea necesario un amplio conocimiento geológico del subsuelo, por lo que los Institutos Geológicos de la totalidad de los países de nuestro ámbito económico desarrollan habitualmente una intensa actividad de investigación y de apoyo a la Administración hídrica en materia de aguas subterráneas.

Al igual que los organismos equivalente de otros países, el Instituto Tecnológico Geominero de España ha venido estudiando las aguas subterráneas desde su fundación en el año 1849, lo que le permite disponer hoy de una base de conocimientos imprescindible para la administración del recurso. Algunas actuaciones del ITGE en esta materia quedan resumidas en los cuatro puntos siguientes:

▼ Mediante el Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), desarrollado entre 1970 y 1984, se identificaron y caracterizaron los principales acuíferos españoles, conocimiento que ha seguido actualizándose hasta hoy.

▼ Se implantaron redes de vigilancia en los acuíferos para mantener un control permanente de los niveles y la calidad del agua subterránea, que suponen en la actualidad unos 4.000 puntos de toma de datos en toda España.

▼ Se dispone de una Base de Datos de aguas subterráneas, en la que están recogidos 120.000 manantiales, pozos y sondeos, 220.000 medidas de nivel piezométrico y 70.000 análisis químicos de calidad del agua.

▼ Se asesora a distintas Administraciones públicas sobre la utilización de aguas subterráneas, entre ellas a numerosos Ayuntamientos de todo el territorio nacional para abastecimiento de núcleos de población, o a la Administración agraria para la transformación en regadío de numerosas zonas.

A partir del año 1986, con la entrada en vigor de la Ley de Aguas, se inicia una nueva etapa caracterizada por la integración de las aguas subterráneas en el dominio público hidráulico. El papel del Instituto Tecnológico Geominero de España queda especificado en la propia Ley, cuando en

su Disposición Adicional 6ª establece que el ITGE "formulará y desarrollará planes de investigación tendentes al mejor conocimiento y protección de los acuíferos subterráneos, y prestará asesoramiento técnico a las distintas Administraciones públicas en materias relacionadas con las aguas subterráneas". En el mismo sentido, el artículo 42 de la Ley prevé la declaración de utilidad pública de los trabajos, estudios o investigaciones que realice el ITGE para la elaboración o revisión de los Planes Hidrológicos. En coherencia con las misiones encomendadas, el ITGE forma parte del Consejo Nacional del Agua y de su Comisión Permanente, de los que su Director General es vocal nato, y participa en representación del Ministerio de Industria y Energía en los órganos colegiados de gestión y de planificación de las Confederaciones Hidrográficas de todas las cuencas intercomunitarias.

Las líneas directrices que han de regir la nueva etapa, quedan bien reflejadas en las conclusiones del Seminario Ministerial de la Comunidad Europea sobre la futura política comunitaria en materia de aguas subterráneas, celebrado en La Haya en noviembre de 1991, que se recogen posteriormente en el V Programa comunitario de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. Son, en síntesis, las siguientes:

▼ El agua subterránea es un recurso natural de valor tanto ecológico como económico, esencial para el sostenimiento de la vida, la salud, la agricultura y para la integridad de los ecosistemas.

▼ Los recursos de agua subterránea son limitados, por lo que deben gestionarse de modo sostenible y protegerse frente a la sobreexplotación, la contaminación y otros efectos desfavorables inducidos por la actividad humana.

▼ Las aguas subterráneas y las superficiales son partes inseparables del ciclo natural del agua y deben gestionarse unitariamente, atendiendo igualmente a los aspectos cuantitativos y cualitativos.

▼ Los criterios de gestión del agua en cuanto a conservación de los recursos y uso sostenible deben integrarse en las políticas agraria, industrial, energética, de transportes, turismo y ordenación de usos del suelo.

