



# IGME

465

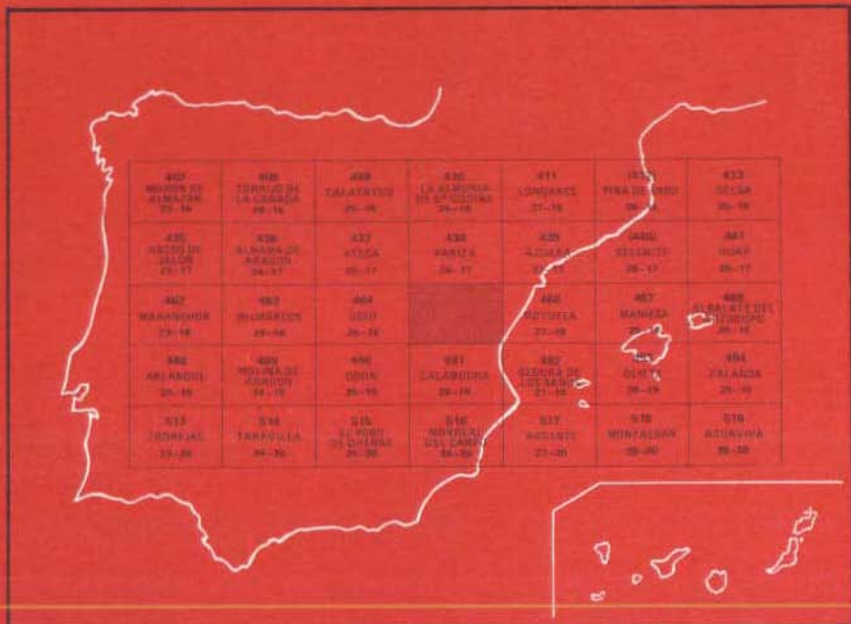
26-18

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# DA ROCA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# DAROCA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A. dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

*Cartografía:* A. Hernández (C.G.S.); A. Olivé (C.G.S.); E. Moissenet (Univ. Paris); P. Carls (Univ. Braunschweig); K. Sdzuy (Univ. Wurzburg) y S. Kolb (Univ. Wurzburg).

*Geomorfología:* A. Olivé y M. Gutiérrez (Univ. Zaragoza).

*Formaciones superficiales:* A. Olivé.

*Columnas estratigráficas:* A. Hernández, A. Olivé, J.M. Portero (C.G.S.); C. Puigdefábregas y J. Giner. (Univ. Barcelona)

*Petrografía y Sedimentología de Laboratorio:* M.J. Aguilar (C.G.S.).

*Micropaleontología:* M.C. Leal (C.G.S.).

*Macropaleontología:* Trilobites del Cámbrico: E. Liñán (Univ. Zaragoza); Graptolites y Trilobites del Ordovícico: J.C. Gutiérrez (Univ. Madrid) y M.D. Gil (Univ. Madrid). Micromamíferos: R. Adrover (Univ. Lyon).

*Laboratorios:* C.G.S. y Dpto. Estratigrafía de Madrid.

*Memoria:* A. Hernández, A. Olivé con la colaboración de J.M. Portero, M. Gutiérrez (Geomorfología); M.J. Aguilar y M.C. Leal.

*Coordinación y dirección por C.G.S.:* J.M. Portero (C.G.S.).

*Dirección y supervisión:* V. Gabaldón. (I.G.M.E.).

Se pone en conocimiento del lector que en el I.G.M.E. 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.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum fotográfico y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16
---

Depósito Legal: M. 27.953 - 1983  
I.S.B.N.: 84-7473-073-1

---

Imprime Gráficas Topacio, S.A. · Príncipe de Vergara 210 - Madrid-2

## INTRODUCCION

La hoja de Daroca se encuentra situada en la Cordillera Ibérica y forma parte de las provincias de Zaragoza y Teruel.

El relieve es accidentado y se desarrolla entre las cotas de 695 y 1.391 metros. Destacan las alineaciones montañosas situadas en los bordes noreste y sureste, así como el valle del Jiloca y los "páramos" del área de Romanos en la zona central de la hoja.

El curso fluvial más importante es el río Jiloca que discurre en un amplio valle asimétrico, con un trazado rectilíneo de dirección NO-SE. El Huerva drena las planicies de los "páramos" y relieves nororientales. Ambos pertenecen a la Cuenca hidrográfica del Ebro. Una red poco importante de arroyos intermitentes es tributaria del área endorreica de la Laguna de Gallo-canta situada al Suroeste de la hoja.

La densidad de población es relativamente baja, aunque mayor que en las áreas situadas al Este, Sur y Oeste. La localidad más importante es Daroca, Partido Judicial que agrupa a una población de 15.000 habitantes repartidos en pequeños núcleos de población. Se trata de una zona esencialmente agrícola con un interesante potencial forestal en las zonas montañosas.

Desde el punto de vista geológico la región estudiada se sitúa en el Sistema Ibérico o Sistema Celtibérico (TRICALINOS, 1928; LOTZE, 1929). El Sistema Ibérico está limitado por las Cuencas terciarias del Tajo (al suroeste), Duero (al noroeste) y Ebro (al noreste) y está constituido fundamentalmente por una amplia gama de materiales, que van desde el Precámbrico más superior hasta el Paleógeno continental, deformados según una dirección general NO-SE (Directriz Ibérica) con vergencias al SO en la parte occidental y hacia el NE en la oriental de la cordillera. También se observan estructuras de dirección NE-SO (Directriz Guadarrama) y NNE-SSO. Se conservan numerosas Cuencas internas rellenas por sedimentos continentales del Neógeno en disposición subhorizontal o suavemente deformados y basculados, entre las que destacan las de Calatayud-Teruel y Teruel-Alfambra orientadas según la directriz Ibérica y la NNE-SSO.

La evolución tectónica y sedimentaria de la Cordillera a partir del Pérmico, se ajusta al modelo propuesto por ALVARO et al (1978) constituyendo un Aulacógeno posteriormente comprimido y deformado durante las fases Alpinas (IGME 1980).

Tradicionalmente el Sistema Ibérico se divide en dos ramas: Aragonesa o Bilbilitana (que incluye también la Sierra de la Demanda) y Castellana separadas por la Cuenca terciaria de Calatayud-Teruel. Esta división se basa en las analogías que presentan entre sí los sedimentos mesozoicos en cada una de ellas (RIBA, 1959). Por lo que respecta al Paleozoico LOTZE (1929) distingue entre las Cadenas Ibéricas Orientales y Occidentales a uno y otro lado de la citada Cuenca.

Algunos autores (GUTIERREZ MARCO 1980) proponen que la división de las Ramas Aragonesa y Castellana tenga un límite en el borde occidental de los afloramientos del Ordovícico situados en el SO de la hoja de Daroca, cuyas alineaciones se prolongan por las de Calamocha (26-19) Used (25-18) y Ateca (25-17). Tal propuesta se basa en las analogías que presentan entre sí los materiales paleozoicos a uno y otros lado de la Cuenca de Calatayud-Teruel y en las diferencias de los mismos con los equivalentes del resto del Sistema Ibérico.

La morfología de la región tiene un claro control estructural con desarrollo de relieves tabulares "(páramos)" sobre gran parte del Neógeno. El valle del Jiloca tiene un origen tectónico reciente. Sobre el Paleozoico y Mesozoico se desarrollan relieves estructurales, suavizados, debidos a la alterancia de capas plegadas duras y blandas.

Aparte de los métodos usuales en los estudios estratigráficos y tectónicos regionales y en el levantamiento de mapas geológicos, se han utilizado técnicas de nueva aplicación en la metodología del MAGNA, siguiendo el

pliego de condiciones técnicas del proyecto. El estudio estratigráfico se ha completado con un análisis sedimentológico de campo y laboratorio, tanto en series terrígenas como carbontadas.

Las dataciones del Terciario continental se apoyan en el estudio de microvertebrados fósiles obtenidos mediante el lavado y tamizado de grandes masas de sedimentos.

Se han elaborado también mapas geomorfológicos de tipo morfográfico y de depósitos superficiales a escala 1:50.000, de los que se incluyen en la presente memoria una reducción a escala aproximada de 1:100.000.

## 1 ESTRATIGRAFIA

En la hoja de Daroca afloran materiales que pertenecen al Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Pérmico inferior, Triásico, Jurásico (Lías), Cretácico (Albiense-Senoniense), Eoceno superior, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario. (figs. 1, 2 y 3).

### 1.1 CAMBRICO

La estratigrafía del Cámbrico de la Cordillera Ibérica fue descrita por LOTZE en 1929. En los trabajos posteriores se ha respetado en general la nomenclatura que el citado autor dio a las distintas unidades litoestratigráficas.

El propio LOTZE, junto con SDZUY (1961), realiza la biozonación y subdivisión del Cámbrico inferior y medio, modificados más tarde por SDZUY (1971).

Otras aportaciones al estudio del Cámbrico de la Ibérica, se deben a CARLS (1962), BARTSCH (1966), SCHMIDT-THOME (1968), SCHEUPLEIN (1970), SCHMITZ (1971), JOSOPAIT (1972), MANSOURIAN (1974) y WOLF (1980).

La subdivisión estratigráfica utilizada para el Cámbrico y Ordovícico, resumida en la figura 1 se basa en datos de LOTZE y SDZUY (1961) JOSOPAIT (1972) y WOLF (1980).

### 1.1.1 Capas de Jalón. Pizarras y areniscas, (2). Cámbrico inferior

Afloran de forma discontinua en la franja de materiales cámbricos situados al NE del Jiloca. Los afloramientos más importantes son los existentes en las proximidades de Daroca.

Las Capas de Jalón tienen una potencia del orden de 200 m y están constituidas por limolitas ligeramente arenosas de colores abigarrados, predominantemente rojo-violáceos, con intercalaciones de niveles dolomíticos hacia el techo. La coloración se debe a la presencia de hierro en forma de carbonatos, óxidos y sulfuros.

Estos materiales se encuentran altamente tectonizados, por lo que no se ha podido levantar una columna de detalle. Por lo que se conoce regionalmente de ellos, los que afloran en esta hoja deben corresponder a la parte superior de la serie, donde se intercalan niveles de dolomías. Asimismo, abunda la estratificación lenticular, estratificación cruzada, *ripples* de oscilación, *load-cast*, bioturbación, marcas de escape de agua, pistas orgánicas y laminación estromatolítica en los niveles dolomíticos.

Estos depósitos se interpretan como sedimentados en un ambiente marino de transición.

### 1.1.2 Dolomía de Ribota, (3). Cámbrico inferior

Aflora como la unidad anterior en la franja de Cámbrico situada en la margen derecha del Jiloca, donde forman un suave resalte morfológico.

En la columna del Bco. de S. Ramón (x: 794.300, y: 722.650), donde tiene una potencia de 125 m, está formada por dolomías tableadas y dolomías masivas, a veces brechoides, ocre en superficie y gris oscuro en fractura fresca, con algunas intercalaciones de calizas margosas y/o arenosas. Hacia la base contienen abundantes nodulitos de pirita y sólo localmente se encuentran silicificadas. Al microscopio son dolomías en mosaico heterogranular de grano medio y grueso de cristales de dolomita. Hay geodas rellenas de calcita, cuarzo y óxido de hierro.

En los niveles de dolomías tableadas alternan capas con *ripples* y capas con laminaciones algales, (*algal mat*) en ocasiones con porosidad fenestral. En los niveles de dolomías masivas, aunque las estructuras suelen estar borradas por la dolomitización, se pueden observar ocasionalmente *ripples* y estromatolitos. Hacia el techo de la formación se encuentran mesosecuencias de unos 20 m de potencia, con tres tramos característicos: el basal formado por dolomías arenosas y calizas margosas, sin estructuras visibles; el intermedio constituido por dolomías tableadas que presentan *ripples* y laminaciones

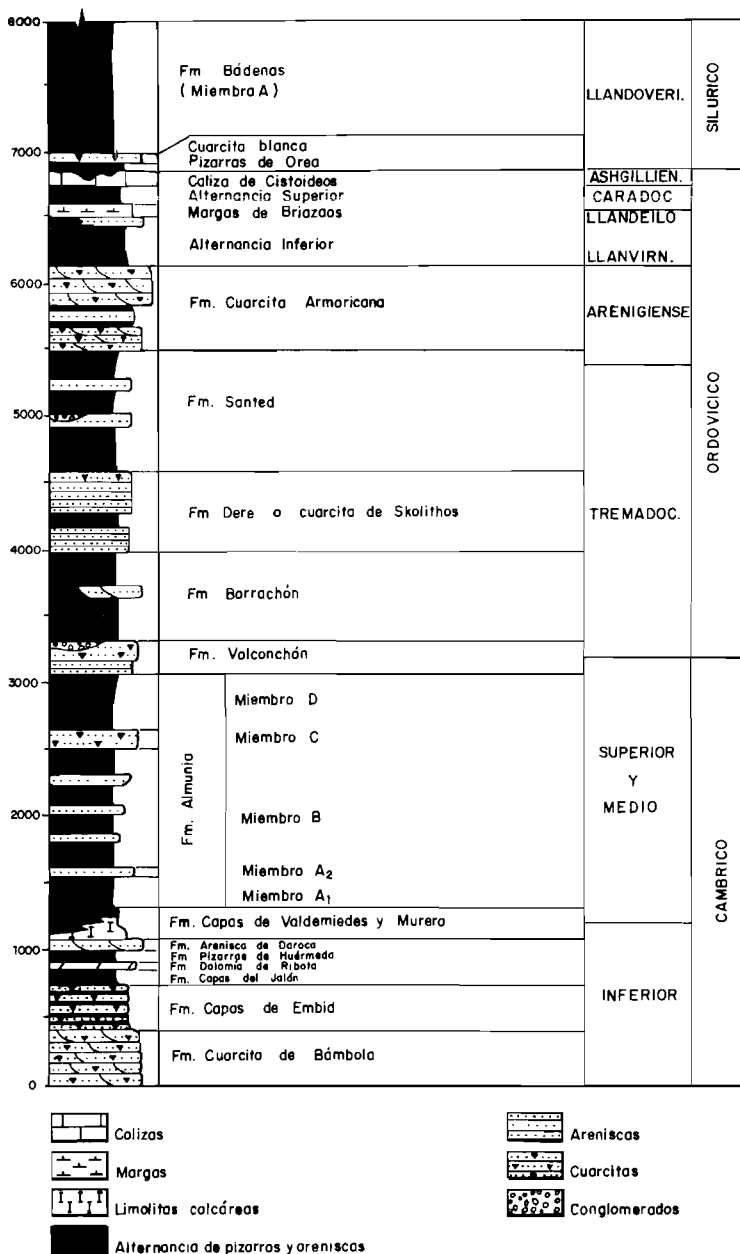


Fig. 1.— Columna estratigráfica sintética del Cámbrico-Ordovícico



algales; y el superior masivo con laminaciones algales. La potencia de estos tramos a lo largo de la columna es del mismo orden.

Estos materiales corresponden a ciclos de *tidal flat* en una plataforma carbonatada dominando hacia el muro los términos intermareales altos a supramareales.

### **1.1.3 Pizarras de Huérmeda. Pizarras y areniscas cuarcíticas, (4). Cámbrico inferior**

Afloran de forma discontinua en la margen derecha del Jiloca.

Está formada por pizarras verdegrisáceas. Hacia el techo se intercalan capas de areniscas cuarcíticas. Son muy pobres en fauna. Generalmente los afloramientos están muy tectonizados y cubiertos por lo que no se ha podido levantar ninguna columna estratigráfica.

La potencia aproximada reconocida regionalmente es de unos 100 m.

### **1.1.4 Arenisca de Daroca. Areniscas, (5) Cámbrico inferior**

Afloran como el resto de las unidades del Cámbrico inferior de forma discontinua en la franja de edad Paleozoico en la margen derecha del Jiloca.

Están formadas por areniscas de color gris claro a blanquecinas, algo amarillentas, distribuidas en bancos de unos 30 cm, con intercalaciones de pizarras verdes, tanto menos frecuentes cuanto más a techo de la formación.

Debido a la falta de buenos afloramientos no ha sido posible levantar ninguna columna estratigráfica.

La potencia oscila entre 50 m y 100 m.

### **1.1.5 Capas de Valdemiedes. Pizarras, areniscas y limolitas calcáreas (6) Cámbrico inferior-medio**

Son frecuentes los afloramientos de esta edad en la margen derecha del Jiloca, aunque generalmente se encuentran altamente tectonizados y cubiertos.

En la sección de Manchones (x: 785.750, y: 730.400) se han estudiado aproximadamente 100 m correspondientes al techo de esta unidad. Son pizarras con niveles centimétricos de areniscas, y limolitas verdes con nódulos calcáreos, más abundantes hacia el techo, donde llegan a formar niveles nodulosos dolomíticos. Regionalmente esta unidad tiene una potencia de 160-170 m. Se diferencian dos tramos: 1) 70 m de limolitas calcáreas tabeadas, a veces laminadas, de colores grises y verdosos, con intercalaciones

de areniscas calcáreas de grano muy fino son frecuentes los nódulos dolomíticos, que a veces se disponen en lentejones de forma arrosariada. Hay niveles con restos de fauna. 2) 30 m de areniscas de grano muy fino a limolíticas con intercalaciones de limolitas calcáreas. Continúan en este tramo los nódulos de dolomías y de pirita.

En cuanto a las características petrográficas de las rocas estudiadas corresponden a limolitas de grano medio formadas por granos de cuarzo (40-60%), láminas de moscovita (10%), y matriz de sericita-clorita (15-35%) más o menos impregnada por óxidos de hierro dispersos (15%). Se aprecia microbandeado con orientación paralela y acumulación de óxido de hierro en nivelillos algo lenticulares. La moscovita está ligeramente cloritizada. Se observa alguna fracturilla rellena de clorita.

En toda la unidad predomina la laminación paralela con escasos niveles que presentan *ripples*, *wavy bedding* y bioturbación.

El ambiente sedimentario corresponde a una plataforma abierta muy somera.

La fauna clasificada es la siguiente: Trilobites: *Mimacca* sp, *Termierella* sp, *Lusatiops* sp, *Hematolenus* (H) *ibericus* SDZUY, *H. (Lotzeia)* *Lotzei* SDZUY, *Alueva undulata* SDZUY, *Alanisia hastata* SDZUY, *Strenuaeva sampelayoi moratrix* SDZUY, *Paradoxides mureroensis* SDZUY, *Agnostacea*. Braquiópodos: *Trematobolus simplex* (VOGEL), *Lingulella* ? sp. Así como Hyolitos y placas de Equinodermos.

#### 1.1.6 Capas de Murero. Pizarras, areniscas y limolitas calcáreas, (7). Cámara medio-superior

Aflora en diversos puntos de la margen derecha del Jiloca, generalmente de forma incompleta y cubierta por derrubios; los afloramientos son muy parciales.

En la sección de Manchones, citada en el apartado anterior, se reconocen 110 m de serie correspondientes a la base de la unidad (regionalmente tienen una potencia de 120 a 130 m).

Los 20 m inferiores corresponden a areniscas de grano muy fino a fino en capas centimétricas, con laminación de *ripples*, y más raramente laminación paralela, con intercalaciones de pizarras. En las pizarras los niveles arenosos dan lugar a estratificación *linsen* y *wavy*. Ocasionalmente, en los niveles de mayor granulometría aparece estratificación *flaser*. En algunos puntos se observan granoselección positiva y cantos blandos.

Por encima se sitúan 55 m de pizarras, localmente calcáreas, grises con intercalaciones de capas centimétricas (máximo 20 cm) de areniscas de gra-

no fino y muy fino, formadas por granos de cuarzo (50%) moscovita (15%) y matriz clorítica (25%) con óxido de hierro disperso (10%), con microbandeado granulométrico. En las areniscas se observan *ripples* y a veces laminación paralela. A techo de las capas presentan morfología de *ripples* de oscilación. En los bancos más potentes estratificación cruzada de gran escala, en ocasiones con superficies de reactivación. Localmente este tramo está bioturbado.

A techo de la serie se encuentran 30 m de areniscas de grano muy fino de características semejantes a las de la base.

Estos tramos se interpretan como depositados en un ambiente de plataforma abierta y somera.

La fauna clasificada es la siguiente: Trilobites: *Conocoryphe* sp, *C. (P). Languedocensis* THORAL; *C. (C) heberti*. MUN-CHALM & BERG; *Agraulos longicephalus* HICKS; *Badulesia paschi* SDZUY; *B. granieri* THORAL; *B. juliverti* SDZUY; *Ctenocephalus* (Hartella) *antiquus* THORAL; *C. (C) bergeroni* THORAL; *Paradoxides* sp; *P. brachyrhachis* LINNARSSON; *P. rouvillei* MIQUEL; *P. pradoanus* VERNEUIL & BARRANDE; *P. mediterraneus* POMPECKJ, *P. cf. granulatus* COURTESOLE; *Pardailhan* *hispanica* SDZUY; *Pardailhan* *hispida* THORAL; *Condylonyx rex*. BARRANDE; *Peronopsis fallax* LINNARSSON; *Solenopleuropsis simula* SDZUY; *Solenopleuropsis marginata* SDZUY; *Agnostacea*. Braquiópodos articulados, inarticulados *Lingulella* sp, Equinodermos, Graptolitos, Ortocerátidos e Hyolitos.

#### 1.1.7 Pizarras, areniscas, cuarcitas, y dolomías, (8). Cámbrico inferior-medio

Es un tramo comprensivo que abarcaría desde la unidad Capas de Jalón (2) hasta las Capas de Murero (7).

Aflora una franja alargada de dirección NO-SE, que se extiende desde Villadoz (borde N de la hoja) hasta los alrededores de Lagueruela (esquina SE de la hoja).

Estos materiales ocupan parte del bloque occidental de la falla de Datos. Forman relieves muy suaves generalmente con recubrimientos de derrubios y coluviones que dificultan la observación y el reconocimiento de los afloramientos, por lo que se han englobado en una unidad cartográfica.

#### 1.1.8 Pizarras, areniscas y dolomitas, (9). Cámbrico medio

Como la unidad anterior, es una unidad comprensiva de las Formaciones (6) capas de Valdemiedes y (7) Murero.

Existen varios afloramientos en la margen derecha del Jiloca desde Daroca al Sureste de Burbáguena.

#### 1.1.9 Fm. Almunia, Miembro A<sub>1</sub>. Pizarras y areniscas, (10). Cámbrico medio-superior

Aflora en las proximidades del río Jiloca, preferentemente en la margen izquierda, donde forman una franja de dirección NO-SE, paralela al río. Con frecuencia se encuentra cubierto de sedimentos terciarios y cuaternarios que dificultan su observación.

Donde la serie aparece más completa y con calidad de afloramientos aceptable, es por la carretera de Daroca a Acered (esquina NO de la Hoja), donde se ha levantado la sección Murero (x: 783.550 y: 731.450).

En esta columna se han medido 90 m correspondientes al techo de la unidad. Regionalmente tiene una potencia aproximada de 350 m. Son areniscas de grano fino a muy fino grises, con intercalaciones de limolitas y pizarras grises.

Los 12 m inferiores, están formados por capas centimétricas de areniscas grises de grano fino, granodecipientes, con estructura interna de *ripples* y laminación paralela, con techos ondulados que alternan con limolitas y arcillas grises.

Por encima se sitúan 44 m de un tramo arenoso, constituido por areniscas de grano fino, excepcionalmente de grano medio, grises, en capas de escasos centímetros a 0,40 m con estructura interna de *ripples* y *flaser* dispersos. Estos materiales están ligeramente bioturbados, a excepción de algunas capas en los que la bioturbación ha borrado todo tipo de estructuras.

A techo de la unidad aparece una alternancia de areniscas y pizarras (34 m), en capas de 10 a 30 cm. Las areniscas son de grano fino, a muy fino con estratificación cruzada de pequeña escala. En las pizarras se intercalan lenticulas (*linsen*) de areniscas. En algunos bancos hay estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo. En conjunto la bioturbación aumenta hacia el techo.

Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (25-75%), feldespatos (plagioclasas predominantemente) muy alterados a sericita-clorita (0-20%), moscovita (5-10%) y matriz clorítica (10-35%) más o menos impregnada por óxidos de hierro. Como accesorios circón, turmalina y rutilo. Se desarrollan contactos de presión solución, con ligera movilización de sílice en los contactos.

Estos depósitos definen una mesosecuencia que indica régimen de flujo

creciente (secuencias *coarsening and thickening upward*), sedimentados en un ambiente intermareal.

#### 1.1.10 Fm. Almunia, Miembro A<sub>2</sub>. Areniscas cuarcíticas y pizarras, (11). Cámbrico medio-superior

Aflora como la unidad anterior intermitentemente a lo largo de una franja de dirección NO-SE, paralela al cauce del río Jiloca, en su margen izquierda.

Ha sido estudiado este miembro en la sección anteriormente citada (Murero). Está constituido por areniscas cuarcíticas con algunas intercalaciones de pizarras gris oscuras. El conjunto, de 285 metros, se puede subdividir en dos tramos. El inferior forma una megasecuencia estrato creciente constituida en la base por areniscas de grano fino, rara vez de grano medio, de colores grises a verdosas, en capas de 0,10 a 0,30 m, con *ripples* y esporádicamente *flaser*; se observan bases erosivas, bancos con laminación paralela y con estratificación cruzada de gran escala. El conjunto se encuentra ligeramente bioturbado. A techo del tramo las areniscas se disponen en bancos de 0,5 a 1,20 m de potencia y en ellos no se observan estructuras sedimentarias debido a la intensa bioturbación. Son areniscas formadas por granos de cuarzo (50%) feldespatos (plagioclase dominante) muy alterados a sericita-clorita (20%) y matriz clorítica (20%), impregnada por óxidos de hierro (10%).

