MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

HIDROGEOLOGÍA

DE LA HOJA Nº 404 (20-16)

AYLLÓN

Autor:

Luis A. Galán de Frutos

Diciembre, 1998

Hoja nº 404 (20-16)

AYLLÓN

HIDROGEOLOGÍA

La hoja geológica a escala 1:50.000 de Ayllón se encuentra ubicada entre las provincias de Segovia y Soria, dentro del tercio oriental de la Cuenca del Duero. Los materiales cartografiados en ella, corresponden principalmente al relleno sedimentario terciario (Mioceno) de la cuenca y al zócalo preneógeno de la Sierra de Ayllón. Los acuíferos que originan presentan una tipología muy variada y se agrupan en cuatro de las unidades hidrogeológicas definidas en esta cuenca.

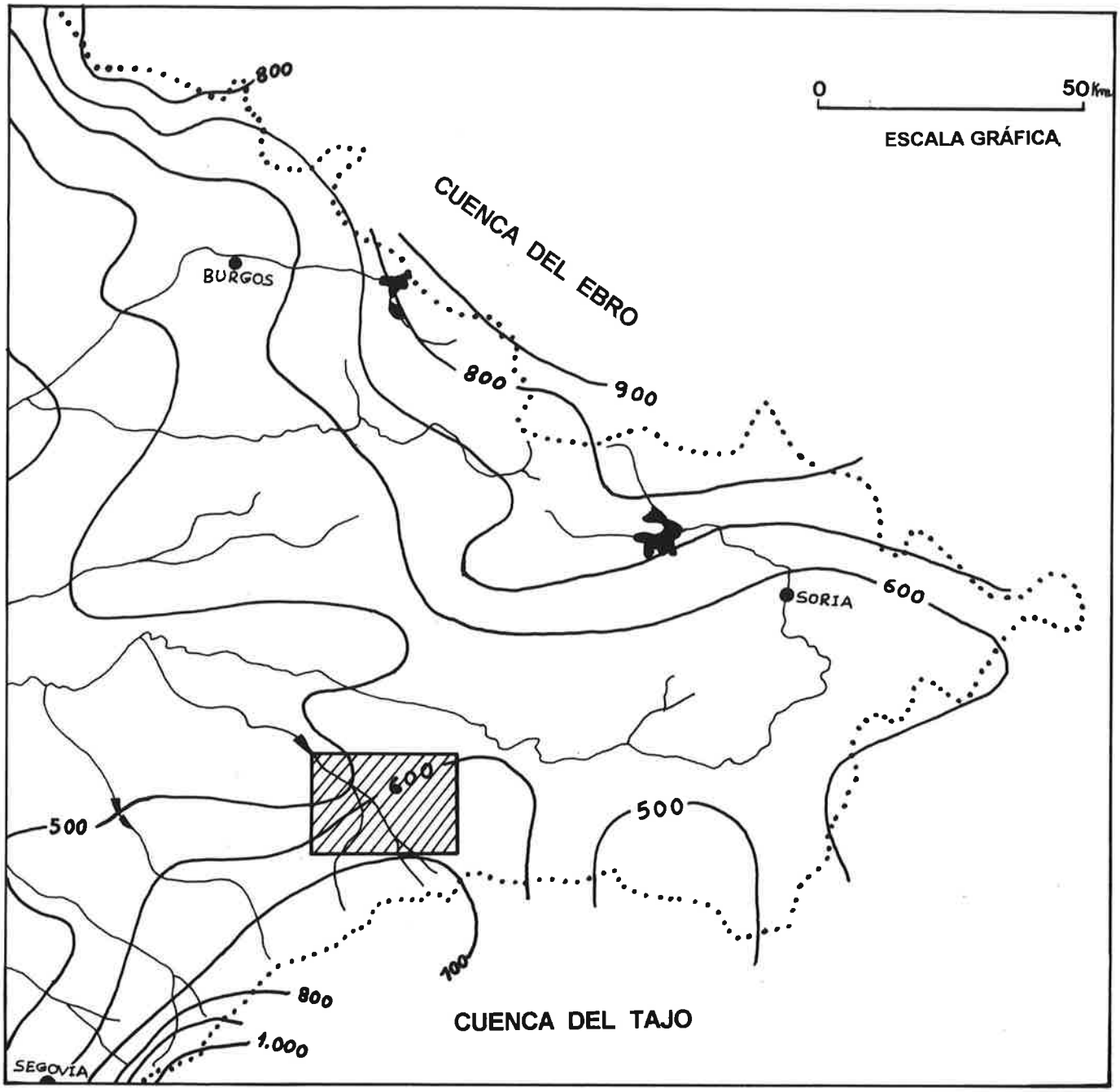
1.- Caracteres climatológicos.

El clima predominante en esta zona de la Meseta Norte se caracteriza por sus inviernos largos y fríos, con numerosas heladas entre octubre y mayo (más de 80 días), y sus veranos cálidos y secos.

La elevada altitud media de esta zona, que supera los 1.050 m, junto con la situación de aislamiento y resguardo de los rebordes montañosos del Sistema Central y la Cordillera Ibérica, producen un "efecto de pantalla" frente a los sistemas nubosos, que limita considerablemente las precipitaciones. Éstas, que se producen irregularmente en forma de lluvia y/o nieve durante 85 a 100 días al año por término medio, oscilan entre 450 y 700 mm, correspondiendo los valores máximos al sector SE de la hoja (ver figura 1) coincidente con las estribaciones de la Sierra de Ayllón.

Algo similar sucede con las temperaturas medias anuales, que varían entre 10º y 12 ºC. Si bien, en las áreas más montañosas no se superan los 2ºC durante los meses más fríos y en la llanura mesetaria, durante el estío, las medias mensuales se sitúan en torno a 20ºC.

A continuación se exponen los datos termopluviométricos más significativos disponibles, correspondientes a la estación de Linares del Arroyo, para el periodo 1951-80 (GARCÍA DE PEDRAZA et al., 1994):



ZONA DE ESTUDIO (Hoja nº 376)

FIGURA 1: Mapa de isoyetas medias anuales de la Cuenca del Duero para el periodo 1942-72 (ITGE, 1980)

TABLA 1

ESTACIÓN METEOROLÓGICA	A	P	D	t	T_M	T_m	ETP
Linares del Arroyo	911	466	87	13,2	19,3	7,2	724

A = Altitud (msnm)
P = Precipitación media anual (mm)
D = Días de lluvia
t = Temperatura media anual (ºC)
T_M = Valor medio anual de las temperaturas máximas (ºC)
T_m = Valor medio anual de las temperaturas mínimas (ºC)
ETP = Evapotranspiración potencial media anual, según Thornthwaite (mm)

De acuerdo con los parámetros expuestos, la hoja que se estudia queda incluida dentro de la denominada *Iberia Verde Continental Extremada*, según FONT TULLOT (1983). Así mismo, la mayor parte de su superficie se incluye dentro de un tipo climático **Mediterráneo templado seco**, salvo el cuadrante NO, que presenta características más próximas al clima **Mediterráneo semiárido continental**, con un régimen de humedad **semicálido** (PAPADAKIS, 1966).

