

# **CARACTERIACION HIDROGEOLOGICA DE LAS AGUAS MINERALES Y MINERO-MEDICINALES**

## **1. Introducción**

## **2. Contenido enfoque**

## **3. Sobre algunas definiciones legales y sus correspondientes conceptos hidrogeológicos**

3.1. Aspectos generales

3.2. La Ley de Aguas de **1985** y la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aguas de Bebida Envasada

3.3. Definiciones legales de aguas minerales y de manantial

## **4. El origen y la prospección de las aguas minerales y minero-medicinales desde el punto de vista hidrogeológico**

4.1. Generalidades

4.2. Origen de las aguas y de sus propiedades fisicoquímicas

4.3. Propiedades fisicoquímicas legalmente exigidas

4.4. Exigencia de permanencia y control de las propiedades fisicoquímicas

## **5. Estudios hidrogeológicos recomendables o exigidos por la legislación**

## **6. Conclusiones**

# CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES

por M.R. Llamas  
Departamento de Geodinámica  
Universidad Complutense  
28040 Madrid

## 1. INTRODUCCIÓN

La industria de las aguas envasadas supone un sector económico importante dentro de las actividades de bebidas no alcohólicas, tanto en España como en casi todos los países de la Comunidad Europea (CE) y en los EEUU. El consumo actual de aguas envasadas en España es del orden de 50 litros por persona y año y es similar al de California pero bastante inferior al de Alemania y Francia, donde es próximo a los 80 litros por habitante y año. En España el volumen de ventas en 1990 fue del orden de 1900 millones de litros con un valor económico de unos 40.000 millones de pts; en los EEUU fue del orden de 8.000 millones de litros con un valor económico de unos 260.000 millones de pts (Pérez, 1991; Fricke, 1992). En casi todos los países de la CE y en los EEUU ha habido un notable crecimiento en la producción y venta de aguas envasadas, con ritmos de crecimiento del orden del 10% anual. En los EEUU los crecimientos previstos en la Water Encyclopedia (Van der Leeden et al, 1990) han sido ampliamente superados por la realidad, según los datos de Fricke (1992).

La CE aprobó hace algo más de diez años la directiva 80/777 relativa a la aproximación de los estados miembros sobre explotación y comercialización de aguas minerales naturales (Diario Oficial de la CE del 30.08.80). Esta norma es de obligado cumplimiento en todos los países de la CE. La transposición de dicha Directiva a la legislación española se hizo hace poco más de un año con el Real Decreto 1164/1991 de 22 de julio (RD 1164/91) por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de las aguas envasadas. Esta Reglamentación ha sustituido otra con el mismo nombre que había sido aprobada en 1981. La nueva Reglamentación se refiere solamente a las aguas envasadas y dentro de ella a las aguas minerales naturales pero no a las aguas mineromedicinales. Estas, en cambio, eran consideradas en la Reglamentación de 1981. Por tanto, la experiencia que existe en España sobre la aplicación de la nueva Reglamentación de 1991 es muy reducida.

## 2. CONTENIDO Y ENFOQUE

En esta ponencia se van a presentar aquellas cuestiones de carácter hidrogeológico o fisicoquímico que se han considerado tienen interés tanto para la aplicación de la nueva legislación como para sugerir algunas posibles modificaciones de correspondiente Directiva Comunitaria, que según Pérez(1991) está en revisión.

Se harán, en primer lugar, algunos comentarios sobre algunas definiciones legales a la luz de los correspondientes conceptos de la Hidrogeología moderna. A continuación se pasará a recordar los conceptos científicos hoy generalmente admitidos sobre el origen de las aguas subterráneas y de sus propiedades fisicoquímicas. En todo momento y como música de fondo estará presente la idea científica de que las aguas minerales o mineromedicinales o de manantial son nada más y nada menos que simples

