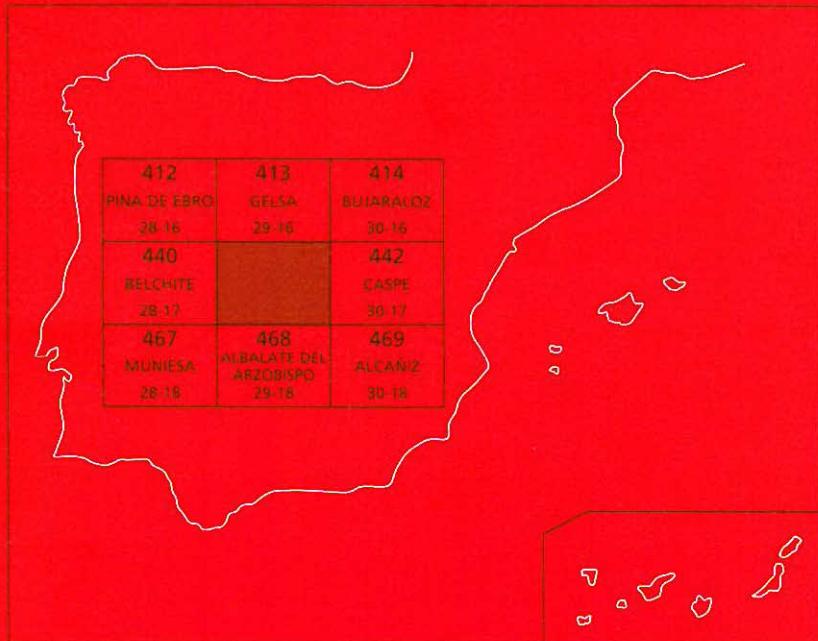




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



HÍJAR

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

MEMORIA EXPLICATIVA DE LA HOJA N.^o 441

HÍJAR

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

Depósito legal: M. 45.780-2004
ISBN: 84-7840-559-3
NIPO: 405-04-013-03

Fotocomposición: Cartografía Madrid, S. A.
Impresión: Gráficas Muriel, S. A.

El Mapa Geológico y Memoria explicativa de Híjar (441) han sido realizados, durante 1993 por la Compañía General de Sondeos, S. A., habiendo intervenido los siguientes autores:

Antonio Hernández Samaniego (CGS): Coordinación y dirección. Cartografía geológica del Terciario. Secciones estratigráficas. Sedimentología. Tectónica. Geotecnia. Memoria.

José Ignacio Ramírez Merino (CGS): Cartografía geológica del Cuaternario. Geomorfología. Memoria.

David Gómez Gras (Univ. A. Barcelona): Sedimentología de laboratorio.

José Ramírez del Pozo: Micropaleontología.

Gloria Cuenca Bescos (Univ. Zaragoza): Micromamíferos.

Informes complementarios

Segismundo Niñerola Pla (CGS): Hidrogeología. Memoria.

Francisco Babiano González (CGS): Recursos minerales. Memoria.

José Javier Navarro Juli (CGS): Neotectónica. Memoria.

Coordinación

Alejandro Robador Moreno (IGME): Coordinación y dirección por parte del IGME.

Se pone es conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Fichas bibliográficas, álbum de fotografías y demás información.

1.1.3.6.	Alternancia de calizas y/o yesos, margas y arcillas (17). Ageniense	35
1.1.4.	Unidad de Bujaraloz-Sariñena	36
1.1.4.1.	Conglomerados y areniscas (18). Ageniense-Aragoniente ..	37
1.1.4.2.	Areniscas y arcillas (19). Ageniense-Aragoniente	39
1.1.4.3.	Arcillas rojas y areniscas yesíferas (20). Ageniense-Aragoniente	39
1.1.4.4.	Yesos alabastrinos blanquecinos y margas yesíferas (21). Ageniense-aragoniente	39
1.2.	CUATERNARIO	40
1.2.1.	Cantos y gravas redondeadas, polimíticas (22, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 35 y 36). Terrazas. Pleistoceno-Holoceno	40
1.2.2.	Cantos y gravas angulosas en matriz arcillo-arenosa (25-28 y 30). Glacis. Pleistoceno	40
1.2.3.	Cantos y gravas redondeadas en matriz limoarcillosa (33). Coluviones de terraza. Pleistoceno superior-Holoceno	41
1.2.4.	Gravas y cantos en matriz arcillosa (32) Depósitos aluvial-coluvial. Gravas, arenas y arcillas (34). Conos de deyección. Cantos angulosos en matriz arcillosa (38) Coluviones. Holoceno	41
1.2.5.	Gravas, arenas y arcillas (37). Aluvial y fondos de vale. Holoceno	41
1.2.6.	Arcillas y limos con sales (39). Fondos endorreicos. Holoceno	42
2.	TECTÓNICA	42
2.1.	MARCO TECTÓNICO REGIONAL	42
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	44
2.3.	EVOLUCIÓN TECTÓNICA	44
3.	GEOMORFOLOGÍA	46
3.1.	DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA	46
3.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	47
3.2.1.	Estudio morfoestructural	47
3.2.2.	Estudio del modelado	47
3.2.2.1.	Laderas	47
3.2.2.2.	Formas fluviales	48
3.2.2.3.	Formas poligénicas	49
3.2.2.4.	Formas kársticas	50
3.2.2.5.	Formas eólicas	50
3.2.2.6.	Formas lacustres	50
3.3.	FORMACIONES SUPERFICIALES	50
3.4.	EVOLUCIÓN DINÁMICA	51
3.5.	MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	51
4.	HISTORIA GEOLÓGICA	52
5.	GEOLOGÍA ECONÓMICA	54
5.1.	RECURSOS MINERALES	54
5.1.1.	Minerales metálicos y no metálicos	54
5.1.1.1.	Aspectos generales e historia minera	54

5.1.2.	Minerales energéticos	55
5.1.3.	Rocas industriales	55
5.1.3.1.	Aspectos generales e historia minera	55
5.1.3.2.	Descripción de los materiales	62
5.2.	HIDROGEOLOGÍA	63
5.2.1.	Climatología-Hidrología	63
5.2.2.	Inventario y usos del agua	65
5.2.3.	Caracterización hidrogeológica	66
5.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES	67
6.	PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	70
7.	BIBLIOGRAFÍA	71

0. INTRODUCCIÓN

La hoja topográfica a escala 1:50.000, de Hijar (29-17) se halla comprendida entre los meridianos $0^{\circ}31'10'',5$ y $0^{\circ}11'10'',6$ y los paralelos $41^{\circ}20'04'',4$ y $41^{\circ}10'04'',4$. Esta hoja se encuentra situada en el sector central de la Depresión del Ebro y, administrativamente, su superficie se reparte entre las provincias de Zaragoza y de Teruel.

La mayor parte del territorio, presenta un relieve irregular. Los puntos más altos topográficamente, son el Cerro de Muelas (398 m) y Puntales (358 m). Por el contrario, los puntos más deprimidos topográficamente, se localizan en las inmediaciones del cauce del Río Ebro, (130 m). Estos relieves, sólo se hallan interrumpidos por los escarpes que se localizan en el margen N de la hoja y que se prolongan hacia las vecinas hojas de Gelsa (29-16) y de Caspe (30-17).

El territorio está drenado por importantes cursos de agua tales como: el del Río Ebro, que atraviesa la zona por su la mitad septentrional, en un sentido O-E; el del Río Martín, que drena la parte centro-meridional del territorio, hasta que une sus aguas, a las del Río Ebro, en la localidad de Escatrón, y, finalmente, el del Río Aguasvivas, que únicamente discurre por el extremo nor-occidental de la zona.

En la parte meridional de la región, el drenaje se realiza a través de una red de vales (nombre local que reciben los valles o barrancos), o cursos de agua esporádicos y estacionales. Estos cursos desaguan hacia el Río Martín, o directamente hacia el Río Ebro. Por el contrario, en la mitad N de la zona, las vales desaguan fundamentalmente hacia el Río Ebro.

En el sector centro-meridional está situado el embalse de Val Imaña situado a 160 m. de cota máxima.

El clima de la región es de tipo continental árido, o sea con escasas lluvias estacionales de carácter torrencial, con temperaturas de invierno y de verano extremas y, además, con un elevado contraste térmico entre las medias anuales más frías y las más calurosas. La pluviosidad es muy baja, registrándose unos valores cercanos a los 350 mm anuales. Por otro lado la inversión térmica es importante durante el período invernal y, por lo tanto, las nieblas son frecuentes y persistentes. La cobertura vegetal es poco abundante en la región y se reduce a pequeñas zonas, donde se ha realizado una reforestación de pinos.

Las características climáticas y el roquedo de la zona, son los dos principales condicionantes del uso que se ha hecho del suelo y, por lo tanto, de la economía de la región. Debido a la escasez de vegetación, gran parte de las zonas donde afloran los materiales terciarios, han sido usadas únicamente como tierras de pasto para el ganado ovino, muy abundante en la zona. El resto del territorio se ha aprovechado para el cultivo de cereales, de la vid y del olivo, así como hortalizas en las vegas de los cursos fluviales principales.

La densidad de población es de media a baja, existiendo diez núcleos habitados en el territorio. Estas localidades son: Híjar con 2.473 hab. Escatrón con 2.314 hab., La Puebla de Híjar con 2.105 hab., Sástago con 1950 hab., Samper de Calanda con 1.589 hab., La Zaida con 655 hab., Azaila con 363 hab., Castelnou con 216 hab., Alforque con 149 hab., Jatiel con 104 hab.

Dentro de la hoja de Híjar hay dos centrales eléctricas, Escatrón y Menuza.

La mayor parte de los materiales que configuran el territorio que comprende la hoja, poseen una edad terciaria (Oligoceno superior-Mioceno inferior) y, en menor proporción, existen materiales de edad cuaternaria, que recubren a los anteriormente citados.

Dentro del área estudiada, los materiales de edad oligocena y miocena, consisten principalmente en sedimentos de origen fluvio-aluvial, procedentes del desmantelamiento de la Cordillera Ibérica, situada hacia el S de la zona cartografiada. En la sucesión estratigráfica, entre los sedimentos aluviales, se intercalan depósitos carbonáticos, margas y calizas de origen lacustre-palustre, que son de poca importancia, por lo que se refiere a su potencia, y evaporíticos, yesos y margas yesíferas.

Los sedimentos de edad cuaternaria, consisten principalmente en varios niveles de terrazas, correspondientes a los ríos Ebro, Martín y Aguasvivas. También consisten en depósitos aluviales, que recubren los fondos de las vales, en depósitos coluviales, de poca extensión y también, en depósitos de zonas endorreicas.

La actividad tectónica ha afectado de forma tenue a los materiales terciarios. En la zona meridional existe un ligero buzamiento generalizado hacia el N, que se corresponde con la dirección general hacia el centro de la Cuenca del Ebro. Además, en el sector septentrional de la zona existe un suave buzamiento hacia el sur, formando entre ambos sectores una estructura muy amplia de tipo sinclinal y cuya dirección general es ONO-ESE.

El área cartografiada, se halla en la parte central de la Cuenca del Ebro, concretamente en el sector aragonés. Esta cuenca, se configura como una cuenca de antepaís, relacionada con la evolución de los orógenos que la circundan: el Pirineo por el N, los Catalánides, por el SE y la Cordillera Ibérica por el SO. De esta forma, desde el Oligoceno, hasta la actualidad, ha actuado como centro de deposición de materiales continentales procedentes del desmantelamiento de las cordilleras citadas. Dentro de la zona estudiada, existe una única área fuente para los materiales aluviales terciarios, la Cordillera Ibérica.

El modelado de la región presenta un marcado control estructural, con desarrollo de extensas superficies soportadas por niveles calizos y yesíferos. En las zonas con predominio de materiales detríticos existen relieves alomados disectados por las vales de fondo plano.

Los primeros trabajos realizados en la Cuenca del Ebro, consisten en mapas geológicos muy esquemáticos. Fueron realizados por geólogos franceses y españoles, a mediados y finales del siglo pasado. En el presente siglo, el estudio cartográfico y estratigráfico de la misma, recibe un fuerte impulso con los trabajos de LARRAGÁN *et al.* (1952), ALASTRUE *et al.* (1957), QUIRANTES (1965, 1969), QUIRANTES (1966), RIBA (1967) RIBA *et al.* (1967), RIBA (1973), de RIBA *et al.* (1975), COLOMBO (1980), CABRERA (1983), RIBA *et al.* (1983), SAEZ (1987), PÉREZ *et al.* (1988), SALVANY (1989), ARENAS *et al.* (1989) y ARENAS Y PARDO (1991).

Desde el punto de vista micropaleontológico, cabe citar los trabajos de AZANZA *et al.* (1988), AGUSTI *et al.* (1988), CUENCA *et al.* (1989) y CUENCA *et al.* (1991).

Para el estudio geológico de la hoja de Híjar, se han levantado un total de 5 columnas estratigráficas, que han respaldado el estudio cartográfico. Se han realizado además los habituales estudios de sedimentología, tectónica y geomorfología.

Se ha procedido, también, a un extenso muestreo de las facies más favorables para localizar micromamíferos que permitiera datar las unidades cartografiadas, aunque no se ha podido localizar ningún yacimiento nuevo.

1. ESTRATIGRAFÍA

Como se ha señalado en el capítulo anterior, en la hoja de Híjar se encuentran representados materiales pertenecientes a los Sistemas Terciario y Cuaternario. El Terciario abarca el intervalo de tiempo comprendido entre el Oligoceno superior (Chattiene) y el Mioceno medio (Aragoniense).

Litológicamente, la hoja puede dividirse en dos dominios distintos. La mitad oriental está constituida por alternancias de tramos detriticos, areniscas en paleocanales, dominantes en el sector suroriental, arcillas y limos con delgados niveles calcáreos y localmente conglomerados. La mitad occidental está formada por una alternancia de yesos nodulares y tabulares, margas yesíferas y arcillas, y tablas de calizas y areniscas.

De esta forma, en los términos más inferiores de la serie existe una evolución gradual de facies que se realiza desde el cuadrante suroriental donde se localizan las facies detriticas más proximales hasta la zona occidental y noroccidental, donde se desarrollan los materiales margo-calcáreos y evaporíticos correspondientes a las facies distales de ambientes lacustre y lacustre-palustre. El sistema deposicional aluvial que ha proporcionado los aportes sedimentarios tiene, pues procedencia Ibérica, localizándose el área preferente de entrada entre los actuales río Martín y Arroyo del Regallo, formando parte del «Sistema de Guadlope-Matarraña» (CABRERA, *et al.*, 1985).

Composicionalmente, las areniscas del Oligoceno de la hoja de Híjar son litoarenitas constituidas fundamentalmente por cuarzo mono y policristalino (20-30%), fragmentos de rocas sedimentarias, generalmente calizas esparcidas, biomicríticas y dolomías (20-30%) y feldespatos potásicos (10-20%). Otros integrantes de estas areniscas, aunque no siempre están presentes en el esqueleto de las mismas, son los fragmentos de limolitas y rocas metamórficas de bajo

a medio grado con porcentajes que no exceden el 4% del total de la roca. Como accesorios son frecuentes los clastos de óxidos de hierro, turmalina, plagioclasa, moscovita y glauconita.

Entre la mineralogía diagenética hay que destacar la presencia constante de cementos carbonáticos (calcita y dolomita) con porcentajes que oscilan entre el 12% y el 32% del total de la muestra. Otros cementos de aparición más esporádica y en general con porcentajes muy bajos son los de sílice, yeso y el cemento ferruginoso.

En vertical, la serie detrítica oligocena de la hoja de Híjar presenta dos tendencias evolutivas claras. La primera consiste en un aumento de la madurez textural, con índices de redondeamiento muy angulosos en la base y subredondeados en el techo. La segunda es la pérdida paulatina de feldespatos potásicos hacia el techo pasando de un 21 %, en la base a un 9% en el techo.

Las calizas, en general, son calizas muy recristalizadas (microesparitas) en las que es difícil reconocer la textura primaria de la roca. Originariamente, fueron micritas con porcentajes variables de bioclastos, fundamentalmente ostrácodos, gasterópodos, bivalvos y algas, a veces estas últimas formando tapices con laminaciones estromatolíticas. La mineralogía autigénica más frecuente es la de sulfato cálcico (yeso), que generalmente se encuentra en forma de porosidad, puesto que se ha disuelto al hacer la lámina, hecho que ni ha permitido observar su textura ni ha dejado evaluar su porcentaje.

En la ejecución de la cartografía geológica de esta hoja, que se realiza conjuntamente con otras 4 hojas próximas al borde ibérico de la Cuenca del Ebro (Epila, Longares, Pina de Ebro y Alcañiz), se ha continuado con la misma metodología de estudio que la adoptada para la realización de la cartografía geológica de otras 28 hojas a escala 1:50.000 dentro de la Cuenca del Ebro, estudiadas entre 1989 y 1992. Esta metodología se basa en el estudio de la ciclicidad con que se ordenan los materiales sedimentarios de la hoja en la vertical. Se ha observado que los sedimentos que afloran en el área cartografiada se ordenan en secuencias positivas, que se suceden en el tiempo de manera que la base de cada una viene determinada por una reactivación de la energía del medio, lo que se manifiesta por un cambio brusco en la granulometría de los depósitos, o por una repentina instalación de unas facies más proximales sobre otras de mayor distalidad.

Se han reconocido en la hoja 4 unidades cíclicas, según estos criterios. Cada una de ellas está constituida, en general, por facies relativamente más energéticas en su parte inferior que en su parte superior, y más energéticas también que las que constituyen la parte superior de la unidad infrayacente. El paso de una unidad a la suprayacente es, pues por lo general, neto y brusco, mientras que dentro de cada unidad los cambios laterales y verticales de facies se realizan de forma gradual.

Estas unidades definidas corresponden a secuencias deposicionales (MITCHUM, 1977), es decir, «unidades estratigráficas, relativamente concordantes, compuestas por una sucesión de estratos genéticamente relacionados y cuyos límites, a techo y muro, son discordancias o sus conformidades relativas». Debido a la ausencia de un modelo bien definido en cuencas continentales (VAN WAGONER *et al.*, 1990), se ha preferido usar para estas unidades el término de «unidad genético-sedimentaria».

En trabajos previos, realizados entre 1989 y 1992 los equipos de CGS y ADARO, han dividido el relleno sedimentario de la Cuenca del Ebro en 20 unidades genético-sedimentarias que abarcan una edad comprendida entre el Priaboniense y el Aragoniense-Vallesiense. En la presente hoja sólo se han distinguido cuatro de ellas (fig. 1), que tienen una edad comprendida entre el Oligoceno superior (Chattiense) y el Mioceno inferior (Aragoniente). Estas unidades reciben, de base a techo, los nombres de: Unidad Mequinenza-Ballobar, Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca, Unidad Galocha-Ontiñena y Unidad Bujaraloz-Sariñena (véase figuras 1, 2 y 3).

1.1. TERCIARIO

1.1.1. Unidad de Mequinenza-Ballobar

Ocupa gran parte de la mitad nororiental de la hoja de Hijar. Está representada por facies proximales, de carácter detrítico, en la esquina SE de la hoja, en el barranco del Regallo, donde afloran conglomerados y areniscas alternando. Hacia el norte (zona de Escatrón), evolucionan a condiciones lacustres-palustres, representadas por capas de caliza, alternando con lutitas y ocasionalmente capas de yeso y areniscas.

Esta unidad que regionalmente presenta una potencia entre 120 y 150 m., ha sido reconocida, parcialmente, en las secciones 01-Cruz de Escatrón y 05-Ctra. de Alpeñés. En esta última, la potencia completa de la unidad es inferior a 50 m. lo que se interpreta como un acuñamiento de la unidad hacia el sur, en las proximidades del alto formado por el Puig Moreno, constituido por materiales paleozoicos.

En la Depresión del Ebro ha sido reconocida en las hojas de Fraga (31-15), Lérida (32-15), Gelsa (29-16), Bujaraloz (30-16), Mequinenza (31-16), Mayals (32-16), Caspe (30-17), Fabara (31-17), Alcañiz (30-18), y Gandesa (31-18).

Regionalmente (fig. 4), se trata de una unidad constituida por una orla detrítica en torno a un núcleo lacustre situado en el sector de Mequinenza-Bujaraloz-Gelsa. Las facies detríticas situadas al Norte (sector de Fraga y Lérida) tienen procedencia pirenaica, mientras que las de la zona oriental (sector de Mayals y Gandesa) tienen procedencia catalánide y las del área occidental-meridional (donde se incluye la presente hoja) muestra una clara procedencia ibérica.

La evolución vertical de la unidad es de sedimentos detríticos de abanico aluvial a sedimentos de origen lacustre-palustre, constituyendo estos últimos la casi totalidad de la unidad en el sector de Mequinenza y Gelsa, y siendo muy minoritarios en el resto. En parte de las hojas de Caspe (30-17), Bujaraloz (30-16), Gelsa (29-16), Hijar (29-17) y Alcañiz (30-18) la unidad está representada por sedimentos detríticos aluviales en los que se intercalan materiales carbonáticos de origen lacustre-palustre, siendo más abundantes estas intercalaciones hacia el techo de la unidad. Las facies evaporíticas se desarrollan hacia el sector occidental (Hijar y Gelsa).

El contacto con la unidad inferior en la hoja de Hijar no es observable, pero en la de Alcañiz, situada al SE de ésta, viene marcado por una entrada importante de areniscas, en canales de

EDAD			UNIDADES GENETICO - SEDIMENTARIAS	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS Quirantes, 1969	DESCRIPCION DE LAS FACIES DE LA HOJA DE HIJAR	YACIMIENTOS PALEONTOLOGICOS		
SERIE	PISO	U. REIN						
MIOCENO	AQUITANIENSE	MM-3b	UNIDAD BUJARALOZ-SARIÑENA	Nb. Y. DE RETIERT (Fa. ZARAGOZA)	21.- Yesos alabastrinos blanquecinos y margas yesferas 20.- Arcillas rojas y areniscas yesferas 19.- Areniscas y arcillas 18.- Conglomerados y areniscas	- PEÑALBA Rittereria sanca		
		MM-3a						
		UNIDAD GALOCHA-ONTIÑENA	Nb. Bujaraloz (Fa. ALCUBIERRE)					
			MM-2b			17.- Alternancia de calizas y/o yesos, margas y arcillas 16.- Alternancia de bancos de yesos y arcillas rojas 15.- Arcillas rojas con yeso en nódulos y capas 14.- Lutitas rojas con capas de areniscas yesferas, calizas y yesos	- CAMPOS DEL ABUELO	
						13.- Paleocanales llenos de areniscas 12.- Areniscas ocreas y amarillentas y arcillas 11.- Alternancia de conglomerados, areniscas y arcillas		
	AGETIENSE		MM-2a		Nb. CALIZAS DE SASTAGO (Fa. ALCUBIERRE)	10.- Arcillas y margas yesferas con niveles de yeso 9.- Arcillas marrón rojizas, con capas finas de calizas. Yesos y areniscas. 8.- Calizas, calizas aargosas y margas, con niveles de arenisca 7.- Paleocanales llenos de areniscas 6.- Areniscas y lutitas rojas y amarillentas, localmente yesferas 5.- Areniscas y conglomerados con lutitas rojas	- CHAMALERA (2) - ONTIÑENA (2) - BALLOBAR-12 (1) - FRAGA-11 (1)	
		UNIDAD DE TORRENTE DE CINCA ALCOLEA DE CINCA						
		MM-1		Nb. ARENISCAS DE ESCATRON (Fa. CASPE)				
				4.- Calizas, arcillas y yesos con niveles de areniscas 3.- Paleocanales llenos de areniscas 2.- Areniscas y arcillas rojas 1.- Conglomerados, areniscas y arcillas rojas				
		UNJOAO NEQUINENZA-BALLOBAR	- FRAGA 6-7 (1)					
OLIGOCENO	CHATTIENSE							

Figura 1. Cuadro sintético de los materiales oligocenos y miocenos de la hoja de Hijar. (1) Agustí et al. (1988); (2) Cuenca et al. (1991)

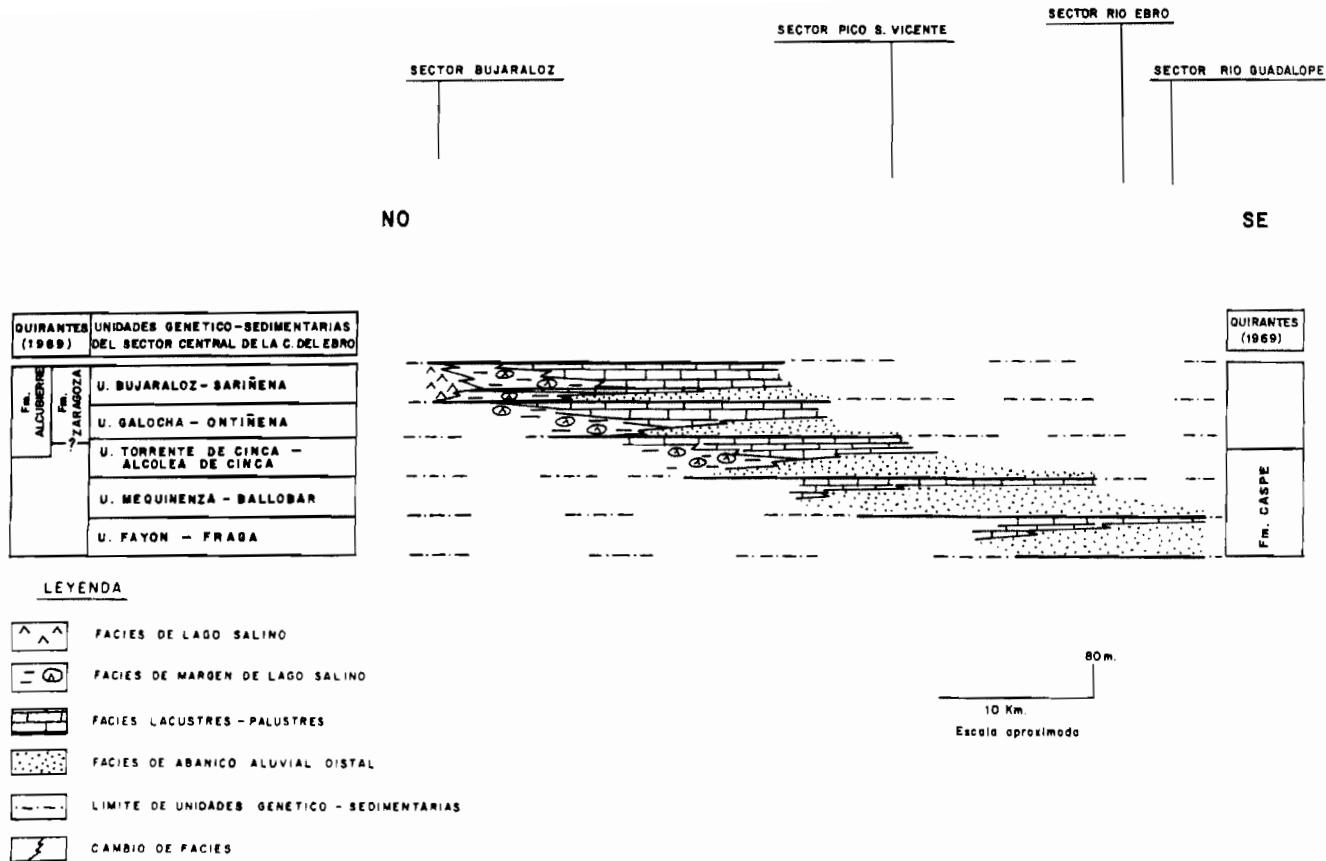


Figura 2. Modelo secuencial de las unidades genético-sedimentarias del sector sur de Los Monegros.