El tramo superior está formado por cuatro megasecuencias estrato y granocrecientes, aunque interiormente se observan otras de menor entidad de carácter positivo, o granodecrecientes. En la parte inferior de las secuencias las areniscas tienen aspecto lajeado con estratificaciones cruzadas de pequeña escala y ocasionalmente *flaser*. Hacia el techo las areniscas en bancos de 0,50 a 1 m presentan estructuras de mayor energía, estratificaciones cruzadas de gran escala de surco a veces planar con techos ondulados y superficies de reactivación. Se encuentran ligeramente bioturbadas y en algún punto hay estructuras de *escape de agua*. Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (25-60%) feldespatos (plagioclase dominante) muy alterados a sericita-clorita (10-15%) y matriz clorítica (20-35%); más o menos impregnada por óxidos de hierro. En los niveles superiores de las secuencias se intercalan finos de pizarras y limolitas entre los bancos de areniscas.

Esta unidad se ha interpretado como depósitos de barras sobre sedimentos depositados en una llanura de mareas.

#### 1.1.11 Fm. Almunia, Miembros $A_1$ y $A_2$ . Areniscas y pizarras, (12). Cámbrico medio-superior

Entre Báguena y Luco de Jiloca (hoja de Calamocha) los afloramientos de las unidades  $A_1$  (10) y  $A_2$  (11) descritas anteriormente, no permiten distinguir una de otra por lo que en la cartografía se las ha englobado dentro de una unidad comprensiva.

#### 1.1.12 Fm. Almunia, Miembro B. Pizarras y areniscas, (13). Cámbrico medio-superior

Aflora según una franja de dirección NO-SE, paralela al curso del río Jiloca.

Ha sido estudiada en las secciones de Murero citada anteriormente y en la de Valdehorna (x: 790.100; y: 721.600).

Está formada por pizarras y areniscas de grano muy fino disminuyendo hacia el techo el porcentaje de arenas. Los colores son gris y verde oscuro a negruzco.

En la primera se cortan únicamente los 95 m inferiores. Son areniscas de grano muy fino a areniscas limolíticas. En las areniscas de la mitad inferior predominan la estratificación cruzada de pequeña escala con algunos niveles muy bioturbados. En la mitad superior las areniscas son en general de grano más fino y presentan, ocasionalmente, estratificación *flaser* y bioturbación acusada.

En la sección de Valdehorna este miembro tiene 800 m. Está constituido por secuencias de energía creciente. En la base de éstas predominan las pizarras y limolitas, ligeramente bioturbadas, con *ripples* aislados e intercalaciones de capas centimétricas de areniscas de grano fino (*wavy bedding*). A veces en los niveles arenosos se encuentra estratificación *flaser*. El tramo superior arenoso está formado por bancos de hasta 1 m de potencia de areniscas de grano fino a medio, en secuencias generalmente granocrecientes, con *ripples* generalmente de oscilación y a veces estratificación *flaser*. Otros bancos tienen estratificación cruzada de gran escala en ocasiones con *ripples* sobreimpuestos y superficies de reactivación. Es frecuente la bioturbación en los tramos arenosos, que en ocasiones borran todo tipo de estructuras anteriores.

Las areniscas están formadas por granos de cuarzo (50-70%), feldespatos alterados (10-20%) en los que se aprecia una cierta proporción de feldespato potásico (5-20%), a veces sustituidos por carbonatos y óxidos de hierro. Parte de la matriz sericítico-clorítica, proviene de la matrización

(diagénesis) de pequeños fragmentos de rocas lábiles, también aparece biotita ferruginizada y opaquinizada.

El ambiente de sedimentación se ha interpretado como intermareal (*mudflat* a *sand flat*).

#### 1.1.13 Fm. Almunia, Miembro C. Cuarcitas, (14). Cámbrico medio-superior

Aflora, como el resto de las unidades de la formación Almunia, en la banda de materiales paleozoicos al SO del cauce del Jiloca, y da lugar a suaves resaltes morfológicos.

Ha sido estudiado en la sección de Valdehorna, citada en el apartado anterior, donde alcanza una potencia de 140 m. En otros puntos de la región se encuentran potencias del orden de los 200 m.

Está constituido fundamentalmente por areniscas de grano muy fino a fino, en capas mayores de 0,5 m de potencia, con algunos niveles intercalados de pizarras-limolíticas.

La composición de las areniscas es semejante a la de los otros miembros de la Fm. Almunia. Los granos de cuarzo (60-80%) tienen contactos de presión-solución con algunos crecimientos secundarios que a veces da a la roca un aspecto cuarcítico, feldespatos (0-25%) y matriz (20%).

Suelen presentar estratificación cruzada planar a veces de surco y con techos ondulados. Hacia el techo aumenta la proporción en arena, así como el tamaño del grano. En este mismo sentido aumenta la bioturbación. En otros niveles arenosos se encuentran *ripples* generalmente de oscilación y esporádicamente estratificación *flaser*.

En los niveles de pizarras y limolitas intercalados es frecuente la estratificación lenticular (*linsen* y *wavy bedding*).

Estos materiales se han depositado en una plataforma somera dominando los términos intermareales (*sand flat*) y siendo frecuente el desarrollo de barras.

#### 1.1.14 Fm. Almunia, Miembro D. Pizarras y areniscas, (15). Cámbrico medio-superior

Aflora siguiendo una franja de dirección NO-SE paralela al cauce del Río Jiloca.

Se ha reconocido en la sección citada anteriormente de Valdehorna, donde alcanza una potencia de 930 m.

Teniendo en cuenta que la potencia media en la región es de unos 500

m es posible que la potencia medida en esta sección sea superior a la real debido a la repetición de tramos por causas tectónicas.

Se caracteriza por el predominio de las pizarras de colores negruzcos, sobre las areniscas.

Las areniscas son de grano fino a muy fino, excepcionalmente de grano medio. Su composición es parecida a la de otros miembros de la Fm. Almunia. Los granos de cuarzo (60-75%) tienen contactos de presión-solución; hay feldespatos (0-15%), fragmentos de rocas (0-10%) y matriz (0-25%). En algunas muestras el porcentaje de óxidos de hierro alcanza el 25%.

Presentan estratificaciones cruzadas de pequeña escala, y techos ondulados a veces con estratificación *flaser*. En los bancos más potentes y de fracción arenosa media se observan estratificaciones cruzadas de gran escala, con techos ondulados, superficies de reactivación y bioturbación intensa.

En los tramos limolíticos, la fracción arenosa se distribuye en lentículas (*linsen*) y en capas delgadas de cierta continuidad lateral (*wavy bedding*).

El ambiente sedimentario de los materiales anteriormente descritos se ha interpretado como una llanura mareal dominando en la serie los términos correspondientes al *mud flat*.

#### **1.1.15 Fm. Valconchán. Cuarcitas, areniscas y niveles pizarrosos (16). Cámbrico superior-Tremadociense**

Aflora como el resto de las unidades del Cámbrico a lo largo de una franja de dirección NO-SE, en las proximidades de la localidad de Valconchán, donde se encuentra el corte típico.

Está formada por cuarcitas de tonos blanquecinos bien estratificadas, areniscas de colores oscuros y pizarras gris verdosas. Esta unidad presenta cambios de facies y de potencia acusados.

Se ha estudiado en la sección de Valconchán (x: 786.350; y: 722.250) donde alcanza una potencia de 440 m.

Normalmente son areniscas de grano muy fino a fino, excepcionalmente de grano medio, en capas que oscilan desde laminadas a tableadas (menos de 20 cm) y en bancos de 30 a 60 cm de aspecto masivo.

Las muestras de arenisca estudiadas al microscopio son de grano fino y muy fino, formadas por granos de cuarzo (60-75%), feldespatos (potásicos y plagioclasas) muy alterados (0-25%), moscovita y biotita y matriz clorítica (10-25%). Normalmente hay orientación paralela de los granos a veces se observa bandeado granulométrico y composicional. En niveles o bandas con poca matriz los granos tienen contactos de presión-solución. Como accesorios hay circón, turmalina y rutilo.



A techo de la unidad se encuentran lentejones discontinuos de conglomerados, formados por cantos de cuarzo y cuarcita redondeados de tamaño máximo 2 cm. En estas capas se encuentran las huellas de anclaje del *Oryctoconus*.

En conjunto la unidad forma una megasecuencia estrato creciente, constituida a su vez por otras de menor entidad que cuando se encuentran completas, empieza en la base por areniscas de grano muy fino, con *ripples* aislados de granulometría más gruesa, con techo ondulado (*wavy bedding*). Siguen niveles formados por *ripples* de oscilación y de corriente, alternantes. Por encima bancos de 0,5 a 1 m de potencia, de areniscas con estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo, ocasionalmente de surco, y frecuentes superficies de reactivación.

A techo de algunos bancos se encuentran superficies ferruginizadas que indican episodios sin sedimentación y posible exposición aérea.

El medio de sedimentación se ha interpretado como el de una llanura de mareas con predominio de términos de *mixed* y *sand flat* y desarrollo de barras y canales mareales.

## 1.2 ORDOVICICO

Sobre el Ordovícico de la zona destacan los trabajos de SCHMITZ (1971), JOSOPAIT (1972) y WOLF (1980).

### 1.2.1 Fm. Borrachón. Pizarras y cuarcitas (17). Tremadociense

Su nombre procede de la colina de Borrachón, situada al sur de Val de San Martín. Forma una franja de dirección NO—SE, en la esquina sureste de la Hoja.

Está formada por pizarras y limolitas gris verdosas a negruzcas, con bancos de areniscas intercalados.

Ha sido estudiada en la sección de Valconchán citada en el apartado anterior, y en la de Val de S. Martín (x: 786.750; y: 719.300). En esta última solamente se reconocen los 135 m de techo de la formación.

La potencia observada en la sección de Valconchán es de 620 m aunque regionalmente puede alcanzar los 900 m. No obstante esta unidad como la anterior (16), sufre fuertes variaciones de potencias con el aumento en el sentido SE-NO.

En esta sección se observan claramente tres tramos el inferior y superior (de 180 y 230 m respectivamente) están formados por pizarras y limolitas

verdosas a negruzcas con intercalaciones de areniscas de grano muy fino, en capas lenticulares de hasta 25 cm. Las estructuras visibles son *ripples* de oscilación y ocasionalmente estratificación *flaser*. En el tramo superior, son mayor porcentaje en fracción arenosa, continúan estas estructuras, a las que se añaden laminación paralela y bioturbación, que en ocasiones es muy intensa. El tramo intermedio de 190 m de potencia, está formado por areniscas de grano fino a medio, con escasas intercalaciones de pizarras y limolitas.

Las muestras estudiadas al microscopio son areniscas formadas por cuarzo (45-75%), feldespatos (15-25%) con predominio de las plagioclasas, sobre los feldespatos potásicos, moscovita (10% en algunas muestras) y matriz clorítica, que puede estar impregnada de óxido de hierro. También se observa biotita totalmente alterada a clorita y óxidos de hierro. Como minerales accesorios: circón, turmalina y rutilo.

Estos materiales se ordenan en secuencias de 2 a 6 m, en las que en la base predomina la arena media con estratificación cruzada de gran escala con superficies de reactivación y techos planos u ondulados; por encima la arena es de grano medio a fino con *ripples* de oscilación y localmente *flaser*; hacia el techo la arena es de grano muy fino a limolítica con *ripples*, aislados de arena media a fina.

El medio de sedimentación se ha interpretado como llanura de mareas (*tidal flat*); los tramos inferior y superior corresponden a *mud-mixed flat* y el medio a *sand-mixed flat*. La existencia hacia el tramo medio de esta formación, de bancos de cuarcita, del orden de 4 a 5 m de potencia, con estructura interna de estratificación cruzada de surco con base canalizada y marcadas superficies de acreción lateral, se han interpretado unos como *point bars* en canales mareales y otros como barras sobre el *tidal flat*.

Más al N de la zona estudiada se han encontrado Trilobites y Braquiópodos. WOLF (1980) da microfauna rica en *Acritarcos* que indican una edad Tremadociense.

### 1.2.2 Fm. Cuarcita de *Scolithus*. Areniscas, cuarcitas y niveles pizarrosos, (18). Tremadociense

Aflora en la esquina SO de la hoja, extendiéndose a lo largo de una franja de dirección NO-SE.

El corte más representativo de la hoja se encuentra a lo largo de la carretera de Daroca a Molina de Aragón, donde se ha estudiado en la sección del Val de S. Martín. (x: 786.750; y: 719.300). En este corte afloran 340 m de areniscas, de tonos blanquecinos y amarillentos, algún banco de cuarcita, y escasos niveles pizarrosos a intercalados.

En conjunto esta unidad forma una megasecuencia estrato y grano creciente. Los 200 m inferiores están formados por areniscas de grano fino y muy fino de aspecto lajeado, con estructura interna de *ripples*, ocasionalmente con laminación paralela y bioturbadas. Intercalados existen bancos con estratificación cruzada tabular. En la parte superior de la formación (140 m) predominan las areniscas de grano medio en bancos de 30 a 80 cm, con estructuras de mayor régimen de flujo: estratificación cruzada tabular de gran escala con techos ondulados. La bioturbación por *Scolithus* es muy abundante.

Las muestras de areniscas estudiadas al microscopio, son de grano fino, formadas por granos de cuarzo (50-60%) feldespatos (25%), con mayor porcentaje del feldespato potásico que la plagioclasa, moscovita en algún nivel hasta el 15%, y escasa matriz clorítica. La biotita está totalmente alterada a clorita y óxido de hierro. Los granos tienen contacto de presión-solución, y la textura cuarcítica se produce por cementación de sílice en crecimientos secundarios. Como accesorios circón y rutilo.

El ambiente de sedimentación se ha interpretado como el de una llanura de mareas, dominando los términos intermareales (*sand-flat*) y con desarrollo esporádico de barras.

Esta unidad es pobre en fauna. A techo de la formación se ha recogido *Asaphellus* sp. Las huellas como *Cruziana semiplicata* y *C. rugosa*, además la fauna de Trilobites indican sin duda edad Tremadociense.

### 1.2.3 Fm. Santed. Cuarcitas y pizarras (19). Tremadociense Arenigiense

Aflora en la esquina SO de la hoja, en las proximidades de la localidad de Santed. No hay en esta zona ningún corte que permita hacer un estudio detallado de estos materiales.

Regionalmente tiene una potencia muy variable. En el sur varía entre 200 y 400 m, aumentando hacia el N. hasta los 950 m.

En la sección de Berrueco (hoja de Calamocha), se han reconocido 300 m parcialmente cubiertos. Está constituida por una alternancia de areniscas de tonos pardo amarillentos y limolitas verdes y rojizas con un ligero dominio de la fracción arenosa de grano fino y muy fino.

La mitad inferior, muy monótona, forma capas de aspecto laminado con estructura interna de *ripples*, en la mayor parte de los casos de oscilación. Ocasionalmente se encuentran micro secuencias granodecrecientes y laminaciones paralelas. La bioturbación es escasa. Las direcciones de corriente medidas en los *ripples* es de 45°.

En la mitad superior aparecen con frecuencia granulometrías y poten-

cias de bancos mayores. En ellos se encuentran estratificaciones cruzadas de gran escala de tipo tabular y en menor proporción de surco (*through*). Las direcciones de aporte en estas capas es de  $280^{\circ}$ . Presentan frecuentes superficies de reactivación.

Los tramos limolíticos contienen niveles centimétricos de areniscas de *ripples* y con laminación paralela.

Las areniscas son de grano fino, formadas por granos de cuarzo (50-60%), feldespato potásico (10-15%), plagioclasa (5-10%), biotita (5%), moscovita (0-5%) y matriz clorítica. Como accesorios circón, turmalina y rutilo. Hay óxido de hierro procedente de la ferruginización de la biotita y alteración de feldespatos. También se observan reliquias de caolinita por transformación de micas y feldespatos. Generalmente presentan microestratificación paralela con niveles de acumulación de minerales pesados.

Estos materiales se han depositado en una llanura de mareas de carácter predominantemente arenoso (*mixed-sand flat*).

En la vecina hoja de Ateca (25-17) a techo de la unidad aparece fauna de Trilobites que data un Arenigiense inferior.

#### 1.2.4 Fm. Cuarcita Armoricana, (20). Arenigiense

Se encuentran afloramientos de esta unidad en la esquina SO, correspondientes a las Cadenas Ibéricas Occidentales (LOTZE, 1929) y en la esquina NE los correspondientes a las orientales o Rama Aragonesa s.s.

La sección estudiada con detalle en esta unidad se ha levantado en la Hoja de Calamocha (26-19), a un kilómetro del borde sur de la Hoja de Daroca. En ella se distinguen tres tramos:

- El inferior tiene una potencia de 180 m, y está constituido por cuarcitas blanquecinas y rojizas, generalmente muy recristalizadas, en capas de 0,30 a 0,60 m. En los bancos inferiores se observan cantos de cuarzo subredondeados, de 1,5 cm de diámetro, dispersos. Ocasionalmente se intercalan pizarras.

Suelen presentar estratificaciones cruzadas de gran escala de tipo tabular (ocasionalmente en surco) y tener morfología de barras. En algunos niveles de arenisca hay laminación cruzada de *ripples* y laminación paralela. La bioturbación en general inexistente, se limita a horizontes muy delimitados.

- El tramo medio tiene una potencia de 45 m. Está constituido por una alternancia de pizarras y areniscas. Las areniscas son de grano fino laminadas, entre las que se intercalan bancos de areniscas más compactas en capas del orden de 20-30 cms. En los niveles arenosos se encuentran lamina-

ciones paralelas o de muy bajo ángulo y sobre todo *ripples* de oscilación. Estas areniscas están medianamente bioturbadas.

— El tramo superior tiene una potencia de 85 m. Está constituido por bancos de 0,5 a 2 m de cuarcitas blanquecinas y rojizas, con algunos niveles de areniscas cuarcíticas y pizarras. Suelen presentar estratificación cruzada de gran escala de tipo tabular, y morfología de barras. La bioturbación aumenta hacia el techo del tramo en donde las areniscas presentan con abundancia tubos gruesos de *Scolithus*, a la vez que las estructuras sedimentarias se difuminan.

Al microscopio normalmente son ortocuarzitas (cuarzoarenitas) con granos subredondeados, de tamaño arena fina a media, bien clasificados, sin apenas matriz y cemento bien desarrollado de cuarzo en crecimientos secundarios, con bordes interpenetrados por presión-solución. Los minerales accesorios son circón, turmalina y rutilo.

El tramo medio son depósitos de llanura de mareas (*sand a mixed flat*), mientras que los tramos inferior y superior se interpretan como depósitos de barras litorales desarrolladas sobre esa llanura mareal.

Contienen pistas atribuibles a *Cruziana* y *Scolithus* y se datan como Arenigienses.

#### 1.2.5 Pizarras y areniscas, Margas con Briozoos y Calizas y dolomías con Cystoideos, (21). Ordovícico medio-Silúrico inferior (Llanvirniense-Llandoveryense)

Afloran fundamentalmente en el cuadrante nororiental de la hoja.

Dentro de esta unidad se diferencian cinco tramos con entidad regional, que no se han podido distinguir en la cartografía tanto por la escasa potencia que presenta como por el elevado grado de tectonización de las zonas en las que aflora. Estos tramos son, según CARLS (1968, 1975) y otros:

- A — Alternancia inferior
- B — Margas de Briozoos
- C — Alternancia superior
- D — Calizas de Cystoideos
- E — Fm. pizarras de Orea

Estos tramos se reconocen en los afloramientos de la esquina NE de la hoja, al oeste de Fombuena, donde se ha estudiado con detalle en la sección de Fombuena (x: 808.050; y: 730.450). En otros afloramientos de la esquina SO, únicamente asoman pizarras del tramo inferior, generalmente con recubrimientos neógenos y cuaternarios.

A) **Alternancia inferior.**— Solamente han sido estudiados los 90 m su-

periores del tramo. Está formada por pizarras verdes oscuras a negruzcas con intercalaciones de areniscas centimétricas de grano fino, y areniscas en bancos de potencia comprendida entre 0,5 y 1,5 m. En los niveles de arenisca de poca potencia aparecen *ripples*, ocasionalmente *flaser* y bioturbación. En los bancos de mayor potencia son frecuentes los bancos con estratificación cruzada de gran escala de tipo tabular, con techos suavemente ondulados y superficies de reactivación, que originan relevos laterales de cuerpos con geometría sigmoidal y rara vez superficies erosivas.

Son areniscas de grano fino formadas por cuarzo (45%) plagioclasas (10%) y biotita ferruginizada (15%), con algo de matriz clorítica (5%) impregnada por cemento ferruginoso (25%) y circón, turmalina y rutilo como accesorios.

En los alrededores de Fombuena se han encontrado varios yacimientos que han permitido datar esta unidad. En uno de ellos la asociación faunística es la siguiente: *Pterograptus hammanni* GUTIERREZ, *Didymograptus murchisoni* (BECK), *D. palerianus* JAANUSSON, *D. stabilis* ELLES Y WOOD, *D.cf. acutus* EKSTROM, *D.cf. chabinensis* BOUCEK, *D.ex. gr. indentus*, *Neseuretus (Neseuretus) tristani* (BRONGNIART), *Ectillaenus? sp Dalmanitidae* indet., *Actinodonta sp.cf. A. naranjoana* (VERNEUIL Y BARRANDE), *Orthocerida* indet. Esta asociación data al Llanvirniense superior (biozona con *D. Murchisoni*).

En otro yacimiento se ha recogido: *Glyptograptus (flyptograptus) teretiusculus* (HISINGER), *Gymnograptus linnarssonii* (MOBERG), *Placoparia (coplacoparia) tournemini* ROUAULT, *Neseuretus (Neseuretus) tristani* (BRONGNIART), *Colpocoryphe rouaulti* HENRY, *Zeliszella (zeliszella) cf. toledana* (HAMMANN), *Nobiliasaphus nobilis* BARRENDE, *Extillaenus sp*, *Ogygites? sp*, *Asaphidae* indet., *Dalmanitidae* indet., *Tomaculum problematicum* GROOM, *Praeleda sp*, *Hyolitha* indet. Braquiópodos articulados e inarticulados. Esta asociación data al Llandeilo inferior (Biozona con *G. Teretiusculus*).

En un tercer yacimiento se ha clasificado: *Neseuretus (Neseuretus) henkei* (HAMMANN), *Crozonaspis sp*; *Colpocoryphe ? sp*, *Praeleda costae* (SHARPE), *Actinodonta naranjoana* (VERNEUIL Y BARRANDE), *Redonia deshaysi* ROUAULT, *Sinuities (sinuities) hispánica* (BORN), *Tropidodiscus cf. acutus* SOWERBY, *Mourlonia sp*, Nautiloideos ortoconos, Braquiópodos articulados, Briozoos indeterminados.

El ambiente de sedimentación corresponde al *sand-mixed flat* de una llanura de mareas.

**B) Margas de Briozoos.**— En la base del tramo se encuentra un nivel que no excede de medio metro de oolitos ferruginosos. Por encima se sitúan

unas margas y pizarras margosas con niveles de areniscas con abundantes Briozoos. Tiene una potencia de 7 m. El estudio de una muestra recogida en este tramo da una pizarra sericítica muy poco cristalina, con limo de cuarzo (10%), micas, óxido de hierro disperso y Briozoos (30%) y agregados de calcita distribuidos en lentículas paralelas a la estratificación.

La fauna recogida en esta unidad es la siguiente: *Callograptus (pseudo-callograptus ?)* sp 1., *Reticulograptus* sp. *Dysplanus (Zetillaenus?)* sp. Datan una edad Caradociense.

C) **Alternancia superior.**— Se encuentra generalmente cubierta, está formada por pizarras verde oliva con intercalaciones centimétricas de areniscas, con laminaciones paralelas y cruzadas de pequeña escala, generalmente bioturbadas. Son areniscas de grano fino a limolíticas formadas por cuarzo (55%), plagioclasas (10%), moscovita (5%) y matriz clorítica (30%). Hay óxidos de hierro dispersos y circón, turmalina y rutilo. La potencia de este tramo es de 76 m.

En conjunto el tramo es análogo a la "alternancia inferior", pero más finamente estratificado.

D) **Caliza de Cystoideos.**— Está formada por calizas grises masivas con estratificación ondulada y algunos niveles dolomíticos de color pardo amarillento. Son biomicritas formadas por restos de Crinoideos y Briozoos.

En la base alternan margas y calizas con dolomías ambas de aspecto noduloso. Son frecuentes los restos de Cystoideos. Este tramo tiene una potencia de 22 m.

En esta unidad se han clasificado: *Cekovia* sp, *Dysplanus* sp, *Phillipsinella ?* sp, *Illaenidae* indet, *Naticomena* sp, *Phyllocorinidae* indet. Esta fauna data al Ashgillense.