La adecuación a estos principios exigirá en los próximos años un notable esfuerzo de la Administración española, en el que será imprescindible la

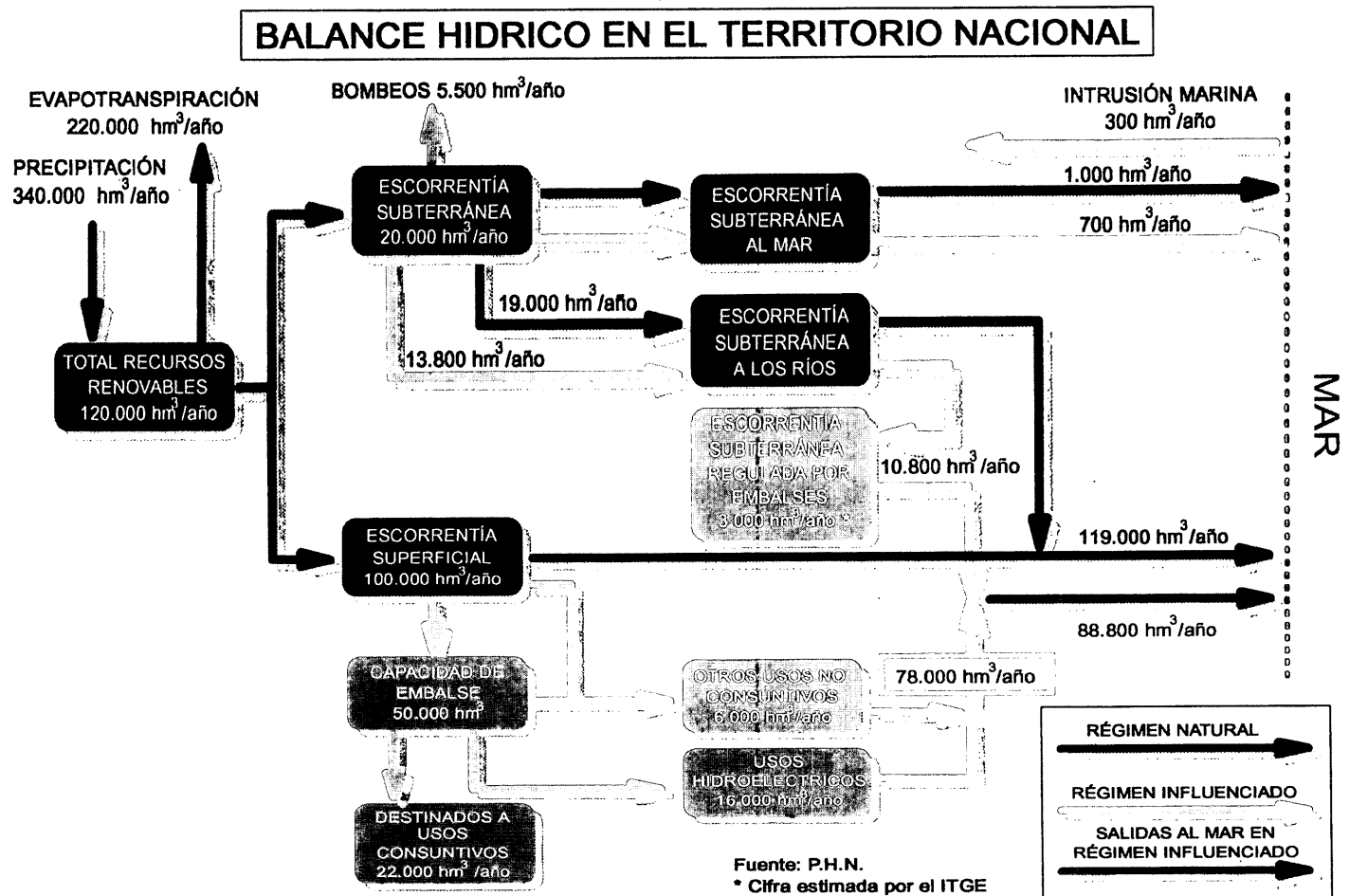


Figura 1.

participación de expertos hidrogeólogos, especialmente en aspectos como la consolidación de los usos actuales de las aguas subterráneas, la preservación de la calidad y su integración en una gestión conjunta de los recursos hídricos. Analizamos en lo que sigue estos campos de actuación.

CONSOLIDACIÓN DEL USO ACTUAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La incorporación de las aguas subterráneas al dominio público y la creciente conciencia universal en favor del uso sostenible de los recursos naturales, demandan de la Administración un nivel de intervención importante en los usos actuales de aguas subterráneas, pese a haberse desarrollado en su mayoría al amparo de una legislación anterior que permitía la apropiación privada del recurso. Los problemas derivados de la acumulación desordenada de iniciativas particulares en algunas

zonas, no impiden reconocer el importante impulso que, en general, supusieron estas iniciativas para la satisfacción eficiente de demandas no contempladas en los planes oficiales de obras hidráulicas.