aguas subterráneas integradas en ese magno proceso planetario que conocemos con el nombre de Ciclo Hidrológico. No es objeto de esta ponencia comentar las posibles implicaciones legales de estos conceptos científicos, como hice en dos trabajos previos en relación con la anterior situación legal (cf. Llamas, 1990 y 1991). En cambio, se van a enfatizar la importancia de los estudios hidrogeológicos con vistas a la localización de nuevas captaciones de aguas minerales o mineromedicinales que reúnan las deseadas características fisicoquímicas y sobre todo que la permanencia de dichas características este garantizada al máximo en relación con los cambios naturales y especialmente con los posibles contaminaciones de origen antrópico. El aspecto práctico de este planteamiento es la realidad del mercado único que va a comenzar en breve y va a exigir unos controles de calidad de las aguas minerales mucho más estrictos. Posiblemente esto lleve a la conclusión de que algunas aguas actualmente comercializadas en España y fuera de España tienen un cierto grado de contaminación. Esa contaminación muchas veces no las declarará impotables pero cuestionará, sin duda, el interés de pagar un precio unas mil veces superior por un agua que no es más «natural» que la que se puede obtener en el grifo de casa y, además, sin tener que ir a buscarla al supermercado. Se verá cómo los adecuados estudios hidrogeológicos pueden ser el mejor, si no el único medio para buscar nuevas captaciones competitivas en el Mercado Único y para predecir posibles contaminaciones en captaciones de agua minerales que ya están en funcionamiento.

### **3. SOBRE ALGUNAS DEFINICIONES LEGALES Y SUS CORRESPONDIENTES CONCEPTOS HIDROGEOLÓGICOS.**

#### **3.1 Aspectos generales**

En la literatura científica y especialmente en los escritos jurídicos o administrativos aparecen una serie de términos cuyo significado preciso no siempre es claro. Por otra parte este no es un problema exclusivamente español. Por ejemplo, recientemente Fricke (1992) ha presentado las definiciones más usuales en los EEUU y se puede comprobar que la falta de precisión terminológica también allí es notable. Basta decir que dicha terminología no es uniforme en todos los Estados de ese país y, por supuesto, es diferente de la utilizada en la CE. En los EEUU, por ejemplo, un agua natural envasada sólo puede ser calificada como "mineral" si su contenido en sólidos totales disueltos supera los 500 mg/litro.

#### **3.2. La Ley de Aguas de 1985 y al Reglamentación Técnico-Sanitaria de aguas de bebida envasadas de 1991.**

La Ley de Aguas de 1985 en su art. 1.4 establece que las aguas minerales y termales se regirán por su legislación específica. Llamas y Custodio (1985) ya comentaron antes de que fuera aprobada la Ley que esto suponía una cierta contradicción con el art. 1.2 de la misma Ley en el que se considera como un recurso unitario todas las aguas continentales superficiales o subterráneas renovables, independientemente del período de renovación de estas últimas. En efecto, enormes volúmenes de aguas subterráneas tienen características fisicoquímicas o bacteriológicas que permitirían usarlas como aguas minerales o mineromedicinales con iguales o mayores méritos que las que actualmente gozan de estas calificaciones.

La separación jurídica de las aguas termales tampoco tiene sentido científico. La vigente legislación de Minas define como aguas termales aquellas que emergen con una temperatura 4°C superior a la temperatura media anual del lugar. Así por ejemplo, en el acuífero de Madrid y en otros muchos acuíferos sedimentarios españoles basta perforar un sondeo con más de 200 m de profundidad para obtener aguas

subterráneas que por su temperatura puedan ser declaradas termales. Baeza et al.(1987) sostienen que la calificación de aguas termales debería desaparecer.

La naturaleza jurídica híbrida de las aguas termales y minerales ha sido causa de frecuentes discrepancias en la doctrina jurídica y de sentencias vacilantes cuando no contradictorias en la Jurisprudencia, como ha sido expuesto en otros trabajos (cf. Llamas, 1989 y 1990). La legislación española, hasta el RD 1164/91 y sin incluir las aguas subterráneas "normales" (las de la Ley de Aguas), establecía los cinco tipos de aguas subterráneas siguientes: 1) aguas minerales industriales; 2) aguas termales; 3) aguas mineromedicinales; 4) aguas minerales naturales; y 5) aguas de manantial envasadas. En relación con estas últimas, las de manantial, hay en la teoría y en la práctica diversidad de opiniones y de actuaciones administrativas en cuanto a su clasificación o no dentro de las aguas a las que se refiere el artículo 1.4 de la Ley de Aguas y que por tanto se deben regir por su legislación específica y no por la Ley de Aguas.