E) **Pizarras de Orea.**— Están formadas en la base por areniscas lajeadas verdes, a techo pizarras verdes, con un total de 22 m. Las areniscas son de grano medio a grueso, con granos de cuarzo (30%), fracción de arena fina y limo de cuarzo (10-15%), en una matriz clorítica poco cristalina (40%) impregnada de óxidos de hierro (20%). Tienen estructura de laminación cruzada de pequeña escala. Aparecen en toda la serie granos de cuarzo dispersos de hasta 5-10 mm. Este tramo reposa mediante suave disconformidad sobre la caliza de Cystoideos.

## 1.3 SILURICO

### 1.3.1 Cuarcitas, (22). Silúrico inferior (Llandoveryense)

Aflora únicamente en la esquina NE de la Hoja. Son cuarcitas y areniscas de grano medio a fino subredondeadas, con tonos claros, blanquecinos,

ocasionalmente teñidos de óxidos de hierro, que se estratifican en capas de orden decimétrico. Son ortocuarcitas (cuarzoarenitas), apenas sin matriz y con cemento sílice o de cuarzo en crecimientos secundarios.

Presentan morfología de barras con estratificación cruzada de gran escala predominantemente tabular y se interpretan como depósitos de barras litorales.

### **1.3.2 Fm. Bádenas. Pizarras, (23). Silúrico inferior-superior (Llandoveryense-Ludlowense ? )**

Afloran en la esquina NE de la hoja donde ha sido estudiada parcialmente en la sección de Fombuena-2 (x: 809.550; y: 729.950). Son pizarras pardo negruzcas a negras con niveles centimétricos de areniscas de grano fino con laminación cruzada de pequeña escala y abundantemente bioturbadas. Son areniscas de grano fino formadas por granos de cuarzo (65-75%), moscovita (0-5%) y matriz clorítica (5-15%). Esta matriz es en parte epimatriz derivada de la diagénesis de fragmentos de rocas lábiles y feldespatos. Localmente se encuentran bancos de areniscas 20 a 70 cm de potencia, de grano medio con intercalaciones pizarrosas y lentejones carbonosos. Estos bancos generalmente muy bioturbados presentan laminaciones cruzadas de *ripples*, ocasionalmente *flaser*. En los bancos más potentes hay frecuentes superficies de reactivación y estratificaciones cruzadas de gran escala, predominantemente tabular.

Se trata de depósitos de llanura de mareas dominando los términos de llanura fangosa y mixta.

## **1.4 PERMICO**

El Pérmico de la hoja de Daroca aflora muy deficientemente. Se encuentra mediante discordancia angular sobre el Paleozoico. Está constituido por dos unidades claramente diferenciadas, separadas a su vez por otra discordancia, que fueron definidas por SACHER (1966) como las Formaciones Ermita y Montesoro.

### **1.4.1 Fm. Ermita y Fm. Montesoro. Areniscas cuarcíticas, limos, cineritas y limos rojos, (24). Autuniense-Saxoniense**

Afloran en el barranco de la Peña del Tormo, al S. de Fombuena.

La Fm. Ermita está constituida por limolitas, pardo rojizas, con interca-



laciones de bancos de cuarcita de 15 a 30 cm de potencia. Son ortocuarcitas síliceas de grano fino a muy fino, intensamente silicificadas, con sustitución de la primitiva matriz detrítica, neoformación de caolinita a partir de moscovita y posiblemente matriz arcillosa. Hay una mineralización irregular de óxido de hierro contemporánea a la silicificación. Contienen turmalina, circón y rutilo como accesorios. Son frecuentes los restos vegetales silicificados.

A techo de la unidad se encuentran niveles de cinerita silicificada y lentejones de composición riolítica, modificada por silicificación y ferruginización, de textura porfídico-holocristalina, en que los fenocrístales de plagioclasas están sustituidos por sericita y sílice, y los de biotita por sílice y óxidos de hierro.

Termina la unidad con un paleosuelo sobre el que se sitúa discordantemente la Fm. Montesoro.

La silicificación característica en esta unidad es consecuencia de un proceso neumatolítico hidrotermal en relación con las etapas póstumas del vulcanismo asociado a las fases distensivas del Pérmico inferior.

En la sección del Barranco de la Peña del Tormo se describen 10 m de limolitas rojas, pertenecientes a la Fm. Montesoro, con un paleosuelo en la base de hematites roja que las separa de la Fm. Ermita.

Regionalmente entre ambas formaciones hay una discordancia angular atribuida a la fase Saálica por RAMOS et al (1976). La Fm. Montesoro está constituida por materiales finos del tamaño de las lutitas que presentan intensas coloraciones rojo violáceas oscuras. Se trata fundamentalmente de cineritas de naturaleza lítico-cristalina con fragmentos riolíticos dominantes, dacíticos y de rocas silicificadas, englobados en una abundante pasta microcristalina.

En la serie son abundantes las intercalaciones de niveles decimétricos de tobas lítico-cristalinas de grano fino a medio y de composición semejante a la de las cineritas.

Otro elemento importante en la serie de Montesoro son los niveles de carbonatos de aspecto noduloso, originados por carbonataciones de las plagioclasas y fragmentos de rocas volcánicas. Han sido interpretados como carbonatos de origen pedogenético (IGME 1980).

Las características de los materiales en zonas próximas, parecen indicar que la sedimentación tuvo lugar mediante un mecanismo de abanicos aluviales coalescentes en un clima árido o semiárido, al mismo tiempo que se producía una intensa actividad volcánica, fundamentalmente explosiva, con formación de productos piroclásticos y emisión de algunas lavas.

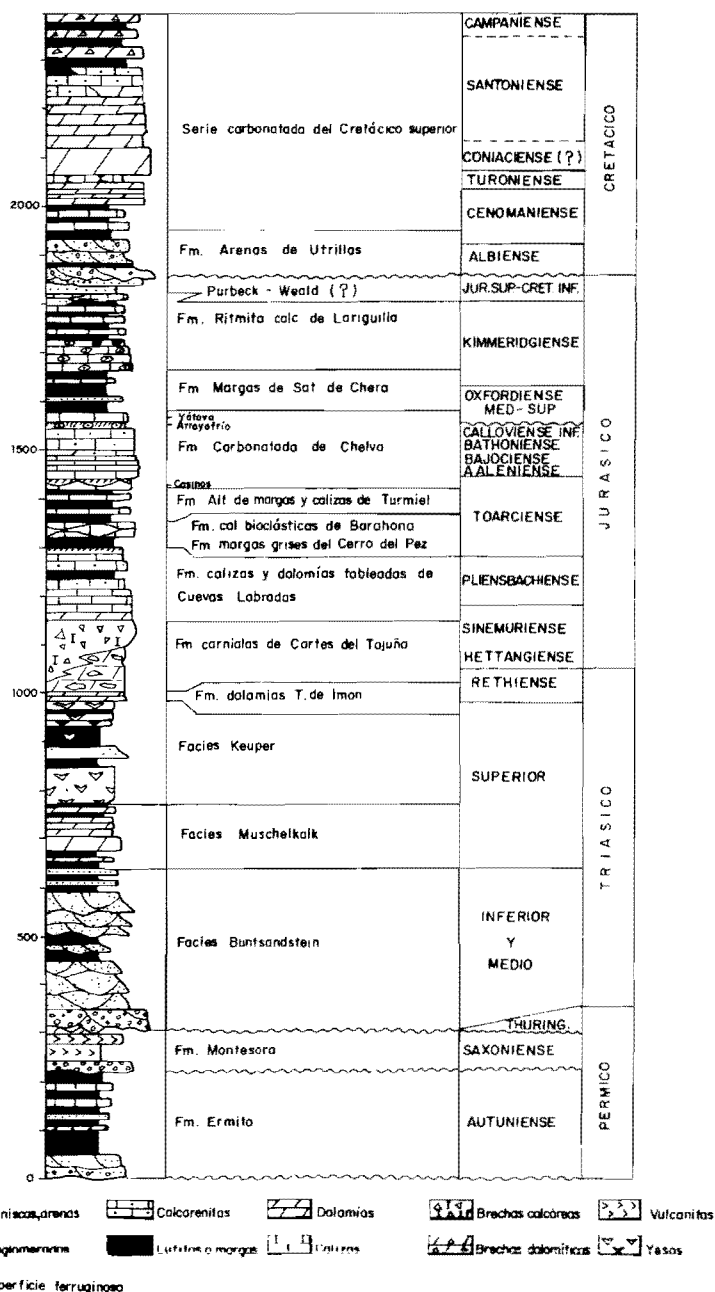


Fig. 2.— Columna estratigráfica sintética del Pérmico, Triásico, Jurásico y Cretácico.

### 1.4.2 Riolitas, (1). Pérmico

Afloran en la localidad de Fombuena, rodeadas de afloramientos de dolomías del Muschelkalk. Por consideraciones regionales las atribuimos al Pérmico.

Son rocas de textura porfídica, holocristalina y fluidal, con fenocristales grandes de ortosa pertítica con inclusiones de plagioclasas sustituidas por carbonatos. Los cuarzos suelen estar corroídos y presentan aureola carbonatada. Algunas ortosas son zonales en el borde más vítreo. Los minerales máficos (posibles anfíboles) están totalmente sustituidos por carbonatos. La pasta es de microlitos de feldespato potásico, con máficos, cuarzo intersticial y opacos.

Puede clasificarse como una riolita.

## 1.5 TRIASICO

El Triásico de las regiones próximas a la hoja de Daroca ha sido estudiado por RIBA (1959), VILLENA (1971), RAMOS (1979) y por IGME (1980). También son muy numerosos los trabajos de índole petrográfica, aparecidos en la década de los 70 sobre el Muschelkalk y Keuper.

### 1.5.1 Conglomerados, areniscas y lutitas rojas, (25). Facies Buntsandstein

Afloran en diversos puntos de la hoja, siempre con extensión reducida y la serie incompleta. En la mitad occidental de la hoja forma una franja discontinua de dirección NO-SE, paralela a la dirección del Jiloca. Son los afloramientos de Cerro Moreno, Arroyo de la Pimienta y Valdemolino. Se han estudiado en las columnas Bco. Valdemolinos (x: 785.250; y: 728.150) y Arroyo de la Pimienta (x: 785.000; y: 788.900). En la mitad Oriental aflora únicamente en los alrededores de Fombuena, con potencias más reducidas.

En las secciones citadas anteriormente, se han medido 90 m. Está compuesto por limolitas rojas, con niveles centimétricos de areniscas de grano fino y muy fino a techo y de areniscas de grano medio a grueso en la parte media, e intercalaciones de conglomerados, en capas decimétricas y ocasionalmente métricas (1-1,5 m) hacia la base.

Los clastos son de cuarcita, redondeados y subredondeados, con un tamaño máximo de 20 cm. Frecuentemente estos cantos se encuentran dispersos en la masa arenosa.

Al microscopio las areniscas son litarenitas feldespáticas de grano medio, compuestas fundamentalmente de granos de cuarzo, feldespato potásico (5-10%), fragmentos de cuarcitas y areniscas (15%) y pizarras y rocas ferruginosas (15%), cemento poro-pelicular de óxido de hierro, y parches de dolomita y calcita sustituyendo a la primitiva matriz y cemento. Como accesorios se encuentran circón, turmalina y rutilo.

Las areniscas y conglomerados se hallan dispuestos en cuerpos lenticulares y de base erosiva, con los cantos en la base preferentemente, y en ocasiones con cantos blandos. Hacia el techo de cada secuencia disminuye el tamaño del grano.

Las estructuras más frecuentes son estratificaciones cruzadas de gran escala en los tramos inferiores, y *ripples* en los superiores. Es frecuente que todo el conjunto se halle bioturbado.

Las medidas de paleocorrientes oscilan entre 135° y 225°.

Los tramos arenosos y conglomeráticos de esta unidad se interpretan como depositados en un ambiente fluvial de tipo torrencial, y los tramos superiores limolíticos como de llanura de mareas.

### 1.5.2 Dolomías, (26). Facies Muschelkalk

El informe del IGME (1980) divide las Facies Muschelkalk en cuatro unidades litoestratigráficas que de muro a techo son:

- 1) Dolomías y limos.
- 2) Dolomías en capas gruesas.
- 3) Dolomías en capas finas.
- 4) Alternancia de margas y dolomías.

Todas estas unidades se sitúan en el Carniense (parte inferior del Triásico Superior).

Los afloramientos existentes en la hoja de Daroca no permiten la separación cartográfica de estas cuatro unidades.

En la sección del Arroyo de la Pimienta (x: 785.000; y: 788.900) se ha reconocido 10 m de la base de la primera unidad. Está constituida por calizas, calizas dolomíticas y dolomías tableadas con intercalaciones de margas y limolitas arenosas de tonos verdosos amarillentos y rojizos.

En la sección de Cucalón (x: 810.450; y: 722.400) se han reconocido, también de forma incompleta, las unidades 2, 3 y 4. Las dos primeras "Dolomías en capas gruesas" y "Dolomías en capas finas", no es posible separarlas sobre el terreno. Están formadas por 62 m de dolomías grises de tonos asalmonados e incluso amarillentas que se estratifican en bancos, desde masivos con aspecto brechoide a tableados en capas de 20 a 40 cm. Son

normalmente dolomías con textura en mosaico denso, de cristales subidomorfo de tamaño medio a grueso dispuestos en forma de microestratificación paralela/ondulada. La dolomitización es penecontemporánea con la sedimentación, sufriendo una importante recristalización.

Suelen presentar laminación estromatolítica con las láminas rotas o no y *ripples*, normalmente de oscilación. Aunque no se ha observado, debido a la fuerte recristalización, los bancos masivos de la base suelen presentar en otras zonas (Used, 25-18 y Odón, 25-19) estratificación cruzada de gran escala y morfología de barras y canales.

La unidad superior está formada por 18 m de margas laminadas amarillentas, con niveles intercalados centimétricos de dolomías brechoides. Regionalmente (IGME, 1980) en la parte inferior dominan la bioturbación y *ripples* de oscilación, así como los niveles de Bivalvos y Gasterópodos. A veces aparecen cuerpos con morfología de barras. En la parte superior hay niveles estromatolíticos y moldes de cristales de sal.

Estas unidades se han depositado en un ambiente de llanura de mareas, dominando los términos intermareales altos, y con tendencia supramareal hacia el techo. En toda la serie se encuentran barras y canales, de poca profundidad.

### 1.5.3 Arcillas y margas varioladas, yesos, (27). Facies Keuper

Los afloramientos en la hoja de Daroca son muy escasos. Aparece siempre muy recubierto por derrubios, por lo que no ha podido ser estudiado en ninguna columna estratigráfica.

Está constituido fundamentalmente por arcillas abigarradas (rojas, verdes, grises, etc.) y yesos con texturas secundarias (fibrosos, nodulosos). Regionalmente es característica la presencia de minerales de tipo autigénico: aragonitos, jacintos de compostela. A techos se intercalan niveles dolomíticos discontinuos de tránsito a la Fm. Dolomías tableadas de Imón.

Los materiales de la Facies Keuper se depositan en una llanura próxima al litoral, que temporalmente sufriría pequeñas transgresiones marinas, que dejaban sedimentos de llanura de marea. En esta llanura se desarrollaban lagos efímeros, semejantes a las playas o *sebkhas* continentales (yesos). Esporádicamente la llanura estaría surcada por pequeños canales (IGME 1980).

La unidad es normalmente azoica, sólo se han encontrado lumaquelas con pequeños lamelibranquios en niveles dolomíticos presentes en la hoja de Ateca (25-17). Se le atribuye una edad Triásica superior probablemente Noriense.

## 1.6 TRIASICO SUPERIOR Y JURASICO

El Jurásico de este sector de la Cordillera Ibérica ha sido estudiado desde muy antiguo destacando los trabajos de TRICALINOS (1928), RIBA (1959), VILLENA (1967), VILLENA (1971), GOY et al (1976), YEBENES (1973) y GOMEZ et al (1979).

En los trabajos de GOY et al (1976) y GOMEZ et al (1979) se definen varias unidades litoestratigráficas que han sido utilizadas en la cartografía de la zona.

En la hoja de Daroca sólo aflora la unidad inferior en los alrededores de Lagueruela (borde SE de la hoja).

### 1.6.1 Carniolas y brechas calcáreo-dolomíticas, (28). Rethiense-Hettangien-se-Sinemuriense inferior

Está constituida por brechas calcáreo-dolomíticas, masivas, de aspecto caótico, sin clasificación, con los clastos en contacto o flotando en la matriz (*clast y mud supported*). La potencia es superior a los 20 m.

Presentan una gran variedad de clastos: calizas y dolomías laminadas, "carniolas", calizas bioclásticas, etc. Normalmente son angulosos de menos de 40 cm de diámetro. El estudio microscópico revela que han sufrido procesos complejos de recristalización, disolución y cementación.

GINER (1980) sugiere un origen para estos términos en el que intervienen tres factores: disolución de evaporitas, resedimentación y control tectónico en períodos penecontemporáneos a la sedimentación. El predominio local de cada uno de estos factores da lugar a colapsobrechas o a auténticas brechas sedimentarias.

Por lo que respecta al conjunto de la unidad cartográfica puede afirmarse que es prácticamente azoica o carece de fósiles con valor cronoestratigráfico. Se supone que el límite Rethiense-Hettangienense debe situarse hacia la base de la unidad.

## 1.7 CRETACICO

Los materiales cretácicos más antiguos pertenecen a la Fm. Arenas de Utrillas. Reposa discordante sobre las dolomías de la Facies Muschelkalk.

Los trabajos más destacados sobre el cretácico de la región son los de RIBA (1959), VILLENA (1971), AGUILAR et al (1971) que define formalmente la Fm. Arenas de Utrillas. MOJICA et al y MOJICA (1977 y 1979)

precisan el límite Cenomaniense-Turoniense mediante Ammonites en la zona de Nuévalos y Alhama de Aragón. MELENDEZ et al (1980) estudian la sedimentología de los materiales carbonatados del Cretácico superior de Nuévalos (hoja 25-17 Ateca) y el IGME (1980) realiza un exhaustivo estudio de la sedimentología, paleogeografía y evolución tectónica del ciclo alpino, en un sector de la Cordillera situada al oeste de nuestra hoja.

Aflora en el borde E de la hoja entre Cucalón y Lagueruela, formando un sinclinal de dirección NO-SE, con el flanco suroeste invertido.

La sección Fonfría (x: 821.250; y: 714.850), se ha levantado a lo largo de la carretera de Rudilla a Fonfría, en la hoja vecina núm. 466, Blesa, donde se encuentra mejor representada.

#### **1.7.1 Fm. Arenas de Utrillas. Arenas conglomeráticas y arcillas, (29). Albiense-Cenomaniense inferior**

Sus materiales se encuentran siempre muy cubiertos y afloran en las vertientes bajo los escarpes de los materiales duros del Cretácico superior. Tiene una potencia del orden de 70 metros.

Se trata de niveles de arenas de grano medio a grueso, subanguloso a subredondeado, y abundantes clastos de cuarzo dispersos o concentrados en niveles, en capas de potencia irregular de varios decímetros a algunos metros, con intercalaciones de lutitas de variada coloración que suelen contener arenas y en ocasiones cantos de cuarzo dispersos. Son frecuentes los nódulos ferruginosos.

Las arenas son normalmente arkosas (y subarkosas) con cuarzo, feldespato potásico, abundante matriz de caolinita poral y cemento poropelicular de óxidos de hierro. La composición original se modifica por la sustitución de algunos elementos (feldespatos, matriz, micas) por calcita poikilítica generada durante tiempos avanzados de la diagénesis. La matriz caolínica es con toda probabilidad sedimentaria. Presentan morfología tabular a escala de afloramiento, estratificación cruzada de gran escala, con niveles de gravas concentradas en cicatrices internas y dispersas en los sets. Otros niveles tienen base ligeramente erosiva y estratificación cruzada de gran escala y bajo ángulo.

La unidad no encaja de forma clara en un modelo netamente fluvial (ver memoria de la hoja 25-18 Used). Modernamente se interpreta como un modelo fluvio-deltaico sometido al influjo de las mareas (submareal), es decir un delta destructivo reelaborado en parte por las mareas en una paleogeomorfología de estuario constituido por el pasillo del aulacógeno Celtibérico (ver capítulo 2 TECTONICA).

### 1.7.2 Margas, Margas arenosas y calizas con Ostreidos, (30). Cenomaniense

En la sección de Fonfría se han reconocido 28 m de esta unidad.

Es un conjunto heterolítico detrítico-carbonatado. Dominan las calizas y calizas arenosas, en ocasiones bioclásticas, grises y ocre, estratificadas en capas de potencia decimétrica y a veces masivas, alternando con niveles margosos. Es muy constante, hacia la parte media del tramo, la presencia de un nivel métrico de margas verdes, y son frecuentes los niveles de arenas de aspecto "utrilloide" en la parte inferior. También suele haber en la base capas decimétricas de areniscas calcáreas y calizas arcillosas.

Los niveles carbonatados están distribuidos en capas de aspecto noduloso preferentemente, y más raramente con aspecto tableado en capas de 10 a 40 cms. Normalmente son *mudstones* o *wackestones-packstones* (biomicritas), con fracción arenosa. El conjunto está bioturbado siendo los *ripples* de oleaje y las laminaciones paralelas, normalmente de origen criptagal, las estructuras más frecuentes.

Se interpretan como depósitos de plataforma somera con predominio de términos de *tidal-flat* y *lagoon* y fuerte influencia de aportes detríticos-terrágenos.

Las muestras levigadas contienen restos de Ostreidos, Gasterópodos, Ostrácodos, Serpúlidos y Foraminíferos (Lituólidos). Entre otros se han clasificado: *Daxia cenomana* CUVILL Y SZAK; *Flabellamina alexanderi* CUSCH; *Pseudocyclamina* sp; *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET); *Dolocytheridea bosquetiana* TONES y HINDEZ; *Platycythereis minuita* DAMOTTE; *Centrocythere denticulata* MERT, que datan el Cenomaniense s.1.

### 1.7.3 Dolomías y calizas dolomíticas, (31). Cenomaniense-Turonense

Dan origen a un resalte morfológico entre las unidades infra y suprayacente.

En la columna de Fonfría se han medido 27 m de calizas, calizas margosas y arenosas, con algunos bancos dolomíticos sobre todo a techo, e intercalaciones centimétricas de margas. La coloración es gris amarillenta y rosada a techo.

Son biointraesparitas (calizas bioclásticas) con abundantes restos de Ostrácodos, Lamelibranchios, Equinodermos, Algas y algún Foraminífero.

La estratificación es generalmente masiva, más raramente es laminada a nodulosa. El conjunto se encuentra intensamente bioturbado y aparecen laminación de origen criptagal y *ripples* de oscilación.



El ambiente de sedimentación es el de una llanura de mareas dentro de una plataforma somera.

Se han reconocido Ostreidos, Miliólidos y Algas. Entre los Foraminíferos se han clasificado: *Vidalina hispánica* SCHLUMB; *Rotalina* cf. *cayeuxi* CUSH; *Quinqueloculina* sp. Entre las algas: *Neomeris pfenderae* KONISHI y EPIS; *Acicularia* sp. La edad de la unidad, por esta asociación faunística es Cenomaniense-Turoniense.

#### 1.7.4 Dolomías masivas con Rudistas, dolomías en bancos, calizas nodulosas y margas, (32). Turoniense-Senoniense

Dan origen a un resalte morfológico suave entre las unidades infra y suprayacente.

En la columna de Fonfría se han medido 145 metros, estando los primeros 15 metros cubiertos en la citada sección. Por observaciones parciales podemos decir que están constituidos por calizas nodulosas y margas.

A continuación viene un tramo de 47 metros de dolomías blanquecinas, masivas y calizas, también masivas a techo, que contienen abundantes restos de Rudistas. Las calizas son *mudstones-wackstones* y *packstones* (biomicritas con zonas gravelosas con cemento de esparita que contienen Ostrácodos y Foraminíferos). Siguen 16 metros de calizas grises con estratificación nodulosa e intercalaciones de margas. Son *mudstones* (biomicritas) con laminación paralela y estromatolítica. Los 67 metros finales están constituidos por calizas grises mal estratificadas a masivas, de aspecto conglomerático y brechoide con cantos negros. A veces tienen aspecto noduloso. El aspecto conglomerático y los clastos negros se deben a edafizaciones de los lodos calcáreos con removilización de los mismos. Se conservan abundantes Rhizocreciones. Normalmente son *mudstones* y *wackstones-packstones*: biomicritas e intraesparitas, con intraclastos micríticos de origen algáceo que contienen Ostrácodos, Gasterópodos y Discórbidos.

Nada podemos afirmar sobre el ambiente sedimentario del tramo inferior, pero regionalmente corresponde a sedimentos de plataforma somera abierta. Los niveles con Rudistas constituyen biohermes desarrollados en una plataforma somera interna y restringida. Los niveles con cantos negros se depositaron en un *lagoon* restringido.

En la parte media de la unidad cartográfica se han clasificado *Minouxia lobata* GEND, *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB, *Moncharmontia appenninica* DE CASTRO, *Discorbia* aff. *minima* (VIEAUX), aff. *brevis* GREK y *Quadracythere* sp. A techo aparecen *Stensionia* cf. *surrentina* TORRE y Discórbidos. Todo ello define un Santoniense. Por consideraciones regionales, los

niveles inferiores cubiertos y dolomitizados se atribuyen al Turoniense-Coniaciense.