En el momento actual depende de las aguas subterráneas el abastecimiento de agua potable de 10.300 núcleos de población en España, que totalizan más de 12 millones de habitantes. En general se trata de núcleos de pequeña entidad (menos de 20.000 habitantes), que se suministran exclusivamente a partir de recursos subterráneos. Pero también pueden reseñarse que ciudades como Albacete, Almería, Barcelona, Madrid, Málaga, Palma de Mallorca, etc., reciben caudales de aguas subterráneas, que constituyen en algún caso la única fuente de suministro. (Cuadro 1).

También se suministra con aguas subterráneas el 20 por ciento de las necesidades de agua de las industrias, distintas a las de producción de energía y no conectadas a redes de distribución urba-

CUADRO 1

ABASTECIMIENTOS URBANOS CON AGUAS SUBTERRÁNEAS (AÑO 1990)

(Del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. MINER-MOPTMA. 1994)

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	NÚCLEOS	MUNICIPIOS	POBLACIÓN ABASTECIDA Habit.	%	VOLUMENES SUMINISTRO (hm ³ /año)
Andalucía	967	546	3.000.136	43	261
Aragón	817	525	268.414	22	39
Asturias	332	73	114.236	10	9
Baleares	103	56	667.650	95	95
Canarias	74	74	1.463.890	100	97
Cantabria	224	89	51.959	10	5
Castilla y León	3.818	1.843	845.115	32	48
Castilla-La Mancha	582	496	594.053	35	45
Cataluña	697	382	1.443.862	24	80
C. Valenciana	606	469	2.013.973	52	243
Extremadura	369	310	358.855	33	29
Galicia	1.149	223	346.940	12	39
Madrid	154	135	143.520	3	13
Murcia	37	11	43.150	4	5
Navarra	201	136	232.826	44	30
País Vasco	190	108	478.092	22	38
La Rioja	79	72	75.611	28	4
TOTAL	10.325	5.548	12.142.282	31	1.080

nas, y se atiende al regadío de un millón de hectáreas de cultivos, equivalentes a un tercio de la superficie de regadío en España. Todo ello, junto con el uso urbano antes reseñado, supone la captación y utilización de un volumen próximo a 6.000 hectómetros cúbicos/año de agua subterránea, un 20 por ciento del volumen total de agua utilizada para usos consuntivos en nuestro país. (Cuadro 2).

La captación de los aproximadamente 6.000 hectómetros cúbicos/año de aguas subterráneas utilizados, se efectúa mediante gran número de pozos y sondeos, que suelen cuantificarse en unos 500.000 aunque los de cierta entidad respecto del caudal captado no serán probablemente más de 100.000. En su conjunto constituyen una infraestructura hidráulica, generalmente de titularidad privada, de la que depende una parte impor-

tante de la economía y del bienestar de la población, a cuya conservación y mejora deben coadyuvar las administraciones públicas.

Dentro de esta línea, algunos objetivos de actuación serían:

- ▼ Ordenación de las explotaciones y renovación de la infraestructura de captación, complementariamente con el fomento de las Comunidades de usuarios.
- ▼ Dotación de instrumentación de control y medida de caudales y niveles, y racionalización de los consumos de agua y energía.
- ▼ Protección de la calidad del agua frente a contaminaciones producidas por deficiente construcción de la captación o por actividades

CUADRO 2

UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN USOS CONSUNTIVOS

(Del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. MINER-MOPTMA, 1994)

CUENCAS	ABASTECIMIENTO URBANO (hm ³ /año)	USO AGRÍCOLA	USO INDUSTRIAL (hm ³ /año)	TOTAL (hm ³ /año)
Norte y Galicia costa	90	—	20	110
Duero	48	264-398	10 3	22-456
Tajo	36	9-20	45	90-101
Guadiana	59	619-668	2	680-729
Guadalquivir	123	147-355	20	290-498
Sur	115	255-409	6	376-530
Segura	7	571-729	7	585-743
Júcar	256	899-1.081	75	1.230-1.412
Ebro	80	42-83	65	187-228
Cuencas Internas de Cataluña	74	287-510	100	461-684
Baleares	95	175	4	274
Canarias	97	236	6	339
TOTAL	1.080	3.504-4.664	360	4.944-6.104

en el entorno de la misma, especialmente para captaciones de abastecimiento a poblaciones.