Desde el punto de vista de la nueva situación legal creada con el RD 1164/91 y a efectos de esta ponencia, me parece interesante consignar que las aguas mineromedicinales han sido excluidas del ámbito de dicha disposición (art.1.2.1) remitiendo a la correspondiente normativa específica (todavía no actualizada). No obstante, en la Disposición transitoria tercera del RD 1164/91 se dice que los titulares legales de aguas mineromedicinales podrán optar a efectos de la Reglamentación Técnico-Sanitaria a la calificación de esas aguas dentro de cualquiera de los tipos de aguas establecidos en la propia Reglamentación. De hecho, la mayor parte de las aguas mineromedicinales que se comercializaban envasadas ya habían pasado a la categoría de aguas minerales naturales con objeto de poder acogerse a la Directiva 80/777 de la CE (cf. Llamas, 1991). No se va, pues, a insistir más en la situación jurídica de las aguas mineromedicinales y de los balnearios pues es de suponer que este tema será desarrollado en profundidad en otras ponencias de estas Jornadas.

### **3.3. Definiciones legales de aguas minerales y de manantial.**

Es importante hacer notar que la Reglamentación Técnico Sanitaria de 1991 (RD 1164/91), además de excluir las aguas mineromedicinales, ha cambiado notablemente las definiciones de la Reglamentación de 1981 sobre las aguas minerales naturales y sobre las aguas de manantial. Se comentan a continuación las nuevas definiciones.

Según el art. 2.2.1, "aguas minerales naturales son aquellas bacteriológicamente sanas que tengan su origen en un estrato o yacimiento subterráneo y que broten de un manantial en uno o varios puntos de alumbramiento, naturales o perforados. Estas aguas pueden distinguirse claramente de las restantes aguas potables: a) por su naturaleza, caracterizada por su contenido en minerales, oligoelementos y otros componentes y, en ocasiones, por determinados efectos. b) por su pureza original. Características estas que han sido conservadas intactas, dado el origen subterráneo del agua, mediante la protección del acuífero contra todo riesgo de contaminación". Para la utilización de esta denominación será preciso que estas aguas reúnan unas características y se sigan unos trámites que figuran, respectivamente en los anexos I y II del RD 1164/91 y que serán comentados más adelante. De momento, basta decir que esta definición de aguas minerales naturales es una mera transposición literal de la versión española de la Directiva 80/777 de la CE. Tanto la redacción como la terminología utilizada en esa Directiva comunitaria son poco precisas. Sería deseable que la voz de los expertos fuera oída en la propuesta de modificación que, al parecer, se está preparando.

Según el art. 2.2.2 del RD 1164/91, "aguas de manantial son las potables de origen subterráneo que emergen espontáneamente en la superficie de la tierra o se captan mediante labores practicadas al efecto, con las características naturales de pureza que permiten su consumo, previa aplicación de los mínimos tratamientos físicos requeridos para la separación de los elementos inestables". Para la utilización de esta denominación las aguas deberán tener ciertas características especificadas en el anexo I del RD 1164/91 y los trámites necesarios también se especifican en el Capítulo II del título segundo del mismo Real Decreto. Dado que estas Jornadas se ocupan especialmente de las aguas mineromedicinales y de las minerales naturales no se va a tratar en detalle este tema. Sin embargo, es importante hacer notar que la diferencia más importante desde el punto de vista fisicoquímico, que existe entre las aguas de manantial y las aguas minerales naturales es que las primeras deben ser potables; desde el punto de vista administrativo y legal existen otras diferencias significativas. Al parecer, se pretende que la nueva Directiva comunitaria, que sustituya a la 80/777, se incluyan tanto las aguas minerales naturales como las de manantial. En principio, parece una idea acertada.

En cualquier caso y desde un punto de vista hidrogeológico no existe diferencia alguna entre los tres tipos de aguas mencionados: aguas mineromedicinales, aguas minerales naturales y aguas de manantial. Todas ellas son, como ya se dijo, ni más ni menos que aguas subterráneas.