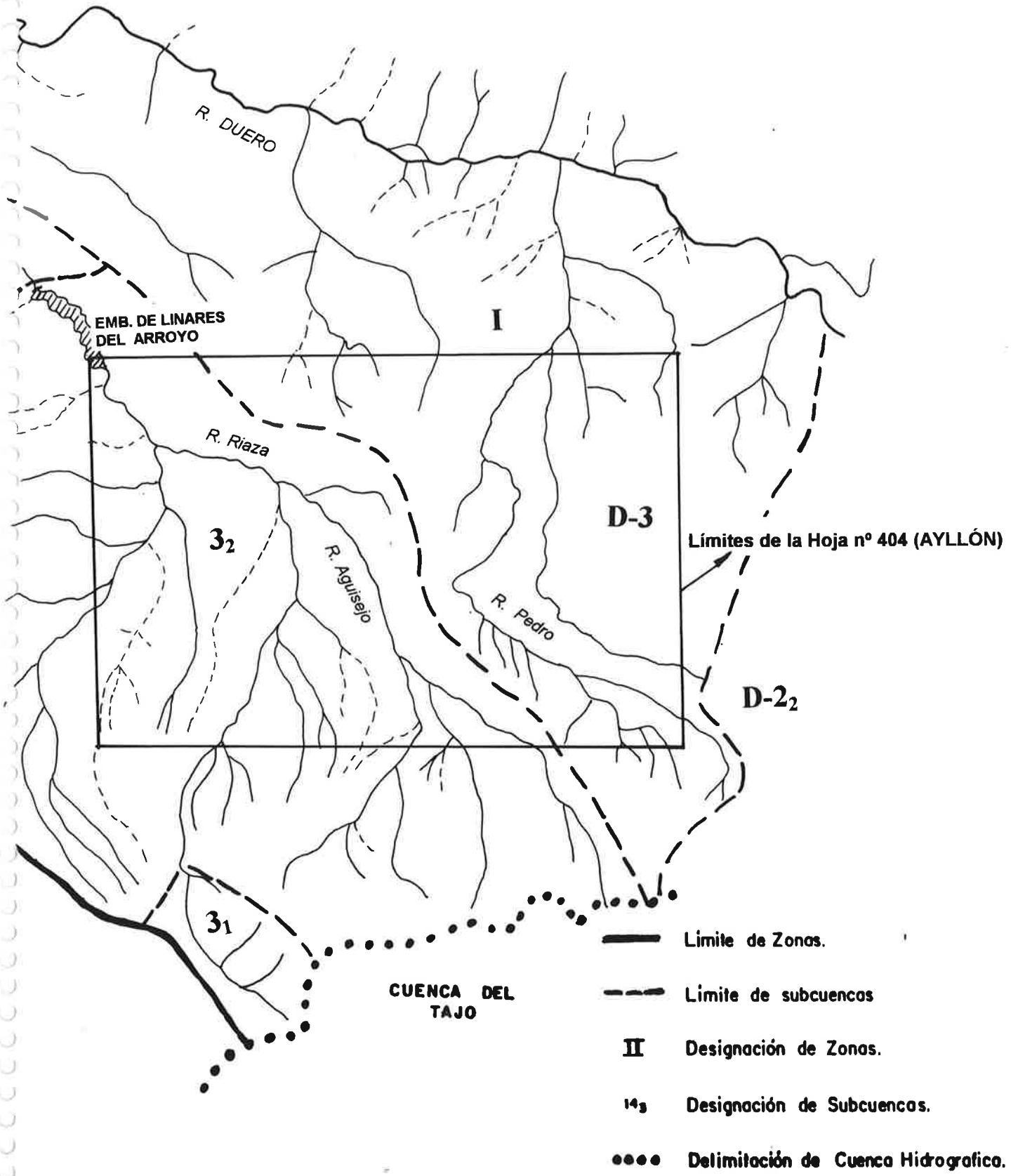
2.- Hidrología superficial

La superficie de la hoja de Ayllón se incluye dentro del sector oriental del tramo medio de la Cuenca Hidrográfica del Duero, denominado **Zona I** en la Zonificación Hidrológica establecida para el Plan Hidrológico del Duero (MOPU-DGOH, 1988). Su drenaje se distribuye equitativamente entre las subcuencas **3_2** y **D-3** (figura 2), que corresponden respectivamente a los ríos Riaza y Pedro.

Ambos ríos son afluentes del Duero por la izquierda, recibiendo el primero los arroyos que drenan la mitad O de la hoja, procedentes de la Sierra de Ayllón, y el segundo los cursos del sector E de la misma, que nacen en las elevaciones orientales de Sierra Pela.

Cabe señalar también la existencia de un territorio de reducida extensión situado en la zona centro-norte de la hoja cuyos cauces drenan los Páramos calcáreos y vierten sus aguas hacia el Duero, a través de los arroyos de Valdanzo y de La Laguna (hoja de San Esteban de Gormaz).

No existen estaciones de aforo en ninguno de los cursos mencionados que permitan evaluar sus aportaciones dentro de esta hoja, sin embargo, observando



ESCALA: 1:250.000

FIGURA 2: Zonación hidrológica de la Cuenca del Duero, según el Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero (MOPU-DGOH, 1988).

la entidad y el carácter estacional de los afluentes del río Pedro, se puede suponer una mayor circulación hídrica por la subcuenca del Riaza.

Dicho río circula con sentido S-N hasta la localidad de Languilla, donde recibe por la derecha las aguas del Aguisejo, su principal afluente, tras lo cual vira hacia el NO quedando retenido en el embalse de Linares del Arroyo (con 58 hm^3. de capacidad), a partir de Alconadilla.

Los datos foronómicos disponibles para el Riaza (cerca de su desembocadura en el Duero), cifran en 115 hm^3 las aportaciones medias anuales, los cuales se reparten en 78 hm^3 procedentes de la escorrentía superficial y 37 hm^3 debidos al drenaje de los acuíferos hacia el río (MOPTMA, 1993), por lo que se trata de un "río ganador".

La utilización de las aguas superficiales en esta hoja es muy reducida, tanto para abastecimiento e industria, como para la agricultura. Esto es debido a la baja densidad poblacional (unos 6 hab/km^2) y a.la secasez de tierras de cultivo aptas para el regadío. Los terrenos con dicha vocación se reducen a las llanuras de inundación de los ríos Aguisejo y Riaza, irrigándose mediante las numerosas acequias que parten de ellos.

La calidad de las aguas que circulan por los ríos mencionados puede calificarse de "buena", apreciándose focos puntuales de contaminación aguas abajo de las poblaciones que vierten sus efluentes sin depurar a los cauces. En este sentido, destaca el caso del río Aguisejo, a partir de la localidad de Ayllón (2.100 habitantes).

Los vertidos de origen industrial son muy escasos, sin embargo, se observa un deterioro progresivo de la calidad debido a la contaminación difusa originada las actividades agropecuarias (empleo de abonos nitrogenados, fitosanitarios o purines), más patente durante los meses de estiaje debido a la drástica disminución de caudal que sufren estos cursos fluviales.

3.- Características hidrogeológicas

La compleja historia geológica de esta hoja influye directamente en la circulación hídrica subterránea a través de los materiales permeables incluidos en las numerosas formaciones definidas. Este hecho se traduce en la presencia de diversos acuíferos dentro de ella, agrupados en cuatro de las más destacadas Unidades Hidrogeológicas de las definidas para la Cuenca del Duero (DGOH-ITGE, 1988), que son las siguientes:

- 02.09 U.H. Burgos-Aranda
- 02.15 U.H. Cubeta de Almazán
- 02.16 U.H. Almazán Sur
- 02.18 U.H. Segovia

Las unidades **02.09** y **02.12** forman parte del antiguo Sistema Acuífero nº 8 o Terciario detrítico central del Duero; la unidad **02.15** coincide en gran parte con el Sistema Acuífero nº 88 (10-bis) o Terciario del sureste de Soria; la unidad **02.16** se encuadra en el amplio Sistema nº 10, constituido por las formaciones calcáreas de la Ibérica en Burgos y Soria, mientras que la unidad **02.18**, con una superficie insignificante dentro de esta hoja, corresponde al Sistema Acuífero nº 11 o Cretácico calcáreo de Segovia, de acuerdo con IGME (1980 y 1983) e ITGE (1992).

En el cuadrante SE de la hoja se localizan los materiales de las series triásica y paleozoica de la Sierra de Ayllón (areniscas, conglomerados, lutitas, cuarcitas y pizarras), con una superficie de afloramiento de 34 Km^2, que se consideran impermeables regionalmente (figura 3).

- Unidad Hidrogeológica 02.09 Burgos-Aranda:

Se trata de la unidad hidrogeológica con mayor extensión dentro de esta hoja, con una superficie de afloramiento de 322 km^2, equivalentes a un 5% del total.

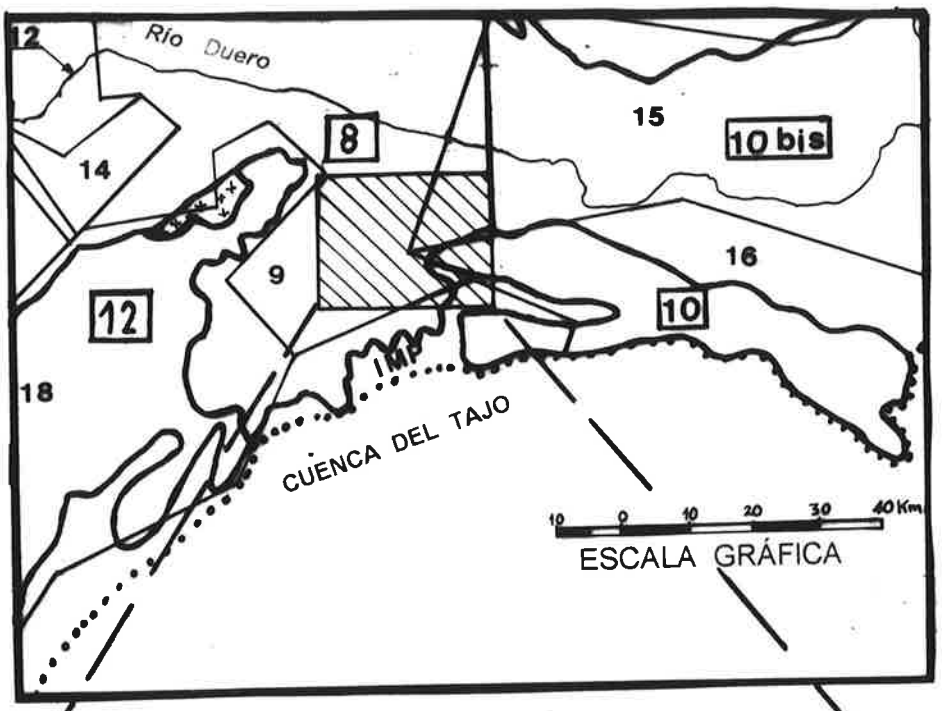
Está constituida por materiales del Mioceno, Plioceno y Cuaternario. Los primeros se continúan, en el tercio N de la hoja y hacia el E, con los correspondientes la U.H. Cubeta de Almazán (02.15), de naturaleza y edad similares, sin límites hidrogeológicos aparentes entre ambos conjuntos.

Su litología es muy variada, por lo que se pueden distinguir tres conjuntos de litofacies capaces de originar acuíferos, cuyas características son las siguientes:

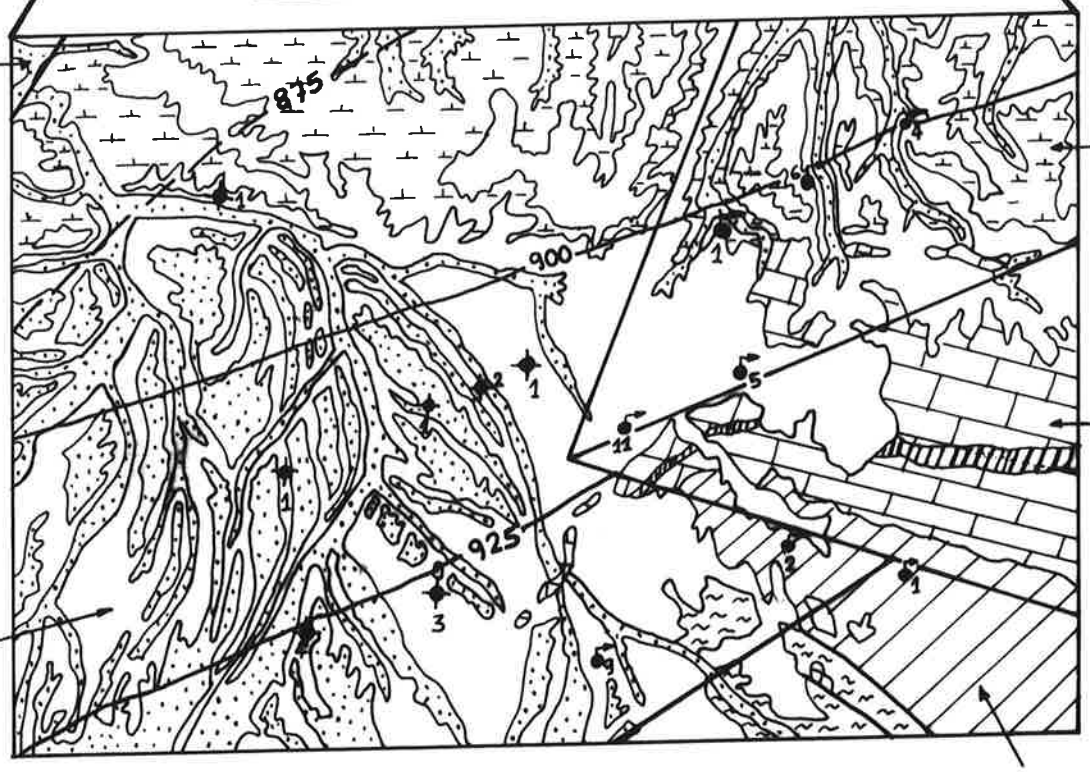
. *Acuífero del Terciario Detrítico (Región de la Ibérica)*

Está constituido principalmente por conglomerados, areniscas, limos, arcillas, margas y calizas de edad Mioceno s.l. La distribución y espesores de las diferentes facies, dan lugar a un acuífero multicapa, heterogéneo y anisótropo, que puede funcionar como libre, semiconfinado o confinado, según los casos. Por lo cual, y debido a que solo se cuenta con los datos puntuales obtenidos en algunos de los escasos sondeos de explotación que atraviesan dichas formaciones, su funcionamiento hidrodinámico es difícilmente determinable.

MARCO REGIONAL:
SISTEMAS ACUÍFEROS Y UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS



ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO



ESCALA: 1:200.000

FIGURA 3

LEYENDA:

Zona de estudio (hoja a E. 1:50.000 nº 404)

U.H. Burgos-Aranda (02.09)

Acuíferos libres o semiconfinados

Llanuras aluviales, terrazas y rañas

Calizas del Páramo (Mioceno)

Acuíferos profundos (Terciario Detrítico)

Lutitas, areniscas y conglomerados (Mioceno)

U.H.Cubeta de Almazán (02.15)

Acuíferos libres o semiconfinados

Llanuras aluviales y terrazas (Cuaternario)

Calizas del Páramo (Mioceno)

Acuíferos profundos (Terciario Detrítico)

Lutitas, areniscas y conglomerados (Mioceno)

U.H. Almazán Sur (02.16)

Acuíferos libres o semiconfinados

Conglomerados calcareos (Mioceno inferior)

Series Mesozoicas Carbonatadas (Lías y Cretácico superior)

Acuitardo

Serie Detrítica (Fm. Utrillas, Cretácico inferior)

Materiales de baja permeabilidad

Conglomerados, areniscas, limolitas y argilitas (Pérmico y Trías)

Cuarcitas y Pizarras (Silúrico-Devónico)

SÍMBOLOS UTILIZADOS:

12	Sistema Acuífero
09	Unidad Hidrogeológica
IMP.	Materiales de baja permeabilidad o impermeables
	Límite de Sistema Acuífero
	Límite de Unidad Hidrogeológica
	Límite de Cuenca Hidrográfica
1	Sondeos de interés hidrogeológico (con la última cifra de su nº en el Inventario de Puntos Acuíferos del ITGE)
5	Manantiales con caudal superior a 5 l/seg. (con la última cifra de su nº en el Inventario de Puntos Acuíferos del ITGE)

FIGURA 3: Marco hidrogeológico general, unidades Hidrogeológicas y principales acuíferos distinguidos en la hoja a E. 1:50.000 de Ayllón (nº 404).

Dichos materiales pueden alcanzar una potencia máxima de 500 m dentro de esta hoja, correspondiendo el 90% de la misma a los de granulometría más fina y menor permeabilidad.(limos y arcillas), mientras los niveles acuíferos, constituidos por lentejones de areniscas y conglomerados, representan solo un 10%.

La extracción de aguas subterráneas de esta unidad es muy baja, como indican los datos del Inventario de Puntos Acuíferos del ITGE. Los sondeos registrados en él son los siguientes:

TABLA 2

NÚMERO DE INVENTARIO (ITGE)	PROF. (m)	PROFUNDIDAD DE LOS NIVELES ACUÍFEROS (m)	LITOLOGÍA	USO DEL AGUA	CAUDAL (l/s)
20162001	270			Agricultura	5,5
20165001	125	5 - 20 28 - 30	Gravas Arenas y gravas	idem.	5,5
20166001	200			Abastecimiento	20
20166002	126			Industria	
20166003	114			Abastecimiento	0,1
20166004	150			idem.	0,6

Como se observa, las explotaciones anteriores tienen un rendimiento hidrogeológico dispar, lo cual quizá sea debido a las diferencias en el número y potencia de los horizontes acuíferos perforados, o bien a motivos técnicos, como son el método de perforación empleado, el tipo de filtro instalado o el desarrollo y limpieza de la obra.

El contacto entre estos materiales y las formaciones mesozoicas aflorantes en la mitad E de la hoja se establece mediante los conglomerados y brechas de borde, del Mioceno inferior, los cuales pasan lateralmente a las facies detríticas más finas, características de áreas distales de la cuenca.

Dichos conglomerados, pese a su escasa potencia, pueden originar manantiales importantes, como es el caso de los inventariados con los n°s 20167009 y 20167010, en los que se han aforado caudales de 42 y 11 l/s, respectivamente, lo cual da una idea de elevada capacidad de almacenamiento.

. *Acuífero de los Páramos*:

Es el que forman los niveles de calizas, margocalizas y margas karstificadas y/o fracturadas de los Páramos inferior y superior (de edad Vallesiense-Turoniense.

Los acuíferos que originan pueden ser libres o semiconfinados, dependiendo de si los bancos calcáreos (permeables) se sitúan en superficie o aislados de la misma mediante paquetes margo-arcillosos semipermeables (acuitardos).

Estas formaciones afloran en el tercio septentrional de la hoja y se incluyen tanto dentro de la presente unidad hidrogeológica como en la nº. 02.15 adyacente. Su explotación hidrogeológica es prácticamente nula. Tan solo se puede señalar la existencia de un sondeo, registrado con el nº 20161001, de 90 m. de profundidad, que se emplea para el abastecimiento de Aldealengua de Sta. María.

La disposición morfoestructural de las series carbonatadas del Páramo favorece la generación de manantiales, que surgen de los niveles acuíferos colgados, en las rupturas de pendiente. Esta fuentes alimentan a los numeros arroyos que diseccionan los páramos y suelen presentar importantes fluctuaciones estacionales, llegando a desaparecer durante los mese de estiaje.

. *Acuíferos aluviales, terrazas y rañas*:

Están asociados a los depósitos cuaternarios de los principales ríos y arroyos que atraviesan la unidad, como el Riaza, Aguisejo o Pedro, y a las formaciones pliocuaternarias de tipo "raña" que se localizan en el cuadrante SO de la hoja.

La mayoría de esos depósitos se disponen sobre los materiales del Mioceno detrítico en la mitad O de la hoja, salvo los asociados a los valles que atraviesan los Páramos de la franja N. En general, se encuentran compuestos por gravas cuarcíticas, arenas, limos y arcillas rojas, con un espesor máximo de 10 a 12 m, cuya porosidad eficaz (de tipo intergranular), puede alcanzar hasta un 35%.

Los acuíferos de este tipo suelen ser libres, y se encuentran aislados entre sí por razones morfoestructurales, como es el caso de el caso de rañas y terrazas altas, que constituyen acuíferos colgados (sector Corral de Ayllón-Fresno de Cantespino), o bien se disponen en conexión hidráulica con los cursos fluviales, cuando se trata de llanuras aluviales y terrazas bajas. Se explotan generalmente mediante pozos de gran diámetro, con profundidades de 3 a 10 m, que aportan

caudales de entre 1 y 15 l/s (Q específicos de 1 a 10 l/s/m), dependiendo del espesor saturado y de las relaciones entre acuíferos y ríos o arroyos.

El **funcionamiento hidrogeológico** de la unidad 02.09 se caracteriza por un flujo tridimensional complejo, con una componente general en sentido E-O. El área de recarga se sitúa junto a la Cordillera Ibérica y las zonas de descarga se localizan en las inmediaciones de los ríos principales (figura 4).

La U.H. Burgos-Aranda es una de las más extensas de la Cuenca del Duero por lo que calcular su **balance hídrico** con datos referidos únicamente a esta hoja resulta a las claras poco representativo.

Según lo expuesto en DGOH-ITGE (1988) y en ITGE (1998), hay que considerar una recarga anual por infiltración de agua de lluvia de 130 hm^3 (de los cuáles 6,7 hm^3 corresponden a la hoja de Ayllón) y unas entradas subterráneas desde la U.H. 02.10 de 106 hm^3/año.

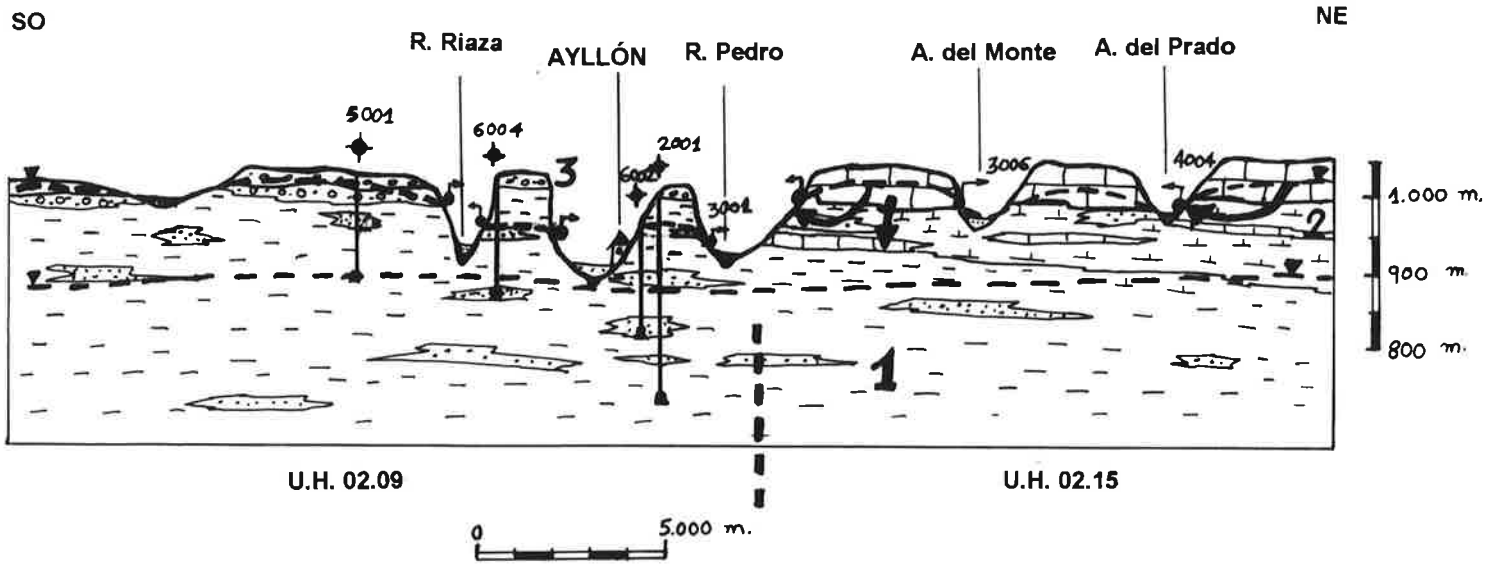
En cuanto a las salidas, se ha calculado que unos 220 hm^3/año se drenan a través de manantiales y cursos de agua superficiales, mientras que las extracciones por bombeos son de 10 hm^3/año, y existe una descarga profunda de 6 hm^3/año hacia la U.H. Región Central (02.08). De estos valores, se estima que un 10% corresponden a la hoja en cuestión.

Los datos de **calidad** referentes a las aguas subterráneas de esta unidad permiten clasificarlas dentro del tipo bicarbonatado cálcico-magnésico, con excepción de las relacionadas con facies yesíferas, que son de tipo sulfatado (IGME, 1987). Suelen presentar una mineralización débil, una dureza intermedia a baja y una conductividad de 500 a 1.000 µS/cm (675 µS/cm en el punto nº 20161001). De acuerdo con lo expuesto, se trata de aguas aptas para abastecimiento y regadío, hallándose en este caso incluidas dentro de los grupos C_1S_1 y C_1S_2.

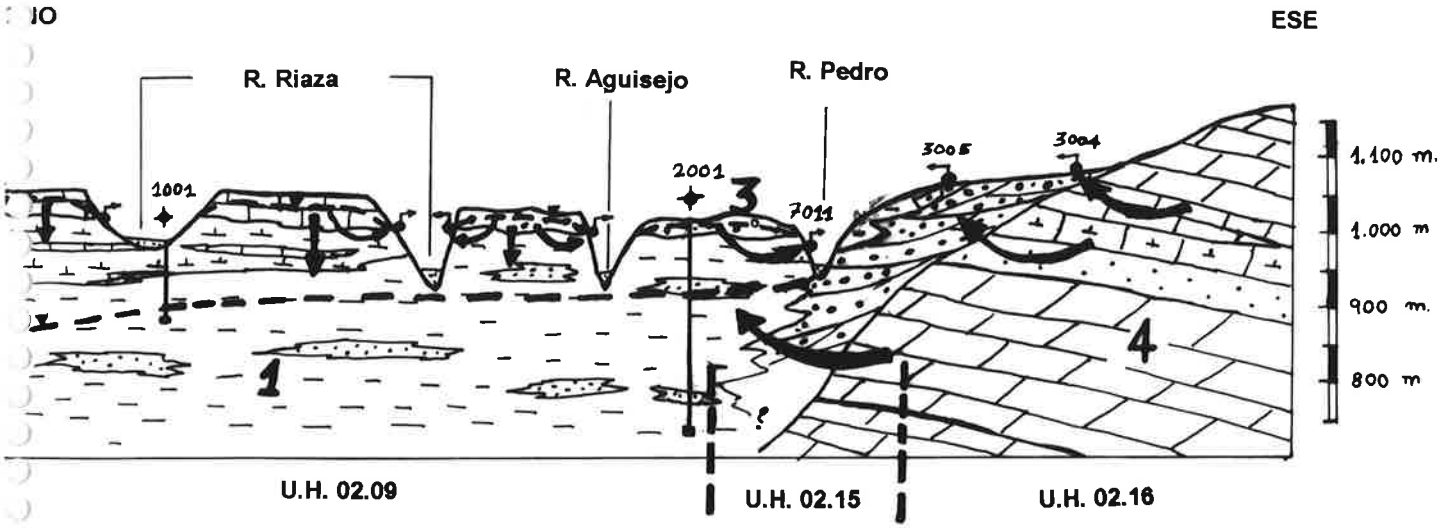
Hasta el momento actual no se han detectado problemas de **contaminación** en las aguas subterráneas de esta zona. Las concentraciones de nitratos procedentes de actividades agropecuarias halladas en los niveles acuíferos profundos son muy bajas. Sin embargo, a los acuíferos del terciario Detrítico se les atribuye una vulnerabilidad intermedia, y los ligados a rañas y páramos se consideran de vulnerabilidad alta (ITGE, 1998).

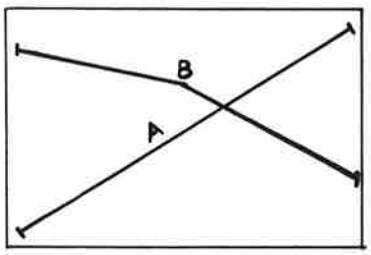
Por ello, conviene adoptar medidas especiales de protección en esas zonas, especialmente de cara a la ubicación de cultivos agrícolas en los que se empleen grandes cantidades de productos fitosanitarios y abonos nitrogenados, y de otras actividades potencialmente contaminantes como vertederos, granjas de ganadería intensiva o determinadas industrias.

PERFIL "A"



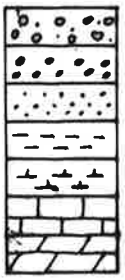
PERFIL "B"





Traza de los perfiles

LITOLOGÍA:



- Gravas (terrazas y rañas)
- Conglomerados de borde
- Arenas y areniscas
- Arcillas y limos
- Margas
- Calizas
- Dolomías

FIGURA 4: Perfiles hidrogeológicos conceptuales de la hoja a E. 1:50.000 nº 404 (Ayllón).

LEYENDA:

TIPOS DE ACUÍFEROS:

1.- Terciario Detrítico

2.- Páramos Calcáreos

3.- Llanuras aluviales, Terrazas y Rañas

4.- Mesozoico Carbonatado

SÍMBOLOS:

Superficie piezométrica

2001 Sondeo (con las cuatro últimas cifras de su nº en el Inventario ITGE)

7011 Manantial (con las cuatro últimas cifras de su nº en el Inventario ITGE)

Límites entre Unidades Hidrogeológicas

Sentido del flujo subterráneo

FIGURA 4

- Unidad Hidrogeológica 02.15 Cubeta de Almazán:

Ocupa una superficie total en la Cuenca del Duero de 2.883,1 km^2, de los cuales 86,5 corresponden a la hoja de Ayllón, y sus límites coinciden en gran medida con los del antiguo Sistema nº 88 (10-bis), denominado Terciario del Sureste de Soria (IGME, 1983).

Así pues, se encuentra limitada al E por los materiales terciarios de la Cuenca del Ebro; contacta por el N y S con las formaciones carbonatadas mesozoicas y con las facies detríticas terciarias de borde incluidas en las UU.HH. Arlanza-Ucero-Avión y Almazán Sur (antiguo Sistema nº 10), respectivamente, y hacia el O, con los afloramientos de calizas del Páramo (Mioceno) del área del Burgo de Osma.

Los niveles permeables más importantes que pueden encontrarse en esta U.H. corresponden a los lentejones arenosos y conglomeráticos englobados en la serie con predominio de materiales lutítico-arenosos de edad Mioceno s.l. que rellenan la Cubeta de Almazán.

Por tanto, el acuífero principal de la unidad es de tipo multicapa, semiconfinado a escala regional, de gran heterogeneidad y anisotropía que, pese a su aparente aislamiento, se halla relacionado con todas las unidades hidrogeológicas definidas en los materiales que circundan la citada cubeta.

Las calizas de los Páramos constituyen un acuífero kárstico superficial de cierta entidad en la zona de estudio, que se descarga hacia río Pedro a través de numerosos manantiales, como se observa en el siguiente cuadro, donde se resumen los datos de las principales surgencias de la unidad:

TABLA 3

NÚMERO DE INVENTARIO (ITGE)	TÉRMINO MUNICIPAL	COTA TOPOGRÁFICA (m.s.n.m.)	CAUDAL (l/s)	USO DEL AGUA	TIPO DE ACUÍFERO
20163001	San Esteban de Gormaz	960	20	Desconocido	Kárstico (Páramo)
20163002	idem	1.020	7	Abastecimiento	Detrítico
20163003	idem	1.010	10	Desconocido	Detrítico
20163006	idem	980	50	idem	Kárstico (Páramo)
20164002	idem	1020	5,5	idem	idem
20164003	idem	990	3	idem	idem
20164004	idem	950	10	idem	idem
20167011	Montejo de Tiermes	1.025	5	Abastecimiento	Detrítico

Los **parámetros hidraulicos** medios de dichos materiales indican una transmisividad de 5 a 100 m2/día y un caudal específico de 0,01 a 0,03 l/s por cada metro de descenso en los sondeos de explotación enclavados en otras áreas de esta U.H., pues dentro de esta hoja no se ha inventariado ninguno.

El cálculo del **balance hídrico** de esta unidad resulta complicado debido a sus numerosas conexiones laterales con las unidades limítrofes.

A grandes rasgos, puede decirse que su recarga se efectúa principalmente por infiltración de aguas pluviales, lo cual representa dentro de esta hoja unos 4,5 hm^3/año, y por los aportes procedentes de los acuíferos mesozoicos que limitan la cubeta en sus bordes N y S (UU.HH. Arlanza-Ucero-Avión y Burgos-Aranda, respectivamente), que equivalen a 90 hm^3/año. También debe existir una recarga subterránea desde la cuenca del Ebro, pero ésta no han sido cuantificada hasta el momento.

Las salidas más importantes se deben al drenaje a través del río Duero y afluentes (237 hm^3/año) y, en menos del 2%, a las extracciones para abastecimiento urbano y agricultura, con las que se riegan unas 400 ha. .

Los análisis para determinar la **calidad química** de las aguas de esta unidad indican una facies predominante de tipo bicarbonatado cálcico, con una conductividad de 300 a 800 µS/cm. y un pH de 6,9 a 8,2. Las concentraciones medias de sus componentes químicos mayoritarios son las siguientes:

TABLA 4

ANIONES	Concentración (mg/l)	CATIONES	Concentración (mg/l)
Cloruros	50	Sodio	14
Sulfatos	100	Potasio	8
Nitratos	32	Magnesio	45
Bicarbonatos	244	Calcio	80

En general, se trata de aguas con bajo contenido en sales y por tanto aptas para el abastecimiento a poblaciones y excelentes para su uso en la agricultura. Su índice SAR no supera el valor 2 y están clasificadas, según la U.S. Salinity Laboratory Staff, dentro del grupo C_2S.

En la zona de este estudio no existen problemas de contaminación en los acuíferos descritos. Sin embargo, más al E, hacia El Burgo de Osma se han detectado en algunos sondeos valores de nitratos y nitritos que superan las concentraciones sanitariamente admisibles. Sus causas pueden encontrarse,

respectivamente, en las actividades agrícolas y en la contaminación orgánica debida a vertidos urbanos.

Por todo ello, conviene adoptar las precauciones oportunas con el fin de preservar la calidad de los acuíferos libres del Páramo, considerados altamente vulnerables, cuyas aguas se emplean para el abastecimiento de numerosas poblaciones.

- Unidad Hidrogeológica 02.16 Almazán Sur:

Tiene una extensión total de 1218,1 km^2 y dentro de la hoja de Ayllón ocupa un sector triangular de unos 70 km^2. Sus límites están constituidos por el Acuífero Terciario Detrítico de la Cubeta de Almazán, al Norte, y por los materiales del Trías, considerados impermeables a escala regional, al Sur.

El acuífero fundamental de esta unidad lo constituyen las dolomías, carniolas y calizas de las formaciones correspondientes al Lías de la Cordillera Ibérica, denominadas Imón, Cortes de Tajuña, Cuevas Labradas y Cerro del Pez, principalmente.

En esta hoja se afloran también, discordantes sobre aquéllas, las series carbonatadas del Cretácico superior del dominio del Borde Norte del Sistema Central. Se trata, de base a techo, de las siguientes formaciones:

- Fm. Margas y calizas de Picofrentes
- Fm. Calizas bioclásticas de Muñecas
- Fm. Calizas nodulares de Hortezuelos
- Fm. Calizas detríticas de Hontoria del Pinar
- Fm. Calizas de Burgo de Osma

Todas ellas presentan tramos de permeabilidad variable, por fisuración y/o karstificación, que originan acuíferos libres generalmente, comunicados entre sí mediante fracturas de mayor entidad.

En la base del conjunto cretácico se encuentra la Fm. Utrillas, eminentemente detrítica y discordante a su vez sobre el Jurásico, que actúa como acuitardo debido a su baja permeabilidad.

A techo de la serie del Cretácico superior se encuentran los conglomerados calcáreos sinorogénicos del Mioceno inferior, también karstificados, aunque de escasa potencia. Destacan por constituir la vía de descarga para algunos de los manantiales procedentes de los acuíferos mesozoicos. Este es el caso de los nº 20163004 y 20164001, con caudales de 5,5 y 5 l/s, respectivamente.

Otro de los puntos incluidos en esta unidad es el nº 20163005, que corresponde a una surgencia asociada a los cabalgamientos que afectan al Cretácico superior al NE de Liceras. Su caudal, según los datos del Inventario del ITGE, es de 200 l/s, por lo que constituye una de las descargas más importantes de la U.H. 02.16, en este caso dirigida hacia el río Pedro.

Los **parámetros hidráulicos** de este tipo de acuíferos se han calculado mediante los ensayos de bombeo en los sondeos ubicados en hojas limítrofes, situadas al E de la de Ayllón, con caudales de explotación de 3 a 30 l/s. Los resultados obtenidos indican una transmisividad elevada, de 1.000 a 1.500 m^2/día, con coeficientes de almacenamiento comprendidos entre 0,02 y 0,06.

El **balance hídrico** de esta U.H. indica unas entradas por infiltración de aguas pluviales de 220 hm^3/año, de los que 7,2 hm^3/año corresponden a esta hoja. Las salidas debidas al drenaje fluvial se cifran en unos 100 hm^3/año; mientras que sus aportes laterales hacia los acuíferos terciarios de la U.H. 02.15 se calculan en unos 120 hm^3/año. La cantidad dedicada al abastecimiento urbano, agricultura y usos industriales se considera insignificante, estimándose en menos de 1 hm^3/año.

En cuanto a la **calidad química**, las aguas subterráneas de esta unidad son del tipo bicarbonatadas cálcicas, considerándose aptas para usos urbanos y agrícolas.

Hasta el momento no se han detectado problemas de **contaminación** en las aguas subterráneas de este sector de la U.H. 02.15, debido fundamentalmente a su baja densidad de población y a la orografía de la zona, que no favorece el desarrollo de una agricultura intensiva. Sin embargo, dadas sus características hidrogeológicas -predominio de acuíferos libres, kársticos o fisurales, altamente vulnerables-, es preciso extremar las precauciones con vistas a la posible implantación de nuevos usos industriales o agropecuarios en su territorio.

- Unidad Hidrogeológica 02.18 Segovia:

Tiene una presencia anecdótica dentro de esta hoja, con una extensión de menos de 1 km^2 incluidos en el término municipal de Maderuelo, en la esquina NO.

La mayor parte de su superficie corresponde al vaso del embalse de Linares del Arroyo (río Riaza) y los únicos afloramientos que pueden observarse

en sus márgenes están constituidos por las calizas y margas de los Páramos inferior y superior.

Las características hidrogeológicas de estos materiales ya han sido descritas en el apartado correspondiente a la U.H. Burgos-Aranda.

- Materiales de baja permeabilidad:

En este grupo se incluyen todas aquéllas unidades litológicas no clasificadas hidrogeológicamente, por considerarse impermeables a escala regional, aunque localmente pueden originar acuíferos de cierto interés.

Dentro de la hoja de Ayllón, estas formaciones, cuyas edades van desde el Paleozoico hasta el Trías, corresponden al zócalo de la Sierra de Ayllón y ocupan una superficie de unos 34 km^2, de acuerdo con los límites propuestos en DGOH-ITGE (1988) que no coinciden exactamente con sus afloramientos cartografiados (ver figura 3).

Los materiales que reúnen estas características son de litología muy variada. Las formaciones del Pérmico y Triásico son de naturaleza eminentemente detrítica, con predominio de areniscas, conglomerados, limolitas, lutitas rojas e intercalaciones dolomíticas (Fm. Cuevas de Ayllón). Por su parte, las unidades del Silúrico y Devónico, metamórficos de bajo grado, se hallan constituidos por pizarras y cuarcitas, fundamentalmente.

Su porosidad eficaz media se considera muy baja, con valores del 2 al 10%. Al igual que su permeabilidad, cuyos valores máximos en materiales detríticos poco alterados no llegan a superar los 10^{-2} m/día, propios de formaciones escasamente permeables o acuitardos (CUSTODIO et al., 1983).

Pese a todo expuesto, estas formaciones pueden generar pequeños acuíferos locales, asociados a corredores de fractura y/o alteración, con capacidad para resolver problemas puntuales de abastecimiento (a pequeñas poblaciones, industrias, regadíos, etc). O bien, dan lugar a acuíferos de mayor entidad (por porosidad intergranular o fisuración), alimentados por una recarga pluviométrica elevada y que se manifiestan en forma de surgencias asociadas en los contactos entre litologías de diferente permeabilidad y gran continuidad lateral.

Este último es el caso de los manantiales localizados en las unidades detríticas permotriásicas anteriormente citadas. Tal como indican los puntos acuíferos inventariados por el ITGE, hacia el E de Cuevas de Ayllón existen ocho manantiales (los nº 20167001 al 20167008), situados en torno a la cota 1.100 m., dentro de la Fm. Conglomerados del Río Pedro, que presentan caudales medios

de unos 7 l/s, y otra surgencia más (nº20168001), con un caudal de 5 l/s que se utiliza para el abastecimiento de Liceras, asociada a la Fm. Areniscas y Lutitas de Termancia.

BIBLIOGRAFÍA

- CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1983): Hidrología Subterránea. Vol. I y II. Omega, Barcelona.

- DGOH-ITGE (1988): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del Territorio Peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características: 02 Cuenca del Duero. Estudio 07/88. Memoria, planos y fichas. Inédito

- FONT TULLOT, I. (1983): Atlas Climático de España. Inst. Nal de Meteorología.

- GARCÍA DE PEDRAZA, L. y REJIA GARRIDO, A.(1994): Tiempo y Clima en España. Meteorología de las Autonomías. Ed. Dossat 2000, Madrid. 410 pp

- IGME (1980): Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12. Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 75 pp. y 21 planos

- IGME (1983): Investigación Hidrogeológica Básica del Sistema nº 88 (10-Bis), Terciario del Sureste de Soria. Cuenca del Duero. Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 64 pp. y 9 planos

- IGME (1987): Calidad química de las aguas subterráneas de la Cuenca del Duero. Programa Nacional de Gestión y Conservación de los Acuíferos. Colección Informe. Servicio de Publicaciones del MINER, Madrid. 43 pp. y 16 planos.

- ITGE (1991): Mapa Hidrogeológico de España a E. 1:200.000. Hoja nº 30 (Aranda de Duero). Primera Edición.

- ITGE (1992): Capítulo VIII: Cuenca del Duero. In: "Las Aguas Subterráneas en España". Informe de Síntesis. 2ª Edición, pp. 197-216.

- ITGE (1998): Atlas del Medio Hídrico de la provincia de Burgos. Memoria. Excma. Dip. Prov. de Burgos, 148 pp.

- MOPTMA (1994): Plan Hidrológico del Duero.

- PAPADAKIS, J.(1966): Climates of the world and their agricultural potentialities. Ed. por el autor, Buenos Aires.

ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO

ESCALA 1:200.000

LEYENEDA

CUATERNARIO

Llanuras aluviales, rañas y terrazas

Gravas, arenas, arcillas y limos. Acuíferos libres. Porosidad intergranular. Permeabilidad (K) media-alta.

MIOCENO SUPERIOR

Páramos calcáreos

Calizas y margas. Acuíferos kársticos libres o semiconfinados. K media-alta.

Terciario Detrítico (Región de la Ibérica).

Conglomerados, areniscas, limos, arcillas, margas y calizas. Acuífero multicapa, confinado o semiconfinado. Porosidad intergranular y/o por karstificación. K media-baja.

CRETACICO SUPERIOR

Calizas, dolomías y margas. Acuíferos libres o semiconfinados. Porosidad por karstificación y de fractura. K media-alta.

CRETÁCICO INFERIOR

Arenas con cantos y arcillas (Fm. Utrillas). Acuífero detrítico con porosidad intergranular. K media-baja.

JURÁSICO (LÍAS)

Calizas, dolomías, margas y areniscas. Acuíferos libres o semiconfinados. Porosidad por karstificación y fracturación. K media-alta

PÉRMICO Y TRIÁSICO

Areniscas, conglomerados, argilitas, limolitas y dolomías. Porosidad intergranular y/o por fracturación. K baja a muy baja (acuitardo).

PALEOZOICO

Pizarras, areniscas y cuarcitas. Impermeable o con acuíferos aislados (asociados a fracturas y zonas de alteración).

SIGNOS CONVENCIONALES

Sondeos con datos de interés hidrogeológico

Manantiales con Q>20 l/seg

Contactos entre unidades litológicas

Fallas

Cursos fluviales permanentes

875

Isopiezas. Niveles medidos en acuíferos comprendidos entre 40 y 100 m. de profundidad (Abril, 1986)

850

Isopiezas. Niveles medidos en acuíferos situados a más de 200 m. de profundidad (Abril, 1986)