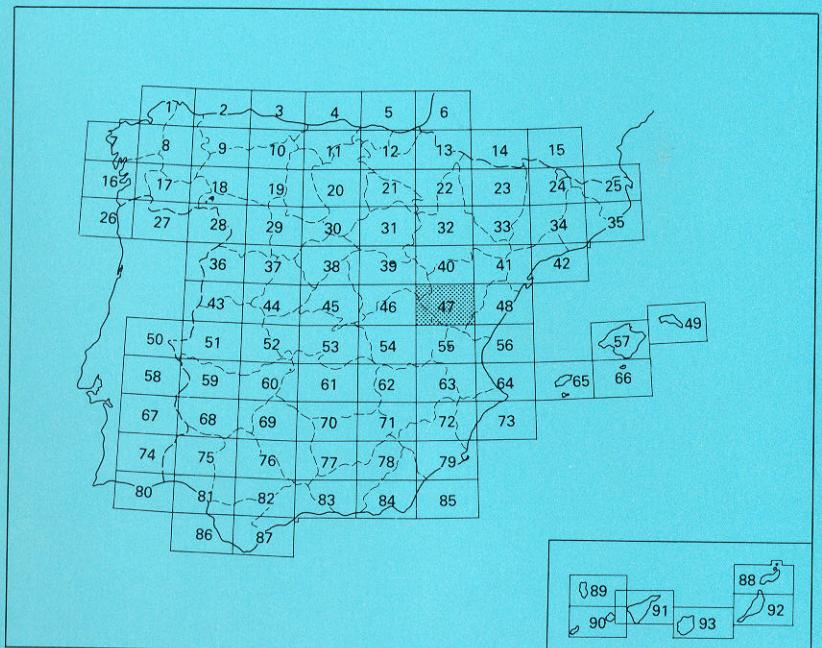




MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

Primera edición



TERUEL

34240



MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

TERUEL

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por la Dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia del ITGE, con la colaboración de EPTISA.

MAPA HIDROGEOLÓGICO DE ESPAÑA
Escala 1:500.000
TERUEL

© INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-7537-1995
ISBN: 84-7840-215-2
NIPO: 241-95-009-2

Fotocomposición: GEOTEM, S.L.
Impresión: Master's Gráfico, S.A.

ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN.....	5
2. MARCO GEOLÓGICO.....	7
2.1. ESTRATIGRAFÍA	8
2.2. TECTÓNICA	14
3. DESCRIPCIÓN DE ACUÍFEROS	19
3.1. GENERALIDADES	19
3.2. SISTEMA ACUÍFERO N.º 18 MESOZOICO DEL FLANCO OCCIDENTAL DE LA IBÉRICA	23
3.2.1. Subsistema de Cuenca.....	24
3.3. SISTEMA ACUÍFERO N.º 54 «ALTO JURIA».....	28
3.3.1. Subsistema acuífero «Montes Universales»	30
3.3.2. Subsistema acuífero del Alpuente	32
3.4. SISTEMA ACUÍFERO N.º 55: MAESTRAZGO-JAVALAMBRE Y PLANA DE VINAROZ	33
3.4.1. Subsistema acuífero del Javalambre	36
3.4.2. Subsistema de Mosqueruela	44
3.5. SISTEMA 57: MONREAL-GALLOCANTA.....	47
3.5.1. Subsistema Cella-Molina de Aragón	48
3.5.2. Subsistema de Alto Jiloca	52
3.5.3. Subsistema Lidón-Palomera-Celadas	59
4. USOS Y DEMANDAS	
5. BIBLIOGRAFÍA.....	64

1. PRESENTACIÓN

Una de las misiones específicas del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de Febrero.

Desde 1970 el ITGE viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el ITGE como informes de síntesis a los que acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a los organismos oficiales.

En base a los datos disponibles, se ha considerado el gran interés que presenta la publicación de mapas de síntesis hidrogeológica a escala 1:200.000 en forma de hojas de la cuadricula topográfica oficial, en aquellas regiones en las que la información es más completa y abundante.

El objetivo del Mapa Hidrogeológico a escala 1:200. 000 es, por una parte, mostrar en síntesis las características hidrogeológicas y de explotación de los acuíferos, y por otra ofrecer la información que permita la realización de estudios de mayor detalle.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología, basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa pueda entenderse con una sucinta memoria explicativa. Con objeto de facilitar la labor de todo aquel que se interese en una información más detallada sobre la región cubierta por la hoja, se incluye una lista de referencias bibliográficas, que comprende no sólo los libros o informes publicados, sino todos aquellos documentos editados en reducido número de ejemplares y disponibles para su consulta en el Centro de Documentación del ITGE.

2. MARCO GEOLÓGICO

La hoja de Teruel se sitúa en la mitad meridional de la Cordillera Ibérica. Está ocupada, en su mayor parte, por la rama Castellana o Interna de la Cordillera Ibérica y por un sistema de fosas: Calamocha-Teruel (de dirección ibérica, NO-SE), Alfambra-Teruel-Mira (N-S), junto con el eje que forman las depresiones de Sarrión y del río Mijares.

En esta distribución se diferencian tres sectores (figura 1):

- Rama Castellana: constituida por un zócalo hercínico, sobre el que se depositan discordantemente los materiales mesozoicos y cenozoicos. Comprende las serranías de Albarracín y Cuenca. Ocupa la zona oeste de la hoja.
- Sector del Maestrazgo: ocupa el borde NE de la hoja. Incluye un área subtabular en torno al macizo de Gúdar.
- Sector levantino: correspondiente al macizo de Javalambre. Ocupa el centro -oriental y sur de la hoja.

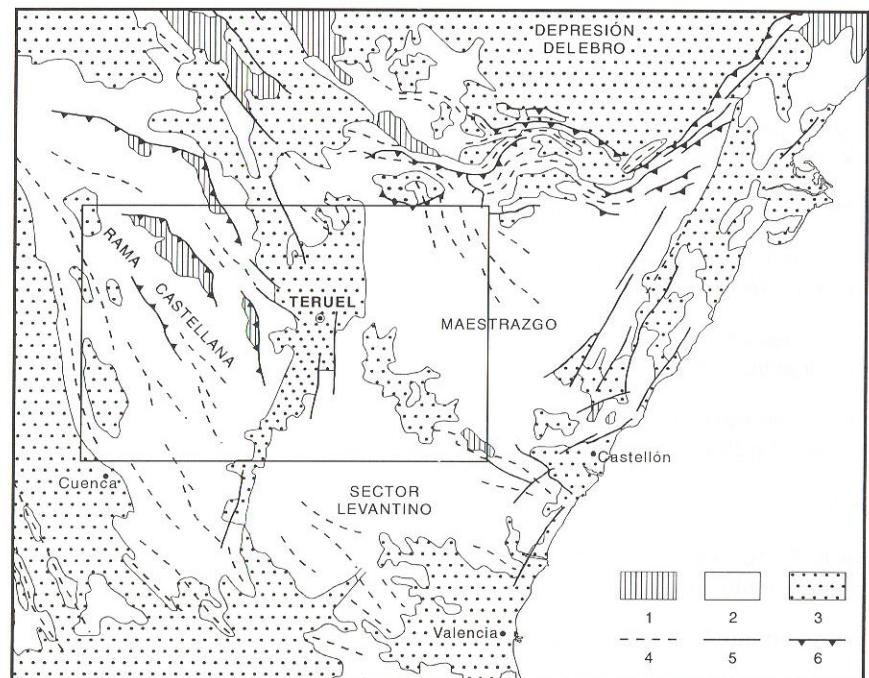


Figura n.º 1

2.1. ESTRATIGRAFÍA

• Paleozoico

Está representado por cuarcitas, pizarras, areniscas y margas, de edades comprendidas entre el Ordovícico y el Silúrico.

Aflora en la mitad occidental de la hoja. Da lugar a una serie de macizos de gran relieve que constituyen verdaderos horst (Sierras de Albarracín, Valdemeca, Nevero y Tremedal). La potencia máxima calculada es de unos 1.300 metros.

• Permo-Triásico

Buntsandstein: constituido por una serie detrítica de conglomerados, brechas, areniscas y lutitas de característicos tonos rojizos.

Aparece en extensos afloramientos repartidos por toda la hoja. Destacan los de Valdemeca, al SO, Sierra de Carbonera, al sur de Gea de Albarracín, y Sierra de la Espina, al SE.

La potencia es variable, llegando a alcanzar los 500 metros.

Muschelkalk: formado por un conjunto calco-dolomítico, con intercalación de areniscas, margas y, ocasionalmente, evaporitas (tramo medio).

Aflora principalmente en la mitad sur de la hoja, aunque hay pequeños afloramientos dispersos por todo el ámbito geográfico de la misma.

La potencia alcanza los 125 metros.

Keuper: constituido por dos series evaporíticas, separadas por un tramo detrítico. Litológicamente son arcillas, yesos y areniscas.

Los principales afloramientos se localizan en la mitad meridional de la hoja: Sierra de Valdemeca al SO, y Sierras de Camarena, Javalambre y Espina en el cuadrante SE.

La potencia de estos materiales es muy variable debido a su extraordinaria plasticidad, varía entre 20 y 230 metros.

• Jurásico

Está formado fundamentalmente por rocas carbonatadas, con algunos tramos margocalizos intercalados (figura n.º 2).

Aflora ampliamente en toda la hoja.

Jurásico inferior: *Lías*: Se inicia con la Fm. de Carniolas de Cortes de Tajuña, constituidas por dolomías cristalinas, oquerosas y vacuolares, de aspecto masivo, y brechas dolomíticas (potencia máxima = 145 metros).

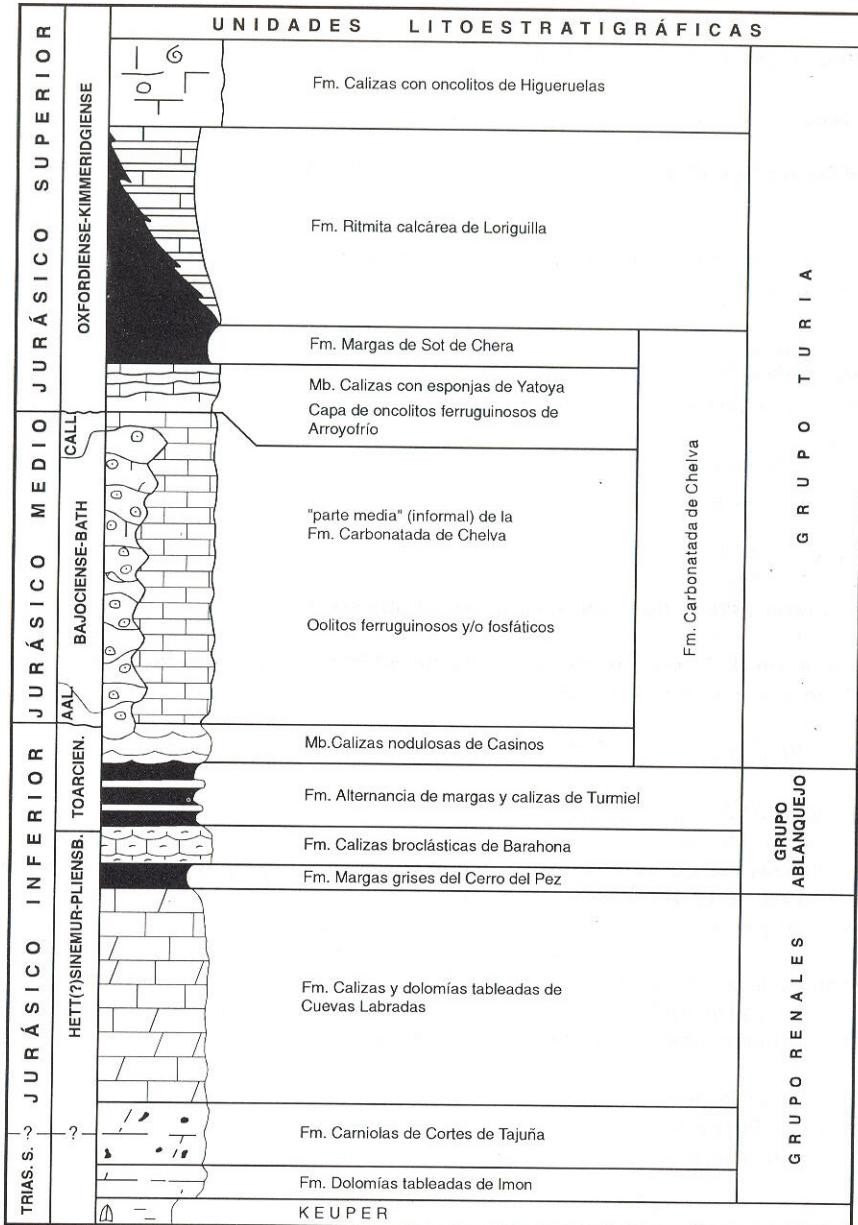


Figura n.º 2 Cuadro con las unidades litoestratigráficas del Jurásico, definidas en la Cordillera Ibérica. (IGME, 1985 a)

Por encima se sitúa la Fm. de calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas, compuesta por calizas, dolomías y calizas dolomíticas (potencia máxima = 190 metros). Esta Fm. se hace más margosa a techo, dando lugar a la Fm. de margas grises de Cerro del Pez, constituida por margas, calizas margosas y margocalizas (potencia inferior a 12 metros. Está ausente en la zona SO de la hoja).

Por encima se encuentra la Fm. de calizas bioclásticas de Barahona, formada por calizas bioclásticas, calizas margosas y margas. Su espesor es mayor en la parte central y sur de la hoja, alcanzando los 30 metros.

Por último, y a techo de la serie liásica, se encuentra la Fm. de alternancia de margas y calizas de Turmiel (Toarcense). En la zona SE de la hoja intercalan tobas volcánicas (Camarena de la Sierra). Hacia el sur de la hoja, y ascendiendo en la serie, se pasa a los materiales de la Fm. carbonatada de Chelva, formada por calizas, calizas margosas y margas. Su potencia máxima es de 75 metros. Esta última Fm. continúa hasta el Malm inferior.

Jurásico medio: Dogger: Está ocupado por parte de la Fm. carbonatada de Chelva. Se diferencian dos tipos de facies: micríticas, constituidas por calizas y calcarenitas bioclásticas, con numerosos nódulos de sílex, y oolito-dolomíticas, formadas por calizas oolíticas y bioclásticas. Las primeras se localizan en la parte este de la hoja y las segundas en la zona occidental. A techo se sitúa la capa de oolitos ferruginosos de Arroyofrío, que marca el límite con el Jurásico superior.

La potencia llega a superar los 150 metros, disminuyendo hacia el este de la hoja.

Jurásico superior: Malm: Se inicia con la Fm. de calizas con esponjas de Yátova, constituida por calizas con pequeñas intercalaciones margosas. Por encima aparece una alternancia de calizas margosas perteneciente a la Fm. de margas de Sot de Chera, Fm. de la ritmita calcárea de Loriguilla y a la Fm. de margas de Frías, con una potencia máxima de 170 metros y edad Oxfordiense sub-Kimmeridgiense inferior.

En el techo de la serie, se sitúa la Fm. de calizas con oncolitos de Higueruelas, constituida por calizas, calizas oolíticas-oncolíticas y calizas bioclásticas areniscosas y conglomeráticas. La potencia máxima es de unos 150 metros.

Finalizando el ciclo de sedimentación jurásica y en el tránsito Jurásico-Cretácico, aparece, en facies Purbeck, una alternancia de arcillas margosas, margas, arenas, areniscas y calizas bioclásticas de edad Portlandiense, con una potencia máxima de 300 metros.

• Cretácico

Cretácico inferior: Se diferencian dos surcos de sedimentación de orientación dominante NW-SE: Surco Ibérico nororiental y Surco Ibérico suroccidental. En el primero, sólo afecta a la hoja de Teruel la cuenca de Mora de Rubielos:

a) *Surco Ibérico nororiental:* Cuenca de Mora de Rubielos (figura 3). Se inicia con los depósitos detríticos de la Fm. de areniscas de Mora de Rubielos (150 metros máximo de potencia) y Fm. de areniscas de Camarillas (50 metros de potencia media). Esta última pasa lateralmente a la Fm. de calizas y margas de Arés del Maestre (180 metros de potencia máxima), de naturaleza carbonatada.

Por encima se sitúa la Fm. de arcillas de Morella (100 metros máximo), que supone el final de un ciclo de sedimentación terrígena. Con el paso a la Fm. superior de calizas y margas de Chert (105 metros máximo), se inicia la sedimentación carbonatada del Aptiense. Pasa, de forma gradual, a la Fm. de margas de Forcall (180 metros máximo), aumentando progresivamente el contenido margoso, a expensas del carbonatado.

C R E T Á C I O	ALBIENSE INF. - MEDIO	ARENISCAS DEL MAESTRAZGO
	E	ALBIENSE INF. CLANSAYESE
E	CLANSAYESE GARGASIENSE	CALIZAS DE VILLARROSY DE LOS PINARES
A P T I E N S E	BEDOULIENSE SUP. BEDOULIENSE INF. FINAL	MARGAS DE FORCALL
A P T I E N S E	BEDOULIENSE INF.	CALIZAS Y MARGAS DE CHERT
A P T I E N S E	BEDOULIENSE BASAL BARREMIEN. TERMINAL	ARCILLAS DE MORELLA
A P T I E N S E	BARREMIENSE	CALIZAS Y MARGAS DE ARES DEL MAESTRE
A P T I E N S E	BARREMIENSE INF. HAUTERIVIENSE	ARENISCAS DE CAMARILLAS
A P T I E N S E	VALANGINIENSE	ARENISCAS DE MORA DE RUBIELOS
J U R Á S I C O		

Figura n.º 3 Cuadro con las Formaciones del Cretácico inferior de la Cuenca de Mora de Rubielos (IGME, 1985 a)

El paso de esta Fm. a la inmediata superior, Fm. de calizas de Villarroya de los Pinares (180 metros de potencia máxima), se produce de forma neta. El ciclo carbonatado del Aptiense finaliza con la Fm. de calizas de Benasol (190 metros de potencia máxima), en la que se incorporan, de forma progresiva, elementos terrígenos. Fuera de esta hoja, se pasa de forma gradual a la Fm. de Lignitos de Escucha y en ésta a la Fm. de Arenas de Utrillas.

b) *Surco Ibérico suroccidental*: discordantemente, sobre diferentes términos del Jurásico, se sitúan las formaciones de arenas y arcillas de «El Collado» y de calizas de Huérgina. La primera se compone de conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas, con potencias que pueden alcanzar los 160 metros. En la segunda se diferencia un miembro inferior, de naturaleza terrígena con espesores de hasta 110 metros y otro superior, en facies carbonatada.

c) *Fm. de Arenas de Utrillas*: de edad Albiense. Está formada por arenas, areniscas, lutitas, limolitas y conglomerados. Están presentes, tanto en el Surco Ibérico suroccidental, como en la cuenca de Mora de Rubielos. Ocasionalmente, se sitúa directamente encima del Triásico.