## **4. EL ORIGEN Y LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS MINERALES Y MINEROMEDICINALES DESDE EL PUNTO DE VISTA HIDROGEOLÓGICO.**

### **4.1. Generalidades**

De modo sintético, el objetivo de este apartado es llevar a la mente de los que se ocupan de cualquier tipo de explotación de aguas subterráneas (sean mineromedicinales en balnearios, o minerales naturales o de manantial envasadas) que las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas de esas aguas no son el resultado del azar o de un conjunto de fenómenos naturales casi imposibles de comprender. La investigación hidrogeológica permite conocer cada día mejor las relaciones causa-efecto de esas propiedades. Estos avances tienen interesantes aplicaciones prácticas tanto para la prospección o búsqueda de aguas subterráneas de características determinadas como para la protección contra la contaminación de las captaciones que ya se explotan.

### **4.2. Origen de las aguas y de sus propiedades fisicoquímicas.**

A continuación se presentan una serie de principios básicos en relación con las aguas minerales. Estos principios son patrimonio común de la gran mayoría de los modernos libros de texto sobre Hidrogeología.

- 1) Casi todas las aguas subterráneas naturales proceden de aguas meteóricas (lluvia o nieve) infiltradas desde la superficie del terreno. En menor proporción pueden proceder de la infiltración de aguas fluviales o lacustres.
- 2) Las aguas subterráneas se mueven, por lo general con gran lentitud. Son velocidades típicas: 1 m/día en terrenos permeables y 1mm/día en terrenos poco permeables.

- 3) Las aguas subterráneas retornan de modo natural a la fase superficial del Ciclo Hidrológico por evapotranspiración de las plantas o por surgencia en manantiales que pueden ser subaéreos, subfluviales o submarinos.
- 4) Las propiedades fisicoquímicas de las aguas dependen en primer lugar de la composición y temperatura del agua que se infiltra (lluvia, nieve, río o lago). En segundo lugar y de modo muy importante de los procesos biogeoquímicos que tienen lugar en la denominada zona no saturada que existe entre la superficie del terreno y la capa freática propiamente dicha. En tercer lugar de la trayectoria y tiempo que sigan las partículas de agua subterránea. El tipo de minerales con los que entra en contacto el agua en su camino, así como la temperatura de las rocas que atraviesa a lo largo de esa trayectoria pueden jugar un papel primordial en las modificaciones que experimenta el quimismo original de esa agua.
- 5) Se dispone actualmente de métodos físicos que permiten deducir el sistema de flujo subterráneo en un acuífero con aceptable aproximación, siempre que se disponga de una razonable base de datos geológicos y de niveles piezométricos.
- 6) Aunque todavía están menos experimentados, existen también métodos hidrogeoquímicos que permiten estimar la evolución de la composición química de un agua subterránea a lo largo de su trayectoria.
- 7) En no pocos casos, mediante la combinación de métodos físicos y radioquímicos, es posible conocer con aceptable aproximación la edad de un agua subterránea, es decir el tiempo transcurrido desde que ese agua se infiltró en el terreno hasta que se obtiene la muestra de agua objeto del estudio. Este dato va a tener especial importancia práctica en un futuro próximo en relación con la protección de las aguas minerales contra los procesos de contaminación antrópica.

### **4.3. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS LEGALMENTE EXIGIDAS.**

Como el título de este subapartado indica, no se va a tratar aquí de las características microbiológicas o parasitológicas exigidas por el RD 1164/91, que prácticamente son una transposición literal de los exigidos en la Directiva 80/777 y que es de suponer serán comentados en otras ponencias por voces más autorizadas para hablar de tal tema.

En lo que se refiere a las características fisicoquímicas, el RD 1164/91 introduce variaciones significativas. Recordemos (cf. Llamas, 1991) que la anterior Reglamentación (RD 2119/81) no establecía límites específicos ni para las aguas mineromedicinales ni para las minerales naturales. En el caso de las primeras decía que sería necesario realizar estudios clínicos demostrativos de que su consumo, una vez envasadas, producía efectos útiles en la evolución de procesos específicos. En el caso de las aguas minerales naturales el RD 2119/81 decía que debían poseer cualidades físicas, químicas y biológicas que les confirieran una acción favorable de las funciones fisiológicas.