▼ Identificación y conservación del patrimonio histórico y cultural ligado a la captación de aguas subterráneas.

SOBREEXPLOTACIÓN DE ALGUNOS ACUIFEROS

Otro aspecto fundamental para la consolidación de los usos de aguas subterráneas gira en torno a algunos acuíferos que vienen siendo explotados a un ritmo superior al de renovación de sus recursos, cuyo aprovechamiento deberá re-conducirse hacia un uso sostenible. Estas situaciones, que suelen conocerse como de "sobreexplotación de los acuíferos", se han esgrimido en ocasiones para descalificar la utilización de las aguas subterráneas, pese a que no son sustancialmente distintas de las que se dan en la explotación de algunos embalses superficiales, aunque con algunas particularidades:

▼ Las reservas de agua almacenadas en los acuíferos posibilitan mantener durante periodos largos una explotación superior a los recursos que se renuevan cada año, a costa del agotamiento progresivo de dichas reservas y del descenso continuado de los niveles.

▼ La explotación excesiva de algunos acuíferos se ha producido, dentro del marco legislativo anteriormente vigente, por actuaciones privadas no controlables por la Administración, mientras que algunos excesos de explotación de embalses están respaldados por concesiones administrativas. (Cuadro 3).

Las situaciones de sobreexplotación detectadas afectan de modo significativo a 51 acuíferos de la España peninsular e insular. El volumen de reservas no renovables extraído es de unos 710 hectómetros cúbicos/año, equivalente a menos del 15 por ciento de la explotación actual de aguas subterráneas. La corrección de las situaciones planteadas hasta un uso sostenible, tendrá que abordarse desde un conocimiento adecuado

CUADRO 3

PROBLEMAS DE SOBREEXPLOTACIÓN
(Núm. de unidades con relación bombeo/recarga $K > 1$)

CUENCA	NÚMERO DE UNIDADES	DÉFICIT (hm ³ /año)
Guadiana	1	240,0
Guadalquivir	1	10,0
Sur	5	68,8
Segura	12	215,9
Segura/Júcar	4	66,0
Júcar	8	54,0
Cuencas Internas de Cataluña	3	10,0
Baleares	7	14,0
Canarias	10	32,0
TOTAL	51	710,7

(Del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. MINER-MOPTMA, 1994)

de los acuíferos y los usos implicados, que en muchos casos constituyen el soporte de la economía regional y no tienen fuentes alternativas de suministro.

Hay que resaltar que una cuestión diferente a la de sobreexplotación es la de los perjuicios ambientales que puede producir la explotación de un acuífero, independientemente de que los volúmenes extraídos sean superiores o no a los recursos renovables. Los descensos de nivel ligados a la explotación de un acuífero pueden afectar al caudal ecológico de ríos, a zonas húmedas, o a la calidad del agua por fenómenos de intrusión salina. Algunos de estos impactos pueden corregirse mediante una reordenación de las extracciones; pero cuando los usos ya implantados sean incompatibles con la protección del medio ambiente, las medidas a aplicar deben ser equivalentes a las previstas para corregir los impactos de concesiones de aguas superficiales, es decir, fijación de caudales y niveles mínimos en ríos, embalses y zonas húmedas, junto con expropiación, en su caso, de los usos incompatibles con el mantenimiento de dichos mínimos.

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

La doble función del agua, esencial para el sostenimiento de los ecosistemas e imprescind-

ble para la existencia humana y la actividad económica, exige preservar la calidad del recurso en niveles adecuados a dichas funciones. Ello es especialmente aplicable a las aguas subterráneas, que constituyen la mayor parte de las reservas de agua dulce del planeta y cuya eventual contaminación no suele ser detectable a corto plazo, siendo por ello de difícil y lenta corrección.

Pese a que los recursos subterráneos tienen una protección natural mejor que los que discurren por la superficie, no están libres de contaminación por actividades humanas. Desde áreas urbanas, industriales o agrícolas pueden penetrar en los acuíferos sustancias contaminantes, bien por infiltración en zonas vulnerables o por inyección directa.

