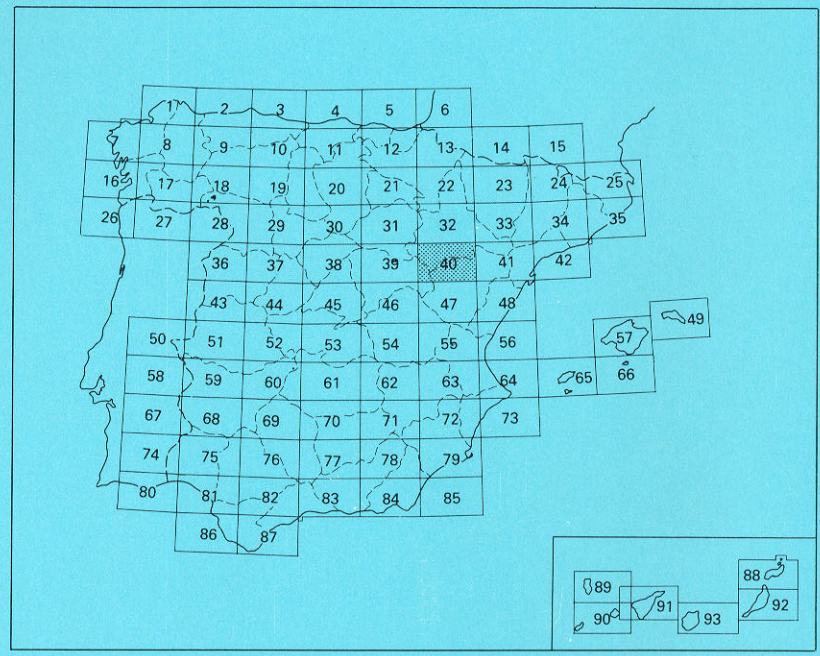
SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

40
7-5

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA
Escala 1:200.000

Primera edición



DAROCA

34239

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

DAROCA

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

© INSTITUTO TECNOLOGICO GEOMINERO DE ESPAÑA
Rios Rosas, 23. 28003 MADRID

Depósito legal: M-7536-1995
ISBN: 84-7840-214-4
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 7

2.2. TECTÓNICA 10

3. **DESCRIPCIÓN DE ACUÍFEROS** 13

3.1. GENERALIDADES 13

3.2. SISTEMA ACUÍFERO N.º 57 MONREAL-GALLOCANTA 17

3.2.1. **Subsitema de Cella-Molina de Aragón** 18

3.2.2. **Subsitema de Lidón-Palomera-Celadas** 19

3.2.3. **Subsitema Piedra-Gallocanta** 24

3.2.4. **Subsitema de la Sierra de Solorio** 28

3.2.5. **Subsitema de Alto Jiloca** 32

3.3. SISTEMA ACUÍFERO N.º 58: MESOZOICO IBÉRICO DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO 40

3.3.1. **Subsitema acuífero de la Depresión de Calatayud-Montalbán** 42

3.3.2. **Subsistema Jalón-Aguasvivas** 46

3.3.3. **Subsitema de la Cubeta de Oliete** 52

3.3.3.1. ***Sinclinal de Oliete-Sierra de Arcos*** 54

3.3.3.2. ***Sinclinal de Obón-Alcaine*** 58

3.3.4. **Subsitema de cabalgamientos Portalrubio-Calanda** 63

4. **USOS Y DEMANDAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS** 67

4. **RESUMEN BIBLIOGRÁFICO** 71

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 cuadrícula 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

En la hoja de Daroca se pueden diferenciar varios dominios geológicos (figura 1), que de NE a SO son:

- *Depresión del Ebro*: corresponde a una fosa tectónica rellena de materiales terciarios, tapizados a veces, por recubrimientos cuaternarios (aluviales, glacis,...).

- *Rama Aragonesa o Externa de la cordillera Ibérica:* forma una alineación montañosa, en dirección NO-SE (Ibérica). Está formada por un núcleo paleozoico, orlado por materiales mesozoicos y cenozoicos.

- *Depresiones de Calatayud-Montalbán y de Calamocha-Teruel:* constituidas por materiales terrígenos terciarios y un recubrimiento pliocuaternario. La primera corresponde a una fosa tectónica. La segunda, más compleja, con orientación N-S, está limitada por un conjunto de macizos fracturados recientemente. El relleno de la depresión es de terrígenos terciarios, con una película pliocuaternaria, afectada en ocasiones por la tectónica actual.

- *Rama Castellana o Interna de la cordillera Ibérica:* forma una alineación paralela a la rama Aragonesa y de características similares a aquella.

2.1. ESTRATIGRAFÍA

Paleozoico

Aflora ampliamente a lo largo de las dos ramas de la cadena Ibérica. A grandes rasgos son pizarras, cuarcitas, dolomías, calizas, margas, areniscas y conglomerados. La potencia total varía entre 7.000 y 9.000 metros aproximadamente.

Estratigráficamente abarca desde el Carbonífero inferior al Pérmico.

Triásico

Buntsandstein: el principal afloramiento se localiza en la sierra de Caldereros, al SO de la hoja. Existen otros de menor entidad a lo largo de las alineaciones ibéricas. Está formado por una serie detrítica, constituida por conglomerados en la base (discordantes sobre el Paleozoico), areniscas y arcillas, en conjunto, de tonalidades rojizas. La potencia es variable, menor hacia el SE. Varía entre 66 metros en la zona de Montalbán-Herrera hasta los 420 metros en Sierra Menera.

Muschelkalk: conjunto calizo-dolomítico, con intercalaciones margosas y arcillosas. Su potencia varía entre 80 y 150 metros. Aflora a lo largo de las dos ramas de la cordillera Ibérica. Destaca un afloramiento entre Cucalón y Torre de las Arcas.

Keuper: constituido por materiales margoevaporíticos, alternando con algún banco limolítico o arenoso. Su espesor es muy variable, hasta 300 metros, debido a su marca-

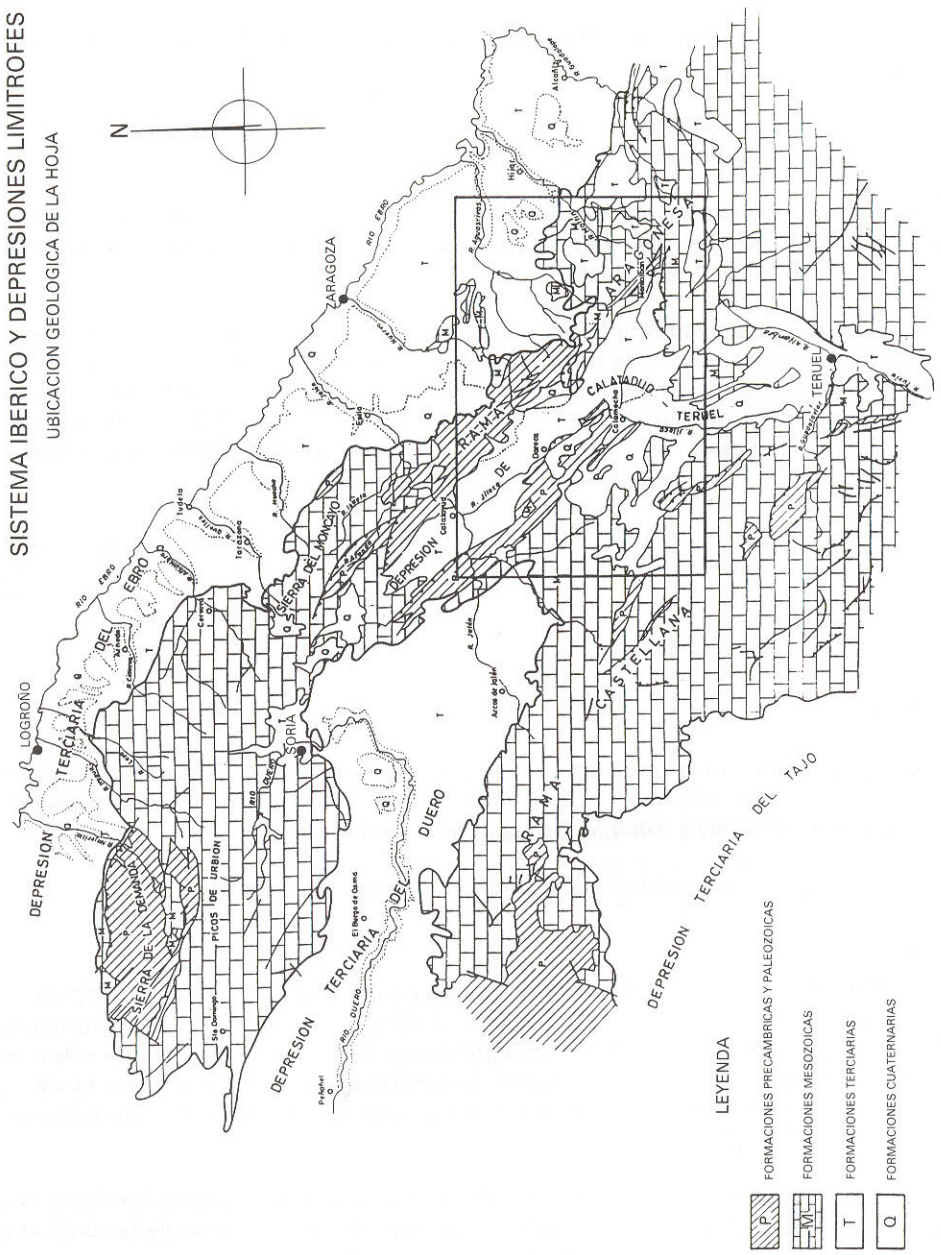


Figura n.° 1

do carácter plástico, muy afectado por la tectónica. A techo se disponen las dolomías y carniolas, atribuidas al Rethiense-Hettangiense.

Estos afloramientos se presentan en estrechas bandas a lo largo de las cadenas Ibéricas.

Jurásico

Los materiales jurásicos afloran fundamentalmente en dos zonas a ambos lados de la Depresión del Jiloca. Se diferencian 3 tramos:

- Conjunto calco-dolomítico inferior (Rethiense-Pliensbachiense).
- Tramo margoso intermedio (Pliensbachiense-Bajociense).
- Tramo calcáreo superior con frecuentes alternancias margosas (Bajociense-Kimmeridgiense).

A partir del Dogger existen importantes variaciones de potencia y litológicas (de facies), con significativos hiatos sedimentarios.

Jurásico inferior (Lías): constituido a su vez por varios conjuntos:

- Rethiense-Hettangiense: dolomías masivas, carniolas y calizas dolomíticas. Potencia: 80-120 metros.
- Sinemuriense: calizas micríticas y calizas oolíticas. Potencia: 80-150 metros.
- Pliensbachiense-Toarciense: margas, arcillas y margocalizas, con alguna intercalación de caliza. Potencia: 30-150 metros.

Jurásico medio (Dogger): separado del anterior por una discordancia. Está formado por calizas micríticas y oolíticas que pasan, a techo, a calizas detríticas, calcarenitas y arenisicas. Potencia:20-80 metros.

jurásico superior (Malm): alflora únicamente en la parte oriental de la hoja. Tiene naturaleza calcareo-detrítica, más carbonatada hacia el Este (tránsito al Maestrazgo) y hacia techo. Potencia: 25-300 metros.

Jurásico superior-Cretácico: presentan una gran variación lateral de facies dentro de la hoja. Se diferencian dos grandes afloramientos principales: uno al oeste, aunque con mayor desarrollo del Cretácico superior y de la «Formación de Arenas de Utrillas», en la zona del río Piedra hasta cerca de Monreal del Campo, y otro en la zona este y SE de la hoja, en Oliete y sierra de San Just, donde predomina el Cretácico inferior.

En un esquema litológico general, se tiene:

Cretácico superior	Calizas detríticas
	Dolomías y calizas
	Margas y calcarenitas
Cretácico inferior-Jurásico superior	Formación de Arenas de Utrillas
	Calizas y margas marinas con arcilla y lignito
	Facies Weald (detrítico continental)

Potencia: 120-500 metros.

Terciario

Se encuentra rellenando las depresiones del Ebro, de Calatayud-Montalbán y Calamocha-Teruel.

Litológicamente se compone de conglomerados y margas detríticas de edad Paleógeno, yesos con halita y epsomita, en las zonas distales, y margas, calizas y conglomerados, en zonas proximales, de edad Mioceno.

La potencia máxima del Mioceno es de unos 500 metros.

Cuaternario

Se dispone discordantemente sobre los materiales terciarios. Litológicamente está formado por gravas y brechas poligénicas, en depósitos aluviales, coluviales o con morfología de glacis.

Recubre la fosa del Jiloca entre Calamocha y Teruel y la cuenca endorreica de Gallocanta. Se encuentra, además, como depósitos aluviales y perilagunares, en el caso de Gallocanta, donde existe formación de halita, epsomita, mirabilita y carbonatos; en la actuallidad otros afloramientos se localizan en Mainar, bordeando los macizos paleozoicos y en la parte NE de la hoja, en las proximidades de Belchite.

2.2. TECTÓNICA

Dentro de esta hoja se diferencian las siguientes unidades estructurales:

a) Rama Castellana o Interna de la Ibérica, situada en el ángulo SO de la hoja, compuesta por la Sierra de Caldereros y Sierra Menera.

b) Depresión de Calatayud-Montalbán, rellena de Terciario continental y Depresión de Calamocha-Teruel rellena de materiales pliocuaternarios.

c) Rama Aragonesa o Externa de la Ibérica. Dentro de ésta podemos distinguir la estructura de los macizos hercinianos: Sierra de Vicort, de Algairén, de Cucalón y macizo de Montalbán y la estructura del Mesozoico y Terciario del este del Jiloca.

d) Depresión del Ebro. En superficie, el Terciario de esta zona no presenta estructuras notables, salvo en los afloramientos de Paleógeno y los manchones del substrato del Terciario.

Los materiales pertenecientes a la cordillera Ibérica han sufrido la superposicicón de las orogenias Hercínica y Alpina. Sus directrices estructurales, tanto de las de la Rama Castellana como de las de la Rama Aragonesa, son NO-SE. El Precámbrico y Paleozoico actúan como un zócalo rígido, dispuesto a modo de horst y graben, sobre el que se apoya un tegumento triásico y una cobertera jurásica y cretácica. Los sedimentos terciarios de la Depresión de Calatayud rellenan la fosa comprendida entre ambas ramas.

El contacto de materiales de la cordillera Ibérica con la Depresión del Ebro se efectúa mediante fallas inversas y cabalgamientos de aquellos sobre éstos, o bien mediante fallas normales, dando lugar a la gradería de bloques con descenso hacia el centro de la cuenca.

La Depresión del Ebro no tiene estructuras acusadas, se trata de un conjunto sedimentario tabular y subhorizontal. Debajo del Terciario se encuentran en el centro de la cuenca el Mesozoico y Paleozoico, tal como muestra el corte geológico general.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS ACUÍFEROS

3.1. GENERALIDADES

En la hoja de Daroca están representados parcialmente los siguientes Sistemas ACUIFEROS:

SISTEMA	DENOMINACIÓN
57	MONREAL-GALLOCANTA
58	MESOZOICO IBÉRICO DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

Ambos sistemas, separados por la alineación paleozoica de la Sierra de Santa Cruz y, más al sur, por el río Pancrudo, afluente del Jiloca, están divididos a su vez en subsistemas acuíferos (PIAS-IGME-1981), que a grandes rasgos se corresponden con las Unidades Hidrogeológicas más recientemente definidas (ITGE-SGOP,1988).

La distribución geográfica de estas Unidades Hidrogeológicas aparece superpuesta a la división en subsistemas en la figura n.º 2; asimismo se incluye en la leyenda la correspondencia entre una y otra división.

La cordillera Ibérica, importante relieve respecto a las depresiones aledañas, constituye una extensa área de recarga a partir del agua de lluvia. La infiltración se produce tanto directamente en los afloramientos permeables como de manera indirecta por infiltración de parte de la escorrentía superficial al atravesar tramos permeables.

La compleja disposición de los materiales carbonatados mesozoicos, por debajo de las coberteras terciarias y cuaternarias, da lugar a un complicado sistema de flujos locales, intermedios y regionales, aún poco conocido, en el que, indudablemente, ha de enmarcarse el comportamiento de cada uno de los acuíferos de la zona.

A grandes rasgos se reconocen sistemas de circulación subterránea restringidos (p. ej. acuíferos carbonatados del Sistema Ibérico) con zonas de drenaje bien definidas pero que contribuyen en mayor o menor grado, a través de flujos más profundos, a la circulación regional que tiene su nivel de base en el río Ebro. Las implicaciones de este flujo regional han sido abordadas recientemente (Martínez Gil et. al, 1988) tanto en sus aspectos puramente hidrogeológicos, como hidroquímicos de transporte de sales.

La escala de este trabajo y su carácter sintético obligan a simplificar la complejidad hidrodinámica que encierra fundamentalmente el sistema acuífero n.º 58. A este respecto cabe señalar que los trabajos posteriores a su definición (IGME, 1981) han dejado un tanto desfasada la denominación inicial: Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro, ya que las formaciones cenozoicas, mayoritariamente de carácter detrítico, juegan un importante papel hidrogeológico y dan lugar a extensos acuíferos que, si bien no gozan de las excelencias hidrodinámicas de la mayor parte de los acuíferos carbonatados, no pueden despreciarse en el marco de la planificación y gestión.

El Sistema acuífero n.º 57 «MONREAL-GALLOCANTA» está menos representado que el anterior dentro de la hoja 1:200.000 de Daroca. La mayor parte de los subsistemas en que se divide han sido tratados con detalle en la colindante meridional hoja de Teruel.