El RD 1164/91 introduce una variación importante en lo que se refiere a las características químicas de las aguas minerales. En su art.1.2.3.1 indica que éstas deberán cumplir, al menos, las especificaciones relativas a las sustancias tóxicas establecidas para las aguas potables de consumo público en la vigente Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público (Real Decreto 1138/1990 de 14 de septiembre, BOE del 20). Además, en su art. 1.2.3.2

especifica que deberán estar exentas de cloro residual, compuesto fenólicos, agentes tensio-activos, plaguicidas, difenilos clorados, hidrocarburos, aceites, grasas y cualesquiera otros productos en cuanto sean indicadores de contaminación. Esta norma tiene especial importancia ya que puede dejar fuera del mercado a todas aquellas firmas cuyos manantiales tengan su zona de recarga en terrenos en los que se efectúen actividades que tengan como consecuencia la introducción en el terreno de cualquiera de los productos antes mencionados. Esas actividades pueden ser muy variadas y muchas veces prácticamente imposibles de controlar con la actual legislación y sobre todo con las medidas de actuación de los poderes públicos. A simple título de ejemplo, entre ese tipo de actividades cabe mencionar las pérdidas o filtraciones procedentes de los depósitos de hidrocarburos de las Estaciones de Servicio o de edificios públicos y la agricultura intensiva especialmente si es de regadío.

En lo que se refiere a las aguas de manantial, el cambio introducido por el RD 1164/91 ha sido menor pues se limita a decir que estas aguas deberán cumplir con las especificaciones establecidas en la vigente Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de las aguas potable de consumo público, es decir el RD 1138/90 previamente mencionado. Hay que recordar que la anterior Reglamentación de aguas envasadas (RD 2119/81) ya exigía unas características químicas que prácticamente coincidían con las de las aguas potable para consumo público. En resumen, en el caso de las aguas de manantial se exige, por decirlo así, la potabilidad total y no solo la ausencia de sustancias tóxicas o indicadoras de contaminación como en el caso de las aguas minerales naturales.

Es interesante hacer notar que en todos los casos se excluye cualquier tipo de tratamiento químico o de desinfección de estas aguas (con la única excepción de la ozonización, entendida como simple oxigenación). Esta postura, por otra parte tradicional en Europa, contrasta con la política seguida en los EEUU donde prácticamente todas las aguas envasadas son desinfectadas químicamente (cf. Fricke, 1992)

#### **4.4. Exigencia de permanencia y control de las propiedades fisicoquímicas.**

El RD 2119/81 exigía una constancia en la composición química de las aguas, que esencialmente consistía en que la variación de los iones mayoritarios no fuese superior al 20% de su valor medio. Para establecer este valor medio se exigían datos de cuatro años para las aguas mineromedicinales y para las minerales naturales y, sorprendentemente, de cinco años para las aguas de manantial. Además, de acuerdo con el art. 10 de un antiguo Decreto, casi totalmente derogado, del año 1972 se solicitaban los datos de los aforos y de la composición química de las aguas durante cada uno de los doce meses anteriores a la entrega de la solicitud.

El RD 1164/91 en el art. 1.1.1 del anexo I dice: "la composición, la temperatura y las restantes características esenciales del agua mineral natural deberán mantenerse constantes, dentro de los límites impuestos por las fluctuaciones naturales. En concreto no deberán verse afectados por posible variaciones del caudal del manantial". Y en el art.1.1.2 del mismo anexo especifica que "a efectos de esta Reglamentación, se entenderá por composición constante la permanencia del tipo de mineralización, característica determinada por los componentes mayoritarios y, en su caso, por aquellos otros parámetros que caractericen al agua". Además en el art. 1.3 del anexo II se indica que en la solicitud de reconocimiento se acompañará un cuadro comprensivo de los datos relativos a caudal temperatura, composición química y microbiológica del agua, referidos a cada uno de los doce meses precedentes a la presentación de la solicitud.

Parece claro que el RD 1164/91 supone una mejora al suprimir la anterior exigencia de estudios hidrogeológicos durante cuatro o cinco años, lo cual no era condición ni necesaria ni suficiente para garantizar la permanencia de las cualidades del agua en cuestión (cf. Llamas, 1991). Es lástima, sin embargo, que se haya mantenido la exigencia del "cuadro comprensivo con los datos de los doce meses", especialmente si se tiene en cuenta que, casi sin excepción, todas las nuevas captaciones se hacen ahora con pozos perforados y no son simples manantiales más o menos acondicionados.