La protección frente a estas amenazas requiere un conocimiento adecuado de los acuíferos, de su localización, áreas de recarga, características litológicas e hidrodinámicas, funcionamiento, calidad de sus aguas, etc. Sólo desde este conocimiento pueden desarrollarse políticas de prevención, mediante instrumentos de planificación y gestión tales como:

▼ **Ordenación de los usos del suelo y del subsuelo.** En aplicación de la legislación del suelo y de las figuras de planeamiento urbanístico, pueden establecerse restricciones a la implantación de actividades contaminantes en zonas vulnerables (áreas de recarga de los acuíferos, perímetros en torno a captaciones de agua potable, espacios de interés ambiental, etc). Por otra parte, la creciente utilización del subsuelo para distintas actividades urbanas e industriales requiere una planificación adecuada, que tenga en cuenta la aptitud geológica para los diversos usos y la protección de las aguas subterráneas.

▼ **Evaluación de impacto ambiental.** Para actividades sometidas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, deben analizarse sus posibles efectos contaminantes sobre las aguas subterráneas e imponer condiciones en la declaración de impacto para impedirlos.

▼ **Autorización previa de actividades contaminantes.** Para actividades no sometidas a evaluación de impacto ambiental, se debe prevenir la contaminación de las aguas subterráneas mediante la normativa específica que sea de aplicación en cada caso. (Con carácter general, el Reglamento de actividades molestas,

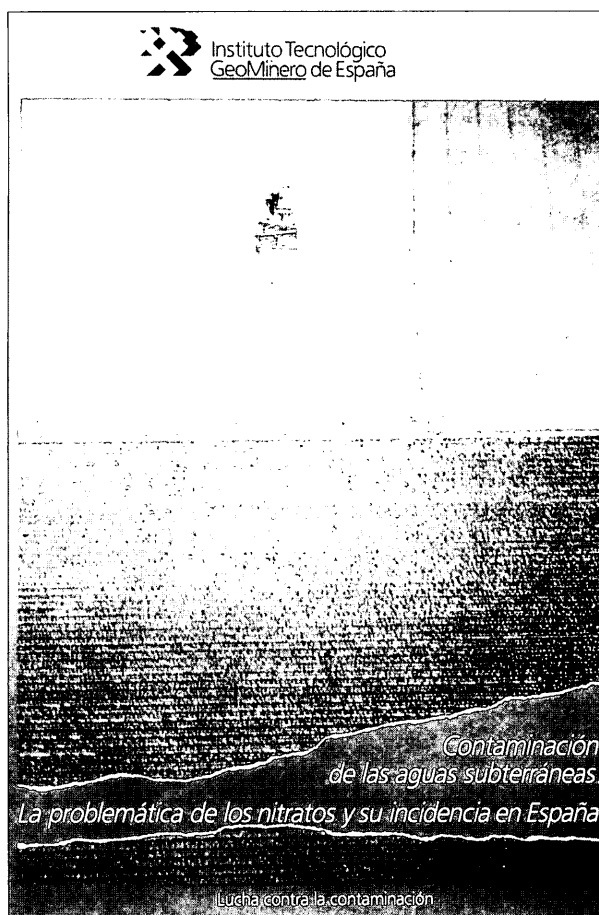
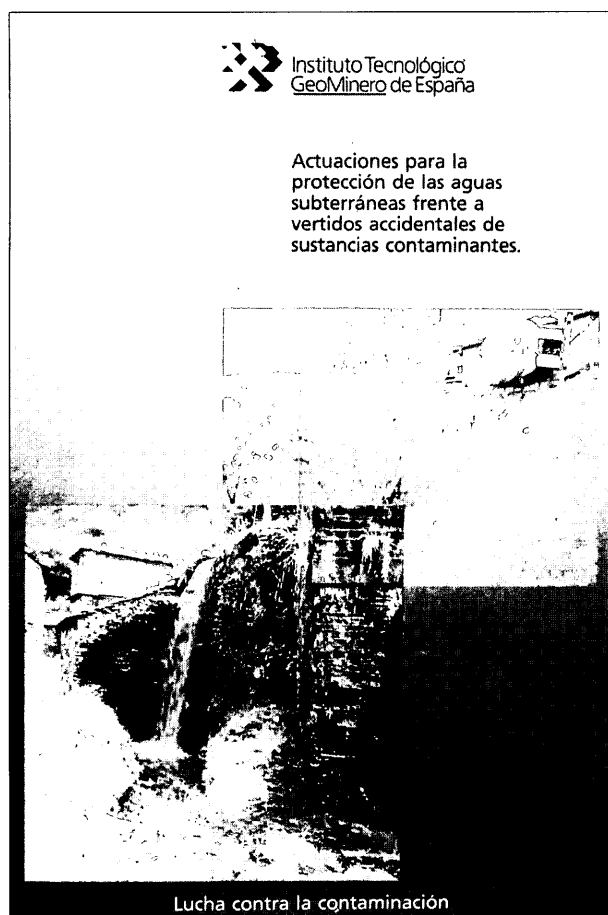