EDAD			BIOZONAS MEIN	UTS.PEREZ et al (1988)	UNIDADES MAGNA Ebro	YACIMIENTOS MICROMAMIFEROS ESTUDIADOS EN EL MAGNA Ebro	OTROS YACIMIENTOS DE MAMIFEROS CUENCA DEL Ebro
MIOCENO	ARAGONESE	INF.	MN-3b	MN-3a	N1	UNIDAD BUJARALOZ-SARIÑENA	- PEÑALBA
	AGENIENSE		MN-2b		T4	UNIDAD GALOCHA - ONTIÑENA	- TUDELA 1, 2 (4) - PARIDERAS DEL CURA (2) MAS DE SANTIAGUET (2)
			MN-2a			- CAMPOS DEL ABUELO	
			MN-1			- CHALAMERA 1 - ONTIÑENA 1 - CLARA 1	- GALOCHA 1,3 SAN JUAN - AUTOL, SANTA CILIA (3)

Figura 3. Ensayo de correlación de las unidades genético-sedimentarias diferenciadas en la hoja y las unidades tectosedimentarias de Pérez et al. (1988).
 (1) Azanza, com. pers.; (2) Cuenca et al. (1989); (3) Álvarez Sierra et al. (1990); (4) Pérez et al. (1989).

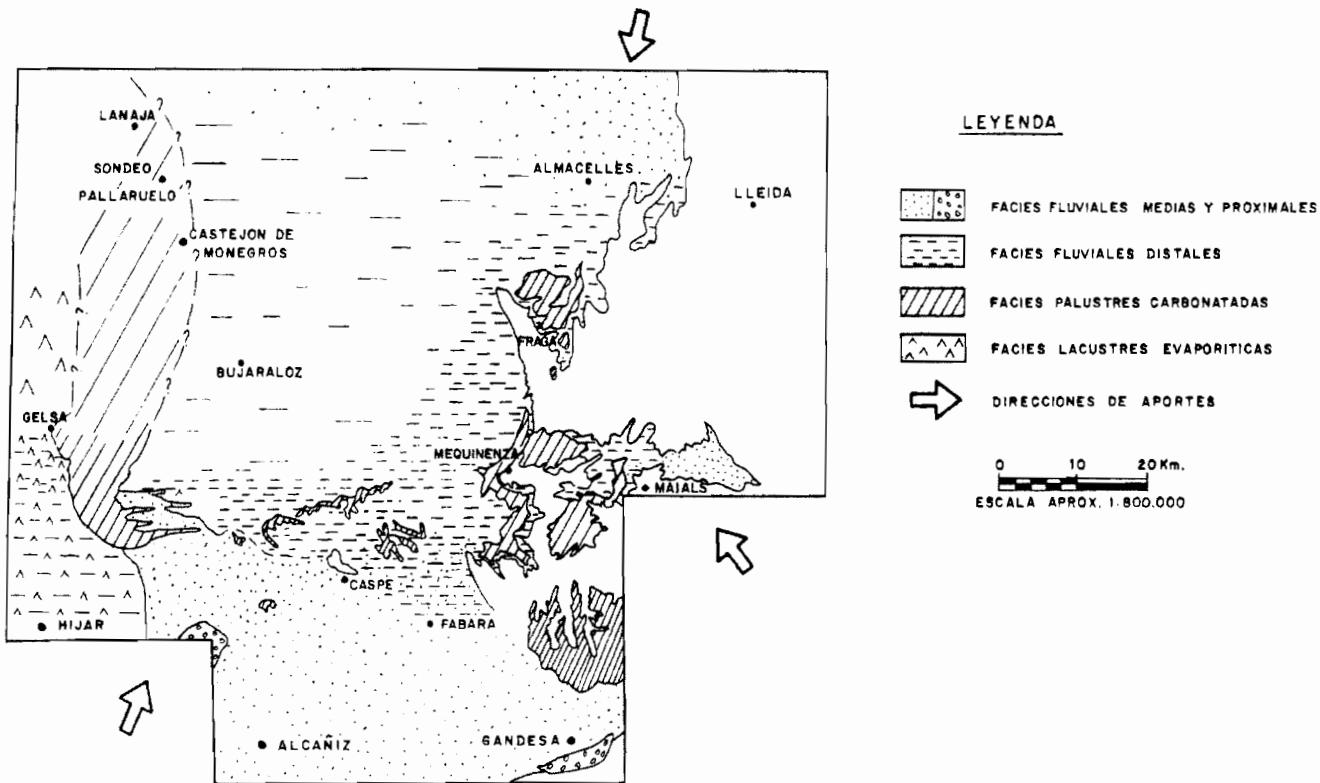


Figura 4. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Mequinenza-Ballobar.

4-5 m de espesor, sobre las facies arcillosas con tablas carbonáticas del techo de la Unidad de Fayón-Fraga, excepto en la esquina NO, donde la unidad inferior es más arenosa, y el límite es, por tanto, menos brusco. En este sector NO de la hoja de Alcañiz, la base de la unidad llega a ser conglomerática y discordante, y se prolonga con este carácter, fuera de la hoja, hasta la zona del afloramiento paleozoico de Puigmoreno. El contacto superior supone una nueva reactivación de los sistemas aluviales de la unidad suprayacente, marcada por una entrada conglomerática o arenosa importante.

Los materiales terrígenos que forman la unidad en la presente hoja forman parte de la Formación Caspe (QUIRANTES, 1969), son desde un punto de vista composicional, litoarenitas caracterizadas por presentar un alto contenido en fragmentos de dolomías y de calizas, tanto de tipo microesparítico como biomicrítico. En los niveles basales de la unidad hay fragmentos pedogenéticos, que se interpretan como ligados al retrabajamiento de los paleosuelos de la unidad infrayacente.

Esta unidad se encuentra datada con precisión en el área de Fraga gracias al estudio de microvertebrados realizado por AGUSTI *et al.* (1988) en los yacimientos de Fraga-6 y Fraga-7. Los datos de estos autores permiten incluir esta unidad en el Oligoceno superior (Chattiene), abarcando la biozona *Rhodanomys transiens* y probablemente parte de la biozona de *Eomys aff major*.

Se han distinguido 4 unidades cartográficas en la Unidad de Mequinenza-Ballobar.

1.1.1.1. Conglomerados, areniscas y arcillas rojas (1). Chattiene

Estos materiales afloran en la hoja de Híjar únicamente en la esquina Suroeste, en las laderas del barranco del Regallo. Más al sur continúan por la hoja de Albalate del Arzobispo (29-18), discordantes sobre materiales terciarios, más antiguos, que bordean el Paleozoico de Puigmoreno.

En la columna 05-Carretera de Alpeñés, donde ha sido reconocida detalladamente, está constituida por unos 20 m. de una alternancia de cuerpos arenosos y conglomeráticos, con lutitas rojas, con predominio de los segundos hacia la base del tramo. La potencia de los cuerpos oscila entre 3 y 8 m. y corresponden a rellenos de paleocanales, con estratificaciones cruzadas de surco y planar, y frecuentes superficies de reactivación, con abundantes elementos detriticos de tamaño comprendido entre 0,5 y 5 cm; siendo frecuentes los cantos blandos. Las areniscas son de grano medio a grueso, y de tonos pardo amarillentos.

Lateralmente y hacia el techo la unidad evoluciona, por cambio lateral de facies, a la unidad (2), por pérdida progresiva de la fracción conglomerática (fig. 5).

Se interpreta como sedimentos correspondientes a facies medias proximales de abanicos aluviales.

Por su posición estratigráfica se le atribuye una edad Chattiene.

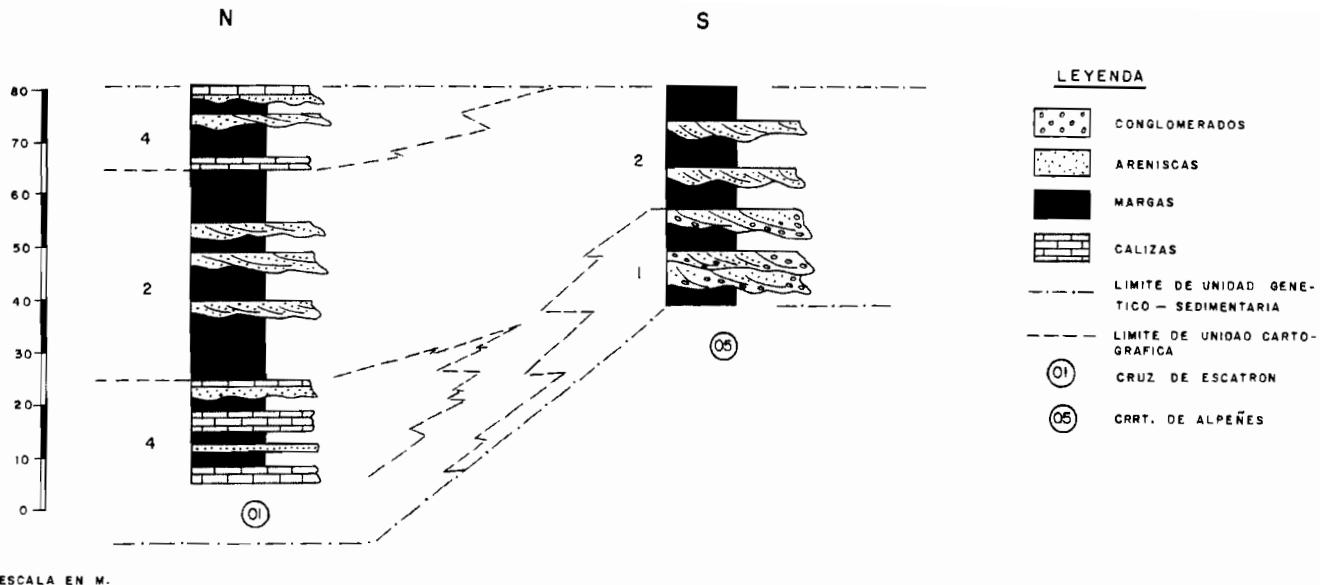


Figura 5. Evolución vertical y lateral de la unidad genético-sedimentaria de Mequinez-Ballo-Baar en la Hoja de Jíjar.

1.1.1.2. Areniscas y arcillas rojizas (2). Paleocanales llenos de areniscas (3). Chattiense

Los materiales pertenecientes a estas unidades cartográficas, afloran en el borde oriental de la hoja de Híjar.

Sus características sedimentológicas y su potencia parcial se han representado en las columnas estratigráficas 01-Cruz de Escatrón y 05-Carretera de Alpeñés.

Está formada por una alternancia de lutitas y areniscas, de tonos amarillentos, ocres, y rojizos. Las lutitas, hacia la parte superior de la serie y en las proximidades de la unidad (4), suelen presentar niveles edafizados, enrojecidos o bioturbados por raíces. Asimismo, pueden contener pequeños nódulos de yeso y niveles centimétricos de yeso y/o caliza (véase fig. 5).

Las areniscas, por lo general de grano medio, se disponen en cuerpos canaliformes, a veces subtabulares, de hasta 3 m de potencia. Presentan **sets** de laminación cruzada planar y en surco, localmente con un **lag** conglomerático. Algunos cuerpos contienen superficies de acreción lateral que delimitan barras sigmoidales con laminación cruzada planar y **ripples** (algunos de tipo **climbing**).

Las medidas de paleocorrientes tomadas indican direcciones de aporte hacia el NO.

Al microscopio son litoarenitas caracterizadas por presentar un alto contenido en fragmentos de dolomías y calizas, tanto de tipo microesparítico como biomicrítico, con fragmentos de rocas metamórficas y de areniscas de grano fino, en porcentajes inferiores al 2% del total de la muestra.

En la cartografía se han diferenciado algunos cuerpos canaliformes de areniscas exhumados (3), fácilmente distinguibles en foto aérea, cuya composición litológica y textural es equivalente a la descrita en los párrafos anteriores.

El contenido paleontológico de las muestras levigadas es: *Chara notata* GRAMB y PAUL, *Stephanochara ungeri* FEIST-CASTEL, *Rhabdochara sp.* y *Candonia sp.*, así como fragmentos de gasterópodos (*Succinea* y *Valvata*).

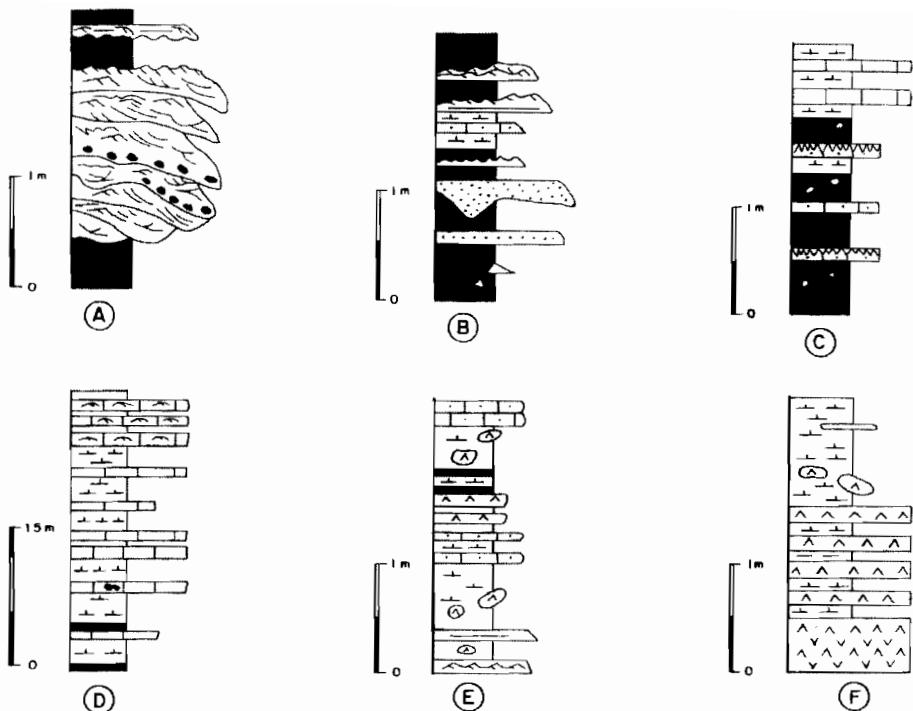
Esta unidad presenta una asociación de facies de abanico aluvial medio a distal con barras de meandro (ver fig. 6 A y B).

Por su posición estratigráfica se le atribuye una edad Chattiense.

1.1.1.3. Calizas, arcillas y yesos con niveles de areniscas (4). Chattiense

Esta unidad heterolítica aflora en el sector septentrional de la hoja de Híjar, en los escarpes de los ríos Ebro y Martín.

En esta hoja y en zonas próximas, estos materiales se distribuyen en dos tramos, de forma tabular y extensión kilométrica, a techo de los dos subciclos que conforman la Unidad Ballobar. Hacia el este se acuñan, no llegando a aflorar en el borde de esta hoja con la de Caspe. Se ha reconocido en la columna estratigráfica 01-Cruz de Escatrón, donde afloran los dos tra-



A - FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES DE RIOS MEANDRIFORMES. BARRAS DE MEANDRO

B - FACIES DE LLANURA DE INUNDACION

C - SECUENCIAS DE FACIES PALUSTRES

D - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES

E - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO

F - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

	ARENASCAS		YESOS		RIPPLES DE OSCILACION
	CALIZAS		YESOS MODULARES		LAMINACION PARALELA
	CALCISILTITAS		ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO		ESTRATIFICACION WAVY
	LUTITAS		ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR		ESTRATIFICACION LINSEN
	MARGAS		RIPPLES DE CORRIENTE		MARCAS DE RAICES
			RIPPLES ASCENDENTES		CANTOS BLANDOS

Figura 6. Secuencias de facies representativas de los ambientes deposicionales que se desarrollan en la hoja de Hijar.

mos citados. El inferior, de unos 20 m de potencia, está constituido por una alternancia de tablas de caliza, lutitas, yesos alabastrinos y areniscas yesíferas. Las calizas son de aspecto noduloso y de tonos grises a negruzcos; las lutitas son arcillas amarillentas y rojizas con niveles de margas grises; las areniscas, de tonos grises y amarillentos, son de grano fino a muy fino, con micas dispersas y poco cementadas.

El tramo superior carbonatado, de unos 13 m de potencia, que forma la plana de la Cruz de Escatrón, está constituida en la base por lutitas rojas y areniscas blanco-amarillentas, de grano medio a fino, y a techo por calizas y margocalizas nodulosas (véase fig. 5).

En las calizas, que contienen restos de characeas y gasterópodos, se distinguen laminaciones de **ripples** y bioturbación de moderada a abundante, con huellas de raíces en posición de vida, y costras ferruginosas. En las areniscas, las estructuras más frecuentes son las estratificaciones cruzadas de surco y planar, localmente laminaciones paralelas y **ripples** a techo de los bancos. Las direcciones de corriente, medidas en la base de los canales indican direcciones de aporte E-O y SE-NO. Las secuencias más representativas de esta unidad están representadas en Fig. 6 C y D.

Al microscopio, las calizas están muy recristalizadas (microesparitas), en las que es difícil reconocer la textura primaria de la roca. Originariamente fueron micritas con porcentajes variables de bioclastos, fundamentalmente ostrácodos, gasterópodos, bivalvos y algas, que a veces forman tapices con laminaciones estromatolíticas. La porosidad está generalmente rellena de yeso.

Estos materiales se depositaron en un ambiente de expansión lacustre-palustre.

El contenido paleontológico de las muestras estudiadas es *Nitellopsis (Tectochara) meriani* (L. y N. GRAMB) *Spp.* *Globula* MÄDLER, así como fragmentos de gasterópodos (*Valvata*, *Planorbis*, *Hystrobia* y *Bithynia*), braquiopodos y ostrácodos.

Esta unidad cartográfica posee una edad correspondiente al Chattiene.

1.1.2. Unidad de torrente de Cinca-Alcolea de Cinca

Esta unidad aflora ampliamente en el sector nororiental de la hoja de Híjar, con una distribución de facies que varían desde conglomeráticas en la esquina SE hasta facies yesíferas y carbonatadas, en el sector centro-occidental de la hoja.

En esta zona de la Cuenca del Ebro los aportes aluviales de esta unidad tienen una procedencia meridional, (hojas de Híjar, Caspe y Alcañiz) evolucionando hacia el O y N a sedimentos lacustres y lacustre-palustres (hojas de Gelsa, Pina de Ebro y Fuentes de Ebro), respectivamente, representados por yesos y carbonatos (véase fig. 7).

El contacto de esta unidad genético-sedimentaria con la inferior (Unidad Mequinenza-Ballobar) se realiza a través del brusco contacto existente entre las facies aluviales distales, que caracterizan la base de esta unidad, y las facies palustres, que caracterizan el techo de la unidad infrayacente en las zonas distales. Este cambio brusco de facies, el cual posee una impor-

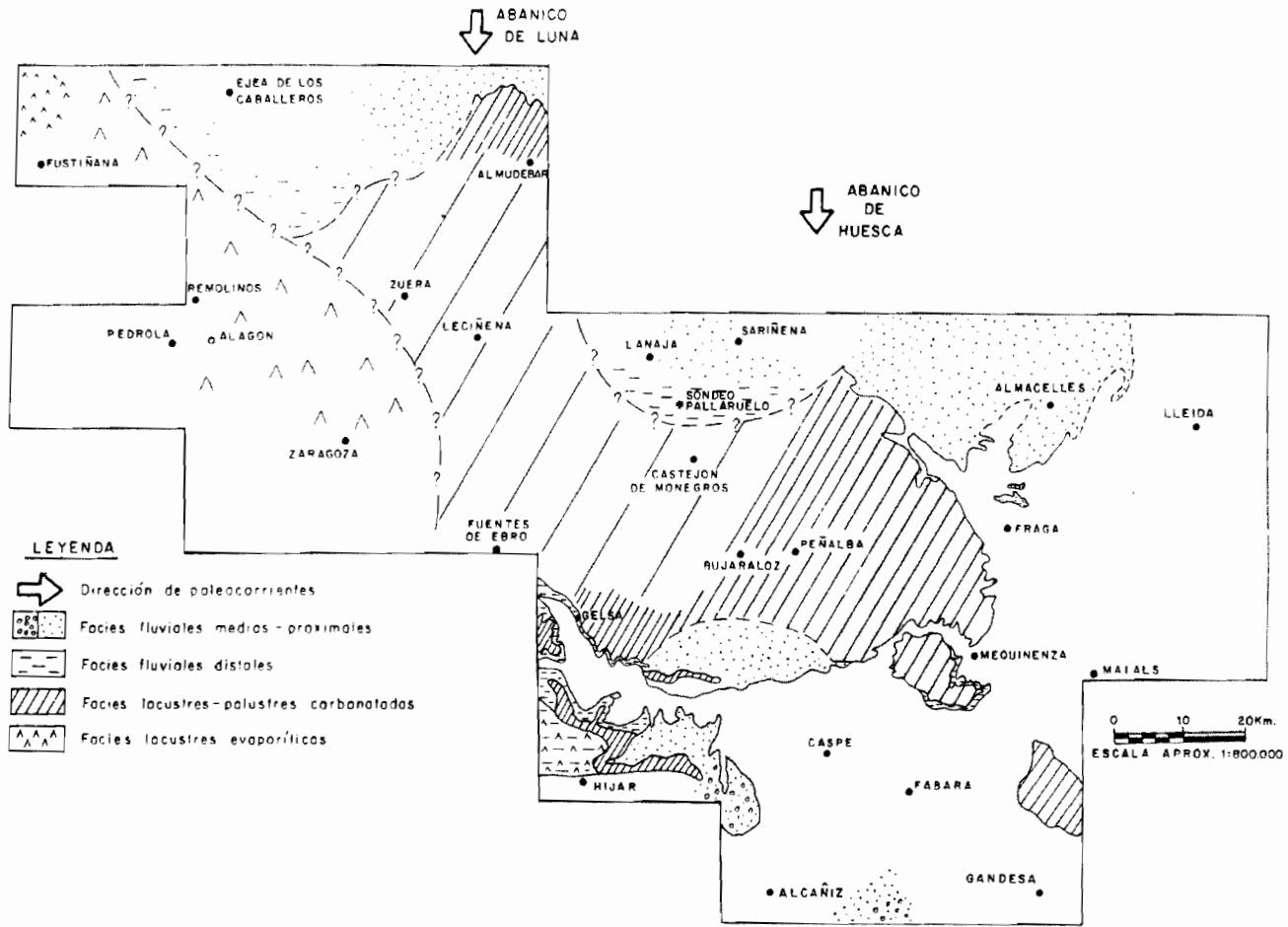


Figura 7. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de torrente de Cinca-Alcolea de Cinca.

tancia regional, indica la existencia de una reactivación de los sistemas aluviales del margen ibérico y tiene carácter de paraconformidad en la totalidad de la hoja, si bien, en el extremo SE, puede comenzar a adquirir carácter discordante, que se evidencia en la vecina hoja de Albalate del Arzobispo (29-18), al norte del cabalgamiento de Puigmoreno.