En lo que se refiere a los controles e inspecciones, la situación apenas ha cambiado. La empresa debe realizar, al menos, un análisis químico completo en los puntos de emergencia cada cinco años, cada trimestre deberán analizarse los componentes mayoritarios y aquellos parámetros característicos de esa agua. Además, cada jornada deben analizarse en el producto terminado los parámetros indicadores de contaminación bacteriológica. El RD 1164/91 no fija la periodicidad de las inspecciones por las autoridades competentes. En el RD 2119/91 esas inspecciones debían tener lugar, al menos, una vez al año.

## **5. ESTUDIOS HIDROGEOLÓGICOS RECOMENDABLES O EXIGIDOS POR LA LEGISLACIÓN.**

La anterior legislación no era demasiado explícita en estos temas (cf. Llamas, 1990 y 1991). De modo muy sucinto, el expediente de declaración de utilidad pública para un agua mineromedicinal o mineral natural se iniciaba en la autoridad minera (Reglamento General para el Régimen de la Minería, art 39) y exigía una toma de muestras por triplicado. Una de estas muestras debía ser analizada por el Instituto Geológico y Minero de España (hoy Instituto Tecnológico GeoMinero de España) que también debía emitir un informe. En el trámite para la solicitud de un agua de manantial además de un proyecto de perímetro de protección minera que debía solicitarse a la autoridad minera, debía solicitarse también un perímetro de protección sanitaria a la correspondiente autoridad; todo ello, de acuerdo con los art. 9, 10 y 11 del Decreto 3069/1972, que afortunadamente han sido derogados con el RD 1164/91. Este Real Decreto ha mejorado sensiblemente la situación al transponer los requerimientos de estudios exigidos por la Directiva 80/777 a nuestra legislación. En primer lugar, queda claro que la solicitud debe presentarse ante la autoridad competente de la Comunidad Autónoma en que se encuentre la captación. En el caso de que el expediente afectase a más de una Comunidad, el órgano competente sería el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. No obstante, el art. 19.1.3 dice que la autoridad competente cumplirá el procedimiento regulado en la Ley 22/1973, de 21 de julio, reguladora de Minas (BOE del 24), solicitando los informes que procedan. Este tema será tratado en más detalle en la ponencia de J. Baeza en estas Jornadas. En el caso de las aguas de manantial, el RD 1164/91 en su art. 20 establece un proceso análogo al de las aguas minerales naturales, al menos en lo que respecta a la Ley de Minas de 1973.

En el anexo II del RD 1164/91 se definen los estudios geológicos, hidrológicos, físicos, químicos y fisicoquímicos necesarios para las solicitudes tanto de aguas minerales como de aguas de manantial, que son prácticamente iguales.

El art. 1.2.1 describe las normas aplicables a los estudios geológicos e hidrológicos. Son las siguientes: 1) la situación de la captación, con indicación de su altitud, sobre un mapa a escala no superior a 1/1000; 2) un informe geológico detallado sobre el origen y la naturaleza del terreno; 3) la estratigrafía del yacimiento hidrológico; 4) una descripción de las obras e instalaciones de captación, y 5) las medidas de protección del manantial y de la zona circundante contra la contaminación.

El art. 1.2.2 describe las normas aplicables a los análisis y estudios físicos, químicos y fisicoquímicos. Son las siguientes: 1) el caudal del manantial; 2) la temperatura del agua en los puntos de alumbramiento y la temperatura ambiente; 3) la relación existente entre la naturaleza del terreno y la mineralización; 4) el residuo seco a 180°C y a 260°C; 5) la conductividad eléctrica, precisándose la temperatura a la que se haya efectuado la medición; 6) la concentración de iones de hidrógeno (Ph); 7) los aniones y cationes; 8) los elementos no ionizados; 9) los oligoelementos; 10) la radiactividad en los puntos de alumbramiento; 11) los niveles relativos de isótopos de los componentes del agua, oxígeno (O-18 y O-16) e hidrógeno (Protio, Deuterio y Tritio); y 12) la toxicidad de determinados componentes del aguas teniendo en cuenta los límites fijados a este respecto para cada uno de ellos.