Figura 2.

insalubres, nocivas, o peligrosas. Para vertido de aguas residuales, recarga artificial de acuíferos o inyección de residuos en el subsuelo, la legislación de aguas; para depósito de residuos en el suelo, la Ley de residuos sólidos urbanos y la legislación sobre residuos tóxicos y peligrosos).

▼ **Códigos de buenas prácticas agrarias.** La contaminación de las aguas subterráneas originada por prácticas agrarias, en particular la producida por un uso excesivo de fertilizantes y productos fitosanitarios, no puede prevenirse eficazmente mediante los instrumentos descritos, dado el carácter extensivo de dichas actividades. La normativa europea establece medidas de prevención adecuadas a este tipo de contaminación, basadas en la delimitación de las zonas vulnerables, códigos de buenas prácticas agrarias y programas de fomento para su adopción por los agricultores.

▼ **Protección frente a vertidos accidentales.** Las aguas subterráneas pueden contaminarse también por derrame de sustancias peligrosas

en el transporte, manipulación, utilización o almacenamiento. La prevención de estos accidentes y las medidas a adoptar en casos de emergencia están regulados en distintas normativas: la legislación de industria (Ley 21/1992), contempla los aspectos de seguridad industrial; la legislación sobre protección civil (Ley 21/1985) y la relativa a accidentes mayores en actividades industriales (RD 886/1988, y RD 952/1990), prevén planes de emergencia y planes especiales sectoriales, entre ellos el del sector químico (directrices aprobadas por Acuerdo del Consejo de Ministros de 23.11.90); también existe normativa sobre accidentes en el transporte de mercancías peligrosas (Ley 16/1987 de Ordenación de los transportes terrestres), por carretera (RD 74/1992), y por ferrocarril (RD 879/1989). La aplicación efectiva de esta normativa requiere la identificación y señalización sobre el terreno de las áreas vulnerables de los acuíferos, así como sistemas de vigilancia y planes de actuación en emergencias.

INTEGRACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.

Desde el punto de vista de la gestión, los acuíferos funcionan como embalses subterráneos naturales, cuyas características en cuanto a extensión superficial, capacidad de almacenamiento y reservas superan las de los embalses superficiales, existentes y futuros.

Así, la superficie bajo la que se extienden las 442 grandes unidades hidrogeológicas delimitadas en el territorio español supone 175.000 kilómetros cuadrados, algo más de una tercera parte del territorio. La recarga media anual de estos acuíferos es de unos 20.000 hectómetros cúbicos/año, un 20 por ciento de los recursos hídricos de España. Las reservas de lenta renovación al-

macenadas hasta una profundidad accesible técnica y económicamente, se estiman del orden de 400.000 hectómetros cúbicos, ocho veces la capacidad de todos los embalses superficiales construidos. (Cuadro 4).

Estas circunstancias, en un país con crecientes problemas de escasez de recursos hídricos, deberían mover a una alta utilización de las aguas subterráneas. De hecho así ocurre en países con problemas similares a los nuestros, de los que pueden servir como ejemplo los casos de Israel y de California. El primero, con una población de 5 millones de habitantes, utiliza para usos consuntivos un volumen de agua de 2.000 hectómetros cúbicos/año, del que un 45 por ciento es de origen subterráneo. El estado de California, con población de 32 millones de habitantes y de superficie, precipitación, recarga natural de acuíferos y

CUADRO 4

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS

(Del Libro Blanco de las Aguas Subterráneas. MINER-MOPTMA, 1994)