Cretácico superior

Dentro de este conjunto se diferencian tres sectores en función de las características litológicas:

- Sector central de la cordillera Ibérica: ocupa el cuadrante noroccidental de la hoja.
- Sector suroccidental de la cordillera Ibérica-Serranía de Cuenca, en la esquina SO de la hoja.
- Sector del Maestrazgo, en el borde este de la hoja.

En general, el Cretácico superior es de carácter carbonatado, con tramos margosos y alguno detritico. Su potencia total puede alcanzar los 500 metros.

Sobre la Fm. de arenas de Utrillas se depositan de forma concordante las formaciones que aparecen en la figura n.º 4, diferenciadas según sectores.

Los condicionantes paleogeográficos durante la sedimentación del Cretácico superior en el ámbito de estudio, dieron lugar a una gran diversidad de litofacies, difícilmente analizables a escala 1:200.000.

La sedimentación durante el Cretácico superior corresponde a una megasecuencia de carácter transgresivo-regresiva, con cuatro ciclos separados por discontinuidades estratigráficas:

- 1.º ciclo (Vraconiense): tendencia transgresiva. Se manifiesta claramente en el sector central de la Cordillera Ibérica.

- 2.º ciclo (Cenomaniense): se encuentra bien representado en los tres sectores. Es de tendencia transgresiva y queda caracterizado por un ambiente de llanura de marea carbonatada con presencia continuada de medios sub e intermareales. Posteriormente el carácter es regresivo, con ambientes inter y supramareales.
- 3.º ciclo (Turoniense): se inicia en el borde occidental (Serranía de Cuenca y sector central de la Ibérica), con la instalación de medios de plataforma abierta. En una segunda etapa se produce un fenómeno de somerización que afecta también al Maestrazgo.
- 4.º ciclo (Senoniense): tiene una evolución transgresivo-regresiva, sólo patente en la Serranía de Cuenca. Los tres sectores están individualizados por la existencia de accidentes paleotectónicos, que actúan como barreras paleogeográficas.

	SERRANÍA DE CUENCA	SECTOR CENTRAL DE LA CORDILLERA IBÉRICA	MAESTRAZGO
MAESTRICHTIENSE	Fm. Margas, Arcillas y Yesos de Villalba de la Sierra	Fm. Calizas con cantos negros de la Sierra de la Pica	Fm. Calizas de Fortanete
CAMPANIENSE	Fm. Brechas dolomíticas de Cuenca	Fm. Dolomias y Calizas de Sto. Domingo de Silos Fm. Calizas Burgo de Osma	Fm. Margas y Calizas de la Cañadilla
SANTONIENSE		Fm. Calizas de Hontoria del Pinar	
CONIACIENSE		Fm. Calizas dolomíticas del Pantano de la Tranquera	Fm. de los Órganos de Montoro
TURONIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada Fm. Calizas y Margas de Casa Medina	Fm. Calizas bioclásticas de Jaraba Fm. Calizas nodulosas de Monterde	Fm. Dolomías del Barranco de los Degollados
CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tableadas de Villa de Ves Fm. Dolomías de Alatez Fm. Margas de Chera	Fm. Calizas dolomíticas de Nuévalos Fm. Arenas, Arcillas y Calizas de Santa María de las Hoyas	Mb. Superior ----- Mb. Medio ----- Mb. Inferior
VRACONIENSE	Mb. Calizas de la Bicuerca		Fm. Calizas y Margas de Mosqueruela
ALBIENSE		Fm. ARENAS DE UTRILLAS	

Figura n.º 4: Relaciones entre las diferentes formaciones utilizadas en este trabajo. Tomado de VILAS et al (1982), FLOQUET et al (1982), CANEROT et al (1982) (IGME, 1985 a)

• Terciario

Está ampliamente representado, siempre en facies continentales.

Los materiales más antiguos corresponden al paleógeno. Se localizan casi exclusivamente en zonas de sinclinales involucrados en estructuras ibéricas.

Los más modernos son de edad Mio-Plioceno. Constituyen el relleno de fosas y depresiones (Teruel, Sarrión-Mijares, Rubielos de Mora, ...). Son discordantes sobre los materiales más antiguos.

El Paleógeno está constituido litológicamente por calizas, dolomías, margas, arcillas, areniscas y conglomerados. El mayor afloramiento se localiza en Sierra Palomera.

En el Neógeno están representados desde conglomerados, en los bordes, hasta facies evaporíticas y calizas lacustres en el centro de las cuencas. Las facies intermedias corresponden principalmente a areniscas y lutitas.

• Cuaternario

Engloba a los depósitos aluviales acumulados en los valles del Alfambra, Guadalaviar, Jiloca, Turia, Tajo, Júcar, Cabriel y Mijares, así como sus terrazas asociadas y depósitos de glaciación y coluviales.

Litológicamente estos depósitos están formados por conglomerados, brechas, gravas, arenas y limos y arcillas.

2.2. TECTÓNICA

Desde el punto de vista estructural la hoja 1:200.000 de Teruel está situada en el sector central de la cadena Celtibérica, abarcando parte de sus ramas Castellana y Aragonesa, así como las depresiones de Teruel-Alfambra y del Jiloca, consideradas tradicionalmente como la divisoria entre ambas. Dentro de la rama Aragonesa la depresión de Mora-Sarrión separa el sector del Maestrazgo, situado al norte, del Levantino. La historia tectónica de la región es completa. Sus materiales más antiguos son de edad paleozoica y fueron estructurados durante el Ciclo Hercínico. Durante el Mesozoico es un área de sedimentación controlada por los accidentes del zócalo hercínico. Su estructuración tiene lugar en el Terciario, con la participación de varias fases compresivas y dis-tensivas.

Mecánicamente, la región presenta una estructura de zócalo-cobertera, deformados de manera independiente debido a la existencia de un nivel de despegue entre ambos. Los elementos que constituyen los pisos estructurales son:

– **Zócalo y tegumento.** Corresponde al basamento hercínico y al tegumento del Buntsandstein, al que puede asociarse la base del Muschelkalk.

– **Nivel de despegue.** Formado por los materiales margoevaporíticos del Keuper, a los que se asocian con frecuencia los tramos medio y superior del Muschelkalk.

– **Cobertera.** Constituida por materiales carbonatados, margosos y terrígenos del Jurásico, Cretácico y Paleógeno, plegados y estructurados independientemente del zócalo, y con algún nivel local de despegue.

Dentro de la hoja de Teruel se diferencian varios dominios estructurales (figura 5).

– **Dominio de Albarracín.** Ocupa el sector noroccidental de la hoja. Se observan en él dos direcciones de pliegues de fondo, NO-SE y NNO-SSE, en las que afloran zócalo y tegumento, orlados por una cobertera jurásica plegada, con direcciones predominantes NNO-SSE y NO-SE.

– **Franja de Tragacete-Zafriilla.** Enmarcada por las fallas del Tajo y Beamud, tiene una anchura de 10-12 Km, en dirección NO-SE.

Consta de una cobertera jurásico-cretácea, despegada del tegumento y plegada, según estilo jurásico, con directrices ibéricas.

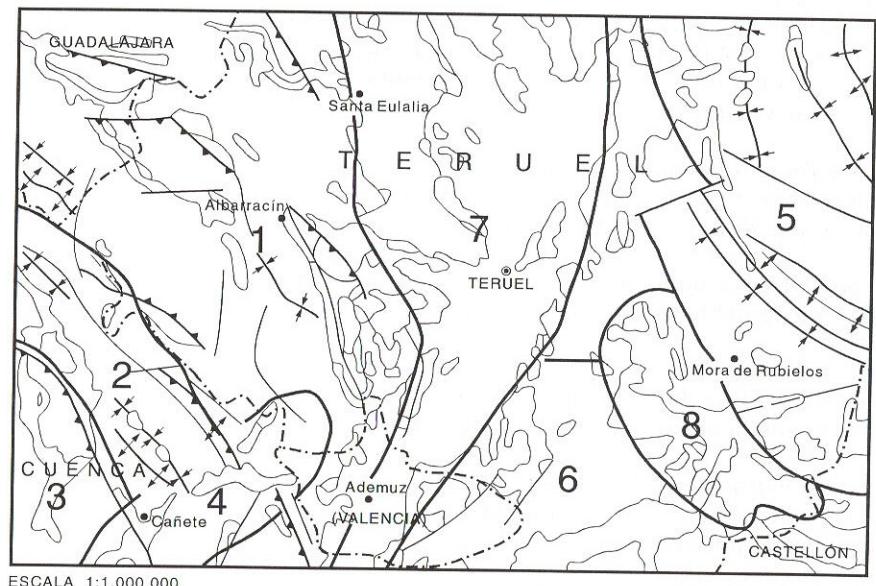


Figura n.º 5: Dominios Estructurales

- 1. Albarracín
- 2. Tragacete-Zafriilla
- 3. Beamud-Cañete
- 4. Cubetas transversales de Cañete

- 5. Gúdar
- 6. Javalambre-Espadán
- 7. Fosas de Teruel-Alfambra y del Jiloca
- 8. Mora-Sarrión

- *Dominio de Beamud-Cañete*. Se sitúa en la parte SO de la hoja, con pliegues de fondo que afectan al zócalo y al tegumento. Están rodeados por materiales de cobertura, en disposición subtabular, que dan lugar a pliegues laxos de orientación ONO-ESE, oblicuos a los pliegues de fondo.

- *Cubetas transversales de Cañete*. Es un conjunto de estructuras transversales que forman una banda de dirección NE-SO, que corta a los dominios de Beamud-Cañete y Tragacete-Zafrilla. Son unas cubetas de estilo laxo, constituidas por materiales de la cobertura jurásico-cretácea, limitados por bandas con gran densidad de fracturación con afloramientos diapíricos del Keuper.

- *Dominio del Macizo de Gúdar*. Ocupa el sector oriental de la hoja. Está constituido por un gran domo formado principalmente por una cobertura cretácea. Las estructuras que aparecen son pliegues de gran radio, afectados por una red de fracturación muy densa.

- *Dominio de Javalambre-El Espadán*. Se sitúa entre la Fosa de Teruel y la Depresión terciaria de Sarrión. En este dominio se observan dos estructuras principales: el anticlinal del macizo de «El Espadán», con dirección NO-SE, constituido fundamentalmente por el tegumento, y el domo de Javalambre principalmente jurásico. Destaca estructuralmente la banda triásica de Manzanera, formada por el Keuper diapírico y las dolomías del Muschelkalk. Los materiales triásicos que rodean las estructuras principales presentan un estilo de escamas y pliegues desenraizados. La cobertura manifiesta pliegues ibéricos poco definidos y fracturación muy intensa.

- *Fosas de Teruel-Alfambra y del Jiloca*. La fosa de Teruel es una estructura distensiva compleja sobreimpuesta a la estructura regional de plegamiento. Ocupa la parte central de la hoja de Teruel, a la que atraviesa en dirección NNE-SSO. Se ha desarrollado mediante un sistema de relevos a favor de las fallas de zócalo de Teruel y Ademuz, que constituyen la prolongación hacia el sur de la zona de falla del Segre. El sistema de fosas de Teruel ha sido estudiado recientemente de manera detallada por SIMON (1983).

El relleno de la fosa de Teruel está constituido por depósitos miocenos, aunque hacia el norte contiene también sedimentos cuaternarios.

La fosa del Jiloca queda situada al oeste de la anterior, en la mitad septentrional de la hoja. Presenta una alineación NNO-SSE, según el eje del río Jiloca, y está ocupada principalmente por rellenos pliocuaternarios.

Ambas fosas presentan un dispositivo semejante, con complicaciones locales: un semigraben con el borde oriental limitado por una falla o sistema de fallas en relevo con saltos de hasta 300 metros y el borde occidental constituido por una flexión del zócalo mesozoico. En los bordes, y localmente en el interior, los depósitos terciarios están afectados por fallas de orientación variable, cuya actividad hasta el Cuaternario es patente pues pueden afectar a depósitos de esta edad (CAPOTE, et al 1982; SIMON, 1983).

- *Cuenca terciaria de Mora-Sarrión*. Está situada en el cuadrante SE de la hoja, enmarcada por las sierras de Gúdar y Javalambre. En conjunto presenta una orientación ibérica y está ocupada por depósitos miocenos, pliocenos y cuaternarios. En su extremo NE se encuentra la fosa de Rubielos, que presenta una disposición sin forma asimétrica limitada en su borde sur por una falla normal.

3 DESCRIPCIÓN DE ACUÍFEROS

3. 1. GENERALIDADES

Los sistemas acuíferos representados total o parcialmente en la hoja de Teruel son los siguientes:

Sistema	Denominación
18	MESOZOICO DEL FLANCO OCCIDENTAL DE LA IBÉRICA
54	ALTO TURIA (ALBARRACÍN-JAVALAMBRE)
55	MAESTRAZGO-JAVALAMBRE Y PLANA DE VINAROZ
57	MONREAL-GALLOCANTA

Para sistematizar el estudio hidrogeológico del ámbito territorial definido, se ha respetado la definición de sistemas y subsistemas acuíferos (PIAS, 1981), con ligeras modificaciones aportadas por trabajos posteriores cuya referencia se recoge en el apartado de bibliografía.

A esta sistemática se han superpuesto los límites de Unidades Hidrogeológicas definidas recientemente (ITGE-SGOP, 1988) y que a grandes rasgos se correspondan con los límites de los subsistemas anteriormente mencionados. La distribución geográfica y correlación entre ambas divisiones se representa en la figura n.º 6.

Existe una importante divisoria hidrogeológica, situada aproximadamente a la altura de los Montes Universales, entre la vertiente atlántica (cuenca del Tajo) y la mediterránea (cuenca del Ebro y del Júcar).

Los materiales carbonatados de edad jurásica y cretácica constituyen los principales acuíferos dentro de la hoja de Teruel. La permeabilidad de esos niveles obedece tanto a fenómenos de fisuración-fracturación como, en diverso grado de desarrollo, por cárstificación.

La estructura de la Cadena Ibérica da lugar, como ya se ha comentado, a un sistema de fosas, llenas de materiales terciarios, que generalmente funcionan como acuíferos y/o acuíferos regionales, en ocasiones tapizadas por sedimentos cuaternarios con morfología de glacis conectados o no a depósitos aluviales que, fundamentalmente en el caso del Jiloca, pueden constituir interesantes acuíferos detríticos.

Debido al bajo grado de explotación de la mayor parte de los acuíferos, que obedece más a la baja demografía que a un problema de recursos, no existe una infraestructura adecuada que permita la caracterización hidrogeológica de los mismos. Por este motivo, muchos de los esquemas de funcionamiento aquí planteados son forzosamente simplistas, sin que se prejuzgue por ello una ausencia de relaciones laterales que en algunos casos pueda existir.

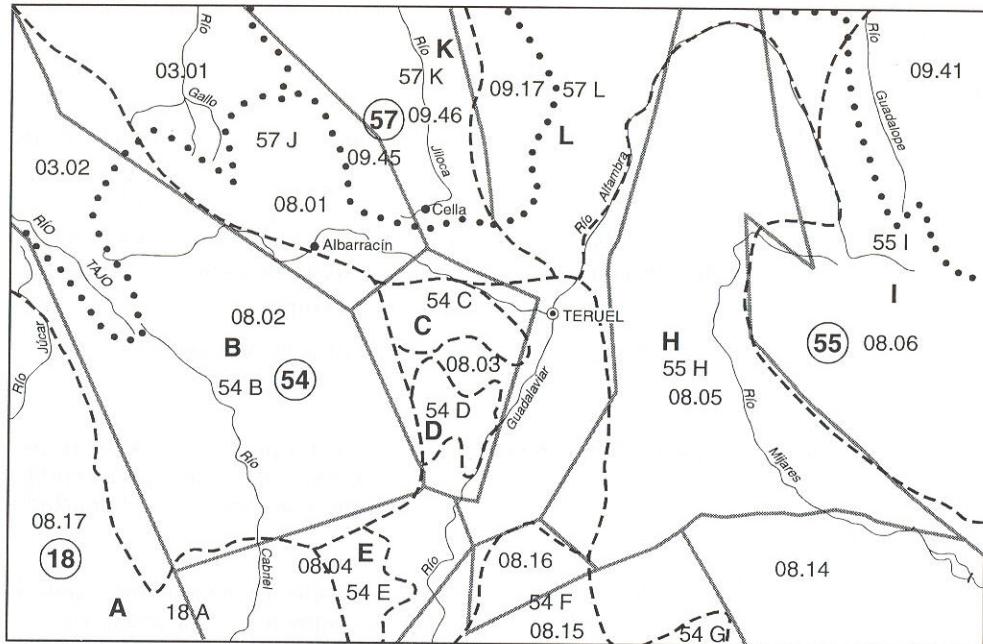


Figura n.º 6

SISTEMAS ACUÍFEROS Y SUBSISTEMAS (PIAS, 1981)

18 S. A. «Mesozoico del flanco occidental de la Iberica»
A - subsistema de Cuenca

54 S. A. «Alto Turia»
B - Subsistema de los Montes Universales
C - Subsistema de Arquillo
D - Subsistema de Villel
E - Subsistema de Vallanca
F - Subsistema de La Olmeda
G - Subsistema de Alpuente

55 S. A. «Mesozoico Javalambre-Maestrazgo»
H - Subsistema de Javalambre
I - Subsistema de Mosqueruela

57 S. A. «Mesozoico de Montreal-Gallocanta»
J - Subsistema Cella-Molina de Aragón
K - Subsistema del Alto Jiloca (Zona Meridional)
L - Subsistema de Lidón- Palomera-Celadas

UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS (ITGE-SGOP, 1988)

08.17-Serranías de Cuenca

08.02 - Montes Universales
08.03 - Arquillo-Tramacastiel-Villel
08.04 - Vallanca
08.16 - La Olmeda
08.15 - Alpuente

08.05 - Javalambre
08.06 - Mosqueruela

08.01 - Cella- Molina de Aragón
09.46 - Valle del Jiloca
09.47 - Lidón - Palomera

Inventario de puntos acuíferos con revisión de piezometría, uso del agua, instalación, caudales, etc.... Se han incorporado 34 puntos nuevos cuyas principales características se recogen en el cuadro n.º 1.

Ante la imposibilidad de reflejar en el mapa hidrogeológico los 882 puntos que conforman el inventario actual, se han representado únicamente aquellos que por sus características aportaban mayor información hidrogeológica: manantiales con caudal medio superior a 10 l/s, sondeos profundos y/o especialmente productivos, etc...

Piezometría apoyada en las actuales redes que el ITGE mantiene dentro de su labor continuada de vigilancia y control de acuíferos.

Hidrometría mediante aforos diferenciales en tramos de ríos, con objeto de caracterizar la relación río-acuífero y aforos en manantiales.

Calidad química principalmente en puntos de las redes establecidas con anterioridad y en aquellos manantiales que se han considerado de interés. En total se han analizado 28 muestras de agua en dos campañas.

En términos generales no existen problemas de calidad química en las aguas subterráneas (ver mapas auxiliares). Existen, no obstante, algunos focos de contaminación (C.H.E., 1989) situados en el Valle del Jiloca, entre los que destacan:

- Manantiales de Alba del Campo y Torrelacárcel, debido a la presencia de materiales evaporíticos.
- Acuífero aluvial en las proximidades de Santa Eulalia y Villarquemado; en este caso la contaminación obedece al retorno de aguas de riego cargadas en pesticidas y abonos nitrogenados. También se detecta contaminación por vertidos urbanos.

Los principales recursos hidráulicos subterráneos se concentran en el Valle del Jiloca y su destino principal es el regadío.

La mayor parte de los núcleos urbanos se abastecen de manantiales que, en ocasiones, se utilizan además para usos agropecuarios.

Los usos industriales del agua subterránea se reducen a dos industrias madereras en Cella e industrias mineras en Ademuz y Cañete (explotación de arenas silíceas de edad Albense).

Desde el punto de vista de las aguas minero-medicionales, destacan las surgencias de Camarena de la Sierra y Paraíso Bajo.

También constituyen usos interesantes del agua, con tendencia a un mayor desarrollo, los destinados al mantenimiento de piscifactorías, abundantes en el ámbito territorial de la hoja de Teruel y que constituyen un reflejo de la buena calidad de las aguas subterráneas (Pitarque, Escaleruela, Arcos de Salinas, El Cuervo, ...).

Ver mapas auxiliares.

PUNTOS NUEVOS DE INVENTARIO		HOJA HIDROGEOLOGICA 1:200.000		TERUEL		1.990					
Nº de inventario	Toponimia	T. Municipal	Ciencia	Naturaleza	Sistema	Subsistema	Col.	E.B.	A.Q.	Uso	Otros
2722 - 2007	PCL - 1	CUEVAS LABRADAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			REGADÍO	
2722 - 2008	CL - 1	CUEVAS LABRADAS	J.-ALFAMBRA	POZO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2722 - 2009	CL - 2	CUEVAS LABRADAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2722 - 2005	EL CHORRILLO	CUEVAS LABRADAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			INVESTIGACIÓN	DPT
2722 - 2006	EL CHORRILLO I	CUEVAS LABRADAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2723 - 60008	PCU - 1	CUBLA	J.-TURIA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			SURGENTE	DPT
2723 - 60009	RCU - 2	CUBLA	J.-TURIA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2723 - 60010	PCU - 2	CUBLA	J.-TURIA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2723 - 10006	PVtar - 1	VILLASTAR	J.-TURIA	SONDEO	Nº 54	MONTES UNIV.	SI			WEALD	DPT
2824 - 30004	ROI - 1	OLBA	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			WEALD	DPT
2824 - 30005	ROI - 2	OLBA	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			GRAVAS	DPT
2824 - 30006	ROI - 4	OLBA	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			GRAVAS	DPT
2824 - 30007	ROI - 3 POL - 2	OLBA	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			CALIZAS	DPT
2824 - 70002	PSA - 2 LOS MASES	SAN AGUSTÍN	J.-MIJARES	SONDEO - ZAN	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			PO	DPT
2721 - 10009	PCmñ - 1	CAMÁÑAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 57	LIDON - PALOMERA	SI			GRAVAS	DPT
2721 - 40003	PG - 1	GALVE	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2522 - 20004	PG - 2	GRIEGOS	J.-GUADALAVIA	SONDEO	Nº 54	MONTES UNIV.	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2522 - 20005	RG - 1	JORCAS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	MOSQUEUELA	SI			CALIZAS KIMM.	DPT
2821 - 60006	Plo - 2	TORRIJAS	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2724 - 70005	PTo - 1	TORRIJAS	J.-MIJARES	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			MUSCHELKALK	DPT
2724 - 70006	PTo - 2 (RT0 - 2)	PERACENSE	E-JILLOCA	SONDEO	Nº 57	CELLA - MOLINA	SI			BUNT	DPT
2621 - 10016	PRO - 3	ALMOHADA	T.-GALLO	SONDEO	Nº 57	CELLA - MOLINA	SI			CUARCITAS	DPT
2621 - 10017	PAL - 1	RODENAS	J.-TURIA	MANANTIAL	Nº 54	MONTES UNIVER.	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2621 - 10015	PRO - 2	VALLANCA	J.-TURIA	MANANTIAL	Nº 54	MONTES UNIVER.	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2624 - 70010	FTE. LA TEJA	CASAS BAJAS	J.-TURIA	MANANTIAL	Nº 54	MONTES UNIVER.	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2624 - 80008	FTE. VIEJA	ORRIOS	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			REGADÍO	DPT
2721 - 30012	SONDEO VADILLO	ESCORIHUELA	J.-ALFAMBRA	SONDEO	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2721 - 70009	EL CALVARIO	MANZANERA	J.-MIJARES	MANANTIAL	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			BALNEARIO	DPT
2724 - 80006	EL PARAÍSO	EL POZO	J.-ALFAMBRA	MANANTIAL	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			REGADÍO	DPT
2821 - 50003	FTE. RIBAZO	ALCALÁ DE LA SELVA	J.-MIJARES	MANANTIAL	Nº 55	MOSQUEUELA	SI			FTE. PÚBLICA	DPT
2824 - 60012	FTE. LA VEGA	ALCALÁ DE LA SELVA III	J.-MIJARES	MANANTIAL	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			REGABAST.	DPT
2824 - 80004	LA ESCARUELA III	MONTAÑEJOS	J.-MIJARES	MANANTIAL	Nº 55	JAVALAMBRE	SI			ABASTECIMIENTO	DPT
2520 - 10019	FTE. LA CERRADA	TORREMOLCHE	SONDEO								

3. 2. SISTEMA ACUÍFERO N.º 18 MESOZOICO DEL FLANCO OCCIDENTAL DE LA IBÉRICA

Se extiende por las provincias de Guadalajara, Cuenca, Albacete, Murcia y Valencia. Comprende parte de las cuencas del Tajo (3.260 km²), Júcar (11.850 km²), Guadiana (700 km²) y Segura (1.330 km²).

Está limitado al norte por la línea que une las localidades de Alaustante, Mazarete, Solenillos y Sigüenza; al sur, aproximadamente por el valle del río Mundo; al Este, por la línea Almansa-Játiva y el valle de río Cabriel y al oeste, por la línea que une las localidades de Cifuentes, Priego, Cuenca, La Roda y Alcaraz.

Dentro de la hoja de Teruel, se localiza una pequeña parte del sistema acuífero correspondiente a la cuenca del Júcar, en una superficie aproximada de 646 km², el 4% del total del sistema.

Dentro de este sistema acuífero se diferencian dos unidades:

- Unidad Norte (cuenca del Júcar).
- Unidad Central (cuenca del Segura) fuera de la hoja de Teruel.

La unidad Norte o Mancha Oriental, comprende los subsistemas acuíferos siguientes:

- Subsistema de Cuenca.
- Subsistema de Albacete.
- Subsistema de Jardín-Lezuza.

Ocupa una superficie de 11.850 km².

Desde el punto de vista geológico se sitúa en la confluencia del borde externo de la zona Prebética, el extremo meridional de la Cordillera Ibérica y la cobertura tabular de la meseta.

Los límites hidrogeológicos del sistema en la Unidad Norte se han establecido a partir de la presencia de afloramientos o subafloramientos de los impermeables de base de los acuíferos: al este y sur la banda de afloramientos triásicos de las localidades de Villargordo del Cabriel, Venta del Moro, Ayora, Alpera, Montealegre del Castillo, Ontur y Hellín; al oeste los afloramientos o subafloramientos del Lías margoso, que coinciden aproximadamente con las localidades de Rincón del Moro, Nava de Abajo, Pozohondo, Pozuelo, Bazalote, Barrax y Villarrobledo. Al noreste, en el sector comprendido entre Villarrobledo y el embalse de Alarcón, existe una divisoria de aguas subterráneas con la cuenca del Guadiana. Por el norte se ha establecido un límite convencional que coincide con el paralelo de las presas de Alarcón y Contreras, a través del cual el sistema recibe alimentación subterránea procedente de la región septentrional.

El funcionamiento hidrogeológico del sistema responde en líneas generales al de un sistema multicapa formado por tres tramos acuíferos principales, de naturaleza carbo-

natada: Chorro (Jurásico), Benejama (Cretácico) y Pontiense (Mioceno) que, en la llanura de Albacete, se encuentran superpuestos y conectados vertical o lateralmente y son drenados por el río Júcar. La existencia de cambios de facies, potencias y de fenómenos diapíricos asociados a la tectónica, provoca numerosas discontinuidades que complican el anterior esquema y limitan la explotación del sistema al condicionar la distribución espacial de sus recursos.

De los tres subsistemas que comprende la Unidad Norte, a la hoja de Teruel pertenece únicamente una parte del subsistema de Cuenca.

3. 2. 1 Subsistema de Cuenca

Queda comprendido entre la divisoria hidrográfica de los ríos Júcar y Tajo al Norte, el paralelo de los embalses de Alarcón y Contreras al sur, el río Cabriel al sureste y el límite de las cuencas Júcar-Guadiana al oeste. Su extensión es de unos 3. 000 km² (figura n.º 7).

Geológicamente, el límite N-NE del subsistema, que aparece bien representado en la hoja de Teruel, está constituido por el arco de Keuper (aflorante-subaflorante) que se extiende desde Tragacete a Cañete y a Salvacañete.

En la zona se distingue un área montañosa (Serranía de Cuenca, con altitudes superiores a los 1.000 metros) en torno a la cual se extiende la denominada Mancha Conquense, de relieve suave y altitudes comprendidas entre 700 y 1.000 metros.

Los ríos Júcar con sus afluentes: Valdemeca, Villalbilla, Mariana, Húecar, Moscas, etc., y el Cabriel con el Laguna, Guadazaón, Martín y Mira, constituyen la red de drenaje principal de la región.

Desde el punto de vista socioeconómico la zona se caracteriza por su baja densidad demográfica (12 hab/km²), alta tasa de emigración, preponderancia de la actividad agrícola en secano o ganadera-forestal (en la sierra) y limitada actividad industrial (alimentación, construcción y madera) con carácter generalmente familiar y artesanal.

La precipitación media para la zona se sitúa ligeramente por encima de 675 mm/año aunque los valores máximos (nacimiento de Júcar y Cabriel) se aproximan a los 1.100 mm/año y los mínimos (embalses de Alarcón y Contreras) son del orden de 500 mm/año. La temperatura media anual oscila entre 9,5 y 13 °C con un gradiente negativo de 1 °C por cada 100 metros de altitud (ITGE, 1989).

El clima es mediterráneo templado-cálido en las zonas de menor altitud y templado-frío en las áreas de montaña.

El subsistema de Cuenca comprende las unidades de Cardenete, Cuenca, Valdemoro y Unidad Terciaria. Estas unidades incluyen a su vez conjuntos acuíferos de menor entidad, con complejidad estructural variable y diferentes características hidrogeológicas, debido a

la tectónica de la zona que puede poner en contacto materiales con propiedades muy diferentes o provocar la desconexión de algunos tramos (acuíferos colgados).

En el conjunto se identifican cinco tramos acuíferos separados por formaciones impermeables: acuíferos terciario detrítico y cretácico carbonatado, acuífero jurásico, con dos tramos carbonatados separados por un conjunto margo-arcilloso, y acuífero triásico formado por dolomías, conglomerados y areniscas.

La escasez de sondeos impide un correcto conocimiento de las características hidráulicas y de la geometría de los acuíferos.

La escasa información disponible sólo permite definir, a nivel orientativo, las variaciones piezométricas en los diferentes acuíferos. El sentido del flujo en los tres principales conjuntos acuíferos es norte-sur.

La recarga se produce principalmente por infiltración de agua de lluvia y las principales descargas tienen lugar al río Guadazaón, fuera del ámbito de la hoja.

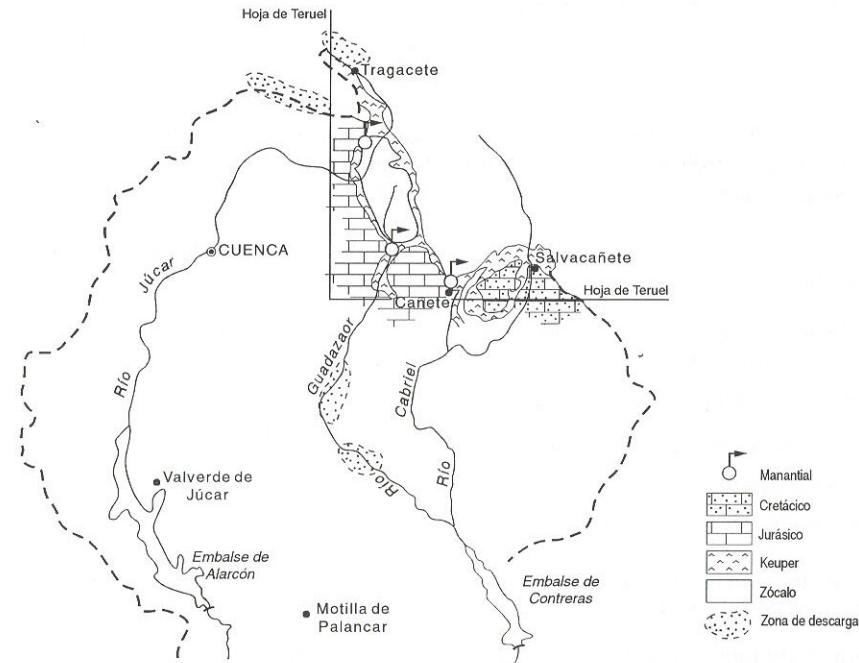


Figura n.º 7

CUADRO N.º 2

BALANCE HÍDRICO (Hm³/año). Subsistema de Cuenca (ITGE, 1989)

	RECARGA			DESCARGA				TOTAL
	INFILTRACIÓN	LAT./RÍO	TOTAL	A RÍOS	BOMBEO	LATER.	MAN. TIEG.	
Cuenca	124	---	124	50	---	58	2	110
Uña	24	---	124	6	---	---	15	21
Enguidanos	108	---	108	100	---	2	1	103
Valdemoro	121	53	174	155	---	---	8	163
Valdemeca	15	---	15	14,7	33	---	0,3	33
TOTAL	392	53	445	325,7	33	60	26,3	445

El balance estimado para la zona, excluida la unidad del Terciario detrítico, se presenta en el cuadro 2.

Dentro de los límites de esta hoja existen únicamente algunas fuentes, en los contactos del Lías con el Keuper, con caudales comprendidos entre 10 y 30 l/s aproximadamente (2524-40003, 2524-50007, 2524-70002, ...).

Frente a las disponibilidades de agua, la demanda total (incluidas las unidades que posiblemente pertenecen a acuíferos aislados) asciende a 42 hm³/año de los que 33 hm³/año corresponden a aguas subterráneas (8 hm³/año para el abastecimiento de Cuenca) y 9 hm³/año a regadíos con aguas superficiales. El consumo neto estimado representa un volumen de 27 hm³/año de los cuales 26 hm³/año se utilizan en regadíos y 1 hm³/año para abastecimiento urbano e industrial. Pese al carácter excedentario, la garantía de abastecimiento no es total en algunas poblaciones como consecuencia combinada del aumento de población en el verano y el deficiente estado de la red de distribución en las mismas.

En el subsistema de Cuenca, se han tomado muestras de agua en 3 puntos y realizado sus correspondientes análisis químicos:

Fuente Massegar (Arellano) 2523-10008

Fuente de la Balsa (Valdemoro de la Sierra) 2524-50007

Las Fuentes (Cañete) 2524-70002

cuyos resultados se recogen en el cuadro 3.

Son aguas de carácter bicarbonatado cálcico (figura n.º 8), con tendencia bicarbonatado-cálcico-magnésico en la fuente de Massegar.

Sus conductividades oscilan entre 451 y 484 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$. Se trata de aguas potables, únicamente algunas aguas en contacto con materiales triásicos (Keuper) superan los límites de potabilidad (R. D. 1138/1990) por su elevado contenido en sales. No se han detectado problemas significativos de contaminación.

CUADRO N.º 3

RESUMEN ANÁLISIS QUÍMICO
HOJA HIDROGEOOLÓGICA 1:200.000 DE TERUEL

NÚMERO INVENTARIO	TOPOGRAFÍA	FECHA		CLORUROS		SULFATOS		BICARBONATOS		CARBONATOS		NITRATOS		NITRITOS		
		d-m-a	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
2523-10003	FTE MASEGAR	3-10-90	12.00	0.34	18.00	0.37	167.00	2.74	0.00	0.00	1.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
2524-70002	LAS FUENTES	2-10-90	8.00	0.23	28.00	0.58	271.00	4.44	0.00	0.00	4.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
2524-50007	FTE LA BALSA	2-10-90	2.00	0.06	17.00	0.35	294.00	4.82	0.00	0.00	2.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
AMONIO		LITIO 1+		SODIO 1+		POTASIO 1+		CALCIO 2+		MAGNESIO 2+		CONDUCTIVIDAD		PH	DUREZA	
mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	$\mu\text{S}/\text{cm}$	ppmCaCO ₃	
2523-10003	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.26	0.90	0.02	58.00	2.90	23.00	1.89	451.00	8.03	241	
2524-70002	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.13	0.40	0.01	80.00	3.99	14.00	1.15	479.00	7.65	258	
2524-50007	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.04	0.10	0.00	74.00	3.69	17.00	1.40	484.00	7.70	256	

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

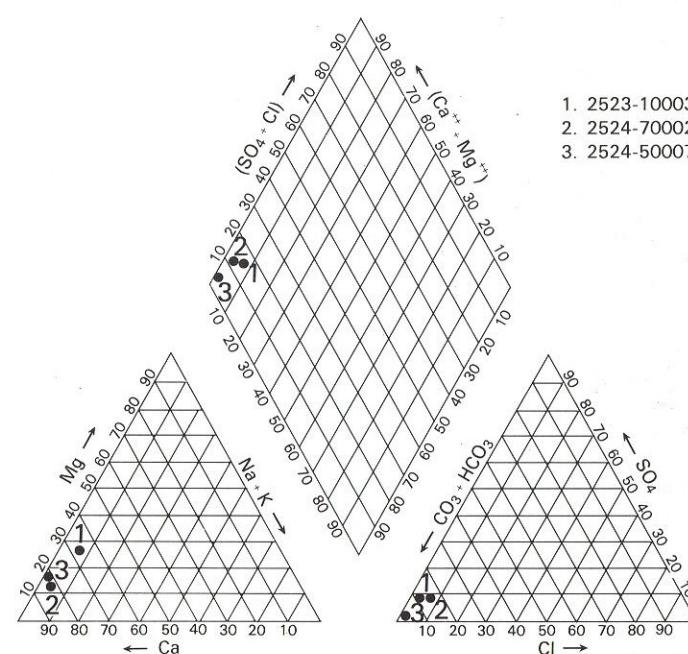


Figura n.º 8

3. 3. SISTEMA ACUÍFERO N.º 54 «ALTO JURIA»

Abarca una superficie de 6.000 Km² entre las provincias de Teruel, Valencia, Cuenca y Guadalajara.

En este sistema tienen su nacimiento los ríos Tajo, Júcar y Turia, y alguno de sus afluentes como El Gallo, Ebrón, Cabriel y Jiloca.

Se trata de una zona montañosa cuya altitud oscila entre 700 y 1.900 metros.

Morfológicamente se diferencian dos zonas, separadas por la línea que une Tuejar-Santa Cruz de Moya y Peralejo de las Truchas.

Al norte de dicha línea aparece un amplio páramo calcáreo con pliegues suaves y relieves invertidos, en el que se encaja profundamente la red fluvial originando las «muelas», y la depresión Teruel-Ademuz, rellena de sedimentos neógenos.

Al sur de dicha alineación la morfología es más compleja, debido a una acusada tectónica. Se desarrollan pliegues apretados y frecuentes cabalgamientos, adaptándose frecuentemente la red fluvial a las directrices estructurales.

Los límites del sistema acuífero son los siguientes:

Límites del sistema del Alto Turia (ITGE, 1989)

LÍMITE	CARÁCTER	DEFINICIÓN	CONEXIÓN CON
Septentrional	cerrado	Trias depresión Jiloca	----
Oriental	Abierto	(Sta. Eulalia y E. de Teruel)	Valle Jiloca
	Cerrado	Keuper	y Maes. Javal.
Occidental	Abierto	Zona septentrional	Cuenca Tajo
	Cerrado	Resto zona (Trías)	----
Meridional	Cerrado	Trías-Paleozoico	----

Predomina en la zona el clima continental, con una temperatura media anual de 11 °C y amplia oscilación anual. Las precipitaciones se sitúan en torno a los 600 mm/año.

La zona se encuentra escasamente poblada (14 hab/Km²); las actividades humanas más importantes son la agricultura y la ganadería, ésta última basada en la trashumancia.

Se pueden diferenciar en este sistema tres niveles acuíferos:

- Calizas y dolomías del Jurásico inferior, con potencias de 400 metros.

Están afectadas por una carstificación y fracturación intensas que le confieren una elevada permeabilidad.

Su drenaje se produce de forma natural en zonas de contacto con el substrato paleozoico o triásico muy poco permeables.

- Calizas y dolomías del Jurásico superior: existe un tramo superior con buenas características hidráulicas y uno inferior arcilloso. A pesar de constituir un nivel de elevada permeabilidad y carstificación, no constituye un buen acuífero debido a su grado de confinamiento y su reducida extensión.
- Calizas y dolomías del Cretácico superior: con potencias superiores a 300 metros, presentan también procesos de disolución y parecen poseer excelentes características hidráulicas.

Se diferencian dos subsistemas acuíferos principales, el de los *Montes Universales* y el de *Alpuente* y otros de reducidas dimensiones: Arguillo-Villel, Vallanca, La Olmeda, cuyos recursos son de escasa cuantía y drenan directamente a los valles fluviales (figura 9).

A la hoja de Teruel corresponden por completo los subsistemas de Arquillo y Villel, y parte del resto.

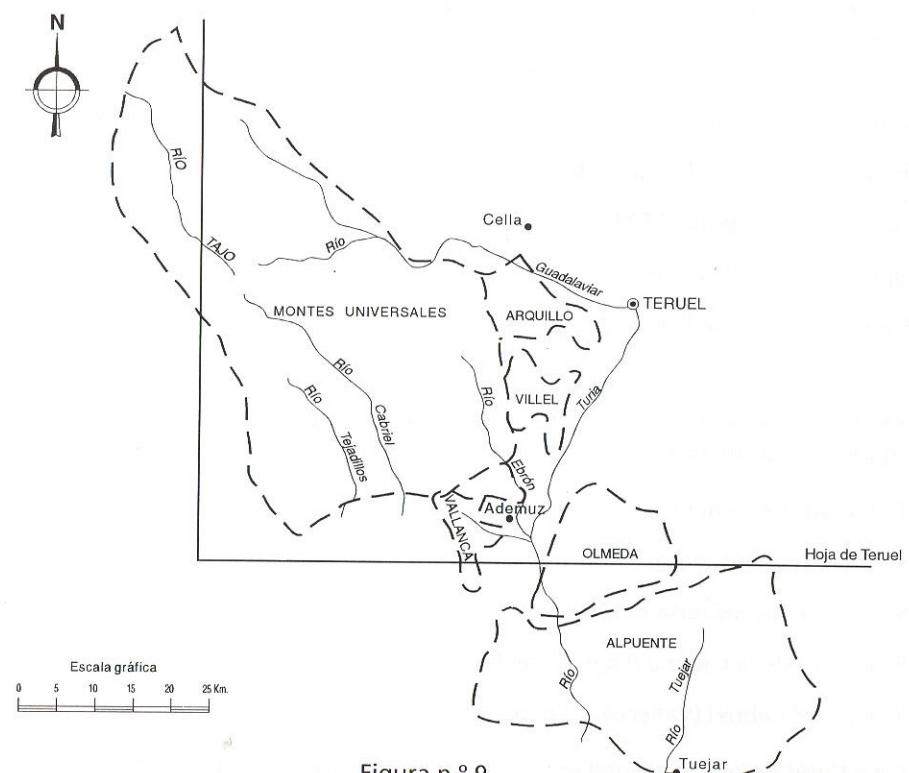


Figura n.º 9

3.3.1. Subsistema acuífero «Montes Universales»

Con una superficie de unos 2.000 Km² ocupa parte de las provincias de Cuenca y Teruel. Está limitado al norte por el macizo de las Neveras y el macizo del Collado de la Plata, al sur por el afloramiento triásico de Salvacañete-Cañete y al oeste por la Sierra de Valdemeca y la línea Tragacete-La Cueva.

El acuífero está constituido por calizas y dolomías jurásicas principalmente; su estructura es muy compleja. El límite inferior del acuífero lo constituye el substrato triásico-paleozoico que aflora en los diapiros de Rovela, Calomarde, etc...

La recarga se produce por infiltración de agua de lluvia, estimada entre 350 y 750 hm³/año, y posiblemente por alimentación lateral (ITGE, 1989).

La descarga se produce a los ríos Tajo, Turia, Cabriel, Mayor del Molinillo, Ebrón y a los acuíferos jurásicos situados al NO del mismo.

Con motivo del presente trabajo se han realizado una serie de aforos para cuantificar al menos las descargas que se producen en el límite oriental del acuífero de los Montes Universales dentro del marco de la hoja de Teruel y éstas son:

Oct. 1990	
Fuente Chertera (2623-40006)	45 l/s
Fuente de La Serna (2523-10002)	135 l/s
Fuente de La Laguna (2523-70005)	94 l/s
Ojo del Cabriel (2523-80002)	78 l/s
Fuente de La Poza (El Cuervo) (2624-30001)	1.100 l/s
<hr/>	
	TOTAL 1.452 l/s

Se han analizado muestras de agua en ocho manantiales. Se diferencian dos tipos de aguas (figura 10), una de carácter netamente bicarbonatado cálcica para las muestras:

1. Fuente Sierra del Agua (Huélamo). Jurásico-Keuper.
4. Aguas Peñas (Checa). Jurásico-Keuper.
5. Las Fuentes (Huerta del Marquesado). Jurásico.
6. Fuente de la Laguna (Laguna del Marquesado). Jurásico.
7. Ojo del Cabriel (Vallecillo). Cretácico.

Los valores de conductividad son variables en torno a 385 y 546 µmhos/cm.

Y otro tipo de agua, de carácter más sulfatado-clorurado, que corresponde a las muestras siguientes:

2. Fuente Serna (Huélamo), contacto Jurásico-Keuper.

3. Fuente de la Poza (El Cuervo). Jurásico.

8. Fuente Chartera (Villel), contacto Jurásico-Keuper.

Estas presentan conductividades que oscilan entre 550 y 650 µmhos/cm.

Así mismo, se tienen datos de análisis de otros 2 puntos: 2522-20004 en Griegos y 2723-10006 en Villastar procedentes éstos de la Diputación Provincial de Teruel.

El primero capta aguas del acuífero calizo del Kimmeridgiense, y el segundo de las calizas del Cretácico superior (Turonense).

Se trata de aguas de tipo bicarbonatado cálcico en el primer caso y bicarbonatado-sulfatado-cálcico en el segundo, con conductividades de 346 y 1.081 µmhos/cm respectivamente.

Los resultados de los análisis se recogen en el cuadro n.º 4.

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

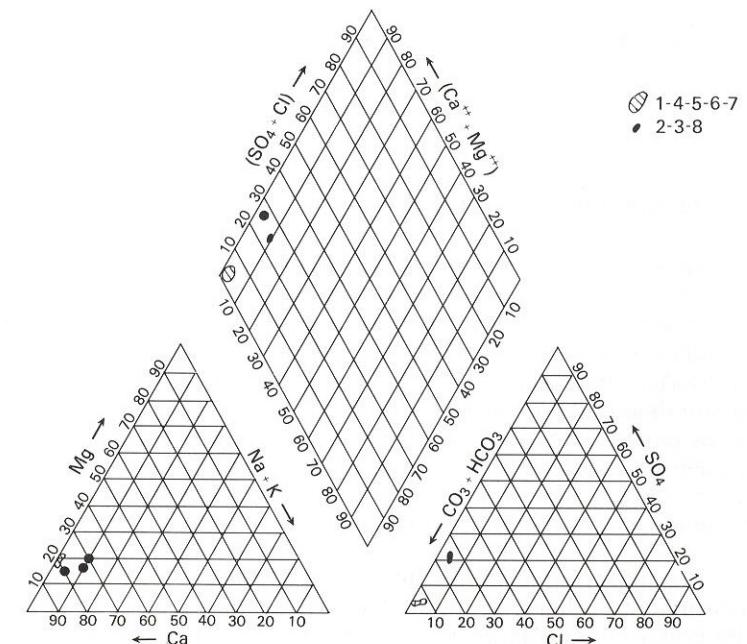


Figura n.º 10

CUADRO N.º 4

RESUMEN ANÁLISIS QUÍMICO
HOJA HIDROGEOLÓGICA 1:200.000 DE TERUEL

NÚMERO INVENTARIO	TOPONIMIA	FECHA	CLORUROS		SULFATOS		BICARBONATOS		CARBONATOS		NITRATOS		NITRITOS		
			d-m-a	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	
2521 - 10001	FTE. SIERRA AGUA	3-10-90	2.00	0.06	54.00	1.12	282.00	4.62	0.00	0.00	1.00	0.02	0.00	0.00	
2523 - 10002	FTE. SERNA	3-10-90	16.00	0.45	69.00	1.44	259.00	4.25	0.00	0.00	1.00	0.02	0.00	0.00	
2624 - 30001	FTE. DE LA POZA	3-10-90	8.00	0.23	86.00	1.79	267.00	4.38	0.00	0.00	4.00	0.06	0.00	0.00	
2521 - 50001	AGUAS PEÑAS	11-10-90	4.00	0.11	1.00	0.02	229.00	3.75	0.00	0.00	3.00	0.05	0.00	0.00	
2524 - 20003	LAS FUENTES	2-10-90	2.00	0.06	20.00	0.42	229.00	3.75	0.00	0.00	2.00	0.03	0.00	0.00	
2523 - 70005	FTE. DE LA LAGUNA	2-10-90	2.00	0.06	10.00	0.21	286.00	4.69	0.00	0.00	1.00	0.02	0.00	0.00	
2523 - 80002	OJO DEL CABRIL	4-10-90	4.00	0.11	13.00	0.27	301.00	4.93	0.00	0.00	3.00	0.05	0.00	0.00	
2523 - 40006	FTE. CHARTERA	3-10-90	24.00	0.68	65.00	1.35	297.00	4.87	0.00	0.00	14.00	0.23	0.00	0.00	
AMONIO		LITIO 1+	SODIO 1+		POTASIO 1+	CALCIO 2+		MAGNESIO 2+ CONDUCTIVIDAD PH		DUREZA					
			mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	mg/1	meq/1	μS/cm	ppmCaCO ₃	
2521 - 10001		0.00	0.00	0.00	1.00	0.04	0.00	82.00	4.09	20.00	1.64	546.00	7.77	288	
2523 - 10002		0.00	0.00	0.00	10.00	0.43	0.70	0.02	76.00	3.79	22.00	1.81	567.00	7.76	282
2624 - 30001		0.00	0.00	0.00	4.00	0.17	1.10	0.03	95.00	4.74	18.00	1.48	599.00	7.56	313
2521 - 50001		0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.09	0.00	62.00	3.10	11.00	0.90	385.00	7.58	201
2524 - 20003		0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.04	0.00	56.00	2.80	17.00	1.40	403.00	7.81	211
2523 - 70005		0.00	0.00	0.00	1.00	0.04	0.00	75.00	3.74	14.00	1.15	459.00	7.59	246	
2523 - 80002		0.08	0.00	0.00	1.00	0.04	0.10	0.00	78.00	3.89	16.00	1.32	486.00	7.73	262
2623 - 40006		0.00	0.00	0.00	11.00	0.48	1.60	0.04	98.00	4.89	22.00	1.81	652.00	7.48	337

3. 3. 2. Subsistema acuífero de Alpuente

Ocupa una extensión de unos 1.000 Km² en el noroeste de Valencia, de los cuales únicamente 25 Km² corresponden a la hoja de Teruel (figura 9). Está limitado al norte por la alineación triásica de Santa Cruz de Moya-Arcos de las Salinas; al sur, por la alineación triásico-paleozoica de Talayuela-Tuéjar; al este, por el substrato impermeable que forma la divisoria Turia-Palancia y, al oeste, por la línea Talayuela-Santa Cruz de Moya. Estructuralmente es asimilable a un amplio sinclinal alargado de materiales calizo-dolomíticos del Jurásico, con los flancos profusamente tectonizados, desarrollado sobre materiales triásicos impermeables. Las calizas forman acuíferos bien delimitados, localmente en contacto por accidentes tectónicos (cuadro 5). El mecanismo recarga-descarga es similar al del subsistema anteriormente descrito.

El uso del agua subterránea en los diferentes subsistemas es mínimo, reducido a algún abastecimiento urbano de las poblaciones del interior pues en esta zona, cuya densidad de población es sólo de 15 hab./Km², tampoco existen industrias mayores y la agricultura es de tipo fundamentalmente forestal.

CUADRO N.º 5

TRAMOS ACUÍFEROS DEL SUBSISTEMA DE ALPUENTE (ITGE, 1989)

AREA	EDAD	LITOLOGIA	POT.(M)	CARACTERISTICAS
ALPUENTE	LIAS INF. Y MEDIO DOGGER KIMMER. SUPER. CRETACICO	CALIZAS Y DOLOMIAS CALIZAS CALIZAS DOLOMIAS	200	REGIMEN CARSTICO Y POROSIDAD POR FRACTURACION REGIMEN CARSTICO Y POROSIDAD POR FRACTURACION REGIMEN CARSTICO EN PARTE COLGADO ACUÍFERO COLGADO

Por lo que se refiere a la calidad de las aguas subterráneas, salvo en casos aislados de captaciones próximas a los materiales triásicos salinos, los datos existentes indican que son de buena calidad para cualquier uso, con facies bicarbonatada-cálcica en el 80% de los casos y residuo seco comprendido entre 300 y 600 mg/litro (ITGE, 1989).

Aguas de tipo sulfatado o clorurado se localizan en las inmediaciones de los materiales salinos antes citados.

En el cuadro n.º 6 se expone el balance hídrico estimado para todo el sistema acuífero n.º 54 Alto Turia.

CUADRO N.º 6

BALANCE HIDRICO ESTIMADO DEL SISTEMA DEL ALTO TURIA (hm³/AÑO) (ITGE, 1989)

Subsistema	Entradas (lluvia)	Ríos	Salidas later	Emerg.	Total
MONTES UNIVERSALES	320	270	50	--	320
ALPUENTE	75	30	--	45	75
SUBSISTEMA MENORES	47	30	--	17	47
TOTAL	442	330	50	62	442

3. 4. SISTEMA ACUÍFERO N.º 55: MAESTRAZGO-JAVALAMBRE Y PLANA DE VINAROZ

El Sistema Acuífero n.º 55 se definió en el PIAS (1971-75). En 1985, la D. G. A. en colaboración con la Universidad de Zaragoza realiza un trabajo en la cuenca del río Alfambra en el que se incluye la zona noroccidental del Sistema 55. Posteriormente, (ITGE, 1986) se realiza un estudio más detallado del Sistema dentro del trabajo de las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana.

Ocupa parte de las provincias de Castellón, Teruel y Tarragona. Se sitúa a caballo entre las cuencas del Júcar y del Ebro.

Con una superficie de 12.300 Km² se extiende sobre las sierras de Gúdar, Montsia-Godall, Puertos de Beceite, Javalambre, Camarena y El Pobo.

Geográficamente se distinguen tres zonas: Alto Maestrazgo, Bajo Maestrazgo y Sierras de Teruel (Javalambre), separadas por las depresiones de Cabanas-San Mateo y Barracas-Sarrión respectivamente.

El Alto Maestrazgo presenta una morfología tabular con cumbres que alcanzan los 2.000 m.s.n.m.

El Bajo Maestrazgo está constituido por una alternancia de planas paralelas al litoral, con pequeñas sierras que no alcanzan los 1.000 metros de altitud (Irta, Montsía, Valdancha, Desierto de Las Palmas).

El sector de Javalambre constituye un gran macizo ampliamente carstificado en el que abundan morfologías características: dolinas, torcas, uvalas, lapiaces y cavidades subterráneas. El drenaje superficial es muy escaso.

Los límites geográficos del sistema son: al norte el río Guadalupe y los Puertos de Morella-Beceite, al oeste las fosas de los ríos Turia y Alfambra, al sur el río Mijares y la Plana de Castellón y al este con el mar Mediterráneo.

El clima varía entre mediterráneo litoral en la zona costera, a continental en el interior (T^o de 17° y precipitaciones de 400-800 mm, y T^o 10-12 °C y precipitaciones de 400-900 mm respectivamente).

La red hidrográfica, excepto el río Mijares, se caracteriza por poseer cursos cortos, típicos de regímenes mediterráneos.

Litológicamente, el sistema acuífero Javalambre-Maestrazgo está formado por dolomías, carniolas y calizas de edad Jurásico, con un espesor superior a 500 metros, calizas garumnienses y dolomías y calizas del Cenomaniense-Turoniano, con potencias de 150 y 200 metros respectivamente.

En la zona de las planas litorales, el acuífero principal se sitúa con los conglomerados y arenas miocuaternarias con potencias de hasta 100 metros.

Los límites hidrogeológicos del sistema son:

Al norte los materiales detríticos de la Cuenca del Ebro, y las fosas del Turia y del Alfambra.

Al sur el Paleozoico y Triásico que se extienden desde Benicasim-Villafames y por el cauce del Mijares.

Al este el Mediterráneo y al oeste la alineación triásica Arcos de Salinas-Camarena de la Sierra.

El nivel de base impermeable lo constituyen los materiales margoarcillosos del Keuper.

No existen prácticamente puntos de agua representativos del nivel regional dentro del sistema; además los pocos datos que existen se sitúan en las proximidades de la costa, fuera del ámbito del presente trabajo.

La recarga del sistema se produce por la infiltración de agua de lluvia.

Los drenajes tienen lugar a través de manantiales, descargas directas a los ríos, salidas laterales a otros sistemas, bombeos en las Planas de Vinaroz y Oropesa y salidas subterráneas al mar.

El balance orientativo (IGME, 1986) es:

	Valores en hm ³ /año	
	Entradas	Salidas
Infiltración directa de agua de lluvia	892	
Salida por manantiales y descargas directas a ríos		386
Salidas laterales a otros sistemas	180	
Salida al mar		269
Bombeos netos fundamentalmente en las Planas de Oropesa-Torreblanca y Vinaroz-Peñíscola	63	
Totales	892	898

El agua subterránea dentro del sistema se destina fundamentalmente (IGME, 1986) para usos agrícolas y urbanos que ascienden a un volumen total de unos 90 hm³/año, siendo para regadío 79 hm³/año.

El 80% del regadío se sitúa en la zona de la costa: Planas de Oropesa-Torreblanca y Vinaroz-Peñíscola (74 hm³/año) y solamente 5 hm³/año se destinan para este uso en el Maestrazgo y Mosqueruela.

El abastecimiento urbano e industrial se hace casi exclusivamente con agua subterránea en la totalidad de los municipios del sistema. En el sector del sistema perteneciente a la Comunidad Valenciana que presenta una población de hecho de 112.600 habitantes y un incremento estival del orden de los 80.000 habitantes, la extracción anual para atender a esta población se ha estimado mediante encuesta directa en 10,8 hm³/año. Existen a su vez algunos núcleos urbanos que están insuficientemente abastecidos.

Las aguas subterráneas son en general de buena calidad para cualquier uso, excepto en ciertos sectores de las Planas, donde la calidad natural ha sido alterada por las actividades humanas que, de forma intensiva, han sido realizadas fuera de una gestión planificadora.

Las aguas del subsistema de Mosqueruela son de facies bicarbonatada magnésica con residuo seco inferior a los 600 mg/l. En los subsistemas de Javalambre y Maestrazgo la facies hidroquímica es bicarbonatada cárquica con residuo seco semejante al anteriormente citado.

Las Planas de Vinaroz-Peñíscola y Oropesa-Torreblanca, presentan facies bicarbonatada cárquica, en los límites de alimentación subterránea, que pasan gradualmente a clorurada-sódica en dirección a la costa. En ellas los residuos secos están comprendidos entre 200 y 4.500 mg/l con contenidos en ión cloruro que superan los 3.000 mg/l.

La calidad natural de las aguas subterráneas está actualmente degradada en las Planas por fenómenos de intrusión marina, y por efecto de las prácticas agrícolas. El mencionado incremento en los cloruros, consecuencia del avance del agua del mar, tierra adentro, debido a la sobreexplotación sectorial de los acuíferos, es sin duda alguna el problema más importante de las Planas. Las prácticas agrícolas y los vertidos incontrolados han provocado un aumento creciente de los nitratos y la presencia casi generalizada de nitritos, amoníaco, materia orgánica y metales pesados.

La existencia de divisorias hidrogeológicas y umbrales que limitan el flujo dentro del sistema ha motivado la subdivisión del mismo en 5 subsistemas (IGME, 1986) tres interiores (Javalambre, Mosqueruela y Bajo Maestrazgo) y otros dos litorales (Planas de Oropesa-Torreblanca y Planas de Vinaroz-Peñíscola). Figura n.º 11.

Dentro de la hoja de Teruel se localiza el subsistema de Javalambre casi en su totalidad, y parte del subsistema de Mosqueruela.

3. 4. 1. Subsistema acuífero de Javalambre

Se sitúa a caballo entre las provincias de Teruel y Castellón.

El sector occidental se asienta sobre el macizo de Javalambre y el oriental, ya dentro de la Comunidad Valenciana, corresponde a una franja de dirección E-O surcada por el río Mijares.

El subsistema de Javalambre ocupa una superficie de 2.400 Km² y está formado por las calizas y dolomías del Jurásico inferior y medio fundamentalmente. La potencia de estos materiales es de 500-700 metros, dentro de los cuales se incluyen tramos margosos de baja permeabilidad.

Los plegamientos y la intensa fracturación hacen posible la comunicación hidráulica entre todos los materiales, de forma que a escala global no se diferencian niveles acuíferos.

En el sector occidental, entre Arcos de Salinas y Camarena de la Sierra, parece existir una barrera impermeable formada por materiales del Keuper, de forma que queda independizado un pequeño sector del acuífero (parte del Rincón de Ademuz), cuyo drenaje se produce en los alrededores de Santa Cruz de Moya (Cuenca).

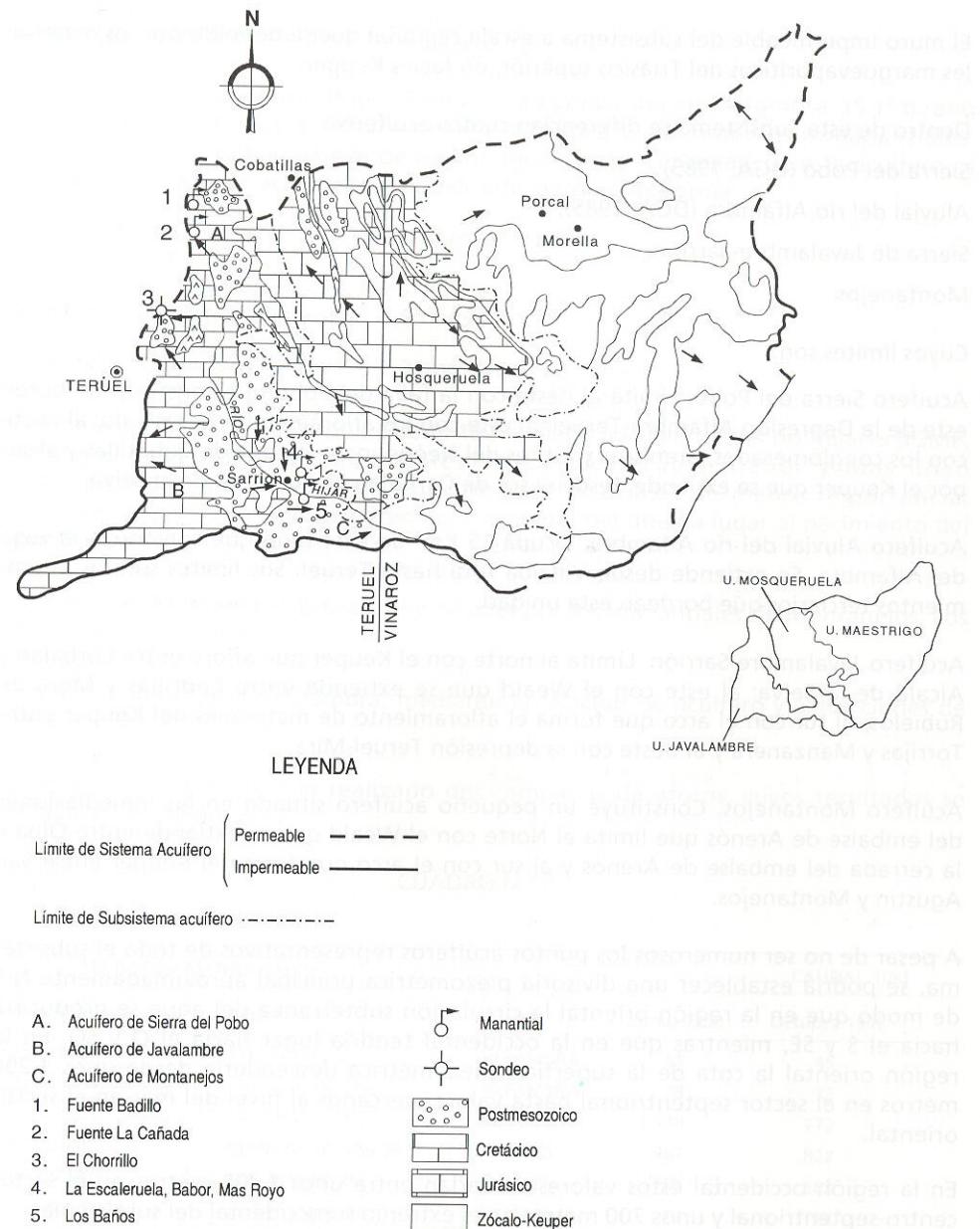


Figura n.º 11

El muro impermeable del subsistema a escala regional queda definido por los materiales margoevaporíticos del Triásico superior, en facies Keuper.

Dentro de este Subsistema se diferencian cuatro acuíferos:

Sierra del Pobo (DGA, 1985).

Aluvial del río Alfambra (DGA, 1985).

Sierra de Javalambre-Sarrión.

Montanejos.

Cuyos límites son:

Acuífero Sierra del Pobo. Limita al oeste con la falla del Pobo que constituye el borde este de la Depresión Alfambra-Teruel; al este con los afloramientos del Weald; al norte con los conglomerados, areniscas y lutitas del Neógeno de la zona de Cobatillas y al sur por el Keuper que se extiende desde el sur de Corbalán hasta Alcalá de la Selva.

Acuífero Aluvial del río Alfambra. Ocupa 15 Km² de extensión que constituye la vega del Alfambra. Se extiende desde Villalba Alta hasta Teruel. Sus límites son los afloramientos terciarios que bordean esta unidad.

Acuífero Javalambre-Sarrión. Limita al norte con el Keuper que aflora entre Corbalán y Alcalá de la Selva; al este con el Weald que se extiende entre Cedrillas y Mora de Rubielos; al sur con el arco que forma el afloramiento de materiales del Keuper entre Torrijas y Manzanera y al oeste con la depresión Teruel-Mira.

Acuífero Montanejos. Constituye un pequeño acuífero situado en las inmediaciones del embalse de Arenós que limita al Norte con el Weald que se extiende entre Olba y la cerrada del embalse de Arenós y al sur con el arco que forma el Keuper entre San Agustín y Montanejos.

A pesar de no ser numerosos los puntos acuíferos representativos de todo el subsistema, se podría establecer una divisoria piezométrica principal aproximadamente N-S de modo que en la región oriental la circulación subterránea del agua se produciría hacia el S y SE, mientras que en la occidental tendría lugar hacia el O y SO. En la región oriental la cota de la superficie piezométrica descendería desde unos 1.200 metros en el sector septentrional hasta valores cercanos al nivel del mar en el sector oriental.

En la región occidental estos valores oscilarían entre unos 1.200 metros en el sector centro-septentrional y unos 700 metros en el extremo suroccidental del subsistema.

La alimentación del subsistema procede fundamentalmente de la infiltración del agua de lluvia, se estima en 195 hm³/año y de la alimentación subterránea del subsistema de Mosqueruela. El total asciende a 255 hm³/año (IGME, 1986).

La descarga se produce del modo siguiente:

- Acuífero de la Sierra del Pobo. Drena a la cuenca del río Alfambra 15 Hm³/año (IGME, 1986), a través del cauce del río Alfambra y por numerosos manantiales: Badillo, Cañada, Regajo y otros de menor importancia. El drenaje de este acuífero es de 14,95 hm³/año (DGA, 1985) distribuidos de la siguiente forma:

A través de manantiales: 5,01 hm³/año
Y de forma difusa:

- Estrecho de Los Alcamines: 3,63 hm³/año
- Entre Alfambra y Teruel: 6,31 hm³/año

- Acuífero de Javalambre-Sarrión. Drena 180 hm³/año a la cuenca del río Mijares (IGME, 1986) a través de los manantiales de La Escaleruela, Babor y Mas Royo (110 Hm³/año conjuntamente) y por otros manantiales de menor importancia: Cañizarejos y Hocino. También drena por el manantial que da lugar al nacimiento del río Arcos.

- Acuífero de Montanejos: Drena al río Mijares por los manantiales de Montanejos, Los Baños, Parral, Ignacio, etc...

- Acuífero aluvial del río Alfambra, mediante la relación río-acuífero y extracciones de escasa cuantía.

Durante el año 1990 se han realizado dos campañas de aforos, cuyos resultados se exponen en el cuadro n.º 7.

CUADRO N.º 7

Nº Inventario	Toponimia	Cuenca	CAUDAL (l/s)	
			Junio 1990	Octubre 1990
2721 - 30001	FTE. BADILLO	ALFAMBRA	51	45
2721 - 30004	FTE. LA CAÑADA	ALFAMBRA	43	35
2824 - 20003	LA ESCALERUELA	MIJARES	1.179	772
2824 - 20002	MANANTIAL BABOR	MIJARES	867	822
2824 - 20001	FTE. MAS ROYO	MIJARES	702	682
2723 - 40007	EL CAÑIZAREJO	MIJARES	13	14
2824 - 80003	LOS BAÑOS	MIJARES	10	5
2724 - 60002	NAC. río Arcos	Turia	---	117
		TOTAL:	2.865 l/s	2.375 l/s

Por otro lado para los manantiales de la Escaleruela, Babor y Mas Royo se han recopilado datos históricos del periodo 1977-1981, a partir de los cuales se han elaborado los hidrogramas correspondientes (ver mapa principal).

Las lecturas de caudales en las escalas de los tres manantiales están influenciadas por el régimen de circulación de los ríos Mijares y Albentosa, por los que algunos resultados quedan desvirtuados en los períodos de crecida.

El volumen total de agua subterránea utilizada en el subsistema es de 0,78 Hm³/año, correspondientes al uso urbano y de pequeñas industrias asociadas a las redes municipales, que satisfacen la demanda de una población de hecho de 11.086 habitantes y una población estacional de 1.440 habitantes.

El agua utilizada para el regadío de 1.050 has. existentes en el subsistema, procede de cauces superficiales (río Mijares, Villahermosa y Lucena).

El agua subterránea presenta facies bicarbonatada cálcica o magnésica, según provenga de calizas o dolomías, respectivamente, y facies sulfatada cálcica en aquellos manantiales que surgen en las proximidades de afloramientos del Keuper.

En general son aguas de buena calidad, con residuos secos comprendidos entre 200 y 300 mg/l en el caso de aguas bicarbonatadas, y de 550 a 850 mg/l en el caso de aguas sulfatadas cálcicas.

En resumen las aguas subterráneas de este subsistema son aptas para el consumo humano, de acuerdo con la normativa vigente.

Para el presente trabajo se han analizado muestras de agua de siete puntos del subsistema (ver resultados en el cuadro n.º 8).

En la zona norte y drenando al río Alfambra:

1. Fuente Badillo (2721-30001).
2. Fuente La Cañada (2721-30004).
3. El Chorrillo (sondeo surgente) (2722-20001).

Y drenando al Mijares:

4. Nacimiento del río Arcos (2724-60002).
5. Fuente de Mas Royo (2824-20001).
6. Manantial Babor (2824-80002).
7. La Escaleruela (2824-20003).
8. Los Baños (2824-80003).
9. El Cañizarejo (2723-40057).

RESUMEN ANÁLISIS QUÍMICOS HOJA HIDROGEOLÓGICA 1:200.000 DE TERUEL
CUADRO N.º 8

SISTEMA ACUÍFERO Y SUBSISTEMA	NÚMERO INVENTARIO	TOPONIMIA	FECHA d-m-a	CLORUROS		SULFATOS		BICARBONATOS		NITRATOS		NITRITOS mg/l	
				mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l		
Nº 55	2721 - 30001	FTE.BADILLO	2-10-90	6,00	0,17	209,00	4,35	183,00	3,00	0,00	4,00	0,06	
JAVALAMBRE	2721 - 30004	FTE.LA CAÑADA	2-10-90	8,00	0,23	210,00	4,37	183,00	3,00	0,00	4,00	0,06	
	2722 - 20001	EL CHORRILLO	2-10-90	6,00	0,17	38,00	0,79	252,00	4,13	0,00	7,00	0,11	
	2824 - 20001	FTE. MAS ROYO	3-10-90	43,00	1,21	357,00	7,43	214,00	3,51	0,00	6,00	0,10	
	2824 - 20002	MAN. BABOR	3-10-90	28,00	0,79	350,00	7,29	214,00	3,51	0,00	6,00	0,10	
	2824 - 20003	LA ESCALERUELA	3-10-90	9,00	0,25	59,00	1,23	307,00	5,03	0,00	5,00	0,08	
	2724 - 60002	NAC.RIO ARCOS	4-10-90	4,00	0,11	11,00	0,23	137,00	2,25	0,00	1,00	0,02	
	28,24 - 80003	FTE. LOS BAÑOS	5-10-90	98,00	2,77	326,00	6,79	221,00	3,62	0,00	5,00	0,08	
	2723 - 40007	EL CAÑIZAREJO	5-10-90	8,00	0,23	14,00	0,29	259,00	4,25	0,00	20,00	0,32	
AMONIO			SODIO 1+		POTASIO 1+		CALCIO 2+		MAGNESIO 2+		CONDUTIVIDAD	PH	DUREZA ppmCaCO ₃
	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	µS/cm		
2721 - 30001	0,26	0,01	4,00	0,17	0,70	0,02	118,00	5,89	16,00	1,32	676,00	7,89	362
2721 - 30004	0,29	0,02	4,00	0,17	0,80	0,02	118,00	5,89	18,00	1,48	694,00	7,75	370
2722 - 20001	0,00	3,00	0,13	0,80	0,02	87,00	4,34	8,00	0,66	481,00	7,59	251	
2824 - 20001	0,22	0,01	28,00	1,22	1,30	0,03	172,00	8,59	28,00	2,30	1072,00	7,56	547
2824 - 20002	0,52	0,03	16,00	0,70	1,20	0,03	172,00	8,59	28,00	2,30	1016,00	7,59	547
2824 - 20003	0,00	8,00	0,35	0,60	0,02	102,00	5,09	13,00	1,07	539,00	7,68	309	
2724 - 60002	0,00	1,00	0,04	0,00	0,00	40,00	2,00	7,00	0,58	237,00	7,94	129	
2824 - 80003	0,33	0,02	64,00	2,78	2,00	0,05	168,00	8,39	28,00	2,30	1120,00	7,51	537
2723 - 40007	0,00	0,00	7,00	0,30	0,80	0,02	85,00	4,24	7,00	0,58	480,00	7,55	242

Se trata de aguas de características químicas muy variables; según el diagrama de Piper-Hill-Langelier se diferencian dos facies químicas (figura n.º 12): una bicarbonatada cálcica (El Chorrillo, Nacimiento del río Arcos, La Escaleruela y El Cañizarejo), y otra de tipo sulfatado cálcica (Fuente el Badillo, La Cañada, Fuente Mas Royo, Babor y Los Baños). Las conductividades para las primeras son de 237 a 539 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ y para las segundas entre 676 y 1.120 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

Se han recopilado además datos de análisis químicos realizados por la Diputación Provincial de Teruel de aguas procedentes de sondeos de reciente construcción:

- 2721-40003: PG-1 (Galve) drena dos niveles de areniscas de edad Mioceno, colgados. Pertenece al acuífero Sierra del Pobo.
- 2722-20005: PCI-2 (Cuevas Labradas) explota calizas del Dogger en el acuífero de la Sierra del Pobo.
- 2723-60008: PCu-1 (Cubla) en gravas cuaternarias, situado en el acuífero de la Sierra de Javalambre.
- 2723-60009: RCu-2 (Cubla) explota calizas del Lias en el acuífero de la Sierra de Javalambre.

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

1. 2721-30001 Fuente de Badillo
2. 2721-30004 Fuente La Cañada
3. 2722-20001 El Chorrillo (sondeo surgente)
4. 2724-60002 Nacimiento del río Arcos
5. 2824-20001 Fuente de Mas Royo
6. 2824-20002 Manantial Babor
7. 2824-80003 La Escaleruela
8. 2824-80003 Los Baños
9. 2723-40057 El Cañizarejo

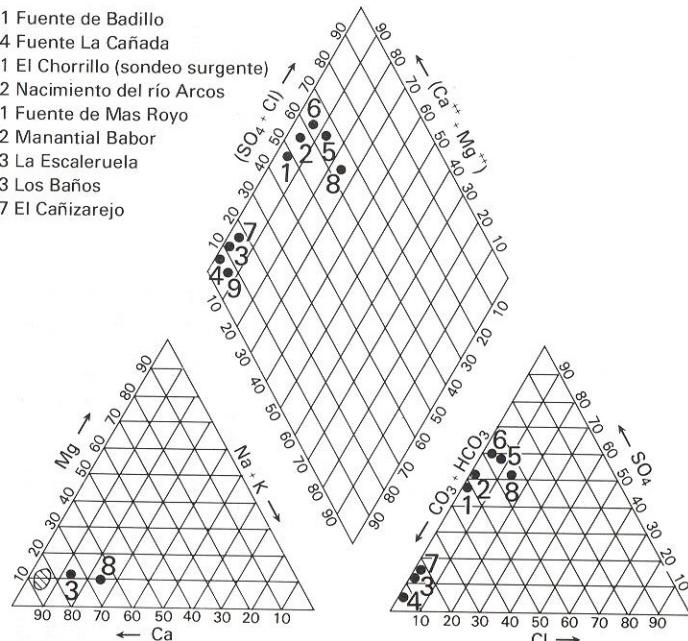


Figura n.º 12

2723-60010: PCu-2 (Cubla) explota calizas del Muschelkalk en el acuífero de la Sierra de Javalambre

2724-70006: PTO-2 (Torrijas) en dolomías del Muschelkalk en el acuífero de la Sierra de Javalambre.

2824-30007: ROI-3 (Olba) en calizas del Jurásico superior en el acuífero de Montanejos.

Los resultados de estos análisis se recogen en el cuadro n.º 9.

Las principales consecuencias que se derivan de los análisis realizados son:

Acuífero Sierra del Pobo:

En general las aguas son de naturaleza bicarbonatada cálcica (2721-40003, 2722-20005, 2723-60008) con conductividades alrededor de los 400 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$. Las fuentes de Badillo y La Cañada son de naturaleza sulfatado cálcica con conductividades alrededor de 680 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

Acuífero Sierra de Javalambre:

La naturaleza de las aguas es de tipo sulfatado cálcico en la mayoría de los casos: Babor, Mas Royo, y sondeos D.P.T. cuyas conductividades superan en todos los casos los 1.000 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

En el caso del balneario El Paraíso las aguas alcanzan un residuo seco de 11.812 mg/l, siendo su naturaleza clorurado sódica, posiblemente debido al contacto de estas aguas con los materiales margoevaporíticos del Keuper diapírico.

CUADRO N.º 9

N.º Inventario	Fecha	Toponimia	Conduc-tividad	PH	Cloruros	Sulfatos	Bicar-bonatos	Sodio	Potasio	Calcio	Magnesio
2721-40003	23-11-89	PG-1	401	7.5	26.27	5,2	285	7,6	1,2	73	18,4
2722-20005	15-12-86	PCL-2	367	6.9	29.25	103				112	16,12
2723-60008	16-05-88	PCu-1	2462	7.04	163	1800	406.6	95	4.8	601.7	202.5
2723-60009	17-02-88	RCu-2	1882	7.2	60.7	1148	263	37.5	5.6	414	121
2723-60010	12-02-88	PCu-2	1219	6.82	20.6	591	294			230.5	78
	19-10-88	PCu-2	1431	7.4	22.83	688.3	538.7	16.5	2.6	319.7	92.9
2724-70006	4-10-87	PTO-2	1153	6.96	17.4	630.9	245.2			256	47
2824-30007	4-05-88	ROI-3	434	7.21	20.8	50.1	236.3	7.5	4.5	36.7	6.7

Acuífero de Montanejos:

Agua de facies sulfatado-bicarbonatado-cálcica. En el caso de Los Baños, se trata de aguas con propiedades mineromedicinales, con una conductividad de 1.120 $\mu\text{mhos}/\text{cm}$.

Resumiendo, se diferencian dos tipos de facies químicas y algunas de tipo intermedio. Las aguas bicarbonatado cálcicas surgen en calizas muy fracturadas y carstificadas; las sulfatado cálcicas están en relación con afloramientos del Keuper, frecuentes en este subsistema.

3. 4. 2. Subsistema de Mosqueruela

Se sitúa a caballo entre las provincias de Castellón y Teruel, en la zona del Alto Maestrazgo (Macizo de Gúdar). Ocupa una superficie de unos 2.500 Km². Está constituido por materiales de edades comprendidas entre el Haueriviense y el Maestrichtiense.

Los límites del subsistema vienen definidos por los materiales de permeabilidad muy baja de las facies Weald (margas y arcillas) al oeste y por las margas y margocalizas del Haueriviense-Maestrichtiense al este.

Estos materiales individualizan hidráulicamente el subsistema de Mosqueruela de los de Javalambre y Maestrazgo, infrayacentes ambos.

Los acuíferos están constituidos por los carbonatos del Gargasiense y por los del Cenomaniente-Senoniente inferior, con potencias medias de unos 100 metros y 200 metros respectivamente.

Se trata de dos niveles acuíferos permeables separados por materiales margosos y arenosos poco permeables del Gargasiense superior-Albense, con posibles conexiones puntuales a través del apretado sistema de fracturas que les afecta.

Los escasos puntos acuíferos representativos no permiten establecer con claridad las características de la superficie piezométrica de este subsistema. A pesar de ello se podría con cierto rigor, para el acuífero del Cretácico superior (Cenomaniente-Senoniente inferior), establecer una divisoria piezométrica, de tal modo que al norte de la misma la circulación subterránea del agua se dirigiría hacia el norte, variando la cota del nivel del agua entre 1.500 y 1.000 metros. Al sur de la divisoria, el sentido de la circulación del agua sería hacia el SE, situándose la cota de la superficie piezométrica entre unos 1.500 y 600 metros. (IGME, 1896).

De igual modo se podría establecer la misma divisoria piezométrica en el acuífero constituido por el Cretácico Medio (Gargasiense). En la región septentrional el sentido del flujo sería de sur a norte, con valores de cota de la superficie piezométrica comprendidos entre 1.500 y 900 metros. En la región meridional, la circulación subterránea del agua se produciría hacia el SE, con cotas para la superficie piezométrica que descendieran desde unos 1.500 a 400 metros en el extremo suroriental.

La alimentación del subsistema proviene de la infiltración del agua de lluvia en sus 2.300 Km² de superficie aflorante. Su cuantía se ha estimado para el periodo 1948-1983 en 200 hm³/año de valor medio.

La descarga se produce del modo siguiente (IGME, 1986):

- Cuenca del río Guadalupe: a través del manantial de Pitarque (30 hm³/año) y otros diseminados a lo largo del cauce del río (30 hm³/año).
- Río Villahermosa: a través de los manantiales de Cimorreta, Galet, Tosca y Estrecho (3 hm³/año).
- Río Mijares en el extremo suoriental del subsistema: 12 hm³/año.
- Por manantiales dispersos por el subsistema, la descarga media global es de 5 hm³/año, siendo los más importantes los de Fuente Lozana, Los Caños, Huertas, Nacimiento del río Cantavieja y Nacimiento del río Mijares.
- Por alimentación diferida a los materiales carbonatados del subsistema del Maestrazgo, en el amplio sector que inscribe a Vistabella del Maestrazgo. En dicho sector las calizas aptenses se ponen prácticamente en contacto con los materiales del Jurásico al haber sido erosionado el Haueriviense-Barremiense o tener poco espesor. La cuantía de esta salida se estima del orden de (60 hm³/año).
- Por alimentación diferida, por parecidos mecanismos al descrito anteriormente, al subsistema de Javalambre (60 hm³/año).

Para el presente trabajo se han realizado dos campañas de aforos cuyos resultados se presentan en el cuadro n.º 10

El volumen de agua subterránea utilizado en el subsistema es de 1,4 hm³/año y se destina a los siguientes usos: (IGME, 1986):

- Abastecimientos urbano-industrial: se utilizan 0,7 hm³/año de agua subterránea que satisfacen la demanda de una población de hecho de 11.045 habitantes y una población estacional (3 meses al año) de 3.175 habitantes.
- Demanda agrícola. El agua subterránea utilizada para el regadío de 243 has. es de 0,7 hm³/año.

CUADRO N.º 10

Nº INVENTARIO	TOPOGRAFIA	CAUDAL (l/s)	
		JUN. 90	OCT. 90
2822-30002	Fte. Canaleta (Nacimiento río Guadalupe)	13	--
2822-50003	Nacimiento río Mijares	13	--
2821-30001	Nacimiento río Pitarque	1.011(*)	792
2823-20003	Fuenlozana	42	18

(*) Incluye posibles aportes superficiales de barrancos laterales

El agua subterránea presenta facies bicarbonatada cálcica y no ha sido alterada de manera significativa en su calidad natural (figura n.º 13).

En general son aguas de buena calidad, con residuo secos comprendidos entre 100 mg/l y 300 mg/l, apta para consumo humano según la normativa vigente.

Las concentraciones en cloruros y sulfatos son inferiores a 25 mg/l generalmente, con la salvedad del nacimiento del río Guadalupe que presenta mayor concentración en sulfatos.

Existen, también, datos procedentes de un sondeo realizado por la D. P. T en el año 1990 y se exponen a continuación:

PJo-2 (Jorcas) 2821-60006:

Conductividad = 437 μ mhos/cm

pH = 7,6

Cloruros = 16,69 mg/l

Sulfatos = 39,50 mg/l

Bicarbonatos = 296,4 mg/l

Sodio = 4,10 mg/l

Potasio = 4,10 mg/l

Calcio = 96,10 mg/l

Magnesio = 7,60 mg/l

Este sondeo explota calizas y areniscas del Bedouliense inferior (Aptiense). Se trata de un agua de facies bicarbonatado cálcica con una concentración de sulfatos algo mayor que en el resto de las muestras, al igual que en el nacimiento del río Guadalupe.

3. 5. SISTEMA 57: MONREAL-GALLOCANTA

El sistema acuífero n.º 57 «Monreal-Gallocanta» se definió dentro del «Plan de Investigación de Aguas Subterráneas» (PIAS 1979-1981). En él se diferenciaron 5 subsistemas acuíferos:

- Subsistema Cella-Molina de Aragón
- Subsistema Lidón-Palomera.
- Subsistema Valle del Jiloca.
- Subsistema Piedra-Gallocanta.
- Subsistema Sierra de Solorio.

Posteriormente, se han realizado estudios a escala 1:50.000 a los que más adelante se hace referencia y que afectan a alguno de dichos subsistemas.

Este Sistema Acuífero ocupa una superficie de 7.800 Km², (3.500 Km² de materiales permeables) repartidos entre las cabeceras de las cuencas de los ríos Júcar, Tajo y Ebro, así como en la cuenca endorreica de Gallocanta. Se diferencian acuíferos carbonatados de gran potencia, y otros detríticos, localizados en el borde meridional de la Cordillera Ibérica.

Escasamente habitado (35.000 habitantes en 1980), su población se concentra en los valles del Jiloca (Cella, Monreal del Campo, Calamocha) y del Jalón (Medinaceli, Alhama de Aragón, Arcos de Jalón). La economía regional se basa en la agricultura y ganadería, concentrándose en el valle del Jiloca; la industria es escasa: industrias derivadas de la agricultura en el valle del Jiloca (cárnicas, madereras). El clima es continental, con inviernos muy fríos (el triángulo Molina de Aragón, Calamocha y Teruel está considerado el «polo» de la península, habiéndose registrado temperaturas de -40 °C) y veranos relativamente calurosos; la precipitación media anual es del orden de los 550 mm.

Sus límites son: Al norte el río Jalón; al este las sierras paleozoicas de Santa Cruz y de Pardos y la alineación triásica Pancrudo-Alpeñés. El límite sureste lo constituye la depresión terciaria Alfambra-Teruel y el límite suroeste está definido por la sierra de Albarracín y la alineación triásica Molina de Aragón-Anguita-Alcolea.

Dentro de la hoja de Teruel, se encuadran parcialmente los subsistemas de Cella-Molina de Aragón, Lidón-Palomera y Valle del Jiloca.

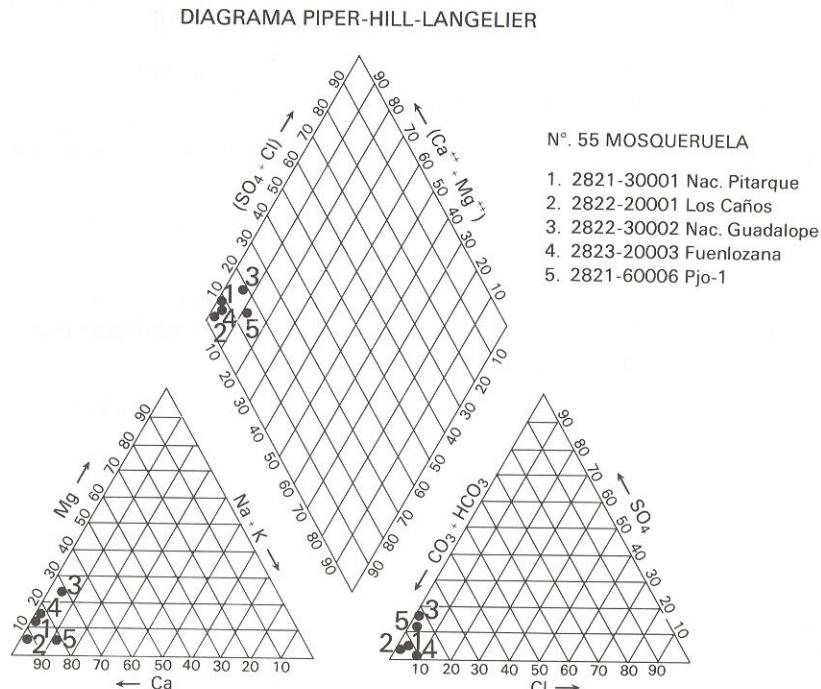


Figura n.º 13

3. 5. 1. Subsistema Cella-Molina de Aragón

Se extiende por las provincias de Teruel y Guadalajara ocupando una superficie de 1.800 Km²; de éstos, 950 corresponden a materiales permeables.

Sus límites son:

Al N: Alineación triásica de Molina de Aragón-Setiles (sierra de Caldereros).

Al NE: Sierra Menera.

Al E: Depresión del Jiloca.

Al S: Río Guadalaviar o Turia.

Al SO: Sierra de Albarracín.

Al O: Alineación triásica Pinilla de Molina-Tierzo-Molina de Aragón.

En él se encuentran parte de las divisorias hidrográficas de las cuencas del Júcar, Tajo y Ebro.

Hidrográficamente la parte comprendida dentro de la hoja de Teruel corresponde a la cuenca de río Gallo, afluente de cabecera del Tajo.

Constituye una extensa paramera carbonatada suavemente plegada, asimilable a un gran sinclinal de dirección ibérica y de edad liásica. Se apoya sobre un basamento triásico-paleozoico que aflora en la sierra de Caldereros y en Sierra Menera, levantando a favor de una falla NO-SE que actúa como barrera impermeable del acuífero, condicionando el drenaje en esta zona. (El río Gallo recoge entre Chera y Castillnuevo 536 l/s del acuífero liásico. Aforo realizado en Junio de 1990).

Los bordes N, NE, SO y O del acuífero están constituidos también por materiales triásicos y paleozoicos impermeables, definiendo claramente el drenaje del acuífero e independizándolo del resto de los acuíferos adyacentes, a excepción del borde oriental que queda en contacto con la depresión del Jiloca produciéndose una alimentación lateral a dicha depresión.

Las dimensiones del acuífero son de forma aproximada, unos 65 Km de largo por 15 Km de ancho y una potencia estimada de 100-150 metros de calizas y dolomías liásicas y 25-50 metros de calizas del Dogger.

El inventario consta de 49 puntos de agua de los cuales 41 son manantiales, 4 sondeos y 4 pozos.

Los manantiales son de bajo caudal en su mayoría (inferiores a 10 l/s) a excepción de los siguientes puntos:

Fte. de Cella 2622-30001. Caudal medio superior a 1.000 l/s.

Fte. Ojo de la Mora 2621-20001. Q = 30 l/s (IGME, 1985).

Fte. de la Vega 2622-50001.

Ftes. del Lavadero 2622-50002.

Fte. de la Huerta 2622-50003.

Fte. de Escaldador 2622-50004.

Fte. de los Frailes 2622-50005.

920 l/s conjuntamente (octubre de 1990)

De todos ellos, 21 drenan a la cuenca del Tajo, 16 a la del Turia y únicamente dos a la del Jiloca. Los sondeos tienen poca profundidad, salvo en Ródenas, donde uno de ellos alcanza 109 metros de profundidad (2621-10015).

Se desconocen con precisión las características hidráulicas de éstos materiales. No obstante y en función del entorno geológico, cabe esperar valores de transmisividades elevados en las zonas carstificadas y coeficientes de almacenamiento bajos para el conjunto.

Las entradas de agua al acuífero provienen de:

- Infiltración directa del agua de lluvia a través de los materiales permeables.
- Infiltración de una pequeña parte del agua de escorrentía superficial procedente de zonas adyacentes de carácter impermeable.

Las precipitaciones medias caídas sobre los 1.800 Km² que ocupa el subsistema, son del orden de 1.170 hm³/año, de los que 930 hm³/año se pierden por evapotranspiración (79%) y el resto, 240 hm³/año (21%) constituyen la aportación total (IGME, 1981).

De dicha aportación, 155 hm³/año (65%) constituye la escorrentía subterránea, es decir, el agua de lluvia que se infiltra en los 950 Km² de materiales permeables (coeficiente de infiltración del 25%), siendo el resto 85 hm³/año (35%), la escorrentía superficial, que supone el 7% de la lluvia caída en el subsistema.

El drenaje del acuífero se produce casi exclusivamente a través de manantiales, la mayoría de ellos localizados en los materiales del Lías. La descarga se produce o bien por alcanzarse el nivel piezométrico de base del acuífero liásico, en los valles fluviales profundos, o bien en zonas de contacto del Lías con los materiales impermeables subyacentes del Keuper.

Los principales puntos de drenaje son:

- En el borde suroriental a través de la Fuente de Cella.
- En el borde sur, a través del río Guadalaviar o Turia, entre Tramacastilla y Gea de Albarracín.
- En el borde norte a través del río Gallo entre Chera y Castillnuevo.
- En el borde oriental, al subsistema del Jiloca.

Salvo en éste último caso, en que no es posible cuantificar el volumen de agua drenada, se han realizado aforos para determinar puntualmente los caudales (cuadro n.º 11).

CUADRO N.º 11

	1989		1990		
	MARZO	JUNIO	OCTUBRE	JUNIO	OCTUBRE
• FUENTE DE CELLA	1.087	1.415	542	326	156
• RÍO GUADALAVIAR ENTRE TRAMACASTILLA Y GEA DE ALBARRACÍN					1.042
• RÍO GALLO ENTRE CHERA Y CASTILLNUEVO				536	

Todos los valores en l/s

Es de destacar el importante descenso de caudal que acusa la Fuente de Cella en este último año (ver hidrograma en mapas auxiliares).

Se han realizado análisis de calidad del río Gallo en Chera (descarga norte del acuífero 2520-20009), de la Fuente de Cella (2622-30001 descarga suroriental) y de los manantiales que constituyen la descarga en el borde sur del acuífero (2522-40004, 2522-80001 y 2622-50002). Los resultados se exponen en el cuadro n.º 12.

Según el diagrama de Piper-Hill-Langelier (figura 14) se trata de aguas bicarbonatadasulfatado-cálcicas y sulfatadas-cálcicas en el manantial del Barranco Hondo; este

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

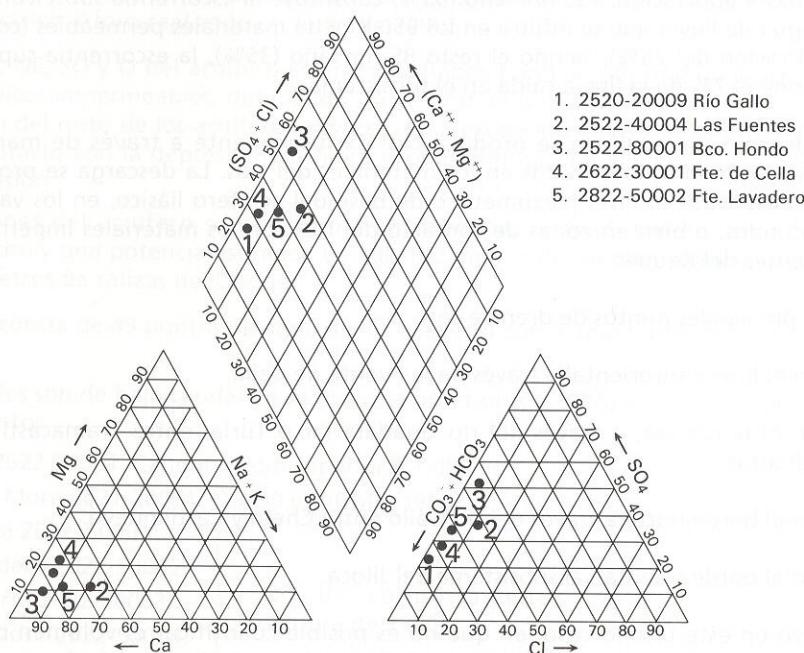


Figura n.º 14

CUADRO N.º 12

RESUMEN ANÁLISIS QUÍMICOS HOJA HIDROGEOLÓGICA 1:200.000 DE TERUEL

SISTEMA ACUÍFERO Y SUBSISTEMA	NÚMERO INVENTARIO	TOPONIMIA	FECHA d - m - a	CLORUROS		SULFATOS		BICARBONATOS		CARBONATOS		NITRATOS		NITRITOS		
				meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	
N.º 57 CELLA - MOLINA DE ARAGÓN	2520 - 20009	RÍO GALLO	8 - 10 - 90	0.09	0.00	0.00	5.00	0.22	1.70	0.04	96.00	4.79	22.00	1.81	633.00	7.66
	2522 - 40004	LAS FUENTES	11 - 10 - 90	0.00	0.00	25.00	1.09	2.90	0.07	94.00	4.69	16.00	1.32	651.00	8.11	
	2522 - 80001	BCO. HONDO	11 - 10 - 90	0.00	0.00	0.45	194.00	4.04	0.01	120.00	5.99	14.00	1.15	633.00	7.69	
	2622 - 30001	FTE. DE CELLA	15 - 2 - 90	0.00	0.00	0.25	61.00	1.27	140.00	0.00	55.00	2.75	16.00	1.32	540.00	8.00
	2622 - 50002	FTE. LAVADERO	1 - 10 - 90	0.00	0.00	0.62	135.00	2.81	236.00	0.00	110.00	5.49	16.00	1.32	690.00	7.65
				meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	
															ppmCaCO ₃	
	2520 - 20009														332	
	2522 - 40004														302	
	2522 - 80001														358	
	2522 - 30001														204	
	2522 - 50002														342	

manantial se localiza sobre una falla intrajurásica, en la que posiblemente el Keuper haya actuado como lubricante y a través de la cual se produciría el ascenso, justificando así el enriquecimiento de ésta en sulfatos.

Para Las Fuentes se tiene un contenido mayor de sodio y potasio. Se trata de aguas bastante mineralizadas con residuos secos entre 330 y 370 mg/l y conductividades que oscilan entre 540 y 690 μ mhos/cm.

Para la Fuente de Cella se cuenta con datos de calidad desde 1978, a partir de los cuales se han elaborado sus correspondientes gráficos de evolución (ver mapa auxiliar).

3. 5. 2. Subsistema del Alto Jiloca

Este subsistema es actualmente el que mayor interés despierta dentro del Sistema Acuífero n.º 57, debido al elevado grado de explotación que soporta y por albergar la mayor densidad de población del ámbito del estudio, exceptuando la capital de la provincia.

Ocupa este subsistema una superficie aproximada de 500 Km², entre las localidades de Cella y Calamocha. Se localiza íntegramente en la provincia de Teruel y corresponde a los depósitos aluviales del río Jiloca.

Dentro de la hoja de Teruel se sitúa solamente la mitad meridional, que para diferenciarla de la parte septentrional de la vecina hoja de Daroca, se denominará en este trabajo: «zona meridional de Cella-Singra».

La forma de este subsistema es subrectangular, en dirección N-S. Limita al norte con la sierra paleozoica de Santa Cruz, al este con las sierras carbonatadas de Lidón y Palomera-Celadas, al sur con los materiales terciarios poco permeables de la cuenca del Guadalaviar o Turia y al oeste con las serranías de Cella-Molina de Aragón, Cerros del Imperio y Gallocanta.

Este subsistema está formado por un acuífero principal detrítico superficial, apoyado sobre un sustrato calizo con, al menos, 3 niveles carbonatados subyacentes.

Recibe aportes por la infiltración de agua de lluvia y los procedentes de los subsistemas acuíferos calizos adyacentes a él (Cella-Molina de Aragón, Piedra-Gallocanta y Lidón-Palomera-Celadas). Las descargas se realizan a través del río Jiloca que recorre y drena este subsistema acuífero.

El subsistema se ubica en la depresión Calamocha-Teruel, entre ambas ramas de la cordillera Ibérica. Se trata de una fosa tectónica, constituida por materiales mesozoicos que afloran en los bordes de la depresión y que constituyen también el sustrato de la misma. Está rellena por materiales terciarios y recubierta por depósitos detríticos pliocuaternarios de espesores considerables y muy variables. Estos últimos materiales son los que constituyen el acuífero principal de la zona, y donde se han implantado los cultivos de regadío.

Los materiales detríticos constituyen la superficie del valle y ocupan una extensión de 500 Km²; su forma es asimilable a una lente de 7 km de anchura y 70 Km de longitud, con potencias de 0 metros en los bordes y 100 metros como máximo en algunas zonas entre Monreal y Calamocha.

Bajo el tapiz que forman los depósitos pliocuaternarios, se encuentran atrapados los materiales mesozoicos, entre los que se diferencian varios tramos permeables.

La fosa del Jiloca está ligada a los movimientos alpinos y neotectónicos, con familias de fracturas de dirección transversal al eje principal. Estas fracturas llegan, en ocasiones, a semi-individualizar zonas, que anteriormente se han denominado como unidades hidroestructurales. Los niveles regionales de baja o muy baja permeabilidad (Keuper y Fm. de Arenas de Utrillas fundamentalmente) jugarán un papel decisivo en el esquema de circulación subterránea dentro de este complejo subsistema.

El número de puntos acuíferos inventariados en este subsistema se cifra en 437, de los que un 80% corresponde a sondeos, un 16% a pozos y otras obras de poca profundidad, y el 4% restante a manantiales, cuya distribución por hojas topográficas 1:50.000 se recoge en el cuadro n.º 13.

CUADRO N.º 13

HOJA DE TERUEL (1:200.000)					
HOJA	SONDEOS	OTROS	POZOS	MANANTIALES	TOTAL
CELLA	77	1	5	5	88
STA. EULALIA	157	1	23	2	183
TOTAL	234	2	28	7	271

HOJA DE DAROCa (1:200.000)					
HOJA	SONDEOS	OTROS	POZOS	MANANTIALES	TOTAL
MONREAL	83	0	16	1	100
CALAMOCHA	31	8	15	12	66
TOTAL	114	8	31	13	166

El esquema simplificado de funcionamiento hidrogeológico para el conjunto del subsistema sería (IGME, 1985, b):

Recarga:

- Infiltración de caudales procedentes de la Fuente de Cella.
- Infiltración directa por lluvia.
- Retornos de riego (con agua superficial y subterránea).
- Entradas laterales procedentes de los acuíferos adyacentes.

Descarga:

- Extracción mediante bombeos.
- Salidas por manantiales (Ojos de Monreal y Caminreal).
- Salidas difusas, en ocasiones puntuales, en la zona de Fuentesclaras-El Poyo, a través de las formaciones tobáceas.
- Drenajes al río Jiloca en la entrada a los materiales paleozoicos.
- Consumos por los cultivos de regadío.

Las relaciones río-acuífero y las direcciones del flujo subterráneo del acuífero aluvial se reflejan en el mapa de isopiezas (ver mapas auxiliares).

En términos generales, los niveles piezométricos muestran una acentuada tendencia al descenso en los últimos años.

Los recursos subterráneos del acuífero se han evaluado en anteriores trabajos entre 75 y 154 hm³/año (IGME, 1985, b).

La calidad química de las aguas subterráneas es muy variable, aspecto lógico, por otra parte, si se tiene en cuenta la vulnerabilidad del acuífero aluvial a la acción antrópica.

Las aguas drenadas por la Fuente de Cella presentan el menor grado de mineralización, con facies bicarbonatado-cálcicas, propias de acuíferos carbonatados jurásicos.

En las zonas próximas al accidente tectónico de Almohaja (figura n.º 15) (IGME, 1985, b), en el que se encuentran presentes los materiales margoevaporíticos del Keuper, se incorporan aguas más mineralizadas, enriquecidas en sulfatos, cloruros y nitratos.

En la zona de Singra, donde el Keuper circunda al acuífero del Muschelkalk, las aguas presentan mayor salinidad, con facies bicarbonatadas sulfatadas cálcico-magnésicas.

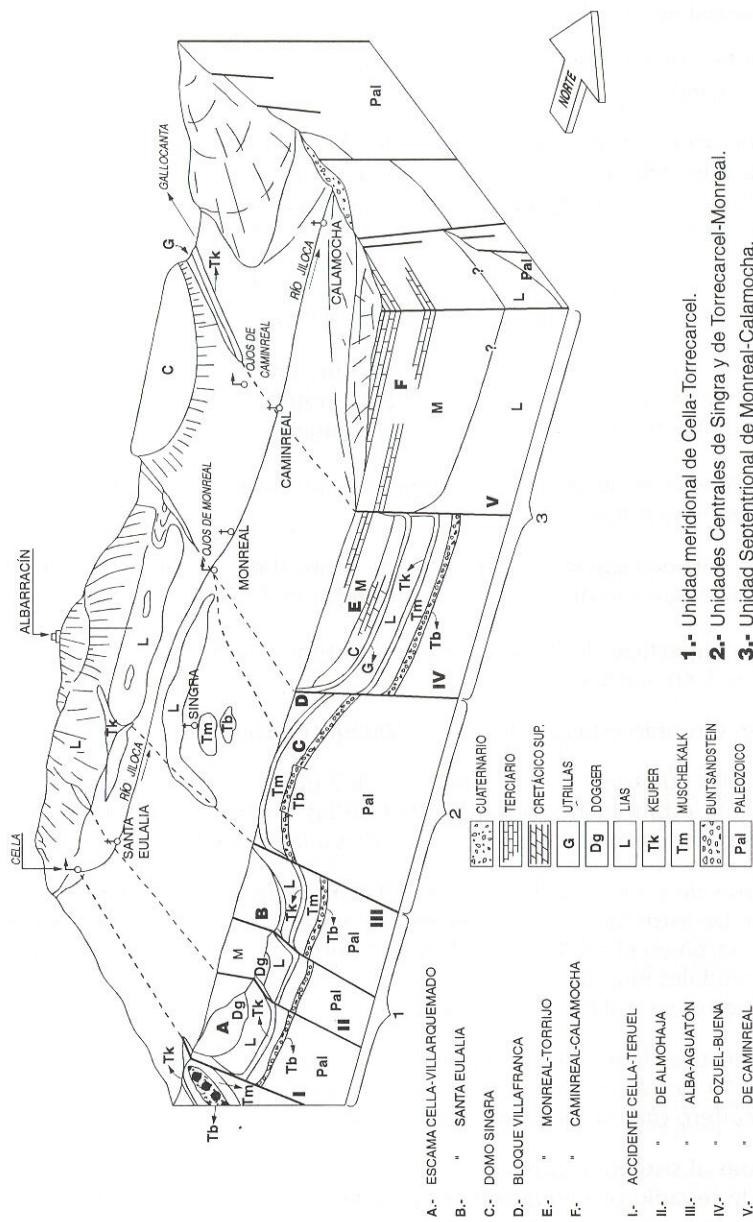
Por último, en la zona terminal del subsistema (área de Fuentesclaras-Calamocha), las aguas tienen un elevado grado de mineralización, con enriquecimiento en sulfatos, debido a la influencia de niveles evaporíticos. El contenido en nitratos, a veces alto, procede principalmente de contaminación agrícola. Su distribución espacial es prácticamente homogénea en el acuífero aluvial.

En este subsistema se han diferenciado las siguientes unidades hidroestructurales (figura n.º 15):

- Unidad meridional de Cella-Torrelacárcel.
- Unidad central Singra.
- Unidad central de Torrelacárcel-Monreal
- Unidad septentrional de Monreal-Calamocha.

Las dos primeras corresponden totalmente a la hoja de Teruel a escala 1:200. 000 y la tercera sólo parcialmente.

BLOQUE DIAGRAMA MOSTRANDO LA ESTRUCTURA DEL ALTO JILOCA



1.- Unidad meridional de Cella-Torrelacárcel.
 2.- Unidades Centrales de Singra y de Torrelacárcel-Monreal.
 3.- Unidad Septentrional de Monreal-Calamocha.

Unidad Central de Torrelacárcel-Monreal

Corresponde a una zona de menor hundimiento relativo en la parte central de la Fosa del Jiloca, exceptuando el Domo de Singra.

Ocupa una extensión de 96 Km² bordeando al domo de Singra entre los accidentes tectónicos de Alba-Aguatón y de Pozuel-Bueña; el límite occidental lo constituye un anticlinal N-S con núcleo de Trías que se extiende desde Alba hasta cerca del límite norte y este límite constituye una barrera impermeable. Al este el límite lo constituyen las fracturas de dirección iberica algo norteadas del Jurásico de Bueña.

Se diferencian dos niveles acuíferos: Jurásico y detrítico superficial.

El Jurásico ocupa una superficie de unos 96 Km², en forma de «V» abierta, desde Alba del Campo hacia la zona de Pozuel-Bueña. La potencia media es del orden de 270-300 metros. Engloba al Lías y al tramo basal del Dogger.

El flujo subterráneo se produce en dirección sur-norte, y se ve frenado por fracturas transversales impermeabilizadas.

El acuífero detrítico superficial se extiende sobre toda la unidad, bordeando el Domo de Singra. El desarrollo de este acuífero es mayor en la parte norte.

Ocupa una superficie de 77 Km² con una potencia media de 21 metros; la anchura aumenta de 3 Km a 6,5 Km al norte.

El volumen saturado está calculado en 1.600 hm³ (IGME, 1985, b).

Los materiales que forman el acuífero son de 3 tipos: detríticos aluviales, glacis y conos de deyección; están ligados a la actividad de las fracturas cuaternarias. Las áreas más favorables para su explotación son las cercanas a la fractura de Alba, en el labio norte.

El inventario de esta unidad consta de 73 puntos de agua, 69 sondeos, 3 pozos y un manantial. De estos 58 pozos y sondeos explotan los niveles calcodolomíticos del Lías y sólo 19 lo hacen en el acuífero detrítico. Los primeros con profundidades entre 55 y 400 metros y caudales muy variables (10-125 l/s); los segundos, sus profundidades son desde 25 a 112 metros y caudales entre 10 y 50 l/s.

Las características hidráulicas para el acuífero calizo son: un coeficiente de almacenamiento de 10⁻³ y transmisividad muy variable, indicativa de la heterogénea permeabilidad del acuífero cárstico del Lías inferior (IGME, 1985,b).

Las entradas al sistema proceden de la infiltración del agua de lluvia (2,2 Hm³), de los retornos de regadío con agua subterránea de las extracciones de la Unidad Central de Singra y la de Torrelacárcel-Monreal (2 Hm³) (el río normalmente no lleva agua en este tramo) y de los aportes subterráneos laterales de los subsistemas de Lidón- Palomera y de la zona de Sierra Menera (13,7-13,8 hm³) que descargan casi inmediatamente a través de los Ojos de Montreal para el periodo 1984-85 (IGME, 1985, b).

Las salidas se producen en los manantiales de los Ojos de Montreal (13,2 hm³ fuera del ámbito de la hoja), y por aporte lateral al domo de Singra (1,8 hm³). Las extracciones por bombeo son de 6,6 hm³.

Los aforos realizados recientemente en los Ojos de Montreal arrojan los siguientes resultados:

Marzo 89	Junio 89	Octubre 89	Junio 90	Octubre 90
521 l/s	642 l/s	540 l/s	338 l/s	401 l/s

La composición química de las aguas es bicarbonatado sulfatada magnésico-cálcica, con contenidos en residuo seco del orden de los 400-500 mg/l.

Del análisis realizado se obtiene una conductividad de 787 µmhos/cm, se trata de un agua de facies sulfatado bicarbonatado cálcica.

Las reservas de agua para la Unidad Central (Torrelacárcel-Monreal) (IGME, 1985, b) se cifraron en 56 hm³ para los acuíferos carbonatados y 225 hm³ para el acuífero detrítico superficial. Los recursos fueron estimados en 16,2 hm³/año.

Unidad Central de Singra

Constituye un bloque dolomítico en la zona central del valle alto del Jiloca, en las proximidades de la localidad que le da nombre.

Se encuentra rodeado este domo, de 17 Km² de superficie por materiales del Keuper que actúan como barrera de baja permeabilidad. Se trata de una cresta domática arrasada y cubierta parcialmente por sedimentos detríticos, con morfologías de glacis y de depósitos de piedemonte. Está constituido por los materiales del Triásico medio en Facies Muschelkalk. La potencia media aproximada es de 50-70 metros, extendiéndose por debajo de los materiales jurásicos aledaños.

Los recursos de este acuífero o unidad hidroestructural son muy limitados y se encuentran explotados en alto grado. Los bombeos dan lugar a acusados descensos estacionales que se recuperan parcialmente durante el resto del año. Esta recuperación se produce por alimentación lateral a través de los materiales del Keuper (IGME, 1985, b).

Los pozos perforados en el Muschelkalk son muy productivos, con caudales superiores a los 100 l/s, que en períodos de sequía se ven mermados al final de la temporada de riego.

El coeficiente de almacenamiento es variable, entre 10⁻² y 10⁻³ (IGME, 1985, b) en función del grado de confinamiento.

Las entradas al acuífero se producen de forma subterránea y de la infiltración directa del agua de lluvia en menor grado. Las salidas se producen únicamente por bombeos (4-5 hm³/año).

Los recursos totales del acuífero (incluyendo reservas) se evalúan en torno a los 40 Hm³ (IGME, 1985, b).

Unidad Meridional de Cella-Torrelacárcel

Esta unidad hidroestructural se sitúa en la cabecera de la cuenca del Jiloca. Se extiende desde la localidad de Cella hasta el domo de Singra (unidad central de Singra). Su superficie es de 191 Km².

Se han localizado dos niveles acuíferos carbonatados en profundidad recubiertos por el acuífero aluvial del Jiloca.

Los límites de esta unidad (IGME, 1985, b) son:

- Al este y oeste por fracturas verticalizadas que limitan mediante gran salto de falla, la fosa tectónica del Jiloca.
- Al sur un pliegue cabalgante que se extiende desde el norte de Cella hasta Teruel.
- Al norte, el accidente tectónico de Alba-Aguatón.

Los acuíferos carbonatados identificados en profundidad corresponden al Muschelkalk y al Jurásico (Lías y Dogger). El primero de ellos no se explota, se encuentra altamente confinado. Sus límites inferior y superior son de carácter impermeable: facies Buntsandstein y Keuper respectivamente.

El segundo se encuentra fuertemente afectado por una tectónica compresiva que da lugar a cabalgamientos que vergen hacia el norte. Está confinado por los depósitos lutíticos del Terciario.

El volumen de agua almacenada en este acuífero se evalúa (IGME, 1985, b) en torno a los 62 hm³, que apenas se explotan en la actualidad.

El acuífero aluvial constituye un delgado tapiz de elevada permeabilidad. En él se incluyen otros depósitos recientes, conectados hidráulicamente (glacis y conos de deyección). El espesor máximo de este acuífero es de 70 metros, y su nivel de base queda definido por el cauce del río Jiloca, que actúa como colector. La dirección del flujo subterráneo tiene una componente principal S-N.

Es el acuífero más explotado de los definidos en la hoja de Teruel, de hecho, alberga más de 250 puntos de agua (algunos de ellos interesan también al acuífero jurásico subyacente).

Los valores de transmisividad son muy variables, entre 50 y 8.000 m²/día, con valores medios en torno a 500 m²/día (IGME, 1985, b). Esta dispersabilidad es consecuencia de la heterogeneidad de este tipo de depósitos. El coeficiente de almacenamiento medio se sitúa en torno al 10%, mientras que para el acuífero jurásico están comprendidos entre 5×10^{-2} y 10^{-5} en función del grado de confinamiento.

Al conjunto de la unidad meridional de Cella-Torrelacárcel se le asignan unas reservas en torno a 280 hm³, (IGME, 1985, b).

3. 5. 3. Subsistema Lidón-Palomera-Celadas

Este subsistema ocupa una superficie de 900 Km² de los cuales, 400 Km² corresponden a materiales permeables carbonatados.

Se sitúa en la provincia de Teruel e incluye parte de la divisoria hidrográfica de las cuencas de los ríos Júcar y Ebro (Alfambra y Jiloca respectivamente). Se trata de un conjunto de afloramientos jurásicos delimitados entre la fosa tectónica del Jiloca (y su prolongación hasta Caudé) y la fosa de Alfambra-Teruel.

En este subsistema se diferencian 3 acuíferos carbonatados de edad Jurásico:

- Acuífero de Lidón (325 Km²).
- Acuífero de Palomera-Aguatón (30 Km²).
- Acuífero de Celadas (45 Km²).

Los escasos estudios de detalle realizados en este subsistema limitan la descripción de los distintos acuíferos.

A la hoja de Teruel corresponden parte de los acuíferos de Lidón y de Palomera-Aguatón y el acuífero de Celadas por completo.

El subsistema limita al norte con los materiales detriticos terciarios de la zona de Bañón; al oeste y suroeste con el valle del Jiloca; al noreste con el afloramiento triásico Alpeñés-Fuentes Calientes y al sureste con el valle del río Alfambra (figura n.º 16).

La litología de los acuíferos definidos es carbonatada: calizas y dolomías jurásicas. El nivel más permeable corresponde al Lías inferior, con una potencia comprendida entre 150 y 200 metros. El resto de la serie jurásica tiene como máximo 250 metros.

El conjunto jurásico está estructurado en una serie de pliegues (anticlinales y sinclinales) de dirección NO-SE. El borde occidental viene marcado por la falla de Caudé, con traza NNO-SSE.

Los sondeos que alcanzan el Lías inferior llegan a obtener puntualmente rendimientos de 200 l/s/m, probablemente en conexión con las formaciones tobáceas del valle del Jiloca.

Las entradas de agua al subsistema proceden en exclusiva de la infiltración del agua de lluvia, tanto de forma directa como a través de barrancos. Esta infiltración se estima en torno a los 35 hm³/año (IGME, 1981).

Las salidas se producen de forma subterránea al subsistema del Alto Jiloca.

La simplificación del funcionamiento hidráulico obedece al escaso conocimiento que existe sobre este subsistema. Sin duda, una mayor profundización en la higrogeología del mismo pondría al descubierto mayor complejidad que la expuesta.

Acuífero de Lidón

Está constituido por materiales carbonatados del Jurásico, con una superficie aproximada de 325 Km². Estos materiales forman una sucesión de anticlinales y sinclinales, en suave ondulación, con dirección axial NO-SE, recubiertos, a veces, por depósitos detríticos más modernos.

El nivel más permeable queda definido por el Lías. Limita al NE con la alineación triásica de Pancrudo-Alpeñés; al SO con la alineación arcillosa-oligocena de Bueña- Aguatón, que a su vez constituye el límite de este acuífero con el de Palomera-Aguatón. Al SE limita con el valle del río Alfambra y al este con el del Jiloca. El límite septentrional viene marcado por los depósitos detríticos de la zona de Bañón.

Probablemente, como se sospecha en los estudios geofísicos realizados (IGME, 1981), este acuífero se prolonga en profundidad por la fosa del Jiloca, obviamente afectado por la tectónica compresiva.

La carencia de puntos de agua relevantes en este acuífero sólo permite esbozar un sencillo esquema de funcionamiento hidrogeológico: el agua de lluvia se infiltra en los materiales carbonatados y detríticos que, tras un recorrido relativamente corto, alcanzan la zona saturada, con dirección del flujo hacia el subsistema del Alto Jiloca donde se producen las descargas (zona de Monreal-Fuentesclaras). No se han considerado salidas hacia la cuenca del río Alfambra (DGA, 1985).

En la zona de Torrijo del Campo, en dos sondeos perforados por el IRYDA (TE-11 y 11 bis), se alumbraron caudales de 250 l/s por pozo. Los valores de transmisividad obtenidos (IGME, 1985, b) se cifran en torno a los 12.500 m²/día, con un coeficiente de almacenamiento del orden de 0,02. Estos elevados valores puntuales pueden deberse a una alimentación del acuífero de Lidón a las formaciones tobáceas del subsistema del Alto Jiloca, según recientes investigaciones por parte de la Confederación Hidrográfica del Ebro (trabajo en curso). No obstante no cabe esperar que sean representativos de las formaciones carbonatadas jurásicas.

Los recursos medios subterráneos del acuífero se han evaluado entre 25 y 30 hm³/año (IGME, 1981).

Hidroquímicamente se diferencian dos tipos de aguas dentro de las formaciones terciarias (DGA 1985): aguas con bajos contenidos en alcalinos y sulfatos (Fuentes de Argente) y aguas con elevados contenidos en dichos iones (Fuentes de Lidón). Ambos tipos de agua presentan valores de dureza moderados, incrustantes y con conductividades variables entre 300 y 600 μ mhos/cm. También se han reconocido aguas en facies bicarbonatado-cálcicas (sondeo de Camañas realizado por la Diputación Provincial de Teruel, 1989).

Acuífero de Palomera-Aguatón

Está formado por un conjunto calizo-dolomítico jurásico, alargado según dirección NO-SE. Se encuentra estructurado como un anticlinal, con traza axial en la misma dirección, cuyo flanco sur está fracturado, en el límite con el subsistema del Alto Jiloca, y cubierto por los materiales detríticos pliocuaternarios de la Depresión del Jiloca.

Aflora en una superficie de unos 30 Km², de los que un 50% se sitúan en la hoja de Teruel, y el resto en la vecina hoja de Daroca (figura n.º 16).

De la misma manera que el acuífero de Lidón, éste se prolonga bajo el recubrimiento pliocuaternario, en el subsistema del Alto Jiloca, habiendo sido reconocido por dos sondeos (TE-14 y TE-18, IGME, 1981) perforados por el IRYDA. Estos sondeos presentan características similares a los descritos anteriormente. La fenomenología que permite obtener tan elevados rendimientos es la misma, es decir los sondeos extraen agua de las formaciones carbonatadas jurásicas a través de un medio con excepcionales características hidrodinámicas (litosoma tobáceo). Los parámetros calculados en ensayos de bombeo para estos puntos son (IGME, 1981):

$$T = 17.500 \text{ m}^2/\text{día}$$

$$S = 3 \times 10^{-2}$$

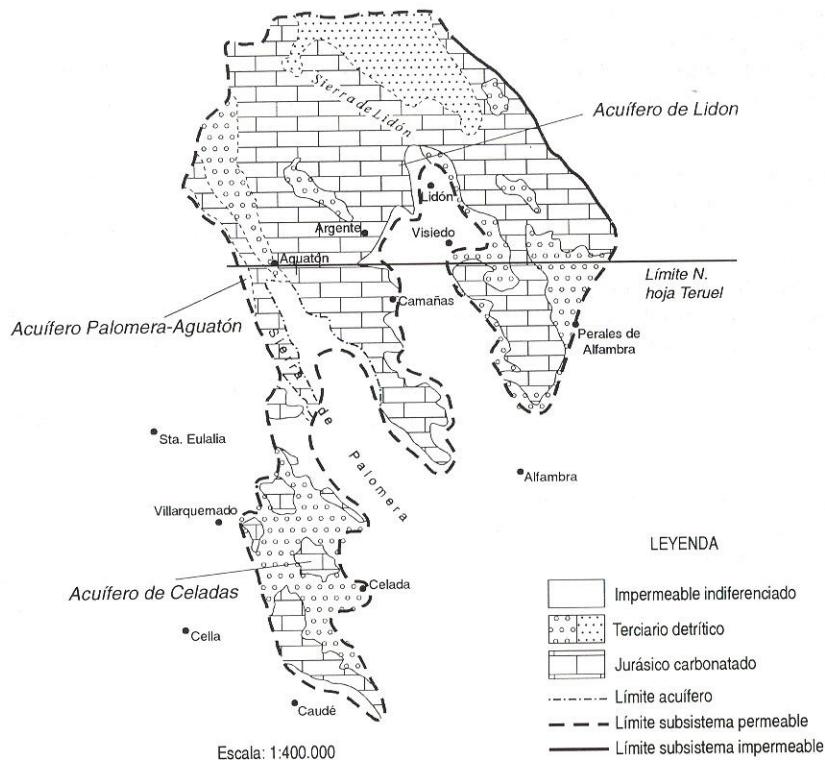


Figura n.º 16

Se han evaluado los recursos medios de este acuífero en 4 hm³/año aproximadamente (IGME, 1981) procedentes exclusivamente de la infiltración de las precipitaciones.

Acuífero de Celadas

El acuífero de Celadas está constituido por un conjunto calizo-dolomítico de edad Jurásico, que alcanza potencias de 100 a 150 metros que corresponde a materiales liásimos, y ocupa una superficie de 45 Km². Su prolongación hacia la depresión del Alfambra no ha sido estudiada. En la cuenca del Jiloca se encuentra el acuífero limitado por materiales impermeables terciarios y triásicos y situado entre Caudé y Villarquemado.

Ocupa una extensión de 45 Km² de superficie permeable y recibe una precipitación de 25 hm³/año; el coeficiente de infiltración debe ser del mismo orden que en los acuíferos vecinos (20-30 %), por lo que el acuífero recibe una infiltración de 6 hm³/año, que constituyen las salidas de forma subterránea al acuífero detrítico del valle del Jiloca entre Caudé y Villarquemado.

4. USOS Y DEMANDAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los Usos y Demandas de agua subterránea de los acuíferos diferenciados en la Hoja 1:200.000 de TERUEL, se localizan y reducen fundamentalmente al Subsistema acuífero del Valle Alto del Jiloca «Tramo Cella-Singra».

En el resto de la hoja, únicamente cabe citar el aprovechamiento de los drenajes de los acuíferos calcáreos a través de fuentes y manantiales para atender las demandas urbanas de numerosos pueblos que no pueden derivar caudales continuos de cauces superficiales.

Subsistema Valle Alto del Jiloca

El tramo del acuífero Valle Alto del Jiloca, comprendido entre Cella y Singra, se localiza en esta hoja 200.000, localizándose el resto del acuífero, en la hoja vecina de DAROCA.

Las principales demandas de agua subterránea, son las derivadas de la actividad agrícola de la Comarca.

Los regadíos dependientes del río Jiloca, son los realizados con agua circulante por el río que procede del drenaje de los acuíferos laterales y de cabecera del Valle y que se realizan a través de la Fuente de Cella y por aportes laterales. La superficie regada con estos caudales es de 4.500 has., que demandan una aportación de 33 hm³/año entre Abril y Octubre.

Los caudales aportados por el río Jiloca para riego, permiten atender la demanda completa de las 1.800 hectáreas de Cella que tienen prioridad sobre las 2.700 restantes (Villarquemado, Santa Eulalia, Torrelacarcel, Alba, Villafranca).

En los años de alta pluviometría (1979-80), los 32 hm³ aportados por el río Jiloca permitieron atender la totalidad del regadío. En años de menor pluviometría, los déficits se han tratado de compensar mediante bombeos del acuífero detrítico del Valle y del calizo localizado en los bordes del Valle.

En esta zona del Valle, se han inventariado un total de 170 pozos que se utilizan para regadío, bombeándose un total de 17 hm³/año.

Los nuevos rigadíos de Singra, están localizados lejos del dominio de las acequias derivadas del río Jiloca, y únicamente utilizan caudales bombeados del acuífero dolomítico de Singra. A través de 9 sondeos se bombean caudales para el regadío de 1.484 hectáreas, habiéndose estimado en unos 4,3 hm³/año las extracciones de agua del acuífero de Singra.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Capote, R. et al (1982). Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo alpino en el tercio noroccidental de la rama Castellana de la Cordillera Ibérica.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (1988). Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro. Documentación básica.
- Diputación General de Aragón. Universidad de Zaragoza (1985). Estudio hidrológico comarcal de Aragón. Cuenca del Alfambra.
- I. G. M. E., Mapa Geológico Nacional. Serie MAGNA: E. 1:50.000 de las siguientes hojas: Checa, Tragacete, Zafrilla, Cañete, Santa Eulalia, Cella, Terriente, Ademuz, Alfambra, Teruel, La Puebla de Valverde, Camarena de la Sierra, Villarluengo, Alcalá de la Selva, Mora de Rubielos y Manzanera.
- I. G. M. E., 1977. Investigación hidrogeológica de la cuenca media y baja del río Júcar.
- I. G. M. E., 1981. Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero n.º 57. Mesozoico de Monreal-Gallocanta.
- I. G. M. E., 1982. Modelo matemático del acuífero del valle del Jiloca.
- I. G. M. E., 1985 (a). Mapa Geológico Nacional Serie MAGNA E. 1:200.000 Teruel.
- I. G. M. E., 1985 (b). Proyecto de actualización de datos en la cuenca alta del río Jiloca.
- I. G. M. E., 1986. Las aguas subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, calidad y perspectivas de utilización.
- I. T. G. E., 1989. Las aguas subterráneas en España. Estudio de Síntesis.
- Martínez Gil, F. J. et al. Universidad de Zaragoza (1988). El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la Cuenca del Ebro como proceso de movilización y transporte de sustancias en disolución. Sus implicaciones en el aporte de sulfatos.
- Sánchez Navarro, J. A. et al. Universidad de Zaragoza (1990). El drenaje subterráneo de la cordillera Ibérica en la Depresión del Ebro: aspectos geológicos.
- Simón, J. L. (1984). Principales rasgos de la evolución de la cadena Ibérica centro-oriental.