### 1.7.5 Dolomías brechoides y margas dolomíticas, (33). Senoniense

En la sección de Fonfría se han medido 94 m que han podido ser datados como Santoniense, no pudiéndose asegurar que parte corresponde al Campaniense. Por ello se ha dado a esta unidad cartográfica edad Senoniense.

Está constituida por calizas y dolomías de aspecto brechoide a veces microcristalinas, alternando con margas amarillo verdosas. La coloración de los bancos calizos es gris blanquecina, donde destacan los fragmentos de caliza negra, en los que en ocasiones es visible estructura pisolítica.

La estratificación en los bancos calizos es masiva y en ocasiones nodulosa. Se encuentran a veces cicatrices erosivas con cantos calizos en la base. En la mitad inferior de la unidad es frecuente la porosidad fenestral.

En esta unidad se pueden diferenciar dos microfacies. La mitad inferior alternan margas con las calizas de Miliólidos, que son biomicritas y biointraparitas con abundantes Lituolidos y otros Foraminíferos (Ataxophragmidos, Lituólidos, y Discórbidos). A techo existe un fino banco de caliza biogénica de Rudistas, Políperos y Algas Solenoporáceas. Las especies clasificadas son numerosas: *Idalina antiqua* D'ORB, *Arcordiella conica* FARINACCI, *Minouxia lobata* GEND, *Númmofallotia* cf. *cretacea* (SCHLUMB), *Spirocyclina* cf. *choffati* MUNCHALM, *Peneroplis giganteus* GEND.

Las microfacies de la mitad superior corresponden a biomicritas con nódulos (dudosamente asimilados a procesos algales) y de aspecto dismicritico. Los restos fósiles son escasos y se han diferenciado: Ostrácodos, Gasterópodos y Discórbidos. En los levigados se han clasificado: Characeas: *Ambliochara* aff *begudiana* GRAMB, *Sphaerochara* sp y fragmentos de Ostrácodos. La única especie clasificada define el Cretácico terminal.

Estos materiales se han depositado en un *lagoon* interno restringido (Salobre ?) con episodios de barras (*Shoals*) constituidos por las calizas de Miliólidos. La influencia de aguas dulces continentales es muy patente (Charáceas) y señala el máximo regresivo del Cretácico en esta zona.

## 1.8 Terciario

En la hoja de Daroca afloran materiales pertenecientes al Paleógeno y Neógeno. Los primeros se localizan en una zona situada en la parte oriental

de la hoja entre Lagueruela y Cucalón, tratándose de depósitos continentales, fundamentalmente conglomerados, areniscas y arcillas.

Los sedimentos neógenos se encuentran ampliamente representados en la hoja, ocupando prácticamente las dos terceras partes del conjunto de la misma, donde constituyen parte de la Fosa del Jiloca, y de la Cuenca de Calatayud.

Se trata de sedimentos detríticos y carbonatados depositados en régimen continental que rellenan la parte Sur de la citada Cuenca de Calatayud desde el Mioceno inferior hasta el Plioceno (fig. 3).

El actual valle del Jiloca se presenta como una fosa disimétrica (Fosa del Jiloca) rellena fundamentalmente por depósitos pliocenos.

Se ha realizado un mapa de formaciones superficiales, que se incluye en la presente memoria, y en el que se han señalado todos los depósitos a partir del Plioceno. En los epígrafes correspondientes a la descripción de cada unidad cartográfica se hace referencia a la sigla que le corresponde en la leyenda del citado mapa de formaciones superficiales.

### **1.8.1 Conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas (34), Paleógeno**

Aflora esta unidad en el borde oriental de la hoja, al N de Lagueruela en una zona de topografía prácticamente plana.

Bien desarrollada en la hoja situada más al Este, donde su potencia rebasa los 1000 m sólo su tramo más inferior (unos 350 m) aparece en la zona estudiada, descansando en discordancia sobre materiales del Cretácico y plegados juntamente con ellos.

Se trata de sedimentos continentales básicamente detríticos: arcillas rojas, areniscas y conglomerados con cantos redondeados de cuarcita, arenisca cuarcítica y caliza. Las areniscas son litarenitas de grano fino a medio con abundante cemento carbonatado y porcentajes apreciables de óxidos de hierro. El estudio de los minerales pesados revela porcentajes mayoritarios de turmalina (50%) así como proporciones muy elevadas (35%) de estauroilita, que denotan una clara herencia de la Fm. arenas de Utrillas.

El estudio mineralógico de las arcillas de esta unidad muestra porcentajes más elevados de caolinita que de illita, lo cual señala unas condiciones del medio sedimentario en las que el agua de precipitación sería abundante (superior a la pérdida por evaporación) y el ambiente oxidante, si bien no debe descartarse la posibilidad de que parte de esta caolinita sea heredada de los sedimentos de la Fm. Arenas de Utrillas.

Los conglomerados y areniscas aparecen en paleocanales cuya extensión lateral, en ocasiones, supera los 10 m y potencia de 1-3 m; las bases son

N. (DAROCA)

S. (NAVARRE - BAÑON)

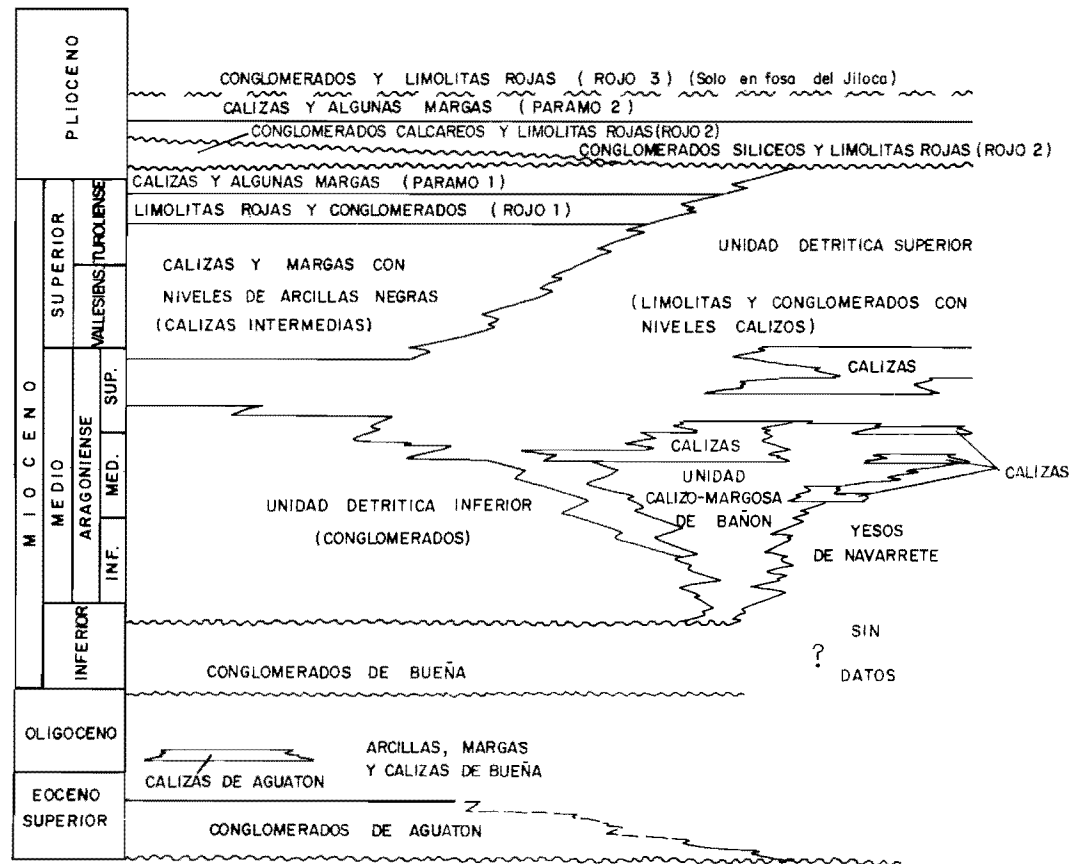


Fig. 3.— Esquema de distribución de facies del Terciario.

claramente erosivas y aparece estratificación cruzada de gran escala en la que se han medido direcciones que indican aportes desde el NNE y NE. Este dato viene confirmado por la existencia, como ya hemos indicado, de herencias mineralógicas de la Fm, arenas de utrillas situada en los afloramientos observables actualmente, en la misma dirección. Se observa en conjunto una tendencia estrato y granocreciente hacia el techo. Las facies finas de limos y arcillas se interpretan como depósitos de llanura de inundación.

El medio sedimentario debe corresponder a zonas medias y distales de abanicos aluviales, en áreas con precipitación relativamente abundante, con instalación de canales fluviales.

La atribución cronológica de esta unidad, dada la ausencia de argumentos paleontológicos, se ha hecho en función de su disposición discordante sobre los materiales del Cretácico así como por el hecho de encontrarse afectada por una fase de plegamiento común, anterior al depósito de materiales neógenos.

### **1.8.2 Conglomerados silíceos, limolitas y arcillas rojas (35), Ageniense superior-Aragoniense superior. (Unidad detrítica inferior)**

Aparece esta unidad a lo largo de una banda de dirección NO-SE que se extiende paralela al río Jiloca y separada de éste por una alineación paleozoica sobre la que descansa discordantemente, presentándose con un relieve caracterizado morfológicamente sobre todo por la presencia de abundante acaravamiento.

Su potencia es superior a los 100 m y su constitución litológica es de conglomerados silíceos en capas extensas alternantes con limolitas y arcillas rojas. En conjunto la unidad presenta tendencia estrato y granodecreciente.

La mineralogía de los niveles de arcillas existentes indican la presencia de caolinita en proporciones inferiores al 10% correspondiendo el resto a illita y esmectita. Los minerales pesados estudiados en distintas muestras muestran como dominantes turmalina (50-60%) y zircón (20-30%) lo que podría indicar una herencia de sedimentos del Buntsandstein.

Generalmente, y excepto en algunas zonas basales donde los conglomerados aparecen en forma casi masiva, los depósitos de esta unidad se organizan en cuerpos tabulares, con bases planas y muy extensos, con una potencia que se sitúa entre 1 y 2 m y sin estructuras sedimentarias internas notables.

Se trata de depósitos de canales poco profundos y efímeros correspondientes a zonas proximales de abanicos aluviales, y que rellenan la cuenca provenientes del Oeste y Suroeste. En líneas generales se pueden considerar

agrupados en cinco zonas dominantes que corresponderían a otras tantas zonas de entrada de abanicos y que, de Norte a Sur, serían:

- Zona de La Dehesa/El Platillo (Norte de Daroca).
- Zona de Valalto (Este de Daroca).
- Zona de Loma de Vallejuelos (Sur de Nombrevilla).
- Zona del Valdeguaren/Carrasanmartín (Oeste de Anento).
- Zona de Valdeburro (Este de Luco).

La atribución cronológica de esta unidad es algo imprecisa si bien existen varios yacimientos de vertebrados fósiles que permiten señalar la presencia de Mioceno medio, no pudiéndose descartar una edad Mioceno inferior para los términos basales de la unidad.

Los yacimientos existentes y sus listas fáunicas correspondientes son:

- Arroyo del Val I, III, IV, VI.

*Pseudaelurus* cf. *Corteti*, *Micromeryx flourensianus*, *Euprox furcatus*, *Listriodon splendens aragonensis*, *Hyotherium* sp, *Anchitherium aurelianensis* y *Progenetta* sp.

- Manchones.

*Martes* cf. *pusilla*, *Progenetta* sp, *Hemicyon* sp, *Semigenetta mutata*, *Palaeomeryx* sp, *Euprox furcatus*, *Protragoceras* sp, *Macrotherium* sp, *Dicerorhinus sansaniensis*, *Brachypotherium* sp, *Anchitherium aurelianense* y *Gomphotherium augustidens*, que indican una edad Aragoniense superior.

### 1.8.3 Limolitas, conglomerados y niveles carbonatados (36). Calizas y margas (37). Aragoniense medio a Rusciniense (Unidad detrítica superior)

Afloran estas unidades en la misma zona que la descrita en el apartado anterior, descansando sobre ella y, en parte, en cambio lateral de la misma.

Morfológicamente presenta un relieve suavemente alomado y, su parte superior, suele aparecer constituyendo la ladera de la meseta que constituye las calizas superiores bajo las que se sitúa.

Se han estudiado a partir de las Secciones de Nombrevilla I, II y III, Anento, Retascon I y II.

Se trata de un tramo de unos 80-100m con litologías muy variadas. Su color dominante es el rojo y está formado por limolitas, arcillas (en ocasiones y, hacia la base del tramo, yesíferas), conglomerados y areniscas (litarrenitas con cemento de micrita y esparita) y tramos carbonatados que, en ocasiones, alcanzan gran desarrollo en cuyo caso se han cartografiado independientemente (37).

Estos tramos calizos que, en algunas zonas, son dominantes en la unidad, presentan una gran variedad: micritas y dimicritas algales, microdolomías peletoides y biomicritas con characeas e intraesparitas algáceas.

En los tramos detríticos se observan paleocanales en los que las direcciones de aporte medidas indican transporte más o menos paralelo a los bordes de la cuenca, aparecen estratificaciones cruzadas de gran escala de surco y secuencias granodecrecientes. Es frecuente la aparición de paleosuelos carbonatados bien a techo de los paleocanales o intercalados en los tramos limolíticos. Las calizas que, como ya hemos indicado, tienen una extensión lateral variable, presentan en ocasiones base irregular, contienen con frecuencia Gasterópodos y estructuras algales y, en conjunto, se presentan bioturbadas.

El ambiente sedimentario en que se depositó esta unidad debió corresponder a depósitos fluviales (paleocanales) en tránsito a medios palustres, (micritas y dimicritas algales) y, en ocasiones, lacustre (biomicritas con Characeas).

De cualquier modo el agua de precipitación no debía ser muy abundante, como indica la mineralogía de las arcillas y la abundancia de paleosuelos, y el encharcamiento existente en las zonas más internas de la cuenca sería efímero y no constante en posición, variando en función de los aportes de agua, que no serían continuos y generalizados, sino más bien locales y esporádicos.

Existen yacimientos paleontológicos en esta unidad (en su parte más alta) localizados en niveles arcillosos oscuros intercalados en la serie y de los que a continuación facilitamos las listas faúnicas.

#### — Nombrevilla

*Amphicyon* sp, *Lycaena chaeretis* GAUDRY, *Machairodus* sp, *Anchitherium sampelayoi* VILL y CRUS, *Hipparion primigenium koenigswaldi*, *Ancylotherium pentelici* GAUD y LAT, *Dicerorhinus* cf. *sansaniensis*, *Tetralophodon longirostris* KAUP, *Euprox dicranocerus* KAUP, *Capreolus* sp, *Decennatherium pachecoi* CRUS, *Tragocerus amaltheus* ROT. y WAG y *Gazella* sp.

#### — Pedregueras

*Hipparion* cf. *primigenium Koenigswaldi*, *Hipparion primigenium melendezi*, “*Rhinoceros*” indet, *Tetralophodon longirostris* KAUP. *Deinotherium giganteum* y *Euprox dicranoceras* KAUP.

Ambos yacimientos indican una edad Vallesiense. Igualmente en la zona de Nombrevilla se han estudiado por R. ADROVER unas muestras que han

proporcionado micromamíferos que indican una edad Vallesiense inferior a Rusciniense inferior. Al mismo tiempo uno de los niveles calizos intercalados en la zona de Cuencabuena por su posición estratigráfica es correlacionable con otro nivel existente en Cosa, situado en la hoja de Segura de los Baños, y datado como zona MN6 de la biozonación de Mein (Aragoniense superior).

#### **1.8.4 Arenas blancas. Conglomerados silíceos y limolitas rojas, (28). Aragoniense superior. Vallesiense**

Aparece esta unidad en el borde nor-occidental de la hoja y está constituida por limolitas y arcillas rojas con algún nivel de conglomerados silíceos y con intercalaciones de arenas blancas y amarillentas con *lags* de clastos silíceos dispersos, o concentrados en hiladas, y que pueden alcanzar un tamaño de 10 cm.

Esta unidad es difícilmente caracterizable al ser sus condiciones de afloramiento bastante deficientes. Se apoya discordantemente sobre las unidades 35 y 36 anteriormente descritas y alcanza una potencia de unos 40 m.

Posiblemente corresponde a una facies media o distal de abanico aluvial con canales fluviales. Dado su carácter discordante, así como el hecho de que su presencia sea local, no habiendo sido observada en otros puntos de la cuenca podría indicar un aporte motivado por un reajuste tectónico local del borde de la misma.

La datación de esta unidad se ha realizado gracias a la información verbal facilitada por DAHM, R y FREUDENTHAL M, los cuales, en el curso de una investigación que realizan actualmente, han hallado fauna correspondiente a las zonas MN 7— MN 8 y MN 9 de la biozonación de MEIN (Aragoniense superior-Vallesiense inferior).

#### **1.8.5 Calizas, Calizas arcillosas y margas (39). Vallesiense-Turolense. (Unidad calizas intermedias)**

Aflora esta unidad en la misma zona que la anterior descansando sobre ella y sobre la 36. Su potencia puede alcanzar los 50 m en la parte más septentrional acuciándose rápidamente hasta desaparecer, si bien en la hoja de Paniza situada al Norte presenta gran extensión y desarrollo.

Aparece como un resalte bastante neto intercalado en la ladera de la meseta formada por las calizas superiores

Está constituida esta unidad por un conjunto de calizas, calizas arcillosas y margas con niveles oscuros de arcillas. Es muy frecuente la presencia de



Gasterópodos, restos vegetales carbonizados y restos de vertebrados. En los niveles calizos aparecen cañas, raíces y en conjunto se presentan muy bioturbados.

Las calizas son dismicritas con textura modificada por bioturbación algácea (grumos) y disolución (huecos tapizados con óxidos de hierro). En ocasiones son biomicritas formadas por Algas en cuya estructura grumosa se observan señales de pseudomorfosis de calcita en yeso.

Esto nos indica un medio sedimentario correspondiente a una zona palustre, efímera en muchos casos y, en ocasiones, hipersalino con diagénesis vadosa con disolución de sulfatos.

Se trataría, en conjunto, de una zona con encharcamientos generalizados, no estables, y entre los que podría existir una cierta comunicación y circulación de agua, quizá provocada por un aumento de precipitación en las zonas de cabecera del sistema, que arrastraría los materiales más finos así como restos de Gasterópodos, etc, que de esta forma se concentrarían preferentemente en algunos niveles.

Para la atribución cronológica de esta unidad se han tenido en cuenta los datos obtenidos en esta hoja en formaciones limítrofes, así como las correspondientes a esta unidad en la hoja de Paniza situada al Norte.

Igualmente, y como ya hemos indicado para la unidad anterior, se ha tenido en cuenta la información verbal facilitada por DAHM, R y FREUDENTHAL, M, producto de una investigación actualmente en curso de realización.

#### **1.8.6 Limolitas rojas con niveles conglomeráticos (40). Turolense. (unidad Rojo 1)**

Esta unidad aflora en la misma zona que la anterior sobre la que descansa concordantemente y a la que, en parte, pasa lateralmente.

Si bien en la hoja de Paniza, situada al Norte, esta unidad alcanza una potencia considerable, en la zona que nos ocupa no rebasa los 20 m y además se acuña hacia el Sur hasta desaparecer pasando lateralmente a la unidad 36.

Está formada por limolitas y arcillas rojas con intercalaciones conglomeráticas esporádicas, poco potentes, de clastos silíceos redondeados con tamaño no superior a los 5 cm y que, en ocasiones, aparecen dispersos en los términos más finos. La presencia de esta unidad puede interpretarse como el resultado de una etapa de mayor actividad erosiva sobre los bordes de la depresión provocada, seguramente, por oscilaciones climáticas o bien por deformaciones tectónicas.

La datación de esta unidad, ante la inexistencia de argumentos paleontológicos en la misma se ha hecho en base a los datos obtenidos para los tramos infra y suprayacentes.

#### **1.8.7 Calizas con alguna intercalación margosa (41), Turolense-Rusciniense, (Unidad Páramo 1)**

Está constituido por un tramo de unos 30 m de potencia máxima observada, que aflora en la zona central de la hoja según una diagonal NNO-SSE constituyendo el borde de la meseta que se extiende al NE de la zona. Morfológicamente presenta un escarpe neto más o menos recortado por efecto de la erosión.

Esta unidad descansa concordantemente sobre las anteriormente descritas (36 y 40) si bien hay que hacer notar que hacia el Sur y hacia el Este pasa lateralmente a la primera de las citadas, siendo entonces discordante sobre los materiales paleozoicos, y mesozoicos del borde E de la cuenca.

Para su estudio se han utilizado los datos obtenidos en las secciones de Retascon I, Anento y Nombrevilla III completados con observaciones puntuales.

Esta unidad, tradicionalmente conocida en la literatura geológica como "Caliza del Páramo" está constituida por calizas y margas de tonos blaquesinos y grisáceos. De forma general las calizas son micritas algaceas que, en ocasiones, contienen Ostrácodos y Characeas. Lateralmente es frecuente la aparición de niveles intensamente bioturbados con abundancia de raíces, tubos, etc, siendo también bastante común la existencia de zonas karstificadas posteriormente a la sedimentación. También se han observado en zonas la presencia de procesos de recristalización por bioturbación y modificaciones de la matriz por procesos de disolución/cementación, dejando vacuolas tapizadas por óxidos de hierro y parcialmente rellenas por calcita.

Todos estos datos nos señalan un ambiente palustre con intercalaciones o zonas de episodios lacustres. En general estos episodios más lacustres aparecen situados preferentemente hacia Retascon, en la parte centro-septentrional de la hoja, lo que indicaría una asimetría en la cuenca, con localización de los depósitos lacustres hacia la parte oriental de la misma.

La atribución cronológica de este tramo se ha realizado en función de las relaciones estratigráficas con otras unidades infra y suprayacentes. E. MOISSENET, en comunicación verbal nos ha señalado en virtud de la localización de un yacimiento de micromamíferos en un relleno de una grieta kárstica en la zona de Cucalón una edad Turolense para esta unidad.

### **1.8.8 Limolitas rojas y conglomerados (42 y 43) Rusciniense (Unidad Rojo 2)**

Afloran estas unidades en la mitad oriental de la hoja donde recubren amplias extensiones caracterizándose morfológicamente por un modelado en suaves colinas y amplios valles.

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de Retascon I y Villarroya donde se ha medido un total de 50 m para ambas unidades, si bien esta potencia es incompleta al no haberse podido obtener cortes completos, pudiendo estimarse que alcance los 80-100 m.

Se trata de un conjunto predominantemente detrítico que descansa discordantemente sobre las "Calizas del Páramo" (41), así como sobre las unidades 36 y 37 y sobre materiales paleozoicos y mesozoicos.

Se pueden diferenciar dos tramos, a su vez discordantes entre sí, y con características bastante similares. Se trata de dos conjuntos predominantemente detríticos constituidos por limolitas rojas y niveles de conglomerados en paleocanales, cementados en ocasiones, con la particularidad distintiva que, en la unidad inferior (42) los clastos son, fundamentalmente, oncolitos (que pueden alcanzar tamaños superiores a los 10 cms), mientras que en la superior (43) son predominantemente clastos de calizas mesozoicas y silíceas. En ambas unidades es muy frecuente la existencia de niveles con carbonatos dispersos correspondientes a paleosuelos.

En la unidad inferior (42) y, sobre todo, en la zona de Retascón es notable la presencia de abundantes niveles carbonatados (biomicritas con Ostrácodos y Charáceas y calizas de algas en crecimientos complejos).

Las direcciones de aporte medidas en los paleocanales señalan sentidos paralelos o casi paralelos al eje de la cuenca y procedentes del SE en las zonas más centrales de la hoja, en tanto indican procedencia de los marcos montañosos situados al E conforme nos acercamos a los mismos.

El medio sedimentario correspondería a depósitos fluviales extensivos sobre los materiales ya depositados en la cuenca, de tal modo que el tramo inferior (42), removilizaría en parte estos sedimentos por lo que los oncolitos que aparecen en los paleocanales serían heredados de la propia cuenca. En las zonas más distales (Retascón) existe la posibilidad de formación de encharcamientos más o menos efímeros, posiblemente provocados por desbordamientos locales de los canales o bien por constituir ya zonas de playa del sistema.

El abanico superior (43), más reducido en extensión que el anterior presenta en sus paleocanales elementos alóctonos siendo, en una muestra de la sección de Villarroya, litarenitas con fragmentos redondeados de calizas

del Jurásico y Cretácico (45%), fragmentos de cuarcitas (10%) y pizarras (5%), con grano angulosos de cuarzo y cemento de calcita clusiforme.

Por otra parte, es importante señalar que tanto la disposición de estos materiales, como las direcciones de aporte medidas en los paleocanales de estas unidades, excluyen totalmente cualquier posible alimentación a la cuenca procedente del borde SW indicando, en cambio, aportes de los bordes E y SE, lo cual debe responder seguramente a un levantamiento de las Sierras de Perlada y Cucalón (hojas de Segura y Moyuela).

La atribución cronológica de estas dos unidades se ha hecho, al igual que en las anteriores, por su posición relativa con respecto a otras infra y suprayacentes en las que sí ha sido posible realizar una datación precisa.