ÁMBITOS	NÚMERO UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	SUPERFICIE AFLORAMIENTOS PERMEABLES (km ²)	RECARGA ANUAL (hm ³)
Norte I	0	—	—
Norte II	16	5.518	2.644
Norte III	8	1.491	331
Duero	21	53.623	1.875
Tajo	12	15.961	1.645
Guadiana I	11	11.360	656
Guadiana II	2	600	98
Guadalquivir	48	13.811	2.088
Guadalete-Barbate	12	1.486	230
Sur	46	3.138	1.160
Segura	32	8.603	548
Júcar	52	24.782	3.505
Ebro	45	16.770	2.923
Cuencas Internas de Cataluña	30	6.463	1.036
Baleares	35	3.618	585
Canarias	72	7.521	700
TOTALES	442	174.745	20.024

capacidad de embalses superficiales similares a los españoles, utiliza para usos consuntivos 43.000 hectómetros cúbicos/año, de los que son de origen subterráneo entre un 40 por ciento (en años normales) y un 60 por ciento (en años secos). Las cifras expuestas contrastan con la situación española, donde la participación de las aguas subterráneas en el suministro de los distintos usos consuntivos alcanza sólo el 20 por ciento de los 30.500 hectómetros cúbicos/año utilizados.

El origen de esta situación es múltiple, aunque en buena parte hay que atribuirlo al marco legal y administrativo vigente hasta el año 1986, que, considerando las aguas subterráneas susceptibles de apropiación privada, vinculó la administración pública del agua a los recursos superficiales. Sin embargo las modificaciones introducidas por la Ley de Aguas de 1985, extendiendo el dominio público a las aguas subterráneas y estableciendo la unidad de gestión del ciclo hidrológico, no se han traducido en los nueve años transcurridos en una integración de los recursos subterráneos en la gestión, probablemente por dos motivos, entre otros:

▼ Muy insuficiente incorporación a la gestión pública del agua de expertos en hidrogeología, difícilmente sustituibles por consultores externos, lo que no ha permitido superar la inercia de una administración hidráulica enfocada exclusivamente a las aguas superficiales.

▼ Demora del proceso de planificación hidrológica, que debería definir y valorar las actuaciones necesarias.

Una primera evaluación de las actuaciones públicas más urgentes para integrar las aguas subterráneas en la gestión de los recursos hídricos, se ha efectuado en el "Libro Blanco de las Aguas Subterráneas", publicado a finales de 1994, fruto de la colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, a través de las Direcciones Generales de Obras Hidráulicas y de Calidad de las Aguas, y del Ministerio de Industria y Energía, a través del Instituto Tecnológico Geominero de España. La existencia de dicho trabajo en colaboración constituye ya un síntoma de superación de las inercias del pasado, que deberá confirmarse y continuarse con el desarrollo de los dieciséis programas de actuación previstos en el Libro, por un importe total de 138.890 millones de pesetas.

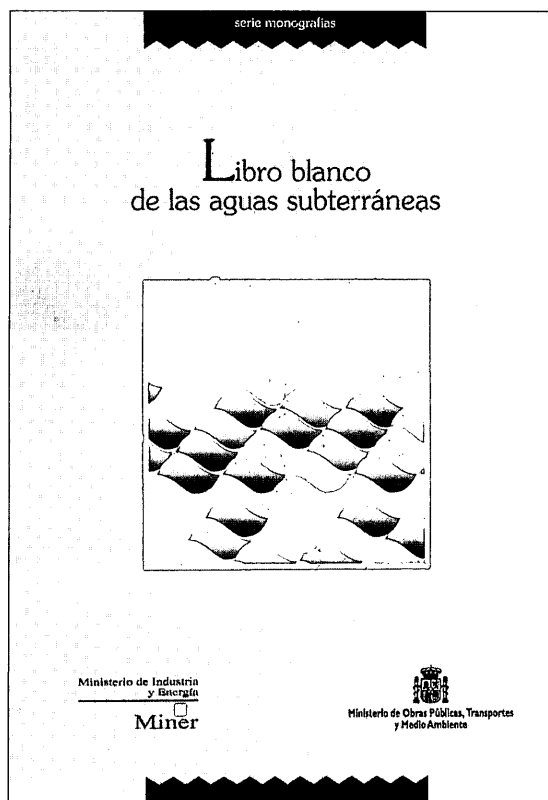


Figura 3.