En la hoja de Hijar se han diferenciado seis tramos litológicos diferentes. Los tramos inferiores formados por sedimentos terrígenos, conglomerados y areniscas, y los tramos superiores, formados por sedimentos carbonáticos y yesíferos. Según la sucesión estratigráfica, los tramos inferiores pasan, de forma progresiva y transicional, a los superiores. La potencia de esta unidad oscila entre los 90 y los 100 metros. Ha sido estudiada con detalle en las columnas estratigráficas 02-Radihuella, 04-Carretera de Azalia a Quinto y 05-Carretera de Alpeñes (fig. 8).

1.1.2.1. *Areniscas y conglomerados con lutitas rojas* (5). *Chattiene*

Estos materiales afloran en la esquina sureste de la hoja de Hijar. En la columna estratigráfica 05-Carretera de Alpenés, se han reconocido los 12 m. aflorantes de esta unidad.

Está formada por una alternancia de areniscas y lutitas. Las primeras, de grano medio o grueso y de tonos grises a amarillentos, se disponen en cuerpos de 1 a 6 m. de potencia, con geometrías de barras y canales, bases erosivas, y con frecuentes superficies de reactivación, que individualizan cuerpos sigmoidales con geometría de barras de acreción lateral. Internamente, se reconocen **sets** de láminas con estratificación cruzada planar y en surco, con frecuentes **lags** conglomeráticos y ocasionalmente de cantos blandos. Otros cuerpos presentan laminación paralela, de alta energía, con cantos de diámetro máximo 10 cm, fundamentalmente de composición carbonatada del Mesozoico, y algunos de pizarras y cuarcitas del Paleozoico.

Las lutitas son arcillas y limos de colores rojizos y anaranjados, localmente con nódulos de yeso, y algunas capas planoparalelas de areniscas de grano medio a fino.

Lateralmente y hacia el techo de la serie pasan a los materiales de la unidad (6) (fig. 8). La composición de la fracción arena de esta unidad es semejante a las que se describen en el apartado siguiente.

El ambiente sedimentario de este grupo se interpreta como de tipo fluvial meandriforme, en partes medias-proximales de un abanico aluvial de procedencia meridional.

Por correlación con otros sectores, más orientales de la Cuenca del Ebro, le atribuimos una edad Chattiene, pudiendo llegar su techo a corresponder al Ageniense.

1.1.2.2. *Areniscas y lutitas rojas y amarillentas. localmente yesíferas.* (6). *Paleocanales llenos de areniscas.* (7). *Chattiene-ageniense*

Afloran extensamente en la mitad nororiental de la hoja de Hijar, dando lugar, por erosión diferencial, a relieves invertidos, donde los paleocanales de la unidad (diferenciados en la cartografía como unidad 7) resaltan sobre las arcillas de llanura de inundación.

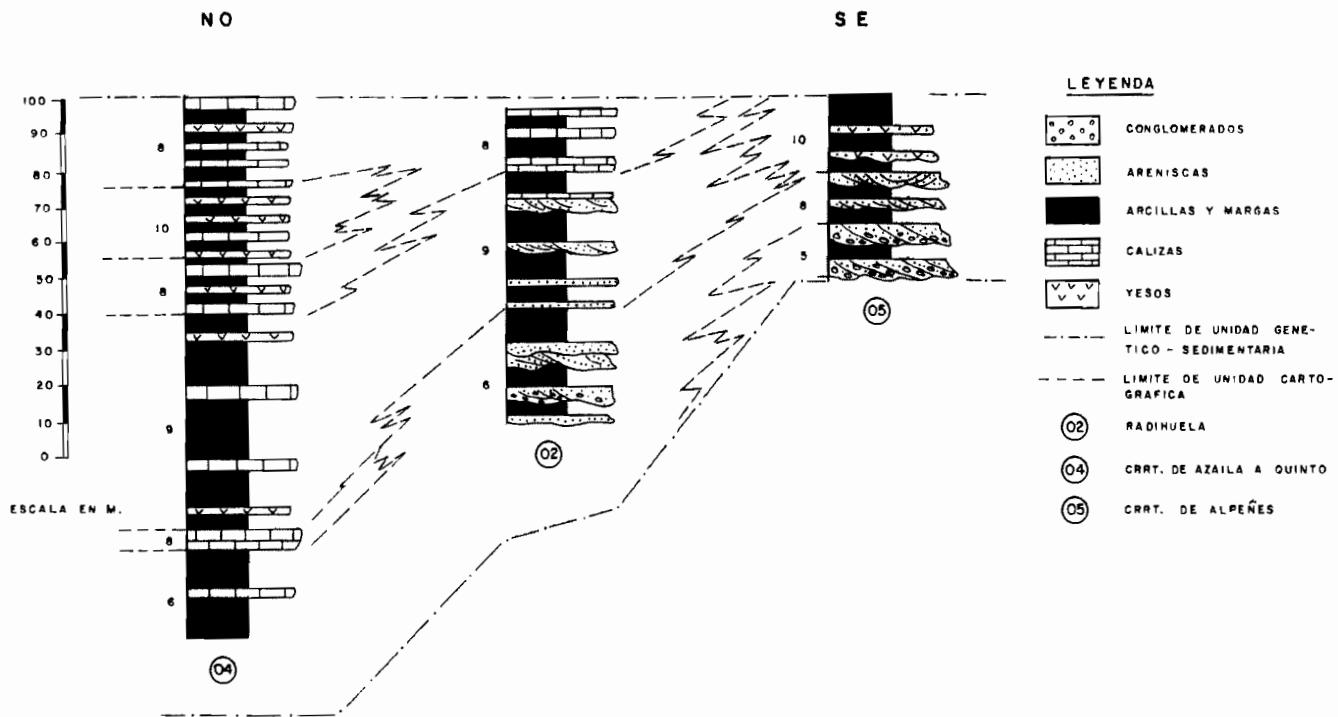


Figura 8. Evolución lateral y vertical de la unidad genético-sedimentaria de Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca en la hoja de Hijar.

Han sido reconocidos detalladamente en las columnas estratigráficas 02-Radihuella, 04-Carretera de Azalia a Quinto y 05-Carretera de Alpeñés, aunque es en la 02 donde esta mejor representada (fig. 8).

Se trata de una alternancia de areniscas dispuestas en grandes paleocanales y capas tabulares, y de lutitas rojas y amarillentas, con una potencia máxima en la región que varía entre 35 y 90 m.

Las areniscas, de tonos beige amarillentos y marrón rojizos, varían de tamaño de grano desde de grano grueso, con cantos y cantos blandos, de grano medio a fino. Se disponen en paleocanales de potencia variable de 1 m. a 88 m. (por superposición de canales), y extensión hectométrica. Las estructuras más frecuentes son bases erosivas y numerosas acreciones laterales de tipo **point-bar**, además de superficies de reactivación. El relleno de los paleocanales presenta laminación cruzada planar y en surco, así como **ripples** de corriente a techo de los bancos, que en ocasiones son de tipo **climbing-ripples** (fig. 6 A y B). Su techo puede estar bioturbado.

Localmente pueden contener niveles de gravas, como se ha observado en la pista que va de Castelnou a la Venta del Fraile por la margen derecha del río Martín (a 1 km. de la citada venta). Las direcciones de paleocorrientes medidas en este punto, indican aportes de sur a norte.

Las arcillas, de coloraciones rojizas y amarillentas, suelen presentar frecuentes venas y nódulos yesíferos de tipo sacaroideo y fibroso. Se puede reconocer localmente manchas de hidromorfismo, por los procesos edáficos sufridos. Eventualmente intercalan niveles centimétricos de calizas micríticas de origen palustre, abundantemente bioturbadas y delgados niveles de yesos nodulares secundarios de tonos blancos y texturas fibrosas y sacaroideas.

Petrológicamente las areniscas de esta unidad son litoarenitas con un contenido en feldespatos potásicos y plagioclásas que disminuye rápidamente hacia el techo de la misma, pasando de un 17% a un 7% en el porcentaje total de la muestra. Los cuerpos areniscosos canaliformes de la base de esta unidad registran un cambio cualitativo importante en su composición, al integrar en el esqueleto una pequeña proporción (2%) de fragmentos de rocas plutónicas, compuestos por el intercrecimiento cristalino de cuarzo y ortosa, fundamentalmente.

El ambiente sedimentario de esta unidad se interpreta como de tipo fluvial meandriforme, en partes medias-distales de un abanico aluvial de procedencia meridional.

En muestras estudiadas de los niveles de caliza, estas se encuentran muy recristalizadas a microesparitas, en las que solo se han observado fragmentos de ostrácodos.

Por correlación con los materiales de sectores más orientales de la Cuenca del Ebro, la atribuimos una edad Chattense-Ageniense.

1.1.2.3. *Calizas, calizas margosas y margas, con niveles de areniscas (8).* *Chattense-ageniense*

Estos materiales se disponen en tramos poco potentes intercalados en la unidad cartográfica anterior, los cuales se han cartografiado cuando la amplitud de afloramientos lo ha permitido.

Dan lugar a superficies estructurales, en ocasiones bastante extensas. Han sido reconocidos detalladamente en las columnas 02-Radihuela y 04-Carretera de Azalia a Quinto.

En Radihuela afloran 20 m. de una alternancia de lutitas marrón-rojizas y grises, con pasadas de margas grises y verdosas, y tablas de caliza a las que se asocia algún banco de yeso alabastro blanco. Hacia el noroeste (zona de Azaila), este tramo aumenta de potencia, englobando tramos lutíticos, a la vez que el contenido en bancos de yeso es mayor, siendo algunos de ellos explotados para la obtención de alabastro. (ver fig. 8).

Los niveles carbonatados consisten en calizas micríticas de tonos grises y beiges, estratificadas en bancos de 0,1-0,5 m, alternantes con niveles de margas grises, y en ocasiones con intercalaciones de niveles de arcillas rojas, con nódulos de yeso, de hasta 3,5 m de espesor, y algún nivel de paleocanales de yesiarenitas.

Al microscopio se presentan como **mudstones** micríticos con restos de ostrácodos, characeas y gasterópodos fragmentados.

Los niveles calizos de esta unidad suelen presentar bases y muros ondulados, laminación paralela y **ripples** de corriente. Los techos de las capas suelen estar bioturbados, con bioturbación de moderada a abundante. Se les atribuye un ambiente de sedimentación lacustre-palustre en condiciones de salinidad normal (fig. 6 C y D).

Al microscopio son calizas muy recristalizadas (microesparitas) en las que es difícil reconocer la textura primaria de la roca. Originariamente, fueron micritas con porcentajes variables de bioclastos, fundamentalmente ostrácodos, gasterópodos, bivalvos y algas, a veces estas últimas formando tapices con laminaciones estromatolíticas. La mineralogía autígena más frecuente es la de sulfato cálcico (yeso), que generalmente se encuentra en forma de porosidad, puesto que se ha disuelto al hacer la lámina, hecho que ni ha permitido observar su textura ni ha dejado evaluar su porcentaje.

Las muestras estudiadas contienen fragmentos de ostrácodos, gasterópos y bivalvos, por lo general muy recristalizados, así como laminaciones estromatolíticas.

Por consideraciones regionales se le atribuye a esta unidad una edad Chattiene-Ageniense.

1.1.2.4. Arcillas marrón rojizas, con capas finas de calizas. yesos y areniscas. Localmente canales de areniscas. (9). Chattiene-ageniense

Esta unidad aflora en la mitad noroccidental de la hoja de Hijar, entre la Radihuela y el cerro Mojones. También aflora en el borde norte en la zona de Mudevar (hoja de Gelsa). Da lugar a morfologías de laderas generalmente coluvionadas. Procede por cambio lateral de facies, en el sentido NO, de la unidad (6), por pérdida progresiva de la fracción arenosa. También, en este sentido y hacia el techo de la unidad, aumenta progresivamente el contenido en yeso y carbonato pasando a las unidades (10) y (8) respectivamente.

Se ha estudiado en las secciones estratigráficas 02- Radihuela y 04-Carretera de Azaila a Quinto, donde aflora con unas potencias de 40 m y 60 m (fig. 8).

Está constituida por lutitas rojas, pardo amarillentas y grises, con nódulos de yesos dispersos en la masa arcillosa, con numerosas capas intercaladas de limolitas laminadas y de areniscas, generalmente yesíferas, de colores rojizos y pardo amarillentos. También intercala capas de aspecto tabular, centimétricas de calizas y calizas arenosas grises y negruzas, bioturbadas.

Hacia el noroeste, esta unidad intercala niveles de hasta 50 cm de yeso alabastrino blanco.

En las areniscas las estructuras más frecuentes son bases erosivas y estratificaciones cruzadas de surco y planar y laminación de **ripples** a techo de las capas. Esta última estructura también se observa en las capas de calizas, junto a laminación paralela, costras ferruginosas y bioturbación de moderada a abundante (fig. 6 A, B y C).

Las direcciones de paleocorrientes medidas en capas de arenisca de esta unidad son SO-NE. Esta medida que presenta una orientación anormal a la de la evolución de facies que se produce en sentido SE-NO, puede deberse al carácter meandriforme de los cursos fluviales.

Sedimentológicamente la presente unidad se interpreta como fluvial meandriforme, con desarrollo de encharcamientos esporádicos en la llanura de inundación, dentro de las zonas distales de un abanico aluvial de procedencia meridional.

El contenido paleontológico de las muestras ha permitido clasificar: *Rantzieniella nitida* GRAMB, *Chara notata* GRAMB y PAUL, así como fragmentos de gasterópodos (*Succinea*, *Valvata* y *Planorbis*) y restos de peces.

Por consideraciones regionales le atribuimos una edad Chattiense-Ageniense.

1.1.2.5. Arcillas y margas yesíferas con niveles de yeso. (10). Chattiense-ageniense

Esta unidad cartográfica aflora, por una parte, en la esquina noroeste de la hoja, y por otra en el sector sureste, en la zona del Cabezo de la Esculla.

Litológicamente es semejante a la unidad (9), descrita en el apartado anterior, de la que procede por cambio lateral de facies, mediante un aumento progresivo del contenido en yeso, tanto en nódulos dispersos en la masa lutítica, como en capas, que en ocasiones alcanzan 1 m de potencia, de textura alabastrina, blancos. Estos niveles han sido explotados para la obtención de alabastro en numerosos puntos de la zona.

Ha sido reconocida detalladamente en las columnas 04. Carretera de Azaila a Quinto y 05. Carretera de Alpeñés, donde aflora con 20 m y 25 m de potencia respectivamente (fig. 8).

Asociados a estos materiales se encuentran niveles centimétricos de calizas micríticas, de aspecto tabular y abundantemente bioturbadas. La composición de estos niveles carbonatados es semejante a la descrita en las calizas de la unidad (8), con las que está relacionada por cambio lateral de facies.

Las arcillas están generalmente bioturbadas y poseen unas coloraciones que oscilan entre ocres y rojizas. Asociadas a ellas se encuentran tramos de margas yesíferas grises. De forma ocasional, se pueden observar estructuras verticales, producto de la perforación por raíces.

Las únicas estructuras sedimentarias observables corresponden a laminaciones paralelas y de **ripples**, en los niveles carbonatados, que suelen contener, además, abundantes restos fósiles (gasterópodos, caráceas y ostrácodos). Las secuencias más representativas pueden verse en fig. 6 C, D y E.

Estos materiales corresponden a sedimentos de origen lacustre palustre y de margen de lago salino.

Las muestras estudiadas contienen únicamente gasterópodos y ostrácodos muy recristalizados, inclasificables.

Se les atribuye una edad Chattense-Ageniense, por posición estratigráfica.

1.1.3. Unidad de Galocha-Ontiñena

Esta unidad genético-sedimentaria ocupa gran parte de la mitad suroccidental de la hoja de Hijar. También hay unos pequeños afloramientos en el borde NE, en las elevaciones de Monte Alto, Cabezo Nasan y Plana Plaeles.

Está constituida por siete unidades cartográficas, interrelacionadas entre si por cambios laterales de facies. La evolución de estos materiales, desde las facies proximales representadas por las unidades conglomeráticas y areniscosas, a las facies más distales y de centro de cuenca, representadas por las unidades carbonatadas y yesíferas, se produce en sentido SE-NO.

El contacto de esta unidad genético-sedimentaria con la inferior (Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca), se realiza a través del brusco contacto existente entre los sedimentos de origen aluvial proximal que constituyen la base de la unidad y los sedimentos de origen lacustre-palustre, que constituyen el techo de la unidad infrayacente. Este cambio brusco de facies, el cual posee una importancia regional, indica la existencia de una reactivación de los sistemas aluviales y, por lo tanto, el inicio en la sedimentación de una nueva unidad genético-sedimentaria.

La disposición geográfica de los tramos conglomeráticos de esta unidad, está desplazada hacia el oeste, respecto a la que presentan las mismas facies de la unidad inferior. Por tanto, la reactivación de los sistemas aluviales, en este periodo, implicó también un desplazamiento hacia el oeste de los abanicos, aunque en ambos casos la procedencia es de la Cordillera Ibérica.

En la fig. 9 se puede ver de forma esquemática la distribución de facies de esta unidad genético-sedimentaria, en la región estudiada en el proyecto. Corresponden en parte con los miembros BIJARALOZ y ESCATRÓN DE QUIRANTES (1969).

Ha sido reconocida en las columnas estratigráficas 03-Radihuella II y 04-Carretera de Azalia a Quinto (fig. 10).

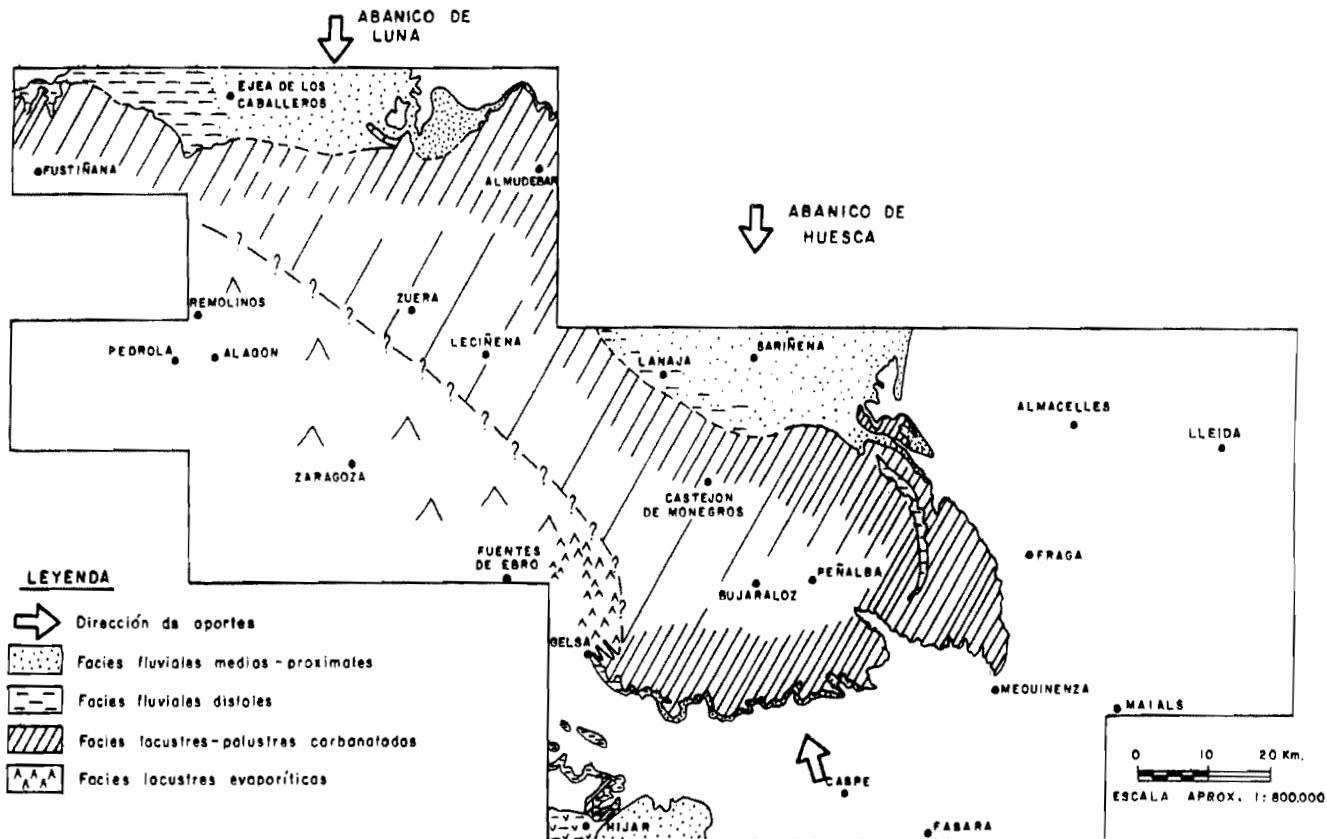


Figura 9. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Galocha-Ontiñena.

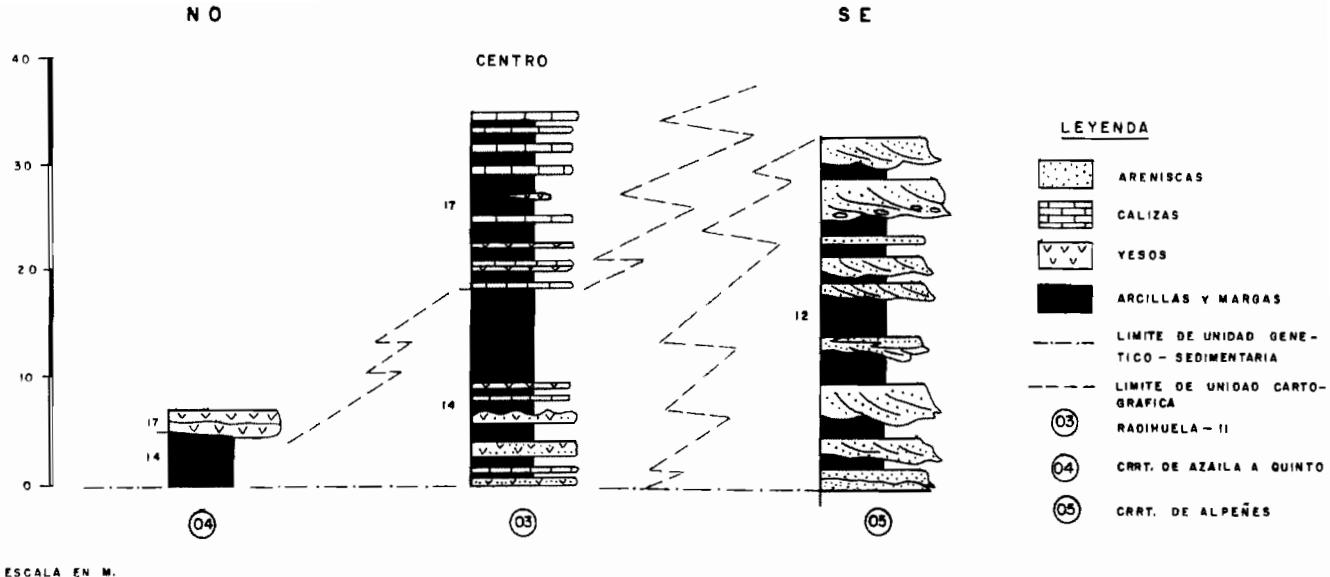


Figura 10. Evolución vertical y lateral de la unidad genético-sedimentaria de Galocha-Ontiñena en la hoja de Hijar.