Aunque estas exigencias suponen un notable avance sobre la situación anterior, me parece claro que en la nueva redacción de la Directiva 80/777 podrían y deberían ser ampliamente mejorados. Por ejemplo: 1) tiene poco sentido hablar de «la estratigrafía del yacimiento hidrológico»; 2) no parece adecuado precisar datos como el del residuo seco y el pH (que obviamente deben aparecer en cualquier análisis químico de aguas) y en cambio no precisar ni los iones mayoritarios ni los elementos ni los componentes tóxicos, máxime cuando estos temas se tratan con más detalle y con referencia a la Reglamentación sobre las aguas potables (RD 1138/1990).

Hay un punto que parece oportuno enfatizar. El RD 1164/91 no habla ya de perímetros de protección sino de protección del acuífero y de la captación. Es una estrategia acertada, pues los perímetros de protección, tal como se venían aplicando en España, eran -son y serán- muy poco eficaces, aunque solo fuera por la falta de medios de la policía minera para hacerlos cumplir. De hecho, en países con mucha más tradición en la declaración de perímetros de protección de aguas, como pueden ser Francia o Alemania, el establecimiento práctico de dichos perímetros encuentra notables dificultades y de hecho solo una pequeña parte de las captaciones de agua potable para consumo público han logrado establecer legalmente esos perímetros de protección (cf. Custodio, 1989; Matthess et al. 1985; Lallemand et Roux, 1988). Si esto ocurre con zonas de protección para captaciones de aguas para abastecimiento público es de suponer que su aplicación va a ser mucho más difícil para captaciones de aguas minerales que, aunque hayan sido declaradas de utilidad pública, normalmente son gestionadas por compañías privadas con ánimo de lucro. Una estrategia realista para proteger una captación no ha de confiar en la simple legislación sino buscar la protección de la propia naturaleza. En síntesis, casi los únicos acuíferos que van a quedar realmente protegidos contra la contaminación son aquellos que captan aguas que se infiltraron cuando los procesos contaminantes de origen antrópico prácticamente no existían, es decir antes de la revolución industrial y sobre todo antes de que la agricultura comenzara el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas.

Dentro de la diversidad de legislaciones que existe en los EEUU, llama la atención que, según Fricke (1992) no se conceda importancia en esas legislaciones al tema de los perímetros de protección. Probablemente esto obedece a la idea de que ese es un tema que interesa al propietario de la empresa envasadora de aguas pero no a los consumidores o a los controladores que solo se preocupan de que los análisis se hagan adecuadamente. Si un agua está contaminada se prohíbe su venta, venga la contaminación de donde venga. Se piensa que ese es un problema del propietario y no de la administración que controla o de los consumidores.

El importante tema de los perímetros de protección va a ser el objeto exclusivo de una ponencia por López Arechavala en estas Jornadas. Su presentación y ulterior discusión, sin duda, será de gran interés práctico.

## 6. CONCLUSIONES

La industria de las aguas envasadas ha crecido notablemente en España, de modo análogo o incluso superior al crecimiento experimentado en otros países de la CE y en los EEUU. No hay, al parecer, ningún motivo para pensar que este crecimiento vaya a disminuir en un futuro próximo. El volumen de agua envasada comercializada en España en 1990 fue del orden de 2.000 millones de litros por año, equivalentes a unas 50 litros por persona y año. El valor económico fue del orden de 40.000 a 50.000 millones de pts/año, es decir una cifra comparable, aunque menor, a la que supone el abastecimiento de aguas potables para consumo público. La industria balnearia española, en cambio, tiene un desarrollo relativo sensiblemente inferior al de los países centroeuropeos y similar al de los países anglosajones donde este tipo de cura médica está menos difundida. Es posible, sin embargo, que esta situación cambie en un futuro no lejano.