Asociada a estas unidades aparece una formación superficial que generalmente no rebasa 1 m de potencia, y que se ha representado en el mapa correspondiente como GR<sub>1</sub>h.

#### **1.8.9 Calizas con algunas intercalaciones margosas (44). Rusciniense. (Unidad Páramo 2)**

Se localiza en la parte centro septentrional de la hoja en las proximidades de Villarroya donde precisamente se ha levantado la sección que ha servido de base para su estudio.

Descansa concordantemente sobre las unidades descritas en el apartado anterior constituyendo relieves tabulares con escarpes bastante netos.

Se trata de un conjunto calizo, con intercalaciones margosas, de unos 6-8 m de potencia máxima observada. Son micritas pseudopisolíticas con cuarzo disperso (10%) tamaño arena fina. Presentan estructuras concéntricas arriñonadas, pseudopisolíticas con núcleo de calcita, posiblemente correspondientes a precipitación de carbonatos por acción vegetal (raíces ?). Existen también zonas irregulares con geodas de disolución/precipitación, rellenas de calcita, de posibles diagénesis vadosa. En ocasiones se observan trazos de Characeas, Ostrácodos y Gasterópodos. Los niveles presentan una continuidad relativa y es frecuente la existencia de zonas con cañas, raíces, etc.

Los niveles margosos y arcillas negras intercalados contienen gran cantidad de fragmentos de Gasterópodos. En uno de estos niveles se ha determinado por R. ADROVER la siguiente fauna de micromamíferos.

*Apodemus dominans* KRETZOL, *Apodemus jeanteti* MICHAUX, *Trilophomys pyrenaicus* (DEPERET), *Stephanomys medius* CORDY y *Prolagus michauxi* LOPEZ que indican una zona MN 14 de la biozonación de Mein (Rusciniense inferior).

#### **1.8.10 Conglomerados silíceos y limolitas rojas y pardas (45) Rusciniense-Villanyense**

Se trata de una unidad comprensiva que se localiza exclusivamente en la mitad Sur-occidental de la hoja asociada y rellenando la Fosa del Jiloca, aflorando sobre todo en la margen izquierda del río y descansando discordantemente sobre distintos materiales paleozoicos.

Está constituida por depósitos detríticos, fundamentalmente paleocanales de conglomerados silíceos con intercalaciones limolíticas rojas. Los conglomerados silíceos con intercalaciones limolíticas rojas. Los conglomerados se disponen en cuerpos de geometría tabular y gran extensión lateral siendo más importantes cuanto más al Oeste se sitúen. Esto nos indica una procedencia de los materiales de esa dirección, posiblemente depositados en un dispositivo similar a abanico aluvial con variaciones de aporte seguramente debidas a fuertes oscilaciones climáticas.

El hecho de presentar esta unidad en algún punto discordancias erosivas importantes, así como el contexto regional, nos inducen a pensar en la posibilidad de la existencia de distintos términos del Plioceno, presentes en zonas próximas, incluidos en esta unidad, lo que justifica su carácter comprensivo.

#### **1.8.11 Conglomerados silíceos (44) Villanyense**

Esta unidad aflora en el ángulo sur-oriental de la hoja y está constituido por sedimentos detríticos, fundamentalmente conglomerados con matriz areno-limosa, pardo rojizos, que presentan encostramientos locales y modelados en glaciares.

Corresponden a un aporte de dirección E y SE, reposan discordantemente sobre las unidades 36 y 43 y su atribución cronológica se realiza por correlación con depósitos similares existentes en la hoja situada al Sur (Cala-mocha) así como por el de las series sobre las que se apoya.

### **1.9 CUATERNARIO Y FORMACIONES SUPERFICIALES**

Los materiales atribuibles al Cuaternario se encuentran ampliamente representados en el ámbito de la hoja, si bien, en algunas ocasiones se ha prescindido de su representación, bien porque su importancia no fuera excesiva o bien porque enmascararan el substrato en zonas en las que resultara más interesante la representación del mismo.

**CUADRO RESUMEN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

Unidad Cartog.	Interv. Espe. M.	Textura	Ambiente sedimentario	Excavabilidad y cementación	Posición fisiográfica topográfica	Drenaje Erodabilidad	Riesgos	Cronología	Usos
F <sub>1h</sub>	1-5	Gravas silíceas	Fluvial Llanuras aluviales y fondos de vaguadas	Fácilmente excavable No cementado	Fondo de valle Terreno plano	Excesivamente drenado. Erosión hídrica moderada en surcos	Avenidas	Holoceno	Aridos
F <sub>2h</sub>	1-3	Gravas silíceas y limos					Inundaciones		
F <sub>3h</sub>	1-2	Limos y arcillas con algunas gravas							
F <sub>4h</sub>	1-10	Gravas, limos y arcillas	Fluvial Abanico aluvial	Cono de deyección. Pendiente cóncava. Terreno ondulado	Bien drenado Erosión hídrica moderada en surcos	Avenidas			
F <sub>5s</sub>	1-5	Gravas silíceas	Fluvial Terrazas	Terraza Terreno plano		Pleistoceno super.			
F <sub>6pt</sub>	1-20	Gravas, limos y arcillas	Fluvial Abanico aluvial	Fácilmente excavable	Cono de deyección. Pendiente cóncava. Terreno ondulado		Avenidas	Pleistoceno	Forestal Aridos
GR <sub>1h</sub>	1-2	Gravas, limos y arcillas	Gravedad-Vertiente. Vertientes regulari.	No cementado	Vertientes Terreno ondulado	Bien drenado Erosión hídrica moderada a ligera en surcos		Holoceno	Agrícola
GR <sub>2h</sub>	1-10	Gravas y bloques con matriz limo-arcillosa	Gravedad-Vertiente Coluviones		Pendiente cóncava. Terreno colinado		Deslizamientos	Holoceno	Forestal Aridos
MP <sub>1pt</sub>	1-10		Fondos de valle anti. y dep. de ladera asoc.		Fondo de valle y pend. cónc. Terreno plano a colinado	Bien drenado a excesivamente drenado. Erosión hídrica moderada a severa en surcos Erosión eólica moderada a suave	Tendencia a la pedregosidad por deflacción. Erosión del suelo	Pleistoceno	Agrícola Forestal Aridos
MP <sub>2m</sub>	1-10	Gravas con matriz limo-arcillosa	Depósitos de glacia	Fácilmente excavable o por medios mecánicos. Cementac. locales débilmente a extremadas	Mesetas y pendientes cóncavas Terreno plano o casi plano			Pleistoceno medio	
MP <sub>3i</sub>	1-20							Pleistoceno infer.	
MP <sub>4m</sub>	1-30							Pleistoceno inf.-me.	
MP <sub>5p</sub>	1-5							Plioceno	

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se incluye en esta memoria un mapa de formaciones superficiales, haciéndose referencia en cada apartado de descripción de unidades cuaternarias, a la sigla correspondiente en la leyenda de dicho mapa.

#### **1.9.1 Brechas cuarcíticas sueltas y limos (47) (MP<sub>1</sub>pt) Pleistoceno**

Corresponde esta unidad a unos depósitos localizados en el cuadrante sur-occidental de la hoja constituidas por brechas de cantos cuarcíticos y pizarrosos englobados en una matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

Su depósito se encuentra relacionado con morfologías de vertientes y valles antiguos de fondo plano que, en la actualidad, son secos aunque posiblemente exista circulación de carácter subálveo.

Los clastos constitutivos de estos depósitos son generalmente gelifractos generados por procesos de crioclastia en etapas frías y húmedas del Cuaternario y se movilizan en vertientes alimentando a los citados valles de fondo plano.

En el mapa de formaciones superficiales corresponde a la unidad MP<sub>1</sub>pt.

#### **1.9.2 Cantos de cuarcitas y pizarras. Abanicos aluviales (48) (F<sub>6</sub>pt). Pleistoceno**

Han sido incluidos en esta unidad unos depósitos que aparecen adosados a los macizos paleozoicos en la zona de El Salobral, en el borde nor-oriental de la hoja.

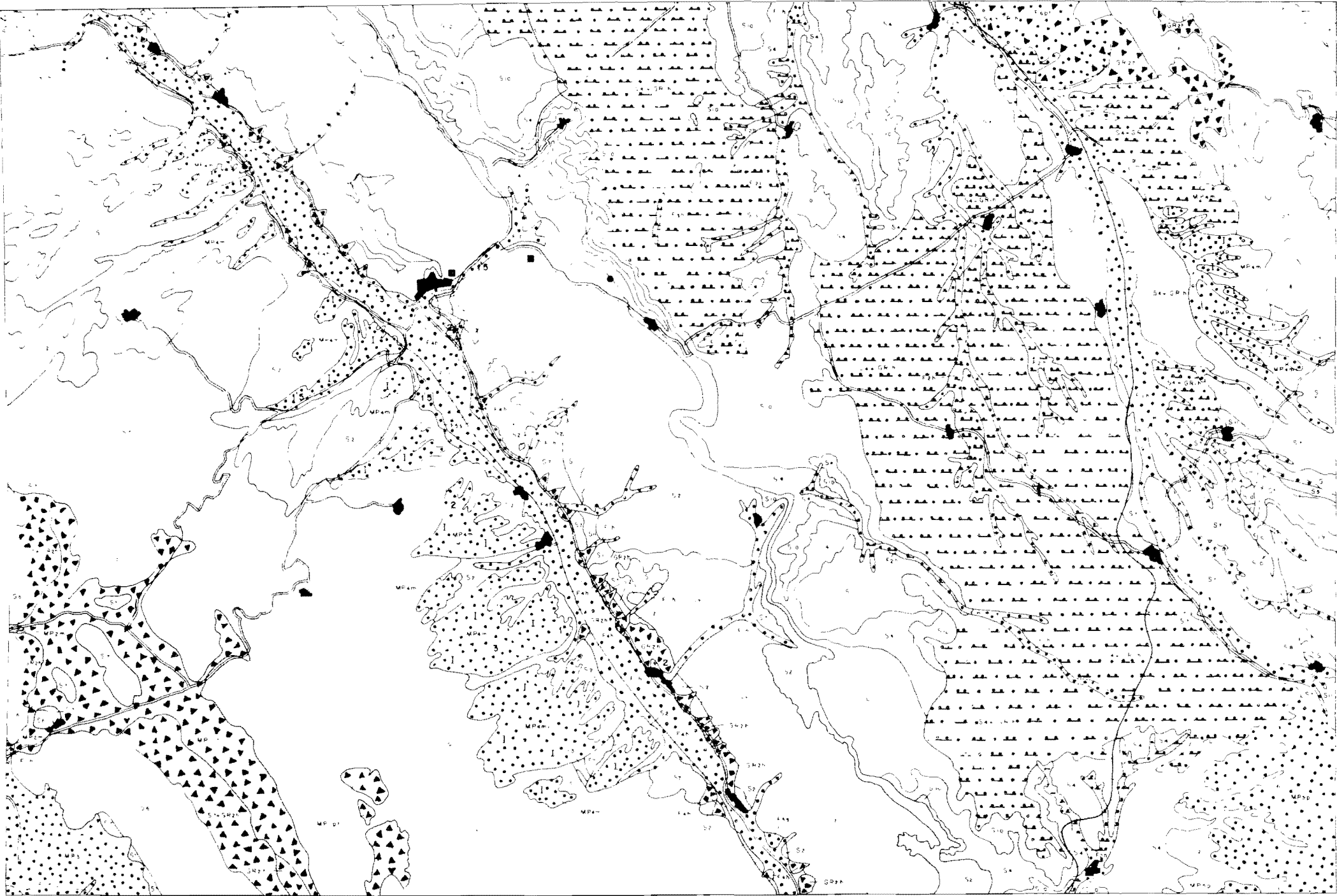
Presentan una morfología bastante degradada de abanicos y están constituidos litológicamente por cantos de cuarcitas y pizarras procedentes de los relieves paleozoicos englobados en una matriz limo-arcillosa de tonos pardos.

En el mapa de formaciones superficiales se identifican con la sigla F<sub>6</sub>pt.

#### **1.9.3 Conglomerados silíceos, cementados en ocasiones. Glacis (49) (MP<sub>4</sub>mi) Pleistoceno inferior y medio**

Corresponden a este apartado los numerosos depósitos que, con morfología de glacis, se localizan en la margen izquierda del Valle del río Jiloca.

Se trata de un único sistema de glacis, si bien en la zona meridional de la hoja se encuentra ligeramente afectado por procesos tectónicos provo-



LEYENDA

FORMACIONES SUPERFICIALES

GENE-SIS SIG. TEXTU- RALES	FLUVIAL			GRAVEDAD	MIXTO O POLIGENICO	DESCRIPCION TEXTURAL
	Fond.vagua, Llanuras aluviales	Terrazas	Conos vaba- nicos aluv. y depósitos de ladera			
			F <sub>4</sub> h	GR <sub>2</sub> h	MP <sub>1</sub> p'	Gravas y bloques subangulosos de cuarcitas v pizarras. Ma- triz limo arcillosa.
			F <sub>6</sub> p'			Gravas subangulosas a subredondeadas de cuarcita. Matriz limo-arcillosa.
	F <sub>1</sub> h	S <sub>3</sub> s			MP <sub>2</sub> n MP <sub>3</sub> MP <sub>4</sub> n MP <sub>5</sub> c	Gravas subredondeadas de cuarcita. Matriz limo-arcillosa
	F <sub>2</sub> h			SR <sub>1</sub> h		Limos, arcillas y gravas de cuarzo cuarcita v ocasionalmente de caliza subredondeadas.
	F <sub>3</sub> n					Limos v arcillas con algunas gravas de cuarcitas v calizas subredondeadas

SUBSTRATO

- S<sub>1</sub>- Conglomerados de ccantos subredondeados, cementados, en capas de 0,5 a 3 m. v limolitas. Rojo a rojo - anaranjado. Ripable a ripable con medios mecánicos. Alteración baa a media. Erosión ligera en - surcos.
- S<sub>2</sub>- Conglomerados de ccantos cuarcíticos subredondeados en capas de 0,5 a 3 m. alternantes con limolitas. Rojo a rojo anaranjado. Ripable. Baja alteración. Erosión a moderadaa en cárcavas.
- S<sub>3</sub>- Conglomerados de ccantos v bolos cuarcíticos subre dondeados a angulosos y areniscas de grano medio a grueso, fuertemente cementados, ripables por - medios mecánicos aa no ripables y limolitas rojo - vinosos. Erosión mmoderada en surcos.
- S<sub>4</sub>- Limolitas alternanntes con conglomerados de cantos cuarcíticos, subredondeados, fuertemente cementa- do en capas de 0,55 a 1 m. Rojo a rojo anaranjado. Ripable. Baja alteración. Erosión moderada en cá- cavas y surcos.
- S<sub>5</sub>- Arenas silíceas cconglomeráticas débilmente cemen- tadas y limos. Ripable. Colores blancos v pardo - amarillentos. Bajai alteración. Erosión moderada a severa en surcos.

- S<sub>6</sub>- Cuarcitas de grano medio a fino, muy endurecidas, no ripables. Blancas. Con niveles pizarrosos de - potencia decamétrica intercalados.
- S<sub>7</sub>- Alternancia de cuarcitas y areniscas con pizarras en capas decimétricas a métricas. Extremadamente cementadas. Ripables por medios mecánicos a no ri- pables. Erosión moderada en surcos.
- S<sub>8</sub>- Arcillas y margas vesíferas rojo vinosas. Fácilmen- te ripables a ripables con medios mecánicos (ve- sos). Conjunto alterado v recubierto. Erosión se- vera en surcos.
- S<sub>9</sub>- Alternancia de margas y calizas en capas del or- den del metro. Conjunto no ripable. Grises. Altera- ción baja. Erosión moderada en surcos.
- S<sub>10</sub>- Calizas con algunas intercalaciones de margas. Ca- pas de 0,2 a 1 m. Colores blanco v blanco grisá- ceo con algún nivel negro. Ripable con medios me- cánicos. Alteración baja. Erosión moderada en sur- cos.
- S<sub>11</sub>- Calizas v/o dolomías en capas decimétricas a mé- tricas. Muy endurecidas. No ripables. Erosión li- gera en surcos.

SIGNOS CONVENCIONALES

- ESPEORES
- 1,8 Espesor visto
- ENGOSTRAMIENTOS
- 1 Cementación por car- bonatos.
- OBRAS HUMANAS
- Núcleos urbanos
- Carreteras
- Ferrocarril
- EXPLOTACIONES
- Activas
- Inactivas



cando la existencia de algún escarpe interno muy difuso. En su parte distal queda colgado unos 30 m por encima del actual cauce del río Jiloca.

Su génesis, dada su preferente localización, podría justificarse como debida a una variación del nivel de base del valle debida a procesos tectónicos de hundimiento de la falla del Jiloca, siendo también probable que la zona de enraizamiento (sobre todo en la parte meridional de la hoja) se encuentre igualmente señalada por otra alineación tectónica que las separa de los valles antiguos citados anteriormente.

Litológicamente está formada por cantos subredondeados y subangulosos de cuarcitas y pizarras con abundante matriz limo-arcillosa de tonos pardos. Localmente aparecen encostramientos carbonatados. El conjunto puede superar los 3-4 m de potencia.

La formación superficial asociada a esta unidad queda representada en el mapa correspondiente por la sigla  $MP_4$ mi.

#### **1.9.4 Conglomerados cuarcíticos y fangos (50 y 51) ( $MP_{2m}$ y $MP_{3i}$ ). Pleistoceno superior**

Corresponden estas unidades a depósitos asociados al endorreísmo de la Laguna de Galocanta más desarrollados en las vecinas hojas de Used, Odón y Calamocha, y se localizan en el borde sur-Occidental de la zona.

En esta hoja se trata de depósitos de vertiente que enraízan en los relieves paleozoicos y están constituidos por cantos angulosos o subredondeados y fangos limo-arcillosos de tonos pardos.

En el mapa de formaciones superficiales se señalan con las siglas  $MP_{2m}$  y  $MP_{3i}$ .

#### **1.9.5 Gravas fundamentalmente cuarcíticas. Terrazas (52) ( $F_{5s}$ ) Pleistoceno superior**

Se trata de un nivel de terraza desarrollado en el valle del río Jiloca y situado a unos 20 m sobre el nivel del río. Localmente se encuentra a distintas cotas posiblemente en función de reajustes tectónicos.

Aflora preferentemente en la zona al Sur de Daroca y está constituido por gravas redondeadas fundamentalmente de cuarcitas y areniscas cuarcíticas con matriz areno-limosa parda.

En el mapa de formaciones superficiales se indica con la sigla  $F_{5s}$ .

#### **1.9.6 Cantos de cuarcita y pizarra con matriz limo-arcillosa Coluviones (53) (GR<sub>2</sub>h) Holoceno**

Si bien son abundantes los recubrimientos por coluvionamiento en la zona de estudio, hemos considerado más conveniente interpretar los materiales subyacentes y, únicamente en los casos en que esta interpretación resultaba aventurada han sido representados cartográficamente.

Generalmente se trata de depósitos constituidos por cantos y bloques, fundamentalmente de cuarcitas, areniscas cuarcíticas y pizarras, adosados a los relieves paleozoicos y que se encuentran englobados en una matriz limo-arcillosa parda. Figuran como GR<sub>2</sub>h en el mapa de formaciones superficiales.

#### **1.9.7 Cantos de cuarcitas y pizarras con matriz limo-arcillosa (54) (F<sub>4</sub>h) Conos de deyección. Holoceno**

Son muy frecuentes este tipo de depósitos en muchos de los barrancos afluentes al valle del Jiloca.

Se trata por tanto de aportes locales de materiales generalmente paleozoicos, cuarcitas y pizarras fundamentalmente, con una matriz limosa parda.

En el mapa de formaciones superficiales se señalan con la sigla F<sub>4</sub>h.

#### **1.9.8 Gravas cuarcíticas y limos. Aluvial (55 y 56) (F<sub>1</sub>h y F<sub>2</sub>h) Holoceno**

Se incluyen en este apartado todos los sedimentos aluviales depositados en los valles de los ríos y arroyos existentes en la hoja, habiéndose diferenciado dos tipos en función de la proporción existente entre sus litologías dominantes. Se han señalado con el número 55 aquellos en que existe mayor cantidad de gravas que de limos y con el 56 el caso contrario. En ambos casos se trata de gravas predominantemente cuarcíticas y la potencia máxima no supera los 2 m, excepción hecha del aluvial correspondiente al río Jiloca.

En el mapa de formaciones superficiales se han señalado respectivamente como F<sub>1</sub>h y F<sub>2</sub>h.

## 2 TECTONICA

### 2.1 TECTONICA REGIONAL

El área estudiada es compleja desde el punto de vista geotectónico. En ella el sistema de fosas terciarias de Calatayud y del Jiloca separan las clásicas Rama Aragonesa, al NE, y Rama Castellana, al SW, de la Cadena Celtibérica. Esta cadena está clasificada por JULIVERT et al (1974) como una cadena de tipo intermedio entre las áreas de plataforma y los orógenos alpinos ortotectónicos pues, a pesar de la a veces intensa deformación de los materiales mesozoico-terciarios, no presenta las características del orógeno alpino propiamente dicho, al no tener ni su evolución sedimentaria ni su estilo tectónico en forma de mantos. Carece, por otra parte, de metamorfismo y la actividad magmática, si bien presente (vulcanismos jurásicos, ofitas triásicas, etc.) es ciertamente reducida.

El conjunto de la Cadena Celtibérica ha sido recientemente interpretada (ALVARO et al, 1978; CAPOTE, 1978), como una estructura tipo aulacógeno, desarrollada por distensión desde el Trías hasta finales del Jurásico; esta evolución fue interrumpida por los movimientos tectónicos neokiméricos y austrícos, cuyo carácter fue esencialmente de tipo vertical. Durante el Cretácico superior la evolución muestra algunos rasgos del anterior desarrollo tipo aulacógeno, pero esto definitivamente terminó cuando fue intensamente acortado y plegado como consecuencia de los esfuerzos compresivos transmitidos al interior de la Península desde las zonas móviles pirenaica y bética.

El estilo tectónico es de zócalo y cobertera y su esencial característica es la presencia de dos grandes ciclos orogénicos diferentes, el Ciclo Hercínico, que estructuró los materiales paleozoicos del zócalo, y el Ciclo Alpídico que afectó tanto al zócalo como a la cubierta sedimentaria mesozoico-terciaria.

#### 2.1.1 Tectónica del zócalo hercínico

Los caracteres estratigráficos y tectónicos de los afloramientos paleozoicos del área estudiada permiten considerarlas como prolongación hacia el SE de la Zona Astur-Occidental Leonesa (LOTZE, 1945; JULIVERT et al 1974) del Macizo Hespérico. Tectónicamente el rasgo más importante es la presencia de una fase de plegamiento principal que desarrolló las estructuras más visibles y la esquistosidad de plano axial dominante en toda la región.

Las direcciones dominantes en el área de la hoja son NO-SE, si bien a escala de la Cadena Celtibérica puede cambiar en otras áreas hasta ser N-S. La vergencia de las estructuras es hacia el NE, coherente con la situación dentro del conjunto de la Cadena Hercínica española. Los pliegues suelen ser una combinación de los tipos 1C y 3 de la clasificación de Ramsay, los primeros en las rocas competentes (areniscas y cuarcitas) y las segundas en las capas pelíticas.

La esquistosidad S1, desarrollada como consecuencia del aplastamiento generalizado que acompañó a esta fase principal, es de flujo en las rocas samíticas, más competentes. En la mayor parte de los pliegues su posición, al igual que la de los planos axiales de los pliegues, es erguida, con buzamientos entre 70° y 80°. Sin embargo en la región de Las Nogueras adopta una posición tendida que se corresponde con una estructura en forma de pliegue tumbado.

Localmente se han localizado micropliegues que afectan a la esquistosidad S1 y que, por lo tanto, corresponden a una segunda fase de plegamiento. Fuera del área investigada, como por ejemplo en la región de Calatayud Paracuellos de Jalón, se encuentran también datos que muestran la existencia de dos fases de plegamiento, como figuras de interferencia tipo cartón de huevos y una esquistosidad incipiente S2. En ese mismo área existe una tectónica de cabalgamientos vergentes al NE, que fue interpretada primeramente (LOTZE, 1945) como hercínica y después como alpinas (JULIVERT et al 1974) al afectar también a las serie mesozoicas. Alguno de estos cabalgamientos producen en el zócalo diferente desplazamiento que en la cobertera mesozoica, lo que parece apoyar la posibilidad de que sean cabalgamientos hercínicos, posteriores a la fase principal S1, que fueron reactivados en el ciclo alpino. Lo más probable es que se relacionen con los micropliegues y la esquistosidad incipiente de la 2ª fase. El último episodio relacionado con el ciclo hercínico es una etapa de fracturación intensa, equivalente a la fracturación tardihercínica descrita para el Macizo Hespérico (PARGA, 1969) y para el resto de Europa (ARTHAUD y MATTE, 1975, 1977). Esta fracturación, de edad permocarbonífera, se relaciona con la actividad magmática responsable de los vulcanismos pérmicos que se localiza también en la región. Las fallas tardihercínicas, cuyas direcciones principales son NE-SW y NW-SE, son los que, al reactivarse durante el Mesozoico controlaron la sedimentación alpina, y todavía durante la tectogénesis terciaria jugaron un papel esencial.