Dentro de la zona estudiada, no ha sido posible determinar la edad de esta unidad, debido a la carencia de yacimientos de micromamíferos. Sin embargo en zonas próximas, existen datos paleontológicos de interés que permiten acotar su edad.

Los estudios de CUENCA *et al.* (1991), dentro del territorio comprendido en la hoja de Sarriñena (30-14), han permitido atribuir la parte superior de la Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca al Ageniense (biozona 1 de MEIN). Por otro lado, AZANZA *et al.* (1988) y CUENCA *et al.* (1989) en la zona de Peñalba (30-15), han podido datar la parte media-inferior de la unidad de Bujaraloz-Ontiñena), la cual se atribuye a la parte superior del Ageniense (biozona 2b de MEIN). Con base en estos datos se atribuye a la presente unidad una edad Ageniense.

Esta unidad forma parte de la Fm. Mequinenza (Mb Losarcos) y de la Fm. Alcubierre (Mb. Bujaraloz y Mb. Cardiel) definidas por QUIRANTES (1969) (ver fig. 1). También, forma parte de la unidad de lutitas y calizas del Llano de Cardiel definidas por CABRERA (1983).

1.1.3.1. *Alternancia de conglomerados, areniscas y arcillas, con yesos en nódulos y capas. (11). Ageniense*

Afloran en el sector centro-meridional de la hoja, en las proximidades de Híjar.

Está constituida por unos 40 ó 50 m de una alternancia de bancos de conglomerados y areniscas con tramos intercalados de arcillas y limolitas marrón rojizas, con frecuentes nódulos y en niveles más o menos continuos de yesos blancos.

Los cantes de los conglomerados, en los puntos observados, presentan un diámetro máximo de 5 cm, y están compuestos mayoritariamente por cuarcitas, pizarras y areniscas del Paleozoico.

Hacia el este y norte estas facies evolucionan a los materiales de la unidad (12) por pérdida de la fracción gruesa. Por otra parte, en dirección este pasa mediante cambio de facies muy brusco a la unidad (15), que es semejante a la (12) antes citada, pero se diferencia de ella por el elevado contenido en yeso, tanto disperso en la masa lutítica como en niveles centimétricos y capas.

No se ha podido levantar ninguna columna estratigráfica de detalle en esta unidad cartográfica.

Corresponden a facies medias proximales de abanico, caracterizadas por un sistema aluvial de tipo «braided».

Se le atribuye una edad Ageniense por posición estratigráfica.

1.1.3.2. *Areniscas ocres y amarillentas y arcillas. (12). Paleocanales llenados de arenas. (13). Ageniense*

Su área de afloramiento en la hoja de Híjar, se encuentra en el sector centro meridional, y procede por pérdida de la fracción gruesa de la unidad (11), como ya se ha indicado en el apartado anterior. Hacia el norte evoluciona mediante cambio lateral de facies a la unidad (14) y hacia el oeste y noroeste a las (15) y (16), por un aumento progresivo en el contenido en yeso.

Dentro de esta unidad se han diferenciado en la cartografía, como unidad (13), los paleocanales más destacables en foto aérea, que por erosión diferencial dan lugar a relieves invertidos.

Se han reconocido en la columna estratigráfica 05-Carretera de Alpeñés, donde afloran los 25 m inferiores de la unidad, de una potencia aproximada de 60 m (fig. 10).

Está constituida por una alternancia de areniscas y lutitas rojizas y amarillentas. Las primeras, de tonos ocres y amarillentos, son de grano medio y grueso, con gravillas menores de 1 cm. y cantes blandos en algunos bancos, cuyos espesores oscilan de 1 a 4 m. de potencia.

Las estructuras sedimentarias, presentes en estos cuerpos sedimentarios, son bases erosivas, estructuras tractivas como laminaciones planar y en surco, superficies de reactivación y **rip-plies** de corriente. En zonas mas alejadas del borde meridional se reconocen, en algunos paleocanales, estructuras de acreción lateral de barras de meandro de tipo **point-bar**.

Estos materiales se disponen en secuencias granodecrecientes de 1,5 a 5 m. de potencia (fig. 6 A).

Al microscopio, las areniscas de esta unidad son litoarenitas, cuya composición presenta una variación con respecto a las de las areniscas de la unidad Torrente de Cinca. En general, muestran un ligero aumento en el porcentaje de feldespatos y además, cuentan en su esqueleto con la presencia constante de fragmentos de rocas metamórficas de bajo a medio grado, aunque en porcentajes inferiores al 2%. Los feldespatos potásicos son, fundamentalmente de tipo ortosa y microclina, y se encuentran, a veces, afectados por crecimientos pertíticos, aunque normalmente, presentan un buen estado de conservación.

También aparecen en los depósitos basales de esta unidad, fragmentos pedogenéticos de tipo ferricreta, relacionados, probablemente, con la formación de la discordancia erosiva basal con que puede comenzar esta unidad, en zonas más próximas al borde de la cuenca.

El origen de estos depósitos se interpreta como fluvial meandriforme, en zonas medias de un abanico aluvial de procedencia sur.

Aunque el estudio de las muestras para microfauna ha resultado estéril, por correlación con unidades próximas se asigna a estos materiales una edad Ageniense.

1.1.3.3. *Lutitas rojas con capas de areniscas yesíferas, calizas y yesos (14). Ageniense*

La unidad (12) descrita en el apartado anterior, evoluciona hacia el N y NO (fundamentalmente a partir del cauce del río Martín), a unos materiales eminentemente arcillosos. Estos, en la zona norte de la hoja de Hijar, constituyen la base de la unidad. Dada su composición litológica de carácter lábil, suele encontrarse recubierta de derrumbios de ladera.

Las características de los materiales de la unidad y sus aspectos sedimentológicos, se han representado en las columnas estratigráficas 03-Radihuella-II y 04-Carretera de Azaila. En la primera afloran con una potencia de 20 m, que es la que se utilizará para su descripción, en la segunda se reducen a unos 5 m. de potencia (fig. 10).

En la zona de la Radihuella (sector central de la hoja), está constituida por una serie fundamentalmente arcillosa, de tonos rojizos, que hacia la base, intercala capas de areniscas yesíferas y niveles de pocos centímetros de caliza y calcisiltitas, con margas grises. A techo del tramo se intercalan pasadas centimétricas de carbonatos y yesos, que cuando constituyen bancos de cierto espesor y se hacen mayoritarios, se han diferenciado en la cartografía como unidad (17).

Las facies pelíticas localmente están bioturbadas, presentando marmorizaciones, con ocasionales estructuras verticales, y producto de las perforaciones producidas por raíces. Dispersos en la masa arcillosa se encuentran abundantes nódulos de yeso alabastrino blanco.

En la parte inferior del tramo son frecuentes las capas de areniscas yesíferas (de hasta 2 m de potencia), de tonos grisáceos y aspecto masivo, y de caliza (de pocos centímetros de espesor), a veces micríticas, otras arenosas, y por lo general bioturbadas, con un elevado contenido en materia orgánica que les proporciona un olor fétido. Algunas capas contienen nódulos de yeso, material que localmente puede constituir niveles de poca potencia, pero de gran continuidad lateral y que petrográficamente corresponden a yesos alabastrinos.

Las estructuras sedimentarias en esta unidad son muy escasas, limitándose a **ripples**, en algunas capas de caliza y a techo de algunos bancos de arenisca. La bioturbación en los niveles carbonatados oscila de frecuente a abundante. También se han observado algunas costras ferruginosas (fig. 6 B y C).

La unidad se interpreta como depósitos de las partes distales de un complejo de abanicos aluviales, definidos en la unidad descrita en el apartado 1.1.3.2, con predominio de los términos de llanura lutítica y con desarrollo de episodios esporádicos de encarcamiento.

El contenido fosilífero de las muestras estudiadas es: *Ekocythereis* sp. (ostrácodo sp. I. RAMÍREZ), *Candonia* aff. *chassei* DICK y SWAIN, *C. cf. procera* STRAUB, *Chara notata* GRAMB y PAUL, *Nitellopsis* (*T.*) *meriani* (L. y N. GRAMB), *Spp. globula* MÄDLER, *Rabdochara* sp., *Rantzeniella nitida* GRAMB, así como fragmentos de gasterópodos (*Planorbis* y *Helix*) y dientes de peces.

Por las mismas consideraciones que las expuestas en el apartado anterior, la atribuimos una edad Ageniense.

1.1.3.4. Arcillas rojas con yeso en nódulos y capas. (15). Ageniense

Esta unidad presenta unas características litológicas parecidas a las de la unidad descrita en el apartado anterior (de la que procede en parte por cambio lateral de facies), pero su disposición en la cuenca sedimentaria es ligeramente distinta. Así, los materiales de la unidad (15), se disponen en zonas más protegidas, de interlóbulos, siendo el tránsito a los de la unidad yesífera (16) más directa.

Por otra parte, como se había comentado en el apartado 1.1.3.1, la evolución de las facies detriticas conglomeráticas a las lutítico-yesíferas de la unidad (15) es muy brusco, fenómeno que puede observarse en las proximidades de Hijar, a un lado y otro del río Martín.

La composición es variada en los distintos afloramientos, aunque siempre están presentes en ella como litología mayoritaria las arcillas rojizas y los yesos, estos últimos tanto dispersos en la masa lutítica, como constituyendo bancos de espesor variable. Estos, son tanto más frecuentes cuanto más a techo nos encontremos de la unidad y cuando son mayoritarios, se han diferenciado en la cartografía como unidad (16).

El contenido detrítico, representado por canales de areniscas, es más abundante en la zona sur, disminuyendo, hasta hacerse mínimo hacia el norte, donde puede aflorar, formando capas planas paralelas de escasa potencia (20 cm), areniscas de grano fino con laminaciones de **ripples**.

En esta unidad no se han levantado columnas estratigráficas, pero se pueden hacer buenas observaciones puntuales en las carreteras de Hijar a Azaila (a 1 km. de la primera localidad) y en la de Gurrea de Gaen (esquina suroeste de la hoja).

El ambiente sedimentario corresponde a zonas de interlóbulos donde el encharcamiento, bajo condiciones hipersalinas, favorecería la formación de niveles de yesos.

No se han encontrado fósiles que permitan datar la unidad, pero por correlación regional con otras unidades cartográficas, permite atribuir a la misma una edad Ageniense.

1.1.3.5. *Alternancia de bancos de yesos y arcillas rojas (16). Ageniense*

Los afloramientos de esta unidad cartográfica están restringidos al sector suroccidental de la hoja de Hijar, formando parte de la evolución hacia el centro de la cuenca, de los materiales de la unidad (15) descrita en el apartado anterior.

La calidad de los afloramientos son muy bajos, por encontrarse generalmente recubierto de depósitos cuaternarios, sin embargo, un buen perfil para hacer observaciones, se encuentra en los desmontes de la pista asfaltada que va de Urrea de Gaen a las Casas Puente del Alta. En este punto, se distingue por debajo de una capa de areniscas yesíferas de la unidad (20), una alternancia de bancos de 0,5 m a 1 m. de potencia, de yesos alabastrinos blancos, y arcillas rojas, con un espesor total de 20 m aproximadamente. Localmente y asociados a los yesos, se encuentran nódulos de sílex rojo (zona de Mas de Cuello Corto).

Esta unidad se interpreta como sedimentada en un ambiente de lago salino y de margen de lago salino (fig. 6 E).

La edad que atribuimos a estos sedimentos es Ageniense por su posición estratigráfica.

1.1.3.6. *Alternancia de calizas y/o yesos, margas y arcillas (17). Ageniense*

Afloran principalmente en el sector centro-occidental de la hoja de Hijar. También hay unos pequeños afloramientos en el borde noreste, que continúan dentro de la hoja de Gelsa (29-18).

Dan lugar a resaltes estructurales y líneas de capa dura, debido a su comportamiento resistente respecto a los tramos detrítico-arcillosos de las unidades precedentes.

Dentro de esta unidad se puede reconocer una variación de facies, que no se ha representado en la cartografía, así, mientras en el sector central (zona de la Radihuela) es predominantemente carbonatada en el sector noroccidental (zona de Azaila) es fundamentalmente yesífera, aunque continúan intercalándose tablas de caliza.

A la primera composición citada, corresponden los materiales de la sección 03-Radihuela-II, y a la segunda los materiales del techo de la sección 04-Carretera de Azaila a Quinto. En la Radihuela afloran 15 m. constituidos en la base por arcillas rojas con margas grises, nódulos de yeso y niveles de pocos centímetros de calizas y más raramente de yeso. Los 8 m superiores lo forman capas de caliza y margas grises, con algún nivel de lignito (fig. 10).

En la sección 04-carretera de Azaila a Quinto, solamente afloran los primeros bancos de yeso, de colores blanquecinos, en capas tabulares y aspecto nodular, en ocasiones, con textura sacaroidea y alabastriños.

En la zona de Azaila y en la Acrópolis Ibérica (situada a 1,5 km al oeste de la citada población), esta unidad está constituida por bancos (que en algunos puntos alcanzan 1 m de potencia) de yesos alabastriños blanquecinos y rojizos, con abundantes nódulos de sílex rojo, que posiblemente constituyan un buen nivel guía en la región, porque siempre se les ha encontrado, en distintos puntos de la hoja, asociados a los yesos de las unidades (16) y (17).

Los yesos de esta unidad son objeto de explotación para la obtención de alabastro en numerosos puntos al sur y suroeste de Azaila.

Los niveles carbonatados de esta unidad generalmente presentan techos y bases ondulados, debidos a oleaje, con laminación interna de **ripples**, y bioturbación de moderada a abundante (fig. 6E y F). Al microscopio son micritas con texturas **mudstone-wackstones**, con restos de ostrácodos. Algunas muestras presentan un bajo porcentaje de limo de cuarzo. Como compuestos orgánicos incluyen ostrácodos, characeas y restos de gasterópodos. Se atribuyen a ambientes lacustres-palustres carbonatados, que evolucionan hacia el oeste y noroeste a zonas de lago salino, donde se depositarían niveles de yesos.

En los niveles ligníticos, intercalados a techo de la unidad, se han recogido muestras para micromamíferos, que han dado resultados estériles.

El contenido faunístico se reduce a fragmentos de ostrácodos, moluscos, braquípodos, gasterópodos y algas, que no se han podido determinar por encontrarse la roca muy recristalizada.

Por correlación con otras unidades cartográficas de la zona su edad cronoestratigráfica se atribuye al Ageniense.

1.1.4. Unidad de Bujaraloz-Sariñena

Esta unidad genético sedimentaria está escasamente representada en la hoja de Hijar. Por una parte, las facies detriticas (conglomerados y areniscas) afloran en varios puntos del borde sur,

siendo el más extenso el que constituye las elevaciones de Muelas, en la esquina SE. Por otra parte, las facies yesíferas afloran, sin continuidad lateral con las anteriores, en el borde oeste y esquina suroeste de la hoja, en Mas de Sierra y en Val de la Piedra Agujereada, respectivamente.

Sin embargo, en el sector central de la Depresión del Ebro, está ampliamente representada, manifestándose una evolución de facies, desde detriticas (definidas en el sector de Sariñena), detritico carbonatadas (definidas en el sector de Peñalba), a facies margo-yesíferas y yesíferas (definida en el sector de Bujaraloz-Gelsa) (véase fig. 11).

En la hoja de Hijar, como se ha apuntado anteriormente, está constituida por cuatro unidades cartográficas, desde las facies proximales, representadas por los conglomerados (18) y areniscas (19), a las distales de centro de cuenca, representadas por las unidades yesíferas (20) y (21). Esta evolución de facies se produce en sentido ESE-ONO.

El contacto de esta unidad genético sedimentaria con la inferior (Unidad de Galocha-Ontiñena), se realiza a través de un importante cambio de facies, que regionalmente es de carácter brusco, y que nos indica la existencia de una reactivación de los sistemas aluviales, y por tanto el inicio en la sedimentación de una nueva unidad genético sedimentaria.

No se ha podido levantar ninguna columna estratigráfica a esta unidad, por lo que su descripción se hará gracias a observaciones puntuales y por su distribución cartográfica.

Se corresponde con parte de los miembros Bujaraloz de la Fm. Alcubierre y Retuerta de la Fm. Zaragoza de QUIRANTES (1969).

1.1.4.1. Conglomerados y areniscas (18). Ageniense-Aragoniente

Los materiales de esta unidad afloran en pequeñas superficies en el borde sur de la hoja, apoyándose, mediante un contacto de carácter paraconforme, sobre dos de las unidades cartográficas de la Unidad Galocha-Ontiñena, una de composición conglomerática (11) y otra de composición arenosa (12).

Se pueden observar en los desmontes de la carretera de Hijar a Alcañiz, donde afloran los primeros metros inferiores de la unidad. Está constituida por una alternancia de bancos de conglomerados y areniscas, con lutitas marrón rojizas, que suelen presentar dispersos en su masa, nódulos de yeso.

Los cantes, de subredondeados a redondeados, son de composición mayoritaria cuarcítica, areniscosa y pizarrosa del Paleozoico. Las areniscas, de grano medio a grueso, rojizas, rellenan paleocanales, cuya potencia puede alcanzar los cuatro metros.

Corresponden a facies medias y proximales de abanico, caracterizados por un sistema aluvial de tipo **braided**.

Por correlación con otras unidades se le atribuye una edad Ageniense-Aragoniente.

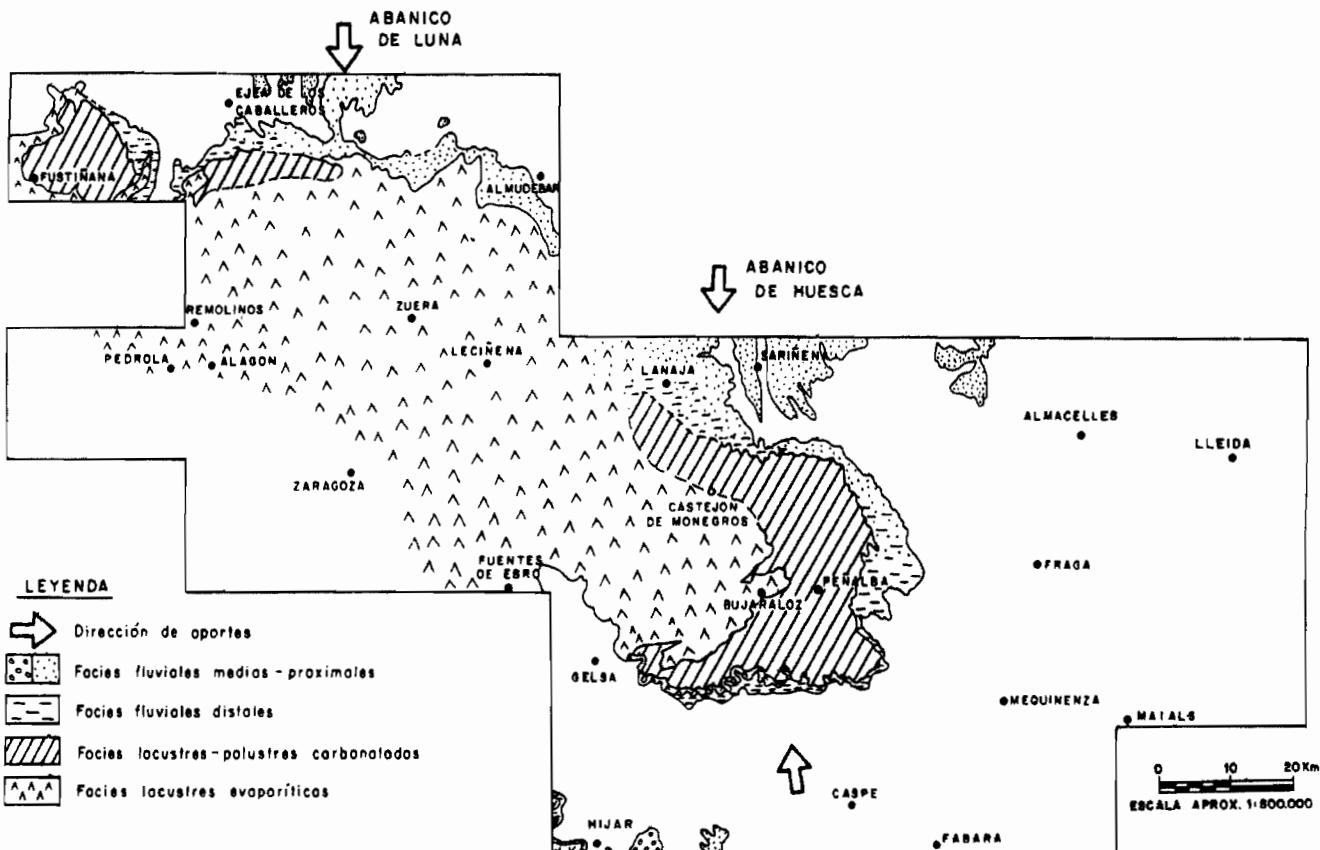


Figura 11. Esquema de distribución de facies de la unidad genético-sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena.

1.1.4.2. Areniscas y arcillas (19). Ageniense-Aragoniente

Estos materiales están escasamente representados en la Hoja de Hijar, reduciéndose el afloramiento de la esquina SE, donde constituyen las elevaciones del Pico Muelas, por encima de la cota 380 m.

Los suponemos asociados a la unidad conglomerática (18), aunque no están enlazados geográficamente en esta zona, por corresponder ambos a una entrada fuerte de detriticos, por encima de los sedimentos (11) y (12) de la Unidad Galocha-Ontiñena.

Están formados por areniscas de grano medio a grueso, alternando con arcillas de tonos rojos y anaranjados, distribuidas en cuerpos canaliformes, por lo general amalgamados, que pueden alcanzar los cinco metros de espesor. La potencia del tramo, en el punto citado anteriormente, es de 20 a 25 metros.

Corresponden a facies medias proximales de abanicos, caracterizados por un sistema aluvial de tipo **braided**.

Por correlación con otras unidades se le atribuye una edad Ageniense-Aragoniente.

1.1.4.3. Arcillas rojas y areniscas yesíferas (20). Ageniense-Aragoniente

Esta unidad aflora en el borde SE de la hoja, donde constituye la entrada de materiales detriticos más importante, por debajo de los yesos alabastrinos blancos de la unidad (21) que en esta zona forman las planicies de la Piedra Agujereada y el Ardit-II.

Debido a que su composición la hace fácilmente alterable, suele encontrarse, por lo general, cubierto por derrubios. El mejor punto de observación se encuentra en el desmonte de la pista asfaltada que va desde Urrea de Gaen a las casas de Puente Alta.

En este punto aflora un banco, de 1 m de potencia, de areniscas yesíferas, arcillas rojas y margas grises con niveles centimétricos de yeso, que en conjunto no sobrepasan los 5 m de potencia. No obstante, se ha diferenciado en la cartografía, exagerando ligeramente su importancia, por constituir un nivel guía de interés regional, ya que representan la evolución hacia el oeste y noroeste de las unidades (18) y (19).

1.1.4.4. Yesos alabastrinos blanquecinos y margas yesíferas (21). Ageniense-Aragoniente

En los puntos citados anteriormente para la unidad (20), afloran por encima de ella, una alternancia de bancos estratificados de yeso alabastrino blanco, con niveles centimétricos de margas grises verdosas. La potencia del tramo es de unos 20 m.

En algunos puntos de la zona al norte de Urrea de Gaen ha sido objeto de explotación para la obtención de alabastro.

Esta unidad se interpreta como sedimentos de un lago salino. Las secuencias más comunes están representadas en la fig. 6 E y F).

La edad de estos materiales, como los del resto de los grupos litológicos de la Unidad Bujaraloz-Sariñena, es Ageniense-Aragoniente, aunque no se descarta que los que aflora en la hoja de Hijar sean de edad Aragoniente.

1.2. CUATERNARIO

1.2.1. **Cantos y gravas redondeadas, polimíticas (22, 23, 24, 26, 27, 29, 31, 35 y 36). terrazas. Pleistoceno-Holoceno**

En relación con el río Ebro, principal cauce fluvial de la Hoja de Hijar, se han reconocido un total de 8 niveles de terraza, que también están representadas, aunque en secuencias incompletas, en sus afluentes Aguasvivas y Martín. En este último, además se ha identificado un noveno nivel de terrazas (unidad cartográfica 24). Una descripción detallada de las mismas y de sus cotas relativas se encuentra en el capítulo de geomorfología.

Están compuestas por espesores variables (entre 1 m en donde están erosionadas y hasta 8 m de máximo) de cantos y gravas bien redondeados con centímetros de 35-40 cm y modas en torno a los 4-8 cm como más frecuentes. Su aspecto litológico es polimítico: cuarcitas, areniscas y calizas como elementos mayoritarios, esquistos, silex y ofitas subordinadas.