ESQUEMA HIDROGEOLOGICO REGIONAL

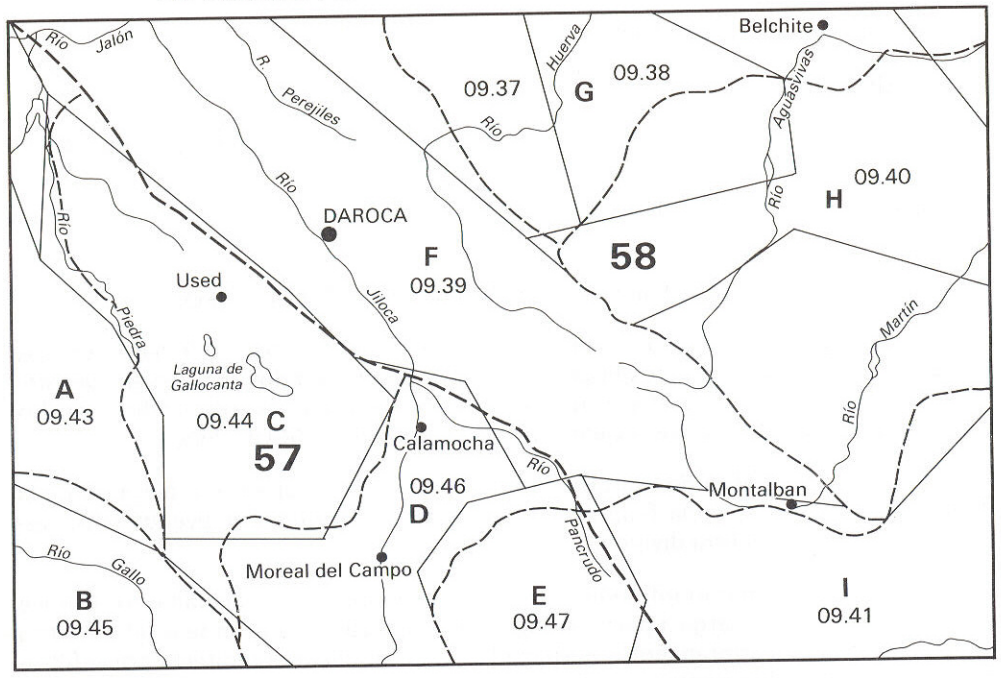


Figura n.° 2

SISTEMA ACUIFEROS Y SUBSISTEMAS (PIAS, 1981)	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS (ITGE-SGOP, 1988)
57 S. A. «Mesozoico de Monreal-Gallocanta»	
A-Subsistema de Sierra del Solorio	09.43-Sierra de Solorio
B-Subsistema Cella-Molina de Aragón	09.45-Cella-Molina de Aragón
C-Subsistema Piedra-Gallocanta	09-44-Piedra-Gallocanta
D-Subsistema Valle Alto Jiloca (Zona Septentrional)	09.46-Valle del Jiloca
E-Subsistema Lidón-Palomera-Celadas	09.47-Lidón-Palomera
58 S. A. «Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro»	
F-Subsistema Depresión Calatayud-Montalbán	09.39-Calatayud-Montalbán
G-Subsistema Jalón-Aguasvivas	09.37-Jalón-Aguasvivas-Alfamén 09.38-Muel-Belchite
H-Subsistema de la Cubeta de Oliete	09.40-Cubeta de Oliete
I-Subsistema zona de Cabalgamientos Portalrubio-Calanda	09.41-Poltalrubio-Calanda

Dentro del presente trabajo se ha actualizado la información hidrogeológica de ambos Sistemas Acuíferos, contemplando principalmente los siguientes aspectos:

Inventario de puntos acuíferos, con revisión de piezometría, uso del agua, instalación, caudales, etc... Se han incorporado 15 puntos nuevos cuyas principales características se recogen en el cuadro n.° 1.

Ante la imposibilidad de reflejar en el mapa hidrogeológico los 1.369 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 82 muestras de agua en dos campañas.

Existen algunos focos de contaminación (C.H.E., 1989) situados en los subsistemas de Gallocanta y del Jiloca, y que son:

- Abastecimientos de Cubel, Bello, Torralba de los Sisones y Laguna de Gallocanta. Los agentes contaminantes serían por un lado los abonos nitrogenados, y por otro la presencia acusada de mineralizaciones (evaporitas).
- Manantiales de Fuentes Claras-El Poyo y Caminreal debido a la presencia de materiales evaporíticos. Localizados en el subsistema acuífero del Alto Jiloca.

Los principales recursos hidráulicos subterráneos se concentran en el Valle del Jiloca y valle del Jalón (muy poco representado en la hoja este segundo), destinados principalmente a regadío.

La zona está escasamente industrializada. Entre los usos de agua subterránea con destino a la industria destacan las centrales térmicas de Andorra y Escucha, asociadas a la cuenca minera de Andorra-Utrillas, las cárnicas del valle del Jiloca y otras alimenticias (chocolates) en el valle del Jalón (Ateca).

Desde el punto de vista de las aguas minero-medicinales destacan las surgencias de Segura de Baños, Baños de Ariño y Paracuellos de Jiloca.

Por su interés ecológico e hidrogeológico es muy interesante la Laguna de Gallocanta, ya que constituye un ecosistema de características muy particulares.

CUADRO N.º 1

Col. COLUMNA
E.B. ENSAYO BOMBEO
A.Q. ANÁLISIS QUIMICO

PUNTOS NUEVOS DE INVENTARIO HOJA HIDROGEOLÓGICA 1:200.000 DAROCA 1990

N.º de inventario	Toponimia	T. Municipal	Cuenca	Naturaleza	Sistema	Subsistema	Co 1.	E.B.	A.Q.	Uso	Otros	
2619 - 60034	PCa - 2	CAMINREAL	E - JILOCA	SONDEO	Nº 57	ALTO JILOCA	SI	SI	NO	ABASTECIMIENTO		DPT
2619 - 80002	RBañ - 2	BAÑON	E - JILOCA	SONDEO	Nº57	ALTO JILOCA	SI				NEGATIVO	DPT
2819 - 80013	SILM - 1	LA MATA DE LOS OLMOS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE					NEGATIVO	DPT
2819 - 80012	RP - 1 LA PEDRIZA	LA MATA DE LOS OLMOS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE	SI	SI	SI	ABASTECIMIENTO		DPT
2819 - 60004	PTdA 1	TORRE DE LAS ARCAS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLITE	SI	SI	SI	ABASTECIMIENTO		DPT
2819 - 60003	RTdA - 3	TORRE DE LAS ARCAS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE	SI					DPT
2819 - 60001	RTdA - 1	TORRE DE LAS ARCAS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE	SI				NEGATIVO	DPT
2819 - 60001	RTdA - 2	TORRE DE LAS ARCAS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE	SI					DEP
2820 - 20022	RTdA - 4	TORRE DE LAS ARCAS	E - MARTIN	SONDEO	Nº58	CUBETA DE OLIETE	SI					DPT
2519 - 80010	POd - 2	ODON	GALLOCANTA	SONDEO	Nº57	LAGUNA GALLOCANTA	SI	SI	SI			DPT
2818 - 70005	PBur - 1	BURBAGUENA	E - JILOCA	SONDEO	Nº58	BAJO JILOCA	SI	SI	SI	ABASTECIMIENTO		DPT
2618 - 40044	PLa - 1	LANZUELA	E - JILOCA	SONDEO	Nº58	BAJO JILOCA	SI	SI	SI	ABASTECIMIENTO	GRAVAS	DPT
2919 - 80001	PBañ - 2	BAÑON	E - JILOCA	SONDEO	Nº57	ALTO JILOCA	SI	SI	SI		CALIZ.MIO	DPT
2620 - 20021	PMC - 1	MONREAL DEL CAMPO	E - JILOCA	SONDEO	Nº57	ALTO JILOCA	SI				CALIZ.MIO	DPT
2620 - 20022	PMC - 2 LOS OJOS	MONREAL DEL CAMPO	E - JILOCA	SONDEO	Nº57	ALTO JILOCA	SI	SI	SI	ABASTECIMIENTO	JURASICO	DPT

3.2. SISTEMA ACUÍFERO Nº 57 MONREAL-GALLOCANTA

El Sistema Acuífero n.º 57: MONREAL-GALLOCANTA ocupa una superficie de 7.400 Km^2 repartidos entre las cabeceras de las cuencas de los ríos Júcar, Tajo y Ebro y la cuenca endorreica de Gallocanta.

Los núcleos de población se concentran en los valles del Jiloca y del Jalón. El resto de la zona está poco poblada.

Dentro de este Sistema Acuífero se diferencian 5 subsistemas (IGME, 1981):

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

Los límites de este Sistema Acuífero son: al norte el río Jalón; al este las sierras paleozoicas de Santa Cruz y de Pardos, y la alineación triásica de Pancrudo-Alpeñés. El límite SE viene definido por la Depresión Terciaria de Alfambra-Teruel, y el límite SO por la sierra de Albarracín y la alineación triásica de Molina de Aragón-Anguita-Alcolea.

La superficie ocupada por materiales permeables es de unos 3.400 Km^2.

El relieve es suave, a excepción de los macizos paleozoicos (horst) que limitan el Sistema Acuífero y que alcanzan altitudes próximas a los 2.000 metros.

Dentro de este Sistema Acuífero se localizan las divisorias entre las cuencas hidrográficas de los ríos Ebro, Tajo y Júcar (Turia).

El clima es de tipo continental, con inviernos muy fríos y veranos relativamente calurosos.

La precipitación media anual ronda los 520 mm.

El Sistema Acuífero n.º 57 se sitúa en el borde meridional de la Rama Castellana de la cordillera Ibérica. Está afectado por la superposición de las orogenias Hercínica y Alpina, dentro de un esquema general tectónico de zócalo-cobertera.

El inventario de puntos de agua recoge aproximadamente 630 puntos, la mayor parte de ellos en el Subsistema del Valle del Jiloca.

Destacan por su elevado caudal los manantiales de Cimballa, con un caudal medio aproximado de 1.400 l/s, la Fuente de Cella con 1.200 l/s y los Ojos de Monreal, con un caudal medio aproximado de 1.000 l/s.

Dentro de la hoja 1:200.000 de Daroca están representados, total o parcialmente, los cinco subsistemas en los que se divide este Sistema Acuífero y que se resumen a continuación.

3.2.1. **Subsistema de Cella-Molina de Aragón**

Dentro de la hoja de Daroca se inscribe aproximadamente una sexta parte de la superficie de este subsistema (260 Km^2), localizado en la esquina suroccidental de la hoja y vertiente a la cuenca del río Gallo, afluente del Tajo.

Los materiales que conforman este subsistema se estructuran en una extensa paramera carbonatada, suavemente plegada y asimilable a un gran sinclinal de dirección ibérica y de edad liásica. Esta paramera se apoya sobre un basamento triásico-paleozoico que aflora en la sierra de Caldereros y en Sierra Menera respectivamente, levantado a favor de una falla con dirección NO-SE. Actúa como una barrera de muy baja permeabilidad.

Fuera de los límites de la hoja los bordes N, NE, SO y O del acuífero están constiutidos 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 donde se produce una alimentación lateral a dicha depresión.

Las dimensiones del acuífero son aproximadamente 65 Km de largo por 15 Km de ancho, con una potencia estimada en 100-150 metros de calizas y dolomías liásicas y 25-50 metros de calizas del Dogger (en la hoja de Daroca alcanza 225 metros).

Dentro de la hoja de Daroca existe un inventario de 35 puntos acuíferos pertenencientes a este subsistema.

Las entradas de agua al acuífero proceden de la infiltración directa del agua de lluvia, a través de los materiales permeables y, en menor proporción de la infiltración de una pequeña parte de la escorrentía superficial.

Las descargas del subsistema se producen a través de manantiales que, dentro de la hoja de Daroca, se localizan en el Lías principalmente, bien en los contactos con el Keuper, bien en valles profundos al alcanzar la cota piezométrica regional.

Las principales zonas de descarga del subsistema de Cella-Molina de Aragón se producen en las siguientes zonas (IGME, 1981):

- Borde suroriental a través de la Fuente de Cella (hoja de Teruel 1:200.000)
- Borde meridional, al cauce del río Turia o Guadalaviar, entre Tramacastilla y Gea de Albarracín (hoja 1:200.000 de Teruel).

- Borde meridional, en el río Gallo, entre Chera y Castillnuevo (hoja de Daroca).
- Borde oriental por drenaje lateral a la cuenca del Jiloca (hoja de Daroca).

Los caudales aforados dentro del presente trabajo arrojan los siguientes resultados en l/s:

	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	

La aportación subterránea del subsistema está estimada (IGME, 1981) en 155 hm^3/año.

Las facies químicas de las aguas subterráneas de este subsistema son bicarbonatadas cálcicas, con tendencia a sulfatadas cálcicas (figura nº 3). El manantial del Barranco Hondo presenta composición sulfatada cálcica; el drenaje está asociado a una fractura en la que el Keuper juega sin duda un importante papel.

Los resultados de los análisis realizados se recogen en el cuadro n.º 2.

3.2.2. **Subsistema de Lidón-Palomera-Celadas**

Este subsistema ocupa una superficie de 900 Km^2, de los cuales 400 Km^2 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 (figura n.º 4):

- Acuífero de Lidón (325 Km^2).
- Acuífero de Palomera-Aguatón (30 Km^2).
- Acuífero de Celadas (45 Km^2).

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

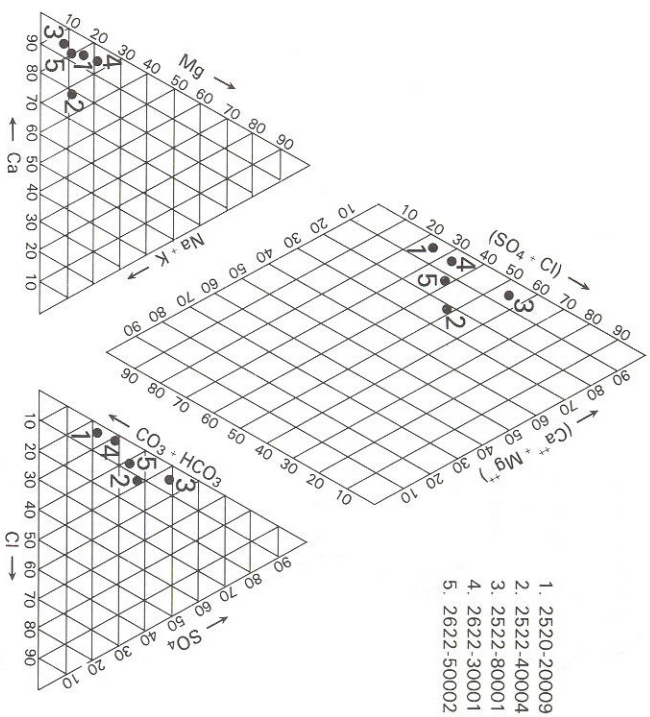
CUADRO N.º 2

RESUMEN ANALISIS QUIMICOS HOJA HIDROGEOLOGICA 1:200.000 DE DAROCA

SISTEMA ACUIFERO Y SUBSISTEMA	NUMERO INVENTARIO	TOPONIMIA	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
N.º 57 CELLA - MOLINA DE ARAGÓN	2520 - 20009	RIO GALLO	8 - 10 - 90	8.00	0.23	90.00	1.87	282.00	4.62	0.00	0.00	13.00	0.21	0.00	0.00
	2522 - 40004	LAS FUENTES	11 - 10 - 90	39.00	1.10	138.00	2.87	191.00	3.13	0.00	0.00	4.00	0.06	0.00	0.00
	2522 - 80001	BCO. HONDO	11 - 10 - 90	16.00	0.45	194.00	4.04	175.00	2.87	0.00	0.00	2.00	0.03	0.00	0.00
	2622 - 30001	FTE. DE CELLA	15 - -2 - 90	9.00	0.25	61.00	1.27	140.00	2.30	0.00	0.00	15.00	0.24	0.00	0.00
	2622 - 50002	FTE. LAVADERO	1 - 10 - 90	22.00	0.62	135.00	2.81	236.00	3.87	0.00	0.00	5.00	0.08	0.00	0.00

	AMONIO		LITTIO 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	µS/cm		ppmCaCO$_3$
2520 - 20009	0.09	0.00	0.00	0.00	5.00	0.22	1.70	0.04	96.00	4.79	22.00	1.81	633.00	7.66	332
2522 - 40004	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	1.09	2.90	0.07	94.00	4.69	16.00	1.32	651.00	8.11	302
2522 - 80001	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.35	0.50	0.01	120.00	5.99	14.00	1.15	633.00	7.69	358
2622 - 30001	0.00	0.00		0.00	4.00	0.17	1.00	0.03	55.00	2.75	16.00	1.32	540.00	8.00	204
2622 - 50002	0.02	0.00	0.00	0.00	13.00	0.56	1.30	0.03	110.00	5.49	16.00	1.32	690.00	7.65	342

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER



1. 2520-20009 Río Gallo
2. 2522-40004 Las Fuentes
3. 2522-80001 Bco. Hondo
4. 2622-30001 Fte. de Cella
5. 2622-50002 Fte. Lavadero

Figura n.º 3

A la hoja de Daroca corresponde la mayor parte del acuífero de Lidón y un fragmento del de Palomera-Aguatón.