Un presupuesto básico de todas estas actividades es que las aguas minerales o mineromedicinales de las plantas envasadoras o de los balnearios reúnan las condiciones necesarias y que estas condiciones no sean modificadas por actividades antrópicas contaminantes. Las modernas técnicas de análisis químico permiten conocer con precisión cuando se produce una contaminación de las aguas. Los modernos métodos hidrogeológicos permiten conocer también dónde se pueden captar aguas que reúnan las deseadas condiciones fisicoquímicas y bacteriológicas así como predecir la protección del acuífero del que proceden esas aguas contra la contaminación. El valor práctico de los perímetros de protección minera o sanitaria establecidos por la legislación anterior suele ser muy cuestionable.

El Real Decreto 1164/91 que ha traspuesto a nuestra legislación la Directiva comunitaria sobre aguas minerales puede constituir un buen punto de partida para conseguir que la industria de aguas envasadas española sea competitiva en el Mercado Único que comienza en enero de 1993. Una medida de elemental prudencia es que todas aquellas empresas que tengan alguna duda sobre la protección contra la contaminación de sus respectivas captaciones realicen los oportunos estudios hidrogeológicos para conocer la importancia y la probable evolución de esa contaminación y, en su caso, tomar las medidas oportunas. En no pocos casos esas medidas consistirán en buscar unas nuevas captaciones en un acuífero cuyas aguas tengan un período de residencia superior a cien años. No son pocos los acuíferos españoles en los que se pueden captar aguas de estas características y que al mismo tiempo reúnan excelentes condiciones de potabilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, W. y LLAMAS, M.R.(1988) "Situación y Tendencias en la Hidrogeoquímica", Ponencia invitada en el II Congreso Nacional de Geoquímica, Soria, Septiembre 1988, reproducida en Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, Vol. 14, pp.315-323.

BAEZA, J., FERNÁNDEZ, J.A. y GARCÍA DE LA NOCEDA, C.(1987) "Las aguas subterráneas, los recursos geotérmicos y las estructuras subterráneas ante la quiebra de la unidad administrativa del suelo", Hidrogeología y Recursos Hidráulicos, Vol. 12, pp. 293-299.

CUSTODIO, E.(1989)"Protección de las aguas subterráneas en la Ley de Aguas de 1985" en Jornadas Jurídico-Técnicas sobre las aguas subterráneas en la nueva legislación de aguas, Real Academia de Ciencias Matemáticas, Físicas y Naturales, Vol. 1, ponencia 8, 30 p.

FRICKE, M.(1992)"Bottled Water of the USA. Definitions and Market", Getränke Industrie, núm.4, pp.11-16.

LALLEMAND-BARRES, A. et ROUX, J.C.(1989) "Guide methodologique d'établissement des périmètres de protection des captages d'eau souterraine", Editions BRGE, Orleans, 218p.

LLAMAS, M.R.(1990) "Cuestiones hidrogeológicas relacionadas con la legislación española y comunitaria sobre la explotación y comercialización de aguas de bebida envasadas y sobre balnearios", I Seminario sobre Aguas Minerales, 24 y 25 de Mayo de 1990. Universidad de Oviedo, 41p.

LLAMAS, M.R.(1991) "Consideraciones sobre la normativa española de aguas envasadas", Tecnología del Agua, no. 79, pp.73-83.

LLAMAS, M.R., CUSTODIO, E. y ARIÑO, G.(1985) "El Proyecto de Ley de Aguas", Instituto de Estudios Económicos, Madrid, 166 p.

MATTHESS, G., FOSTER, S.S.D. and SKINNER, A. (1985) "Theoretical Background, hydrogeology and practice of groundwater protection zones", International Contributions to Hydrogeology, Heise Verlag, Hannover, 204p

PÉREZ, J.S.(1991) "Las aguas minerales de Europa. Una década de progreso", XXXVIII Congreso UNESEM-GISEM, Palma de Mallorca, Junio 1991,36p.

PINUAGA J.I. y LÓPEZ GETA, J.A.(1989) "Las aguas minerales en España" en Jornadas Técnico-Jurídicas sobre las aguas subterráneas en la nueva legislación de aguas, Real Academia de Ciencias, Madrid, Vol.1, ponencia no.10, 25 p.

VAN DER LEEDEN, F., TROISE, F.L. and TODD, D.K.(1990) "The Water Encyclopedia", Lewis Publishers, 808 p.22