### 2.1.2 Tectónica Alpina

El modelo de tipo aulacógeno propuesto por ALVARO et al (1978)

explica la evolución tectónica de la región estudiada, durante la etapa de sedimentación mesozoica. En este contexto se considera que la Cadena Celtibérica fue una estructura tipo *rift* complejo, creada por estiramiento a partir del Trías. Este graben, orientado según la dirección NW-SE al haber reactivado el estiramiento viejas fallas tardihercínicas de esa dirección, formaba parte de una unión triple tipo *r r r*, centrada sobre un punto caliente del manto que ALVARO et al (op.cit.) localizan hacia la región valenciana.

La secuencia de etapas geotectónicas sigue el esquema propuesto por HOFFMAN et al 1974 para los aulacógenos, es decir una sucesión que en la Cadena Celtibérica es la siguiente:

1.— **Etapla pregraben.** Corresponde a la actividad pérmica (sedimentación, vulcanismo, fracturación).

2.— **Etapla graben.** Las fallas previamente existentes, que habían actuado como desgarres (ARTHAUD y MATTE, 1977) lo hacen ahora, bajo régimen distensivo, como fallas normales. La sedimentación sincrónica, rellenando los bloques deprimidos, es la correspondiente al Buntsandstein (Fase cuarcita de HOFFMAN) y culmina con los carbonatos del Muschelkalk.

3.— **Etapla de transición.** Al aumentar el estiramiento los movimientos verticales según las fallas que limitaban el *graben*, perdieron importancia relativa, los bordes de la Cuenca se hunden y la sedimentación se hace expansiva, excediendo los límites del *graben*. Se inicia un magmatismo básico al ascender material fundido, desde el manto, a lo largo de fracturas que cuartejan la corteza adelgazada. En términos de fenómenos desarrollados en el área investigada se produce la sedimentación arcillo-yesífera del Keuper. Las ofitas, que se localizan en ciertas áreas de la Cadena Celtibérica representan el magmatismo básico del modelo.

4.— **Etapla de "downwarping".** El estiramiento regional y el adelgazamiento cortical se hace más importante todavía. La sedimentación, ahora carbonatada, se realiza en un esquema de subsidencia generalizada, alejado del modelo de subsidencia diferencial que predominó en la etapa *graben*. En la región investigada corresponde a la sedimentación carbonatada jurásica. Los vulcanismos basálticos, de edad jurásica existentes en la región entre Teruel, Valencia y Castellón atestiguan el carácter fuertemente distensivo de esta etapa geotectónica.

Al final del Jurásico, y durante el Cretácico inferior se produjo un período de inestabilidad que interrumpió la evolución del aulacógeno celtibérico (ALVARO et al 1978). Dos épocas de movimientos tectónicos intensos (Movimientos Neokimméricos y movimientos Aústricos) introdujeron cambios paleogeográficos importantes relacionados con movimientos verticales que se acompañan por erosión en bloques levantados y sedimentación

en bloques deprimidos. Localmente se desarrollaron pliegues de dirección próxima a N-S o NE-SO.

Durante el Cretácico superior se detectan algunos rasgos similares a los de las etapas anteriores, principalmente un cierto control de los espesores por parte de las fallas del zócalo, si bien no puede decirse que el aulacógeno siga existiendo como tal.

A partir del final de Cretácico se detectan los primeros movimientos tectónicos, esta vez claramente compresivos, que van a culminar con el plegamiento y estructuración de toda la Cadena Celtibérica, sincrónicamente con la sedimentación molásica continental del Terciario.

Hay evidencia, a escala de la Cadena, de tres fases de compresión, una desde el NE, otra desde el ENE y otra desde el SE. Todas ellas dan lugar a macropliegues y microestructuras propias, principalmente juntas estilolíticas, grietas de calcita y microdesgarres (ALVARO, 1975).

En el área investigada son frecuentes las figuras de interferencia de pliegues cruzados y los afloramientos de calizas con más de una familia de juntas estilolíticas de orientación diferente, evidenciando también la existencia de, al menos, dos fases de plegamiento, una que da lugar a pliegues de dirección NW-SE (Pliegues Ibéricos) y otra que origina pliegues cruzados (NE-SW). Después del plegamiento, posiblemente a partir del Mioceno medio, la región fue sometida a estiramiento. En la Cadena se reconocen al menos dos períodos distensivos (VIALARD 1979) uno que origina fallas longitudinales (NO-SE) y otra que da lugar a fallas transversales (NNE-SSO), estas últimas relacionables con la creación de la cuenca valenciana (ALVARO et al 1978).

En las hojas se aprecia cómo en detalle las fallas normales neógenas se adaptan a dos direcciones principales NO-SE y NNE-SSO. Las fosas de Calatayud, del Jiloca y Gallocanta son las unidades distensivas principales, y en relación con ellas son frecuentes las huellas de actividad neotectónicas a lo largo de un período de tiempo dilatado y en forma recurrente. Una etapa de movimientos entre las formaciones inferior y superior del Páramo y otra posterior son detectables e incluso en algunas juntas se aprecian señales de una relativamente intensa actividad tectónica intracuaternaria que puede llegar a ser muy reciente.

## 2.2 DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

De las unidades estructurales clásicas de la Cordillera Ibérica: Basamento hercínico plegado, Tegumento pérmico-triásico, Nivel de despegue

del Keuper, Cobertera jurásico-cretácica, Cobertera terciaria plegada y Cobertera terciaria postorogénica, son la primera y la última las más extensamente representadas en la hoja de Daroca.

En el basamento hercínico plegado de las Cadenas Ibéricas Occidentales se pueden distinguir dos zonas:

- Area monoclinal de la margen izquierda del Jiloca.

Los materiales del Cámbrico y Ordovícico están orientados\*según la dirección NO-SE con buzamientos constantes hacia el SO. Algunos pliegues de orden métrico-decamétrico de dirección 150-160° y plano axial erguido vergentes hacia el NE interrumpen la monotonía estructural de la serie. Son frecuentes las fallas de desgarre NE-SO, de pequeño desplazamiento de probable edad tardihercínica.

Con dirección sensiblemente paralela al rumbo de las capas aparece al Oeste de Murero y Burbágena una pequeña fosa tectónica rellena por materiales del Buntsandstein y Triásico generada a finales del Pérmico (el relleno del Buntsandstein proviene de los propios bordes de la fosa) y reactivada en tiempos alpinos como lo demuestra el que la falla limitante más occidental sea inversa.

- Franja tectonizada de la margen derecha del Jiloca. Se trata de una estrecha banda, intensamente fracturada, en la que los materiales cámbricos tienen orientación preferente NO-SE y se ven afectados por fallas inversas de medio ángulo, de la misma dirección. Probablemente han sido reactivadas en régimen compresivo durante las fases alpinas; incluso durante el Mioceno inferior más alto (Fase Neocastellana) ya que en los alrededores de Daroca materiales de esta edad están cabalgados por la dolomía de Ribota.

Los materiales del Cámbrico-Ordovícico-Silúrico de las Cadenas Ibéricas Orientales están intensamente plegados y fracturados. Aparecen pliegues de orientación NO-SE vergentes al NE afectados por fallas inversas de medio y gran ángulo entre las que destaca la falla de Datos que limita entre sí los afloramientos del Cámbrico, o unidad de Badules al SO, y Ordovícico o unidad de Herrera al NE. Su salto es del orden de 5.000 metros en Badules. Esta falla actuó en régimen distensivo durante el Pérmico como lo demuestran las intrusiones de rocas volcánicas existentes en Codos (hoja 26-17 Paniza). Fallas de estas características actuaron de nuevo bajo compresión en los tiempos Alpinos, como lo evidencia la falla existente entre Cucalon y Ferrerueta en la que el Cámbrico se pone en contacto con materiales del Mesozoico y Paleógeno mediante una falla inversa de gran ángulo. En la Unidad de Badules dominan los pliegues de orientación NNO SSF ligeramente vergentes al NE, afectados por fallas inversas. La unidad de Herrera se caracteriza además por la tectónica de fractura con *horst* y *graben* estrechas

y alargadas. En los alrededores de Fombuena existe una pequeña fosa rellena de materiales del Pérmico y Triásico.

La cobertera jurásico-cretácico-paleógena está plegada con direcciones NO-SE y NNO y SSE.

A partir del mioceno medio la zona actúa en régimen distensivo creándose la Cuenca de Calatayud-Teruel. El Neógeno se presenta en disposición sub horizontal con suaves buzamientos del orden de 10° hacia el NE en el borde occidental de la Cuenca. En las zonas centrales de la misma se observan pendientes generalizadas de menos de 3° hacia el NE y NO.

Como ya se ha indicado una importante fase de fracturación da origen a fallas normalmente de gran salto (gran parte de ellas por reactivación de accidentes más antiguos). Tienen dirección NO-SE con labio hundido al SO, tiene lugar a finales del Rusciniense (Plioceno) y da origen a la Fosa del Jiloca y a los relieves circundantes de la Cuenca de Calatayud.

En efecto: una importante falla visible entre Burbaguena y Baguena y en Murero pone en contacto materiales del Cámbrico inferior-medio con sedimentos pliocenos. Su trazado coincide prácticamente con el del río Jiloca y se prolonga hasta Calatayud por el Norte y, con algunos relevos hasta los alrededores de Calamocha hacia el Sur.

### 3 GEOMORFOLOGIA

Siguiendo el pliego de condiciones técnicas del proyecto se ha realizado un Mapa Geomorfológico a escala 1:50.000. Acompañando a esta memoria se presenta una reducción del mismo, a escala aproximada 1:100.000. Los términos utilizados en la leyenda del mapa quedan subrayados en la memoria.






Se diferencian tres claros dominios morfoestructurales en el ámbito de la hoja, que vienen manifestados por el ataque de los procesos erosivos sobre materiales de diferente litología y configuración estructural y dan lugar a formas que imprimen cierto carácter a estos conjuntos. Comprenden los dominios circunscritos a los afloramientos de materiales paleozoicos, mesozoicos y terciarios. El primero y el tercero ocupan la casi totalidad de los afloramientos de la hoja.

El dominio morfoestructural paleozoico se limita a dos áreas existentes al NE y centro y SO de la hoja. El de mayor extensión es este último y se trata fundamentalmente de una serie básicamente monoclinal, con buza-








## LEYENDA


## MODELADOS ESTRUCTURALES

-  Cuestas y hog-backs
-  Línea de capa dura
-  Relieves tabulares (grabs y mesas)
-  Fallas con clara expresión morfológica ligadas a las fosas
-  Fallas con expresión morfológica atenuada




## MODELADOS DEPOSICIONALES

-  Glacis
-  Terrazas fluviales
-  Terrazas bajas y/o llanura de inundación
-  Valles de fondo plano
-  Canales de deyección y/o abanicos aluviales





## VERTIENTES

-  Vertientes regularizadas



## RED FLUVIAL

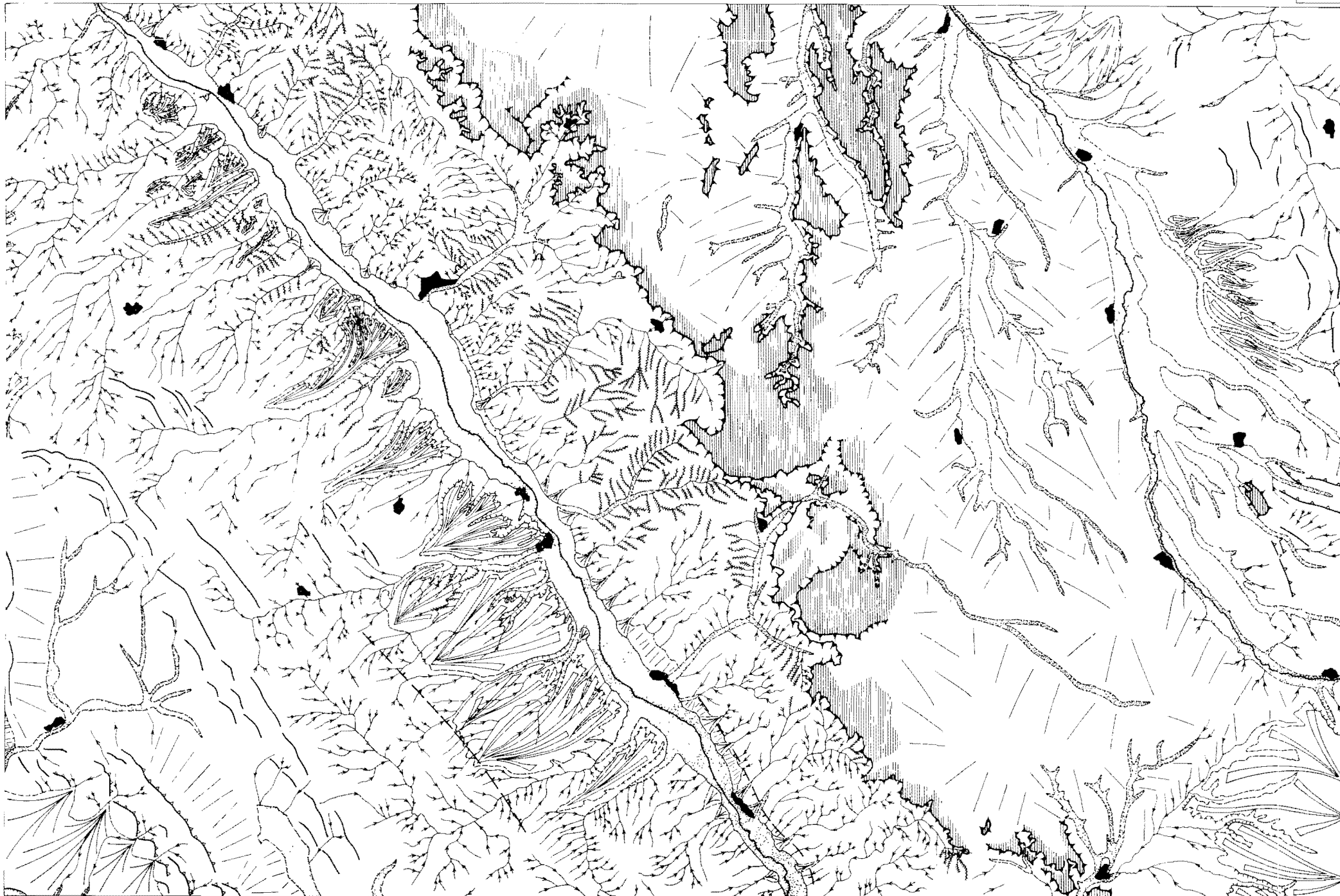
-  Cauces activos
-  Barrancos de incision lineal
-  Cárcaas

## ESCARPES

-  Escarpe en relieves tabulares (>50 m)
-  Escarpe en relieves tabulares (<50 m)
-  Escarpe neto (glacis, terrazas, superficies, etc)
-  Escarpe degradado (glacis, terrazas, superficies, etc)

## MODELADO ANTROPICO

-  Nucleos urbanos
-  Canteras



0 1 2 3 4 5 6 7 8 Km  
ESCALA GRAFICA

AUTOR A. OLIVE DAVO  
M. GUTIERREZ ELORZA

mientos medios, constituida por cuarcitas y pizarras del Cámbrico y Ordovícico inferior. Los niveles duros se modelan en un conjunto de cuestras y *hog-backs*, de poca continuidad debido a que las alineaciones están interrumpidas por fallas, igualmente se han diferenciado *líneas de capa dura*. En la margen derecha del río Jiloca existe una sucesiva de afloramientos alineados de materiales pizarrosos, cuarcíticos y carbonatados del Cámbrico inferior y medio de escasa expresión morfológica.

El afloramiento existente en el ángulo nororiental de la hoja corresponde a formaciones del Ordovícico y Silúrico de naturaleza cuarcítica y pizarrosa fundamentalmente. Están profundamente dislocadas por redes de fracturas y fallas, de aquí que tanto las *cuestras* y *hog-backs* como las *líneas de capa dura* tengan una continuidad reducida.

Globalmente el relieve de estos macizos paleozoicos es bastante alomado; en sus vertientes son frecuentes los canchales y recubrimientos de detritus que tapizan local o totalmente las laderas.

Los clastos constitutivos de las vertientes son sin duda, gelifractos generados por procesos de crioclastia en etapas frías y húmedas del Cuaternario. La movilización de estos clastos en vertiente acaba por regularizar el perfil (*vertientes regularizadas*) que al final adquiere las típicas formas cóncavo-convexas.

Este desplazamiento hacia abajo de los detritus alimenta a amplios *valles de fondo plano*, que en la actualidad son secos aunque posiblemente exista circulación de carácter subálveo. Algunos de estos valles alcanzan anchuras superiores al kilómetro y medio y su potencia de sedimentos es considerable tal como puede comprobarse en las explotaciones mineras de Sierra Menara situadas más al Sur. El enlace del fondo plano de los valles con las vertientes se realiza mediante una concavidad de enlace. Las características morfológicas de esta red fluvial parecen indicar que se trata de herencias periglaciares.

Los valles de fondo plano se circunscriben principalmente a las áreas de mayor altura. A partir de la lineación fundamental de cuestras y *hog-backs* que constituye una potente formación cuarcítica, los valles que vierten al río Jiloca son *barrancos de incisión lineal* que producen una red de carácter dendrítico. Por otra parte conviene señalar que los valles de fondo plano vierten hacia el área endorreica de Gallocanta.

El dominio morfoestructural representado por el afloramiento de los materiales mesozoicos se circunscribe a una pequeña área existente al E de la hoja. La acción de los procesos erosivos sobre estos materiales produce un conjunto de cuestras y *hog-backs*, también se han cartografiado *líneas de capa dura*. No se han observado restos de karstificación

en este afloramiento, tan frecuentes en otras áreas calizas de la región.

El dominio constituido por los materiales neógenos ocupa la mayor parte de la superficie del mapa. La disposición de los sedimentos neógenos es predominantemente horizontal salvo en áreas locales en las que la actividad del sistema de fallas de la fosa del Jiloca produce modificaciones a veces importantes en el buzamiento. El área de este dominio está constituida básicamente por una meseta de bordes dentados debidos a la acción fluvial remontante. El *escarpe* de la meseta es muy neto y resulta del ataque sobre materiales de diferente resistencia a la erosión, calizas y arcillas fundamentalmente. La presencia de varios niveles de calizas neógenas trae como consecuencia que se generen modelados en *mesas* de dimensiones variables y replanos y *gradas* como consecuencia de la erosión diferencial.

Una gran parte de la meseta está constituida por formaciones detríticas que descansan en parte sobre los relieves tabulares calizos, la morfología que presentan estas amplias áreas es de lomas muy suavizadas y de escasa altura que presentan un tapizado bastante constante en las vertientes de las mismas. Esto tiene como consecuencia la escasez de afloramientos en esta zona. Estimamos que se trata de *vertientes regularizadas* por los procesos anteriormente señalados al describir el dominio morfoestructural de los materiales paleozoicos. Igualmente existen importantes *valles de fondo* plano de gran recorrido con características similares a las descritas precedentemente.

Por otra parte el modelado de los materiales detríticos infrayacentes a las calizas de esta meseta está dominado básicamente por el ataque intenso de la red fluvial. Son muy frecuentes y a veces espectaculares las *cárcavas*. Las vertientes existentes en estos materiales presentan una cobertura de detritus y, en ocasiones, carecen de la misma. El fuerte poder erosivo de estos torrentes que inciden linealmente y con facilidad en estos materiales trae como consecuencia el desmantelamiento de los depósitos de vertiente anteriormente generados bajo circunstancias climáticas favorables.

En esta hoja existen dos sistemas de *glacis* muy definidos, el más antiguo aflora en el ángulo sur-oriental y se presenta muy degradado en su superficie y en él inciden varios barrancos de incisión lineal, que permiten conservar su constitución. Presenta una cobertera de depósitos heterométricos y en la actualidad son claros *glacis* encajados. Se estima que su edad es plio-cuaternaria por datos obtenidos en áreas próximas.

El otro nivel de *glacis* de mayor continuidad en la hoja está circunscrito a la margen izquierda del río Jiloca, constituyen rampas de pendiente apreciable en su área de raíz que lógicamente se atenúa hacia la parte frontal. Presentan una cobertera de detritus de escasa potencia, no superior por lo general a los 2 m y sobre ellos incide la red fluvial

reciente desgajando la continuidad de este horizonte de glaciares.

En fotografía aérea se observa una falla muy continua que afecta al nivel de glaciares en los afloramientos meridionales de la hoja y que en campo viene manifestada por una pequeña desnivelación. No hay duda que ha existido una reactivación del sistema de fallas de la fosa del Jiloca con posterioridad a la deposición de este glaciar, lo cual nos habla una vez más, de la clara neotectónica existente en esta región ligada al sistema de fosas Calatayud-Teruel.

En el ángulo sur occidental afloran extensas *áreas de deyección* y *abanicos aluviales*, modelados en glaciar que vierten hacia el área endorreica de Gallocanta. Las observaciones realizadas en áreas limítrofes permiten señalar que muy posiblemente su actividad fundamental sea coetánea con la del nivel de glaciares desarrollado en la margen izquierda del Jiloca, descrito anteriormente.

La arteria principal es el río Jiloca y atraviesa toda la hoja desarrollando una *llanura de inundación* en torno al km de anchura. Unicamente se ha observado la existencia de un nivel de *terrazza* al N de Villanueva del Jiloca situada a unos 6-8 m sobre la llanura de inundación. Los pequeños afluentes que vierten al río Jiloca son todos ellos de régimen de rambla.

La morfología es de barrancos de incisión lineal y tienen una gran actividad. En las épocas de tormenta transportan gran cantidad de detritus que sedimentan en los cambios de pendiente ejemplo de este proceso lo constituyen los numerosos *conos de deyección* que vierten a la llanura de inundación del Jiloca.

Por otro lado conviene señalar que el río Jiloca tiene un claro condicionamiento estructural pues discurre paralelo a las fallas generadoras de la fosa. Algunas de estas *fallas* presentan una cierta *expresión morfológica* debida a su reciente movilidad.

Los estudios realizados en regiones próximas al objeto de este estudio ponen de manifiesto que estos *barrancos de incisión lineal* se producen en etapas históricas recientes y corresponden a un cambio climático hacia circunstancias más secas, de aquí que decapiten los detritus existentes en las vertientes generadas en una climatología de mayor humedad.

La historia geomorfológica del área resulta en parte imprecisa debido a la no existencia en la misma de superficies de erosión y procesos generalizados en las áreas de su entorno, es por esta razón por la que debemos acudir en cierta medida a algunos datos adicionales. Es bien conocido que con posterioridad a la generación de la extensa superficie de erosión pliocena tuvo lugar una importante deformación que afectó a esta superficie y que dio lugar, a su vez, a las depresiones tectónicas y posiblemente generó

igualmente el endorreísmo inicial de Gallocanta. A partir de estos momentos y en etapas sucesivas actuaron un conjunto de procesos erosivos, que en esta área son predominantemente fluviales que generaron diferentes niveles de glaciares y modelados estructurales diversos en los diferentes dominios morfoestructurales anteriormente señalados. También se manifiesta con cierta claridad la existencia de etapas frías que regularizan las vertientes y generan amplios valles de fondo plano. Pero la actividad tectónica de esta área no se limita a la etapa principal anteriormente señalada sino que en etapas cuaternarias y quizás holocenas tuvieron lugar reactivaciones no muy intensas pero sin duda significativas.

La red fluvial lógicamente ha estado afectada por las variaciones climáticas del cuaternario. Son pequeños los registros sedimentarios de esta variación. No obstante conviene señalar que, en épocas históricas ha tenido lugar un cambio climático hacia condiciones más secas que ha producido la instalación de barrancos de incisión lineal de gran capacidad erosiva.

De cara a una planificación territorial estimamos que debe tenerse en cuenta por un lado la movilidad reciente de las fallas del Jiloca que sin duda pueden tener una repercusión importante en la instalación de grandes obras de ingeniería civil. El proceso más activo del área es sin duda el intenso arrastramiento existente en la depresión del Jiloca, la progresión de los barrancos y la labor de zapamamiento es realmente importante, como lo demuestran las numerosas obras de contención y repoblación forestales que se han realizado para la protección de la erosión ya que esta área podría haberse desertizado.

#### **4 HISTORIA GEOLOGICA**

La extensión abarcada por una hoja 1/50.000 resulta insuficiente para establecer los principales rasgos de la evolución geológica de la misma que, como resulta evidente, está íntimamente ligada a la de la unidad tectónico-sedimentaria a la que pertenece.

Así se tendrán en cuenta los datos existentes en la bibliografía y también los obtenidos en la realización de las siete hojas que "C.G.S.S.A." ha efectuado durante el año 1980: Ateca (25-17), Paniza (26-17), Usel (25-18), Daroca (26-18), Odón (25-19), Calamocha (26-19) y Monreal del Campo (26-20), por lo que este capítulo es común a todas ellas.

Por otra parte los ambientes sedimentarios en que se depositaron los

materiales han quedado suficientemente definidos y precisados en los capítulos de Estratigrafía de las hojas siempre que ha sido posible. La evolución tectónica se ha reflejado en el apartado de Tectónica Regional de las mismas.