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

La integración efectiva de las aguas subterráneas va a requerir sin duda un gran esfuerzo en los próximos años, dirigido a la ampliación del conocimiento de los acuíferos, al desarrollo de tecnologías para su mejor gestión y a la implantación de infraestructuras de explotación, regulación y control. A diferencia del marcado protagonismo de la iniciativa privada en la movilización de los recursos subterráneos durante la etapa anterior, el impulso principal tendrá que efectuarse ahora desde la administración pública, como corresponde a un recurso integrado en el dominio público hidráulico.

Parece oportuno formular aquí algunas consideraciones sobre el campo de actuación que se abre en esta nueva etapa:

▼ La explotación directa de acuíferos ofrece aún interesantes posibilidades de desarrollo. Se ha estimado que, de los 20.000 hectómetros cúbicos/año en que se cifra la recarga media anual de los acuíferos españoles, algo más de la mitad descargan a los ríos o al mar en zonas donde no pueden ser regulados mediante los embalses superficiales existentes. Aunque buena parte de estos recursos no son sus-

ceptibles de aprovechamiento, bien por tratarse de acuíferos costeros en que deben mantenerse unas salidas mínimas al mar para evitar la intrusión salina, bien porque se sitúan en áreas de escasa demanda, la cifra indicada es significativa en cuanto demuestra lo infundado de descartar "a priori" la utilización de las aguas subterráneas por supuesta afección a los embalses superficiales. Así pues, la explotación directa de los acuíferos, dentro por supuesto de las exigencias del uso sostenible, constituye una alternativa interesante, que debería ser considerada sistemáticamente en los proyectos concretos de aprovechamiento.

▼ Las importantes reservas almacenadas en los acuíferos, aunque no explotables de modo continuado debido a su lenta renovación, pueden aportar soluciones de emergencia en períodos de sequía como el que atravesamos. En cualquier caso, es preferible, en el marco de una planificación tendente a evitar las situaciones de emergencia, mejorar la garantía de los abastecimientos más vulnerables incorporando infraestructuras de captación de aguas subterráneas, para lo cual deben identificarse, reservarse y protegerse los acuíferos aptos a dicho fin.

▼ En general, la incorporación de los acuíferos a los sistemas de explotación donde existen embalses superficiales, permite mejorar la garantía y disminuir la vulnerabilidad del suministro, aprovechando la capacidad de regulación hiperanual de los embalses subterráneos mediante el bombeo de agua subterránea en los períodos secos y, en su caso, potenciando la recarga de caudales excedentes en períodos húmedos.

▼ La recarga artificial con caudales no regulados es especialmente adecuada para acuíferos con fuerte explotación que disponen ya de infraestructuras de captación y distribución del agua. La recarga artificial puede ser también aplicada para combatir la intrusión salina en acuíferos costeros, utilizando aguas residuales convenientemente tratadas.

▼ En todo caso, la integración de las aguas subterráneas en el dominio público hidráulico exige la implantación de redes de control y medida de la cantidad y la calidad del recurso, consolidando y mejorando las que han venido utilizando hasta el presente diversos Organismos, entre ellos el ITGE.

En definitiva, el conjunto de actuaciones públicas aquí mencionadas en relación con las aguas subterráneas, tendentes a consolidar sus actuales usos, preservar su calidad frente a la contaminación, e integrarlas en la gestión hídrica, conforma un programa sin duda ambicioso, pero imprescindible para buena parte del territorio español donde la disponibilidad de agua en cantidad y calidad adecuadas constituye un factor limitante, no sólo de la actividad económica, sino incluso del bienestar de los ciudadanos y la conservación de valiosos espacios naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Libro blanco de las aguas subterráneas. MINER-MOPTMA. Centro de Publicaciones del MOPTMA. 1994.
- Memoria y Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional. MOPTMA. Abril, 1993.
- Las aguas subterráneas en España. Estudio de Síntesis. ITGE. Servicios de Publicaciones del MINER. Segunda edición, 1993.
- Unidades Hidrogeológicas de la España peninsular e Islas Baleares. ITGE-SGDGOH. Centro de Publicaciones del MOPTMA. 1990.
- Calidad y contaminación de las aguas subterráneas en España. Informe de síntesis. ITGE. Servicio de Publicaciones del MINER. 1985.
- Mapa Hidrogeológico de España. ITGE. Servicio de Publicaciones del MINER. Ediciones de 1979 y 1991.
- Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos. ITGE. Servicio de Publicaciones del MINER. 1976. ●