Las terrazas inferiores del río Ebro (Unidades cartográficas 31, 35 y 36) también incorporan frecuentes cantos graníticos, a menudo moderadamente alterados, y de obvia procedencia axial pirenaica.

La matriz es limo-arenosa, de tonos ocres y anaranjados. Los niveles inferiores (unidades 31, 35 y 36) no presentan cemento. Los niveles intermedios (Unidades 2 y 27) a menudo presentan ciertas cementaciones carbonatadas de tipo pulverulento. Los niveles superiores (unidades 22, 23, 24 y 26) desarrollan en la parte superior un fuerte encrustamiento carbonatado que alcanza los 20-30 cm de espesor, mientras que los cantos presentan en su parte inferior recrincimientos espeleotémicos de carbonato cálcico de génesis vadosa.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes en las terrazas son las bases erosivas, imbricación de cantos, superficies de reactivación y en las intercalaciones de grano más fino, compuestas por limos y arenas, laminaciones cruzadas planares y en surco.

Los cuatro niveles superiores se atribuyen al Pleistoceno inferior, los tres niveles intermedios al Pleistoceno superior y los dos niveles inferiores se consideran Holocenos.

1.2.2. **Cantos y gravas angulosas en matriz arcillo-arenosa (25, 28 y 30). Glacis. Pleistoceno**

Afloran de forma extensa entre Azaila e Hijar, y hacia el E de Samper de Calanda, así como en pequeños retazos en las cercanías de La Zaida y al SE de Escatrón.

Por sus diferencias altitudinales, así como por sus relaciones geométricas con las terrazas fluviales, se han diferenciado tres niveles diferentes de glacis.

Todos ellos se presentan bastante degradados, en parte por causas antrópicas (cultivos) y con espesores cifrables en 2-3 m.

Litológicamente se componen de gravas y cantos angulosos y subangulosos de calizas, areniscas, cuarcitas, sílex y en ocasiones yesos, empastados en una matriz arcillo-arenosa de tonos pardos y anaranjados. En el caso del glacis correspondiente a la unidad cartográfica 28, situado al SE de Escatrón, el área fuente proviene de las terrazas del Ebro, siendo los cantos redondeados y presentando el mismo aspecto litológico que las terrazas. Los tres niveles de glacis presentan encostramientos carbonatados «caliches» de tipo **dolle** en su parte superior, aunque la degradación antrópica que han sufrido debido al laboreo agrícola impide la observación de perfiles «in situ».

Se les atribuye una edad Pleistocena.

1.2.3. Cantos y gravas redondeadas en matriz limo-arcillosa (33). Coluviones de terraza. Pleistoceno superior-Holoceno

Los sistemas de terraza de los ríos Ebro y Martín con frecuencia se presentan degradados por un intenso proceso de acoluvionamiento que une, sin solución de continuidad, unos niveles de terraza con los inmediatos inferiores.

Dada la composición litológica de dichos coluviones, idéntica a la de las terrazas que constituyen su fuente, es difícil su diferenciación de las terrazas propiamente dichas. Corresponden a cantos y gravas cuarcíticas, areniscosas y calcáreas fundamentalmente, con una escasa matriz limo-arcillosa, constituyendo un material heterométrico y poco o nada consolidado.

En la vecina hoja de Caspe (30-17) se puede relacionar el inicio del proceso de acoluvionamiento de las terrazas con un momento de actividad neotectónica-desnivelamiento de bloques y abandono por parte del río Ebro de su antiguo cauce inmediatamente posterior al depósito de la terraza de +35 m (unidad cartográfica 29 de la hoja de Híjar).

El proceso sigue siendo activo en la actualidad, por lo que atribuimos a esta unidad una edad Pleistoceno superior-Holoceno.

1.2.4. Gravas y cantos en matriz arcillosa (32) depósitos aluvial-coluvial. Gravas, arenas y arcillas (34). Conos de deyección. Cantos angulosos en matriz arcillosa (38) coluviones. Holoceno

Este conjunto de depósitos se distribuyen de forma irregular por toda la extensión de la hoja de Híjar.

Se trata de un conjunto de depósitos de características litológicas similares, compuestos por cantos y gravas calcáreos y areniscosos principalmente y de sílex y yeso en menor proporción, mal seleccionados y generalmente angulosos, que se presentan englobados en una matriz arcillo-arenosa. Presentan espesores pequeños, de 2-3 m por lo general aunque en el caso de los conos de deyección pueden alcanzar hasta los 6-7 m; y escasa organización interna, reducida a cicatrices erosivas en el caso de los conos de deyección.

Se encuentran relacionados con los procesos morfogenéticos característicos del clima semiárido que impera en esta zona de la cuenca del Ebro, es decir, movilizaciones de ladera por gravedad y arroyada.

La edad que se asigna a estas formaciones es Holoceno.

1.2.5. Gravas, arenas y arcillas (37). Aluvial y fondos de vale. Holoceno

Esta unidad cartográfica agrupa tanto los sedimentos fluviales de los cauces activos de la zona —Ríos Martín y Aguas vivas, barras longitudinales del Río Ebro— como los rellenos de las vales o valles de fondo plano situadas en todo el ámbito de la hoja de génesis mixta aluvial y de laderas.

Los primeros se tratan de arenas, limos y arcillas que engloban gravas y cantos bien redondeados, heterométricos y heterolíticos. Los segundos están constituidos por arcillas y arenas, con cantos de subangulosos a subredondeados de areniscas, calizas y yesos, dada la procedencia local de los mismos.

Su edad es Holoceno.

1.2.6. Arcillas y limos con sales (39). Fondos endorreicos. Holoceno

Se localizan distribuidos por la mitad sur de la hoja de Híjar y en relación, como se verá en el capítulo de geomorfología, tanto con depresiones de origen kárstico, por disolución del substrato yesífero, como con depresiones de génesis eólica, asociadas a los relieves posibles formados por los abundantes paleocanales areniscosos existentes en el cuadrante suroriental de la hoja.

Se trata de sedimentos finos, arcillas y limos, de tonos pardos que a menudo corresponden a áreas encharcadas estacionalmente en la actualidad. Frecuentemente estos sedimentos se presentan asociados a orlas salinas, como recoge la toponimia de la zona —La Salada, Balseite Salinas—.

Su espesor es reducido, posiblemente no superior a 1-2 m, y su edad es Holoceno.

2. TECTÓNICA

2.1. MARCO TECTÓNICO REGIONAL

La hoja de Híjar (29-17) está situada en el sector central de la Cuenca del Ebro.

La Cuenca del Ebro, en sentido tectónico, corresponde fundamentalmente a la fosa de antepaís de la Cordillera Pirenaica. En superficie sus límites están marcados por esta cadena, por la Cordillera Ibérica y por los Catalánides, y en subsuelo su extensión es mayor, ya que está recubierta parcialmente por las unidades alóctonas del Pirineo y su prolongación occidental, la

Cordillera Cantábrica, y por parte de la Cordillera Ibérica. De estos orógenos son los Pirineos los que han ejercido una mayor influencia en la génesis y evolución de la cuenca.

Los materiales sobre los que se disponen los sedimentos terciarios, y que constituyen el sustrato de la Cuenca del Ebro, son principalmente de edad triásica y jurásica, con retazos cretácicos aislados, excepto en la parte oriental, donde llega a aflorar extensamente el zócalo paleozoico. Los mapas de subsuelo permiten observar (RIBA *et al.*, 1986) la inclinación generalizada de la superficie superior del sustrato hacia Los Pirineos, llegando a sumergirse bajo las unidades deslizadas que constituyen el frente surpirenaico. Esta superficie alcanza en la parte Norte de la Cuenca profundidades superiores a los 4.000 m bajo el nivel del mar (más de 5.000 en La Rioja Alavesa), mientras la parte meridional se mantiene siempre a menos de 1.000.

Esta disimetría de la cuenca se manifiesta también en la edad del relleno sedimentario. Los primeros sedimentos depositados sobre la superficie basal de la cuenca son de edad paleocena y eocena y de carácter marino sólo en la parte septentrional (en buena parte bajo los cabalgamientos pirenaicos), siendo continentales y de edad progresivamente más moderna cuanto más próximos al margen ibérico se encuentran, de manera que en la parte meridional de la cuenca es el Mioceno quien constituye la base del Terciario.

El relleno sedimentario de la cuenca se organiza en secuencias deposicionales controladas por la evolución de las cordilleras circundantes (PUIGDEFABREGAS, *et al.*, 1986). En líneas generales la deformación es más joven, o ha perdurado durante más tiempo, en sentido E a O. Así, es en La Rioja donde se registra la actividad compresiva más moderna, hasta el Mioceno medio en las Sierras de Cameros y Demanda, y hasta el Vindoboniense en la Sierra de Cantabria, mientras que en esa misma época Los Catalánides se encuentran sometidos a un régimen distensivo dominante. La complejidad de esta evolución tectónica, con migración de la deformación en el espacio y en el tiempo, se refleja en las características de las secuencias deposicionales y la complejidad de sus límites respectivos.

El estudio de superficie de la Cuenca del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales o con buzamientos muy suaves en la mayor parte de la cuenca, excepción hecha de aquellas áreas próximas a las cadenas colindantes. Las deformaciones más abundantes en la cuenca están ligadas a fenómenos halocinéticos. Sin embargo, la cartografía de detalle pone de manifiesto la existencia de estructuras que, si bien no suelen ser deformaciones de gran intensidad, sí presentan cierta continuidad lateral reflejada por la presencia de direcciones paralelas a las estructuras ibéricas a lo largo de prácticamente la totalidad de la cuenca, así como otras de orientación NNE a NE, más difíciles de detectar. Estas direcciones preferentes también se manifiestan en los lineamientos detectados con imágenes de satélite y parecen ser reflejo en superficie de estructuras mayores que en algunos casos llegan a afectar al sustrato, como ponen de relieve los, hasta el momento no muy abundantes, datos de subsuelo.

La hoja de Híjar está ubicada en la parte centro-meridional de la Cuenca del Ebro, ocupando una posición próxima al borde septentrional de la Cordillera Ibérica, cerca de la «zona de enlace» con Los Catalánides y aunque está constituida por depósitos sinorogénicos en el sentido de ser coetáneos con la deformación de las cadenas adyacentes, presenta una estructura geológica muy sencilla, ya que la deformación apenas se ha transmitido hasta este sector de la cuenca.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En la hoja de Hijar la disposición estructural de las capas es, a grandes rasgos, subhorizontal, con un buzamiento regional de 1-3° hacia el NNO, para los materiales situados en la mitad meridional de la hoja, y de 3-5° hacia el sur, para los situados en la mitad septentrional.

Esta diferente disposición marca una flexura, de carácter sinclinal muy laxa, de orientación ONO-ESE y que cruza la hoja por su parte central.

Es conveniente mencionar una estructura, que aunque está situada fuera de la hoja de Hijar (se localiza dentro de la de Albalate del Arzobispo 29-18, a unos 3 km del borde sur de la de Hijar) tiene una gran influencia, tanto en el adelgazamiento de las unidades sedimentarias oligocenas, como en el contenido en conglomerados de las mismas. Es el cabalgamiento de Puigmoreno, que consiste en una estructura compleja, constituida por tres escamas aflorantes del Paleozoico, cabalgantes hacia el norte sobre los materiales terciarios de la Cuenca del Ebro.

En la hoja de Hijar queda constancia de que esta estructura ha debido estar activa hasta bien entrado el Mioceno, como queda reflejado en el adelgazamiento hacia el sur, de la Unidad Galocha-Ontiñena (Ageniense), así como por su composición conglomerática.

En las hojas de Albalate del Arzobispo (29-18) y de Alcañiz (30-18) se puede corroborar que el comienzo de la actividad de la estructura se produce, al menos, en la parte inferior del Chatiense (discordancia del Oligoceno Superior sobre el Eoceno). La larga duración del periodo deformativo se manifiesta en la atenuación progresiva de la deformación, hacia las capas más superiores del Chatiense y parte del Mioceno.

Además de las estructuras mencionadas se observa en la parte central de la hoja, un pequeño haz de lineamientos de dirección NO-SE, visibles en la fotografía aérea. Estos lineamientos, de los que solamente se han representado los más significativos, podrían interpretarse como líneas de fractura y vienen marcados en la mayoría de los casos por los valles rectilíneos que tributan al río Martín. Estos lineamientos serían equivalentes a los existentes en hojas próximas como las de Bujaraloz y Gelsa.

Se puede interpretar que todas las estructuras descritas con anterioridad, a excepción de las diaclasas, serían pre-neotectónicas de origen compresivo. Las fracturas de escala cartográfica, descritas en el párrafo anterior, podrían ser el producto del rejuego con componente normal de estructuras anteriormente compresivas. Los sistemas de diaclasas son producto del régimen distensivo generalizado que se implanta en la Cuenca del Ebro a partir del Mioceno superior-Plioceno.

2.3. EVOLUCIÓN TECTÓNICA

En este apartado se realiza una descripción somera de los hechos más característicos de la evolución de la Cuenca del Ebro desde el punto de vista de la Tectónica, haciendo especial hincapié en lo que afecta al territorio de la hoja de Hijar (29-17) y áreas próximas.

El relleno de la cuenca por depósitos molásicos fluviales y lacustres parece condicionado desde el Oligoceno (al menos) por la actividad tectónica en el Pirineo, que origina una gran subsidencia

relativa de la Cuenca del Ebro. Los datos de subsuelo (RIBA *et al.*, 1986) indican que el eje del surco sedimentario sufre una traslación hacia el Sur desde el Paleoceno al Mioceno superior. También se observa que durante el Eoceno y Oligoceno existen dos depocentros, uno en Navarra-La Rioja y otro en Cataluña, separados por un alto relativo situado en Los Monegros. A partir del Mioceno el depocentro se sitúa en la zona de Los Monegros-Bajo Aragón, al tiempo que cesa la sedimentación en la parte catalana. En la parte occidental de la cuenca la sedimentación continúa durante gran parte del Mioceno a favor de los surcos sinclinales de Navarra y La Rioja (formados a comienzos del Mioceno), prolongándose durante el Mioceno superior al menos en La Rioja Alta y la Bureba, cuyo Terciario más moderno llega a enlazar con el de la Cuenca del Duero.

La actividad tectónica pirenaica se desarrolla fundamentalmente durante el Eoceno (emplazamiento de los mantes del Cotiella y Pedraforca) y Oligoceno (emplazamiento del manto de Gavarnie y reactivación del Pedraforca), aunque la deformación migra hacia el Oeste, de manera que en Cataluña los primeros indicios de deformaciones compresivas del Pirineo son anteriores al Eoceno, e incluso al Paleoceno, y desaparecen antes del Mioceno, mientras que en la zona occidental (Rioja) existen cabalgamientos cuya actividad se prolonga al menos hacia el Vindoboniense (en la Sierra de Cantabria).

Aunque el orógeno pirenaico ha sido el que mayor incidencia ha tenido en la configuración y evolución de la Cuenca del Ebro, las demás cadenas periféricas han ejercido también cierta influencia sobre la misma, aunque quizás más restringida a los bordes. Las relaciones entre tectónica y sedimentación han permitido a ANADON *et al.* (1986) interpretar el contacto entre los Catalánides y la Cuenca del Ebro como resultado de una tectónica de desgarre convergente a lo largo de fallas sinestrales escalonadas que afectan al basamento. Durante el Paleógeno el borde de la cuenca ha sufrido traslaciones, y la última posición del mismo está señalada por una importante sedimentación conglomerática con una o varias discordancias progresivas. Su edad varía, siendo más reciente en el SO y más antigua en el NE (ANADON *et al.*, 1979).

En lo que respecta al borde ibérico, se encuentra fosilizado en su mayor parte por depósitos miocenos posttectónicos. Sin embargo, en algunas áreas se registra actividad tectónica sinsedimentaria con repercusiones en la cuenca. En el frente de las sierras de Cameros y la Demanda se constata la presencia de actividad tectónica desde el Oligoceno inferior hasta el Vallesiense. En la zona que nos ocupa, el cabalgamiento de Puigmoreno, situado a 3 km al Sur de la hoja de Híjar, afecta a sedimentos al menos desde el Oligoceno superior (el inferior está ausente así como la parte superior del Eoceno) hasta el Mioceno inferior, y esta actividad se desarrolla de forma episódica, configurando las diferentes unidades sedimentarias cíclicas del Oligoceno superior, que forman parte del «Sistema de Guadalupe-Matarraña» (CABRERA ANADON *et al.*, 1985).

Durante el Mioceno y Plioceno tiene lugar una etapa de tectónica dominante extensional que afecta a la mayor parte del NE peninsular, aunque siguen existiendo indicios de actividad compresiva incluso hasta el Mioceno inferior en el sector central de la cuenca, y durante el Mioceno medio y base del superior, en la parte occidental. Este régimen tectónico originó en la parte oriental fosas distensivas frecuentemente controladas por fallas preexistentes que se sobreimponen a las estructuras de plegamiento de los Catalánides (fosas del Vallés-Penedés, Camp de Tarragona...). La influencia de esta tectónica extensional excede con frecuencia el dominio de las fosas, y se manifiesta en los depósitos terciarios del borde oriental de la cuenca mediante enjambres de fallas normales.

El régimen distensivo generalizado da lugar, no sólo en el borde oriental, sino en la totalidad de la cuenca y en las cadenas periféricas, a una fracturación y diaclasado (SIMON, 1989) que ponen de manifiesto la presencia en profundidad de accidentes mayores, principalmente de orientación ibérica, que pueden haber condicionado la sedimentación y geometría de la cuenca a lo largo de su evolución (alto relativo de Los Monegros durante parte del Oligoceno).

3. GEOMORFOLOGÍA

3.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La hoja de Híjar se encuentra situada hacia la parte centro-meridional de la gran unidad fisiográfica que constituye la Depresión Terciaria del Ebro. En su territorio tienen representación las siguientes subunidades fisiográficas (QUIRANTES, 1971):

- a) Cuestas intermedias (orientales), formadas principalmente por los relieves tabulares asociados a niveles carbonatados, litológicamente más resistentes frente a la erosión que los niveles arcillo-margosos que los incluyen. Constituyen la mayor parte de la superficie de la hoja.
- b) Terrazas cuaternarias, ligadas al cauce de los ríos Ebro, Martín y Aguas vivas.
- c) Vales, que constituyen una red de barrancos de fondo plano particularmente abundantes sobre el substrato yesífero del cuadrante suroccidental de la hoja.
- d) Cuencas endorreicas, representadas por las lagunas estacionales de origen kárstico y/o eólico, presentes en la zona meridional de la hoja.

La región posee un régimen climático mediterráneo de carácter continental, con temperaturas medias anuales de 15 °C y precipitaciones medias inferiores a 400 mm al año, lo cual origina la marcada semiaridez de la misma.

Orográficamente la hoja presenta relieves muy suaves, con extensas zonas representadas por llanuras, y leves pendientes generales hacia el río Ebro. Las cotas culminantes se localizan en la esquina suroriental de la hoja, oscilando alrededor de los 400 m (vértice Muelas, 398 m).

La red fluvial principal está constituida por el río Ebro, y sus afluentes Martín y Aguasvivas, que confluyen por su margen derecha.

El río Ebro presenta una morfología meandriforme y un encajamiento acentuado, si bien en la zona más oriental de la hoja este hecho se suaviza debido al embalsamiento del río por la presa de Mequinenza.

El resto del área se ve drenada por una red de «vales» o valles de fondo plano, los más importantes de los cuales se localizan en el cuadrante suroriental de la hoja. El funcionamiento de estos cursos es esporádico, dada las características semiáridas de la región. Algunos barrancos de incisión lineal se localizan principalmente en las inmediaciones del río Ebro.

La zona posee una economía fundamentalmente agrícola, con cultivos de secano, exhibiendo también zonas de regadío que se localizan en las vegas de los cursos fluviales más importantes y en el cuadrante SO, próximos a los pueblos de Híjar y La Puebla de Híjar.

3.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En el modelado de una región, el primer factor a considerar es la composición litológica y la estructura geológica del substrato, ya que constituye el soporte que condiciona la distribución de los principales elementos geomorfológicos.

Por otra parte, su interacción con los procesos de dinámica fluvial, causa principal del vaciado denudativo y acarreo de los materiales erosionados, constituye la justificación de la evolución morfogenética del área en los tiempos recientes, dentro del sistema morfodinámico correspondiente.

3.2.1. Estudio morfoestructural

En la hoja de Híjar existen dos rasgos estructurales fundamentales que condicionan claramente buena parte de la morfología de la hoja.

Por una parte, los dos tercios septentrionales de la hoja, constituidos litológicamente por alternancias de niveles duros carbonatados con otros margosos y arcillosos de naturaleza lábil, y por tanto menos resistentes a la erosión, están marcados por el desarrollo de extensas **superficies estructurales** que a menudo presentan un **escarpe** neto sobre los valles circundantes. También son frecuentes las **líneas de capa y cerros cónicos**.

Por otra parte, la presencia de paleocanales de areniscas intercalados en la serie arcillosa terciaria, sobre todo en el tercio occidental de la hoja, permite la generación de relieves positivos modelados sobre estos materiales más resistentes a la erosión. El carácter meandriforme de estos paleocanales, de una sinuosidad a menudo elevada, hace que los **relieves residuales** generados den lugar a caprichosas morfologías que hacen original y poco frecuente el paisaje de este sector. Por otra parte, el descalce por erosión de los materiales blandos sobre los que reposa da lugar a la caída de bloques, a menudo de gran tamaño (6-8 m de diámetro), originándose morfologías ruiniformes periféricas.

3.2.2. Estudio del modelado

3.2.2.1. Laderas

Las laderas constituyen elementos fundamentales en la evolución del paisaje, en tanto que es a través de ellas donde se produce el aporte de agua y sedimentos a la red de drenaje.

En la hoja de Híjar se reconoce un proceso generalizado de regulación de vertientes, que dada su abundancia no se han representado en la cartografía. Estas vertientes presentan perfiles cóncavos que se engrosa hacia las partes inferiores de las mismas. Se han cartografiado como **coluviones** cuando alcanzan cierta potencia, enmascarando la litología terciaria subyacente.

Mención aparte merecen los depósitos de ladera diferenciados como **coluviones de terraza**. Están ligados a las vertientes de enlace entre las sucesiones de terrazas de los ríos Ebro y Martín, y su litología, por consiguiente, es idéntica a la de las mismas, lo que dificulta a menudo la diferenciación entre ambas.

Pueden interpretarse como coluviones antiguos (Pleistoceno superior) generados en un momento de inestabilidad neotectónica que habría provocado una acentuación de los procesos de movilización en vertiente.

3.2.2.2. *Formas fluviales*

Las principales morfologías de génesis fluvial en la hoja de Híjar están ligadas a los cauces principales, el río Ebro y sus afluentes por la margen derecha Martín y Aguas Vivas.

En ellos se han cartografiado una serie de depósitos correspondientes a **terrazas**. Un aspecto reseñable que condiciona factores tales como la litología y la ordenación sedimentaria de los depósitos fluviales es la procedencia extrazonal del río Ebro y de sus afluentes dentro del contexto morfodinámico local, y tanto su régimen hídrico como las características estructurales y texturales de sus sedimentos a lo largo del tiempo, son reflejo de condiciones morfodinámicas más húmedas que las el clima semiárido de la región permite.

La secuencia de terrazas del río Ebro tiene una buena correlación con las de los ríos Martín y Aguas vivas, aunque las de este último es bastante incompleta, preservándose los niveles inferiores. A partir de medidas altimétricas y datos topográficos pueden establecerse las siguientes sucesiones con sus cotas relativas dentro de la hoja de Híjar:

NIVEL	RÍO EBRO	RÍO MARTÍN	RÍO AGUAS VIVAS
			2-3 m
j	3-5 m	3-5 m	5 m
i	7-10 m	7-10 m	8-10 m
h	18-20 m	20 m	18-20 m
g	30-35 m	35 m	—
f	50-60 m	55-60 m	45-50 m
e	70-80 m	70-75 m	—
d	—	95-105 m	—
c	115-120 m	115-125 m	—
b	140-145 m	—	—

Hay que resaltar la existencia de dos subniveles en el río Aguas Vivas correspondientes al nivel j (más moderno) de los ríos Ebro y Martín. Los niveles del b al h se encuentran **colgados** sobre el cauce, mientras que los i y j corresponden a **terrazas encajadas**.

Como depósitos de génesis fluvial, a dichos niveles de terraza habría que añadir tanto los **fondos aluviales** de los ríos Martín y Aguas Vivas como las **barras** de gravas que ha depositado el río Ebro en la época subactual.

Asociado al nivel de terrazas j en el meandro situado al O de la central eléctrica de Menuza puede reconocerse un antiguo **meandro abandonado** del río Ebro, el cual se ha representado en la cartografía geomorfológica.

Otro proceso fluvial, frecuente sobre todo en la margen izquierda del Ebro, es la arroyada, que origina **barrancos de incisión lineal** que en ocasiones dan lugar a auténticas **cárcavas**. La desembocadura de algunos barrancos sobre los niveles de terraza inferiores de los ríos Ebro y Aguas Vivas da lugar a la formación de pequeños **conos de deyección**, los cuales en ocasiones llegan a coalescer.

Otras formas de génesis fluvial distinguidas en la cartografía son **las surgencias de piping** y **las pérdidas de drenaje**, relacionadas con los depósitos limo-arcillosos que constituyen los fondos de los vales donde se producen procesos de erosión acuosa subsuperficial.

3.2.2.3. *Formas poligénicas*

Se incluyen en este apartado aquellos depósitos en cuya génesis interviene más de un proceso formador.

Por su extensión superficial, los más importantes son los **glacis** de acumulación, de los cuales se han distinguido, por sus cotas relativas, tres niveles (**m**, **n**, y **o**) de edad Pleistocena y correlacionables a grandes rasgos con las terrazas de +70 m (**e**), +30-35 m (**g**) y +18-20 m (**h**). Todos ellos se labran sobre materiales blandos (arcillas, margas yesíferas) y, poseen pequeño espesor (2-3 m), presentándose el nivel más antiguo (**m**) bastante degradado.

También de importancia por sus efectos en el modelado de la región son las **vales** valles de fondo plano, con morfologías en artesa que por lo general no presentan concavidad de enlace evidente con las vertientes laterales. Son particularmente frecuentes en los terrenos margo-yesíferos del cuadrante suroccidental de la hoja. En la génesis de los depósitos de **fondo de vale** intervienen tanto aportes laterales de origen coluvial como longitudinales de origen fluvial, siendo también probablemente importantes los aportes de sedimentos finos de génesis eólica (ALBERTO GIMÉNEZ, et al., 1984). Por otra parte, al ser su litología favorable para el cultivo, presentan aterrazamientos antrópicos que tiene una gran importancia para su preservación, al controlar la dinámica erosiva de los procesos de incisión.

Se han cartografiado también una serie de **depósitos** de origen mixto **aluvial-coluvial**, los cuales constituyen morfologías muy planas entre fondos de vale o bien acumulaciones de pequeña potencia de materiales removilizados en las zonas inferiores de superficies estructurales.

3.2.2.4. *Formas kársticas*

En el sector suroccidental de la hoja se desarrollan una serie de depresiones cerradas de forma ovalada a subcircular.

Se trata de una serie de **dolinas de fondo plano** de diámetro mayor comprendido entre los 400 m y 1 km. y de diámetro menor comprendido entre los 200 y 600 m. La profundidad máxima que alcanza es del orden de 15 m (Hoya del Castillo). Su génesis esta en relación con la disolución por infiltración de las aguas meteóricas, del sustrato yesífero sobre el que se asientan.

En algún caso, y al encontrarse bajo depósitos de origen aluvial-coluvial y coluviones que enmascaran su morfología, se han cartografiado como **dolinas de karst cubierto**.

3.2.2.5. *Formas eólicas*

En el cuadrante suroriental de la hoja de Híjar se localiza un abundante número de depresiones.

Dos son los factores condicionantes de su génesis. Por una parte, la existencia de numerosos paleocanales de areniscas englobados en los sedimentos arcillosos de llanura de inundación correspondientes a las unidades de Ballobar y Torrente de Cinca. Por otra la actuación del viento como principal agente de vaciado erosivo de los sedimentos finos localizados entre los relieves positivos que originan los paleocanales.

Por lo general, el tamaño de estas **cubetas de deflacción eólica** es hectométrico, pudiendo alcanzar los 1.200 m. de diámetro máximo.

3.2.2.6. *Formas lacustres*

Las únicas formas lacustres existentes en la hoja corresponden a las **zonas endorreicas** y semiendorreicas que se desarrollan en los fondos tanto de las dolinas de fondo plano, de la zona suroccidental, como en las cubetas de deflación de la zona sudoriental.

Su funcionamiento, dada la árida climatología local, es esporádico, estando la mayor parte de las mismas secas durante casi todo el año.

3.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

En apartados anteriores se ha realizado una descripción detallada de las características litológicas y genéticas de las formaciones superficiales, así como del contexto morfoestructural y morfodinámico en que se sitúan. Por ello, solo nos queda añadir en este apartado la existencia, sobre las superficies estructurales de naturaleza calcárea, de un tapiz de depósitos de escaso espesor procedente tanto de la alteración del sustrato como de la antropización por cultivo de dichas superficies.

Estos materiales tienden a acumularse a favor de la pendiente estructural por lo que en el caso de superficies no horizontales la potencia de los mismos aumenta hacia las zonas bajas, pudiénd-

dose evaluar en decímetros. Donde el espesor del mismo lo ha hecho aconsejable, se ha cartografiado como depósitos de génesis poligénica (coluviones y depósitos aluvial-coluvial).

3.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA

En la hoja de Híjar la ausencia de depósitos terciarios posteriores al Mioceno inferior, hace difícil el establecimiento de la geomorfología precuaternaria.

Sin embargo, y por consideraciones regionales, puede señalarse que el comienzo de la evolución reciente se situaría hacia el tránsito Mioceno-Plioceno, con el cambio radial de las condiciones endorreicas existentes en la Cuenca del Ebro hacia un régimen exorreico tras la apertura por parte del río Ebro de un paso hacia el Mediterráneo a través de la Cordillera Costera Catalana.

Este cambio provocó el inicio del vaciado erosivo de la Depresión y debió estar acompañado de un levantamiento generalizado de la Cuenca del Ebro (RIBA et al., 1983). La resultante del mismo es la creación de relieves estructurales por modelado diferencial de las distintas litologías que constituyen el substrato de la zona. Hay que considerar los fenómenos de arroyada como los agentes principales de este modelado.

En la hoja de Híjar, los depósitos cuaternarios más antiguos observados corresponden a los niveles de terrazas asociados a los ríos Ebro y Martín. La atribución cronológica es un tanto imprecisa, si bien a la cota relativa en que se sitúan las más altas (hasta 140 m), induce a considerarlas como del Pleistoceno inferior.

De forma correlativa a la sedimentación de las mismas se generan sucesivos sistemas de glaciares de acumulación, de los que en la hoja de Híjar se preservan tres niveles distintos.

La alternancia de etapas de acumulación y encajamiento fluvial que forma estas secuencias de depósitos demuestra la alternancia de momentos climáticos fríos y húmedos con generación de depósitos de glaciares y terrazas con otros más cálidos y secos donde sería el encajamiento de la red fluvial el proceso dominante.

Durante el Holoceno se desarrollan las últimas acumulaciones de depósitos, representadas por las terrazas más recientes aluviales y rellenos de vale, conos de deyección, coluviones y depósitos mixtos aluvial-coluvial.

También se produce la sedimentación endorreica, a menudo con carácter salino, en los fondos de las lagunas estacionales existentes en el interior de las dolinas y cubetas de deflación eólica de la mitad sur de la hoja. Todos estos depósitos son más o menos coetáneos, prolongándose su desarrollo hasta la actualidad.

3.5. MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

En la actualidad, las condiciones climáticas semiáridas imperantes en el área hacen de la arroyada, tanto difusa como concentrada y de la incisión lineal y acarcavamientos, los procesos

morfogenéticos más activos, particularmente en los sectores con un mayor gradiente de pendiente. Como consecuencia, también es funcional la generación de morfologías acumulativas del tipo de conos de deyección y aluviales.

En laderas y vertientes con menores gradientes de pendiente siguen siendo funcionales los procesos de regularización y la generación de depósitos coluviales.

Cara al futuro, debe considerarse la acción antrópica como el factor principal de cambios potenciales en las condiciones morfodinámicas actuales. Las actuaciones humanas, sobre todo respecto al uso de recursos naturales como agua, suelo y vegetación puede modificar de forma rápida el delicado equilibrio entre los procesos de erosión y sedimentación.

4. HISTORIA GEOLÓGICA

La hoja de Híjar (30-18) se sitúa en el sector central-meridional de la Cuenca del Ebro. Esta cuenca funcionó desde el Paleoceno hasta el Mioceno superior como una cuenca de antepaís cuya evolución ha estado relacionada, principalmente, con la del orógeno pirenaico (PUIGDE-FABREGAS *et al.*, 1986), situado al Norte. También, aunque de forma más restringida, ha influido en su evolución y desarrollo la evolución de los otros dos orógenos que bordean la cuenca por el sur la Cordillera Ibérica y los Catalánides.

Durante las etapas iniciales del Terciario comienza la elevación de las cadenas colindantes a la actual Cuenca del Ebro. Anteriormente, el «macizo del Ebro» era un área elevada, sometida a erosión en ocasiones, que servía de área fuente a los surcos sedimentarios adyacentes; surcos que con posterioridad constituyeron las tres cadenas montañosas que bordean la Cuenca Terciaria del Ebro. Esta deformación incipiente fue progresando hacia el Oeste, de manera que es más antiguo su inicio en las zonas más orientales. Tal elevación se manifiesta por la presencia de facies continentales de límites diacrónicos extendidas por la mayor parte del territorio que bordeaba al «macizo del Ebro». En el surco ibérico constituyen las «Facies Garumnienses», así como en el surco pirenaico, donde también se conocen por el término formal de «Formación Tremp» (MEY *et al.*, 1968). En el surco catalánide es la Formación Mediona (citada como nivel por ROSELL *et al.*, 1966, y definida como formación por ANADON, 1978).

En el Terciario más oriental de la Cuenca del Ebro solamente hay representación de depósitos marinos durante el Eoceno, y tan sólo en la parte septentrional (Formación Orpí, de FERRER, 1971). Estos depósitos, así como sus equivalentes en el Pirineo, delimitan el área de extensión de las transgresiones generalizadas que tuvieron lugar en el Eoceno.

A partir del Eoceno superior (Priaboniense) se produce una regresión generalizada que elimina los últimos vestigios de sedimentación marina en el Pirineo y los Catalánides. Desde ese momento la Cuenca del Ebro se constituye, en su totalidad, como área de sedimentación continental en la que se desarrollan extensos sistemas de abanicos aluviales y redes fluviales distributivas desde los márgenes de la cuenca hacia sus sectores más centrales. En las zonas de orla de abanico y en sus partes más distales se sedimentaron importantes depósitos lacustres y evaporíticos en condiciones endorreicas.

La sedimentación de estos abanicos se produce de forma simultánea a la deformación de los orógenos que circundan la cuenca. Este hecho queda reflejado en las discordancias progresivas y angulares desarrolladas en los materiales conglomeráticos depositados en las zonas apicales de los abanicos de los bordes de la cuenca, donde se observa la progresiva migración de la deformación hacia el Oeste. Esta migración queda reflejada también en la posición de los depocentros lacustres durante el Oligoceno y Mioceno. Al final del Mioceno superior la cuenca pierde su carácter endorreico y se instaura una salida al Mar Mediterráneo a través de los Catalánides. A partir de este momento, la cuenca deja de ser un foco de sedimentación y comienza a convertirse en un área de erosión, situación que se continúa hasta nuestros días.

En las zonas próximas al área cartografiada (hojas de Albalate del Arzobispo y Alcañiz) el registro sedimentario más antiguo corresponde a los materiales eocenos de la Unidad Comprensiva de Valmuel (correspondientes a las facies Garumnienses). Su base se dispone discordante (con edad Paleoceno) sobre el Paleozoico de la escama cabalgante de Puigmoreno. Las facies predominantes aflorantes corresponden a un ambiente de margen de lago salino y se encuentran intensamente deformadas por la actividad del cabalgamiento.

Sobre el Eoceno yacen discordantes los sedimentos de edad Oligoceno superior, de manera que falta la parte más alta del Eoceno y la totalidad del Oligoceno inferior. Este hecho indica que la serie eocena fue deformada durante el Oligoceno inferior, quedando el área de Puigmoreno sometida a erosión hasta el Oligoceno superior. La deformación en esta zona ha continuado progresando, si bien de forma episódica, durante el resto del Oligoceno, como se refleja tanto en el adelgazamiento que experimentan en este sector las unidades oligocenas diferenciadas, como en la atenuación progresiva de la deformación hacia las unidades superiores, así como en el creciente carácter conglomerático y discordante de las unidades en las proximidades del Puigmoreno. La deformación se prolonga hasta entrado el Mioceno, ya que en la hoja de Híjar se encuentran también afectadas las unidades miocenas aflorantes.

Los sedimentos terciarios que afloran en la hoja de Híjar pertenecen, al Oligoceno superior (Chattense), y al Mioceno inferior (Ageniense-Aragonense). Los sedimentos oligocenos forman parte de dos unidades genético-sedimentarias: U. Mequinenza-Ballobar y U. Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca.

Las facies fluviales canalizadas que constituyen la base de la Unidad de Mequinenza-Ballobar, reflejan una reactivación de los sistemas aluviales en el borde ibérico, reactivación que guarda relación con la actividad de la estructura de Puigmoreno, así como otras estructuras del borde ibérico situadas al Sur del área cartografiada. Distalmente, en sentido NO, evolucionan mediante cambio lateral a facies menos energéticas y finalmente a áreas palustre-lacustres, que se desarrollan en la zona noreste de la Hoja de Híjar, y está representada por las calizas de Escatrón.

Con la sedimentación de la base de la Unidad de Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca, formada en la zona sur del área por paleocanales de ríos meandriformes con frecuentes bases microconglomeráticas y conglomeráticas, queda reflejado un nuevo episodio de reactivación de los sistemas aluviales procedentes de la Cordillera Ibérica en la parte terminal del Oligoceno. Estos depósitos muestran todavía los efectos deformativos de la estructura de Puigmoreno, aunque con una intensidad muy atenuada. Progresivamente hacia el NO evolucionan, asimismo, a facies lacustre-palustres, representadas en la hoja de Híjar, para las calizas de la Radihuella y las calizas y yesos de Tres Mojones.

Posteriormente, y ya durante el Mioceno se producen dos nuevas reactivaciones de los sistemas aluviales, con la sedimentación de las unidades Galocha-Ontiñena y Bujaraloz-Sariñena separadas por una expansión lacustre intermedia. Las facies conglomeráticas de ambas, se encuentran desplazadas hacia el oeste, respecto a las mismas facies de las unidades anteriores del Oligoceno, y probablemente se apoyan mediante discordancia sobre ellas, aunque este fenómeno no ha sido observado en la hoja de Hijar. La evolución de facies desde las detriticas de alta energía a las de centro de cuenca, en estas unidades, se produce muy bruscamente en el sentido O y NO, estando representadas dentro de la zona por los yesos de Azaila (de la unidad inferior) y por los yesos de Urrea de Gaen (de la unidad superior).

Desde este momento, y hasta los tiempos cuaternarios, no existe registro sedimentario en la hoja de Hijar (30-18). Por consideraciones regionales, puede indicarse que la sedimentación se prolongó a lo largo del Mioceno con el depósito de unidades de características similares, localizándose sus depocentros sedimentarios principalmente hacia el NO de la zona estudiada.

A partir del Aragoniense, el campo de esfuerzos regional corresponde a un régimen extensional que se prolonga hasta la actualidad (SIMÓN, 1989). En el tránsito Mioceno-Plioceno se produce un fuerte cambio en las condiciones de sedimentación de la cuenca. Tras la apertura de una salida del río Ebro al Mar Mediterráneo a través de los Catalánides, la Cuenca del Ebro se convierte en un área donde predominan los procesos de erosión sobre los de sedimentación. Desde este momento, y durante todo el Cuaternario, se produce una erosión generalizada de los materiales de la cuenca, con ocasionales períodos de sedimentación relacionados, seguramente, con cambios climáticos.

El intenso proceso de vaciado erosivo configura la morfología actual del área mediante un modelado de erosión diferencial. Las etapas en las que domina la sedimentación permiten la formación de sucesivos niveles de glacis y terrazas, asociados a los cauces fluviales principales.

Regionalmente hay constancia de una moderada actividad neotectónica en la cuenca, relacionada principalmente con el régimen distensivo y con los procesos asociados a la peculiar mecánica de los materiales evaporíticos presentes en diversos sectores de la cuenca. Sin embargo, en áreas adyacentes la actividad neotectónica presenta una importancia notable, como en el caso de los Catalánides, relacionada con la propagación hacia el Sur de las fosas y desgarres del Norte y Centro de Europa (SÁNCHEZ DE GALDEANO, 1990).

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5.1. RECURSOS MINERALES

5.1.1. Minerales metálicos y no metálicos

5.1.1.1. Aspectos generales e historia minera

En lo referente a minerales metálicos, no hay constancia de que existan indicios o explotaciones, antiguas ni actuales, de este tipo de sustancias en el ámbito de la hoja.

En cuanto a explotaciones de minerales no metálicos o industriales, se pueden considerar como tales, dos canteras de calizas (n.º 5 y 17), actualmente abandonadas, que debieron utilizarse para la fabricación de carburo cálcico en una fábrica existente en Sástago (Zaragoza). Son calizas de la unidad de Ballobar. También se puede incluir en este grupo una explotación de yesos (n.º 3) de la misma unidad, igualmente abandonada, que debió utilizarse para la obtención de yeso industrial por calcinación.

5.1.2. Minerales energéticos

No existen indicios ni explotaciones, antiguas o actuales, de minerales energéticos dentro de la hoja.

5.1.3. Rocas industriales

5.1.3.1. Aspectos generales e historia minera

De este tipo de sustancias se han señalado en el mapa 30 explotaciones, distribuidas de la siguiente manera:

- Alabastro: 25 explotaciones
- Arcilla y alabastro: 1 explotación
- Gravas: 4 explotaciones

Sólo se han reseñado las más significativas, pues son numerosos los puntos donde quedan indicios de explotación, especialmente de alabastro, de menor entidad, y otros que ya están integrados en el medio y son apenas irreconocibles.

El alabastro constituye sin duda la sustancia más explotada tradicionalmente, especialmente en el cuadrante NO de la hoja. De las 25 explotaciones inventariadas, tan sólo dos (n.º 6 y 14), muestran cierta actividad de extracción, aunque de manera intermitente. El resto están abandonadas o sufren extracciones muy esporádicas y de escasa cuantía.

En general se suelen explotar 1 ó 2 niveles, que distan entre sí menos de 7 m, siendo extraídos los bolos de alabastro mediante pala. Las canteras son a cielo abierto y en ladera, con frentes de gran longitud (incluso kilométricos) y escasa anchura (20-80 m), con gran movimiento de estéril. Muchas de las explotaciones están paradas por este motivo, al no poder profundizar los frentes debido al recubrimiento, que llega a rebasar los 20 m de potencia.

La explotación industrial del alabastro natural, con fines ornamentales o decorativos, consta de los siguientes procesos:

- a) En cantera:
Desmonte, extracción, clasificación, descascarillado o «pelado»
- b) En taller:
Aserrado, corte, torneado, tallado, lijado, barnizado y aplicaciones de ácido para colorear.

Minerales metálicos y no metálicos

Número	Coordinadas UTM (x, y)	Sustancia	Municipio (provincia)
3 (9)	X 714.740 Y 4578.500	Yeso	La Zaida (Zaragoza)
5	X 720.600 Y 4578.525	Caliza-Alabastro	Sástago (Zaragoza)
17	X: 730.490 Y:4575.250	Caliza	Escatrón (Zaragoza)

Minerales energéticos y rocas industriales

Número	Coordinadas UTM (x, y)	Sustancia	Municipio (provincia)
1	X 710.000 Y 4578.900	Alabastro	Azaila (Teruel)
2	X 708.850 Y 4578.490	Alabastro	Azaila (Teruel)
4	X 715.320 Y 4578.060	Alabastro	La Zaida (Zaragoza)
6	X 710.840 Y 4577.850	Alabastro	Azaila (Teruel)
7	X 711.975 Y 4577.490	Alabastro	La Zaida (Zaragoza)
8	X 712.690 Y 4577.210	Alabastro	Alcañiz (Teruel)
9 (10)	X 715.300 Y 4577.725	Alabastro	La Zaida (Zaragoza)
10 (12)	X 718.360 Y 4577.790	Arcilla y alabastro	Sástago (Zaragoza)
11	X 720.510 Y 4577.780	Alabastro	Sástago (Zaragoza)

Morfología y/o tipo	Mineralogía	Observaciones
Estratiforme	Yeso	Cantera abandonada de yesos alabastrinos, posiblemente utilizados para calcinación.
Estratiforme	Caliza y yeso	Cantera abandonada de caliza con niveles de alabastro margas y arcillas. La caliza se utilizó para la obtención de carburo cárlico en Sástago.
Estratiforme	Caliza	Canteras abandonadas de caliza de pequeñas dimensiones. Posiblemente se utilizaran para la fábrica de carburo de Sástago.

Morfología y/o tipo	Mineralogía	Observaciones
		Cantera sin actividad aparente de alabastro para uso ornamental.
		Representa un conjunto de frentes de explotación abandonados de alabastro con intercalaciones arcillosas para usos decorativos.
		Cantera abandonada de alabastro con intercalaciones arcillosas para usos decorativos.
		Explotación a cielo abierto en ladera de niveles de bolos de alabastro con intercalaciones arcillosas. Tiene una actividad intermitente y en las proximidades hay otros pequeños frentes. El alabastro lo venden para usos decorativos.
		Cantera sin actividad aparente de alabastro para usos decorativos.
		Cantera sin actividad aparente de alabastro para usos decorativos.
		Explotación en ladera abandonada de niveles de yeso alabastrino con arcillas y margas. El alabastro se utilizó para usos decorativos.
		Explotación abandonada donde inicialmente se extrajo arcilla para cerámica estructural y posteriormente se debieron extraer algunos bolos de alabastro que aparecieron a muro de las arcillas.
		Explotación en ladera, abandonada, de niveles de alabastro para usos decorativos.

Minerales energéticos y rocas industriales (continuación)

Número	Coordinadas UTM (x, y)	Sustancia	Municipio (provincia)
12	X 723.360 Y 4577.390	Alabastro	Sástago (Zaragoza)
13	X 709.410 Y 4576.000	Alabastro	Azaila (Teruel)
14	X 713.940 Y 4576.450	Alabastro	La Puebla de Híjar (Teruel)
15	X 717.810 Y 4576.720	Alabastro	Sástago (Zaragoza)
16	X 723.050 Y 4576.900	Alabastro	Sástago (Zaragoza)
18	X 719.510 Y 4574.700	Grava	Sástago (Zaragoza)
19	X 710.990 Y 4573.210	Alabastro	Azaila (Teruel)
20	X 711.460 X 4573.860	Alabastro	Azaila (Teruel)
21	X 711.995 Y 4573.990	Alabastro	Azaila (Teruel)
22	X 725.700 Y 4572.890	Grava	Escatrón (Zaragoza)
23 (23)	X 725.660 Y 4572.500	Grava	Escatrón (Zaragoza)

Morfología y/o tipo	Mineralogía	Observaciones
		Explotación en ladera, abandonada, de dos niveles de alabastro entre margas, arenas y calizas.
		Explotación abandonada de niveles de bolos de alabastro, con intercalaciones arcillosas, para usos decorativos. En esta zona hay otros frentes también abandonados.
		Explotación con actividad intermitente de niveles de alabastro entre arcillas y margas para uso decorativo. En los alrededores existen otros frentes de explotación.
		Explotación abandonada de niveles de alabastro entre arcillas rojizas para usos decorativos. En las proximidades hay otro frente de menores dimensiones también abandonado.
		Explotación abandonada de un nivel de alabastro de buena calidad, de colores blanco-verdoso y blanco-grisáceo, para usos decorativos. Hay otros dos frentes próximos también abandonados.
		Cantera sin actividad aparente, o muy escasa y esporádica, de material de terraza bastante heterogéneo y abundante matriz.
		Explotación abandonada de niveles de bolos de alabastro, con arcillas, para usos decorativos.
		Explotación abandonada de niveles alabastrinos blanco-grisáceos en bolos arriñonados, para usos decorativos. Hay otros frentes en los alrededores también abandonados.
		Explotación abandonada de bolos de alabastro arriñonados, con intercalaciones arcillosas, para usos decorativos. En las proximidades hay otra serie de frentes, también abandonados.
		Explotación sin actividad, o muy escasa e intermitente, de materiales de terraza, bastante heterogéneos y abundante matriz.
		Explotación abandonada de gravas de terraza de naturaleza calcárea y cuarcítica con matriz arcillosa. Se debieron utilizar como áridos naturales. En las proximidades hay otro pequeño frente, también abandonado.

Minerales energéticos y rocas industriales (continuación)

Número	Coordinadas UTM (x, y)	Sustancia	Municipio (provincia)
24	X 709.920 Y 4571.650	Alabastro	Azaila (Teruel)
25	X 714.025 Y 4570.700	Alabastro	La Puebla de Hijar (Teruel)
26	X 710.550 Y 4569.370	Alabastro	La Puebla de Hijar (Teruel)
27	X 713.560 Y 4569.690	Alabastro	Puebla de Hijar (Teruel)
28	X 713.460 Y 4569.160	Alabastro	Puebla de Hijar (Teruel)
29	X 714.620 Y 4569.270	Alabastro	La Puebla de Hijar (Teruel)
30	X 715.740 Y 4569.280	Alabastro	La Puebla de Hijar (Teruel)
31	X 719.750 Y 4568.000	Alabastro y yeso	Castelnou (Teruel)
32	X 711.575 Y 4561.310	Grava	Urrea de Gaén (Teruel)
33	X 711.500 Y 4560.690	Alabastro (Teruel)	Urrea de Gaén

Morfología y/o tipo	Mineralogía	Observaciones
		Explotación abandonada de alabastro para usos decorativos.
		Explotación abandonada de niveles de alabastro para usos decorativos. En las proximidades hay otros numerosos frentes, también abandonados.
		Explotación abandonada de niveles de bolos de alabastro, con arcillas, para usos decorativos. En las proximidades hay otro frente, también abandonado.
		Explotación abandonada de bolos de alabastros duros de color gris-blanquecino para usos decorativos. Al NE hay otro frente, también inactivo.
		Explotación abandonada de niveles de alabastro en bolos, con intercalaciones arcillosas, para usos decorativos. En las proximidades hay otro pequeño frente abandonado.
		Explotación abandonada de un nivel de bolos de alabastro blanco-grisáceo, para usos decorativos. Cerca hay otro frente más pequeño también abandonado.
		Explotaciones abandonadas de alabastro para usos decorativos. Se trata de dos frentes localizados en dos elevaciones próximas.
		Explotaciones abandonadas de yesos alabastrinos para usos decorativos. Posiblemente también en alguna de las explotaciones se extrajo yeso para calcinación.
		Explotación de gravas en una terraza.
		Explotaciones abandonadas de alabastro para usos decorativos.

En menor proporción los alabastros se emplean también para la fabricación de escayolas especiales, después de molienda y calcinación.

Con el alabastro se fabrican objetos decorativos de forma y tamaño muy variados, así como paneles de recubrimiento de luz natural o artificial. Su producción va disminuyendo, debido a los costes de extracción, la baja demanda y la sustitución por otros materiales. Una parte del alabastro elaborado es exportada a los países asiáticos, sobre todo figuras de polvo de alabastro moldeadas con resinas que admiten una más fácil coloración. Ocasionalmente también se exporta alabastro sin elaborar a Italia, directamente desde cantera.

Otras rocas industriales explotadas dentro de la hoja son las gravas. De estos materiales se han inventariado 4 exploraciones, la mayoría no tienen actividad constatada, aunque no se descartan extracciones intermitentes para su utilización como áridos naturales o material de préstamo.

Por último, se ha inventariado una explotación abandonada (n.º 10), donde inicialmente se beneficiaron arcillas para cerámica estructural y posteriormente se debieron extraer algunos bolos de alabastro que aparecieron a muro.

5.1.3.2. *Descripción de los materiales*

El alabastro es una variedad de yeso que suele presentarse formando «bolos o buñuelos», esféricoidales o arriñonados, de diámetro variable, generalmente menor de 1 m. Aparecen entre margas y/o arcillas, conformando en conjunto capas subhorizontales de 0,5 a 3 m de potencia. La calidad y cantidad de «bolos» varía lateral y verticalmente.

Estratigráficamente los niveles de alabastro que se benefician o han sido objeto de laboreo, se distribuyen dentro de las siguientes formaciones o tramos.

Por sus características físicas se pueden diferenciar los siguientes tipos de alabastro:

- Alabastro blanco de grano fino, translúcido.
- Alabastro blanco de grano fino a medio, con pequeñas vetas o manchas de tonos rosáceos, translúcido.
- Alabastro blanco con pequeños nódulos milimétricos de cuarzo,
- Alabastro blanco opaco.
- Alabastro sacaroideo.

El resto de los materiales explotados dentro de la hoja se han inventariado como gravas, si bien se trata de materiales de terrazas antiguas, de naturaleza muy heterogénea, con predominio de cantos de caliza y arenisca, mal clasificados y con abundante matriz limo-arcillosa. Este material se podría clasificar también como zahorra, y como tal se ha debido usar, ya que no hay vestigios de plantas de clasificación o machaqueo en las explotaciones.

5.2. HIDROGEOLOGÍA

5.2.1. Climatología-hidrogeología

El Instituto Nacional de Meteorología controla un total de ocho estaciones en el ámbito de la Hoja:

CÓDIGO ESTACIÓN	DENOMINACIÓN	PROVINCIA	TIPO
9521	Azaila	Teruel	P
9522	Sástago (Central eléctrica)	Zaragoza	P
9522E	Sástago (GERTUSA)	Zaragoza	TP
9523	Escatrón	Zaragoza	TE
9546	Híjar	Teruel	P
9547	La Puebla de Híjar	Teruel	TP
9548	Jatiel	Teruel	P
9548I	Castelnou (El Bochar)	Teruel	P

TIPO: P = Pluviométrica.

TP = Termopluviométrica.

TE = Termopluviométrica, evaporímetro.

Salvo la estación 9548I, todas las restantes llevan controlándose durante más de 40 años de manera casi continua. A continuación se exponen los datos elaborados por la C.H. del Ebro, para las estaciones más representativas, de las precipitaciones y temperaturas medias para el periodo 1940-1984.

Estación 9523. Precipitaciones medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	36,6	29,0	27,8	22,5	19,3	27,4	28,8	47,9	31,4	22,5	26,9	34,9	355,1

Estación 9546. Precipitaciones medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	36,6	31,2	30,0	17,9	18,4	26,2	28,2	44,7	30,3	20,0	24,5	34,2	342,2

Estación 9523. Temperaturas medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	16,2	10,2	6,7	6,0	8,0	11,2	14,3	18,1	22,7	26,0	25,4	22,1	15,6

Estación 9546. Temperaturas medias mensuales

MES	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
MEDIA	15,1	9,3	5,8	5,2	7,0	10,1	13,2	17,0	21,5	24,7	24,1	20,8	14,5

Se puede observar como la época más lluviosa corresponde fundamentalmente a la primavera, mientras que las precipitaciones mínimas se producen en invierno, con mínimos en enero y febrero. La precipitación total media es muy baja, del orden de 350 mm.

Las temperaturas muestran la distribución típica de valores máximos en la temporada estival (máximo en julio) y mínimos en diciembre y enero, con una diferencia entre ambas de 20°C. La temperatura media oscila entre 14,5 y 15,5 °C.

En cuanto a la zona climática a la que pertenece, se ha seguido la clasificación agroclimática de Papadakis que considera como características fundamentales del clima el régimen térmico y el régimen de humedad, traduciéndolos al tipo de cultivo que puede vegetar en estas condiciones.

De este modo, la Hoja de Híjar presenta un tipo de clima mediterráneo continental, con invierno avena cálido y verano algodón menos cálido. El régimen de humedad corresponde al mediterráneo seco.

La red hidrográfica principal está formada por el río Ebro y sus afluentes Martín y Aguasvivas. El Ebro atravesía la parte septentrional de la Hoja en sentido O-E, con un recorrido marcadamente meandriforme. Los ríos Martín y Aguasvivas se sitúan en los dos tercios occidentales de la Hoja, circulando en sentido SO-NE. Además de estos ríos de carácter permanente existen una serie de barrancos de funcionamiento esporádico, así como un denso entramado de acequias asociado a los ríos principales.

La Confederación Hidrográfica del Ebro dispone de dos estaciones de aforo, una en el río Ebro a su paso por Sástago (código 112), y otra en el Martín a la altura de Híjar (14). En estos puntos, además de los caudales circulantes, se controla la calidad del río mensualmente.

El Índice de Calidad General medio registrado en la estación 14 para el año hidrológico 1989-1990 fue de 65.7. Teniendo en cuenta que 100 supone una calidad óptima y 60 supone el límite de lo admisible, se puede considerar que las aguas del río Martín están bastante deterioradas. Su aspecto presenta con frecuencia síntomas de contaminación y color. Se trata de aguas sulfatadas cálcicas de elevada mineralización.

En la estación 112 (Ebro en Sástago) el ICG medio para ese periodo ha sido de 58.5, y su apariencia habitual es de agua contaminada; incluso a final del estiaje estas características se acentúan y el agua muestra fermentaciones y olores.

Una característica singular que se extiende también en buena parte de la zona central de la depresión del Ebro son las formas endorreicas que se localizan sobre todo en la zona meridional de la Hoja. Se trata de lagunas estacionales, denominadas como balsas, de origen kárstico y/o eólico, y frecuentemente acondicionadas antropicamente para recoger el máximo de la escorrentía.

Su génesis viene condicionada por dos factores principales:

- Las formas kársticas son una serie de depresiones cerradas de forma ovalada que se desarrollan en el sector suroccidental de la Hoja. Se trata de dolinas de fondo plano cuya génesis está en relación con la disolución por infiltración de las aguas meteóricas de sustrato yesífero sobre el que se asientan. En algún caso se sitúan sobre depósitos cuaternarios, pero situados sobre el terciario evaporítico, en lo que se ha denominado karst cubierto. La más profunda de estas es la Hoya del Castillo que alcanza del orden de 15 m.
- Las definidas como formas eólicas vienen condicionadas por la combinación de la existencia de numerosos paleocanales de arenisca que junto a la acción del viento que vacía los sedimentos finos localizados entre los relieves positivos que originan estos canales, independizan cubetas de deflación eólica.

A estos factores habría que añadir la existencia de un sustrato impermeable que impide la infiltración y la horizontalidad de los depósitos terciarios que favorece el estancamiento de las aguas.

5.2.2. Inventario y usos del agua

El inventario total registrado en la Hoja consta de 7 puntos, cuya distribución por octantes figura en la siguiente tabla:

Octante		N.º de puntos		Total
	Manantiales	Pozos	Sondeos	
1		1		1
2			1	1
3				
4				
5	1		2	3
6	1			1
7	1			1
8				
Total	3	1	3	7

La práctica inexistencia de recursos de agua subterránea unido a la disponibilidad de aguas superficiales son los factores más influyentes en el limitado aprovechamiento de estas aguas subterráneas.

Los sondeos inventariados han resultado improductivos. El pozo registrado, así como otros de similares características situados en la zona, se sitúan sobre los materiales cuaternarios que presentan mayor permeabilidad, además de que sus recursos pueden ser más elevados debido a la recarga inducida por los retornos de regadío y la infiltración de los cursos superficiales.

Los manantiales aparecen también en relación a estos niveles superficiales y suelen tratarse de surgencias situadas en el contacto de éstos con el sustrato terciario prácticamente impermeable.

Por estas razones se puede considerar que las demandas de agua, tanto para abastecimiento como regadío, son satisfechas a partir de aguas superficiales.

5.2.3. Caracterización hidrogeológica

Materiales terciarios

La Hoja de Híjar está constituida en su mayor parte por sedimentos terciarios, distribuidos en dos dominios distintos. La mitad oriental es de carácter fundamentalmente detritico, mientras en la mitad occidental se alternan yesos, margas, arcillas, calizas y areniscas.

Estas formaciones terciarias no tienen mucha importancia desde el punto de vista hidrogeológico debido a la baja permeabilidad. Los niveles yesíferos que en superficie han sufrido procesos de karstificación, es previsible que se presenten inalterados en profundidad. Los niveles areniscosos y conglomerados están generalmente bien cementados y las calizas, además de su reducido espesor, no presentan altos índices de fisuración que favorezcan la circulación de agua.

El funcionamiento hidrogeológico de los materiales terciarios de la cuenca del Ebro se suele asimilar a un conjunto de baja permeabilidad. La alternancia de horizontes de cierta permeabilidad con capas prácticamente impermeables implica una marcada anisotropía en la vertical. El nivel piezométrico se sitúa próximo a la superficie topográfica y adaptado a la misma.

Depósitos cuaternarios

Consisten en los distintos niveles de terrazas de los ríos Ebro, Martín y Aguasvivas, fondos de valle «vales», coluviones, glacis, etc. Los más importantes, en cuanto a extensión y recursos que pueden albergar, son los depósitos fluviales.

Se han reconocido 8 niveles de terrazas asociadas al río Ebro, que también están representadas, aunque de manera incompleta en sus afluentes Martín y Aguasvivas. Tienen espesores entre 1 y 8 m, y sólo las dos inferiores están conectadas entre sí y con el río. Asimismo estos niveles están sin cementar, y por tanto serán los de mejores características para su

explotación de recursos subterráneos. Su fuente principal de recarga la constituyen los retornos de regadío.

Los niveles superiores desarrollan un fuerte encostramiento y están colgados, por lo que la recarga que puedan experimentar por infiltración a partir de la superficie se desaguará de manera rápida a través de las surgencias que salen en el contacto con los niveles terciarios.

Otro depósito importante lo constituyen los glacis que afloran de forma extensa entre Azaila e Hijar y al este de Samper de Calanda. No obstante, su reducido espesor limita mucho sus posibilidades como embalse subterráneo.

No se dispone de datos analíticos sobre las aguas subterráneas, aunque según se ha observado en zonas cercanas, es previsible que muestren una alta mineralización.

5.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES

En la hoja de Hijar pueden diferenciarse, atendiendo a los aspectos litológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos de los materiales que la constituyen, dos áreas de comportamiento geotécnico diferente. Estas a su vez se han subdividido en zonas que engloban distintas unidades cartográficas del mapa geológico.

En el cuadro resumen se han diferenciado las características geotécnicas más importantes de los materiales de la hoja.

AREA I: comprende los depósitos terciarios con predominio de facies arenosas y margoso carbonatadas que no constituyen relieves de importancia.

Dentro de este área podemos distinguir las siguientes zonas:

Zona I₁: a ella pertenecen las unidades cartográficas (2), (3), (6), (7), (9), (12), (13), (19) y (20).

Está constituida por arcillas con paleocanales de areniscas, en ocasiones amalgamados y algunos niveles de caliza.

Es una zona compuesta por capas y bancos subhorizontales, de pendientes suaves. Esta disposición facilita el ripado, sobre todo en los tramos lutíticos y de estos con niveles de areniscas poco potentes, en los niveles de canales amalgamados la ripabilidad es baja.

El drenaje tanto superficial como profundo es deficiente debido a la impermeabilidad de los tramos arcillosos.

La estabilidad en desmontes es deficiente, sobre todo por desprendimiento de bloques, debido a la erosión diferencial sobre los bancos más blandos.

Zona I₂: a ella pertenecen las unidades cartográficas: (4), (8), (10), (14), (15) (16) (17) y (21).

Está constituida por calizas con intercalaciones de margas, arcillas, y yesos en capas de hasta 1 m de potencia. Disposición subhorizontal.

No presenta problemas de ripabilidad, por la escasa potencia de los niveles carbonatados.

Posee mal drenaje profundo, debido a la impermeabilidad de las margas y arcillas con riesgo de encarcamiento en zonas con topografía suave. Capacidad de carga moderada pudiendo aparecer en cimentaciones asientos diferenciales. La presencia de yeso puede aumentar la agresividad a los hormigones.

Zona I₃: a ella pertenecen las unidades cartográficas: (1), (5), (11) y (18).

Está constituida por conglomerados y areniscas en bancos de 5 m de potencia media, con intercalaciones arcillosas.

Esta unidad se comporta como no ripable, sobre todo en las zonas en que los tramos conglomeráticos presentan una cimentación elevada.

Posee mal drenaje profundo, debido a la impermeabilidad de los niveles arcillosos. La capacidad de carga es elevada.

La alternancia de tramos coherentes e incoherentes, puede ocasionar el desprendimiento de bloques, de los tramos resistentes, por la socavación de los incoherentes.

ZONA II: comprende los depósitos cuaternarios, formados por gravas, arenas, limos y arcillas, generalmente.

Se han distinguido las siguientes zonas:

Zona II₁: está formada por las unidades cartográficas: (22), (23), (24), (26), (27), (29), (31), (35) y (36).

Está constituida por bloques y cantos redondeados de rocas metamórficas y carbonatadas y arenas.

Presentan morfología de Terrazas.

Esta formación es perfectamente ripable y estos materiales son aptos para la obtención de gravas y préstamos.

Los taludes se mantienen prácticamente verticales.

En general son materiales permeables, donde el drenaje se efectúa por filtración.

Zona II₂: está formada por las unidades cartográficas: (32), (34), (33) y (38).

Está constituida por cantos y gravas en matriz limo-arcillosa.

Estos materiales presentan la estructura típica tipo coluvión.

Los taludes que presentan, en general, son bastante inestables por su fácil erosionabilidad.

La ripabilidad es alta, mientras que la permeabilidad es muy baja y puede presentar problemas de aterramientos locales.

Zona II₃: está formada por las unidades cartográfica: (37).

Está constituida por limos, arcillas, arenas y gravas.

Estos depósitos rellenan cauces fluviales y son, por lo general, poco potentes.

La ripabilidad de estos depósitos es alta y la permeabilidad del conjunto es de media a alta y no presenta problemas de drenaje. Los taludes naturales son por lo general bajos.

Zona II₄: está formada por la unidad cartográfica: (39).

Está constituida por arcillas y limos con sales. Corresponden a fondos de origen endorreico, en disposición horizontal.

Representan zonas inundables, debido a su baja permeabilidad y más drenaje superficial.

Puede presentar problemas de asientos y de agresividad en los hormigones por la presencia de yesos.

Zona II₅: está formada por las unidades cartográficas: (25), (28) y (30).

Está constituida por gravas y cantos con matriz limo-arcillosa.

Presentan la estructura típica tipo glacis con pendientes de 5 a 10°.

Los taludes son bastante inestables por su fácil erosionabilidad.

La ripabilidad es alta, mientras que la permeabilidad es muy baja, con problemas de aterramientos locales, por la naturaleza incoherente de los materiales que la forman.

Cuadro resumen de las características geotécnicas de los materiales de la hoja de Hijar

Área	Zonas	Unidades cartográficas	Litología
I	I ₁	(2), (3), (6), (7), (9), (12), (13), (19) y (20)	Arcillas con paleocanales de areniscas.
	I ₂	(4), (8), (10), (14) (15) (16), (17) y (21)	Calizas con intercalaciones de margas.
	I ₃	(1), (5), (11) y (18)	Conglomerados y areniscas con intercalaciones arcillosas.
II	II ₁	(22), (23), (24), (26), (27), (29), (31), (35) y (36)	Bloques y cantos redondeados y arenas.
	II ₂	(32), (33), (34) y (38)	Cantos y gravas en matriz limo-arcillosa.
	II ₃	(37)	Limos, arcillas, arenas y gravas.
	II ₄	(39)	Arcillas y limos.
	II ₅	(25), (28) y (30)	Gravas y cantos con matriz limo-arcillosa.

6. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

La hoja de Hijar se sitúa en el sector central de la Cuenca del Ebro.

Orográficamente se caracteriza por su relieve irregular por el encajamiento de los ríos Ebro y Martín. La litología presentada pertenece a unos materiales de edad terciaria formados por alternancia de materiales detrítico-dominantes en la mitad meridional de la hoja, y arcillosos y carbonatados en el sector septentrional. Además de diversos depósitos de edad cuaternaria. La estructura sedimentaria es sencilla estando los materiales en disposición subhorizontal.

Teniendo en cuenta estas características generales de la hoja, además de un conocimiento más amplio de la geología de la hoja por parte de los técnicos que han participado en su elaboración, se ha establecido una selección de posibles P.I.G., siempre usando un método directo de subjetividad aceptado por todos (CLAVER *et al.*, 1984).

Resultado de esta selección se ha obtenido un PIG, con un interés variado didáctico, cuya utilización principal es de tipo científico y divulgativo en un ámbito local o regional.

Estructura	Características geotécnicas
Capas subhorizontales.	Formación fácilmente ripable a excepción de los bancos potentes de canales amalgamados. Drenaje superficial y profundo deficiente. Estabilidad en desmontes deficiente.
Disposición subhorizontal.	Materiales de ripabilidad elevada. Deficiente drenaje tanto en profundidad como superficial.
Capas subhorizontales.	Formación no ripable. Posee mal drenaje profundo y capacidad de carga elevada.
Morfología de terrazas.	Formación ripable. Materiales aptos para la obtención de gravas y préstamos. Admite taludes prácticamente verticales. Elevada permeabilidad.
Coluviones.	Taludes inestables. Ripabilidad elevada. Permeabilidad muy baja.
Relleno de cauces poco potentes.	Ripabilidad elevada. Permeabilidad de media a alta. No presenta problemas de drenaje. Los taludes naturales son por lo general bajos.
Zonas endorreicas.	Zona inundable y con mal drenaje superficial. Puede presentar problemas de asientos y de agresividad a los hormigones.
Morfología de glacis con pendientes de 5-10°.	Taludes inestables. Ripabilidad elevada. Permeabilidad muy baja.

PIG: Acropolis Ibérica: edificaciones íberas utilizadas posteriormente por los romanos. En las proximidades de las edificaciones se encuentran abundantes fragmentos de sílex rojo trabajos para su uso como herramientas. En los alrededores este material constituye un nivel guía asociado a los yesos alabastrinos.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGUSTÍ, J., ANADÓN, P., ARBIOL, S. Y CABRERA, L. (1983-84): «Biozonación mediante Roedores (Mammalia) del tránsito Oligoceno-Mioceno en el sector sureste de la Cuenca del Ebro». *Paleontología i Evolució*, n.º XVIII, pp. 131-149.

AGUSTÍ, J., ANADÓN, P., ARBIOL, S., CABRERA, L. Colombo, F. y Sáez, A. (1987): «Biostratigraphical characteristics of the Oligocene sequences of North-Eastern Spain (Ebro and Campins Basins)». *Münchener Geowiss, Abh, (A)*, 10, 35-42, 2 figs.

- AGUSTÍ, J., ANADON, P., ARBIOL, S. Y CABRERA, L. (1988): «A Late Oligocene-Early Miocene rodent biozonation from the SE Ebro Basin (NE Spain). A potential mammal stage stratotype». *Newsl. Stratigr.*, 18 (2) pp. 81-97, 5 fig. Berlin-Stuttgart.
- ALBERTO, F., GUTIÉRREZ, M.; IBÁÑEZ, M. J., MACHÍN, J., PEÑA, J. L., Pocovi, A. y RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1984): «El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes». Univ. de Zaragoza. Estación Experimental de Aula Dei. Zaragoza, 217, pp. 2 mapas.
- ANADON, P. (1978): «El Paleógeno continental anterior a la transgresión Biarrizienense (Eoceno medio) entre los ríos Gaiá y Ripoll (provs. de Tarragona y Barcelona)». *Est. Geol.*, vol. 34, pp. 341-440.
- ANADON, P., COLOMBO, F., ESTEBAN, M., MARZO, M., ROBLES, S., SANTANACH, P. y SOLE SUGRAÑES, L. (1979): «Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides». *Acta Geol. Hispánica*, 14: 242-270.
- ANADON, P., CABRERA, L., COLOMBO, F., MARZO, M. y RIBA, O. (1986a): «Syntectonic intradefor-mational unconformities in alluvial fan deposits. Eastern Ebro Basin margins (NE Spain)». En Ph. Allen and P. Homewood (eds.). *Foreland basins. Spec. Publ. I.A.S.*, 8: 33-45.
- ANADON, P., CABRERA, L., GUIMERA, J., y SANTANACH, P. (1986b): «Paleogene strike-slip deformation and sedimentation along the Southeastern margin of the Ebro basin». *The Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, spec. publ.* 37, pp. 303-318. Tulsa.
- ANADON, P., VIANEY-LIAUD, M., CABRERA, L. y HARTENBERGER, J. L. (1987): «Gisements à vertébrés du Paléogène de la zone orientale du bassin de l'Ebre et leur apport à la stratigraphie». *Paleontología i Evolució*, T. 21, pp. 117-131.
- ANADON, P., CABRERA, L., COLLDEFORNS, B. y SÁEZ, A. (1989): «Los Sistemas Lacustres del Eoceno Superior y Oligoceno del sector oriental de la Cuenca del Ebro». *Acta geológica Hispánica*, vol. 24, n.º 314., pp. 205-230.
- ARLEGUI, L. (1992): «Métodos de investigación aplicables a diaclasas. Ejemplos de Los Monegros, Cuenca del Ebro». III. Congr. Geol. España. Salamanca. Actas t.1, pp. 259-263.
- CABRERA, L. (1983): «Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligo-Mioceno del SE de la Cuenca del Ebro». Tesis doctoral, Univ. Barcelona. 443 pp.
- CABRERA, L., COLOMBO, F. y ROBLES, S. (1985): «Sedimentation and tectonics interrelationships in the Paleogene marginal alluvial system of the S.E. Ebro Basin. Transition from alluvial to shallow lacustrine environments». 6th European Regional Meeting Excursion guidebook, Lleida, 1985. M. D. MILA y J. ROSELL eds. Excursion n.º 10. pp. 393-492.
- CABRERA, L. y COLOMBO, F. (1986): «Las secuencias de abanicos aluviales paleógenos del Montsant y su tránsito a sucesiones lacustres someras (sistemas de Scala Dei y de Los Monegros, sector SE de la Cuenca del Ebro)». XI Congreso Español de Sedimentología, Barcelona. Guía de las Excursiones.

- CASAS, A. y BENITO G. (1988): «Deformaciones cuaternarias debidas a procesos diapíricos en la Depresión del Ebro (prov. de Zaragoza, Navarra y La Rioja)». II Congreso Geol. de España, Granada. *Comunicaciones*, vol. 1, pp. 375-378.
- CASAS, A. M. (1988): «El estado de esfuerzos durante el Terciario en la Depresión de Arnedo (La Rioja)». *Acta Geol. Hisp.*, 23 (3), pp. 223-231.
- CLAVER, I., ANGULO, M., ARAMBURU, M. P., AYUSO, E., BLANCO, A., CALATAYUD, T., CEÑAL, M. A., CIFUNTES, P., ESCRIBANO, R., FRANCES, E., GLARIA, G., GONZÁLEZ, S., LACOMA, E., MUÑOZ, C., ORTEGA, C., OTERO, S., RAMO, A. y SAIZ DE OMENALA, M. G. (1984): «Guías para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología». *Manuales CEOTMA*, n.º 3, MOPU. Madrid, 572 p.
- COLOMBO, F. (1980): «Estratigrafía y sedimentología del Terciario inferior continental de los Catalánides». Tesis doc. Univ. de Barcelona. 608 pp. Inédito.
- COLOMBO, F. (1986): «Estratigrafía y Sedimentología del Paleógeno continental del borde meridional occidental de los Catalánides (Provincia de Tarragona, España)». *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 10, pp. 55-115. Madrid.
- COLOMBO, F., y VERGES, J. (1991): «Discordancias progresivas en el margen SE de la Cuenca del Ebro: implicaciones sedimentarias y tectónicas. Serra de la Llena (Tarragona)». I. Congreso Grupo Español del Terciario. Vic. 1991. *Comunicaciones*, pp. 84-90.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1964): «Les Mammifères fossiles dans la stratigraphie du Paléogène continental du Basin de l'Ebre (Espagne)». Coll. Sur le Paléogène (Bordeaux, 1969). Mem. Bur. Rech. Geol. Min., 28.
- CRUSAFONT, M., RIBA, O. y VILLENA, J. (1966): «Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (Río Formiga; provincia de Huesca) y sus consecuencias geológicas». *Notas y Comuns. IGME*, n.º 83, pp. 7-14.
- CRUSAFONT, M. y PONS, J. M. (1969): «Nuevos datos sobre el Aquitaniense del Norte de la provincia de Huesca». *Acta Geológica Hispánica*, 4(5), pp. 124-125.
- CUENCA, G., DAAMS, R., FREUDENTHAL, M., GABALDÓN, V.; LACOMBA, J. L., LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., SACRISTÁN, M. A. y VEGA, C. (1983): «La sucesión de micromamíferos en el Mioceno inferior de España. El proyecto "Ramblense"». Publ. del Dep. de Paleontología de la Univ. Compl. de Madrid, pp. 7-12.
- CUENCA, G., AZANZA, B., CANUDO, J. I. y FUERTES, V. (1989): «Los micromamíferos del Mioceno inferior de Peñalba (Huesca). Implicaciones bioestratigráficas». *Geogaceta*, n.º 6, pp. 75-77.
- CUENCA, G. (1991 a): «Nuevos datos bioestratigráficos del sector oriental de la Cuenca del Ebro». I Congreso del grupo Español del Terciario, CONGET'91. VIC. pp. 97-100.
- CUENCA, G. (1991 b): «Nuevos datos bioestratigráficos del Mioceno del sector central de la Cuenca del Ebro». I Congreso del grupo Español del Terciario CONGET'91. VIC, pp. 101-104.

- DAAMS, R. y VAN DER MEULEN, A. J. (1983): «Paleoecological interpretation of micromammal faunal successions in the Upper Oligocene and Miocene of Spain». Mediterranean Neogene continental paleoenvironments and paleoclimatic evolution. RCMNS. Interrim. Colloquium, Montpellier.
- DANTIN, J. (1942): «Distribución y extensión del endorreismo aragonés». *Est. Geogr.*, 3, 505-595. Madrid.
- DEAN, W. E. y FOUCHE, T. D. (1983): «*Lacustrine*». *Carbonate depositional environments*. Scholle, P. A., Bebout, D. G. y Moore, C. M. editores. AAPG. Tulsa, pp. 97-131.
- DÍAZ, M., ANADÓN, P. y DABRIO, C. J.: *Ciclo de seminarios de sedimentología*. Vol. 1. IGME, pp. 194.
- ELIAS CASTILLO, F. y RUIZ BELTRÁN, L. (1973): *Clasificación agroclimática de España*. Servicio Meteorológico Nacional.
- ENADIMSA (1975-1976): *Área lignítifera y uranífera de Mequinenza*. III volúmenes. Inédito.
- FERRER (1971): «El Paleoceno y el Eoceno del borde sur-oriental de la Depresión del Ebro (Cataluña)». *Mem. Suiss. Paleontol.*, 90: 70 p. Basilea.
- FOUCHE, T. D. y DEAN, W. E. (1982): «*Lacustrine Environments*». *Sandstone depositional environments*, Scholle, P. A. y Spearing, D. editores. AAPG. Tulsa, pp. 49-86.
- GALLART GALLEGOS, F. (1977): «Los glaciares: problemas de nomenclatura, clasificación y génesis» (Estudio Bibliográfico). *Acta Geológica Hispánica*, T. XII, M 1/3, pp. 12-17.
- GRACIA PRIETO, J., GUTIÉRREZ ELORZA, M. y SANCHO MARCÉN, C. (1985): «Las etapas terminales del Neógeno-Cuaternario de la Depresión del Ebro en la Plana Negra (provs. de Zaragoza y Navarra). Consideraciones morfogenéticas». Actas de la I Reunión do Quaternario Iberico. Lisboa pp. 367-379.
- GRACIA PRIETO, J. F. y SIMÓN GÓMEZ, J. L. (1986): «El campo de fallas miocenas de la Bárdena Negra (provs. de Navarra y Zaragoza)». *Boletín Geológico y Minero*, T. XCVII-VI, pp. 693-703.
- GUIMERÀ, J. (1984): «Paleogene evolution of deformation in the Northeastern Iberian Peninsula». *Geol. Mag.*, 121 (5), pp. 413-420.
- GUIMERÀ, J. y ÁLVARO, M. (1990): «Structure et évolution de la compression alpine dans la Chaîne ibérique et la Chaîne côtière catalane (Espagne)». *Bull. Soc. Géol. France*, 1990, n.º 2, pp. 339-348.
- GUTIÉRREZ, M. e IBÁÑEZ, M. J. (1979): «Las "gnammas" de la región de Alcañiz». *Estudios Geológicos*, vol. 35, pp. 193-198. Madrid.

- GUTIÉRREZ, M., MELÉNDEZ, A. y SORIANO, A. (1982): «Las series terminales neógenas en el sector centromeridional de la Depresión del Ebro y su relación con la morfogénesis». *Boletín Geológico y Minero*, T. XCIII-VI, pp. 465-469.
- GUTIÉRREZ, M., SIMÓN, J. L. y SORIANO, A.. (1986): «Algunos aspectos de la tectónica neógeno y cuaternaria en el sector central de la Depresión del Ebro». *Boletín Geológico y Minero*, T. XCVIII-I, pp. 9-21.
- GUTIÉRREZ, M., RODRÍGUEZ, J. y BENITO, G. (1988): «Piping in badlands areas of the middle Ebro Basin». *Catena Supplement*, 13, 49-60.
- HIRST, J. P. P. (1983): «Oligo-Miocene Alluvial Systems in the Northern Ebro Basin, Huesca Province, Spain». Tesis Doctoral. Univ. Cambridge, 247 pp.
- HIRST, J. P. P. y NICHOLS, G. J. (1986): «Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees». *Spec. Publs. Int. Ass. Sediment*, 8, pp.247-258.
- IAS (1978): «Modern and Ancient Lake Sediments». Special publication, n.º 2. Matter, A. y Tucker, M. E. editores. Blackwell Scientific Publications.
- IAS (1988): «Lacustrine facies models in rift systems and related natural resources». Abstracts. Inst. de geología «Jaume Almera». CSIC, Barcelona.
- IBÁÑEZ, M. J. (1973): «Contribución al estudio del endorreísmo de la Depresión del Ebro. El foco endorreico al W y SW. de Alcañiz (Teruel)». *Geographica*, 2.ª época, año XV, n.º 1, pp. 21-33. Madrid.
- IBÁÑEZ, M. J. (1975): «El endorreísmo del sector central de la Depresión del Ebro». *Cuad. Inv. Geogr.*, T. I, pp. 35-48.
- IBÁÑEZ, M. J. (1976): *El piedemonte ibérico bajo-aragonés. Estudio geomorfológico*. CSIC, Madrid, 523 p.
- IBÁÑEZ, M. J. y MENSUA, S. (1976): «Contribución al estudio de vertiente en condiciones semiáridas. Tipos de vertientes sobre yesos en el valle del Ebro». *Bol. R. Soc. Geográfica*, T. CXII, pp. 381-394. Madrid.
- IBÁÑEZ, M. J. y MENSUA, S. (1977): «Los valles asimétricos de la orilla derecha del Ebro». II Reunión Nac. del Grupo Español de Trab. del Cuaternario. *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario*, 6, pp. 113-122.
- ITGE (1977): *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Hoja n.º 494 (Calanda)*. Serv. Publ. Minist. Ind. y Energía Madrid. 35 pp.
- ITGE (1977): *Mapa Geológico de España. E. 1: 50.000. Hoja nº 495 (Castelserás)*. Serv. Publ. Minist. Ind. y Energía Madrid. 16 pp.

ITGE (1981): *Mapa Geológico de España. E. 1:200.000. Hoja nº 41 (Tortosa)*. Serv. Publ. Minist. Ind. y Energía Madrid. 45 pp.

ITGE (1981): *Mapa Geológico de España. E. 1:50.000. Hoja nº 468 (Albalate del Arzobispo)*. Serv. Publ. Minist. Ind. y Energía Madrid. 23 pp.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., AGUSTÍ, J., CABRERA, L., CALVO, J. P., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DAAMS, R., DÍAZ, M., ELIZAGA, E., ROBLES, F., SANTISTEBAN, C. y TORRES, T. (1987): «Approach to the Spanish continental Neogene synthesis and palaeoclimatic interpretation». *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* vol. LXX, pp. 383-391. Budapest.

LLAMAS, R. (1962): «Estudio geológico-geotécnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y los problemas que plantean en los canales». *Bol. Serv. Geol. Obras Públicas*, 12, 192 p. Madrid.

LLOPIS, N. (1946): «Los movimientos corticales intracuaternarios del NE de España». *Estudios Geológicos*, T. II, pp. 181-236.

MACÍAS, I., DÍAZ MOLINA, M., ESTRADA, R. y RAMPONE, G. (1986-87): «Facies de abanico fluvial en los afloramientos orientales de la Formación Peraltilla». *Acta Geológica Hispánica*, T. 21-22, pp. 19-26.

MAPA (1986): *Atlas Agroclimático de España*.

MARÍN, A. (1945): «La Depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales». *Boletín del IGME*, T. LVII, p. 9-57.

MEIN, P. (1975): *Report on Activity*. RCMNS Working groups. Bratislava, pp. 78-81.

MENSUA, S. e IBÁÑEZ, M. J. (1977): «Terrazas y Glacis del Centro de la Depresión del Ebro». III Reunión Nacional Grupo Trabajo Cuaternario, Zaragoza, pp. 3-18, 5 mapas enrollados.

Mey, P. H. W., Nagtegaal, P. J. C., Roberti, K. J. y Hartevelt, J. J. A. (1968): «Lithostratigraphic subdivision of post-Hercynian deposits in the South Central Pyrenees, Spain». *Leidse Geol. Meded.*, 41. pp. 221-228.

MITCHUM, R. M. (1977): «Seismic stratigraphy and global changes of sea level», part 1: Glossary of terms used in seismic stratigraphy, in C. E. Payton, ed., *Seismic stratigraphy-aplications to hydrocarbon exploration*. AAPG. Memoir 26, pp. 205-212.

MUÑOZ, A. (1992): *Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la Cuenca del Ebro (Comunidad de La Rioja)*. Tesis Doctoral. Univ. Zaragoza. Inst. Est. Riojanos. Logroño, 347 pp.

NICHOLS, G. J. (1984): *Thrust tectonics and alluvial sedimentation, Aragon, Spain*. Tesis Doctoral, Univ. Cambridge, 243 p.

- NICHOLS, G. J. (1987): «The Structure and Stratigraphy of the Western External Sierras of the Pyrenees, Northern Spain». *Geological Journal*, vol. 22.
- NILSEN, T. M. (1982): «Aluvial Fan Deposits. Sandstone depositional environments», Scholle, P.A. y Spearing, D. editores. AAPG. Tulsa, pp. 49-86.
- ORTÍ, F., SALVANY, J. M., ROSELL, L., PUEYO, J. J. y INGLÉS, M. (1986): «Evaporitas antiguas (Navarra) y actuales (Los Monegros) de la Cuenca del Ebro». XI Congreso Español de Sedimentología, Barcelona. Guía de las Excursiones.
- ORTÍ, F., ROSELL, L., SALVANY, J. M., PERMANYER, A. y GARCÍA VEIGAS, J. (1989): «Sedimentología y diagénesis como criterios de prospección de recursos en el Terciario evaporítico de la Cuenca del Ebro». XII Congreso Español de Sedimentología, Bilbao, Simposios, pp. 253-262.
- PEÑA MONNE, J. L. (1983): *La Conca de Tremp y Sierras Prepirenaicas comprendidas entre los ríos Segre y Noguera Ribagorzana. Estudio Geomorfológico*. Instituto de Estudios llerdienses. Lérida, p. 373.
- PEÑA, J. L., GUTIÉRREZ, M., IBÁÑEZ, M. J., LOZANO, M. V., RODRÍGUEZ, J., SÁNCHEZ, M., SIMÓN, J. L., SORIANO, M. A. y VETANO, L. (1984): *Geomorfología de la Provincia de Teruel*. Instituto de Estudios Turolenses. Excma. Diputación Provincial. Teruel, 149 pp.
- PÉREZ, A., AZANZA, B., CUENCA, G., PARDO, G. y VILLENA, J. (1985): «Nuevos datos estratigráficos y paleontológicos sobre el Terciario del borde meridional de la Depresión del Ebro (provincia de Zaragoza)». *Estudios geológicos*, 41, pp. 405-411.
- PÉREZ, A., VILLENA, J. y PARDO, G. (1986-87): «Presencia de estratificación cruzada hummocky en depósitos lacustres del Terciario de la Depresión del Ebro». *Acta Geológica Hispánica*, T. 21-22, pp. 27-33.
- PÉREZ, A., MUÑOZ, A., PARDO, G., VILLENA, J. y ARENAS, C. (1988): «Las unidades tectosedimentarias del Neógeno del borde Ibérico de la Depresión del Ebro (sector central)». En A. Pérez, A. Muñoz y J. A. Sánchez (eds.). *Sistemas lacustres neógenos del margen ibérico de la Cuenca del Ebro*. Guía Campo III. Reunión Grupo Especial de Trabajo. PICG 219: 7-20.
- PÉREZ DEL CAMPO, P. y LANZAROTE, A. (1988): «La problemática de los «colapsos kársticos» en las infraestructuras de la Depresión del Ebro». II Congr. Geol. de España, Granada. *Comunicaciones*, vol. 2, pp. 333-336.
- PUEYO, J. J. (1978): «La precipitación evaporítica actual en las lagunas saladas del área de Bujaraloz, Sástago, Caspe, Alcañiz y Calanda (Prov. de Zaragoza y Teruel)». *Rev. Inst. Inv. Geol. Diput. Prov. de Barcelona*, vol. 33. Barcelona.
- PUEYO, J. J. (1980 a): «La sedimentación evaporítica actual en las lagunas de Bujaraloz-Alcañiz (Provincias de Zaragoza y Teruel)». IX Congr. Nac. Sedimentología. Salamanca. 1980. pp. 299-316.

- PUEYO, J. J. (1980b): «Procesos diagenéticos observados en las lagunas tipo playa de la zona Bujaraloz-Alcañiz (provincias de Zaragoza y Teruel)». *Rev. del Inst. de Investigaciones Geológicas*. Diput. Provincial. Univ. de Barcelona, vol. 34-1980 (195-207).
- PUEYO, J. J. e INGLÉS, M. (1986): «Mineralogía del sustrato, composición de la salmuera intersticial y procesos diagenéticos en las playas de Los Monegros y Bajo Aragón». XI Congreso Español de Sedimentología. Barcelona. p. 138.
- PUIGDEFABREGAS, C., MUÑOZ, J. A. y MARZO, M. (1986): «Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequence in the southern foreland basins». Spec. Publs. Int. Ass. Sediment. 8, pp. 229-246.
- QUIRANTES, J. (1965): «Nota sobre las lagunas de Bujaraloz-Sástago». *Geographica*, año 12, pp. 30-34, Zaragoza.
- QUIRANTES, J. (1966): «Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario continental del Ebro». Mem. y Com. de la IV Reun. Grupo Español de Sed., Oviedo, t. III, pp. 109-115.
- QUIRANTES, J. (1969): *Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros*. Tesis Doctoral. Univ. Granada. Institución «Fernando El Católico» (CSIC), Diputación Provincial de Zaragoza, 1978. 200 p.
- QUIRANTES, J. (1971): «Las calizas en el Terciario Continental de Los Monegros». *Estudios Geológicos*, vol. XXVII (4), pp. 355-362.
- RIBA, O. (1967): «Resultado de un estudio sobre el Terciario continental de la parte este de la depresión central catalana». *Acta Geológica Hispánica*, n.º 1, CSIC, pp. 1-6.
- RIBA, O., VILLENA, J. y QUIRANTES, J. (1967): «Nota preliminar sobre la sedimentación en paleocanales terciarios de la zona Caspe-Chirprana». *Anales de Edafología y Agrobiología*, T. 26, núm. 1-14, CSIC, Madrid, pp. 617-637.
- RIBA, O. (1973): «Las discordancias sintectónicas del Alto Cardener (prepirineo catalán); ensayo de interpretación evolutiva». *Acta Geológica Hispánica*, T-VIII, n.º 3, pp. 90-99.
- RIBA, O., REGUANT, S., COLOMBO, F., BUSQUETS, P., VILAPLANA, M., ANADÓN, P., MARZO, M., RAMÍREZ, A., PUEYO, J. J. y WILLIAMS, R. (1975): «Le Bassin Tertiaire Catalan Espagnol et les gisements de potasse». IX Comp. Int. Séd. Excursión Guidebook, 84 pp.
- RIBA, O. (1976): «Tectogenèse et sédimentation: deux modèles de discordances syntectoniques pyrénéennes». *Bulletin du B.K.G.M.* (2.ª Serie), section 1, n.º 4. pp. 383-401, 12 figs.
- RIBA, O. (1983): «La Cuenca del Ebro. Evolución geológica postalpina y neotectónica». Libro Jubilar J. M.ª Ríos. *Geología de España*, T. 2, tema IV.1.3, p. 921. IGME.
- RIBA ARDERIU, O., REGUANT SERRA, S. y VILLENA MORALES, J. (1983): «Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la cuenca terciaria del Ebro». Libro Jubilar J. M.ª Ríos. *Geología de España*, T. 2, IGME, pp. 131-159.

- RODRÍGUEZ VIDAL, J. (1983): *Geomorfología de las Sierras Exteriores Oscenses y su piedemonte*. Tesis Doctoral Univ. Zaragoza, 493 p. Colección de Estudios Altoaragoneses, 4, 172 p.
- RODRÍGUEZ VIDAL, J. y VÍLCHEZ, J. (1984): «Precisiones cronológicas sobre las terrazas inferiores del río Ebro en Zaragoza». I Congr. Esp. de Geología, Segovia, T.1, pp. 553-559.
- ROSELL, J., JULIA, R., y FERRER, J. (1966): «Nota sobre la estratigrafía de unos niveles con carofitas existentes en el tramo rojo de la base del Eoceno, al S de los Catalánides (provincia de Barcelona)». *Act. Geol. Hisp.*, t. I, n.º 1, p. 17-20.
- ROYO y GÓMEZ, J. (1926): «Tectónica del Terciario continental ibérico». Comptes Rendus del XIV Congr. Geol. Int. España. T. II, pp. 593-623.
- SAEZ, A. y PUEYO, J. J. (1986): «Depósitos de playa-lake en el tránsito Eoceno-Oligoceno de la Cuenca del Ebro». XI Congreso Español de Sedimentología, Barcelona, pp. 156.
- SAEZ, A. (1987): *Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eocene-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro*. Tesis doctoral. Univ. Barcelona 2 tomos.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1990): «La prolongación hacia el Sur de las fosas y desgarres del Norte y centro de Europa: una propuesta de interpretación». *Rev. Soc. Geol. España*, 3, (1-2), pp. 231-241.
- SCHMIDT-KITTLER, N. (1987): «European reference levels and correlation tables. International Symposium on Mammalian Biostratigraphy and Paleoecology of the European Paleogene». Mainz, February 18 th. 21 st 1987. Münchener Geowiss. Abk. (A), 10: 15-19.
- SIMÓN, J. L. y PARICIO, J. (1988): «Sobre la compresión neógena en la Cordillera Ibérica». *Estudios Geológicos*, 44, pp. 271-283.
- SIMÓN, J. L., GIL PEÑA, I. y CASAS, A. (1989): «La fracturación distensiva cuaternaria en el sector occidental de la Cuenca del Ebro». II Reunión Cuaternario Ibérico, Madrid. Resúmenes, pp. 56.
- SIMÓN, J. L. (1989): «Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian Chain and Ebro Basin (Spain)». *Journal of Structural Geology*, vol. 11, n.º 3, pp. 285-294.
- SOLE SABARIS, L. (1953): «Terrazas cuaternarias deformadas de la Cuenca del Ebro». Mem. R. Acad. Ciencias y Artes. Barcelona, vol. XXXI, n.º 7, pp. 237-259.
- TORRAS, A. y RIBA, O. (1968): «Contribución al estudio de los limos yesíferos del centro de la Depresión del Ebro». *Brev. Geol. Asturica*, 11, 125-137, Oviedo.
- TRUYOLS, J. y CRUSAFONT, M. (1961): «Consideraciones sobre la edad del yacimiento de vertebrados de Tárrega». Not. y Com. Inst. Geol. Min. España, 61: 99-108.
- VAN WAGONER, J. C., MITCHUM, R. M., CAMPION, K. M. y RAHMANIAN, V. D. (1990): «Siliciclastic Sequence. Stratigraphy in well logs, cores, and outcrops». *AAPG Methods in Exploration Series*, n.º 7, 55 pp.

- VERGES, J., PUJADAS, J., MARTÍNEZ, A. y MUÑOZ, J. A. (1989): «Discordancias y discontinuidades en las cuencas de antepaís: causas tectónicas y variaciones del nivel del mar». XII Congreso Español de Sedimentología, Leioa-Bilbao. Comunicaciones, pp. 227-230.
- VERGES, J., y RIBA, O. (1991): «Discordancias sintectónicas ligadas a cabalgamientos: modelo cinemático». I Congreso del Grupo Español del Terciario. Vic. 1991. Comunicaciones, pp. 341-345.
- ZUIDAM, R. A. VAN (1976): «Geomorphological development of the Zaragoza region, Spain». Int. Inst. of Aerial Survey and Earth Sc. (ITC), Enschede, 211 p.
- ZUIDAM, R. A. VAN (1980): «Un levantamiento geomorfológico de la región de Zaragoza». *Geographicalia*, n.º 6, pp. 103-134, 4 figs., Zaragoza.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

ISBN 84-7840-559-3

9 788478 405596