En este capítulo se dará una visión generalizada de la evolución geológica del sector abarcado por las siete hojas antes citadas, de cuyo estudio se dispone los datos a partir del Cámbrico inferior.

A finales del Precámbrico y durante el Cámbrico más inferior se inicia un gran ciclo sedimentario con la sedimentación de la Cuarcita de Bámbola. Hoy en día subsiste la duda de si esta unidad es discordante sobre el Precámbrico de Paracuellos o se trata de un contacto mecanizado de forma general por la diferente competencia de los materiales.

Es evidente que un aporte clástico tan generalizado está en relación con la degradación de un relieve importante, que por las direcciones de aporte se situaría hacia el NE (Estas direcciones son muy constantes durante casi todo el Cámbrico y Ordovícico, señalando un área fuente que tradicionalmente viene siendo denominado "Macizo del Ebro").

La Cuarcita de Bámbola se deposita en un ambiente marino de estuario (submareal) probablemente por destrucción de aparatos deltaicos sometidos al influjo de mareas y oleaje. Progresivamente se instala una plataforma somera con depósitos en ambiente intermareal a intermareal alto en llanuras arenosas (Capas de Embid) o mixtas (Capas del Jalón).

La dolomía de Ribota se sedimenta en ambientes muy someros.

A finales del Cámbrico inferior se produce un hundimiento de la Cuenca con depósito de materiales en facies marinas de plataforma abierta que alcanza sus máximos de profundidad con las margas de Valdemiedes-Murero, es decir durante el límite Cámbrico inferior/medio. A continuación se desarrolla una plataforma más somera con aportes intermitentes detríticos en ambientes que van de neríticos a intermareales con retoque de oleaje y mareas. Se reconocen dos grandes megasecuencias negativas de finos a arenas (Huérmeda a Daroca y Valdemiedes a Miembro A2 de la Formación Almunia), la segunda de las cuales está compuesta por otras cuatro secuencias menores.

La sedimentación durante el resto del Cámbrico medio y superior y Tremadoc tiene lugar en una plataforma somera en ambiente intermareal. Se reconocen ambientes de llanuras arenosas fangosas y mixtas según la proporción limo/arena. Algunos niveles cuarcíticos pueden ser interpretados como canales de mareas (Fm. Borrachón). Los depósitos arenosos son más frecuentes en toda la serie en la Rama Aragonesa (Cadenas Ibéricas Orientales y representan una mayor proporción de episodios de barras y canales en la

plataforma). Se observa un aumento de espesores de las facies, hacia el Oeste al mismo tiempo que aumenta la proporción de finos. Las direcciones de corrientes medidas indican aportes del E y NE. (Macizo del Ebro?). En conjunto la serie se agrupa en cuatro megasecuencias negativas mayores (incluyendo el Arenig.) formadas por las unidades Miembro B a C; Miembro D a Fm. Valconchán (límite Cámbrico-Tremadoc.); Fm. Borrachón a Fm. Dere y Fm. Santed a Cuarcita Armoricana. Estas megasecuencias mayores contienen a su vez otras mesosecuencias también negativas, y están en relación con la tectónica probablemente con ascensos epirogenéticos (?) de las áreas fuentes.

Durante el Arenig (Cuarcita Armoricana), hay depósito de barras (mareales? — litorales?), generalizadas en todo el área. Los aportes vienen también del E y NE. El oolito ferruginoso superior representa una interrupción en la sedimentación.

La sedimentación continúa durante el Ordovícico medio-superior en una plataforma relativamente somera con influjo de mareas y oleaje, que alcanza un máximo de profundidad con el depósito de las Margas de Brizos. Termina con el depósito de las Calizas de Cistoideos que representan episodios de constructores de carácter "arrecifal s.a" limitados al Ashgillense en las cadenas orientales y durante todo el Caradoc.-Ashgill. en la Rama Castellana (hoja 25-19 Odón).

Hay evidencia de emersión de la serie carbonatada Ashgillense, con dolomitización y erosión como lo revelan los depósitos pizarrosos de la Fm. Orea (Llandovery) que contienen cantos y bolos de, calizas y dolomías. La sedimentación continúa con idénticas características de plataforma con influjo de mareas y oleaje durante el Silúrico inferior (Fm. Orea y Fm. Bádenas) con dominio de llanuras predominantemente fangosas en las que aparecen episodios de barras (litorales?) constituidos por la Cuarcita blanca del Llandovery.

La controvertida discordancia de la base de la Cuarcita de Bámbola podría estar en relación, en caso de ser cierta con la fase Asfntica. Las fases tectónicas caledonianas tienen más repercusiones paleogeográficas que tectónicas, siendo la más detectable la Taciónica en el límite Ordovícico-Silúrico (erosión de las calizas ashgillenses).

El plegamiento fundamental debe ser hercínico, detectándose al menos dos fases, de las que la primera es la principal, en nuestra zona origina pliegues erguidos de dirección NO-SE vergentes hacia el NE. En las etapas finales se producen cabalgamientos vergentes hacia el NE, que se reactivan posteriormente durante los movimientos alpinos.

La tectónica tardihercínica (finales del Carbonífero) se manifiesta por

la formación de desgarres según un sistema con fallas dextrales NO-SE y sinistralas NE-SO. A comienzos del Pérmico algunas fallas se mueven en régimen distensivo con formación de fallas normales de gran salto, en parte por reactivación de las anteriores (NO-SE, NE-SO dominantes y N-S y E-O) algunas de las cuales alcanzarían centenares de kilómetros. A través de estas fracturas se producen emisiones volcánicas de carácter calco-alcalino. En estas condiciones se depositan los materiales del Pérmico inferior (Autuniense) en un ambiente continental, con intensa actividad volcánica y piroclastos incorporados a los sedimentos, en diferentes subambientes desde abanico aluviales a facies palustre-lacustres. Una reactivación tectónica con basculamientos y movimientos diferenciales de bloques es la responsable de la discordancia existente entre Autuniense y Saxonense (fase Saálica). Una etapa de intensa alteración del zócalo precede a la sedimentación de Saxoniense (suelos ferralíticos en el área de Fombuena, hoja 26-18 Daroca). Continúa la sedimentación en régimen continental, rellenando bloques deprimidos, mediante sistemas de abanicos aluviales coalescentes en nuestra zona, que incorporan abundante material piroclástico (cineritas, tobas volcánicas) reelaborándolo. La actividad volcánica continúa detectándose por la presencia de coladas riolíticas (Montesoro: hoja 25-19 Odón). Restos de dicha actividad volcánica pérmica se encuentran en el Paleozoico de Codos (hoja 26-17 Paniza) y del Sur de Ateca (25-17). La tectónica pérmica afecta a una extensísima zona de Europa, no habiéndose individualizado la Cuenca Celtibérica para estos tiempos (IGME 1980).

Es a partir del inicio de la sedimentación de la facies Buntsandstein cuando la Cadena Celtibérica se corresponde con un modelo tectónico-sedimentario de tipo Aulacógeno (ALVARO et al 1978) a partir de un domo centrado en una pluma del manto situada en la región valenciana. Las fallas tardihercínicas (y pérmicas) fueron reactivadas en régimen claramente distensivo, sobre todo las NO-SE. Así se crea un *graben* complejo orientado según la dirección NO-SE, con bloques afectados de subsidencia diferencial fuerte, lo que explica las fuertes variaciones de espesor de la Fm. Buntsandstein. En estas condiciones el comienzo del relleno no debió ser sincrónico en todos los puntos de la cadena, comenzando probablemente en el Pérmico superior (Thuringiense) en la zona de Molina de Aragón (RAMOS 1979).

El depósito se inicia con sedimentos de características continentales (fluviales *braided*) representados por los conglomerados y areniscas inferiores de la hoja de Monreal (26-20), Odón (25-19), Usced (25-18), Ateca (25-17) y borde noreste de la de Daroca (26-18) en el área de Fombuena. Posteriormente aparecen facies de tipo estuario con deltas destructivos e



influencia de las mareas, que culminan con los sedimentos de plataforma somera, claramente dominados por las mareas a techo de la facies Buntsandstein. En el centro de la hoja de Daroca, borde NE de la de Used y Suroeste de la de Paniza se conservan pequeñas fosas con relleno de Buntsandstein, en la que los espesores son muy reducidos y el depósito comienza con características fluvio-torrenciales.

Se consigue el igualamiento del relleno de los bloques hundidos que ha sido acompañado de invasión marina. Durante el Muschelkalk se desarrolla una extensa plataforma somera en la que se reconocen ambientes intermareales a supramareales. Hay episodios de barras y canales (dolomías en capas gruesas) que podrían aislar *lagoons* hipersalinos (sílex), facies de canales mareales (hoja 25-19 Odón) y sedimentos intermareales altos a supramareales a techo como paso a las condiciones sedimentarias del Keuper. Durante el Pérmico y Buntsandstein parece existir un "horst" elevado en el área de Ateca-Daroca (Umbral de Ateca), con fuerte reducción de espesores e incluso no sedimentación.

Progresivamente se pasa a una etapa de subsidencia generalizada, con sedimentación expansiva que rebasa los márgenes del *graben* Celtibérico por hundimiento de sus bordes. Todo ello está en relación con la progresión de la distensión que adelgaza y estira la corteza. A través de las fracturas se produce magmatismo básico de origen mantélico más concentrado en los alrededores de la pluma del manto y a lo largo del borde norte de la Cuenca. Esta etapa viene representada por la facies Keuper (y ofitas). En nuestra zona no hay evidencia de magmatismo por encontrarnos en zonas alejadas de los focos de emisión (C. Cantábrica, Valencia). Los sedimentos presentes en nuestra zona se depositaron en llanuras litorales muy extensas, con desarrollo de lagunas efímeras salinas (*sebkhas* litorales) y sedimentación evaporítica. Invasiones del mar darían lugar a depósitos de llanura de mareas (inter a supramareales). Algunos canales drenarían las citadas llanuras.

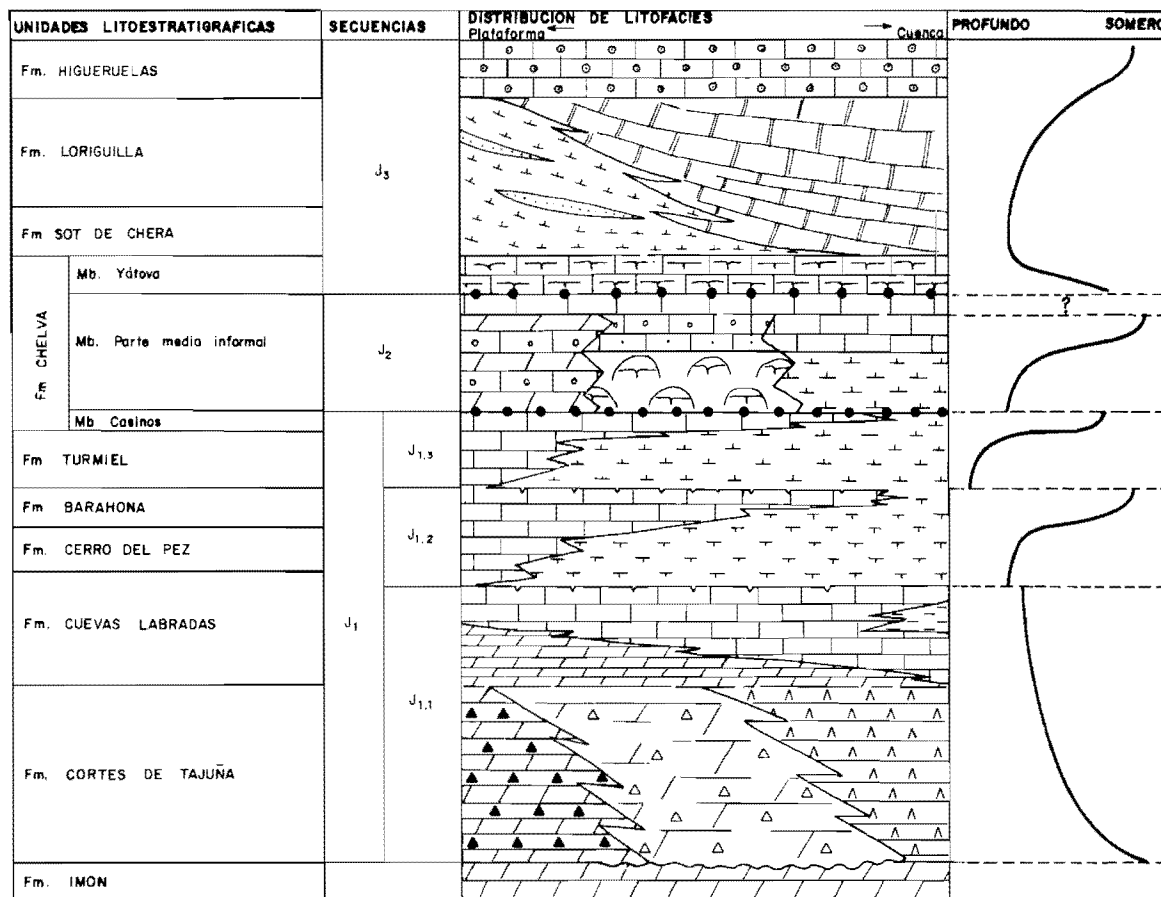
El estiramiento regional se hace todavía más importante pasándose a un modelo definitivo de subsidencia generalizada durante el Triásico más superior y Jurásico. El carácter fuertemente distensivo de esta etapa está atestiguado por los vulcanismos basálticos existentes en la zona comprendida entre Teruel, Valencia y Castellón.

La presencia de discontinuidades sedimentarias reconocibles no sólo en la Cordillera Ibérica, sino también en los Catalánides y Cordilleras Béticas, ha permitido la división del Jurásico en una serie de unidades que se definen como secuencias deposicionales. (fig. 4). (GINER 1980).

**La secuencia del Lías (J1)** se inicia con las brechas de la Fm. Cortes de Tajuña. La base de esta unidad es localmente erosiva y marca el límite entre

# LEYENDA

-  Evaporitas
-  Brechas
-  Carniolas
-  Dolomías
-  Calizas
-  Calizas con esponjas
-  Calizas bioclásticas
-  Calizas arcólicas
-  Calizas calcíticas
-  Ritmito
-  Margocalizas
-  Margas
-  Arrecifes de esponjas
-  Areniscas
-  Superficie ferruginosa perforada (hard ground)
-  Oolito ferruginoso



Secuencias deposicionales y distribución de litofacies del Triás más superior y Jurásico

el Rethiense y Lías: finaliza con el oolito ferruginoso del tránsito Lías-Dogger o sus equivalentes laterales. Dentro de ella se reconocen una serie de discontinuidades de menor importancia (como máximo representan períodos no deposicionales equivalentes a una zona de Ammonites) lo que permite diferenciar una serie de unidades. La primera de ellas J1.1. está constituida por las brechas de la Fm. Cortes de Tajuña y Cuevas Labradas, el límite superior consiste en una superficie ferruginizada y perforada. La segunda unidad J1.2. incluye las Fms. Cerro del Pez y Barahona a techo de la cual se identifica otra superficie ferruginosa y perforada. La tercera unidad J1.3 formada por las Fm. Turmiel y Mb. Casinos tiene como límite superior el oolito del tránsito Lías-Dogger (o superficies de concentración de fauna). Cada una de estas unidades tiene un carácter transgresivo sobre la anterior, aunque a techo de J1.2 y J1.3 se desarrollen etapas regresivas. En conjunto la evolución de estas unidades muestran una transgresión que alcanza sus máximos valores en J1.3. La aparición de facies regresivas y superficies de ferruginización, condensación de fauna y s. perforadas se interpreta como detenciones momentáneas en el desarrollo de la transgresión.

La **secuencia del Dogger** (J2) está constituida por lo que se ha denominado parte media de la Fm. carbonatada de Chelva, y limitada entre los dos oolitos ferruginosos (superior e inferior) aunque en la mayoría de los casos tan sólo se reconoce uno de ellos de un modo claro.

En la **secuencia del Malm** (J3) el límite inferior coincide con el oolito ferruginoso del tránsito Dogger-Malm, mientras que el superior se sitúa ya en el Cretácico inferior (Valanginiense), si bien en el área considerada el Jurásico está erosionado siendo los niveles más altos registrados los del Kimmeridgiense superior-Tithonico. Está constituida por el Mb. Yatova de la Fm. Chelva, Fm. Sot de Chera, Fm. Loriguilla y Fm. Higuieruelas.

En la vertical, las secuencias  $J_2$  y  $J_3$  muestran un marcado carácter *shoaling upward* es decir, que cada una de ellas se inicia con términos marinos correspondientes a depósitos de cuenca o plataforma externa para finalizar con sedimentos de aguas muy someras y con evidencias de emersiones esporádicas. Por el contrario en la secuencia del Lías (J1), tan sólo los ciclos J1.3 y J1.2 muestran esta evolución, mientras que J1.1 se inicia con depósitos de aguas muy someras en ambientes restringidos para finalizar con depósitos de plataforma somera.

Finaliza el Malm con una sedimentación detrítica correspondiente a la Facies Purbeck como inicio de movimientos tectónicos generalizados en nuestra zona. Así al final del Jurásico y durante el Cretácico inferior se producen periodos de inestabilidad que interrumpen la evolución del Aulacógeno Celtibérico. Se producen grandes movimientos verticales con erosión

de bloques levantados y depósito en las zonas hundidas en dos etapas: una previa a los depósitos continentales de F. Weald (ausentes en nuestra zona) y otra pre-Utrillas, que se correlacionan tentativamente con las fases Neokimmérica y Aústrica respectivamente. Localmente en estas fases se desarrollan pliegues de dirección próxima a la N-S o NE-SO, que son arrasados previamente a la deposición de la Fm. Arenas de Utrillas.

En la zona faltan los sedimentos correspondientes a las facies Purbeck-Weald (sólo hay unos pocos metros de terrígenos del Jurásico superior en la hoja de Monreal del Campo), reposando la facies Utrillas sobre diferentes términos del Jurásico. La erosión pre-Utrillas ha sido más intensa en los bordes de la zona Norte del umbral de Ateca llegando a situarse sobre el Keuper en algunos puntos de la de Ateca. Sin embargo, en la hoja de Monreal del Campo y borde oriental de la de Paniza (cuenca del Ebro) aparece una sucesión jurásica muy completa.

La Fm. Arenas de Utrillas se depositó en un ambiente de tipo estuario a partir de aparato deposicionales de tipo deltas destructivos dominados por las mareas.

A partir del Cenomaniense medio se desarrolla una extensa plataforma somera carbonatada, al mismo tiempo que remiten progresivamente los aportes terrígenos del continente. Se inicia un ciclo transgresivo en el que se reconocen facies litorales con Ostreidos y facies de llanura de mareas que culminan en el Turoniense, con sedimentos submareales de plataforma somera en la zona del noroeste (Ateca, Used y borde Norte de Odón) o mareales (Calamocha, Monreal). Hay procesos de dedolomitización y costras ferruginosas con concentración de fauna que indican emersiones locales e interrupciones en la sedimentación.

A continuación viene un ciclo sedimentario de tendencia regresiva que se inicia de manera generalizada con la instalación de organismos constructores (Algas y sobre todo Rudistas) que colonizan grandes áreas de la plataforma fijando bancos y "montes" e incluso dando lugar a verdaderos Biohermos. A partir de este momento (Coniaciense?) la plataforma es somera y restringida, existiendo facies de *lagoon*, en ocasiones con tendencia lacustre y fuerte influencia de aguas dulces del continente (muy acusadas en la hoja de Daroca). Algunas barras y canales migraban en la plataforma (hojas de Used y Odón). Hacia el Sur (hoja de Monreal) los biohermos de Rudistas persisten durante mucho más tiempo que en el resto de la zona.

Durante el Santoniense existen episodios generalizados en el que se desarrollan barras y canales bioclásticos que se movían en la plataforma, (*bioclastic-sand shoal*) lo que contribuyó a restringir aún más la misma al menos de forma local.

El ciclo regresivo continúa hacia finales del Cretácico superior con depósitos de *lagoon* cerrado, con gran influencia de aguas dulces del continente (hojas de Used, Odón, Calamocha y Daroca).

Durante el Cretácico superior no puede decirse que el Aulacógeno Celtibérico siga existiendo como tal.

Faltan en la zona sedimentos de finales del Cretácico y del Paleoceno pero en zonas próximas durante estos tiempos se ha producido ya la retirada definitiva del mar. A partir de este momento la sedimentación tiene carácter continental.

Se detectan ya los primeros movimientos tectónicos esta vez claramente compresivos, que van a culminar con el plegamiento y estructuración de toda la Cadena Celtibérica, sincrónicamente con la sedimentación molásico-continental del Terciario.

Al final del Cretácico se instalan las zonas móviles de las Béticas Baleares y del Pirineo, los esfuerzos transmitidos van a deformar intensamente la Cadena Celtibérica, en la que después de la evolución tipo Aulacógeno la corteza estaba muy adelgazada y estirada.

Una primera fase de plegamiento, con comprensión NO-SE es responsable de la discordancia situada en la base del Eoceno superior-Oligoceno inferior. Durante estos tiempos se reconocen depósitos en facies de abanicos aluviales, fluviales y lacustres (hojas de Used, Odón y Monreal).

Una segunda fase de plegamiento se produce en el Oligoceno superior, con comprensión principal NE-SO, que da origen a estructuras con directriz Ibérica vergentes al NE en nuestra zona. Es la responsable de la discordancia intra-oligocena existente en la región (Fase Castellana de PEREZ GONZALEZ et al 1971). En la región se depositan materiales en facies de abanicos aluviales (Monreal, Used) y fluvio-lacustres (Odón) hasta el Mioceno inferior.

Resulta difícil reconstruir la paleogeografía de las Cuencas del Paleógeno y Mioceno inferior, pues sólo se dispone de afloramientos aislados.

Una tercera fase de plegamiento con comprensión ENE-OSO tiene lugar a finales del Mioceno inferior (Ageniense). A partir de estos momentos la zona de la cadena que nos ocupa se comporta en régimen distensivo generalizado hasta el Cuaternario. Durante el Mioceno inferior más superior y Mioceno medio aparecen fallas con gran salto de direcciones NO-SE y NNE-SSO, siendo las primeras más antiguas. Son las responsables de la creación de las Cuencas de Calatayud y Teruel-Alfambra.

Desde el Ageniense más superior hasta el Plioceno medio, se rellenan las cuencas mediante abanicos aluviales y facies asociadas: fluviales (escasas), de playas, playas salinas, palustres, palustre-lacustres y lacustres. El máximo de expansión de facies palustres-lacustres se sitúa en el Mioceno superior y

Plioceno inferior en la Cuenca de Calatayud, siendo también bastante frecuente en el Aragoniense inferior y medio en las hojas de Paniza, Calamocha y Monreal. En las cuencas menores, internas de la Cordillera, (Used, Odón) y en la de Almazán (borde Oeste de Ateca) dominan los terrígenos gruesos de los abanicos aluviales.

Una suave discordancia se sitúa en el Plioceno inferior sobre la unidad de "Calizas del primer páramo" y es un preludio de la: Fase Iberomanchega I, (AGUIRRE et al 1976). La colmatación de las cuencas tiene lugar durante el Plioceno medio y se corresponde aproximadamente con el nivel de "Calizas del segundo páramo" de la de Calatayud, desarrollándose en las hojas de Odón y Used una superficie de colmatación-erosión sobre materiales detríticos. Paralelamente a estos acontecimientos ha quedado generada durante el Plioceno inferior y medio la superficie de erosión fundamental de la meseta, sobre Mesozoico y Paleozoico, adquiriendo toda la región una morfología de extensa penillanura con algunos relieves residuales muy suavizados.

Los depósitos detríticos rojos existentes sobre las "Calizas del segundo páramo" en la fosa del Jiloca, son correlativos con los primeros impulsos tectónicos que van a tener lugar posteriormente. En efecto a comienzos del Plioceno superior se produce una importante fase tectónica distensiva (Fase Iberomanchega I AGUIRRE et al 1976) con creación de fallas normales, NO-SE y NNE-SSO, de gran salto (unos 250 m en Calamocha), que en parte reactiva las fallas miocenas o afecta a fracturas anteriores NO-SE que no habían actuado en dichos tiempos. En estos tiempos se origina la Fosa del Jiloca (hoja de Daroca, Calamochas y Monreal) y la de Gallocanta (Hojas de Used, Odón y Calamocha) y la depresión central de la Hoja de Odón. Se produce un intenso levantamiento de algunos bloques que dan lugar a los relieves observables hoy en día: Sierra del Calderero (Odón). Sierra de Tornos-Santed (Used-Daroca-Calamocha), Sierra de Vicor-Algairén (Paniza-Daroca), Sierra de Lidón (Monreal). El relieve creado tiende a rellenarse mediante abanicos aluviales, con morfología de glacis durante el Plioceno superior y Cuaternario más inferior.

La actividad tectónica distensiva continúa durante el Cuaternario más inferior, afectando a los glacis pliocuaternarios en la hoja de Calamocha y Ateca creando depósitos correlativos abanicos, abanicos, con morfología de glacis y depósitos de glacis.

Hay evidencia de neotectónica reciente en la hoja de Monreal, en donde las fallas afectan a coluviones del Plioceno sup. -Holoceno (Rubiños de la Cerida) y desplazan niveles de terrazas del Pleistoceno superior en Ateca y Daroca. Afectan a tobas (travertinos) en la hoja de Ateca.