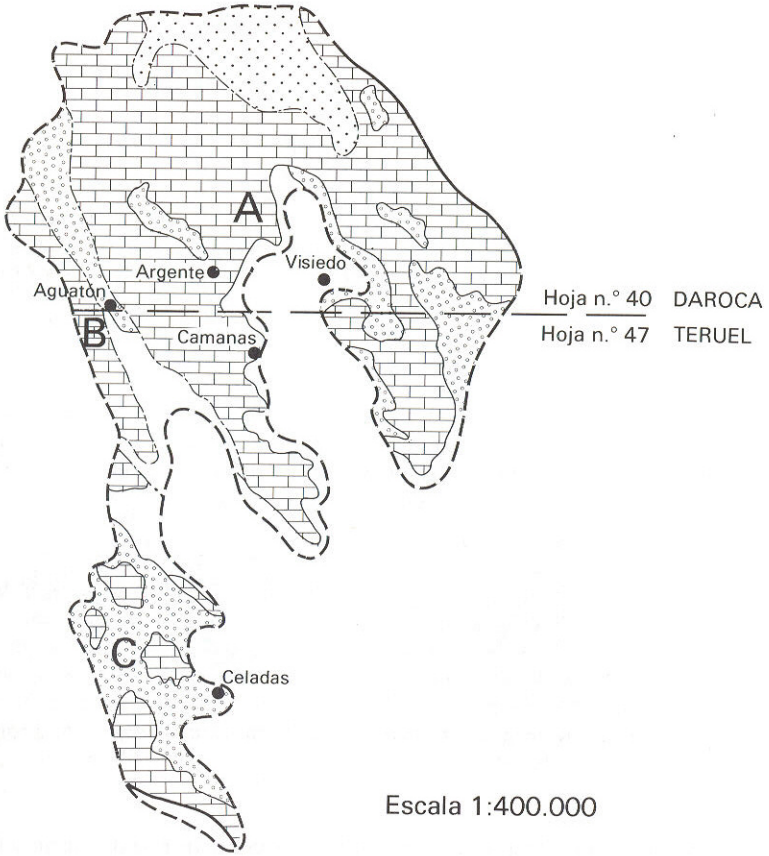
El subsistema limita al norte con los materiales detríticos terciarios de la zona de Bañón; al oeste y sureste con el Valle del Jiloca; al noreste con el afloramiento triásico Alpeñés-Fuentes Calientes y al sureste con el valle del río Alfambra.

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 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 zonas conectadas a un medio excepcionalmente transmisivo (formaciones tobáceas 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).



Escala 1:400.000

LEYENDA

- Impermeable indiferenciado
- Terciario detrítico
- Jurásico carbonatado
- Límite acuíferos
- Límite subsistema permeable
- Límite subsistema impermeable
- A — Acuífero de Lidon
- B — Acuífero de Palomera-Aguatón
- C — Acuífero de Celadas

Figura n.° 4

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

La simplificación del funcionamiento hidráulico obedece al escaso conocimiento que existe acerca de este subsistema. Sin duda, una mayor profundización en la hidrogeología 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 Km^2. 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 acuífeo 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, alcanza la zona saturada, con dirección del flujo hacia el subsistema del río Jiloca, donde se producen las descargas (zona de Monreal-Fuentesclaras). No se han considerado salidas hacia la cuenca del río Alfambra.

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, 1981) se cifran en torno a los 12.500 m^2/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 Hifrográfica 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 hm^3/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 µmhos/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 Km^2, de los que un 50% se localiza en la hoja 1:200.000 de Daroca, y el resto en la vecina hoja de Teruel.

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):

$T = 17.500\ m^2/día$

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

Se han evaluado los recursos medios de este acuífero en 4 hm^3/año aproximadamente (IGME, 1981) procedentes exclusivamente de la infiltración de las precipitaciones.

3.2.3. Subsistema Piedra-Gallocanta

Este subsistema comprende la cuenca endorreica de Gallocanta y las zonas adyacentes relacionadas hidrogeológicamente con ella.

Se ubica íntegramente dentro de la hoja 1:200.000 de Daroca. Comprende parte de las provincias de Zaragoza, Teruel y Guadalajara.

La cuenca endorreica de Gallocanta alberga a uno de los ecosistemas más significados de Europa: la Laguna de Gallocanta, una de las mayores de España.

Esta comarca, escasamente poblada, subsiste de la agricultura y la ganadería. Ocupa una superficie aproximada de 830 Km^2, de los cuales, 430 Km^2, corresponden a materiales permeables, tanto carbonatados como detríticos.

Limita al N y NE con las sierras paleozoicas de Pardos y Santa Cruz; al este y SE con el valle del Jiloca; al S y SO con las alineaciones paleozoicas y triásicas de Sierra Menera y Sierra de Caldereros respectivamente y al oeste con el valle del río Piedra.

Comprende parte de las cuencas de los ríos Jiloca (100 Km^2), Ortiz y Piedra (200 Km^2), además de toda la cuenca de Gallocanta (530 Km^2).

Desde el punto de vista geológico, este subsistema está situado en la Rama Aragonesa de la Ibérica. La Laguna de Gallocanta se sitúa en una depresión probablemente originada por la presencia de dos sistemas de fracturas de dirección ibérica.

Dentro de este subsistema se diferencian tres acuíferos (Fig. n.º 5) (SGOP-CHE, 1990):

- Acuífero carbonatado de Nuévalos- Cubel.
- Acuífero carbonatado de Las Cuerlas-Odón.
- Acuífero detrítico de Gallocanta.

ACUÍFERO CARBONATADO DE NUÉVALOS-CUBEL

Corresponde al conjunto de materiales cretácicos (principalmente) y algún jurásico que afloran en la zona más septentrional del subsistema.

Los materiales jurásicos son de edad Lías y están constituidos por carniolas y dolomías fundamentalmente. Los cretácicos incluyen las facies arenosas de la Formación de Arenas de Utrillas y el conjunto carbonatado del Cretácico superior (calizas, dolomías y margas). Este conjunto ocupa una superficice aproximada de 48 Km^2, con un espesor medio de unos 120 metros.

Se trata de un acuífero libre, con cierto grado de confinamiento cuando se encuentra recubierto por materiales terciarios. Se recarga por infiltración directa del agua de lluvia. Su principal descarga se produce a través de manantiales. Estos se sitúan a cotas de 880-950 m.s.n.m.en las proximidades de la localidad de Monterde y a 950-1.015 m.s.n.m. en las cercanías de Abanto, todos ellos en la cuenca del río Ortiz.

El flujo subterráneo se produce en dirección SE-NO. La superficie piezométrica acusa las precipitaciones muy rápidamente.

Las extracciones de agua son poco importantes (0,5-1 hm^3/año) y se destinan a regadío.

Las aguas tienen composición bicarbonatada-cálcica, están poco mineralizadas y presentan una dureza de media a alta.

Los recursos medios de este acuífero se han evaluado en torno a los 3 hm^3/año.

ACUÍFERO CARBONATADO DE LAS CUERLAS-ODÓN

Se localiza dentro de la cuenca de Gallocanta. Está constituido por materiales jurásicos y cretácicos principalmente (calizas, dolomías y margas). Aflora en una banda de dirección NO-SE, entre las localidades de Torralba de los Frailes y Caminreal. Ocupa una superficie aproximada de 200 Km^2, con una potencia media de 140 metros.

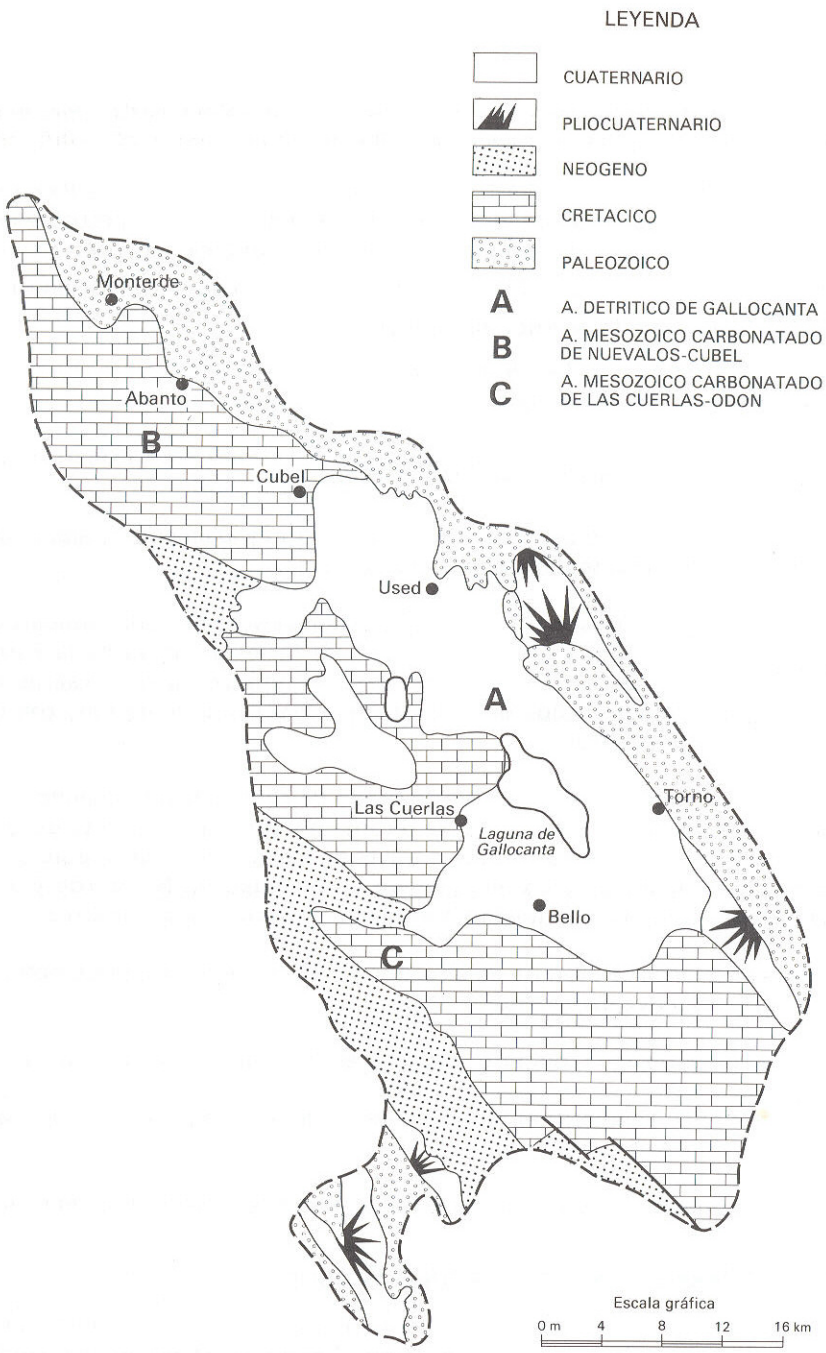


Figura n.° 5

Funciona como un acuífero libre excepto cuando está recubierto por el acuífero detrítico de Gallocanta que le confiere cierto grado de confinamiento. Se recarga por infiltración directa de las precipitaciones.

Las descargas se producen por drenaje subterráneo hacia el sistema que forman la Laguna de Gallocanta y el acuífero detrítico y probablemente, hacia la cuenca del Jiloca, a través de los Ojos de Caminreal.

La superficie piezométrica acusa fuertes variaciones estacionales de nivel.

Las aguas son de composición bicarbonatada-cálcica, con durezas medias y poco mineralizadas.

Los recursos medios de este acuífero se han evaluado aproximadamente en 13 hm^3/año.

ACUÍFERO DETRÍTICO DE GALLOCANTA

Se localiza en los alrededores de la Laguna de Gallocanta. Forma el conjunto de depósitos detríticos cuaternarios perilagunares. La litología consta fundamentalmente de gravas, con variaciones granulométricas y de proporción de matriz.

La superficie que ocupa este acuífero es de unos 225 Km^2, con un espesor medio de 25 metros. La geometría es la propia de relleno de cuenca endorreica con bajos relieves circundantes.

El sistema hidráulico formado por el acuífero y la Laguna recibe como entradas de agua la infiltración directa de las precipitaciones, la infiltración de la escorrentía superficial lateral, entradas superficiales a la Laguna y los aportes subterráneos del acuífero cretácico de Las Cuerlas-Odón.

Las principales salidas son por evaporación de lámina libre de agua en la Laguna, evapotranspiración en los bordes de la misma y las extracciones por bombeos.

La superficie piezométrica se sitúa muy próxima a la topográfica y está condicionada por el nivel de agua en la Laguna. El flujo subterráneo es radial, con dirección hacia la Laguna, tal y como se puede ver en el mapa piezométrico (ver mapas auxiliares).

Los valores de transmisividad obtenidos en pruebas de bombeo se cifran entre 200 y 700 m^2/día aproximadamente, aunque en el modelo matemático de flujo subterráneo aplicado por SGOP-C.H.E, 1990, se calibró con valores comprendidos entre 120 y 10 m^2/día, más normales en este tipo de materiales. El valor de ajuste para el coeficiente de almacenamiento fue de 4×10^{-2}.

Las aguas de este acuífero son de tipo mixto, bicarbonatadas-sulfatadas, bicarbonatadas-cálcicas, y cálcicas-magnésicas. Se han elaborado mapas de calidad química expresada en isolíneas de carbonatos y de cloruros (ver mapas auxiliares).

En la zona sur del acuífero se producen extracciones por bombeos que se cifran entre 1 y 2 hm³/año, destinados a regadíos locales.

Los recursos hidráulicos de este acuífero, para el periodo Marzo/88-Febrero/89, se cifran en torno a los 13 hm³/año (SGOP-C.H.E.,1990).

3.2.4. **Subsistema de la Sierra de Solorio**

Ocupa una extensión de unos 2.500 Km², de los que 1.050 corresponden a materiales permeables: 750 Km² al Jurásico y 300 Km² al Cretácico. Se extiende por las provincias de Zaragoza, Soria y Guadalajara y engloba parte de la divisoria hidrográfica de la cuenca del Ebro y Tajo. A grandes rasgos, se corresponde este subsistema con la zona de cabecera y cuenca alta del Jalón.

Ocupa las parameras carbonatadas comprendidas entre los siguientes límites:

N – Depresión terciaria del Jalón.
E – Sierra de Pardos y río Piedra.
S – Sierra de Caldereros y Aragonillo.
SO – Alineación triásica de Molina de Aragón-Anguita.
O – Triásico de Alcolea del Pinar.

Geológicamente se sitúa en el borde de la Rama Aragonesa de la cordillera Ibérica, indentándose con la Rama Castellana a través del Terciario de Almazán (Cuenca del Duero).

Los materiales que afloran en este subsistema abarcan desde el Paleozoico del Umbral de Ateca, hasta el Cuaternario. Sobre el Paleozoico se dispone el Trías en su facies germánica; el Jurásico está represesentado por el Lías y el Dogger. El Cretácico aparece en dos conjuntos: uno basal, de carácter detrítico y que corresponde a la Formación de Arenas de Utrillas; sobre él se dispone el Cretácico superior, de naturaleza carbonatada.

Estos materiales dan lugar a relieves suaves, resultantes de la erosión finimiocena. La climatología es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos cortos y secos. Las temperaturas medias son del orden de 12,5-13,6° y las precipitaciones medias de 38,7 mm (SGOP-C.H.E.,1990). La única obra de regulación destacable es el embalse de la Tranquera, que recibe las aguas de los ríos Piedra, Mesa y Ortiz.

Las aportaciones totales se han evaluado en 190 hm³/año (SGOP-C.H.E.,1990) de los que 46 hm³/año, corresponden a escorrentía superficial y el resto a escorrentía subterránea, que drena a través de los manantiales de Jaraba (26,4 hm³/año), Mochales (58,3 hm³/año), cimballa(46,2 hm³/año) y Alhama (13 hm³/año). Únicamente el de Cimballa corresponde a la hoja de Daroca.

Dentro de la hoja de Daroca se localiza aproximadamente la cuarta parte de este subsistema: la zona más oriental, coincidente a grandes rasgos con los afloramientos cretácicos. Estos materiales se disponen, dentro del marco geográfico de la hoja de Daroca, en una banda en el borde occidental.

Se han diferenciado tres acuíferos dentro de este subsistema (SGOP-C.H.E., 1990):

- Acuífero del Solorio.
- Acuífero de Alhama de Aragón
- Acuífero aluvial del río Jalón.

El número de puntos acuíferos inventariados, incluidos en la hoja de Daroca, es de 18 manantiales y un pozo de pequeña profundidad.

Destaca el manantial de la Fuente del Molino en Cimballa (2518-10001), con un caudal medio aproximado de 1.400 l/s. En los mapas auxiliares se presenta el hidrograma correspondiente. El resto de los manantiales presentan caudales inferiores a 55 l/s por término medio.

Las entradas de agua a este subsistema proceden exclusivamente de las precipitaciones. En el borde norte el flujo hidráulico tiene dirección hacia el norte hasta que, debido a la presencia de una barrera triásica (Facies Keuper), se produce la descarga a través de los manantiales de Mochales y Cimballa. La circulación subterránea del agua se produce a favor de los sistemas de fracturas abiertas fundamentalmente, mientras que el almacenamiento corresponde al diaclasado (IGME, 1987). De esta manera, en la zona al oeste del río Mesa, la fracturación condiciona un flujo en dirección Guadarrama y sentido hacia el ESE y en la otra margen la dirección sería SO y sentido hacia el río para perder cota; con ello se justifica notablemente la descarga en Mochales.

Por otra parte, las importantes alineaciones ibéricas conducirían el agua procedente de la zona de Gallocanta y conectarían con el flujo que la Sierra del Solorio vertiese hacia esa subcuenca. La importancia de esta fracturación permite que exista un flujo remanente, no drenado en superficie que, aprovechando esas discontinuidades, se dirija hacia el NO, bien hasta Alhama de Aragón o bien, conectando con la fracturación Guadarrama, vaya hacia Jaraba y resto de materiales permeables al norte del umbral triásico de la sierra. Hay que señalar también como colector de importancia, el accidente paleogeográfico coincidente con el Mesa, que puede favorecer el drenaje desde la zona de Mochales hasta Jaraba, donde intersectaría con la otra familia de fracturas.

Se diferencian tres tipos de agua en función del quimismo (SGOP- C.H.E., 1990):

1. Aguas de drenaje natural con grados de mineralización variables, en función de su recorrido dentro del acuífero. Se distinguen dos conjuntos, uno menos mineralizado (Cimballa, Jaraba y balneario Sicilia), y otro con un grado de mineralización mayor y con presencia de fenómenos termales, de aguas sulfatado-bicarbonatado-cálcica-magnésica.

2. Aguas del borde meridional del Solorio, con bajas mineralizaciones, cercanas a la zona de recarga del acuífero del Solorio, de naturaleza bicarbonatado-cálcica.

3. Aguas de drenaje de niveles miocenos con mineralización muy alta (periodos de permanencia muy prolongados). Con conductividades de hasta 4.700 μmhos/cm (en el pozo surgente de Monteagudo de las Vicarías); son facies sulfatado cálcicas-magnésicas.

En general, las aguas no presentan problemas para su uso en abastecimiento urbano.

Los recursos del sistema se han estimado (SGOP-C.H.E., 1990) en:

Entradas: Aportación media anual 174 hm^3/año por precipitación.

Salidas:

ACUÍFERO	SURGENCIAS	APORTACIÓN hm³/año		
		IGME (1980)	IGME (1987)	SGOP (1989)
SOLORIO	CIMBALLA	47	53	46
	MOCHALES	20	38	58
	JARABA	47	15	26
ALHAMA DE ARAGÓN	ALHAMA	19	22	11
	TOTAL	133 hm^3	128 hm^3	141 hm^3

Los recursos subterráneos coinciden con las salidas naturales a través de los manantiales que drenan los distintos acuíferos y en total son 141 hm^3/año.

De los tres acuíferos señalados anteriormente sólo se incluyen parcialmente dentro de la hoja de Daroca los de Solorio y Alhama.

ACUÍFERO DEL SOLORIO

Se localiza a grandes rasgos entre las localidades de Alconchel de Ariza, Jaraba y Cimballa, por la parte norte, y por el sur con la divisoria hidrográfica entre las cuencas del Ebro y del Tajo.

Constituido en su mayor parte por materiales jurásicos y, en menor proporción, cretácicos; el Triásico da lugar a afloramientos de poca entidad entre Judes y Milmarcos, constituyendo el muro impermeable del resto de acuíferos.

Los materiales mesozoicos cubren una superficie de 996 Km^2 pudiendo estimarse la potencia de los niveles acuíferos en 35 metros para el Jurásico y 250 metros para el Cretácico.

Limita al norte con la alineación de paleorelieves dispersos que van desde Jaraba hasta Alconchel de Ariza. Hacia el este se ha tomado como límite convencional el río Piedra. El límite S y SO lo marca la alineación paleozoica que se extiende desde Sierra Menera hasta Alcolea del Pinar.

A la hoja de Daroca corresponde la estribación S-SE del acuífero. Los materiales constituyen grandes plataformas carbonatadas; hacia el norte se encuentran plegados con suaves buzamientos hacia la Depresión de Almazán.

La recarga del acuífero se produce por infiltración en los materiales mesozoicos del agua de lluvia. Los drenajes naturales se realizan a través de los manantiales de Cimballa (cota 930 m.s.n.m.) y Mochales (cota 980 m.s.n.m.), a favor del contacto con los materiales triásicos impermeables, y de Jaraba (cota 750 m.s.n.m.) al sur de dicho umbral impermeable. De estos manantiales, solamente el de Cimballa se encuentra en la hoja de Daroca. En los mapas auxiliares se presenta el hidrograma correspondiente a este punto.

Únicamente se conoce la cota piezométrica del nivel acuífero confinado del Jurásico en un pozo de Sisamón, que se sitúa a 1.013 m.s.n.m.

El flujo subterráneo se produce según dos direcciones preferentes: E-O (dirección Guadarrama) y NE-SO.

Sondeos perforados en estos materiales, en la zona de Alconchel de Ariza, fuera ya de la hoja de Daroca, han alumbrado caudales comprendidos entre 50 y 100 l/s. Los valores obtenidos para los parámetros hidrogeológicos (DGA, 1989) son:

T = 1.000-4.000 m^2/día

S = 6 x 10^{-4}-10^{-3}

Las aguas presentan en general un grado de mineralización notable, con dureza de tipo medio y alto. Las facies son de tipo bicarbonatado-cálcico (ver mapas auxiliares).

Los recursos medios de este acuífero se han evaluado en torno a los 130 hm^3/año (SGOP-C.H.E.,1990), de los que 58 hm^3/año se drenan a través de los manantiales de Mochales, 46 hm^3/año en Cimballa y los 26 hm^3/año restantes, por los manantiales de Jaraba.

ACUÍFERO DE ALHAMA DE ARAGÓN

Está formado por una banda de materiales del Cretácico superior que aflora entre el límite con la provincia de Soria, a la altura de Embid de Ariza, y la localidad de Nuévalos.

Litológicamente está compuesto por una sucesión de calizas dolomíticas, calizas margosas, dolomías y calizas de edad cretácica, con potencias que varían entre 290 y 440 metros.

Ocupa una superficie de unos 370 Km^2 con una potencia variable, superior a 400 metros en Embid de Ariza y de unos 290 metros en el Embalse de la Tranquera.

La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, circulando en dirección NO-SE, a favor de la cual se produce un flujo convergente hacia la de menor cota en el valle del río Jalón en Alhama de Aragón. Además recibe el flujo subterráneo excedentario del acuífero meridional que no ha sido drenado en Jaraba.

El drenaje se realiza en los puntos de menor cota (cauce del río Henar), cuando se ponen en contacto los materiales del Cretácico superior con el Terciario (manantiales de Deza y Embid de Ariza); el excedente hídrico drena por los manantiales de Alhama de Aragón, cuyo caudal medio es de 354 l/s (SGOP-C.H.E.,1990).

Las aguas presentan facies mixtas sulfatado-bicarbonatadas-cálcicas y cálcico-magnésicas. Tienen carácter termal (34,8 °C en los manantiales de Alhama), cuyo origen no ha sido aún suficientemente explicado.

Los recursos medios de este acuífero se han evaluado de forma aproximada en 11 hm^3/año.

3.2.5. **Subsistema del Alto Jiloca**

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

Ocupa este subsistema una superficie aproximada de 500 Km^2, 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 Daroca se sitúa solamente la mitad septentrional, que para diferenciarla de la parte meridional de la vecina hoja de Teruel, se denominará en este trabajo "Zona Septentrional de Singra-Calamocha".

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 mesozoico con, al menos, tres 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 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 Km^2; 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 semiindividualizar zonas, que anteriormente se han denominado como unidades hidroestructurales (Figura n.° 6). Los niveles regionales de baja o muy baja permeabilidad (Keuper y Fm. de Arenas de Utrillas fundamentalmemte) 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 correspondientes únicamente a la hoja de Daroca 1:200.000 se recoge en el cuadro n° 3.

CUADRO N.° 3

HOJA	SONDEOS	OTROS	POZOS	MANANTIALES	TOTAL
MONREAL	83	0	16	1	100
CALAMOCHA	31	31	15	12	66
TOTAL	114	31	31	13	166

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

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.

Figura n.º 6

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 a 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 (ver mapas auxiliares).

La calidad química de las aguas subterránes 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 (hoja de Teruel), presentan el menor grado de mineralización, con facies bicarbonatado-cálcicas, propias de acuíferos carbonatados jurásicos.

En las zonas próximas al accidente tectónico de Almohaja (IGME, 1985), 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.

Los recursos subterráneos del acuífero se han evaluado en anteriores trabajos entre 75 y 154 hm^3/año (IGME, 1985).

En este subsistema se han diferenciado las siguientes unidades hidroestructurales (ver figura n.º 7):

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

Las dos primeras corresponden a la hoja de Teruel a escala 1:200.000, la tercera parcialmente a ambas hojas (Daroca y Teruel) y la última integramente a la hoja de Daroca.

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 Km^2 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 ibérica algo norteadas del Jurásico de Bueña.

Se diferencian dos niveles acuíferos: Jurásico y detrítico pliocuaternario superficial.

El Jurásico ocupa una superficie de unos 96 Km^2, 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 Km^2 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 hm^3 (IGME, 1985).

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, con profundidades 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).

Las entradas al sistema proceden de la infiltración del agua de lluvia (2,2 hm^3), de los retornos de regadío con agua subterránea de las extracciones de la Unidad Central de Singra y la de Torrelacárcel-Monreal (2 hm^3) (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 hm^3) que descargan casi inmediatamente a través de los Ojos de Monreal para el periodo 1984-85 (IGME, 1985).

Las salidas se producen en los manantiales de los Ojos de Monreal (13,2 hm^3) y por aporte lateral al domo de Singra (1,8 hm^3). Las extracciones por bombeo son de 6,6 hm^3.

Los aforos realizados recientemente en los Ojos de Monreal 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 en los Ojos de Monreal se obtiene una conductividad de 787 µmhos/cm; se trata de un agua de facies sulfatado bicarbonatado cálcica (ver cuadro n.º 4).

En los mapas auxiliares, anejos a la memoria, se presentan esquemas piezométricos, hidroquímicos e hidrodinámicos.

Las reservas de agua para la Unidad Central (Torrelacárcel-Monreal) (IGME, 1985) se cifraron en 56 hm^3 para los acuíferos carbonatados y 225 hm^3 para el acuífero detrítico superficical. Los recursos fueron estimados en 16,2 hm^3/año.

UNIDAD SEPTENTRIONAL DE MONREAL-CALAMOCHA

Constituye el tramo final del valle Alto del Jiloca, en el que se producen los drenajes finales del conjunto de acuíferos. Es un tramo de la fosa muy hundido y recubierto por materiales terciarios.

Es la Unidad más extensa, con 150 Km^2 de superficie, desde los Ojos de Monreal hasta Calamocha.

Limita al sur por el accidente tectónico Pozuel-Ojos de Monreal-Bueña; al norte por el Paleozoico (estribaciones de la sierra de Santa Cruz), al este por las fracturas marginales de Lidón y al oeste por la serie de fracturas que rodean el acuífero Piedra-Gallocanta.

Aparece compartimentada en dos partes a la altura de Caminreal, por su nuevo accidente tectónico que se comporta como barrera impermeable (IGME, 1985) (ver figura n.º 7).

Ambos accidentes tectónicos condicionan el flujo hacia las dos zonas de drenaje más importantes de todo el valle del Jiloca, los Ojos de Monreal y los Ojos de Caminreal, considerándose los primeros como el verdadero nacimiento del río Jiloca.

Dentro de la Unidad se diferencian cinco niveles acuíferos:

- Dolomías del Muschelkalk.
- Calizas y dolomías del Jurásico.
- Dolomías y calizas del Cretácico superior.
- Terciario carbonatado (calizas del Páramo).
- Cuaternario.

El Terciario se encuentra rellenando la Fosa del Jiloca, con potencias que alcanzan los 300 metros en la parte central.

El Muschelkalk se sitúa en la parte NO de la Unidad. Su extensión es reducida (unos 15 Km^2) por lo que no reviste apenas interés hidrogeológico.

Los niveles permeables del Jurásico, debido a la elevada profundidad a que se encuentran, no se explotan en la actualidad.

Los tramos calco-dolomíticos del Cretácico superior constituyen un interesante acuífero, de 80 Km^2 aproximadamente de superficie y con una potencia casi homogénea de unos 150 metros. El coeficiente de almacenamiento de este acuífero está evaluado en 0,005 (IGME1985), con una reserva de agua estimada en torno a 60 hm^3.

Las calizas del Páramo presentan una permeabilidad muy variable, dependiendo del grado de fracturación y diaclasamiento.

El acuífero cuaternario engloba, además del aluvial del río Jiloca, los depósitos con morfología de glacis y conos de deyección. También se incluyen aquí las formaciones tobáceas que aparecen en la zona de Fuentesclaras-Calamocha, cuyo papel hidráulico es primordial, como se apuntó en el apartado 3.2.2 de esta memoria. La extensión de estos depósitos tobáceos es de unos 46 Km^2, con espesores variables entre 5 y 20 metros. Presentan una permeabilidad muy elevada.

El acuífero cuaternario se recarga de forma subterránea, a partir del flujo regional que aprovecha las zonas fracturadas para ascender, y en menor cuantía a partir de las precipitaciones y de los retornos de regadío.

En la zona de Calamocha, donde el aluvial se estrecha y el sustrato es impermeable, se producen, a través del sistema río-acuífero aluvial, las salidas de este subsistema acuífero.

En esta unidad hay 101 puntos acuíferos inventariados (IGME, 1985): 60 sondeos, 33 pozos y 8 manantiales.

Los valores obtenidos mediante ensayos de bombeo para los parámetros hidrogeológicos son:

Acuífero	T (m^2/día)	S
Superficical	baja	9% – 19%
Carbonatado	1.500	10^{-2} – 10^{-4} (según confinamiento)

Los últimos aforos realizados en los principales manantiales arrojan los siguientes resultados:

	Marzo 89	Junio 89	Octubre 89	Junio 90	Octubre 90
Ojos de Caminreal (2619-60013-60014)	202	98	234	173	204
Fuente del Cubo (2619-70009)	63	38	75	36	45
Fuente del Lavadero (2619-70008)	104	107	129	131	111

(cifras en l/s)

La composición química de las aguas subterráneas en esta Unidad es muy variada, desde bicarbonatada-cálcica a sulfatada-magnésica, pasando por composiciones intermedias. Junto con las aguas de la Unidad Central de Singra, son las aguas más mineralizadas de este subsistema acuífero (fig. n.º 7).

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

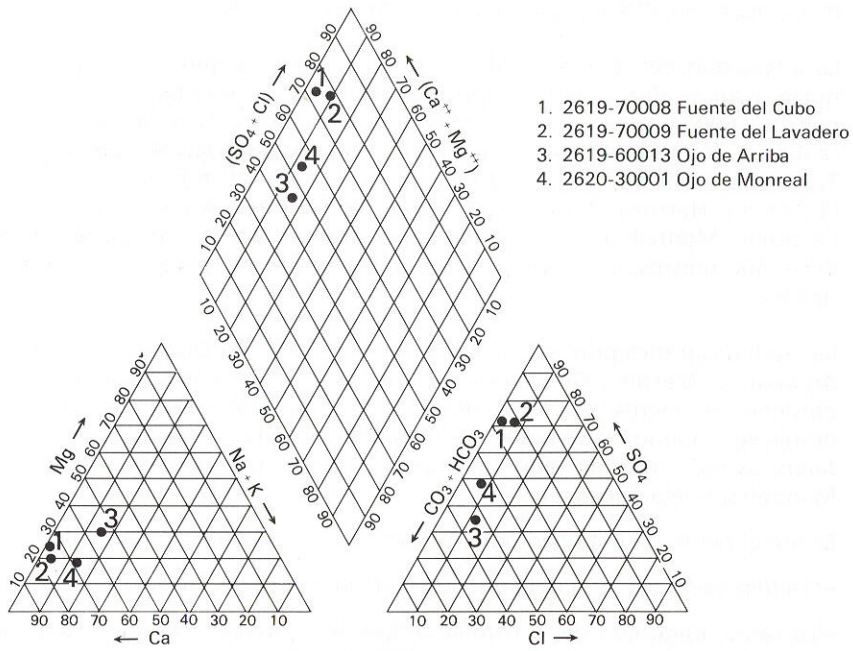


Figura n.º 7

Algunos datos representativos, obtenidos en marzo de 1990 se recogen en el cuadro n.° 4.

Las reservas de la Unidad Septentrional de Monreal-Calamocha se evaluaron en torno a 230 hm^3, mientras que los recursos se cifraron en uno 28 hm^3/año (IGME, 1985).

3.3. SISTEMA ACUIFERO N° 58: MESOZOICO IBÉRICO DE LA DEPRESIÓN DEL EBRO

El sistema n.° 58, «Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro» engloba el conjunto de acuíferos comprendidos entre el macizo del Moncayo y la divisoria Guadalope-Matarraña, que constituyen el borde de la cordillera Ibérica con la depresión del Ebro.

Estos límites pueden ser, y de hecho han sido, interpretados «por exclusión» y así, el área donde se asienta el sistema 58, comprende la superficie de las cuencas hidrográficas de la margen derecha del Ebro, que se extienden desde el rio Queiles al río Guadalope, no comprendida en otros sistemas (n.° 13, 55, 57, 59 y 62). «Groso modo», los límites son: al norte el río Ebro entre Tudela y Caspe; al sur la alineación formada por los ríos Manubles, Jiloca, Pancrudo y Guadalope (hasta el embalse de Santolea); al oeste por los ríos Queiles y Araviana (Cuenca del Duero); y al Este por el río Guadalope.

La superficie comprendida entre estos límites es de unos 12.500 km^2, de los que aproximadamente un 30% corresponde a materiales permeables.

La intensidad del relieve es, tal vez, la característica geomorfológica dominante. De norte a sur se distinguen: la depresión del Ebro, con cotas comprendidas entre 200 metros y 600 metros en su parte más alta; la zona externa o «aragonesa» de la cordillera ibérica, formada por una sucesión de sierras de dirección NW-SE: Moncayo (2.316 m), Tablado (1.749 m), Virgen (1.433 m), Vicort (1.420 m), Algairén (1.152 m), Peco (1.297 m), Herrera (1.348 m), Cucalón (1.478 m), y Arcos (836 m), y la depresión Calatayud-Montalbán, con una dirección también NW-SE, tiene una cota comprendida entre 600 metros, en su punto más bajo (Calatayud) y más de 1.200 en su extremo sureste.

La red hidrográfica principal está consituída por los ríos Queiles, Huecha, Jalón, Huerva, Aguasvivas, Martín y Guadalope, que se abren paso a través de la cordillera Ibérica, perpendicularmente a su alineación, en valles profundamente excavados, que alcanzan desniveles superiores a los 300 metros en el caso del río Martín o de 500 metros, en el Jalón. La red fluvial de segundo orden se establece paralela a la directriz ibérica (ríos Manubles, Isuela, Jiloca, etc.)

Desde el punto de vista geológico se distinguen las siguientes unidades:

- La depresión terciaria del Ebro, ocupada por terrenos miocenos y cuaternarios.
- La rama aragonesa de la cordillera Ibérica compuesta por el zócalo Paleozoico y la cobertera mesozoica triásica, jurásica y cretácica.

CUADRO N.° 4

RESUMEN ANALISIS QUIMICOS HOJA HIDROGEOLOGICA 1:200.000 DE TERUEL

SISTEMA ACUIFERO Y SUBSISTEMA	NUMERO INVENTARIO	TOPONIMIA	FECHA	CLORUROS		SULFATOS		BICARBONATO		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
ALTO JILOCA	2619 - 70008	FTE. DEL CUBO	11-2-90	16.00	0.45	360.00	7.49	133.00	2.18	0.00	0.00	17.00	0.27		0.00
	2619 - 70009	FTE. DEL LAVADERO	11-2-90	16.00	0.45	360.00	7.49	115.00	1.89	0.00	0.00	17.00	0.27		0.00
	26.19 - 60013	OJO DE ARRIBA	11-2-90	45.00	1.27	120.00	2.50	183.00	3.00	0.00	0.00	26.00	0.42		0.00
	2620 - 30001	OJO DE MONREAL	10-2-90	31.00	0.88	171.00	3.56	152.00	2.49	0.00	0.00	31.00	0.50		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	µS/cm		ppm$CaCO_3$
2619 - 70008	0.00	0.00		0.00	9.00	0.39	1.00	0.03	138.00	6.89	36.00	2.96	935.00	8.00	495
2619 - 70009	0.00	0.00		0.00	9.00	0.39	1.00	0.03	136.00	6.79	36.00	2.96	942.00	7.90	490
2619 -60013	0.00	0.00		0.00	21.00	0.91	2.00	0.05	67.00	3.35	38.00	3.12	833.00	8.00	326
2620 - 30001	0.00	0.00		0.00	18.00	0.78	2.00	0.05	95.00	4.74	26.00	2.14	787.00	7.80	346

– La depresión de Calatayud-Montalbán, compleja fosa tectónica rellena por materiales terciarios y una cobertera pliocuaternaria.

El sistema 58, administrativamente ocupa las provincias de Zaragoza (6.000 km^2), Teruel (5.000km^2), Soria (1.000 km^2) y Castellón (500 km^2). La población ligada a los recursos de agua en el sistema se estima en unos 225.000 habitantes, lo que supone una densidad de población de unos 65 habitantes/km^2, similar a la media nacional. Las poblaciones más importantes son: Agreda (3.708 habitantes) y Olvega (3.379 habitantes) en Soria; Calatayud (18.005), Tarazona (11.462) y la Almunia de Doña Godina (5.035) en Zaragoza; y Alcañiz (11.701 habitantes), Andorra (8.090) y Utrillas (4.603) en la de Teruel. (IGME, 1981).

La zona está escasamente industrializada, tan sólo cabe destacar la industria minera de Andorra-Utrillas, pequeños sectores industriales se localizan en Olvega (cárnicas), Tarazona (polígono industrial) e Illueca (calzado). La fuente principal de riqueza es la agricultura, ya que existen en la región más de 65.000 Has. regadas, que se concentran en las riberas del Jalón y sus afluentes y en el Guadalope.

Dentro de este sistema acuífero se diferencian cinco subsistemas:

– Depresión de Calatayud-Montalbán.

– Jalón-Aguasvivas.

– Cubeta de Oliete.

– Zona de Cabalgamiento.

– Queiles-Jalón.

A excepción del último se encuentran representados total o parcialmente en la hoja 1:200.000 de Daroca.

3.3.1. **Subsistema acuífero de la Depresión de Calatayud-Montalbán**

Se sitúa en el sector central de la cordillera ibérica, entre las ramas Castellana y Aragonesa, según dirección NO-SE. Ocupa una superficie de 3.500 km^2, de los que unos 590 corresponden a materiales permeables. Su forma es sublenticular, con una anchura máxima de 10 Km.

Está circundada por las sierras de Tablado, La Virgen, Vicort, Modorra y Cucalón, por el norte, y Miñana, Pardos y Santa Cruz, al sur. El río Jalón atraviesa esta depresión en sentido SO-NE, recogiendo los afluentes Ribota, Jiloca y Perejiles, subparalelos a este subsistema. La altitud media es de unos 800 m.s.n.m.

Geológicamente, la depresión de Calatayud-Moltabán, constituye una fosa tectónica, de dirección NO-SE, encajada entre macizos paleozoicos y rellena por materiales terciarios. Al norte de Calatayud aflora el Mesozoico de forma discordante con el resto. Cerca de Montalbán, el Terciario ocupa el núcleo de un complejo sinclinal.

Se sitúa en las provincias de Zaragoza (2.700 km^2) y Teruel (1.500 km^2)y en menor medida Soria. Los núcleos de población más importantes son Calatayud (18.005 habitantes),

Daroca (2.681 habitantes) y Montalbán (2.161 habitantes). La principal actividad económica es la agricultura, con frutal y huerta en las riberas y cereal en el resto (IGME, 1981).

Este complejo y poco estudiado subsistema reúne casi 400 puntos de agua inventariados, de los que aproximadamente la mitad son manantiales, generalmente de bajo caudal.

Destaca el manantial de Aranda de Moncayo, nacimiento del río Aranda, que se sitúa fuera de los límites de la hoja.

Los pozos son generalmente de bajo caudal y profundidades inferiores a 100 m. Se desconoce con precisión el grado de explotación en los diferentes acuíferos. En todo caso se puede destacar el aluvial del bajo Jiloca que, en años secos, ha llegado a extraer volumen de 7 hm^3 (IGME-DGA, 1985).

Dentro de este subsistema se han diferenciado varios acuíferos de diversa importancia (IGME, 1981), alguno de los cuales se subdividió en posteriores trabajos (IGME, 1986, b). En el cuadro n.º 5 se presenta esta división en acuíferos.

CUADRO N.º 5

IGME, 1981		IGME, 1986
1. Sinclinal de Ciria-Borobia		
2. Anticlinal de Torrubia (Fl. N)		
3. Anticlinal Montalbán-Cucalón (Fl.S)	X	Mesozoico carbonatado de Cucalón-Oriche. Triásico Carbonatado de Fombuena.
4. Mioceno calizo de Mainar-Calatayud y recubrimiento Mio-Cuaternario.	X	Páramos de Torralbilla-Anento. Aluvial del Alto Huerva detrítico de Mainar.
5. Mioceno detrítico del Ribota.		
6. Cuaternario del Jiloca.	X	
7. Terciario detrítico del Martín.	X	
8. Mioceno detrítico del Perejiles.	X	

X: dentro de la hoja de Daroca.

A continuación se describen los acuíferos que, de forma parcial o total, se inscriben dentro de la hoja 1:200.000 de Daroca.

Anticlinal de Montalbán-Cucalón

Subdividido (IGME, 1986, b) en dos: Mesozoico carbonatado de Cucalón-Oriche y acuífero triásico carbonatado de Fombuena.

El primero, con una superficie de unos 20 Km^2, está formado por las Sierras de Cucalón-Oriche y algunos afloramientos próximos; el acuífero está constituido por materiales carbonatados del mesozoico. En él funcionan dos niveles acuíferos independientes, uno formado por dolomías y brechas calcáreas triásicas y liásicas (100 metros de potencia), y el segundo nivel acuífero, de mayor importancia constituido por calizas y dolomías brechoides del Cretácico superior (300 metros de potencia). Para este nivel inferior, la superficie piezométrica se sitúa entre 1.020 y 1.090 m.s.n.m. Las descargas se han evaluado en torno a 1,3 hm^3/año (IGME, 1986 b). El nivel superior (Cretácico) drena a través de manantiales, entre las cotas 1.060 y 1.290. Las descargas se cifran de forma aproximada en 1 hm^3/año (IGME, 1986 b), fundamentalmente al río Huerva.

La composición química de las aguas es bicarbonatada cálcica.

El acuífero triásico carbonatado de Fombuena, de reducidas dimensiones (no superior a 1 Km^2), está constituido por calizas y dolomías en facies Muschelkalk, muy tectonizadas. Se localiza en el flanco meridional de la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica. Alcanza potencias de 60-70 m.

No tiene interés desde el punto de vista de los recursos.

Acuífero Mioceno calizo de Mainar-Calatayud

Este acuífero, redefinido posteriormente (IGME, 1986 b) como «de los páramos carbonatados de Torralbilla-Anento», está formado por las calizas de los páramos (Mioceno Superior) y su cobertera detrítica, entre Calatayud y Retascón, entre los ríos Jiloca y Perejiles. Son calizas lacustres que afloran en una superficie de 138 Km^2, con intercalaciones margosas. Morfológicamente forman muelas elevadas, con dos niveles carbonatados (Páramos 1 y 2) separados por un paquete detrítico poco permeable. La geometría del acuífero es tabular, con potencia variable entre 40 y 125 m.

La recarga de este acuífero se produce por infiltración directa del agua de lluvia que, tras un corto recorrido, descarga a través de numerosos manantiales de ladera con caudales bajos, principalmente a las cuencas de los ríos Jiloca y Perejiles. Las cotas de descarga son a grandes rasgos 800 y 900 m.s.n.m. para los niveles carbonatados inferior (Páramo1) y superior (Páramo 2) respectivamente.

El agua drenada por los manantiales se emplea para regadío, sin que exista extracción adicional mediante pozos. Se han estimado los siguientes valores de los parámetros hidrogeológicos:

$T = 10\text{-}100 m^2/día$

$S = 10^{-2}\text{-}5x10^{-2}$

El recurso medio se cifra en torno a los 5,5 hm^3/año (SGOP-CHE, 1990).

Las aguas son bicarbonatado-cálcicas, con muy poca variación temporal en sus contenidos iónicos.

Acuífero aluvial del Alto Huerva y depósitos asociados

Se trata de un acuífero detrítico, compuesto por materiales cuaternarios con morfología de glacis y de depósitos aluviales. Con una superficie de 10,5 Km^2, con potencias de 4 a 15 m, se recarga principalmente por aportes laterales procedentes del Paleozoico y por drenajes subterráneos de la unidad carbonatada de Cucalón-Oriche y algo por infiltración de lluvias.

Su descarga se efectuará sobre todo por medio de extracciones artificiales y por su relación con el río (recarga o descarga).

Los recursos de este acuífero han sido estimados (IGME, 1986 b) en 2,46 hm^3/año.

Acuífero aluvial del Bajo Jiloca

Corresponde a los depósitos aluviales del río Jiloca entre Villafeliche y Calatayud (desembocadura). Litológicamente está formado por gravas, arenas y lutitas, que afloran en una superficie de unos 18 Km^2, con un espesor medio próximo a los 19 m.

Cuenta este acuífero con más de 200 puntos de agua inventariados de los cuales, aproximadamente 150 son pozos que extraen agua en los periodos de sequía. El acuífero está conectado al río Jiloca, que hidráulicamente constituye su rebosadero. La especial importancia de la agricultura de regadío (principalmente frutal), asentada en el aluvial confiere a este acuífero un gran interés. Las extracciones anuales por bombeo son muy variadas (entre 1 y 7 hm^3) en función del caudal circulante por el río.

La superficie piezométrica queda definida por el cauce del río y se controla periódicamente por el ITGE en 22 puntos.

La granulometría acusa grandes variaciones espaciales, propias de este medio sedimentario, por lo que los parámetros hidrogeológicos presentan valores dispersos:

	HORIZONTES	
	GRAVAS CON POCA MATRIZ	GRAVAS CON ABUNDANTE MATRIZ
T (m^2/día)	2.000 - 5.000	10 - 500
S	10^{-1}-5 x 10^{-2}	10^{-2} - 10^{-4}

El valor del coeficiente medio de almacenamiento (IGME-DGA, 1985) se sitúa entre 1,3 x 10^{-2} y 1,45 x 10^{-2}, con una capacidad de almacenamiento entre 4 y 4,5 hm^3. A pesar

de ello regula un volumen medio anual de unos 7 hm^3 dado que cuenta con una recarga continua lateral.

La composición química general del agua subterránea es mixta, desde bicarbonatada-sulfatada cálcica a sulfatada-cálcica magnésica. El balneario de Paracuellos de Jiloca representa una anomalía hidroquímica, con aguas muy mineralizadas (valores de conductividad eléctrica superiores a 24.000 µmhos/cm), en facies clorurado-sódicas. En términos generales la mineralización aumenta en la dirección del flujo subterráneo.

El trabajo más reciente realizado en este acuífero (SGOP-CHE, 1990) evalúa los recursos medios para el sistema río-acuífero en torno a los 130 hm^3/año.

Acuífero aluvial del río Perejiles

Se extiende desde la zona de cabecera, en las proximidades de Langa del Castillo, hasta su desembocadura en el río Jalón.

Litológicamente consta de materiales detríticos, desde gravas a arcillas, miocenos y pliocuaternarios.

Ocupa una superficie de 14,25 Km. Su anchura es prácticamente uniforme de unos 500 m y su longitud es de 28,5 Km. Su espesor medio es de unos 9 m.

No se producen apenas bombeos en el acuífero. Los valores de los parámetros hidrogeológicos se han estimado (SGOP-CHE, 1990) en :

$T = 65\text{-}325 m^2$/día

$S = 10^{-3}\text{-}5x10^{-2}$

El funcionamiento hidrogeológico del acuífero es similar al del Bajo Jiloca. El río Perejiles actúa como rebosadero del acuífero aluvial, por él sólo circulará agua cuando la piezometría lo permita. Recibe su recarga por infiltración de agua de lluvia y por aportes laterales, procedentes de los drenajes de los páramos carbonatados y por escorrentías superficiales procendentes de la Sierra Paleozoica de Vicort. Las salidas se producen en la confluencia con el aluvial del Jalón.

Los recursos medios subterráneos se cifran en torno a los 2-3 hm^3/año (SGOP-CHE, 1990).

Las aguas subterráneas tienen composición sulfatada-cálcica-magnésica, con valores de conductividad eléctrica superiores a 1.200 µmhos/cm.

3.3.2. **Subsistema Jalón-Aguasvivas**

Limita al sur por el anticlinal de núcleo paleozoico de las Sierras de Vicort, Herrera y Cucalón, al este por el río Aguasvivas, al norte por la alineación de afloramientos mesozoicos comprendidos entre Muel y Belchite, y al oeste por el río Jalón entre Ricla y Muel. La superficie comprendida entre estos límites es de unos 2.000 Km^2.

Se encuentra en la zona de transición entre la rama castellana de la Cordillera Ibérica y la depresión del Ebro (s. s). Desde el punto de vista geológico constituye el flanco norte del anticlinal de la Sierra del Peco. Este flanco está plegado (anticlinal del Pantano de las Torcas) y muy fallado, siendo en numerosos casos el contacto de los materiales mesozoicos con el terciario de la cuenca del Ebro cabalgante (Belchite); en la mayoría de los casos los materiales mesozoicos afloran entre los yesos y conglomerados miocenos por la acción de fallas ocultas por estos últimos materiales.

El rasgo morfológico más relevante lo constituye el campo de Cariñena, extenso «glacis» que alberga al acuífero detrítico de Alfamén. Los ríos que drenan el área, excepto el Huerva, son torrenteras que sólo llevan agua después de lluvias intensas. Los ríos Jalón y Aguasvivas y su afluente el Cámaras, constituyen límites, como ya se ha indicado, de este subsistema.

Los núcleos de población más importantes son: La Almunia de Doña Godina (5.035 habitantes), Cariñena (2.948 habitantes) y Muel (1.273 habitantes). La actividad fundamental de la región es la agricultura y la industria derivada; merece destacarse por su importancia la industria vitivinícola de Cariñena.

A la hoja de Daroca corresponde aproximadamente un 20% de la superficie de este subsistema, la parte más meridional.

Dentro de este subsistema se diferencian siete acuíferos (IGME, 1991 -en curso-):

1. Acuífero cenozoico de Azuara.
2. Acuífero cenozoico de Belchite-Colo.
3. Acuífero mesozoico de Muel-Belchite-Aguilón.
4. Acuífero detrítico de Alfamén.

*5. Acuífero jurásico de Alfamén.

*6. Acuífero aluvial del Bajo Huerva.

*7. Acuífero terciario de Codo.

*Fuera de los límites de la hoja de Daroca.

Acuífero Cenozoico de Azuara

Se localiza en la parte sur de la provincia de Zaragoza (cuadrante nororiental de la hoja de Daroca), en la cuenca del río Aguasvivas. A grandes rasgos se extiende entre las localidades de Azuara, Aguilón, Herrera de los Navarros, Moneva y Lécera.

Está constituido por los niveles conglomeráticos del Mioceno. Los conglomerados son poligénicos y alternan, en ocasiones, con lutitas. Esta serie conglomerática pasa lateralmente a lutitas rojas y anaranjadas, con niveles de areniscas y conglomerados masivos.

La potencia de esta unidad detrítica supera los 100 m. Se dispone discordante sobre los depósitos infrayacentes.

Los límites de este acuífero están determinados en su sector meridional por los afloramientos paleozoicos y mesozoicos de las últimas estribaciones ibéricas; hacia el N., el conjunto estructural plegado del «Arco de Belchite-Aguilón», independiza este acuífero del resto del Valle del Ebro, consituido por facies detríticas finas y margo-evaporíticas. Hacia el NE., el anticlinal de Belchite se interpone entre este acuífero y el análogo de Belchite-Codo. Ocupa una extensión de 466 Km^2.

Apenas explotado, este acuífero, drena a través de los manantiales de Azuara, numerosos y de pequeño caudal, a cota 610-620 m.s.n.m.Otro drenaje se produce a través del manantial de Valdeluco, en Aguilón, a cota 720 m.s.n.m., con un caudal medio aproximado de 10 l/s y con una importante variación estacional.

La práctica carencia de obras de captación impide un conocimiento más detallado sobre los parámetro significativos del acuífero.

Las entradas de agua proceden de la infiltración directa del agua de lluvia y de la infiltración de la escorrentía superficial (ríos Cámaras y Herrera) al atravesar materiales permeables.

No se conocen, a excepción de los pequeños manantiales mencionados, descargas importantes de este acuífero por lo que es previsible que sus salidas se produzcan subterráneamente, alimentando el flujo regional hacia el Ebro.

La composición química de los manantiales de Azuara es bicarbonatado-cálcica, con valores de conductividad en torno a los 800 µmhos/cm.

Acuífero Cenozoico de Belchite-Codo

Presenta unas características generales similares al anterior. Se sitúa entre las localidades que le dan nombre, en los bordes ibéricos. Representa el tránsito entre el orógeno tectonizado y los depósitos del Valle del Ebro.

Estratigráficamente, al igual que el acuífero anterior, está formado por los niveles conglomeráticos y areniscosos del Mioceno inferior.

Este acuífero limita al SO con el «Anticlinal de Belchite». En el resto de su extensión el límite lo marca la presencia de facies detríticas finas y margoevaporíticas que se indentan entre las localidades de Vinaceite y Lécera. El sustrato, reconocido en estudios geofísicos, viene definido por la superficie de erosión pre-miocena, condicionada por sistemas de fracturas de dirección ibérica (NO-SE) y transversales (ENE-OSO). La disposición de estos cuerpos es horizontal o subhorizontal.

No se conocen bombeos significativos en este acuífero, si bien, cuatro sondeos perforados resultaron surgentes y vierten al cauce del río Aguasvivas un caudal continuo de unos 10 l/s.

La única salida natural conocida es el manantial de Codo que, a cota 332 m.s.n.m., drena un caudal medio aproximado de 25 l/s (SGOP-CHE, 1990).

El esquema de funcionamiento de este acuífero es, a falta de mayor información, sencillo: recarga por infiltración de agua de lluvia y parte de las escorrentías superficiales y salidas por el manantial de Codo, los sondeos surgentes y, probablemente, de forma subterránea hacia el río Ebro.

El manantial de Codo presenta composición química de tipo sulfatado-cálcica, con valores de conductividad eléctrica ligeramente superiores a 2.000 µmhos/cm, mientras que en los sondeos surgentes de Vinaceite, con facies mixtas de tipo sulfatado cálcico-magnésico, no alcanza los 1.200 µmhos/cm, según los análisis efectuados en este trabajo.

Acuífero Mesozoico de Muel-Belchite-Aguilón

Está constituido por los niveles carbonatados del Jurásico, que forman dos alineaciones entre las poblaciones que le dan nombre.

Estos materiales dan lugar a un conjunto de afloramientos aislados en la depresión terciaria del Ebro, con probable –a veces probada– continuidad bajo el recubrimiento mioceno. La estructura de estos niveles en profundidad apunta a una sucesión de pliegues escalonados y afectados por una tectónica compresiva. En superficie se observa una serie de anticlinales y sinclinales de dirección ONO-ESE y O-E entre los que destacan (SGOP-CHE, 1990):

- Arco plegado de Belchite-Aguilón.
- Anticlinal de Mezalocha-Loma Gorda.
- Anticlinal de Muel-Jaulín.
- Sector este de Longares.
- Zona de Belchite-Mediana.

El sustrato de este complejo acuífero queda definido, de manera general, por la litofacies margoevaporítica del Keuper. La potencia del conjunto jurásico, es del orden de 500 metros, aunque como principales horizontes permeables están el Lías, con unos 280 m. de espesor y los 60 m. del Kimmeridgiense.

Dentro de este acuífero existen numerosas perforaciones, algunas con profundidades importantes, con resultados normalmente positivos (caudales aforados superiores a 100 l/s). Destacan los pozos perforados por el IRYDA en el flanco N. del anticlinal de Belchite que alumbraron un caudal superior a 500 l/s, entre los tres sondeos (pozos de Bocafoz).

Otros puntos de agua destacados son los manantiales de La Virgen (Muel) y la Magdalena (Mediana de Aragón), con caudales medios aproximados de 100 y 200 l/s, respectivamente, a cotas 420 y 320 m.s.n.m. Otro punto de drenaje significativo es la

Fuente del Pez (Tosos) que, a cota 630 m.s.n.m., descarga un caudal variable entre 100 y 300 l/s.

En los mapas auxiliares a la memoria se puede observar la evolución piezométrica en alguna zona del acuífero.

El acuífero se encuentra carstificado y tectonizado por lo que los parámetors hidrodinámicos tendrán una marcada anisotropía, con valores muy elevados en dirección NO-SE y menores en la dirección perpendicular. Ensayos de bombeo realizados en los pozos construidos por el IRYDA en el flanco norte del «anticlinal de Belchite» arrojan los siguientes resultados (DGA, 1988):

T max = 24.000 m^2/día (dir. NO-SE)

T media = 12.000 m^2/día

T min = 1.200 m^2/día (dir. NE-SO)

S = 5×10^{-3} - 5×10^{-4}

La recarga del acuífero se produce a través de dos mecanismos: infiltración directa del agua de lluvia e infiltración de la escorrentía superficial al atravesar materiales permeables. La transferencia hídrica de los acuíferos cenozoicos detríticos suprayacentes es una posibilidad no confirmada pero que puede jugar un papel importante en la alimentación de este extenso y complejo acuífero.

Las descargas se producen de forma directa por manantiales (en Mediana, Muel, y Tosos principalmente) y a través de los materiales terciarios (pozos surgentes de Fuentes de Ebro). El nivel de descarga regional viene marcado, probablemente, por el río Ebro ya que existen manifestaciones de flujos subterráneos profundos en las proximidades del Ebro (pozos surgentes de Fuentes de Ebro).

Los bombeos no son significativos (sondeo Tercón en Belchite) frente a los recursos del acuífero en su conjunto.

La presencia de dos manifestaciones termales introduce nuevas incógnitas en el funcionamiento hidráulico regional. Uno de ellos es el pozo de abastecimiento a Aguilón, que probablemete atravesó el Keuper. El otro punto es uno de los pozos perforados por el IRYDA, identificado con las siglas Z-14, que atravesó un tramo compuesto por una brecha dolomítica con abundante yeso cristalizado y anhidrita. Cabe la posibilidad, en este último caso, de que el carácter termal del agua (T^a = 34 °C) obedezca a un proceso –fuertemente exotérmico– de hidratación de la anhidrita.

La composición química del agua de este acuífero, tomada en el manantial de la Magdalena en Mediana de Aragón, es de tipo mixto, sulfatada-bicarbonatada-cálcica-magnésica. La presencia de anhidrita, frecuente localmente en los tramos inferiores del Lías es, seguramente, la causa de la abundancia de sulfatos. Los valores de conductividad se sitúan en torno a los 1.500 µmhos/cm.

Acuífero Detrítico de Alfamén

Este acuífero es coincidente, a grandes rasgos, con la comarca natural de Cariñena-La Almunia. Está integrado por dos horizontes permeables separados por un tramo margo-arcilloso. Litológicamente está formado por conglomerados, arenas, lutitas y margas. Sus límites son: al norte el río Jalón, que constituye la zona de drenaje. Al sur y al este el límite coincide con el del afloramiento de las formaciones acuíferas. El límite occidental es impermeable y está constituido por los materiales paleozoicos de la Sierra de Algairén. A la hoja de Daroca pertenece una pequeña parte del acuífero, su borde meridional. En ella se realiza la recarga del acuífero a través de las barrancadas que entran con direcciones perpendiculares al borde de la sierra de Algairén y vierten sus aguas en este sector de acuífero. En esta zona se produce un fuerte gradiente hidráulico (5%) y una dirección de flujo NE aproximadamente. Es en esta zona donde mayor es la potencia de sedimentos terciarios y con la pendiente más acusada del sustrato jurásico.

La dirección del flujo subterráneo es en líneas generales SE-NO, hacia el río Jalón. Existe además, tal y como ha puesto de manifiesto el modelo matemático de flujo subterráneo aplicado (ITGE, 1988-90), una transferencia de unos 6 hm^3/año del nivel superior al inferior. Las cotas del agua varían entre 550 y 300 m.s.n.m., con importantes deformaciones de la superficie piezométrica a causa de los bombeos y fuertes variaciones estacionales (10-30 m) más acusadas en el nivel superior.

Los parámetros hidrogeológicos, deducidos en ensayos de bombeo, toman los siguientes valores;

NIVEL	T (m^2/día)	S
SUPERIOR	500-1.500	10^{-2}-10^{-3}
INFERIOR	500	10^{-3}-10^{-5}

Las aguas presentan dureza media a extrema, con valores de conductividad inferiores a 1.500 µmhos/cm. La composición química es variada, con predominio de facies bicarbonatadas-cálcicas.

Existen importantes extracciones de agua mediante bombeos: entre 16 y 32 hm^3/año en función de la pluviometría anual. El agua se destina casi en su totalidad a regadío.

Las entradas de agua al acuífero se producen por infiltración directa del agua de lluvia y a través de los cauces de los barrancos laterales, y por retornos de riego e infiltración de las acequías.

Las principales salidas son los bombeos, drenajes a través de los manantiales de Calatorao, La Nava y El Mediano y, por último, de forma subterránea al aluvial del río Jalón.

Los recursos medios de este acuífero se cifran en torno a los 40 hm^3/año, si bien en el periodo simulado en el modelo matemático se han evaluado en unos 30 hm^3/año. (ITGE, 1988-90).

3.3.3. **Subsistema de la Cubeta de Oliete**

La zona de la Cubeta de Oliete se localiza en el «Bajo Aragón». Los límites quedan marcados al norte por la Sierra de Arcos y sus estribaciones (alineación Belchite-Andorra), al oeste por el río Aguasvivas, al sur por el macizo paleozoico de Montalbán y al este por el frente de cabalgamiento Portalrubio-Calanda, que coincide aproximadamente con el curso del río Guadalopillo. La superficie comprendida entre estos límites es de unos 2.500 Km^2.

Desde el punto de vista geológico se distinguen tres zonas: Las sierras paleozoicas, la cobertera mesozoica y la depresión terciaria del Ebro.

El rasgo morfológico más interesante lo constituyen la Sierra de Arcos (987 m.) y las estribaciones del macizo de Moltalbán (1.300 m). Los ríos que la atraviesan, en sentido S-N son el Aguasvivas, Martín y Guadalopillo. La cota media es de 800 m.s.n.m.oscilando entre 400 metros en la depresión del Ebro, y 1.300 en las sierras del sur de la región.

Prácticametne en su totalidad pertenece a la provincia de Teruel, y en menor medida a la de Zaragoza. Los núcleos de población más importantes son: Andorra (8.090 h.) y Albalate del Arzobispo (2.860 h.). La actividad fundamental de la región es la minería del lignito de la cuenca de Andorra-Ariño, seguida de la agricultura. Prácticamente no existen otras industrias importantes.

La cubeta de Oliete se sitúa en la región centro-oriental de la hoja 1:200.000 de Daroca.

Dentro de este Subsistema se diferenciaron, en el momento de su definición (IGME, 1981), dos amplias zonas que a su vez, en trabajos posteriores (DGA-Universidad de Zaragoza, 1985), se subdividieron en acuíferos tal y como se muestra en la figura n.º 8 y su relación en el cuadro n.º 6.

El acuífero de los Jurásicos de Blesa-Moneva, no diferenciado en trabajos anteriores, ha sido definido en el Estudio de Actualización del sistema acuífero n.º 58, en fase de elaboración por parte del ITGE.

CUADRO Nº. 6

SUBSISTEMA ACUÍFERO «CUBETA DE OLIETE»	
P. I. A. S. (1981)	D. G. A. -UNIVERSIDAD ZARAGOZA (1985)
SINCLINAL OLIETE-SIERRA DE ARCOS	ACUÍFERO SIERRA DE ARCOS ACUÍFERO LOS ESTRECHOS ACUÍFERO PLANAS DE ALACÓN ACUÍFERO JURÁSICO BLESA- MONEVA
SINCLINAL OBÓN-ALCAINE	ACUÍFERO SINCLINORIO DE OBON-ALCAINE (Sinclinal Obón-Josa y Sinclinal del embalse de Cueva Foradada.) ACUÍFERO PLANAS DE GARGALLO-CRIVILLEN



LEYENDA

A	UNIDAD ACUIFERA JURASICO BLESA-MONEVA
B	UNIDAD ACUIFERA PLANAS DE ALACON
C	UNIDAD ACUIFERA DE LOS ESTRECHOS
D	UNIDAD ACUIFERA SIERRA DE ARCOS
E	UNIDAD ACUIFERA SINCLINORIO DE OBON-ALCINE
F	UNIDAD ACUIFERA PLANAS DE GARGALLO-CRIVILLEN
	IMPERMEABLE INDIFERENCIADO
	CRETACICO
	MALM
	LIAS-JURASICO
	ZOCALO

Figura n.º 8

3.3.3.1. ***Sinclinal de Oliete-Sierra de Arcos***

La estructura de esta amplia zona es la de un sinclinal dividido en dos cubetas cuyos núcleos se encuentran cubiertos por materiales más modernos (cretácicos y neógenos).

Está constituido por dos tramos permeables superpuestos, uno de edad Liásica, otro de edad Kimmeridgiense. El nivel Liásico está formado por un conjunto calizo dolomítico de 200-250 metros de potencia, con variaciones laterales de facies y espesor. La potencia se reduce en la parte oriental de la Sierra de Arcos (Calanda-Andorra). El acuífero Kimmeridgiense está constituido por un conjunto de calizas de unos 100 metros de potencia en Sierra de Arcos-Portachuelo, encontrándose en su base niveles de margas que lo individualizan. Entre ambos se sitúa un tramo calco-margoso bastante fracturado, que debe permitir, al menos localmente, una comunicación hidráulica entre ambos paquetes permeables.

Se diferencian cuatro acuíferos que se describen a continuación.

Acuífero de la Sierra de Arcos-Anticlinal de Calanda

Se localiza al N. de la provincia de Teruel, formando las primeras estribaciones de la Cadena Ibérica en la región del Bajo Aragón. Se pueden distinguir dos áreas:

- La primera, situada casi por completo en la cuenca del río Martín, está constituida por una alineación montañosa que se extiende desde el SE de Lécera hasta las proximidades de Andorra. Esta zona se conoce genéricamente como la Sierra de Arcos. La dirección es ibérica, aunque al llegar a Ariño sufre una inflexión hacia el N. para volver a recuperar la dirección general.

- La segunda está integrada por los afloramientos carbonatados localizados en el triángulo Andorra-Calanda-Alcorisa. Entre éstos destaca Horcallana, Cabezo del Pinar y el Anticlinal de Calanda. Da lugar a a notables resaltes morfológicos.

Este acuífero se identifica con los niveles más permeables del Lías: dolomías tableadas y carniolas de edad Rhetiense-Hettangiense, y las calizas y dolomías del Sinemuriense. La potencia total varía entre 360 y 420 m en la primera zona, y espesores aproximados de 230 m, en la segunda de las zonas descritas.

La estructura general del acuífero es la de una escama cabalgante en dirección NE sobre los materiales terciarios de la Depresión del Ebro, o bien sobre los mesozoicos del acuífero de Los Estrechos que se describirá más adelante. El plano de cabalgamiento queda definido en superficie por los afloramientos del Keuper (nivel de despegue). La serie es monoclinal, con buzamientos hacia el SE entre 20 y 35°.

Los límites superior y SO del acuífero quedan definidos por los niveles margosos y margocalcáreos del Toarciense, de carácter semipermeable.

El punto acuífero más significativo es el conjunto de los manantiales de Ariño que, a cota 480 m.s.n.m., aportan al río Martín un caudal medio aproximado de 1.000 l/s.

La principal fuente de recarga del acuífero procede de la infiltración, tanto directa a partir de la lluvia, como por pérdidas en los cursos de agua al atravesar el acuífero. Otra posible recarga procede de las filtraciones de agua en el río Aguasvivas que en la actualidad, al ser desviado por el Canal de Blesa, debe ser poco significativa.

La única zona de descarga localizada son los manantiales de Baños de Ariño, cuyo hidrograma se presenta en los mapas auxiliares. La composición química del agua drenada por estos manantiales es de tipo mixta: sulfatado-cálcica magnésica, con contenidos elevados en cloruro sódico. (Figura n.° 9). los valores de conductividad eléctrica medidos se sitúan entre 2.300 y 2.600 μmhos/cm.

También en los mapas auxiliares se incluyen los gráficos de evolución hidroquímica correspondientes a estos manantiales.

Acuífero de los Estrechos

Se localiza en la Cuenca del río Martín, en sus dos márgenes, principalmente la izquierda en el tramo denominado «Foz de los Estrechos».

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

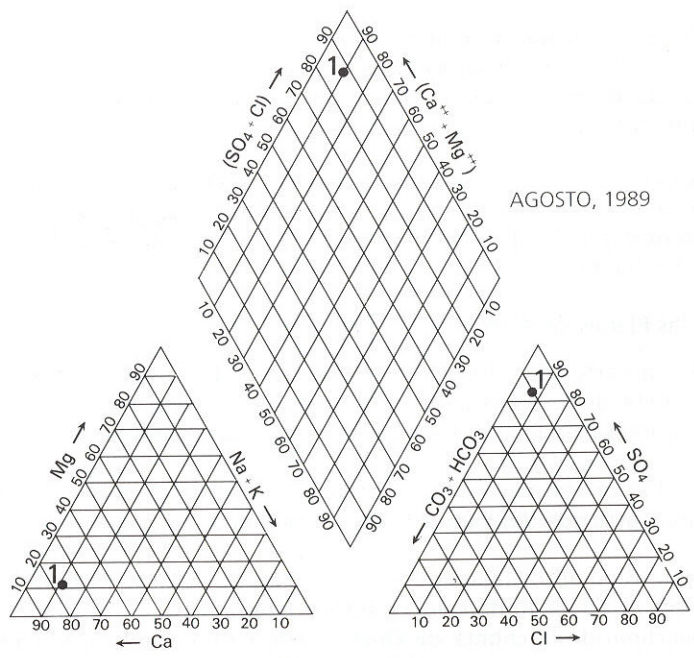


Figura n.° 9

Está constituido por los tramos carbonatados del Jurásico inferior (los mismos niveles que en el acuífero de la Sierra de Arcos). Aflora en una superficie aproximada de 22 Km^2, con una potencia variable entre 360 y 420 m.

Se trata, de nuevo, de una escama cabalgante sobre los materiales detríticos terciarios de la Depresión del Ebro y, a su vez, queda cabalgado por el conjunto de la Sierra de Arcos.

El área de los Estrechos se caracteriza por plegamientos laxos, con dirección preferente N-S y buzamientos que raramente superan los 30°. Hacia el E. la serie Jurásica se sumerge bajo el conjunto Cretácico y Terciario.

El límite norte viene marcado por el contacto entre el Jurásico y el último nivel del Trías constituido por dolomías y dolomías arcillosas laminadas.

Al SO limita con el contacto cabalgante de la Sierra de Arcos definido por los afloramientos de Keuper.

Al E el límite del acuífero se corresponde con el contacto entre el Jurásico y el Cretácico en facies Utrillas.

El impermeable infrayacente lo marca el Keuper y el superior, de carácter semipermeable, la Formación de Arenas de Utrillas.

El acuífero se recarga a partir de la infiltración directa del agua de lluvia y por transferencia lateral subterránea de los materiales permeables adyacentes cretácicos y terciario. Las pérdidas de agua en el río Martín parecen ser, igualmente, una fuente importante de alimentación.

Las descargas del acuífero son difíciles de cuantificar ya que no existen buenas condiciones en el cauce del río Martín, en la zona de Los Estrechos, para realizar aforos de precisión. No obstante (ITGE, 1991, trabajo en curso) se pueden acotar entre 200 y 700 l/s como valores medios.

Acuífero de las Planas de Alacón

Se localiza en la parte septentrional de la provincia de Teruel, en la comarca del Bajo Aragón, al norte de la localidad de Alacón. Ocupa una parte importante de las Llanadas de Muniesa, en la margen izquierda de la cuenca del río Martín.

Está constituido por los niveles de calizas oncolíticas de edad Kimmeridgiense. Estos afloran en una barra que delimita al N y NE el acuífero.

Ocupa una extensión aproximada de 50 Km^2, de los que únicamente 15 Km^2 son permeables. La potencia del conjunto calizo Kimmeridgiense es de unos 150 metros. Forma el núcleo del sinclinal de la cubeta de Oliete, laxo, con buzamientos suaves y dirección ibérica.

Los límites inferior, oeste y noreste quedan definidos por el paquete margoso de la base del Kimmeridgiense. El límite meridional no es aún definitivo ya que no se conoce la geometría de esta formación en profundidad bajo el recubrimiento terciario.

Como puntos de agua significativos destacan el manantial de Alacón, a cota 650 m.s.n.m. y el sondeo de abastecimiento a la localidad de Muniesa que atraviesa estos materiales bajo el tapiz terciario. Los valores de transmisividad en este punto, obtenidos en ensayos de bombeo, se cifran entre 6.000 y 8.000 m^2/día.

La alimentación del acuífero se produce por la infiltración del agua de lluvia tanto de forma directa sobre el conjunto Kimmeridgiense, como por transferencia de los terciarios que lo recubren.

La principal descarga del acuífero y la única conocida, se lleva a cabo en el manantial de Alacón, con caudales medios comprendidos entre 35 y 100 l/s (IGME, 1986, c).

Ocasionalmente, y en función de la piezometría, puede descargar este acuífero al río Martín, según se pone de manifiesto en los aforos diferenciales realizados durante el presente trabajo.

Las salidas por bombeo del pozo de abastecimiento a Muniesa son poco importantes. En él se controla periodicamente el nivel piezométrico, cuyo gráfico de evolución se presenta en los mapas auxiliares anejos a esta memoria.

Acuífero Jurásico de Blesa-Moneva

Se localiza entre las provincias de Zaragoza y Teruel, principalmente por la primera, dentro de la cuenca del río Aguasvivas, en la zona demarcada por las localidades de Moyuela, Moneva, Muniesa y Blesa.

Geológicamente queda delimitado por las formaciones margo-evaporíticas del Keuper a muro, y por las margas toarcienses a techo.

Litológicamente está formado por la base dolomítica del Lías (Rethiense-Hettangiense), y las calizas y dolomías tableadas de edad Sinemuriense-Pliensbachiense. La potencia conjunta es aproximadamente de 350 metros.

Este conjunto jurásico está parcialmente recubierto por materiales detríticos terciarios permeables, de edad Mioceno medio-superior, y por un tapiz cuaternario limolítico.

Ocupa una extensión de unos 96 Km^2 de los que aproximadamente la mitad corresponden a materiales permeables.

El acuífero Jurásico de Blesa-Moneva forma una peculiar estructura dentro del esquema ibérico, ya que presenta unas directrices de plegamiento transversales y oblicuas (NE-SO a N-S) a la dirección ibérica. Obedece a la interferencia de dos fases de plega-

miento diferentes, relacionadas con la presencia de arcos plegados en zonas próximas (Belchite-Aguilón, Portalrrubio-Beceite, etc...). Los buzamientos no superan los 40°.

El límite SO queda delimitado por el anticlinal de Blesa, con dirección ibérica, en cuyo núcleo aparecen los materiales del Keuper. Estos últimos materiales configuran el límite inferior, de carácter impermeable. A techo este acuífero queda limitado por el tramo margoso del Toarciense.

El límite occidental coincide con un afloramiento carbonatado de edad Sinemuriense. Por el E no se conoce el límite con precisión ya que el acuífero se prolonga bajo el núcleo del sinclinal de la cubeta de Oliete. Probablemente este límite es permeable, produciéndose una transferencia lateral de recursos al acuífero de Sierra de Arcos.

La recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, tanto de forma directa como por transferencia del recubrimiento cenozoico y por la infiltración de la escorrentía superficial del río Aguasvivas, actualmente poco significativa desde que fue desviado por el canal de Blesa.

No se conocen descargas puntuales de este acuífero. Probablemente, tal como se ha apuntado antes, descarga lateralmente al acuífero de Sierra de Arcos.

Los recursos de este acuífero son, probablemente, muy limitados.

3.3.3.2. *Sinclinal de Obón-Alcaine*

Se estructura como un sinclinorio dividido en dos cubetas cuyos núcleos están ocupados por materiales de edades comprendidas entre el Jurásico inferior y el Cretácico superior.

El principal nivel permeable es el Lías, con una potencia comprendida entre 200 y 250 metros, muy carstificado, y que aflora en una extensión de 180 Km^2.

Las formaciones carbonatadas cretácicas no forman acuíferos de interés debido a sus reducidas dimensiones y a su posición topográfica, muy por encima del nivel piezométrico regional. En cualquier caso actúan como receptores de la escorrentía.

Dentro de esta zona se diferencian dos acuíferos:

Acuífero del sinclinorio de Obón-Alcaine

Se sitúa en la cuenca del río Martín entre Peñarroyas y Oliete. Incluye a grandes rasgos el área delimitada entre las localidades de Maicas y Torre de las Arcas, y los embalses de Escuriza y Cueva Foradada.

Es un acuífero multicapa, constituido por los siguientes niveles permeables:

- Dolomías y calizas dolomíticas en facies Muschelkalk.
- Dolomías, carniolas y calizas de edad Rhetiense-Sinemuriense.
- Calizas del Dogger.

El Muschelkalk aflora en una superficie de 15 Km^2, con una potencia variable entre 170 metros (zona de Hoz de La Vieja) y 215 metros (zona de Torre de Las Arcas).

El Lías aflora en una extensión de 65 Km^2, con potencias entre 200 y 250 metros.

Por último, el Dogger, con una potencia de 18-25 metros apenas aflora en 10 Km^2.

El acuífero forma un amplio sinclinal laxo que se extiende entre el gran anticlinal de núcleo paleozoico de Montalbán, de orientación NO-SE, y el anticlinal vergente al norte de Oliete-Congosto, con la misma orientación que el anterior.

Entre ambos se encuentra el Anticlinal de Alcaine, que con igual dirección que los anteriores, y por aflorar el Keuper en su núcleo, divide al acuífero en dos subunidades denominadas:

- Subunidad «Sinclinal de Obón-Josa». Situada al sur del anticlinal de Alcaine.

- Subunidad «Embalse de Cueva Foradada».

Todas las estructuras descritas presentan una dirección NO-SE y sus buzamientos suelen ser de bajo ángulo.

Los límites de este acuífero son: al SO, el contacto con los materiales en facies Buntsandstein, que afloran en el flanco norte del Anticlinal de Montalbán; al norte el núcleo del Anticlinal de Oliete, ocupado por los materiales del Keuper. Al este limita en superficie con los materiales de la facies Weald, aunque probablemente se prolongue por debajo de ellos.

Como puntos de agua destacan los manantiales de Alcaine, principal descarga del acuífero que, a cota 595 m.s.n.m., aportan al río Martín un caudal medio continuo de unos 300 l/s. No existen extracciones de importancia en este acuífero, limitadas a unos pocos pozos destinados al abastecimiento de pequeñas localidades.

Los valores de transmisividad, obtenidos puntualmente en el pozo de abastecimiento a Torre de Las Arcas, se evaluaron entre 500 y 1.600 m^2/día.

Las fuentes de alimentación del acuífero son principalmente las infiltraciones en los afluentes del Martín, ríos Radón y Cabra, y del propio río Martín entre las localidades de Obón y Alcaine. Otras recargas, de menor cuantía, se producen por la infiltración del agua de lluvia, de forma directa, en los materiales permeables, y por infiltración de los esporádicos cursos de agua en los barrancos.

Las principales descargas, como ya se ha dicho, se producen a través de los manantiales de Alcaine, que drenan el nivel liásico en contacto con el Keuper. También, y de forma difusa, el acuífero descarga al río Martín, entre Montalbán y Obón, caudales comprendidos entre 38 y 48 l/s según los aforos realizados en este trabajo.

La superficie piezométrica, controlada en varios puntos, se sitúa entre 920 y 600 m.s.n.m.

Hidroquímicamente se diferencian tres tipos de facies (figura n.° 10): una sulfatado-cálcica para las muestras 1 (manantiales de Alcaine) y 2 (manantiales de Cueva Foradada), otra bicarbonatado-cálcica (manantial de Fuentecillas, muestra n.° 4) y la tercera, mixta, sulfatado-cálcica-sódica (manantial de La Virgen de Oto, muestra n.° 3). Los valores de conductividad eléctrica son, para las dos primeras, de 770 y 970 µmhos/cm respectivamente, y de 570 y 590 µmhos/cm, para las dos últimas respectivamente.

Acuífero de Las Planas de Gargallo-Crivillén

Ocupa las llanuras que configuran el límite oriental de los tramos altos y medio de la cuenca del río Escuriza, en cuyos escarpes afloran los materiales carbonatados del Cretácico superior que configuran este acuífero. Se incluyen en él, también, algunas muelas aisladas: Loma de la Dehesa y Cantera del Chorro. A grandes rasgos queda delimitado en el área de La Zoma-Embalse de Escuriza y Mata de los Olmos.

Está constituido este acuífero por calizas y dolomías, en pequeños afloramientos que generalmente se encuentran cubiertos por materiales detríticos terciarios. El límite inferior queda definido por la Formación de Arenas de Utrillas.

Ocupa una extensión aproximada de 47 Km^2, 16 de ellos permeables. La potencia puede variar entre 140 y 150 metros.

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

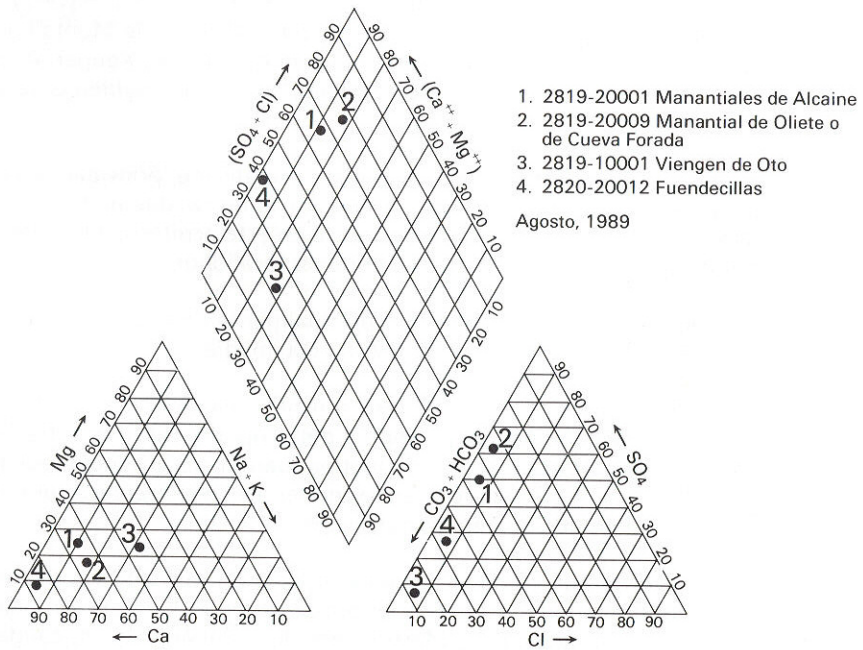


Figura n.° 10

La estructura general del acuífero es sencilla, con buzamientos suaves que no superan los 15°. Se distinguen dos directrices estructurales: NO-SE (ibérica) y NE-SO.

El límite sur del acuífero queda definido por los afloramientos de Keuper y su prolongación hacia el SE del Anticlinal de Montalbán.

Al este, tras sumergirse bajo los materiales detríticos terciarios, el límite viene definido por el frente de cabalgamientos del arco Beceite-Portalrubio. Los límites N y O vienen marcados por el afloramiento de las Arenas de Utrillas.

Los datos de transmisividad, obtenidos mediante ensayo de bombeo en el pozo de abastecimiento a Mata de los Olmos (2819-80012), se cifran entre 150 y 200 m^2/día.

La recarga del acuífero se produce, casi exclusivamente, a través de la infiltración del agua de lluvia caída directamente sobre los materiales permeables del Cretácio superior y sobre los materiales terciarios que lo recubren.

La descarga principal se produce a través del manantial del Guargo de Crivillén (2819-80005) que, situado a cota 740 m.s.n.m., proporciona un caudal de 18-20 l/s.

El resto de las surgencias no superan los 5 l/s.

Los únicos datos de calidad química conocidos apuntan hacia composiciones bicarbonatados-cálcicas (figura n.° 11), con valores de conductividad eléctrica del orden de 400-600 µmhos/cm.

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

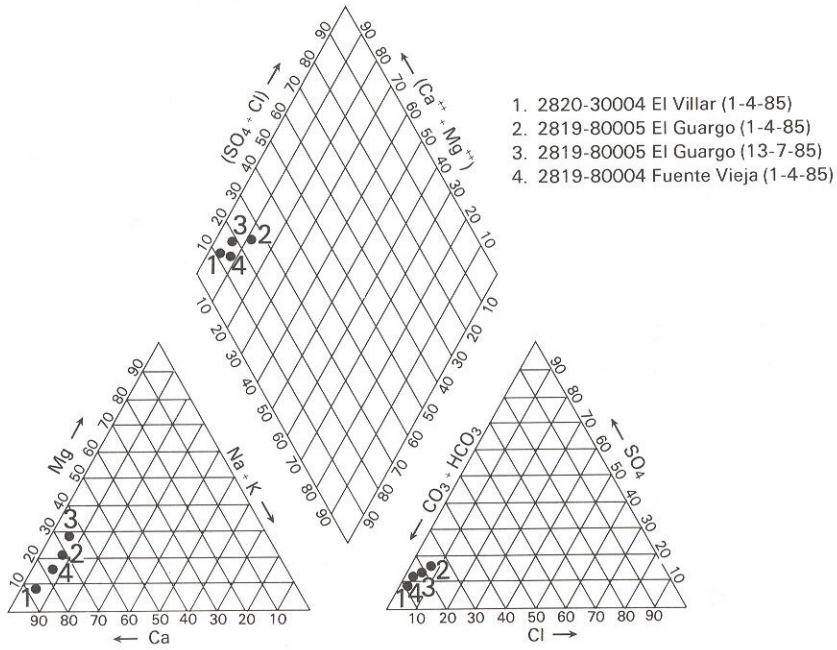


Figura n.° 11



Figura n.° 12

3.3.4. **Subsistema de cabalgamientos Portalrubio-Calanda**

Esta zona corresponde al área comprendida entre el frente de cabalgamiento Portalrubio-Calanda y el cauce del río Guadalope, que actúa como divisoria con el Sistema Acuífero n.° 55 «Maestrazgo». La superficie comprendida entre estos límites es de unos 800 Km^2, de la que la mitad aproximadamente está constituida por materiales permeables.

Se trata de una zona abrupta y poco poblada (17.000 habitantes, contando los núcleos mineros de Utrillas y Escucha), en la que la demanda de agua subterránea es prácticamente nula.

La actividad económica principal deriva de la minería del lignito de la cuenca minera de Utrillas, seguida de la agricultura, pobre y de secano.

Geológicamente encierra una gran complejidad. Los materiales permeables son calizas jurásicas y cretácicas que forman numerosos acuíferos de pequeña extensión, en ocasiones comunicados entre sí.

No existe explotación del subsistema. Analizado en conjunto, recibe una alimentación que procede de la infiltración del agua de lluvia, estimada entre 35 y 50 hm^3/año que descargan a los ríos Pancrudo (5-10 hm^3/año), Martín (10-15 hm^3/año) y Guadalope (20-25 hm^3/año).El agua es de excelente calidad para cualquier uso (IGME, 1981).

Dentro de este subsistema se diferencian dos acuíferos (figura n.° 12), que se describen a continuación.

Acuífero de Palomar de Arroyos-La Zoma

Se localiza en la parte septentrional de la provincia de Teruel, en la región de la «Cuenca Minera».

Está constituido por una ancha franja, entre Utrillas, Montalbán-La Zoma y Palomar de Arroyos, en las cabeceras de los ríos Ancho, Cabra, Escuriza y Estercuel.

Litológicamente este acuífero está integrado por los siguientes materiales:

- Dolomías y calizas dolomíticas del Muschelkalk
- Dolomías tableadas y carniolas del Rhetiense.
- Calizas y dolmías del Sinemuriense.

Se incluyen también pequeños retazos carbonatados del Dogger, del Kimmeridgiense y del Cretácico superior.

El Keuper actúa de sustrato impermeable, aunque debido a la gran complejidad tectónica que afecta a estos materiales, no es probable su continuidad.

Se extiende sobre una superficie de 80 Km², de los cuales 50 corresponden a materiales permeables.

Está formado por una serie de escamas cabalgantes que engloban pliegues y pequeños bloques fallados. Los pliegues de mayor envergadura son los que forman el anticlinorio de Palomar de Arroyos y La Zoma.

Como puntos de agua significativos destaca el manantial de Ventas del Cañizar del Olivar (2820-20015), que da lugar al nacimiento del río Estercuel. Se sitúa a cota 1.045 m.s.n.m. y drena las dolomías del Muschelkalk. El caudal varía entre 40 y 80 l/s. También merecen mención los pozos que abastecen a la Central Térmica de Andorra, en Palomar de Arroyos, que entre ambos bombean un volumen anual próximo a 1 hm³.

La principal recarga del acuífero se debe a la infiltración directa del agua de lluvia sobre los materiales permeables. En menor medida también por infiltración al sur de La Zoma de la escorrentía circulante por el río Estercuel y el barranco de Los Cabrados.

Las descargas se producen en el borde norte del Subsistema, en el contacto con el zócalo, a los ríos Martín, Ancho, Cabra, Estercuel, Guadalope y Guadalopillo, sin que se hayan podido cuantificar con exactitud.

El nivel Jurásico es, sin duda, el de mayor interés. Sus descargas, muy difuminadas, se cifran en torno a 3 hm³/año.

La composición química del agua, en base a los análisis efectuados es generalmente bicarbonatado-cálcica, a excepción de La Fuente de La Laguna (muestra n.º 4), junto a Palomar de Arroyos, que presenta facies sulfatado-cálcica. Este manantial drena al Lías en el contacto con el Keuper, responsable éste de su composición.

Los recursos medios de este acuífero se han evaluado (EPTISA, 1976) en torno a los 4 hm³/año, de los que 3 mantendrían el caudal base de los ríos de la zona y el restante sería bombeado por la Central Térmica de Andorra.

Acuífero de los Altos Valles del Parras y Rambla

Se sitúa en las cuencas de los ríos que le dan nombre, al NE de la provincia de teruel. Se extiende entre Portalrubio, Pancrudo y la Sierra de San Just.

Geológicamente está constituido por materiales cretácicos y algunos retazos del Jurásico. El principal nivel acuífero lo constituyen los materiales carbonatados del Cretácico superior que, en ocasiones, se encuentran cubiertos por terciarios. El acuífero cretácico está constituido por las siguientes formaciones:

- Dolomías y calizas dolomíticas de unos 60 metros de potencia. Edad Cenomanense-Senoniense.

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

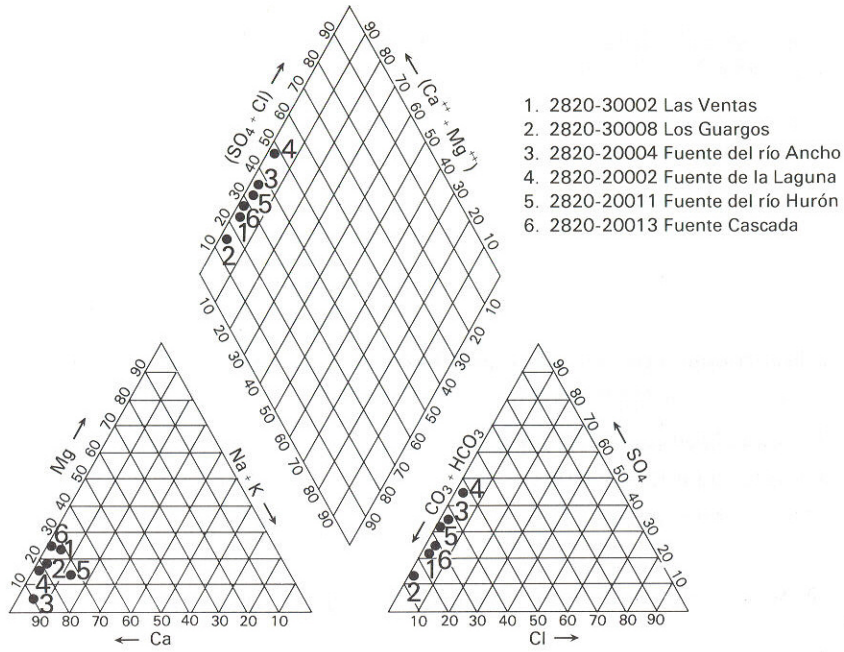


Figura n.º 13

- Calizas que a techo pasan a una alternancia de calizas y margas. La potencia es de unos 40 metro y la edad, Senoniense.

El sustrato impermeable de los materiales cretácicos está constituido por las areniscas, arcillas y margas en facies Utrillas.

Ocupa una extensión de unos 190 Km², de los que aproximadamente 86 Km², corresponden a materiales permeables.

La potencia del conjunto Cretácico superior es de unos 100 metros.

Estructuralmente presenta una gran complejidad, ya que forma parte del extremo occidental de la zona de cabalgamientos de Beceite-Portalrubio. Se trata de una zona fuertemente plegada, generalmente con vergencia norte, y con pliegues más laxos hacia el sur. Las estructuras presentan directrices variables por superposición de dos direcciones de plegamiento.

Este acuífero se encuentra compartimentado en varios bloques de menor tamaño, independizados hidráulicamente (DGA-Universidad de Zaragoza, 1985).

Como puntos de agua destacan los manantiales que drenan a los ríos Rambla (2720-30005), con un caudal medio de 10 l/s, Parras (2720-30001, 40005 y 40009), con caudales medios respectivos de 25-30 l/s, 40-80 l/s y 10-15 l/s.

La principal recarga del acuífero se debe a la infiltración directa del agua de lluvia y a través de los cauces superficiales.

La composición química de las aguas subterráneas es variada: entre facies bicarbonatado-cálcicas y sulfatado-cálcicas, con los puntos intermedios (figura n.° 15).

Las características son:

	Noviembre 84		
	Conductividad µs/cm	pH	R.S. (110°)
1. Fte. del Caño de la Vieja (2720/30005)	470	8,0	296
2. Las Tercianas (2720/40005)	40	8,0	248
3. Fte del Molino (2720/40009)	401	7,9	248
4. Fte El Lugar (2720/40003)	1.389	7,6	1.206
5 Hocino Alto (2820-20013)	805	7,7	616

DIAGRAMA PIPER-HILL-LANGELIER

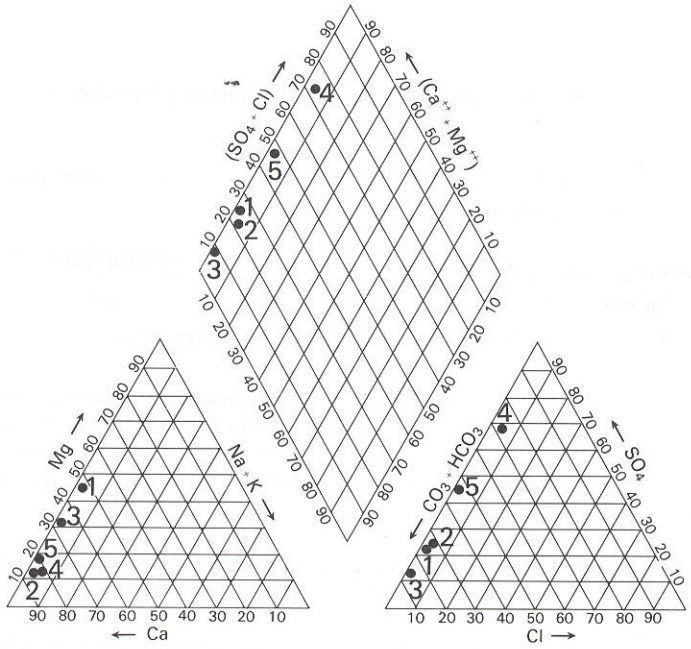


Figura n.° 14

4. USOS Y DEMANDAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

El análisis de los Usos y Demandas de agua subterránea de los acuíferos diferenciados en la Hoja 1:200.000 DAROCA, se exponen según los SISTEMAS ACUÍFEROS diferenciados con anterioridad.

4.1 SISTEMA ACUÍFERO N° 57

4.1.1 **Subsistema PIEDRA GALLOCANTA**

Usos urbanos

Con un total de 3.514 habitantes, que pueden aumentar ocasionalmente a unos 10.000 en el mes de verano, y repartidos en 14 municipios, presentan unas demandas totales de 527 m³/diarios, aumentando éstas a 1.740 m³/día en el mes de verano de máxima población. Las disponibilidades son superiores a las demandas en general y únicamente presenta défict en verano algunos pueblos cuando el año es pluviométricamente seco.

Usos industriales

No existe un desarrollo industrial que pueda demandar un volumen importante de agua.

Usos agrícolas

De las 35.187 hectáreas cultivables, únicamente 760 has. son de regadío repartiéndose en:

- Cuenca del río Ortiz = 390 hectáreas
- Cuenca de Gallocanta = 370 hectáreas

- El regadío de la cuenca del río Ortiz, se realiza con aguas subterráneas drenadas por manantiales y reguladas en parte en el embalse de Abanto, utilizándose unos 1,92 hm³/año.
- El regadío de 370 has. situadas en la zona Sur de La Laguna de Gallocanta, se realiza con aguas subterráneas a través de pozos y sondeos, bombeándose unos 3,0 hm³/año del acuífero detrítico asociado a La Laguna de Gallocanta.

4.1.2 **Subsistema VALLE ALTO DEL JILOCA**

El subsistema acuífero Valle Alto del Jiloca, se localiza en parte en la Hoja de Daroca, y el resto en la Hoja vecina de Teruel. Corresponde a la Hoja de DAROCA, la zona septentrional del Subsistema; desde Villafranca del Campo hasta Calamocha.

Las principales demandas de agua subterránea son las originadas por 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 que se realizan a través de manantiales. La superficie total regada con estos cuadales es de 1.736 has. repartidas en los siguientes municipios:

Monreal del Campo = 256 has.; Fuentes Claras = 296 has.

Torrijo del Campo = 113 has.; El Poyo del Cid = 360 has.

Calamocha = 350 has.; Caminreal = 350 has.

Las demandas teóricas para cubrir estos regadíos se cifran en unos 15,25 hm³/año (dotaciones medias teóricas de 8.785 m³/ha/año) entre los meses de Abril a Octubre.

Las aportaciones medias procedentes de los acuíferos en este tramo del valle, son del orden de 35 a 43 hm3 para el periodo de riego antes citado, con lo cual se pueden atender con garantía las demandas de regadío.

El resto de caudales, se utilizan para el regadío del tramo del Medio y Bajo Jilica, que se analizará más adelante.

- *Los regadíos realizados mediante bombeos del acuífero a través de pozos y sondeos* se agrupan en dos zonas: Villafranca-Monreal y Monreal-Calamocha.

- En la zona de Villafranca-Monreal, se localizan 43 pozos de explotación que bombeando 6,5 hm³/año atienden el regadío de 2.818 hectáreas.

- En la zona de Monreal-Calamocha, se localizan 36 pozos de explotación que bombeando 2,8 hm³/año atienden el regadío de 890 hectáreas.

4.2 SISTEMA ACUÍFERO Nº 58

Dentro del amplio y complejo Sistema Acuífero nº 58 se analizan las demandas de agua para los distintos subsistemas acuíferos que se localizan en la Hoja de DAROCA.

4.2.1 **Subsistema Acuífero «DEPRESIÓN DE CALATAYUD-MONTALBÁN»**

Acuífero Aluvial del Medio y Bajo Jiloca

Los regadíos asociados al cauce del río Jiloca y localizados entre Calamocha y Calatayud, ocupan una superficie de 4.300 has., y tienen una demanda de agua para riego de unos 30-35 hm³/año en el periodo de Abril-Octubre.

Esta demanda se atiende con los caudales sobrantes del regadío del tramo del Alto Jiloca, analizado anteriormente, y que se estiman en unos 20-28 hm³. Se observa un ligero déficit para atender completamente dichos regadíos, déficit que se ve aumentado notablemente en periodos de bajas precipitaciones en las que los caudales circulantes por el río disminuyen en un 50%.

La iniciativa privada (regantes del Bajo Jiloca), para paliar los referidos déficits, inició en los años 1982-83, la construcción de pozos en el acuífero Aluvial del río Jiloca (tramo de Villafeliche-Calatayud). Se conocen los volúmenes de agua bombeados del acuífero para los años 1985, 1987 y 1988, que son muy variables en función de la pluviometría del año, pudiéndose asemejar a los siguientes tipos de años pluviométricos.

Años muy secos (año 1985)..... 7,2 hm³

Años secos (año1987)..... 4,5 hm³

Años medios (año 1988) ..... 1,0 hm³

Las demandas para el *uso urbano e industrial* son de menor entidad que las agrícolas. Para uso urbano, se utilizan 0,989 hm³/año, procedentes del acuífero aluvial del Bajo Jiloca, mientras que la demanda para uso industrial se cifra en unos 7.700 m³/día.

Acuífero Detrítico de Mainar (Aluvial del Alto Huerva)

En esta zona, se sitúan diez municipios, que utilizan para uso urbano unos 820.000 m³/año, para unos 1.100 habitantes. Las disponibilidades de agua son del orden de 8.500 m³/día, con lo que los excedentes de agua son importantes durante todo el año. Las demandas industriales son nulas.

El regadío es de únicamente 746 hectáreas y se atiende con caudales drenados por manantiales y bombeados de pequeños pozos situados en el aluvial del río Huerva. Los caudales bombeados son del orden de 0,64 hm³/año; cubriéndose el resto hasta los 3 hm³ de demandas totales con caudales del río Huerva.

4.2.2 Subsistema Acuífero JALÓN-AGUASVIVAS (ZONA DE MUEL-BELCHITE)

La población de esta zona, estimada en unos 8.000 habitantes repartidos en 16 municipios, utilizan fundamentalmente el agua subterránea para su abastecimiento diario, estimándose los bombeos en 1,082 hm³/año, frente a los 0,150 hm³/año de aguas superficiales.

El regadío, se limita al aluvial asociado al río Aguas Vivas, que utiliza los caudales regulados en el embalse de Moneva, caudales que no son suficientes para cubrir en su totalidad la demanda de dichos regadíos. Con objeto de cubrir en parte los déficit originados a aprtir de Belchite, se construyeron en dicha localidad varios pozos para bombear del acuífero calizo de Belchite. En la actualidad únicamente bombea un pozo, con volúmenes de 0,300 hm³/año. Se espera que en el futuro se incrementen los bombeos.

5. RESUMEN BIBLIOGRÁFICO

- Confederación Hidrográfica del Ebro (1988). Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro. Documentación básica.

- Calvo Betes, J. et al (Universidad de Zaraagoza) (1978). Primeros datos sobre la sedimentación de dolomía en la Laguna de Gallocanta.

- Diputación General de Aragón-Universidad de Zaragoza (1985). Estudio hidrológico comarcal de Aragón. Cuenca del Martín.

- Diputación General de Aragón (1988). Estudio de viabilidad de la recarga artificial en el acuífero calizo-dolomítico de Belchite (Zaragoza).

- Diputación General de Aragón (1989). Construcción y pruebas de bombeo de los sondeos de investigación Z-51 (1), Z-51 (3) y de explotación Z-51 (2) y Z-51 (4), en Alconchel de Ariza (Zaragoza).

- EPTISA (1976). Estudio hidrogeológico para abastecimiento a la central térmica de Escucha.

- Goy et al (1976). El Jurásico de la cordillera Ibérica.

- IGME (1971) Mapa Geológico Nacional. Serie MAGNA E. 1:200.000 DAROCA.

- IGME (varios años) Mapa Geológico Nacional Serie Magna E. 1:50.000 de las siguientes hojas: Ateca, Used, Odon, El Pobo de Dueñas, Paniza, Daroca, Calamocha, Monreal Del Campo, Azuara, Blesa o Moyuela, Segura de los Baños, Argente, Belchite, Muniesa, Oliete y Montalbán.

- IGME (1981). Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero n.º 58: Mesozoico Ibérico de la Depresión del Ebro.

- IGME (1981). Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero n.º 57. Mesozoico de Monreal-Gallocanta.

- IGME (1982). Modelo matemático del acuífero del Valle del Jiloca.

- IGME (1985). Proyecto de actualización de datos en la Cuenca Alta del río Jiloca.

- IGME, (1986 a). Estudio del acuífero calizo-dolomítico de Belchite, su relación con salidas naturales próximas y su conexión hidráulica con otros acuíferos.

- IGME (1986 b). Proyecto de investigación hidrogeológica para plantear alternativas de abastecimiento urbano a poblaciones de la cuenca del río Huerva.

- IGME (1986 c). Estudio hidrogeológico del término municipal de Alacón (Teruel).

- IGME (1987). Estudio de detalle del borde Septentrional de la Sierra de Solorio (Zaragoza).

- ITGE (1988-1990). Proyecto de actualización, infraestructura hidrogeológica, vigilancia y catálogo de acuíferos (sin publicar).

- ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España.

- 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.

- Meléndez, A. (1988). Estudio geológico de los materiales jurásicos en el sector de Cariñena-Belchite.

- Sánchez Navarro, J. A. et al. Universidad de Zaragoza (1990). El drenaje subterráneo de la cordillera Ibérica en la Depresión del Ebro. Aspectos geológicos.

- S.G.O.P. Confederación Hidrográfica del Ebro (1990). Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza.

- Simón Gómez, J. L. (1984). Principales rasgos de la evolución de la cadena Ibérica centro-oriental.