Hay que señalar que durante gran parte del Pleistoceno (inferior y

medio? ), debieron dominar las condiciones endorreicas en la mayor parte del área estudiada (hojas de Used, Odón, Daroca, Calamocha y Monreal) pues sólo se reconocen 1 ó 2 niveles de terrazas fluviales situados a unos 25 metros como máximo sobre el nivel de los ríos que se datan tentativamente como del Pleistoceno superior. Este endorreísmo se manifiesta de forma clara en el área de Gallocanta hasta nuestros días. Las variaciones del nivel de la Laguna probablemente debidas a períodos "pluviales" s.a. han dado lugar a diversos niveles de terrazas en sus alrededores. En el norte de las hojas de Ateca, Paniza, en relación con el río Jalón aparecen niveles de terrazas más numerosos y de glacis encajados sucesivamente, en relación con las anteriores que nos indican una apertura exorreica más antigua.

Se detectan al menos dos fases frías durante el Cuaternario manifestadas por procesos de regularización de vertientes. La incisión lineal y acaravamientos de tiempos muy recientes probablemente protohistórico-históricos.

## 5 GEOLOGIA ECONOMICA

### 5.1 MINERIA Y CANTERAS

La minería en esta hoja se reduce a la explotación de Sulfatos de Bario (Baritas) en el término de Badules, explotación realizada a cielo abierto y de modo intermitente en la única mina que funciona en la actualidad.

Esta es la mina "Petronila" (x: 805.000; y: 732.000) de la que en 1978 se extrajeron alrededor de 1.000 Tm. de mineral en bruto. Las reservas se cifran en 20.000 Tm. seguras, 50.000 Tm. probables y 140.000 Tm. posibles.

Existen también indicios de menas metálicas (piritas y calcopiritas) en el borde NE de la hoja, Término de Fombuena, donde hay pequeñas labores abandonadas.

En las proximidades de Lanzuela, así mismo, hay indicios de piritas.

Respecto a canteras, la única activa es la cantera "Valda", situada en las cercanías de Nombrevilla, entre los km. 2 y 3 de la carretera de Daroca a Badules.

Explora arcillas para ladrillería, siendo las reservas de este material en el sector Daroca-Báguena muy abundantes.

En esta misma zona existen tres canteras que se benefician de las

dolomías cámbricas. Están paralizadas aunque las reservas de este tipo de áridos son cuantiosas.

Por último, también se han explotado las graveras cuaternarias del río Jiloca, en las cercanías de Manchones y Murero.

## 5.2 HIDROGEOLOGIA

La hoja de Daroca tiene poco interés desde el punto de vista de las aguas subterráneas.

El acuífero potencial constituido por las series calizas del Coniaciense-Santoniense (31) presenta áreas de recargas apreciables hacia el Este, fuera de la zona de la hoja. Su disposición estructural favorecía la captación de aguas en la zona de Lagueruela, pero sin embargo, sería necesario realizar perforaciones muy profundas debido al espesor de la cobertera impermeable constituida por el Cretácico terminal y Paleógeno.

Relativo interés presentan las "calizas del Páramo" del Turolense-Rusciniense inferior (41), ya que su permeabilidad no es buena por intercalación de algún nivel margoso y las áreas de recarga no son muy extensas. Sin embargo su disposición estructural es favorable, con suaves buzamientos hacia el NE, hacia donde cambian lateralmente a facies margo arcillosas.

Sólo presenta un pequeño interés los aluviones de gravas de los ríos Jiloca y Huerva.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADROVER, R., MEIN, P. y MOISSENET, E. (1978).— Nuevos datos sobre la edad de las formaciones continentales neógenas de los alrededores de Teruel. *Estudios Geológicos* núm. 34. pp. 205-214.
- AGUILAR, M.J., RAMIREZ DEL POZO, J. y RIBA, O. (1971).— Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). *Est. Geol.* núm. 27. pp. 497-512.
- AGUIRRE, E., DIAZ MOLINA, M. y PEREZ GONZALEZ, A. (1976).— Datos paleomastológicos y fases tectónicas en el Neógeno de la Meseta Central Española. *Trab. Neog. Cuatern.* núm. 5. pp. 7-29.
- ALASTRUE, E. (1953).— "Bibliografía geológica de la provincia de Zaragoza". *Rev. Acad. Cien. Ex. Fis. Quím. Nat. Zaragoza.* núm. 8. pp. 59-85.



- ALVARO M. (1975).— Estilolitos tectónicos y fases de plegamiento en el área de Sigüenza (borde del S. Central y la C. Ibérica). *Est. Geol.* núm. 31. pp. 241-247.
- ALVARO M., CAPOTE, R. y VEGAS, R. (1978).— Un modelo de evolución geotectónica, para la Cadena Celtibérica. *Acta Geol. Hispánica. Libro homenaje al profesor Solé Sabarís*. Barcelona (en prensa).
- ARCHE, A., HERNANDO, S. RAMOS, A. SOPEÑA, A. y VIRGILI, C. (1975).— "Distinction between environments in the Permian and basal Triassic redbeds in Central Spain" *IX. Int. Cong. Sedim. Nice*. T. 5. V. 1. pp. 9-14.
- ARTHAUD, F. y MATTE, Ph. (1975).— Les décrochements tardi-hercyniens du Sud-Ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstruction des conditions de la deformation. *Tectonophysics* V. 25. pp. 139-171.
- ARTHAUD, F. y MATTE, Ph. (1977).— Late Paleozoic strike slip faulting in Southern Europe and Northern Africa: result of a right lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geol. Soc. Amm. Bull.* V. 88. pp. 1305-1320.
- BARTSCH, G. (1966).— "Geologische untersuchungen in den Ostlichen Iberischen Ketten. Zwischen Río Jalón und der strasse Miedes-Codos-Cariñena (Spanien)" *Inst. Univ. Muster (Ined.)*. pp. 1-120.
- BERGER, E., KAUFFMAN, E. y SACHER, L. (1968).— "Sedimentologische untersuchungen im Jungpalaeozoikum der Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)". *Geol. Radsch* 57, V.2. pp. 472-483. Stuttgart.
- BOMER, B. (1960).— "Aspectos morfológicos de la Cuenca de Calatayud-Daroca y de sus zonas marginales". *Est. Geogr.* V. 80. pp. 393-402.
- BRUIJN, H.D. (1967).— Gliridae, Sciridae y Eomyidae Miocenos de Calatayud (Zaragoza) y su relación con la bioestratigrafía del área. *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.* núm. 78. pp. 190-365.
- BULARD, P.F. (1972).— "Le Jurassique Moyen et Superieur de la Chaîne Iberique sur la bordure du Bassin de l'Ebre". *Fac. Sc. Univ. Nice* pp. 1-353.
- CALVO BETES, J., GONZALEZ LOPEZ, J.M. GONZALEZ MARTINEZ, J. y VILLENA, J. (1978).— "Primeros datos sobre la sedimentación de dolomía en la laguna de Gallocanta". *Tecniterrae* V. 21. pp. 1-10.
- CAÑADA GUERRERO, F. (1966).— "Sobre la génesis de algunos yacimientos de óxidos y carbonatos de hierro. Teruel-Guadalajara". *Not. y Com. I.G.M.E.* núm. 87. pp. 91-96.
- CAPOTE, R. (1978).— Tectónica española. *Seminario sobre criterios sísmicos para las instalaciones nucleares y obras públicas*. Asociación Española de Ingeniería Sísmica pp. 1-30.

- CAPOTE DEL VILLAR, R. y GUTIERREZ ELORZA, M. (1977).— "Excursión al Precámbrico y Cámbrico inf. de Paracuellos-Cámbrico medio de Murero". *XI Curso de Geol. Práctica Teruel*.
- CARLS, P. (1962).— "Erläuterungen zur geologischen kartierung bei Luesma und Fombuena in den Östlichen Iberischen Ketten (Nordest Spanien)". *Dipl. Arb. Math. -naturwiss. Würzburg*. pp. 1-155.
- CARLS, P. (1975).— "The Ordovician of the Eastern Iberian Chains near Fombuena and Luesma (Prov. Zaragoza, Spain)". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 150. núm. 2. pp. 127-146. Stuttgart.
- CARLS, P. y GANDL, I. (1967).— "The lower Devonian of the Eastern Iberian Chains (N.E. Spain) and the distribution of its Spiriferacea, Acastarinae and Asteropyginae. *Int. Sym. Devonian System*. pp. 453-464.
- CARLS, P. y GANDL, I. (1969).— "Stratigraphie und Conodonten des Unter Devons der Ostlichen Iberischen Ketten (N.E. Spanien)". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 132. núm. 2. pp. 155-218. Stuttgart.
- CARLS, P. y SCHEUPLEIN, R. (1969).— "Zum Buntsandstein zwischen Fombuena und Rudill. Östlichen Iberischen Ketten, N.E. Spanien". *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* V. 132. núm. 1. pp. 1-10. Stuttgart.
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J. (1964).— "Aperçu chronostratigraphique des Bassins de Calatayud-Teruel". *Curs. y Conf. Inst. Lucas Mallada*. núm. 9. pp. 89-92.
- CRUSAFONT, M., VILLALTA, J.F. y JULIVERT, M. (1966).— "Notas para la estratigrafía y paleontología de la Cuenca de Calatayud-Teruel". *Notas y Com. I.G.M.E.* núm. 19 pp. 53-76.
- DANTIN CERECEDA, J. (1941).— "La Laguna salada de Gallocanta (Zaragoza)". *"Est. Geográf."* núm. 3, pp. 269-301.
- DESPARMET, A. (1967).— "Etude geologique détaillée des environs du Monasterio de Piedra (Prov. de Saragosse)" *Dipl. Et. Sup. Univ. Dijón*, V. 10, pp. 1-100.
- DIAZ MOLINA, M. Y LOPEZ MARTINEZ, N. (1979).— El Terciario continental de la depresión intermedia (Cuenca). Bioestratigrafía y Paleogeografía: *Est. Geol.* núm. 35. pp. 149-167.
- FLOQUET, M. (1979).— "La serie carbonatée Coniacien superieur a Santonien dans la région de Soria (Chaînes Iberiques Septentrionales). Analyse et interpretation". *Cuadernos Geol. Ibérica*, Vol. 5, pp. 365-383.
- FREEMAN, J. (1972).— "Sedimentology and dolomitization of Muschelkalk carbonates (Triassic Iberian Ranges Spain)" *Bull. A A P G.* V. 6. núm. 3.
- FREUDENTAL, M. (1966).— "On the Mammalian faune of the Hipparion

- beds in the Calatayud-Teruel basin (prov. Zaragoza, Spain)". *Kowk. Ned. AK. Wetten.* V. 69, núm. 2, pp. 296-317.
- GAUTIER, F. y MOUTERDE, R. (1964).— "Lacunes et irregularite des dépôts a la limite du Jurassique moyen de la bordure Nord des Chaînes Iberiques (Espagne)". *C.R. Somm. Sc. Soc. Geol. France T.* 258, pp. 3064-3067.
- GINER, J. (1980).— Estudio sedimentológico y diagenético de las formaciones carbonatadas del Jurásico de los Catalanides, Maestrazgo y Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica. Tesis Doctoral. Dpto. Geología Universidad de Barcelona.
- GOMEZ, J.J. y GOY, A. (1979).— "Las unidades litoestratigráficas del Jurásico medio y superior en facies carbonatadas del sector levantino de la Cordillera Ibérica". *Est. Geol.* V. 35, pp. 569-598.
- GOY, A.; GOMEZ, J.J. y YEBENES, A. (1976).— "El Jurásico de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Mitad Norte) I. Unidades litoestratigráficas". *Est. Geol.* V. 32, pp. 391-423.
- GUTIERREZ ELORZA, M.; PEÑA MONNE, J.L. (1979).— "El Karst de Villar del Cobo (Sierra de Albarracín)". *Est. Geol.* V. 35, pp. 651-654.
- GUTIERREZ MARCO, J.C. (1980).— "Graptolitos del Ordovícico del Sistema Ibérico. Tesis de licenciatura. Universidad Complutense de Madrid.
- HAMMAN, W. (1976).— "The Ordovician of the Iberian Peninsula A Review". *Proc. Paleont. Assoc. Sym.* pp. 387-409. Birmingham.
- HARTLEB, J. (1967).— "Stratigraphie, tektonik und versetzung un der Ostlichen Hesperischen ketten (Spanien)". *Inang. Diss. Ined.* pp. 1-101 Heidelberg.
- HERNANDEZ PACHECO, F. y ARANEGUI, P. (1926).— "La Laguna de Gallocanta y geología de sus alrededores" *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* T. 26, pp. 419-429.
- HERRANZ ARAUJO, P. (1968).— "Nota preliminar sobre el estudio geológico del N. de Sierra Menera (Cord. Ibérica)". *Act. Geol. Hispánica* T. 3, núm. 3, pp. 49-53.
- HOFFMAN, P.; DEWEY, J.F. y BURKE, K. (1974).— Aulacogens and their genetic relation to geosynclines, with a Proterozoic example from Great Slave Lake, Canada. *Soc. Econ. Pal. Mineral. Spec. Publ.* v. 19. pp. 38-55.
- HOYOS, M.; ZAZO, C.; GOY, J.L.; AGUIRRE, E. (1979).— Estudio geomorfológico en los alrededores de Calatayud *Actas de la III. Reunión Nacional del Grupo Español de trabajo del Cuaternario.* Zaragoza pp. 149-160.
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1969).— "Fase previa del proyecto de investigación minera en la región Turolense de la Cordillera Ibérica. Zona Norte".

- Informe. Fondo Documental del IGME. Madrid.
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1971).— "Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. Esp.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1974).— "Mapa metalogenético de España. Escala 1:200.000. Hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. España.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1974).— "Mapa de rocas industriales escala 1:200.000. Hoja núm. 40, Daroca". *Inst. Geol. Min. España.*
- INST. GEOL. MIN. ESP. (1980).— "Evolución sedimentológica y tectónica del ciclo Alpino en el tercio Noroccidental de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica (Inédito). (CAPOTE et al 1982).
- JOSOPAIT, V. (1970).— "Trilobiten turde in Tremadoc der Iberischen Ketten". *N. Jb. Geol. Palaeont. Abh.* núm. 2 pp. 127-128. Stuttgart.
- JOSOPAIT, V. (1972).— "Das Kambrium-Tremadoc. Ateca (N.E. Spanien)": *Fors. Geol. Palaeont.* núm. 23. pp. 3-121. Münster.
- JULIVERT, M. (1954).— "Observaciones sobre la tectónica de la Depresión de Calatayud". *Arrahond. Rev. Mus. Ciudad de Sabadell.* pp. 1-18.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, C. (1972-74).— Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. I.G.M.E. pp. 113.
- LOTZE, F. (1929).— Stratigraphie und Tektonik des keltiverischen Grudgebirges (Spanien) *Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math. phys. Kl. T. 14, 2.* 320 pp.
- LOTZE, F. (1954).— "Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas Celtibéricas". *Publ. Ex. Geol. Esp. Inst. Lucas Mallada.* T. 8, pp. 1-315.
- LOTZE, F. (1960).— "El Precámbrico en España". *Not. y Com. I.G.M.E.* V. 60, pp. 227-240.
- LOTZE, F. (1961).— "Sobre la estratigrafía del Cámbrico español". *Not. y Com. I.G.M.E.* V. 61, pp. 131-164.
- LOTZE, F. (1969).— "El Cámbrico en España. 1ª Parte". *Mem I.G.M.E.* V. 75, pp. 1-256.
- LOTZE, F. y SDUZY, K. (1961).— "Das Kambrium Spaniens. Teil 2, Trilobiten". *Abh. Math. Natur. Kl. Jahr.* núm. 7, pp. 1-594.
- MANSOURIAN, E. (1974).— "Erläuterungen zur geologischen kaslierungdes gebietes im raum. Murero-Ateca-Montón in der Westlichen Iberischen ketten (N.E. Spanien) *Dipl. Arb. Würzburg.* pp. 1-98.
- MARIN, P. (1974).— "Stratigraphie et evolution paleogeographique de la Chaîne Celtiberique Orientale I Paleozoique-Permotrias". *Dipl. Et. Sup. Univ. Lyon.* pp. 1-231.
- MELENDEZ, A. y PEDAUYE, R. (1980).— "Estudio de las facies carbo-

- natadas del Cretácico superior de la región de Nuévalos (prov. de Zaragoza)". *IX. Congreso Nacional de Sedimentología. Salamanca*. pp. 1-11.
- MELENDEZ, B. (1942).— "Los terrenos Cambricos de la península Hispánica". *Inst. Cienc. Nat. José de Acosta. Serv. Geol. T. 1*. pp. 1-119.
- MENSINK, M. (1966).— "Stratigraphie und paläogeographie des marinen Jura in der Nordwestlichen Keltiberischen Ketten (Spanien)". *Beih. Zum. Geol. Jahr. T. 44*, pp. 42-104. Hannover.
- MOISSENET, E. (1979).— "Relief, et tectonique recente: Quelques transversales dans les fosses internes des Chaînes Iberiques orientales". *Travaux de la R.C.P. V. 461*. pp. 159-207.
- MOJICA, J. (1979).— "Über das Mesozoikum im zentralen teildes Nordöstlichen Keltiberikums (Ateca schwelle umgerbung von Nuévalos. Provinz. Zaragoza. Spanien. Arb. Inst. Geol. Palaeont. Univ. Stuttgart. pp. 1-70.
- MOJICA, J. y WIEDMANN, J. (1977).— "Kreide entwicklung und Cenomanien-Turonien grenze der mittleren keltiberischen ketten bei Nuévalos". *Eclog. Geol. Helv. Base. T. 70*, pp. 739-759.
- M.O.P. (1976).— "Corredor Zaragoza-Valencia. Tramo Daroca-Monreal del Campo.". *Estudio previo de terrenos. M.O.P.U.* pp. 1-57.
- PARGA, J.R. (1969).— Sistemas de fracturas tardihercínicas del Macizo Hesperico. *Trab. Lab. Geol. Lage. núm. 37*. pp. 3-17.
- PEÑA BLASCO, J.A. (1972).— "Estudio petrogenético del Muschelkalk de la Cordillera Ibérica". *Tesis Fac. Cienc. Madrid*. pp. 1-196.
- PEREZ-GONZALEZ, A.; VILAS, L.; BRELL, J.M. y BERTOLIN, M. (1971).— Las series continentales al Este de la Sierra de Altomira: I. *Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econom. T. 1. Secc. 1*. pp. 357-376.
- RADIG, F. (1962).— "Ordovician-Silurian und die frage prauvrizischer faltungen in Nordspanien". *Geol. Radsch. V. 52*, pp. 346-357. Stuttgart.
- RAMOS, A. (1979).— Estratigrafía y paleogeografía del Pérmico y Triásico al Oeste de Molina de Aragón (prov. Guadalajara). *Seminarios de Estratigrafía. núm. 6*. pp. 1-313.
- RAMOS, A.; DOUBINGER, J. y VIRGILI, C. (1976).— El Pérmico inferior de Rillo de Gallo (Guadalajara). *Acta Geol. Hispánica. núm. 11. (3)* pp. 65-70.
- RIBA, O. (1959).— Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. C.S.I.C. *Monogr. Instituto Lucas Mallada. núm. 16* pp. 1-253.
- RIOS, J.M. y ALMELA, A. (1945).— "Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro". *Mem. I.G.M.E. V. 54*. pp. 245-301.
- ROYO y GOMEZ, J. (1922).— "El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica". *An. Junta Amp. Est. e Inv. Cient. núm. 30*, pp. 1-227.

- SACHER, L. (1966).— "Stratigraphie und tektonik der Norwestlichen Hesperischen Ketten bei Molina de Aragón". *N. Jb. Geol. Palaeont. Mh.* V. 124, núm. 1 pp. 151-167. Stuttgart.
- SAEFTEL, H. (1961).— "Paleogeografía del Albense de las cadenas Celtibéricas españolas". *Not. y Com. I.G.M.E.*, núm. 63, pp. 163-192.
- SAENZ, C. (1931).— "Pantanos de La Tranquera y Carenas en los ríos Mesa y Piedra. Estudio de las condiciones geológicas del emplazamiento y vaso". *Publ. Conti. Sind. Hidrog. Ebro. Zaragoza*, t. 36, pp. 31-110.
- SAENZ, C. y MARIN GONZALEZ, J.L. (1969).— "Geología del Valle del Río Piedra en Llumes (Zaragoza)". *Act. Geol. Fac. Cienc. Barcelona*. T. 4, núm. 4, pp. 91-95.
- SCHEUPLEIN, R. (1970).— "Stratigraphie und tektonik der schichten folge in raum Daroca-Calamocha (Westliche Iberische ketten NE Spanien)". *Univ. Diss. Wurzburg*, pp. 1-106.
- SCHMIDT-THOME, M. (1968).— Beitrage zur fesinstratigraphie des unterkambriums in dem Iberischen ketten (Nordest-Spanien)". *Univ. Diss. Wurzburg*, pp. 1-141.
- SCHMITZ, U. (1971).— "Geologische untersuchungen in kambrium und Tremadoc der westlichen Iberischen ketten. Nordlich Ateca (Zaragoza), N.E. Spanien". *Univ. Diss. Munster*, pp. 1-132.
- SDZUY, K. (1961).— Das Kambrium Spaniens. Teill 2: Trilobiten". *Acad. Wiss. Lit. Mainz. Abh. Natur.* T. 7-8 pp. 218-411. Mainz.
- SDZUY, K. (1971).— Acerca de la correlación del Cámbrico inferior en la Península Ibérica: *Publ. I. Congr. Hisp. Luso. Amer. Geol. Econom.* T. 2, Secc. 1, pp. 753-768.
- SERVICIO AGRONOMICO NACIONAL MIN. AGRICULTURA (1970).— "Mapa Geológico de la provincia de Zaragoza. Escala 1:200.000". *Min. Agricultura*.
- SERVICIO AGRONOMICO NACIONAL MIN. AGRICULTURA (1970).— "Mapa Geológico de la provincia de Teruel". Escala 1:200.000". *Min. Agricultura*.
- TEYSSENT, T. (1980).— "Erlauterungen zur geologischen kartierung des gebietes S.E. Codos un den Ostlichen Iberischen Ketten (N.E. Spanien)". *Unive. Dipt. Arb. Wurzburg*, pp. 1-125.
- TEYSSENT, T. (1980).— "El Paleozoico inferior de la Cordillera Ibérica (Cámbrico, Tremadoc, y Arenig)". *XIV Curso de Geol. Práctica. Teruel* pp. 1-23.
- TRICALINOS, J. (1928).— Untersuchungen über den Bau der Celtiberischen ketten der nordstlichen Spaniens. *Z. deutsch. geol. Ges. Abh.* 80 pp. 409-482. Berlín.

- TRIGUEROS, E.; NAVARRO, A. y VILLALON, C. (1959).— "El límite Jurásico-Cretácico al Norte de Teruel". *Not. y com. I.G.M.E.* núm. 53 pp. 37-49.
- VIALLARD, P. (1973).— "Recherche sur le cycle alpine dans la Chaîne Iberique Sud-Occidentale". *Tesis Univ. Toulouse.*
- VIALLARD, P. (1978).— "Tectogenese de la Chaîne Iberique: Relations substratum-couverture dans une tectonique polyphasee." *C.R. Acad. Sc. Paris.* T. 287. pp. 1103-1106.
- VIALLARD, P. (1979).— "La Chaîne Iberique: Zone de cisaillement intra-continental pendant la tectogenese alpine". *C.R. Acad. Sc. Paris.* T. 289 pp. 65-68.
- VIALLARD y GRAMBAST, L. (1970).— "Sur l'age post-Stampien moyen du plissement majeur dans la Chaîne Iberique Castellaine". *C.R. Somm. Sc. Soc. Geol. France.* V. 1. pp. 1-9.
- VILLENA, J. (1967).— "Nota cartográfica preliminar de una zona de la Cordillera Ibérica comprendida entre Monreal del Campo y parte desde Molina de Aragón". *Act. Geol. Fac. Cienc. Barcelona.* V. 2, núm. 1, pp. 7-9.
- VILLENA, J. (1969).— "Mapa Geológico de la Laguna de Gallocanta (Teruel-Zaragoza) y sus alrededores". Guía Exc. "V Reunión Grupo Esp. Sedim." Pamplona, Zaragoza.
- VILLENA, J. (1971).— "Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo". *Tesis doctoral Univ. Granada.*
- VILLENA, J. (1980).— El Ordovícico del sector central de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. (En prensa).
- VIRGILI, C.; HERNANDO, S.; RAMOS, A. y SOPEÑA, A. (1973).— Nota previa sobre el Pérmico de la Cordillera Ibérica y bordes del Sistema Central. *Acta Geol. Hispánica.* núm. 8(3) y pp. 73-80.
- WOLF, R. (1980).— The lower and upper boundary of the Ordovician system of some selected regions (Celtiberia, Eastern, Sierra Morena) in Spain. Part. 1: The lower Ordovician sequence of Celtiberia: *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.* núm. 160-1 pp. 118-137.
- YEBENES, A. (1973).— "Estudio petrogenético de las carniolas infra-liásicas de la Cordillera Ibérica". *Tesis Licenciatura. Univ. Madrid. (Ined.)* pp. 1-118.



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 MADRID 3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA