

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

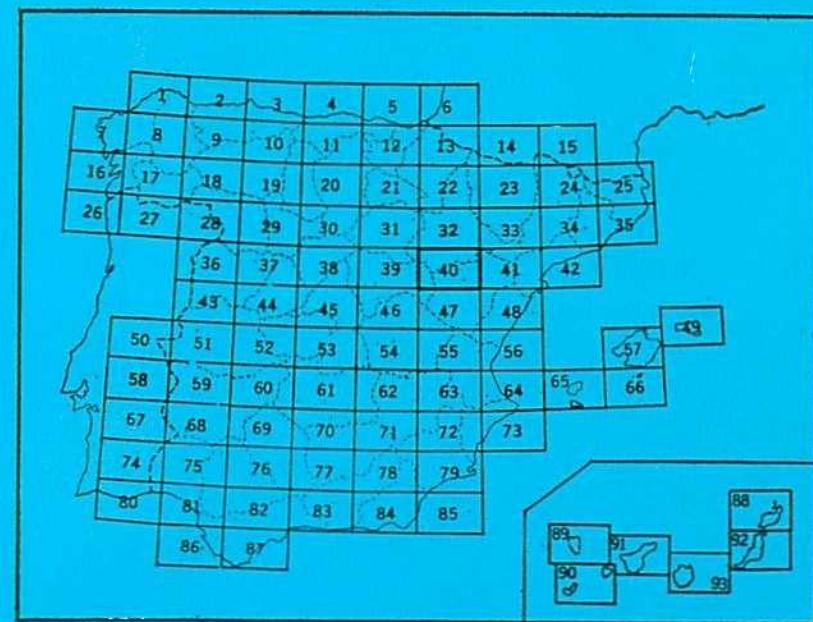
E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

DARROCA

Primera edición

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



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

DAROCA

Primera edición

*Esta Memoria ha sido redactada por ORIOL
RIBA en colaboración con JOAQUIN VILLENA
y ANDRES MALDONADO, de la Sección de
Estratigrafía y Sedimentología del Instituto
«Jaime Almera», C. S. I. C. Barcelona.*

INTRODUCCION

La Hoja núm. 40, «DAROCA», del Mapa Geológico de España a Escala 1:200.000, es la síntesis de los trabajos publicados hasta la fecha reseñados en la Bibliografía que acompaña a esta Memoria explicativa. Asimismo, se han utilizado algunas cartografías originales inéditas: citemos en primer lugar el Mapa Litológico de la Provincia de Zaragoza, levantado a la misma escala a base de trabajos de campo y fotogeología, por O. RIBA, J. QUIRANTES, J. VILLENA y A. MALDONADO (todos del Departamento de Sedimentología y Suelos de Zaragoza, C.S.I.C.). Se ha dispuesto, además, de las cartografías inéditas de la tesis de J. VILLENA, que cubre una parte importante del sector occidental de la Hoja, así como la de J. QUIRANTES, que cubre una reducida parte del ángulo NE. de la Hoja. Otros trabajos de cartografía geológica han sido utilizados: el original de una extensa zona de Montalbán, debido a J. VILLENA y O. RIBA; así como el de la laguna de Gallocanta, debido a J. VILLENA. Finalmente, es obligado citar la importante colaboración recibida de E.N.P.A.S.A., especialmente por parte de A. GARRIDO, quien nos ha preparado y reducido varios levantamientos geológicos de algunas áreas del centro y parte meridional de la Hoja, realizados por él mismo y J. RIOS.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja núm. 40, «DAROCA», engloba una parte muy importante y central de las Cadenas Ibéricas. Una rápida ojeada permite distinguir las siguientes unidades geológicas:

1. Depresión del Ebro, cuyos materiales terciarios y cuaternarios cubren el ángulo NE. de la Hoja.
2. Rama Aragonesa o Externa de la Cordillera Ibérica (también llamada por los geólogos alemanes «Cordillera Celtibérica», denominación muy poco aceptada por los autores españoles), que se extiende de NO. a SE. de

- la Hoja, y está formada por importantes macizos paleozoicos con parte de su recubrimiento secundario y terciario.
3. Depresiones de Calatayud-Montalbán y de Calamocha-Teruel, constituidas por materiales terciarios y una cobertura plio-cuaternaria. La primera se extiende entre las dos localidades mencionadas, y está limitada por un conjunto de accidentes que le da un neto carácter de fosa tectónica. La segunda, sólo aparece la parte septentrional de la misma, es una depresión compleja, dirigida de norte a sur, limitada por un conjunto de macizos en bloques fallados recientemente, y cuyo fondo está en parte lleno de materiales terciarios y recubierto por una extensa gravera pliocena o del Cuaternario Antiguo.
 4. Rama Castellana o Interna de la Cordillera Ibérica (también conocida por los autores alemanes como «Cordillera Hespérica»), es el conjunto montañoso al SO. y O. de las depresiones de Calatayud y de Calamocha-Teruel. Complejo de sierras paleozoicas, parcialmente recubiertas por el Mesozoico y algunos mantos de Terciario.

I. ESTRATIGRAFIA

1.01 PRECAMBRICO

El Precámbrico o Algónquico ha sido identificado y señalado en los mapas geológicos hace relativamente pocos años. No tenemos noticias de que haya sido identificado dentro del marco de la Hoja núm. 40, pero sí a muy poca distancia de la misma, en el valle del Jalón, al N. de Calatayud, en la Hoja vecina núm. 32, «ZARAGOZA». Indudablemente, estos terrenos tienen que existir dentro de la Hoja núm. 40 por debajo de los afloramientos del Cámbrico Inferior; por esta razón no queremos dejar de mencionar su posible existencia.

Se trata de una serie pizarreña que se encuentra situada por debajo de las cuarcitas basales del Cámbrico Inferior o «Cuarcitas de Bámbola», y, además, en discordancia angular. La serie precámbrica, llamada por LOTZE (1929) «Pizarras de Paracuellos», según SCHMIDT-THOMÉ (1968) son pizarras arcillosas (o mejor filitas) dominantes, de colores pardo-rojizo, amarillo-pardusco, gris oscuro y azulado, con areniscas micáferas; hay, en la parte baja, un banco de 3 m. de ortocuarcita. La serie tiene una potencia, según BARTSCH, comprendida entre 500 a 1.500 m.

Al parecer, la serie precámbrica está plegada, y, como se ha dicho, presenta una discordancia con respecto al Cámbrico suprayacente. Dicha discordancia,

que al principio LOTZE (1929) no reconoció como tal, ha sido nuevamente discutida por BARTSCH y SCHMIDT-THOMÉ. Los movimientos que la producirían serían de edad asintica. En esta serie no se han encontrado tillitas, como ocurre con el Precámbrico de Narcea (Asturias).

1.02 EL CAMBRICO

Se encuentran ampliamente desarrollados los afloramientos de terrenos de edad cámbrica en la Hoja núm. 40, formando dos extensas alineaciones: las Sierras de Vicort, Modorra y parte de las de Herrera y Oriche, por un lado; y por otro, las Sierras de Pardos, Santa Cruz, Ateca y los afloramientos de Daroca-Burbáguena.

Según LOTZE (1960, 1961 y 1969), el perfil normal del Cámbrico de este sector de la Cordillera Ibérica está representado por sus tres pisos Superior, Medio e Inferior, con las siguientes formaciones:

ORDOVICICO		Cuarcitas Armoricanas. Skiddaw.
		Falta del Tremadoc.
		~ Discordancia sarda (débil).
CAMBRICO	SUP.	11. Capas de Ateca >2.000 m. 10. Capas del Jiloca 450 m.
	MED.	9. Capas de Villafeliche 250 m. 8. Capas superiores de Murero 150 m.
	Sup.	7. Capas inferiores de Murero 50 m. 6. Cuarcitas de Daroca 120 m. 5. Pizarras de Huérmeda 80 m.
	INF.	4. Dolomias de Ribota 90 m.
	Med.	3. Capas abigarradas del Jalón 300 m. 2. Capas de Embid 350 m.
	Inf.	1. Cuarcitas de Bámbola >300 m.
		~ Discordancia asintica.
PRECAMBRICO		Pizarras de Paracuellos.

Potencia total del Cámbrico: >4.140 m.

Potencia del Cámbrico Sup.: >2.450 m.

Potencia del Cámbrico Medio: 400 m.

Potencia del Cámbrico Inf.: >1.290 m.

M. SCHMIDT-THOMÉ (1968), en su tesis sobre estratigrafía detallada del Cámbrico Inferior de este sector de la Ibérica, encuentra las mismas formaciones, pero con potencias distintas: Cuarcitas de Bámbola: 310 m.; Capas de Embid: 295 m.; Capas abigarradas del Jalón: 147 m.; Dolomías de Ribota: 76 m.; Pizarras de Huérmeda: 80 m.; Cuarcitas de Daroca: 62 m., que, sumándolas a las capas de Valdemiedes dan, para el Cámbrico Inferior: 975 m.; algo más de 300 m. de diferencia.

Véase la composición de cada una de las formaciones:

1. *Cuarcitas de Bámbola.*

Nivel basal de cuarcitas y areniscas, con algún nivel de conglomerados, a veces estratificación cruzada. Son estériles.

2. *Capas de Embid.*

Nivel basal: pizarras arcillosas de color verde oliva con intercalaciones de cuarcitas (100 m.); encima: grauwackas y arkosas, con *Scolithus*, ripples, marcas de corriente (250-200 m.).

3. *Capas abigarradas del Jalón.*

Cuarcitas y grauwackas, areniscas y pizarras, en la parte basal. En la parte superior, intercalaciones de bancos de caliza dolomítica y dolomías. Colores azul, violeta, rojizo, verde claro. Abundantes estructuras sedimentarias, ripple marks, huellas de reptación y burrowing. También son muy frecuentes los niveles piritizados, y no son raras las pizarras cupiriferas (malaquita), especialmente en la Sierra del Tablado y Jarque. Son estériles.

4. *Dolomías de Ribota.*

Dolomías, calizas dolomíticas y calizas (raras) con intercalaciones de margas pizarreñas que encierran la fauna determinable más antigua del Cámbrico de la Ibérica. En la base del tramo superior; *Lusatiops ribotanus* SDZUY; *Kingaspis velatus* R. & E. RICHTER; *Metadoxides* sp. *Paleoleinus velatus* n. sp. *Strenvaeva incondita* SDZUY.

5. *Pizarras de Huérmeda.*

Pizarras arcillosas micáferas con algún banco de areniscas o cuarcitas en la parte superior e inferior. Esta formación pasa a las dolomías de Ribota por una estrecha zona de pizarras y carbonatos alternantes. En un nivel muy próximo a la base se encontró una fauna de trilobites, que

según SDZUY es: *Lusatiops ribotanus* SDZUY; *Nicmacca* aff. *coloi* HUPÉ; *Redlichia* sp.; *Strenvaeva*, sp.

6. Cuarcitas de Daroca.

Cuarcitas, areniscas cuarcíticas grises y blanquecinas con algunas intercalaciones pizarreras. Contiene algunas formas afines a *Hyolithes*.

7. Capas inferiores de Murero *

Petrográficamente forma la misma unidad litoestratigráfica o formación que la inmediata superior. Tiempo atrás, LOTZE (1929) las llamaba capas de Murero, complejo A y complejo B. Posteriormente, el mismo LOTZE (1961) las llamó «Capas de Valdemiedes». Gruesos bancos de rocas margosas y arcillosas, con elementos detriticos finos, gris oscuro a verdoso, con bajo contenido en calizas o dolomías y grandes cristales de pirita. Ya DEREIMS y DONAYRE acusaron su gran riqueza en trilobites, de la que LOTZE y SDZUY citan en capas de Valdemiedes: *Lusatiops* sp.; *Terrierella* sp.; *Hamatolenus ibericus* SDZUY; *Alueva undulata* SDZUY; *Reserops* (?); que pertenecen al Cámbrico Inferior por la ausencia absoluta de *Paradoxides*. Por esta razón, LOTZE separó parte del complejo inferior A de las capas de Murero, que ya pertenecen al Cámbrico Medio.

8. Capas superiores de Murero.

Pertenecen al antiguo complejo superior B y parte del complejo A. Basándose en las colectas de trilobites, se pueden distinguir tres subpisos con sus fósiles característicos:

- c. Capas superiores de Murero: *Conocoryphe heberti* (M.-CHALM. y BERG.).
- b. Capas medias de Murero: *Paradoxides rouvillei* (MIQUEL); *Pardailhania* y *Parabailiella*.
- a. Capas inferiores de Murero: *Paradoxides mureroensis* SDZUY; *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* SDZUY; *Alanisia hastata* SDZUY.

Consultense las listas más completas en LOTZE, 1969.

* NOTA. A nuestro criterio, esta formación, que queda así dividida en dos, por razones de biozonación, debería de llamarse *Fm. margas de Murero* de acuerdo con el criterio y las normas aceptadas de nomenclatura binomial litoestratigráfica. La traducción reiterada del término alemán «Schichten», por el de «capas» nos parece totalmente innecesaria.

9. Capas de Villafeliche.

Guardan petrográficamente afinidades con las margas verdosas y azuladas de Murero; pero a éstas se añaden intercalaciones de areniscas, cuarcitas, calizas dolomíticas y dolomias calcáreas. En la base de la formación se han encontrado:

Paradoxides brachyrhachis (LINN.) o *mediterraneus* (POMP.).

Solenoplieuropsis marginata (SDZUY); *S. ribeiroi* (VERN. et BARRANDE).

Ctenocephalus bergeroni (THORAL).

Que continúan siendo del Cámbrico Medio.

10. Capas del Jiloca.

a. Tramo inferior (200 m.) o *capas inferiores del Jiloca*, se componen de una alternancia rítmica de pizarras, areniscas y grauwackas muy ricas en pistas y marcas de fondo (véase en LOTZE, 1929, la figura 58, en la que se aprecia un típico flute cast. Se trata de una estructura sedimentaria muy característica que hace pensar que esta formación sea un flysch equivalente al descrito por COLCHEN (1969) en las «Alternancias del Najarilla» de la Sierra de la Demanda, situadas en el Cámbrico Superior). No se han hallado fósiles con valor bioestratigráfico. b. Tramo superior o *capas superiores del Jiloca* (200 a 250 m.). Dominan las pizarras arcillosas gris-azul-verduscas: raramente detriticas.

11. Capas de Ateca.

Entre Daroca y Santed se puede seguir el siguiente perfil:

Capas de Ateca	SUP.	700 m.	Pizarras con algo de arenisca (brechas de pizarras en la base). γ_2 . Cuarcitas y arenisca. γ_2 .
	MED.	450 m.	Pizarras arcillosas. ~ 400 m. β_2 . Cuarcitas 20-30 m. β_1 .
	INF.	1.000 m.	Pizarra arcillosa sup. α_4 350 m. Cuarcita sup. 50 m. α_3 . Pizarra arcillosa inf. α_2 400 m. ~ Discordancia suave. Cuarcitas y areniscas basales. α_1 250-300 m.

En las capas del Jiloca sólo se han encontrado *Cruziana*, *Bilobites* y *Vexillum*.

Como puede verse, las capas del Jiloca y las de Ateca constituyen cinco ritmos sedimentarios detritico-arcillosos.

Las Capas de Ateca son ricas en restos de braquiópodos inarticulados, especialmente lingúlidos. Del horizonte α_1 se ha podido determinar *Lingulella* cf. *davisi* McCoy. Dicha formación puede ser considerada como equivalente de las Lingula-Flags de Inglaterra. Cabe señalar, en la base del horizonte α_2 , la presencia de un conglomerado que muestra una suave discordancia.

1.03 ORDOVICICO Y SILURICO

Ambos sistemas se hallan bien expuestos tanto en la Rama interna o Castellana de la Ibérica, como en la externa o Aragonesa; es decir, en las Sierras de la Virgen de Herrera; de Santa Cruz-Santed-Tornos y Sierra Menera.

El perfil normal anterior que se ha dado ha sido estudiado por LOTZE (1929) en la zona de Luesma-Nogueras y Fombuena; es decir, en la Sierra de la Virgen de Herrera; y ha sido completado con los estudios recientes de P. CARLS y J. GANDL (1969) hasta el enlace con el Devónico de la misma zona. Es preciso advertir que los niveles superiores de LOTZE han sido integrados en la Formación Bádenas de CARLS y GANDL, y se ha mantenido la notación en zonas de estos últimos.

El Ordovicico descansa, según LOTZE, en débil discordancia angular sobre el Cámbrico, representado en su parte superior por las capas de Ateca. Dicha discordancia, de tipo cartográfico, ha sido demostrada por el mencionado autor en las inmediaciones de Santed. Se puede observar cómo las cuarcitas armorianas, que constituyen la base del Ordovicico, descansan sobre niveles distintos de las capas de Ateca; lo cual implica, por lo menos, un ligero basculamiento y erosión previa al depósito de los conglomerados basales de las cuarcitas armorianas. Por su posición estratigráfica esta suave discordancia puede ser atribuida a la fase sarda.

Este hecho quizás pueda dar razón de la inexistencia del primer piso del Ordovicico: el Tremadoc. Recientemente, COLCHEN (tes. doct. inéd. 1969) lo ha identificado en la Sierra de la Demanda, el cual descansa sobre las «Alternancias del Najarilla», serie flysch del Cámbrico Superior y con una discordancia débil. El paralelismo estratigráfico entre ambos macizos parece aceptable.

A continuación se expone (ver Tabla I) un cuadro estratigráfico sintético de la Cordillera Ibérica, zona entre Daroca y Herrera, compuesto según datos de LOTZE (1929) y CARLS & GANDL (1969). La formación Bádena de estos últimos, con la notación s3a-s3e interfiere con la Fm. «pizarras graptolíferas» de LOTZE.

VILLENA (1970, Tes. doct. inéd.) sintetiza las series ordovicica y silúrica de la Sierra Menera, perfil del Pobo, de la manera siguiente:

SILURICO	{ VALENTIENSE	6. Pizarras ampelíticas, abigarradas en la parte inf. alternando con delgados lechos de cuarcitas; con Graptolites. 80-200 m.
		5. Cuarcitas y areniscas cuarcíticas, a veces brechosas en la base; bien estratificadas. 15-50 m. ~ Discordancia débil.
ORDOVICICO	{ ASHGILLENSE + CARADOCENSE	5. Dolomias. En Sierra Menera y Sierra de El Pobo hay zonas mineralizadas (siderita y productos de alteración de ésta), sin estratificación clara. 100-200 m. En Ojos Negros podría rebasar los 200 m.
		3. Areniscas y cuarcitas. Hacia el N. desaparecen, y en Sierra Aragoncillo pueden faltar. Potencia, 0-60 m. Probablemente en la parte alta las calizas pueden reemplazar las cuarcitas. Son estériles.
	{ LLANDEILENSE	2. Pizarras, areniscas y micrograuwackas gris oscuro o verdosas. En la base hay pizarras detriticas con pistas y <i>Calymene tristani</i> Brong. y <i>Ortitidus</i> , 30-300 m.
	{ ARENIGENSE	1. «Cuarcitas armoricanas». Cuarcitas con alguna intercalación pizarrosa y arenosa. Estas intercalaciones desaparecen hacia el sur. Contienen <i>Scolithus</i> y <i>Cruziana</i> . 150-600 m. ~ Discordancia (?). Yacente oculto.

Potencia del Silúrico: 95-250 m.

Potencia del Ordovicico: 280-1.160 m.

Potencia total del Ordovicico + Silúrico: 375-1.410 m.

Realmente, en este sector de la Ibérica no se pueden diferenciar los pisos Ashgillense del Caradocense por falta de pruebas paleontológicas. La separación de ambos mediante criterios exclusivamente faciales, como pretenden SACHER y TRURNIT, es realmente muy expuesta si tenemos en cuenta las fuertes variaciones de facies. Aunque no se haya demostrado en este sector la existencia del Llanvirnense, es muy probable exista, ya que se halló en Albarracín una fauna de *Didymograptus* descrita por PHILIPPOT y RIBA (C. R. Soc. Géol. Fr., 1952).

TABLA I

DEVONICO	GEDINNIENSE	11. Fm. Luesma (CARLS y GANDL, 1969)
	LUDLOW a WENLOCK	s3e. Pizarras arcill. e intercal. arenosas. Con <i>Monograptus fritschii</i> y <i>M. dubius</i> . 150 m. Ludlow Inf.
	WENLOCK TARANNON LLANDOVERY SUP.	s3d. Areniscas con alguna intercal. arcillosas; con <i>Homalonotidae</i> , <i>Acastavinae</i> , <i>Proschizophoriinae</i> , <i>Rhynchonellacea</i> , <i>Pteriacea</i> y crinoides. 45 m.
SILURICO		s3c. Pizarras arcillosas detriticas y piz. arcill. verdes. 200 m.
		s3b. Intercal. de cuarcitas y pizarras arcill. en banquitos. 50 m.
		s3a. Pizarras graptoliferas alumbrosas, blandas. Frecuentes diques de diabasa. Algun banco de cuarcitas. Graptolites no muy abundantes: <i>Monograptus priodon</i> ; <i>M. cf. riccartonensis</i> ; <i>Orthoceras</i> sp. Más de 140 m.
	LLANDOVERY INF.	8. Cuarcitas blancas, parecidas a las armoricanas. 10-15 m. 7. Grauwackas gruesas y pizarras detrit. gris-verde. Hay algunos Briozaarios y fragmentos de Braquiópodos. 40 m.
	ASHGILL	6. Pizarras arcillosas, verde oscuro. 5 m. 5. Banco de calizas, 12 m.; margosas en la parte inf.; detritica en la sup., con <i>Echinospaerites</i> ; <i>Caryocystites</i> ; <i>Orthis actoniae</i> ; <i>Triplecia</i> ; <i>Wilsonia</i> ; <i>Poramboites</i> y Briozaarios. 4. Grauwackas y areniscas: c. Alternancia de cuarcita y pizarra; en la parte alta bancos de areniscas con <i>Vexillum</i> y <i>Cruziana</i> . 20 m.
	CARADOC	b. Grauwackas calcáreas con Briozaarios y Braquiópodos: <i>Orthis</i> y <i>Strophomena</i> . 20 m. a. Grauwackas cuarcíticas alternando con areniscas calcáreas con <i>Orthis</i> . 20 m.
ORDOVICICO	LLANDEILO	3. «Capas de <i>Tristani</i> ». Pizarras gris-verde arenosas, predominantemente arcillosas en la base, con <i>Calymene tristani</i> ; <i>Illaenus</i> sp.; <i>Asaphus</i> sp.; <i>Orthis</i> ; <i>Redonia</i> ; del Llandeilo.
	SKIDDAW	2. «Cuarcita armoricana». Dos niveles de cuarcita separados por una breve intercalación de pizarras arenosas; con <i>Scolithus</i> ; <i>Tigillites</i> ; <i>Arenicolites</i> ; <i>Bilobites</i> y Braquiópodos inarticulados tipo <i>Lingula</i> .
	TREMADOC	1. a. Pizarras arcillosas y arenosas. b. Bancos de arenisca, y c. Conglomerados cuarcíticos. Falta.
CAMBRICO	SUP.	~ Discordancia débil (fase sarda). «Capas de Ateca».

LOTZE (1929) hace notar diferencias de biofacies entre las cadenas «Hespéricas» (Rama Castellana) y las «Celtibéricas» (o Rama Castellana): las primeras son muy ricas en Graptolites, las segundas muy pobres. Los horizontes de Cistídeos y Briozaarios del Ordovícico Superior de la Rama Aragonesa son raros o inexistentes en la Rama Castellana. Lamentamos no disponer de una serie de cortes estratigráficos detallados para resolver esta cuestión.

1.04 EL DEVONICO

El Devónico solamente aflora en la vertiente oriental de la Sierra de Herrera (Rama Aragonesa), zona de Nogueras, y en la parte occidental del macizo de Montalbán (zona de Rudilla). La serie fue estudiada por DEREIMS (1898) y LOTZE (1929); pero recientemente ha sido nuevamente estudiada con un detalle extraordinario por P. CARLS y J. GANDL (1969), de los cuales damos, en forma extractada, el siguiente perfil normal, indicado en la Tabla II.

Potencia total de la serie Devónica: unos 1.600 m.

El autor de este perfil advierte que éste es continuo y estudiado detalladamente hasta la Fm. Mariposas. El resto, hasta la Fm. Monforte, aún no lo ha sido, y, además, debido a la gran fracturación existente, el perfil sintético hay que hacerlo por partes, a veces de correlación delicada.

Composición faunística por formaciones:

GEDINNENSE INF.

Fm. Luesma.

Spinocyrtia ? sp. *Howella angustiplicata* (KOTZOWSKI); *H. mercurii* (GOSSELET); *Acastella heberti* *elsana* (RUD. E. RICHTER); *A. jacquemonti* (HOLLARD); *A. levis* (HOLLARD); *A. tiro* (R. E. RICHTER).

GEDINNENSE INF. - SIEGENENSE

Fm. Nogueras.

Howella angustiplicata (KOTZOWSKI); *Hysterolites hystericus* (SCHLOTHEIM); *Fimbrispirifer* ? *bischofi* (ROEMER); *Acrospirifer* ? cf. *rousseau* (ROUAULT); *Euryspirifer* ? aff. *pellico* (VERNEUIL & ARCHIAC); *Fimbrispirifer trigeri* (VERNEUIL); *Acastella tiro* (RICHTER); *Metacanthina* n. sp.; *Treveropyge* n. sp.; *Mecanthina munieri* (OEHLERT); *Pseudocryptphaeus jonesi* (OEHLERT).

SIEGENENSE - EMSENSE INF.

Fm. Santa Cruz.

Hysterolites hystericus (SCHLOTHEIM); *Fimbrispirifer* ? *bischofi* (ROEMER); *Acrospirifer* ? cf. *rousseau* (ROUAULT); *Euryspirifer* ? aff. *pellico* (VERNEUIL & D'ARCHIAC); *Fimbrispirifer trigeri* (VERNEUIL); *Acrospirifer* cf. *primaevus* (STEININGER); *A. fallax* (GIEBEL); *Brachyspirifer carinatus* (SCHNUR); *B. ? cf. crassicosta* (SCUPIN); *Hysterolites* ? cf. *denckmanni*

(ASSMANN); *Euryspirifer pellico* (VERNEUIL & D'ARCHIAC); *Acrospirifer arduennensis* subsp. subsp.; *Treveropyge* n. sp.; *Metacanthina munita* (OEHLERT); *Pseudocryphaeus jonesi* (OEHLERT); *Metacanthina lips* (RICHTER); *Metacanthina* n. sp.; *Acastava sublacinata* (VERNEUIL & BARRANDE); *Treveropyge prorotundifrons* (RICHTER).

EMSENSE INF. - EMSENSE SUP.

Fm. Mariposas.

Brachyspirifer carinatus (SCHNUR); *Acrospirifer fallax* (GIEBEL); *A. arduennensis* subsp. subsp.; *A. arduennensis latestriatus* (DREVERMANN); *A. arduennensis antecedens* (FRANK); *Euryspirifer pellico* (VERNEUIL & D'ARCHIAC); *Spinocystia mediorheana* (FUCHS); *Treveropyge prorotundifrons* (RICHTER); *Metacanthina* n. sp. aff. *oehlerti* (PILLET); *Kayserops* n. sp. aff. *diadema* (RICHTER); *K. n. sp. aff. kochi* (KAYSER); *Rhenops*, cf. *hammerschmidti* (RICHTER); *Rh. lethaeae* (KAYSER); *Pseudocryphaeus* sp.; *Greenops* (*Greenops*) sp.

EMSENSE SUP.

Fm. Regajo.

Euryspirifer cf. *paradoxus* (SCHLOTHEIM); *Treveropyge* cf. *rotundifrons* (EMMRICH).

Secc. Ramblas.

Euryspirifer paradoxus (SCHLOTHEIM); *Paraspirifer cultrijugatus auriculatus* (SANDBERGER); *Alatiformia alatiformis* (DREVERMANN).

Fm. Loscos.

Euryspirifer paradoxus (SCHLOTHEIM); *Paraspirifer cultrijugatus auriculatus* (SANDBERGER); *Alatiformia alatiformis* (DREVERMANN); *Spinocystia wetteldorfensis* (RICHTER); *S. cf. bilsteiniensis* (SCUPIN).

Fm. Peña Negra.

Euryspirifer paradoxus (SCHLOTHEIM); *Paraspirifer cultrijugatus auriculatus* (SANDBERGER); *Alatiformia alatiformis* (DREVERMANN); *Spinocystia* aff. *bilsteiniensis* (SCUPIN); *Acrospirifer mosellanus* *mosellanus* (SOLLE); *A. mosellanus gracilis* (SOLLE); *A. mosellanus dahmeri* (SOLLE); *Paraspirifer cultrijugatus cultrijugatus* (ROEMER).

Secc. Barranco.

Euryspirifer paradoxus (SCHLOTHEIM); *Paraspirifer cultrijugatus auriculatus* (SANDBERGER); *P. cultrijugatus cultrijugatus* (ROEMER); *Alatiformia alatiformis* (DREVERMANN); *Acrospirifer mosellanus steiningeri* (SOLLE); *A. mosellanus dahmeri* (SOLLE).

TABLA II

DEVONICO MED.	EIFELIENSE	<p>~ Laguna sedimentaria.</p> <p>12. <i>Fm. Monforte.</i> 70 m. Calizas, areniscas y pizarras. Pizarras con alguna caliza.</p>	
		<p>11. <i>Fm. Molino.</i> >70 m. Pizarras dominantes, con caliza en la parte sup.; en la inf. calizas detríticas, piz. y areniscas.</p> <p>~ falta afloramiento.</p> <p>10. Sección Barreras. >65 m. Pizarras detríticas en la base; más arcillosas en el resto.</p> <p>~ falta afloramiento.</p>	
DEVONICO INF.	EMSENSE SUP.	<p>9. Sección Barranco. >40 m. Pizarras, con alguna pizarra detrítica y lentejones calcáreos.</p> <p>~ falta afloramiento.</p> <p>8. <i>Fm. Peña Negra.</i> 190 m. Pizarras detríticas con algunas pasadas de areniscas calcáreas y calizas.</p>	
		<p>7. <i>Fm. Loscos.</i> 78 m. Pizarras detríticas alternando con alguna arenisca.</p> <p>~ falta afloramiento.</p> <p>6. Sección <i>Ramblar.</i> 130 m. (?). Ciclotemas compuestos por pizarras detríticas, calizas y pizarras.</p> <p>~ falta afloramiento.</p>	
DEVONICO INF.	EMSENSE SUP.	<p>d5c. Piz. detrit. y piz. arcillosas.</p>	
		<p>d5b. Calizas en bancos y pizarras.</p>	
DEVONICO INF.	EMSENSE INF.	<p>d5a. Pizarras verdes (tuff ?) con calizas intercaladas, algo metamórficas.</p>	
		<p>D4. <i>Fm. Mariposas.</i> 120 m. Alternancia de pizarras y calizas. Faltan los materiales detríticos. 5 m. calizas; 20 m. de pizarras; 8 m. calizas en grandes bancos; 28 m. alt. de calizas y pizarras; 30 m. alt. pizarras y calizas.</p>	
DEVONICO INF.	EMSENSE INF. SIEGENENSE SUP. y MED.	<p>D3. <i>Fm. Santa Cruz.</i> 275 m. Pizarras y areniscas pizarreñas formando varios ciclotemas. Hay algunos bancos calcáreos. En el miembro d3b hay oolitas ferruginosas, fosforitas y calizas ferruginosas.</p>	
		<p>D2. <i>Fm. Nogueras.</i> 95 m. Alternancia de bancos calcáreos y pizarras. Distingue tres miembros a, b y c. El intermedio d2b es pobre en calizas. Hay acumulaciones de fosforitas.</p>	
DEVONICO INF.	SIEGENENSE INF. GEDINNENSE INF.	<p>D1. <i>Fm. Luesma.</i> 215 m. Tres ciclotemas constituidos por cuarcitas basales, areniscas y pizarras arenosas y pizarras. En el miembro d1b hay un horizonte de 1 m. de oolitas ferruginosas; nódulos de fosforita inf. a 5 cm. Hacia la parte alta del mb. d1c la formación se hace carbonatada.</p>	
		<p>S3. <i>Fm. Bádenas.</i> (Ver el perfil del Silúrico).</p>	

Secc. Barreras.

Alatiformia alatiformis (DREVERMANN); *Acrospirifer mosellanus dahmeri* (SOLLE); *Paraspirifer cultrijugatus cultrijugatus* (ROEMER); *Greenops (Greenops) n. sp.*; *Comura (Comura) n. sp.*

Fm. Molino.

Alatiformia alatiformis (DREVERMANN); *Paraspirifer cultrijugatus cultrijugatus* (ROEMER).

Fm. Monforte.

Alatiformia alatiformis (DREVERMANN); *Paraspirifer cultrijugatus cultrijugatus* (ROEMER); *Acrospirifer schreiberi* (HAPPEL).

CARLS y GANDL también han estudiado los Conodontos (1965 y 1968). Dentro de la abundancia extraordinaria de fósiles de este Devónico CARLS y GANDL (1968) hacen notar que a partir del Gedinnense alternan las facies hercínicas con las rénicas. Las facies hercínianas son detriticas, poco o nada carbonatadas; sin corales ni braquiópodos. Las facies rénicas son muy carbonatadas, ricas en corales, braquiópodos y goniatites, formando ciertos ritmos. Luego sigue la serie de tipo arenosa, de aguas someras de tipo rénico, cuyo carácter órgano-detritico indica fuerte agitación. Las capas calcáreas gradualmente pasan a arcillas finas que evidencian un decrecimiento de la agitación, lo cual signaría un hundimiento igual a la potencia media de las secuencias. La subsistencia sería superior a los 1.500 m.

1.05 EL CARBONIFERO

El afloramiento más importante existente en la Hoja núm. 40, «DAROCA», es el que se encuentra en la parte oriental del macizo de Montalbán. En Sierra Menera se localiza otro en la proximidad de la carretera entre Pozuel y Pedregal. Hacia el oeste, no muy lejos del límite de la Hoja, está el interesante afloramiento de la Sierra de Aragón (próximo a Molina de Aragón), de edad Estefaniense.

Hasta hace poco el Paleozoico del macizo de Montalbán había sido atribuido por los distintos autores que trataron de la zona, tanto al Silúrico (s. I.) (VILANOVA y PIERA, 1863; CORTAZAR, 1865) como al Devónico (VERNEUIL y LORIÈRE, 1854; DERREIMS, 1898; LOTZE, 1929). Fueron simultáneamente RIBA, VILLENA y DESVALLIÈRES (1966), y SACHER (1966) los que descubrieron la edad carbonífera de las formaciones al norte de Montalbán, gracias al hallazgo de *Calamites* y otros restos fósiles de plantas (*). Algo después, BERGER, KAUFMANN y SACHER (1968) publican un detallado estudio estratigráfico y paleogeográfico que a continuación se resume. El conjunto del afloramiento forma un enorme anticinal, con las capas muy replegadas y fracturadas, lo cual hace muy complicado el levantamiento de perfiles parciales que luego es preciso correlacionar para tener la serie global.

(*) Insistimos en esta simultaneidad y en la plena independencia en que se realizaron las investigaciones de campo, ya que BERGER, KAUFMANN y SACHER (1968) dicen injustamente que nuestra publicación apareció «nur etwas später».

BUNTSANDSTEIN	9. Conglomerados y areniscas (rodeno) rojas. ~ Discordancia angular.
NAMURO- WESTFALIENSE	8'. Areniscas con estructuras de ripple-marks de corriente y oscilación. Estratificación cruzada. 8. 180 m. <i>Flysch de areniscas, grauwackas y pizarras</i> , con graded bedding; restos vegetales; pizarras carbonosas y piritiferas, y corales. 7. <i>Flysch arenoso</i> . >140 m. Areniscas, grauwackas y algunas pizarras con huellas orgánicas y figuras sedimentarias. El paso es gradual a la formación 8.
CARBONIFERO INFERIOR	6. Areniscas pardas. 40 m. La formación infrayacente se convierte en bancos de mayor potencia. Areniscas y grauwackas potentes, con estratif. gradada y pizarras. Grandes estructuras de deslizamiento en bloque; olistolitos y slippings. 5. <i>Pizarras cuarcíticas</i> («Plattenquarzit»), 15 m. aprox. Areniscas y cuarcitas en plaquitas, alternando con alguna pizarra; de color rojo-violeta. 4. <i>Flysch calcáreo superior</i> . (Idem. que 2.) 3. <i>Cuarcita intermedia</i> («Grenzquarzit»). 15 m. Intercalado en el flysch hay un nivel de cuarcitas que contiene cantos de lidita, cantos blandos de arcilla, grauwacka y cuarcita. 2. <i>Flysch calcáreo inferior</i> . El conjunto 2 y 4 están constituidos por una alternancia rítmica de grauwackas calcáreas pardas y pizarras, con algún nivel de calizas negras fétidas. Hay estratif. gradada y figuras de sedimentación (flute, groove, load casts y convoluted beds). Potencia, 180 m. Hay un nivel con grandes restos de plantas en la base del 2. 1. <i>Pizarras y grauwackas</i> . 250 m. Pizarras negras, fisiadas y grauwackas apizarradas; algún banco potente de grauwackas o cuarcitas. 0. <i>Complejo de liditas, pizarras y grauwackas</i> . >50 m. que descansa directamente sobre el Devónico.
DEVONICO MED. (?)	Pizarras y areniscas.

La potencia total de este Carbonífero es superior a los 960 m. Se insiste que este perfil se ha realizado empalmando varios perfiles parciales.

El nivel 0 se estudió mucho más al oeste del lugar donde se levantó el perfil restante; por lo tanto, el «gap» estratigráfico puede ser importante. La edad es de 0 a 6 Carbonífero Inferior, sin precisar más; de 7 a 8' es Namuro-Westfaliense, según las determinaciones de las plantas por el Prof. REMY.

SACHER (1966) cita una primera flora determinada por W. REMY, bastante mal conservada, constituida por:

<i>Lepidodendron</i> , sp.	<i>Sphenophyllum</i> sp. <i>habitu.</i>
<i>Stigmaria</i> sp.	<i>S. tenerimum</i> ETTINGSHAUSEN
<i>Calamites</i> sp.	<i>Trigonocarpus</i> sp.

La cual sitúa la serie entre el Carbonífero Inferior alto (Viseense), hasta el Namuriense más Inferior.

En el flysch calcáreo se observan replegamientos de slumping y deslizamientos «en-bloc» u olistolitos de grandes masas de materiales en el límite entre los niveles 5 y 6 («pizarras cuarcíticas»-«areniscas pardas») que tuvieron lugar sin-sedimentariamente.

Del estudio de los mencionados autores alemanes se deduce que paleogeográficamente no existió el pretendido «Macizo del Ebro» que RICHTER y TEICHMÜLLER emplazaban, en el Carbonífero, en la actual Depresión del Ebro. Los estudios de paleocorrientes dentro de la serie flysch demuestran que las corrientes y las masas de sedimentos deslizados procedían del sur, con abanico de direcciones orientado NNO. a ENE.; el área exondada se encontraba al sur de Montalbán. Estos resultados están de acuerdo con el pequeño afloramiento, también de flysch carbonífero del Puig Moreno (estudiado por GROSS recientemente) y con el Carbonífero de Cataluña (Priorat), de facies igualmente marina y turbidítica. En el Ebro existió, pues, una fosa marina de carácter eugeosinal.

No tenemos pruebas de que la sedimentación del Carbonífero prosiguiera en este sector de la Ibérica después del Namuriense Inferior; aunque en la Demanda, COLCHEN ha precisado que la serie carbonífera de aquel sector, de carácter parálico, es de edad westfaliana (B a D); y en Molina de Aragón hay un Estefanense C recubierto por materiales rojos del Rotliegandes (SACHER, 1966).

1.06 EL PERMICO O PERMOTRIAS

Aún está por comprobar en la Ibérica la existencia de un Pérmico o Permotriás. En las Memorias de las Hojas vecinas, «ZARAGOZA» y «SIGUENZA» del mismo mapa, se trata con más detalle acerca de un posible Pérmico en Molina de Aragón y en el Moncayo. RIBA (1959, p. 217) apuntó la posibilidad de que por debajo de los conglomerados de elementos rodados y rodeno típico del Buntsandstein (con flora) de Molina de Aragón (Hoz del Gallo) existiera un Pérmico, también rojo, pero constituido por argilitas con nidos de conglomerados brechosos, areniscas y tuff, volcánico de facies muy distinta a la superior. SACHER (1966) bautiza la formación con el nombre de Fm. Montesoro, y al observar que descansa sobre el Estefaniense le da, quizás guiado por las facies germanas, una edad Rotliegandes. Dentro de la Hoja núm. 40, «DAROCA», no se han encontrado evidencias identificando la formación Montesoro, aunque es posible su existencia en algunos lugares por debajo del Buntsandstein típico y reconocible por su litofacies, del mismo modo a como lo hizo C. VIRGILI (1960) * para el Permotriás del Pirineo, quien separó una serie pérmica de otra triásica, ambas detriticas.

(*) VIRGILI, C. (1960).—The sedimentation of permotriassic formations in the Pyrénées. XI Congr. Geol. Int., Copenhagen.

1.07 EL TRIASICO

En el sector de la Ibérica encuadrado en la presente Hoja no hay estudios detallados del Triásico, con recolección sistemática de fauna que permita una subdivisión en pisos, tal como ocurre con el Triásico Medio de Royuela (ver HINKELBEIN, 1965, 1969), en la Hoja vecina núm. 47, «TERUEL». Veamos los perfiles publicados del Triásico de la Rama Castellana. Cl. SAENZ (1931) midió un excelente perfil en Nuévalos, embalse de la Tranquera (Río Piedra):

CRETACICO	ALBENSE	Formación arenas de Utrillas. ~ Discordancia cartográfica (?).
TRIAS SUP. 355 m.	RHETIENSE (?)	70 m. Carniolas. Calizas dolomíticas y dolomías brechoideas. Quizá en la parte sup. ya engloban las calizas del Liásico.
TRIAS MED. 88 m.	•KEUPER•	285 m. «KEUPER» s.s. Margas rojas y abigarradas con yeso. Se pueden separar los tramos siguientes: d. Yesos masivos sacarinos, con alguna pasada arcillosa. c. Margas rojas, con crist. de yesos, en la parte inf. «hiladas salinas». b. Arcillas verdosas con banquitos de calizas en la parte sup. a. Yesos y arcillas multicolores.
TRIAS INF. BUNTSAND- STEIN 254 m.	MUSCHEL- KALK SUP. 45 m.	12 m. Margas y arcillas irisadas. 21 m. Margas y calizas margosas y calizas formando cornisa. 12,5 m. Alternancia de banquitos de calizas y margas gris, con <i>Natica gregaria</i> .
	MUSCHEL- KALK INF. 43 m.	1,5 m. Dolomias siliceas <i>Omphalopticha gregaria</i> . 3 m. Caliza compacta con nódulos de pedernal. 25 m. Dolomía parda. 0,1 m. Caliza margosa amarilla. 2,7 m. Dolomias o calizas dolomíticas. 11 m. Margas azules.
CAMBRICO		41 m. Areniscas rojas y arcillas. 21 m. Arcillas sabulosas rojas. 11 m. Areniscas rojas. 185 m. Conglomerados y areniscas (rodeno) y margas arcillosas rojas. ~ Discordancia angular. Capas de Ateca.

RICHTER & TEICHMÜLLER (1933, p. 15, fig. 7) midieron un perfil de Muschelkalk y Röt en la misma localidad. En el sector de Sierra Menera, J. VILLENA (1971, inéd.) da el perfil Triásico que se incluye en la tabla III siguiente.

TABLA IV

El Trias que rodea el macizo de Montalbán y parte oriental de la Sierra de Herrera ha sido motivo de varios perfiles por parte de CARLS y SCHEUPLEIN (1969), MOULIN (1960) y DEREIMS (1898). Este último presenta perfiles muy condensados en Fombuena, Rudilla y Hoz de la Vieja. Pero es BERGER (1965) quien mide detalladamente un perfil completo, que a continuación resumimos:

JURASICO INF.	Calizas masivas.																																						
TRIAS SUP. 95-130 m.	<table border="0"> <tr> <td>RHETIENSE (CARNIO- LAS)</td> <td>15-20 m. Calizas masivas pardas.</td> </tr> <tr> <td>75-100 m.</td><td>60-80 m. Calizas dolomíticas y dolomias celulares y brechoides gris-rojizas, masivas.</td> </tr> <tr> <td>*KEUPER* 20-30 m.</td><td>20-30 m. Margas yesiferas y yesos grises, pardas y rojas.</td> </tr> </table>	RHETIENSE (CARNIO- LAS)	15-20 m. Calizas masivas pardas.	75-100 m.	60-80 m. Calizas dolomíticas y dolomias celulares y brechoides gris-rojizas, masivas.	*KEUPER* 20-30 m.	20-30 m. Margas yesiferas y yesos grises, pardas y rojas.																																
RHETIENSE (CARNIO- LAS)	15-20 m. Calizas masivas pardas.																																						
75-100 m.	60-80 m. Calizas dolomíticas y dolomias celulares y brechoides gris-rojizas, masivas.																																						
KEUPER 20-30 m.	20-30 m. Margas yesiferas y yesos grises, pardas y rojas.																																						
TRIAS MED.-MUSCHELKALK 86 m.	<table border="0"> <tr> <td></td><td>2 m. Calizas margosas tableadas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>3,5 m. Margas grises.</td> </tr> <tr> <td></td><td>6,8 m. Alternancia de tres bancos de calizas margosas con margas grises.</td> </tr> <tr> <td></td><td>5 m. Calizas nodulosas en plaquetas, con pistas de gusanos (Fucoides?).</td> </tr> <tr> <td></td><td>3 m. Margas calcáreas, grises.</td> </tr> <tr> <td></td><td>0,7 m. Caliza y marga calcárea.</td> </tr> <tr> <td></td><td>2,9 m. Calizas en bancos delgados grises-rojizas con pistas de gusanos.</td> </tr> <tr> <td></td><td>2 m. Alternancia de margas y calizas en plaquetas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>5 m. Calizas nodulosas y margas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>10 m. Alternancia de arcillas grises, margas calcáreas y calizas en plaquetas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>5,8 m. Alternancia de margas grises con cuatro bancos de calizas margosas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>4 m. Dolomías cristalinas pardas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>15 m. Calizas grises en bancos regulares.</td> </tr> <tr> <td></td><td>5 m. Dolomías celulares detriticas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>5 m. Alternancia de calizas detriticas y margas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>10 m. Calizas cavernosas y dolomías.</td> </tr> <tr> <td></td><td>10 m. Margas arenosas y arcillas grises y rojas. Facies Röt.</td> </tr> <tr> <td></td><td>46,3 m. Alternancia de bancos de areniscas «rodeno», en estratif. cruzada, micáferas y rojas, y arcillas rojas, arcillas arenosas.</td> </tr> <tr> <td></td><td>10 m. Conglomerado rojo-violeta, con elementos rodados paleozóicos: lilita, cuarzo, cuarcita, grauwacka, arenisca.</td> </tr> </table>		2 m. Calizas margosas tableadas.		3,5 m. Margas grises.		6,8 m. Alternancia de tres bancos de calizas margosas con margas grises.		5 m. Calizas nodulosas en plaquetas, con pistas de gusanos (Fucoides?).		3 m. Margas calcáreas, grises.		0,7 m. Caliza y marga calcárea.		2,9 m. Calizas en bancos delgados grises-rojizas con pistas de gusanos.		2 m. Alternancia de margas y calizas en plaquetas.		5 m. Calizas nodulosas y margas.		10 m. Alternancia de arcillas grises, margas calcáreas y calizas en plaquetas.		5,8 m. Alternancia de margas grises con cuatro bancos de calizas margosas.		4 m. Dolomías cristalinas pardas.		15 m. Calizas grises en bancos regulares.		5 m. Dolomías celulares detriticas.		5 m. Alternancia de calizas detriticas y margas.		10 m. Calizas cavernosas y dolomías.		10 m. Margas arenosas y arcillas grises y rojas. Facies Röt.		46,3 m. Alternancia de bancos de areniscas «rodeno», en estratif. cruzada, micáferas y rojas, y arcillas rojas, arcillas arenosas.		10 m. Conglomerado rojo-violeta, con elementos rodados paleozóicos: lilita, cuarzo, cuarcita, grauwacka, arenisca.
	2 m. Calizas margosas tableadas.																																						
	3,5 m. Margas grises.																																						
	6,8 m. Alternancia de tres bancos de calizas margosas con margas grises.																																						
	5 m. Calizas nodulosas en plaquetas, con pistas de gusanos (Fucoides?).																																						
	3 m. Margas calcáreas, grises.																																						
	0,7 m. Caliza y marga calcárea.																																						
	2,9 m. Calizas en bancos delgados grises-rojizas con pistas de gusanos.																																						
	2 m. Alternancia de margas y calizas en plaquetas.																																						
	5 m. Calizas nodulosas y margas.																																						
	10 m. Alternancia de arcillas grises, margas calcáreas y calizas en plaquetas.																																						
	5,8 m. Alternancia de margas grises con cuatro bancos de calizas margosas.																																						
	4 m. Dolomías cristalinas pardas.																																						
	15 m. Calizas grises en bancos regulares.																																						
	5 m. Dolomías celulares detriticas.																																						
	5 m. Alternancia de calizas detriticas y margas.																																						
	10 m. Calizas cavernosas y dolomías.																																						
	10 m. Margas arenosas y arcillas grises y rojas. Facies Röt.																																						
	46,3 m. Alternancia de bancos de areniscas «rodeno», en estratif. cruzada, micáferas y rojas, y arcillas rojas, arcillas arenosas.																																						
	10 m. Conglomerado rojo-violeta, con elementos rodados paleozóicos: lilita, cuarzo, cuarcita, grauwacka, arenisca.																																						
TRIAS INF.-BUNTSANDSTEIN 66 m.																																							
CARBONIFERO	<p>~ Discordancia angular. Pizarras grises y areniscas.</p>																																						

TABLA III

IURASICO INF.	HETTANGENSE	Calizas dolomíticas y dolomías.
	RHETIENSE (?) 5-10 m.	Formación «Carniolas». Calizas dolomíticas y dolomías cavernosas tipo carniolas, que contienen cristales idiomorfos de cuarzo. 5-10 m. Brechas dolomíticas intraformacionales. Dolomías basales.
TRIAS SUP.		C ₂ Margas y arcillas verdes y rojas, con mucho yeso blanco y de tonos claros. 60-80 m.
	-KEUPER- s. s. 91-125 m	C ₁ Yesos rojos en cristales aciculares con bancos delgados de arcillas rojas. 15-20 m.
		B Arcillas y margas pardo-verdosas, a veces rojizas, con yesos negros. Presenta intercalaciones de lechos de calcarenitas herrumbrosas pardo-amarillentas. 10-15 m.
		A Margas y arcillas verdosas y rojas, detriticas, alternando con bancos arenosos o limosos incoherentes. 6-10 m.
		C Margas azuladas a blanquecinas, alternando con bancos dolomíticos. 15-20 m.
	SUP.	B ₃ Calizas y dolomías arcillosas, laminadas, azuladas o pardas, tableadas, con restos de lamelibranquios en las capas más altas: Myophorias y Limas. 10-20 m.
		B ₂ Dolomías tableadas, bien estratificadas en bancos de 3 a 5 cm. con Fucoides. 15-20 m.
TRIAS MED.	MUSCHEL- KALK 110-150 m.	B ₁ Dolomías bien estratificadas, en bancos de 40-50 cm., hacia la base pasan a dolomías masivas, cavernosas, como carniolas. 30-40 m.
	MEDIO	A Margas y arcillas de tonos rojos y verdes, a veces pardos en las capas más altas; alternando con lechos calizos lenticulares. 40-50 m. Pasan a:
	INF.	C Margas y arcillas rojas y blancas, que soportan el nivel A del Muschelkalk sin solución de continuidad. 10-20 m.
TRIAS INF.	BUNTSANDSTEIN 60-420 m.	B Areniscas rojas y blancas con estratificación cruzada. En algunas zonas presentan intercalaciones de conglomerados. 50-300 m.
		A Conglomerados silíceos, matriz arenosa roja; cantos impresionados, con alguna intercalación arcillosos-arenosa de 15-50 cm. Potencia, 10-100 m.
		~ Discordancia. Yacente: Paleozoico (Fm. Montesoro, Pérmico; Silúrico u Ordovícico).

Potencia total del Triásico: 266-705 m.

El autor de estos perfiles ha levantado el del Buntsandstein al O. de Torre de las Arcas; el del Muschelkalk en Ventas de Cañizar, así como el del Keuper.

BERGER, en su perfil del Keuper, atribuye a esta formación todo el conjunto de calizas y margas (niv. de 10 m. de alternancia de arcillas grises, etc.), que, a nuestro parecer, pertenecen aún al Triás Medio, y son el equivalente de las «Capas de Royuela» (ver Mem. Hoja núm. 47, «TERUEL»).

Son muy interesantes las notables y rápidas variaciones de espesor del Buntsandstein de los alrededores de esta banda paleozoica de Montalbán: BERGER, en un corto perfil NO.-SE. encuentra las siguientes variaciones, Torre de las Arcas: 66 m.; N. de Castel de Cabra: 43 m.; E. de Castel de Cabra: 10 m.; es decir, hay reducción de potencias en dirección SE. CARLS y SCHEUPLEIN (1969) encuentran una variación semejante de Monforte de Moyuela (45 m.) al NO. de Piedrahita (5 m.). Esto lo atribuyen al umbral móvil de Montalbán (el «Ateca-Schwelle» de RICHTER & TEICHMÜLLER, 1933), cosa que se puede relacionar con el fenómeno ya expuesto por nosotros en el Triásico de Morata-Ricla (ver Mem. Hoja 32, «ZARAGOZA»).

Las recolecciones de fósiles que se han realizado en el Muschelkalk de esta Hoja no mencionan el nivel donde fueron encontrados. Es clásica la localidad de Hoz de la Vieja, en la que DE VERNEUIL y COLLOMB (1853) recogieron: *Myophoria laevigata*; *Mytilus eduliformis*, *Lima* sp.; DEREIMS (1898) encontró *Lucina*, *Avicula*, *Anoplophora*, *Turbonilla*; y CORTAZAR (1885) cita la *Myophoria goldfussi*, WURM (1911), cerca de Monterde (Río Piedra), cita haber encontrado en la serie basal del Keuper con margas y banquitos de calizas: *Myacites*, *Lingula*, *Pleuromya* y *Acrodus*, y restos de Equisetitidos.

La separación de un Muschelkalk Superior de otro Inferior, realizado en la zona de Albarracín, mediante fauna, por HINKELBEIN y GEYER (1965) a base de un nivel guía como es el «tramo rojo intermedio», es una tarea irrealizable, sin investigación de campo, puesto que ninguno de los autores que han medido y estudiado los perfiles anteriores ha señalado la presencia de dicha intercalación roja. La presencia del mismo, sistemáticamente reconocida en Cataluña por VIRGILI, aún resulta dudosa en el ámbito de la Ibérica, ya que incluso en Albarracín escapó a los autores precedentes a HINKELBEIN, a causa del sistemático despegue de paquetes, por medio de este estrato incompetente y lubricante, ante los esfuerzos tectónicos.

1.08 EL JURASICO

Podemos dividir los afloramientos jurásicos de la Hoja en dos partes: 1.^a parte occidental, al oeste de la depresión del Jiloca; y 2.^a, la parte oriental, al este del Jiloca, y especialmente los cortes de Obón-Montalbán, zona de Utrillas, Aliaga y Villarluengo.

1.08.1 Zona occidental

Especialmente la zona de Sierra Menera-Molina y SE. de la Hoja, estudiada por J. VILLENA y colaboradores, en una nota presentada en el Coloquio de Vitoria (1970), damos el cuadro resumen en la tabla V de la hoja siguiente.

Para el detalle paleontológico de este perfil, véase el trabajo (en prensa) de VILLENA, RAMIREZ DEL POZO, LINARES y RIBA, el cual se ha estudiado a la vez con macro y microfauna. Quedan identificadas, con ammonites, las zonas del Oxfordiense con *Ochetoceras canaliculatum*; z. de *P. athleta*, *R. anceps* y *M. macrocephalus*, del Calloviense; la de *Z. zigzag*, del Bathoniense; del Bajociense: la z. de *P. parkinsoni* - *G. garantiana*, *S. subfurcatum*, *S. humphriesianum* y *O. sauzei*. Del Toaciense: la z. de *L. jurense*, y *H. bifrons*. Véase, asimismo, el estudio de TRICALINOS (1928), con sus dos perfiles Turmiel I y Turmiel II, del Liásico + Aalenense, en los que identifica, además de las zonas del Toaciense, la z. de *L. opalinum* y la de *L. murchisonae*, del Aalenense.

En la zona de Nuévalos-Cubel, adosada al macizo cámbrico de Ateca, hay un afloramiento Liásico + carniolas, alargado, en el que las dolomias, carniolas y calizas del Lias Inferior se encuentran truncadas por la erosión precretácica o del Cretácico Inferior; sobre las cuales descansan las arenas de Utrillas en clara disconformidad. El estudio de Cl. SAENZ (1933) así lo demuestra, con los 70 m. del banco carbonatado que soportan las margas abigarradas yesíferas del Keuper del Pantano de la Tranquera. Se trata de la erosión subsiguiente a la surrección del umbral del Ateca, durante el Cretácico Inferior.

TABLA V

CRETACICO INF.	ALBENSE	K Formación arenas de Utrillas.
JURASICO SUP.	KIMMERIDG. + OXFORD.	<p>~ Discordancia.</p> <p>J Calizas oolíticas, pisolíticas, a veces detriticas, con lentejones arenosos o conglomeráticos. 40-50 m.</p>
	OXFORD.	<p>I Margas gris-verdosas, con delgadas intercalaciones de calizas con oolitos ferruginosos; intercalaciones de calizas coralígenas, con crinoideos, etc. Hacia la base hay nódulos ferruginosos de 2-3 cm.; en la base hay algún lecho ferruginoso. Hard ground. 30-50 m.</p>
JURASICO MED.	CALLOVIEN.	<p>H Calizas grises, de grano fino, bancos 20-40 cm., con algún nivel de braquiópodos. A la base niv. de calcarenitas y oolitas.</p> <p>H₂ Tramo sup. Las calizas tienen intercalaciones margosas.</p>
	BATHONIEN.	<p>H₁ Tramo Inf. es más detritico, calizas con nódulos de sílex, en la base hay niv. oolíticos. 25-30 m.</p>
JURASICO INF.	BAJOCENSE + AALENENSE	<p>G G₂ Alternancia de calizas y margas o margo-calizas limosas, en bancos de 20-40 cm.</p> <p>G₁ Calizas de grano fino, bancos de 15-20 cm.</p> <p>Potencia G₂+G₁: 30 m.</p> <p>F F₂ Micritas y dolomictitas grises, de 15-20 cm., algunas calizas de grano fino pobres en restos orgánicos.</p> <p>F₁ Calizas grises, con nódulos de sílex, bancos 10-20 cm.; hacia la base, calizas nodulosas grises.</p> <p>Potencia F₂+F₁: 10-15 m.</p>
	TOARCIEN.	<p>E E₃ Alternancia de calizas margosas y margo-calizas, pardas o verdosas, bancos 15-50 cm. Hacia el techo hay lechos calizos. 7-10 m.</p> <p>E₂ Calizas y margas blanquecinas, bancos 25-50 cm. 10-15 m.</p> <p>E₁ Margas y arcillas, de tonos rojizos, a veces con nódulos de Fe, en su mitad sup. Mitad inf. son gris verdosas, con intercalaciones de calcarenitas ferruginosas.</p>
JURASICO INF.	PLIENSBA- CHIENSE	<p>D Calcarenitas y areniscas detriticas, lumíquicas, con restos de braquiópodos y lamelibranquios, tonos ferruginosos. 5-10 m.</p> <p>C C₂ Alternancia de calizas y calizas margosas, alguna marga. 8-10 m.</p> <p>C₁ Micritas y dolomictitas, con algunos niveles oolíticos, pobres en fósiles. En la parte sup. hay intercalaciones de margas verdes, con oogonios de charas. 30-50 m.</p>
	SINEMUR. + HETTANGEN.	<p>B Micritas y dolomictitas, bien estratificadas, en bancos de 15-20 cm.; pobres en restos de fósiles: hay moluscos, gasterópodos. 25-40 m.</p>
TRIASICO SUP.	RHETIENSE	<p>A Carniolas.</p> <p>Tramo sup.: carniolas.</p> <p>Tramo medio: brechas dolomíticas y carniolas.</p> <p>Tramo inf.: Dolomías bien estratificadas.</p>
		Potencia total: 100-180 m.

1.08.2 Zona oriental

De la zona oriental, próxima a Montalbán, disponemos de varios perfiles estratigráficos, bastante incompletos unos, otros poco detallados; recordemos que el perfil de Obón, en el río Martín y al NE. del anticlinal de Montalbán, ha sido estudiado por VERNEUIL y LARTET (1863), DEREIMS (1898), MOULIN (1960) y MOUTERDE (1970). Los perfiles del río Palomar lo han sido por JOLY (1922), FALLOT y BATALLER (1927) y MOULIN (1960); hay algunos perfiles en la parte de Castel de Cabra debidos a BERGER (1965), y otros de la zona al N. de Villarluengo, debidos a P. CHAPEROT (1963).

1. Perfil de la base del Lías, en la garganta del río Palomar, al S. de la confluencia con el río Martín, según MOULIN (1960), algo modificado:

CRETACICO INF. •WEALD•, Conglomerados, margas rojas y calizas lacustres.

~ Discordancia (?).

	TOARCIENSE	Margas y calizas margosas, con ammonites, braquiópodos, etc.
JURASICO INF.	PLIENSBACH.	Calizas nodulosas y margas, con <i>Fuciniceras</i> , <i>Terebratula punctata</i> SOW. var. <i>subpunctata</i> DAV., <i>Spiriferina alpina</i> OPP., <i>S. hermanni</i> ZIET. <i>Zeilleria nummismalis</i> LAM. Z. cf. <i>sartthacensis</i> D'ORB.
		Caliza organógena, ferruginosa, con <i>Terebratula</i> y grandes <i>Pecten</i> .
		Calizas con <i>Terebratula</i> y <i>Pecten</i> .
		Margas y calizas en plaquetas.
		Calizas en bancos de 15 cm.
		Margas y margo-calizas en banquitos.
		Calizas nodulosas, con artejos de crinoides.
	LIAS. INF.	Calizas en bancos delgados. 20 m. Dolomías amarillentas. 100 m.
		Calizas dolomíticas rosadas, en realidad son brechas calcáreas intraformacionales. 50 m.
TRIAS	RHETIENSE (?)	Dolomías amarillas-pardas. 50 m.
	KEUPER	Margas abigarradas yesíferas, dominante mente rojas.

2. Perfil de Obón, en el flanco N. del macizo de Montalbán, según R. MOUTERDE (1970, Res. Comunic. I. Col. Estrat. y Paleogr. del Jurásico Esp., Vitoria, 1970):

JURASICO MED.	BAJOCENSE + AALENENSE	Calizas poco potentes que muestran varias lagunas estratigráficas.	
TOAR- CIENSE			
JURASICO INF.	PLIENSBA- CHENSE	SUP. 20 m. Alternancia de calizas margosas y margas con: <i>Pseudogrammoceras</i> , <i>Hammatoceras</i> y <i>Pleydellia</i> . MED. 20 m. Margas, con un banco de calizas margosas, con las zonas de <i>H. bifrons</i> y <i>H. variabilis</i> . INF. 17 m. Margas y algunas calizas margosas blandas, con la zona de <i>D. semicelatum</i> (8 m.), muy margosa, con rica fauna de braquiópodos con afinidades domerenses en su base. Zona de <i>H. serpentinum</i> , algo más calcárea, con numerosos <i>Hildaites</i> y abundantes <i>Terebratula</i> gr. <i>jauberti</i> DESL.; se han recogido <i>Bouleiceras</i> en la base, en igual posición estratigráfica que los ejemplares portugueses (MOUTERDE, 1970).	
		SUP. DOMERENSE. 15-20 m. Calizas, por debajo calcarenitas; con: <i>Protogrammoceras</i> , luego <i>Arieticeras</i> . Los braquiópodos abundan: <i>Plesiothyris verneuilli</i> DESL., <i>Terebratula</i> gr. <i>punctata</i> SOW., <i>Zeilleria</i> gr. <i>cornuta</i> SOW., numerosas <i>Rhynchonella</i> . INF. CARIXIENSE. 15 m. Alternancia de margas y calizas margosas compactas. En su base hay <i>Metaderoceras</i> sp., y en la parte alta <i>Aegoceras</i> sp. y <i>Prodactylioceras</i> sp. con <i>Pholadomya</i> muy frecuentes.	
		LIAS INF.	
		Calizas compactas, en bancos de 20 cm. ricos en restos de lamelibranquios.	
		Yacente, no descrito.	

Para ampliar el Toaciense, véase la nota de R. MOUTERDE (1970). DEREIMS (1898) cita, encima del Toaciense de Obón, 20 m. de calizas bajocenses, recubiertas por las areniscas «neocomienses» (es decir, el Aptense) con Trigoniás.

TABLA VI

CRETACICO INF.	•WEALD•	39 m. Margas versicolores con areniscas subordinadas. ~ Disconformidad.
JURASICO SUP.	Fac. •PURBECK• PORTLANDENSE	33 m. Calizas y calizas margosas. 12 m. Margas grises con algo de calizas. 4 m. Calizas, 6 m. Margas y calizas margosas grises con <i>Mytilus morrisii</i> SHARPE y <i>Eomiodon cuneatus</i> SOW.
	KIMMERIDGENSE + SEQUANIENSE	116 m. Complejo calcáreo con cuatro intercalaciones margosas de 1 a 6 m. de potencia cada una; los últimos 46 m. son calizas, calizas masivas y dolomías (10 m.). El niv. margoso más alto tiene <i>Ataxioceras</i> , <i>Aspidoceras</i> , <i>Lithacoceras</i> , etc., y en la base hay <i>Nebrodites</i> .
	ARGOVIENSE	43 m. Areniscas y margas grises, 5 m. Margas y alguna capita de calizas margosas. 25 m. Margas y areniscas. 6 m. Calizas y calizas margosas. 7 m. con ammonites piritiferos; <i>Aptychus</i> . ~ <i>Laguna sedimentaria</i> .
JURASICO MED.	DOGGER	25 m. Dolomías blanca, pulverulenta, con colitas.
JURASICO INF.	LIASICO	>32 m. Calizas alternando con calizas dolomíticas. A 10 m. por debajo del límite con las dolomías hay 2-3 m. de margas y calizas margosas con peq. ostreídos, como <i>Exogyra</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Rhynchonella</i> gr. <i>bouchardi</i> DAV y <i>Rh. gr. meridionalis</i> DESL.; del Toarcieno.
Yacente		No aflora.

3. El Jurásico Medio estaba desconocido en la región de Montalbán. MOUTERDE (1960) cita, en el corte al O. de Palomar de Arroyos, un Aalenense de 20 m. de calizas y brechas calizas cristalinas con *Lima* y *Pleidelia*; encima, una masa de unos 60 m. de calizas masivas cristalinas, y oolíticas, comparables con las del Dogger de Alcorisa (citadas por FALLOT y BATALLER, 1927), las cuales representarían con verosimilitud el Aalenense Superior, el Bajociense y Bathonense. Una superficie corroída con cantos rodados separa estas calizas oolíticas de unas calizas nodulosas, ocreas, con oolitas ferruginosas que contienen: *Discosphinctes*, *Arisphinctes*, *Dichotomosphinctes*, *Kranosphinctes*. Dicha serie se termina con una superficie corroída que se apoya sobre un banquito de 5 cm. de oolitas ferruginosas; luego, otro banco de calizas grumosas de igual espesor. Se entra seguidamente en una potente serie de calizas más o menos margosas, en bancos de 30 a 50 cm. con *Ataxioceras*, del Kimmeridgense Inferior. Se sobreponen a esta capa una brecha con grandes elementos que pasa a una pudinga poligénica, con lo que se entra en el Cretácico.

4. Finalmente, Ph. CHAPEROT (1963. «Description Géologique de la région de Villarluengo». Dipl. Et. Sup., Univ. París) describe, al N. de Villarluengo, garreta del río Guadalupe, cerca de «Las Fábricas» (ángulo SE. de la Hoja), un interesante corte desde el Lias al Purbeckiano. Resumidamente, es el que se indica en la tabla VI.

La laguna estratigráfica callovo-oxfordiana parece ser muy general en el NO. del Maestrazgo. El citado autor correlaciona las dolomías del Dogger con las calizas masivas azoicas, a menudo oolíticas, de las regiones de Ababuj y Camarillas, situadas más al S. (Hoja núm. 47, «TERUEL»).

Como se puede apreciar en los perfiles anteriores, el Jurásico Medio y Superior, bien desarrollado en el sector de Obón y Oliete disminuye hacia el sur, hacia la zona de Montalbán-Ejulve-Molinos-Alcorisa, el cual queda truncado por efecto de los movimientos epirogenéticos, produciendo relieves con erosión que trunca la serie jurásica, según deduce CANEROT (1968, 1969).

GAUTIER y MOUTERDE han demostrado lagunas e irregularidades en los depósitos entre Lias y Dogger. Hay una laguna en el Toarciano Superior.

La serie jurásica que forma los numerosos asomos entre Muel y Belchite, y que constituyen relieves fosilizados bajo el Mioceno, según BULARD (1966), presentan una sucesión hasta el Kimmeridgense Inferior con *Ataxioceras* y *Pholidomya*, al igual que la zona de Ariño-Lécera-Muniesa.

1.09 EL CRETACICO

También podemos dividir los afloramientos cretácicos, que son muy numerosos y extensos en la presente Hoja, en dos partes de composición esencialmente distinta: a. La parte occidental de la depresión del Jalón, y b. La parte situada al este del mismo valle. La primera tiene una composición sencilla, la formación Utrillas, del Albense, y encima los depósitos del Cretácico Superior. La segunda presenta una serie más completa: Los depósitos de facies Weald; encima los materiales marinos del Barremiense-Aptense; la formación arenas de Utrillas y el Cretácico Superior.

1.09.1 Zona occidental

Nos referimos al conjunto de afloramientos del ángulo SO. de la Hoja, zona de Sierra Menera, estudiada por J. VILLENA, puede sintetizarse como sigue:

PALEOGENO INDIF.		Conglomerados, etc.
	CRETACICO SUP. facies •GARUM- NENSE• (?)	6. Calizas dolomíticas y dolomías, con alguna intercalación arcillosa de 15-20 cm. Hay Miliólidos y Gasterópodos. 30 m.
CRETACICO SUP. 118-160 m.	SENONENSE Coniacense	5. Dolomías y calizas de tonos claros, a veces detriticas con intercalaciones brechosas. Hacia la base son más abundantes las calizas; con: <i>Spirocyclina cf. cheffati</i> ; <i>Cuneolina cf. pavonia</i> ; <i>Marsonella</i> ; <i>Quinqueloculina</i> ; <i>Neazzata</i> , Rudistidos y Miliólidos. 30-40 m.
	TURONENSE	4. Calizas nodulosas y margas grises; hacia la base pasan gradualmente a calizas y dolomías; con: <i>Pithonella sphaerica</i> , <i>Heterohelix</i> , <i>Marsonella</i> , <i>Haplophargium</i> , <i>Neomeris</i> , <i>Quinqueloculina</i> , <i>Praeglobotruncana</i> . 15 m.
	CENOMA- NENSE	3. Dolomías y calizas que pasan gradualmente hacia la base a niveles más margosos y detriticos de facies de transición a lacustre; con: <i>Pseudochrysalidina</i> , <i>Quinqueloculina</i> , <i>Fabanella</i> sp., <i>Paracypris</i> sp., <i>Cythereis</i> sp., <i>Ammobaculites subcretaceus</i> , <i>Spiroloculina</i> , <i>Orbitolina</i> sp., <i>Cuneolina</i> . 40-60 m.
CRETACICO INF.	ALBENSE	2. Margas amarillentas, calcarenitas pardo-herrumbrosas, ricas en <i>Orbitolina</i> s y frecuentemente bancos ricos en restos de ostreídos. Con: <i>Orbitolina</i> con cara cóncava, <i>Orbitolina</i> con cara gatanaica, <i>Haplophragmum</i> , <i>Pseudotextulariella cretosa</i> . 3-15 m.
		1. Formación Utrillas. Arenas siliceas caoliníferas, margas detriticas de colores vivos, rojizos y herrumbrosas, ocres y pardas; a veces hay restos vegetales, lignitos. Cantos de cuarzo y cuarcita translúcidos. Suele estar coronada esta formación por un banco calcáreo detritico rico en ostreas (<i>Exogyra flabellata</i> (?) GOLD.). Probablemente se trata de la base del Cenomanense. Potencia muy variable. 5-50 m. ~ Discordancia débil.
JURASICO SUP.		Niveles variables, kimmeridgenses, oxfordenses, etc.

Potencia total del Cretácico: 123-210 m.

Las capas rojas, colocadas encima del Cretácico Marino habían sido atribuidas sistemáticamente al Paleógeno continental. Sin embargo, VIALLARD y GRAMBAST (1968) han descubierto en Villalba de la Sierra (N. de Cuenca), encima de las calizas cristalinas y brechas calcáreo-dolomíticos (niv. 5 de este corte) pertenecientes al techo del Senonense y representando la regresión definitiva del mar cretácico (en el Campanense, como VIALLARD expresa en sus conclusiones): una capa inferior con 25 m. de margas blanquecinas y 75 m. de arcillas rosadas gris-verdusco, con calizas arcillosas ricas en *Charophytas* que indican que la asociación encontrada pertenece netamente, en su mayor parte, al Cretácico Superior. La formación suprayacente, compuesta por conglomerados poligénicos, areniscas y arcillas, puede ser referida al Terciario.

La zona del NE. de la Hoja, en Nuévalos, Cl. SAENZ (1931) estudió el perfil del Pantano de la Tranquera (Congostos):

TERCIARIO	MIOCENO	Conglomerados, margas y areniscas de lbdes. ~ Discordancia angular.
CRETACICO SUP.	SENONENSE	6-130 m. Calizas masivas, blancas-amarillas. 5'-25 m. Calizas detriticas grises, cavernosas. 5- 75 m. Calizas detriticas masivas, con Rudistidos.
TURONENSE + CENOMAN.		4-18,5 m. Margas, margas arenosas con un nivel de calizas; contienen <i>Ammonites</i> , <i>Exogyra columba</i> , <i>Pteroceras</i> , <i>Pecten</i> , <i>Tylostoma</i> , <i>Pseudodiadema</i> , <i>Cardium</i> , <i>Spondylus spinosus</i> , <i>Micraster</i> .
CRETACICO INF.	ALBENSE	3- 25 m. Calizas masivas, formando cantil; con Venéridos. 2- 35 m. Siete niveles de calizas margosas detriticas alternando con margas y margas arenosas. En la parte inf. hay <i>E. flabellata</i> . En la parte sup., además de Ostreidos, hay <i>Inoceramus</i> , <i>Cardium</i> , <i>Janira quinquecostata</i> , <i>Lucina</i> .
LIAS INF.		1-180 m. Formación arenas de Utrillas. Arenas arkosicas caoliniferas, abigarradas. En la parte superior hay intercalado un banco de 3 m. de caliza anaranjada. ~ Discordancia angular débil.
	YACENTE:	Carniolas.

Potencia del Cretácico Sup.: 308 m.
Potencia total del Cretácico: 488 m.

1.09.2 Parte oriental de la Hoja

El Cretácico Inferior de la zona de Oliete ha sido estudiado por CANÉROT (1970) y comprende los siguientes términos:

EOCENO		8. Areniscas, arcillas y conglomerados con <i>Vidaliella gerundensis</i> (VIDAL). ~ Discordancia (?).
	ALBENSE	7. 50 m. Formación arenas de Utrillas. Areniscas pardas o rojizas, con nódulos ferruginosos, xilópalos.
	APTENSE SUP. «Capas de Trigonias»	6. 30 m. «Serie de transición». Calizas y margas muy detriticas y areniscas rojizas o violáceas. En la parte sup. hay horizontes de lignitos antiguamente explotados. Hay Trigonias, Ostreas y Glauconias.
CRETACICO INF.	APTENSE INF. «Capas de Trigonias»	5. 20 m. Calizas masivas glauconiosas y margas, con Miliólidos, Textuláridos y algunas Orbitolinas y Trigonias.
	BARREMENSE SUP.	4. 20 m. Margas pardas o verdosas, con Orbitolinas, Políperos, <i>Heteraster oblongus</i> D'ORB., Trigonias, Plicáulas y algunos ammonites, como <i>Pseudosaynella</i> cf. <i>undulata</i> SAR.
	BARREMENSE INF. a HAUTERIVIENSE SUP. Facies Weald	3. 40 m. Calizas glauconiosas pardas, lumaquelas con <i>Palorbitolina lenticularis</i> (BLUM), <i>Mesorbitolina</i> cf. <i>texana parva</i> (DOUGL.), pocas Choffatellas, intercaladas en margas yesíferas verduscas con Políperos, Equinoideos y Trigonias muy abundantes.
		2. 40 m. «Capas de Choffatellas». Calizas arenosas, glauconíferas, a veces lumaquélidas, pardas o rojas, y margas pardas o violáceas, con <i>Choffatella decipiens</i> SCHLUMB., Briozoarios y Anélidos.
JURASICO SUP.	KIMMERIDGENSE a OXFORDENSE SUP.	1. 25 m. «Capas blancas de Oliete». Conjunto calcáreo-margoso y arcilloso, conglomerático en la base, tinte blancuzco, con Miliólidos, Ostrácodos, Gasterópodos, <i>Atopochara trivolis</i> var. <i>triquetra</i> GRAMB., <i>Clavatorites</i> sp., <i>Globator trochiliscoides</i> GRAMB., <i>Clavator adnatus</i> GRAMB., <i>Porochara</i> sp., <i>Trilina</i> sp.

Potencia del Albense: 50 m.

Potencia Aptense + Barremense Sup.: 150 m.

Potencia de la facies Weald: 25 m.

Potencia total del Cret. inf.: 225 m.

La «serie de transición» es la que AGUILAR, RAMIREZ DEL POZO y RIBA (1971) llaman «Formación lignitos de Escucha».

Como puede apreciarse, la serie es discontinua, falta el Portlandiense y la base del Neocomiense: Berriasense y Valanginense. El Barremense Superior y el Aptense son marinos, la formación arenas de Utrillas vuelve a ser continental fluvial.

Los mismos términos cronoestratigráficos presenta el perfil de La Solana, al S. de Ejulve, estudiado por CANEROT (1968); aunque la facies de Barremense-Aptense es más marina, más calcárea, con Orbitolinas y Rudistidos.

Más al este, en los alrededores de Ladruñán (cerca del Embalse de Santo-lea), la facies Weald se inicia, al parecer (según CANEROT, 1969), en el Portlandiense, siguiendo con el Berriasense, Valanginense, Hauterivense y Barremense Inferior, datados con Charophytas.

El Cretácico Inferior de la zona minera de Utrillas-Escucha y perfil del R. Palomar ha sido motivo de algunos estudios detallados, además de VERNEUIL (1863) y COQUAND (1865-1869), tenemos los cortes de DEREIMS (1898), FALLOT y BATALLER (1927), HAHNE (1930), MOULIN (1960, 1961) y SAAVEDRA (1966). El corte recientemente hecho por AGUILAR, RAMIREZ DEL POZO y RIBA (1971) aporta algunas novedades interesantes en Utrillas, perfil de la página 27.

El perfil de Utrillas se ha relacionado con otros dos en Aliaga y Villarroya de los Pinares; desde luego este último con facies más marinas y más extensas en la serie vertical. Denominamos y definimos la «Formación lignitos de Escucha» para designar la unidad litoestratigráfica de facies transicional, las antiguas «Capas de Trigonias», que en Utrillas es de edad Aptense Superior (Gargasense Superior) y Albense Inferior. Dichas capas son las que encierran los seis niveles de lignitos explotados en dicha localidad. Las potencias son muy variables, ya que en las minas se puede observar una extraordinaria discordancia progresiva, o abanico de capas, abierto hacia el norte, en el que hay intercaladas las capas de lignitos. La fase orogénica que la ha producido (y en otros lugares es discordancia angular) queda fijada en el tránsito del Aptense al Albense: fase austriaca.

Los movimientos orogénicos ocurridos en la región, uno al final del Jurásico-principio del Cretácico; y otro en el tránsito del Aptense al Albense, complicaron fuertemente la paleogeografía del Cretácico Inferior de esta parte oriental de la Ibérica, levantándose varios umbrales e independizándose surcos sedimentarios intermedios. El Weald, al N. de Castel de Cabra, es transgresivo sobre diferentes niveles del Liásico, con conglomerados de elementos liásicos, triásicos y paleozoicos (CANEROT, 1968). BERGER (1965) señala una discordancia angular en la base de la facies Urgoniana. Los movimientos de final del Aptense y principios del Albense fueron más intensos y motivaron el levantamiento de umbrales y la prefiguración de pliegues. Véanse los mapas paleogeológicos de SAEFTEL (1960) y CANEROT (1968, 1970). Destacan los umbrales de Montalbán y el de Ejulve-La Zoma-Molinos; en ambos la Formación Utrillas llega a depositarse encima del Trias. El mapa de isopacas de SAEFTEL revela la tendencia fosilizante de la formación Utrillas con respecto

CENOMANENSE	7. Arcillas grises y verdes, calizas y calcarenitas, etc., con <i>Orbitolina concava</i> (LAMK.), etc.
	6. «Formación Arenas de Utrillas». 150 m. aprox. Arenas blancas, amarillas, rojizas, en estratificación cruzada, con cantos rodados cuarcíticos translúcidos; muy heterométricos. Cuarzo, 60-75%; y feldespatos potásicos, 15-25% (son arenas arkósicas), matriz caolinitica; restos vegetales lignitificados. Migración local de los óxidos de Fe, que llegan a cementar, en otros lugares faltan. Son estériles.
ALBENSE	5. «Formación lignitos de Escucha». 140 m. y más. Alternancia rítmica de margas arenosas, calizas arenosas, lumaquélicas pardo-amarillas, areniscas pardas, y lignitos, y brechas rojas bauxitíferas silicificadas en paleocanales; con <i>Vicarya</i> , <i>Trigonia</i> , <i>Nerinea</i> , Foraminíferos y Ostrácodos: <i>Neocythere vanveeni</i> MERTENS, <i>Cythereis reticulata</i> (JONES & HINDE) y <i>Platocythereis laminata</i> TRIEBEL, de edad albense.
	4. «Formación Escucha». 75 m. Arcillas pardo-amarillas y abigarradas, margas arenosas, calizas detriticas parduscas, con dos niveles de lignitos intercalados en arcillas negras. En la parte alta hay una caliza pisolítica de 0,6 m. Hay Ostreidos, Gasterópodos, Foraminíferos, Ostrácodos y Characeas, del Gargasiense Sup.
APTENSE SUP. GARGASIENSE	3. «Facies Urgoniana». 40 m. Margas grises con intercal, de calizas nodulosas, con Gasterópodos, Ostreidos y Ostrácodos, Characeas. Edad Gargasiense Inf.
	2. «Facies Urgoniana». 55 m. aprox. Margas grises con intercal, de delgadas calizas arcillosas nodulares, en el techo 14 m. de calizas grises masivas y nodulares. Edad Bedouliense.
BARREMENSE SUP.	1. «Facies Urgoniana». 14 m. Calizas arcillosas detriticas, con: <i>Palorbitolina lenticularis</i> (BLUM.), <i>Orbitolinopsis kiliani</i> SILVESTRI, <i>Sabaudia minuta</i> (HOFKER), etc. Bivalvos, Algas y restos de Moluscos. Barremense Sup.
	«Facies Weald». Más de 5 m. de areniscas blancas y margas rosadas, con <i>Choffatella decipiens</i> SCHLUMB., <i>Palorbitolina lenticularis</i> (BLUM.), « <i>Clithocytheridea</i> » <i>brevis</i> (CORNUEL), <i>Eocytheropteron</i> (<i>Majungaella</i>), <i>Macrocypris horatiana</i> JONES & SHERB; y Charáceas. Edad Barremense.
Yacente: no afloran más capas del Weald.	

a las estructuras, cubetas y umbrales desarrollados durante la fase aústrica. Las diferencias de potencias son muy fuertes.

El Cretácico Superior es más monótono; la transfiguración marina sucede al depósito de la Formación Utrillas. El perfil de Montoro de Mezquita, al este de Aliaga, (CANEROT, 1967), puede ser considerado como normal:

-GARUMNENSE-	{	30 m. Margas con Gasterópodos, Ostrácodos y Charáceas con intercalaciones de calizas arriñonadas y bancos yesíferos.
SENONENSE	{	20 m. Calizas y margas blanquecinas, con Gasterópodos (<i>Lynchus</i> sp.) y Charáceas.
TURONENSE + CENOMANENSE	{	30 m. Calizas cretosas y margas, con Miliólidos de gran talla (<i>Idalina</i>). Textuláridos, Rotáridos, Cuneolinas, Cyclolinas, Gasterópodos, Rudistidos como <i>Radio-lites</i> aff. <i>sauvagesi</i> D'H.FIR., <i>Biradiolites retrolatus</i> ASTRE, <i>B. cf. canaliculatus</i> D'ORB., <i>B. aff. beaus-setensis</i> TOUC., <i>B. cf. angulosissimus</i> TOUC., y abundantes Acicularias.
ALBENSE	{	50 m. Calizas masivas, con <i>Nazzazata</i> sp., Miliólidos, Textuláridos, abundantes Rotáridos, Gasterópodos, restos de Rudistidos de concha delgada, Ostrácodos y Charáceas.
	{	50 m. Dolomías masivas, ferruginosas, calizas y brechas dolomíticas.
	{	20 m. Calizas en capas delgadas en la base, pasando a calizas masivas, con <i>Praealveolinas</i> (<i>P. iberica</i> REICH., luego <i>P. cretacea brevis</i> , REICH.), Miliólidos, Textuláridos, Cuneolinas, Rudistidos, Ostrácodos y Algas.
	{	20 m. Calizas detriticas, nodulosas, con <i>Daxia cenomana</i> CUV. et SZAK., Cuneolinas, grandes Orbitolinas planas o cónicas, intercaladas en margas y calizas margosas lumaquélidas con <i>Exogyra flabellata</i> .
		Formación Arenas de Utrillas.

Así, el Cretácico Superior marino comprende desde el Cenomanense al Santonense. Los niveles continentales se extienden del Santonense al Maestrichtense. Hay tendencia hacia el norte de disminuir de potencia. El Cretácico Superior falta de la zona de Obón.

1.10 EL TERCARIO

Una parte importante de la Hoja núm. 40 está cubierta por terrenos terciarios. El ángulo NE. de la misma constituye un extenso manchón perteneciente a la depresión del Ebro. En diagonal, de NO. a SE., la cruza la depresión terciaria de Calatayud-Montalbán. Entre Calamocha y Teruel se extiende, de N. a S., otra banda deprimida, recorrida por el Jiloca, también terciaria. Finalmente, hay una serie de depresiones, cubetas sinclinales, llenas de materiales terciarios, o retazos recubriendo antiguas superficies de erosión.

1.10.1 La Depresión de Calatayud-Montalbán

Se trata de una alargada depresión de NO. a SE. rellena de materiales terciarios albergada dentro de los macizos paleozoicos centrales de la Ibérica. En la presente Hoja se encuentra representada la parte SE.

Chronoestratigráficamente esta cubeta posee un Terciario que ha proporcionado vertebrados fósiles realmente en número extraordinario. Por esto empezamos por ella. Véanse las publicaciones más recientes que resumen los hallazgos realizados anteriormente y en las que encontrarán la bibliografía completa, que es muy numerosa: CRUSAFONT y TRUYOLS (1964), DE BRUIJN (1966-1968), BRUIJN y MEIN (1968), FREUDENTHAL (1966) y CRUSAFONT (1967).

CUADRO CRONOESTRATIGRAFICO DE YACIMIENTOS

MIOCENO	VALLESIENSE	«Capas de Nombrevilla». 75 m.	LOCALIDADES
	VINDOBONIENSE	«Capas de Arroyo». 100 m.	Pedregueras A a F (Retascón) Nombrevilla
	BURDIGALIENSE	«Capas de Valdemoros». >125 m.	Paridera de Venacequia (Murero) Manchones; Arroyo del Val I a VI Las Planas III B Las Planas I, II, III A. } Villafeliche Las Planas IV A, IV B. } Villafeliche IV Valdemoros III C B A Valdemoros I A, I B, II Villafeliche III C Villafeliche II D C B A

Este cuadro de FREUDENTHAL ha sido completado con las equivalencias chronoestratigráficas proporcionadas por el Prof. M. CRUSAFONT.

A las localidades mencionadas en el cuadro anterior, hay que añadir los yacimientos de Torralba de Ribota (al N. de Calatayud, y fuera del marco de la Hoja núm. 40), el de Navarrete, a 4 Km. al E. de Calamocha, el de Ateca y Valdorres, todos ellos burdigalienses. Del Vindoboniense, los yacimientos de Las Planas están situados en Villafeliche. En la cubeta de Calatayud-Montalbán, hasta ahora no se ha encontrado representado el Pontiense Superior o Pikermiense; en cambio, tenemos el Pontiense Inferior o Vallesiense con los yacimientos de Nombrevilla (el más antiguo de todos), y el Pedregueras, situado en Retascón. La lista de las faunas, según CRUSAFONT y TRUYOLS (1964), es:

PONTIENSE (VALLESIENSE)

Nombrevilla	<i>Dicerorhinus</i> sp.
<i>Amphicyon</i> sp.	<i>Tetralophodon longirostris</i> (KAUP.).
<i>Lycyaena chaeretis</i> GAUDRY.	<i>Trilophodon angustidens</i> (CUV.).
<i>Machaerodus</i> sp.	<i>Tr. angustidens minor</i> BERG., ZB. y CR.
<i>Palaeomys castoroides</i> KAUP.	<i>Tr. angustidens gallardi</i> OSB.
<i>Prolagus oenningensis</i> MEYER.	<i>Turicius turicensis</i> (SCHINZ.).
<i>Euprox dicranocerus</i> KAUP.	
<i>Tragoceras amalthea</i> ROTH y WAGN.	
<i>Gazella</i> sp.	Retascón (Pedregueras)
<i>Decennatherium pachecoi</i> CRUS.	<i>Steneofiber</i> sp.
<i>Anchitherium sampelayoi</i> VILL.-CRUS.	<i>Hipparrion koenigswaldi</i> SOND.
<i>Hipparrion koenigswaldi</i> SOND.	Rhinocerótido indet.
<i>Ancylotherium pentelici</i> GAUD.-LART.	« <i>Mastodon</i> » sp.

VINDOBONIENSE

Villafeliche	Cánido indet.
(Las Planas I, II, III)	<i>Semigenetta mutata</i> FILHOL.
<i>Anchitherium aurelianense</i> CUV.	Félidos sp.
<i>Trilophodon angustidens</i> CUV.	<i>Cricetodon</i> sp.
<i>Lagopsis</i> o <i>Prolagus</i> .	<i>Sciurus</i> sp.
Cérvido indet.	<i>Lagopsis verus</i> HENS.
Carnívoro indet.	<i>Dyromis</i> sp.
	<i>Palaeomeryx</i> sp.
	<i>Euprox furcatus</i> HENS.
Manchones	<i>Protragoceras</i> sp. (?).
<i>Erinaceido</i> ined.	<i>Listriodon splendens</i> MEYER.
<i>Galericido</i> indet.	<i>Hyotherium</i> sp.
<i>Soricido</i> indet.	<i>Macrotherium</i> sp.
Cheiropteros.	<i>Dicerorhinus sansanensis</i> LART.
<i>Martes</i> cf. <i>pusilla</i> VIRET.	<i>Brachypotherium</i> sp.
<i>Progenetta</i> sp.	<i>Anchitherium aurelianense</i> CUV.
<i>Hemicyon</i> sp.	« <i>Mastodon</i> » sp.
	Manida indet.

Murero	Antilópidos indet.
(Arroyo del Val.)	<i>Listriodon splendens</i> MEY.
Erinácidio indet.	<i>Hyotherium</i> sp.
Galericido indet.	♂ <i>Taukanamo</i> sp.
Cf. <i>Pseudaelurus lorteti</i> FILH.	<i>Anchitherium aurelianense</i> CUV.
<i>Pseudaelurus</i> sp.	Rinocerótido indet.
<i>Progenetta</i> sp.	« <i>Mastodon</i> » sp.
Vivérrido indet.	
<i>Cricetodon</i> sp.	Murero
<i>Prolagus</i> sp.	(Venacequia.)
<i>Sciuropterus</i> sp.	<i>Anchitherium aurelianense</i> CUV.
Lagomorphos indet.	<i>Listriodon splendens</i> MEY.
<i>Micromeryx florensisianus</i> LART.	<i>Dicerorhinus</i> cf. <i>sansaniensis</i> LART.
<i>Euprox furcatus</i> HENS.	<i>Palaeomeryx bojani</i> MEY.
Cérvido indet.	

BURDIGALIENSE

Torralba de Ribota	Valdemoros
<i>Lagopsis peñai</i> ROYO.	<i>Lagopsis</i> sp.
<i>Caenotherium</i> cf. <i>miocaenicum</i> CRUS-VILL.	<i>Cricetodon</i> sp.
<i>Procervulus</i> sp. (?).	<i>Caenotherium</i> sp.
<i>Anchitherium aurelianense</i> CUV.	Cérvido indet.
<i>Palaeomeryx</i> sp.	« <i>Mastodon</i> » sp.
« <i>Mastodon</i> » sp.	Carnívoro indet.

Navarrete

<i>Dicerorhinus tagicus</i> ROM.
<i>Procervulus</i> sp.
<i>Euprox</i> sp.

El Aquitaniense no ha sido identificado dentro de la Cubeta de Calatayud, pero lo ha sido en una localidad muy cercana y a muy poca distancia del borde de la Hoja núm. 40; concretamente, en Cetina de Aragón, cuya fauna ha sido estudiada por VILLALTA y CRUSAFONT (1944):

<i>Stenogale</i> sp.
<i>Herpestes lemanensis</i> POMEL
<i>Cricetodon</i> sp.
<i>Stenofiber esseri</i> POMEL
<i>Palaeochoerus meissneri</i> MEYER
<i>Tremotherium feignouxi</i> GEOFFROY
<i>Amphitragalus major</i> VIRET
<i>Amphitragalus boulangeri</i> POMEL
<i>Caenotherium commune</i> BRAVAD

Finalmente, dentro de la Cubeta de Calatayud-Montalbán, tenemos el yacimiento de vertebrados de Montalbán, descubierto por FALLOT y BATALLER (1927), muy cerca de esta localidad y que ha sido excavado recientemente (ver CRUSA FONT, 1967):

Necrogymnurus ?
Peratherium ?
Hyaenodon sp.
Cynodictis aff. *palmidens* TEILH.
Pachycynodon aff. *tenuis* TEILH.
Pachycynodon aff. *dubius* FILH.
Gliravus sp.
•*Dryomys* sp.
Theridomys crusafonti THAL.
Theridomys varians THAL.
Pseudolitomys aff. *gaillardi* LAV.
Pseudolitomys *nanus* THAL.
Eucricetodon aff. *huberi* (SCHAUB.).
Pseudocricetodon (n.g.) *montalbensis* (n. sp.). THAL.
Eomys cfr. *sitteli* SCHL.
Stenofiber sp.
Plagiolophus cfr. *fraasi* (MEYER)
Chasmotherium minimum FISCH.
Ronzotherium sp.?
Aceratherium filnoli OSB. ?
Aceratherium albigenensis ROM.
Dichobune sp. ?
Elomeryx sp.
Anthracotherium alsaticum CUV. ?
Cryptomeryx sp.

Hay, además, Crocodilidos y Quelonios indeterminados, y Moluscos.

De acuerdo con esta fauna, el nivel pertenece a la zona de La Sauvetat, equivalente del Stampienense Medio. El *Caenotherium commune*, hallado por FALLOT y BATALLER, hoy sería dado como *Plesiomeryx*, *Caenomeryx* o *Procaenotherium*. Este yacimiento de vertebrados es uno de los pocos descubiertos hasta ahora en el oligoceno de España.

Litológicamente cabe distinguir una formación central de evaporitas, especialmente desarrolladas en los alrededores de Calatayud (Paracuellos, Maluenda, etc.), constituida por yesos, eventualmente halita y epsomita en la parte más interna; yesos arenosos con cuarzos idiomorfos y alabastros y algo de arcillas; yesos pulverulentos (como los del famoso yacimiento de coprolitos del Castillo de Calatayud). Lateralmente, estos yesos pasan a arcillas, margas y algún nivel calcáreo lacustre, y a su vez, éstas a conglomerados especialmente silíceos marginales que se apoyan en discordancia sobre el Paleozoico. Verticalmente los yesos pasan a las calizas, que forman la meseta estructural entre Miedes y Fuentes de Jiloca y se extienden hacia el SE. por Retascón y Nombrevilla. Los

yesos de Calatayud pasan lateralmente, y hacia el SE. a margas rojas y conglomerados por la parte baja y a bancos de calizas en la parte alta de la serie miocena. Este paso lateral se verifica hacia Maluenda.

La cubeta de Calatayud-Montalbán acusa una notable disimetría de desarrollo siguiendo el perfil transversal SO.-NE., por Daroca: el flanco SO. está levantado y posee una notable formación conglomerática; por Mainar, en cambio, las calizas se apoyan sobre el Paleozoico.

Hacia el SE. de la cubeta, rebasada Calamocha, el Mioceno se hace progresivamente conglomerático y su base se pone en discordancia angular sobre el Estampiense de Montalbán, al O. de Vivel del Río, del mismo modo que lo hace sobre el Mesozoico plegado. Como la serie miocena basal, en Cetina, es de edad aquitaniense; muy probablemente también lo sea en la cubeta de Calatayud. Por lo tanto, dicha discordancia, al igual como ocurre al pie de los Pirineos y en Navarra, es post o intra-estampiense y pre-aquitaniense, es decir, de fase sávica.

El Oligoceno de Montalbán es esencialmente detritico: conglomerados en los bordes, que pasan a margas detriticas, y conglomerados en la parte más central. La serie depositada en este surco es muy potente, y presenta, en el Barranco del río Palomar y en Castel de Cabra un banco de calizas lacustres que han proporcionado a CANEROT (1969) unas characeas (*Rhabdochara stockmansii* GRAMB., *Gyrogona wrighti* PIA) del Oligoceno Inferior, probablemente Sannoisense. La serie estratigráfica que está por encima del yacimiento de mamíferos estampienses está cabalgada por el Cretácico de la Muela de Montalbán, según una fase de compresión que podemos referir a la sávica, como ya hemos dicho. A su vez, la serie que está por debajo presenta una discordancia progresiva muy visible en Montalbán, con un magnífico abanico de capas abierto hacia el SO., quedando subvertical la capa más antigua; la más moderna, en cambio, se pone en discordancia angular y solapando el flanco sur mesozoico del macizo de Montalbán. La edad de esta fase de plegamiento está aún poco precisada, pero podemos afirmar que es pre-estampiense; quizás se podría correlacionar con la fase pirenaica del Eoceno Superior, estudiada por C. PUIG-DEFABREGAS y SOLER en una nota reciente.

1.10.2 La Depresión del Ebro

Se extiende por el sector nordeste de la Hoja núm. 40. Constituye la parte meridional de la gran depresión del Ebro. Desde el punto de vista cronoestratigráfico, esta parte del Terciario que rellena la Depresión del Ebro no ha proporcionado ningún vertebrado fósil. Tradicionalmente, por parte de todos los autores que han tratado el borde NE. de la Ibérica, se ha separado un Terciario Inferior, posiblemente Oligoceno y Eoceno, plegado, y más o menos concordante con el Cretácico infrayacente; de un Mioceno, apenas deformado, casi horizontal y en discordancia angular sobre la serie paleógena. En este criterio nos hemos basado para establecer dicha separación cartográfica. La discordancia muy probablemente sea la que hemos podido datar en la Cubeta de Calatayud-Montalbán; es decir, la pre-aquitaniense y fini- o post-estampiense. Dicha discordancia, dentro de la depresión, ha sido señalada por nosotros en la zona de Barbastro y en Navarra.

El Paleógeno aflora en los alrededores del Puig Moreno, en el que hemos encontrado *Microcodium*, lo cual nos señala la base del Terciario; de igual modo, en los alrededores de Andorra y Oliete, CANEROT (1969) señala en una formación de facies muy parecida a la de Puig Moreno (arcillas, areniscas y conglomerados de tonos muy vivos) la presencia de una rica fauna de *Vidaliella gerundensis* (VIDAL) que permite atribuirla al Eoceno. Por lo tanto, la potente formación de conglomerados, margas rojas y areniscas, plegada y en discordancia más o menos pronunciada sobre el Mesozoico, puede ser datada como paleógena (preferible a oligocena, como hasta ahora se había hecho en nuestros mapas geológicos). Este Paleógeno aflora en las inmediaciones de Albalate del Arzobispo (borde E. de la Hoja) y en el flanco SO. del afloramiento jurásico de Belchite, en Almonacid.

El Mioceno recubre la mayor parte de este borde de la Depresión del Ebro. La formación de yesos del centro del Ebro estudiada por QUIRANTES (la Formación Alfocea, ver Hojas núms. 32 y 33) pasa lateralmente a facies arcillosas rojas, progresivamente más detriticas hacia Belchite (donde hay calizas lacustres intercaladas), y a dar conglomerados en las zonas marginales de Herrera, Moyuela, Moneva y Muniesa. Entre Lécara, Albalate y Almochuel se desarrolla una formación yesifera, constituida por arenas yesiferas marginales de los yesos centrales de la Depresión del Ebro. Este Mioceno, además de discordante sobre todas las formaciones anteriores, fosiliza un relieve bastante abrupto, constituido por calizas jurásicas, y que la erosión actual ha exhumado en una extensa área al oeste de Belchite. Hacia el borde de la depresión el Mioceno detritico se adelaza y a la vez recubre parcialmente el Mesozoico de esta zona marginal de las Cadenas Ibéricas.

1.10.3 Otros afloramientos terciarios

En Ibdes y Campillo de Aragón existen los conglomerados y margas detriticas marginales, probablemente aquitanienses, pertenecientes al extremo oriental de la depresión de Almazón o Duero.

Entre Adobes y Tordellego hay una cubeta sinclinal rellena de conglomerados y margas terciarias que forman una serie comprensiva del Paleógeno al Mioceno, con una discordancia intraformacional.

La depresión del Jiloca, entre Calamocha y Villafranca del Campo, probablemente posee un relleno mioceno importante; pero los afloramientos son muy escasos y siempre marginales, pues están cubiertos por gravas cuaternarias. Igualas circunstancias se dan en la depresión Cubel-Gallocanta y en la de Torruera-La Yunta.

Los conglomerados de la vertiente sur de la Muela de San Just, que llegan a recubrir la terminación septentrional del anticlinal de Aliaga, son indudablemente paleógenos y están muy plegados junto con el Cretácico. Encima de los mismos descansa otra formación conglomerática discordante que se extiende por el valle del río Aliaga y los pueblos de Jarque, Cobatillas, etc., atribuible al Mioceno.

1.11 EL CUATERNARIO

1.11.1 El Villafranquense

En todo este sector de las Cadenas Ibéricas existen extensas formaciones de gravas y brechas calcáreas o siliceas, según los casos, a veces de cierta potencia, que revisten algunas superficies de erosión, glacis o pediments, cortadas sobre terrenos muy variados. Por su disposición y colorido rojizo, se podrían referir a las rañas de la meseta extremeña y de tantos otros lugares del interior de la Península. Se trata de las graveras que recubren la depresión del Jiloca, entre Calamocha y Concad; las que recubren también los flancos de los macizos paleozoicos, en Gallocanta, flanco Norte de Sierra Menera, hacia Molina de Aragón, y las que revisten los glacis del campo de Cariñena y al este de Belchite. Estas gravas en algunos lugares se pueden confundir por su composición con los conglomerados terciarios infrayacentes; y por esta razón, en algunas áreas no trabajadas detalladamente no han sido separadas ambas formaciones.

Ahora bien, en Caudé (ver Hoja núm. 47, «TERUEL») las gravas del Jiloca recubren el Pontiense bien datado. Por otra parte, recientemente se ha descubierto en la Puebla de Valverde un yacimiento de vertebrados Villafranquense (CRUSA FONT, HARTENBERGER y HEINTZ, 1964) enclavado en unas gravas de naturaleza y posición geomorfológica muy parecidas a las que poseemos en la presente Hoja. Obsérvese además que este Cuaternario antiguo está desligado de la red fluvial actual (claro está, cuando ésta se halla encajada). Por lo tanto, la edad villafranquense nos parece aceptable con los argumentos que tenemos. Desconocemos las posibles relaciones con el Plioceno. ¡Piénsese que este sistema es uno de los pocos que faltan en la Hoja núm. 40!

1.11.2 El Cuaternario

En el valle del Jalón y demás afluentes del Ebro se pueden encontrar terrazas escalonadas y revestidas por gravas poligénicas, más o menos cementadas. En la depresión del Ebro son terrazas-glacis que no han sido estudiadas sistemáticamente y carecemos, por lo tanto, de criterios de datación.

Al Cuaternario reciente hay que referir muchos depósitos de fondo de valle, berrocales o canchales, muchos de ellos funcionales, que recubren muchas vertientes; otros están fijados y pueden ser relacionados con fases climáticas más frías con intensa solifluxión. Lo mismo diremos para muchos conos de deyección y tobas calcáreas.

Merecerían un estudio aparte los depósitos lagunares que se están formando actualmente en la laguna endorreica de Gallocanta, donde se forman sales como la halita, epsomita, mirabilita y carbonatos. Existen en la zona de El Pedregal varias paleolagunas arcillosas, recubiertas por graveras cuaternarias.

2. TECTONICA

Dentro del marco de la Hoja núm. 40 podemos distinguir las unidades estructurales siguientes:

- a) Rama Castellana o Interna de la Ibérica, situada en el ángulo SO. de la Hoja, compuesta por la Sierra de Calderos y Sierra Menera. Montes de Ateca.
- b) Depresión de Calatayud-Montalbán, rellena de Terciario continental. Depresión de Calamocha-Teruel.
- c) Rama Aragonesa o Externa de la Ibérica. Dentro de ésta podemos distinguir la estructura de los macizos hercinianos; Sierra de Vicort, Algairén; de Cucalón; macizo de Montalbán.
Estructura del Mesozoico y Terciario al este del Jiloca.
- d) Depresión del Ebro. En superficie, el Terciario de esta zona no presenta estructuras notables, salvo en los afloramientos de Paleógeno y los manchones del substrato del Terciario.

Es un hecho comprobado por todos los autores que han tratado de la Cordillera Ibérica la superposición de dos pisos estructurales: el piso herciniano y el piso alpidico, separados ambos por la discordancia pre-triásica. En los macizos paleozoicos, como se verá a continuación, las estructuras adquiridas por una y otra orogénesis son difíciles de diferenciar, y ello ha dado lugar a confusión de estilos tectónicos. En las áreas ocupadas por terrenos mesozoicos, la estructura alpídica de la cobertura a menudo interfiere con las propias del basamento paleozoico, especialmente las cortantes, que, a menudo, vuelven a jugar.

1. Estructura de los macizos hercinianos

Según LOTZE (1929), la estructura herciniana tiene un estilo sajónico o de plegamiento y fractura. Los ejes de plegamiento se alinean preferentemente de NNO. a SSE., o mejor, de NO. a SE.; es decir, sensiblemente paralelos a los arrumbamientos del plegamiento alpino. Este ángulo de divergencia que puede ser bastante abierto, unos 40° en Albarracín, se hace mucho menor hacia el norte, siendo de 10 a 30 en el Paleozoico de Calatayud. Casi todo el conjunto paleozoico de la Hoja núm. 40 queda en la zona situada al NE. de la «divisoria de vergencias» que, según LOTZE, va de Ateca a Albarracín. Esta importante línea del conjunto herciniano peninsular se caracteriza estructuralmente por los pliegues verticales y simétricos. Hacia los macizos paleozoicos que limitan por el SO. la depresión del Ebro; en cambio, la vergencia es netamente hacia el NE., y los empujes de cabalgamiento y traslaciones lo han sido en igual sentido. Hacia el interior de la meseta la vergencia es opuesta. Todo el conjunto está suavemente arqueado, presentando la concavidad hacia el SO. Siguiendo la opinión de LOTZE, la mencionada divisoria de vergencias ha condicionado el reparto de los distintos sistemas paleozoicos, dando carácter geanticlinal o de

pliegue de fondo a la misma. Sobre ella afloran los terrenos más antiguos: Precámbrico y Cámbrico en el Jalón, y sucesivamente Ordovicico, Silúrico (Sierra de Herrera), Devónico (Nogueras) y Carbonífero (Montalbán) hacia el este. Obsérvese, asimismo, que por el otro flanco, hacia el Este, no afloran terrenos más antiguos que el Ordovicico (Sierras de Albarracín y Menera).

La estructura de los macizos paleozoicos del valle del Jalón y Jiloca queda reflejada en los cortes de LOTZE (1929, figs. 15 y 29) entre Huérmeda y Paracuellos, y el de Daroca-Badules Sierra de Herrera. Interesa conocer la modificación ulterior de LOTZE (1956, fig. 5), así como los mapas de detalle del mismo autor y SCHMIDT-THOMÉ, y la rectificación propuesta por M. JULIVERT (1954, fig. 2). Según este último autor, la orogénesis hercíniana originó estructuras de flexuras y plegamientos muy poco apretados. Cerca de Calatayud y de Daroca, el Paleozoico buza constantemente hacia el SO, y mantiene una característica de cierta tranquilidad tectónica. Véanse los cortes del propio LOTZE: el perfil de la Sierra de Pardos, desde el Jiloca a Valconchán y Santed (fig. 13); y el de Badules-Fombuena-Luesma-Sierra de Herrera (fig. 27), en la que el buzamiento de las capas, suavemente onduladas, es hacia el NE.

Ahora bien, volviendo a las figuras 15 y 29 del referido autor, se puede apreciar que esta sencillez relativa no fue reconocida por LOTZE, ya que interpretó como hercíniano un conjunto de cabalgamientos de edad alpídica, con importante componente de traslación horizontal. RICHTER y TEICHMÜLLER (1933) al estudiar el conjunto de las Cadenas Ibéricas Aragonesas ya se dieron cuenta de la edad de estos accidentes cabalgantes que afectaban a la cobertura mesozoica e incluso al Terciario. Estos cabalgamientos afectan a la fosa de Morés y a la de Calatayud-Montalbán. Actualmente vemos el conjunto como una estructura imbricada de dos unidades, no tres, como pretendía LOTZE, y dos cobijaduras alpídicas de relativa importancia; pues van acompañadas de milonitas, esquistosidad y demás fenómenos de dianometamorfismo. Téngase en cuenta que la discordancia Cámbrico-Precámbrico fue interpretada como una cobijadura más del conjunto hercíniano que estamos tratando. Fallas transversales de desgarre, arrumbadas al NNE, fraccionan en bloques los macizos paleozoicos, y en ellas se han producido con frecuencia mineralizaciones, algunas de interés económico; por ejemplo, las baritinas de Morata.

El cabalgamiento de Daroca fue interpretado por LOTZE como una estructura de compresión hercíniana; y la cobijadura de la Mina de Daroca, como un pseudocorrimiento originado por una sedimentación miocena en nichos bajo las paredes de la dolomía de Ribota. JULIVERT (1954), mediante una cartografía de detalle, avalada luego por las de BOMER (1956) y FREUDENTHAL (1963), demostró que el mencionado accidente era en realidad una falla cabalgante, de traslación superior a los 500 m. en la que el Cámbrico, sobre el que está el Castillo de Daroca, recubre el Mioceno. La superficie de cabalgamiento está deformada. FREUDENTHAL, gracias a los descubrimientos de fauna, encontró que en Villafeliche el Cámbrico recubría las «capas de Valdemoros», de edad Burdigaliense, datadas allí mismo con vertebrados, y a su vez dicho accidente era fosilizado por las «capas de Arroyo». Es decir, se deduce de todo lo indicado que las fases de compresión pudieron dejarse sentir durante las distintas orogénesis señaladas en el capítulo anterior; pero la última, la que produjo el cabalgamiento de Daroca, es post-burdigaliense y pre-vindobonense. Un cabalgamiento del

Paleozoico sobre el Mioceno puede observarse en la carretera Nacional 2, cerca del Puerto del Frasno.

La unidad Sierra de Herrera, compuesta por los sistemas del Cámbrico al Devónico, ambos inclusive, se extiende desde las sierras de Vicort y Herrera hasta el macizo de Montalbán. Esta unidad vecina de la depresión del Ebro está fuertemente replegada. La tectónica secundaria está en relación estrecha con las cobijaduras. En general, los repliegamientos se debilitan hacia el este.

El macizo de Montalbán aún está por estudiar tanto tectónicamente como cartográficamente. Aparte de los fenómenos sinsedimentarios señalados y la estratigrafía del conjunto carbonífero, se desconoce el detalle de la estructura y las posibles relaciones con el Devónico de la parte occidental, aunque en conjunto aparece como un anticlinorio.

Volviendo a la zona del Jalón, la unidad de Badules cobija a la de Herrera, según un plano muy tendido, estudiado con detalle en Badules; y a la vez lo es por la unidad de Bámbola, que es la más occidental y alargada de todas ellas.

Las montañas paleozoicas de Ateca, Sierras de Pardos y Santa Cruz, constituidas por el Cámbrico Medio, Superior, y el Ordovicico, están replegadas regularmente y sin vergencia. Entre Ateca y Alhama no hay ningún anticlinal con ondulación secundaria. Más al oeste, en Bubierca, el núcleo de un sinclinal presenta señales de empuje unilateral hacia poniente.

En el ángulo SO. de la Hoja tenemos la Sierra Menera. LOTZE la describe como «un anticlinal sajónico, situado en la prolongación de la zona de Aragón-cillo (Hoja núm. 39), cuyo flanco O. tiene una inclinación muy pequeña...», mientras que el flanco NE. se presenta muy inclinado, tanto que incluso puede ser desgajado y forma una línea de cabalgamiento. Aunque no tenemos las conclusiones de la tesis de VILLENA, éste señala dos frentes de cabalgamiento paralelos; uno, interno, afecta a dos bloques paleozoicos; el otro, paralelo al anterior, y arrumbado de NNO. a SSE., constituye el abrupto montañoso volcado hacia el este encima del Triásico y Jurásico. Hay fallas de desgarre oblicuas a las primeras, que recortan el macizo en numerosos bloques. Esas fallas inversas han favorecido las mineralizaciones de hierro de Ojos Negros.

2. Estructura de las cadenas alpidicas

Evidentemente, las Cadenas Ibéricas están integradas en dos pisos estructurales superpuestos; por un lado tenemos el «zócalo» individualizado a partir de las estructuras preestefanienses o prewestfalienses (según los casos), es decir hercinianas. Por otro, su revestimiento o cobertura, que englobaría el conjunto de las formaciones carboníferas y pérmicas discordantes, y el Secundario más el Paleógeno.

Tenemos que el zócalo no ha reaccionado de modo homogéneo en el momento de producirse los esfuerzos de deformación en el Terciario: éste, como material inerte, se ha fraccionado en compartimentos según fallas de desgarre y cobijaduras, dando lugar a movimientos de bloques. Así vemos cómo la mayor parte de los macizos hercinianos emergidos, a modo de horsts, tienen, en su flanco nordeste y este, una importante dislocación de carácter cabalgante: Sierras Menera, sierras de la zona del Jiloca y Jalón.

El revestimiento, por su lado, no constituye un nivel estructural homogéneo. Podemos distinguir: un «tegumento», que tectónicamente es una formación sedi-

mentaria discordante y adherida al zócalo, sin posibilidad de ser arrancado por los esfuerzos tectónicos; así tenemos el Carbonífero o el Butsandstein discordantes, que casi siempre recubren y flanquean los macizos paleozoicos (véase el macizo de Montalbán). Encima, está bien desarrollado un nivel plástico, o varios, constituidos por los niveles arcillosos del Triás Medio y Superior: el Röt, el enigmático «Tramo rojo intermedio» (si existe), el Keuper, constituyen niveles de despegue y deslizamiento del revestimiento suprayacente, constituido por el Jurásico, Cretácico y Paleógeno, en los que la heterogeneidad litológica y su mayor competencia hacen de ellos una unidad que se ha plegado con independencia del zócalo, dando estructuras de cobertura caracterizadas por una importante desarmonía entre zócalo y cobertura. Así tenemos, de modo general, en este sector de la Ibérica, y como constitutivos de un estilo pirineo-alpino, los siguientes tipos estructurales: 1. Pliegues de fondo, o de gran radio, interesando el zócalo, como los de Sierra Menera, macizo de Montalbán, etc. 2. Pliegues de revestimiento afectando al tegumento en los que las estructuras guardan estrechas relaciones con el zócalo. 3. Pliegues de cobertura, caracterizados por el antedicho despegue disarmonico, los cuales pueden evolucionar a una tectónica gravitacional, o de deslizamiento y plegamiento por gravedad; o los despegues ocasionados por fallas de desgarre del zócalo.

El Keuper puede haber influido migrando, especialmente allí donde hay importantes masas salinas. Aunque aquí no es muy potente como para originar domos salinos, puede manifestarse en forma de pliegues diapiricos incipientes, o de náculo perforante como los observados en Albarracín, o los fenómenos observados en Segura de Baños y en Utrillas.

Finalmente, existe una verdadera herencia estructural de la cobertura. Hay indudables analogías entre la orientación de las estructuras hercianas y las pirineo-alpinas. Es un hecho cada vez más comprobado en la Ibérica central y oriental la existencia de interferencias de sistemas de pliegues que afectan a la cobertura. Posiblemente tales interferencias constituyen la repercusión en superficie de las alineaciones tectónicas hercianas; especialmente las de fracturas y fallas de desgarre. Véase lo que hemos dicho en la parte de Albarracín de la Memoria de la Hoja núm. 47.

Los cabalgamientos con fuerte empuje y traslación hacia el NE., afectan tanto al Paleozoico como a la cobertura. Cuando ésta era muy delgada o había desaparecido por erosión en las fases prealpinas, como ocurre en el área del Jalón, los cabalgamientos afectan sólo al Paleozoico, como ya se ha hecho notar en el apartado anterior. De ahí vinieron las confusiones al atribuir a la orogénesis herciana esta clase de accidentes y darle un estilo tectónico que nunca tuvo.

La depresión de Calatayud-Montalbán. Se trata, en la parte NO. de la misma de una depresión emplazada en un conjunto de bloques paleozoicos deprimidos durante el Terciario y llenos de sedimentos miocénicos. Su evolución, como indica JULIVERT (1954), está íntimamente ligada a las características de la «Rama Aragonesa», vergente al nordeste. La depresión, o mejor fosa tectónica, ha sido esbozada como consecuencia de dos o tres fases orogénicas del Terciario que han fragmentado el zócalo paleozoico a lo largo de accidentes longitudinales, individualizándose dos áreas levantadas marginales, separadas por otra hundida. En su flanco NE., y nos referimos a la parte de la fosa recorrida por

el Jiloca, la fosa está constituida por un sistema de fallas normales o de distensión en relevo que hunden la depresión. Este sistema dejó de moverse antes del depósito de las evaporitas de Calatayud y material detrítico marginal del Miocene Medio y Superior. El borde opuesto, como bien se aprecia en los cortes de BOMER (1956), encierra características diferentes. Hacia Daroca, el Miocene de la depresión aparece basculado hacia el NE., tendencia que se ha mantenido incluso después del depósito, y que fue motivo de la asimetría de facies citada anteriormente en el capítulo sobre el Miocene. El cabalgamiento del Cámbrico sobre el Miocene de Daroca hay que interpretarlo como un fenómeno de compresión vergente al NE. de bloques paleozoicos empujados encima del Miocene (fase post-burdigaliense y previndoboniense), y seguidos inmediatamente de una fase de distensión, con hundimiento según fallas normales, de los bloques meridionales al cabalgamiento. Las primeras fases orogénicas en esta área producirían un abombamiento con intensa erosión de la cobertura mesozoica, seguida de fase de distensión con esbozo de la fosa de hundimiento. En la zona de Ateca, como dice JULIVERT, puede hablarse de una verdadera fosa tectónica, cuyas líneas de fractura han sido fosilizadas por el Miocene Alto.

Hacia el SE., rebasada Calamocha, la depresión de Calatayud-Montalbán adquiere una estructura algo distinta. Ella viene condicionada tanto por los materiales que la rellenan como por la tectónica de las zonas vecinas. No creemos que la parte NE. de la depresión, en Daroca, ésta encierre la serie paleógena; en cambio, en Montalbán está demostrado que sí. De modo que el extremo SE. se esbozó ya durante la primera fase de plegamiento, de edad pre-estampiense, como ya se apuntó al hablar del Paleógeno y referirnos a la discordancia progresiva de Montalbán. Durante esta fase, el macizo paleozoico de Montalbán se levantó llevando la cobertura hasta la vertical, e incluso invirtiéndola, dando lugar a cobijaduras, con empuje aparente hacia el sur. Los estratos detríticos del Estampiense fosilizan este accidente, de modo que no ha vuelto a jugar. Fue la fase pre-aquitaniense la que produjo el cabalgamiento, tantas veces descrito de Utrillas, con empuje de la Muela de Montalbán hacia el norte, cobijando los conglomerados estampienses de la depresión de Montalbán. Se trata, pues, de una curiosa estructura sinclinal estrujada por dos fases de plegamiento con traslaciones, por lo menos locales, de signo opuesto; es una fosa sinclinal en forma de petaca.

La Zona entre las Sierras de Pardos-Santa Cruz y Sierra Menera está constituida esencialmente por materiales mesozoicos plegados y revestidos, en grandes extensiones, por mantos detríticos recientes. El reborde norte, en contacto con el Cámbrico, entre Alhama de Aragón, Nuévalos, Codos y Gallocanta, constituye una línea de fractura profunda; un pliegue falla vergente al SO., que ha dado lugar a los replegamientos de la cobertura tan visibles en Alhama y Codos, rigurosamente paralelos al accidente, es decir de NO. a SE. La zona comprendida entre esta fractura y el borde NE. de la Sierra Menera está más suavemente plegada. Igual ocurre en el flanco opuesto de la misma Sierra. Es de notar, como hace J. VILLENA, la presencia acusada de pliegues pertenecientes a dos sistemas que se entrecruzan en un ángulo muy abierto. Aunque la dirección dominante es la NO.-SE., los ejes de NNE.-SSO. o NE.-SO. se presentan con frecuencia; véanse, por ejemplo, los anticlinales de Traid, y el del Caserío de Grisema,

en el río Piedra. Según VILLENA, el sistema NE.-SO. es el más antiguo, y podría ser engendrado por movimientos de bloques del zócalo a lo largo de fallas de desgarre.

La tectónica post-miocena ha jugado un importante papel en la zona ocasionando deformaciones acusadas de la penillanura fini-pontiense que recorta todas las estructuras de plegamiento, las extensas parameras están recubiertas parcialmente por derrubios recientes terciarios y villafranquenses; también ha dado lugar al levantamiento de antiguos bloques paleozoicos, como son los de Sierra Menera y los de Albarracín. Como fenómeno de signo opuesto tenemos las fallas recientes, en relevo, y dirigidas de NO. a SE., que han originado el importante gradenio de bloques con descenso hacia la depresión del Jiloca, entre Calamocha y Teruel. En nuestra opinión, la Depresión de Calamocha-Teruel es una zona deprimida durante el Mioceno, según un sistema de fallas normales, y en relevo, que en parte se llenó de Mioceno, pero está enmascarada casi totalmente por los mantos de gravas villafranquenses.

La zona al este de la Depresión del Jiloca. Esta zona, centrada en Montalbán y Utrillas-Aliaga, posee un atractivo geológico particular: una tectónica muy móvil, unas series estratigráficas fosilíferas, completas, y con numerosos cambios laterales de facies, un encajamiento profundo de la red fluvial que proporciona al estudiante y al investigador afloramientos continuos y espectaculares. No es de extrañar, pues, que en ella los trabajos, tesis y tesinas se acumulen y se superpongan: citemos las cartografías de FALLOT y BATALLER (1927), la de RICHTER y TEICHMULLER (1933), los trabajos de HAHNE (1933), RIOS y ALMELA (1951), MOULIN (1960), MEKEL (1967), BERGER (1965), SACHER (1966) y su tesis inédita; CANÉROT (1969), y, finalmente, la síntesis cartográfica, realmente magnífica, de MARIN (I. G. A. L., París), además de las tesinas de CHAPEROT, ROWLAND y DERRÉAL, entre otras, que hemos podido consultar (I. G. A. L., París)...., y a esto cabe añadir las detalladas cartografías realizados por los geólogos petroleros A. GARRIDO y J. RIOS (E. N. P. A. S. A., Zaragoza) y esbozos cartográficos al 1:50.000, dirigidos por R. BRINKMANN, por encargo de CIEPSA y DEILMANN-BERGBAU, y sintetizada, en parte, en la nota de BRINKMANN (1960-1962).

La zona comprendida entre Obón-Alcorisa y Aliaga-Villarluengo ha sido sintetizada en una nota reciente de CANÉROT (1969), de la que sacamos la división en tres partes o zonas de tectónica sensiblemente distintas.

1. «Zona septentrional»: Obón-Crivillén-Los Olmos, que encierra amplios pliegues simétricos (sinclinal de Obón-Crivillén, anticinal de los Olmos, etc.).

2. «Zona central» de Las Parras de Martín-Montalbán-La Cañadilla-Alcorisa, compleja zona dotada de pliegues apretadas y vergentes al norte y accidentes cabalgantes.

3. «Zona meridional» de Aliaga-Ladruñán, que presenta pliegues verticales de gran radio, casi sin vergencia.

BINKMANN (1960-1962), en su síntesis, hace notar la interdependencia entre la historia sedimentaria y el desarrollo tectónico de la región. Compara la cubeta fuertemente subsidente del Maestrazgo con la de Cameros durante el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior. Hace notar que en ellas la tectónica interna es tranquila, con suaves ondulaciones y fracturas poco importantes; mientras

que en las áreas periféricas se encuentran afectadas por plegamientos intensos. En el esquema de BRINKMANN los ejes de plegamiento parecen rodear esta área que tuvo fuerte subsidencia; por esta razón, tenemos en Aliaga pliegues de componente norte-sur. Al norte de la misma, en el Bajo Aragón, tenemos pliegues de componente NO.-SE., que van inflexionándose hacia el este para colocarse ya en Alcorisa en dirección NE.-SO., para empalmar con las Cordilleras costeras Catalanas.

Siguiendo a CANÉROT, la zona central de Montalbán está constituida por un pliegue de fondo, con núcleo paleozoico, que ha ido jugando repetidamente durante la sedimentación del Cretácico y Paleógeno; la cubierta del zócalo se pliega según ejes paralelos NO.-SE., dominantes en el borde de las Cadenas Ibéricas Aragonesas. Accidentes longitudinales, con vergencias «anomalias» en el flanco S. de accidente del zócalo, complican esta estructura sin que hayan mediado grandes despegues de la cubierta sobre el zócalo; es decir, en opinión del referido autor, se trataría de una tectónica de «revestimiento». En la misma zona se colocarían las dislocaciones alineadas por Las Parras de Martín-La Cañadilla-Alcorisa; en esta banda las estructuras de plegamiento son violentas, agudas, vergentes al norte y cabalgadas, con desplazamientos no despreciables hacia el norte y también hacia el este (cabalgamiento de La Cañadilla-Montoro de Mezquita). Muchos anticlinales poseen un núcleo de Keuper perforante, lo cual denota un despegue de la cubierta con respecto al zócalo y a su tegumento de Buntsandstein, que nunca afloran. Interpretación de estos hechos: tenemos dos zonas con tectónica de pliegues de gran radio, separadas por otra central de pliegues violentos, despegues y cabalgamientos dirigidos al norte. Hay que pensar en el desarrollo paleogeográfico de la región. La zona central coincide con los umbrales sedimentarios, cuyos ejes pasan por el macizo de Montalbán y por el de Ejulve-La Zoma-Molinos; contra los que la cubierta despegada y corrida hacia el norte quedó retenida y frenada por la subida del zócalo, la brusca disminución de potencias y reducción de niveles estratigráficos.

Ahora bien, más al norte de la zona que acabamos de reseñar vuelven a aparecer bandas con replegamientos y cabalgamientos en Oliete y Ariño, respectivamente, cuyo origen podría paralelizarse con las situaciones más al sur. ¿Se trata igualmente de antiguos umbrales situados ligeramente al norte de las líneas de cabalgamiento? Desconocemos si hay observaciones que apoyen esta hipótesis de trabajo.

En la zona del Bajo Aragón se presentan varias alineaciones de estructuras cabalgantes arqueadas, con la concavidad mirando al sur. Citemos el arco La Ginebrosa-Molinos-Ejulve; y el otro concéntrico, y más al norte, de Cañada-Alcorisa-Gargallo (véase la Hoja núm. 41); y más próximo tenemos el arco cabalgante de Montoro de Mezquita-Castel de Cabra-Utrillas-Las Parras de Martín. En nuestra opinión, se trataría de deslizamientos por despegue de la cubierta empujada hacia el norte.

Es preciso anotar otro hecho notable. Entre Aliaga y Villarluengo existe una zona de interferencia de pliegues con ejes de norte a sur (eje anticlinal de Aliaga-Villarroya de los Pinares, etc.) y pliegues orientados en general de ONO.-ESE., que dan lugar a fenómenos de interferencia realmente espectaculares. FALLOT y BATALLER (1927) ya revelaron su existencia y manifestaron la opi-

nión de que ambos sistemas se plegarian de manera simultánea. HAHNE (1930) expuso la misma opinión. No obstante, no se cree que la cuestión esté resuelta, pues examinando detalladamente la disposición del plegamiento, y sobre todo la de los conglomerados que rodean la terminación periclinal del anticlinal de Aliaga, parece pensar (según observaciones de VILLENA y RIBA) que los ejes norte-sur son de desarrollo más antiguo que los de componente ONO.-ESE.; en la zona de Molina de Aragón, J. VILLENA tiene igualmente argumentos para apoyar una no simultaneidad de desarrollo de los plegamientos pertenecientes a ambos sistemas. Se desean aportar más pruebas para dejar la cuestión en una nota próxima a aparecer, relacionada con la tectónica de Aliaga.

Hacia el nordeste de la Hoja se pasa adentrándose a la depresión del Ebro. Los «placages» de conglomerados miocénicos discordantes sobre estructuras bastante atormentadas del Mesozoico y Terciario Inferior, van enmascarando progresivamente el substrato hasta desaparecer totalmente, y la erosión no ha podido exhumarlo. Ya se ha hecho notar, para la parte occidental de la Hoja, la existencia de una importante superficie de erosión fini-miocena que arrasó las estructuras de plegamiento; en el Maestrazgo también existe (obsérvense las parameras calcáreas de Aliaga), y sobre ella quedan retazos de la cobertura miocena discordante, de tipo conglomerática. Ahora bien, como ya vio BIROT, una tectónica post-miocena deformó el bloque del Maestrazgo y lo falló determinando una gradería de bloques con descenso de las altas parameras de Aliaga, Villarluengo, etc., a la depresión del Ebro. Estas alineaciones de fallas de descompresión recientes, que sepamos, no están aún bien estudiadas.

3. SINTESIS EVOLUTIVA

PRECAMBRICO

Depósito de argilitas de las «Capas de Paracuellos» en la zona del Jalón y las «Filitas de Anguiano». No se registran en éste las tillitas de Narcea. No aflora en esta Hoja.

~ Plegamiento precámbrico. Discordancia de la fase asintética, no registrada, o no probada en la Sierra de la Demanda.

CAMBRICO

Sedimentación marina; generalmente carácter transgresivo en el Cámbrico Inferior y Medio; regresivo en el Superior de carácter flysch en la Demanda y Jalón. Grandes masas de sedimentos procedentes del SE, durante el Cámbrico Inferior y Medio; idem procedentes del NE, en el Cámbrico Superior.

~ Plegamiento suave pre-tremadocense en la Demanda; pre-skiddawense en el Jalón de fase sarda. Hiato sedimentario en el Jalón por falta de Tremadocense.

ORDOVICICO

Depósitos que se inician con conglomerados, tanto en el Tremadocense de la Demanda, como en las Cuarcitas armoricanas del resto, constituyendo un ciclo de transgresión, seguido por regresión en el paso al Silúrico. Depósitos pelágicos en el área peninsular SO., litorales en el NE.

SILURICO

Nuevo ciclo, iniciado con el depósito de formaciones detriticas; seguido por las pizarras ampelíticas y terminado con una potente serie lutítico-areniscosa. Sin solución de continuidad se pasa al

DEVONICO

No hay influencias evidentes de la orogénesis caledoniana. Serie completa del Devónico al Eifelense, de tipo marino rítmico; sedimentos alternantes, calcáreos, de facies herciana y alternando con depósitos arenosos de aguas someras de facies renana, lo cual indica ritmos en la subsidencia y suministro de materiales detriticos. Al parecer, a partir del Eifelense, se inicia una laguna sedimentaria. Las relaciones entre el Devónico y el Carbonífero de Montalbán aún están por estudiar.

CARBONIFERO

Montalbán: Serie de 960 m. lutítico-arenosa y flysch, que abarca parte (?) del Carbonífero Inferior, Namuriense y Westfaliense A; facies marina de un surco eugeosinoclinal, con manifestaciones magmáticas ácidas frecuentes, turbiditas, deslizamientos submarinos, etc. Depósitos sin- y pre-orogénicos.
~ Plegamiento prewestfaliense B (fase palentina y/o astúrica). Molina: Estefaniense Superior, discordante (140 m.); compuesto por tuff, argilitas, areniscas y calizas silíceas. Facies continental lagunar, restos de plantas *in situ*, silicificadas, con el aparato radicular y paleosuelos.
~ Plegamiento en Molina: pre-estefaniense C; es probable sea contemporáneo de la fase palentina o/y astúrica, como en la Demanda; y el flysch de Montalbán corresponde a la época de relleno del eugeosinoclinal.
~ Suave discordancia post-estefaniense. Fase urálica o saólica.

PERMICO (?)

No hay afloramientos probados en la Hoja. Pero, en Molina hay: Sedimentos rojos, compuestos por argilitas, areniscas, piroclastos y tuffs volcánicos, de tipo ácido. Volcanismo de igual tipo ácido en Albarracín, Riba de Saelices y Luzón (pórfidos cuarcíferos). Edad pérmbica no probada paleontológicamente.

~ Suave discordancia; fase palatínica. Período de intensa denudación de los macizos hercianos y formación de la penillanura petriásica. Cuando no hay el Pérmico, que es el caso más generalizado, la bidiscordancia pretriásica es muy acusada.

TRIASICO

Da comienzo (Buntsandstein) con depósitos rojos de conglomerados y areniscas fluviales-costeras, con los que se prepara la transgresión epicontinental del Muschelkalk (con una pulsación regresiva en el Muschelkalk Medio) y termina con el depósito lagunar evaporítico del Keuper; seguido de las carniolas. Ciclo sedimentario completo.

~Al finalizar el Keuper; y probablemente en el Retiense, movimientos epírogenicos de la fase cimmérica afectan a la banda móvil Trasobares-Morata-Almonacid, dando lugar a erosión del Trias y depósito por slumping de masas de brechas calcáreas, de gran espesor.

JURASICO

En el Retiense se inicia el ciclo sedimentario del Jurásico Inferior y Medio. Transgresión marina, procedente del SE, que invade el surco ibérico hacia el NO.; mar epicontinental. Facies neríticas calcáreas, dolomíticas en la base, y que se hacen lutíticas en el Toaciense; vuelve la sedimentación calcárea, con un episodio sílico, para terminar el ciclo sedimentario en el Calloviano Superior con una oolita ferruginosa; un breve hiato, y nuevamente se inicia en régimen transgresivo el depósito de calizas, seguido de margas piritiferas y potentes oolitas del Oxfordiense y quizá base del Kimmeridgense. En la parte superior hay muchas variaciones de facies. Puede iniciarse el depósito continental de facies Weald.

~Extensa laguna sedimentaria que comprende quizá todo o parte del Portlandense hasta la base del Albense. En la parte occidental se registran en la región movimientos suaves de plegamiento y erosión de fases pre-neocomienses (neocimbrica). A partir del Kimmeridgense se producen movimientos epírogenicos dentro del área sedimentaria con formación o esbozo de umbrales en las zonas de Ateca y Montalbán-Ejulve.

CRETACICO INF.

Continúa la sedimentación weáldica, y ésta se extiende por una gran parte de la Ibérica, especialmente en las zonas orientales de la misma, al E. de la línea Agreda-Molina-Teruel-Castelfabib-Cuenca. Continúan los movimientos epírogenicos.

Transgresión marina, procedente del este. Se extiende, en facies neríticas, calcáreo-detriticas, durante el Barremiense Superior a la base del Albense, hasta una línea costera que pasaria por Belchite-Teruel-Castelfabib-Cañete.

~Al finalizar esta transgresión e iniciarse la regresión se producen movimientos suaves de plegamiento de fase austriaca, especialmente intensos en la base del Albense. Se prefiguran las principales estructuras alpidicas, acompañadas de erosiones y depósito en los surcos sinclinales.

Depósito de la formación Utrillas (Albense), de facies fluvial-deltaico-coster, que precede siempre al depósito marino de la transgresión cenomaniense.

CRETACICO SUP.

Transgresión marina que invade prácticamente todo el ámbito sedimentario de la Ibérica; con depósitos carbonatados y margoso-detriticos, en facies epicontinentales, que se prolongan hasta el Senonense Superior en la mitad oriental; o se interrumpen antes (Santonense ?) en la occidental, con lo cual se inicia la regresión, con facies detritico-lagunar continental (facies garum-nense), que ya se prolonga sin interrupción durante el

PALEOGENO

Depósitos conglomeráticos y detriticos en general, arcillosos rojos que se depositaron simultáneamente con las primeras fases del plegamiento alpico, tanto en la depresión de Calatayud-Montalbán, como en los rebordes de las tres principales depresiones: Ebro, Tajo y Duero (Almazán) y cubetas sinclinales interiores.

~Fases de plegamiento intrapaleógenas. En Montalbán se ha podido datar una pre-estampiense (fase pirenaica) y otra post-estampiense-pre-aquitanense (en Montalbán y Alhama) (fase helvética). Durante estas fases se esbozan las fosas tectónicas, que al estar sometidas a fuerte subsistencia y estando cerradas por los macizos vecinos en plegamiento, se mantiene en ellas el depósito de formaciones evaporíticas en régimen continental endorreico.

MIOCENO

Depósitos continentales en cuenca endorreica tanto en el Ebro, Tajo y Duero, como en las depresiones internas (Calatayud-Montalbán, Teruel-Ade-muz), que descansan en discordancia angular sobre el Paleógeno (Oligoceno) plegado (criterio corriente para la separación estratigráfica). Evaporitas (yesos, halita, etc.) en el centro de las cubetas; materiales carbonatados, arcillosos en posición periférica, detriticos en los bordes.

~En la fosa de Calatayud, después del Burdigaliense, y antes del Vindoboniense, se registra una fase de compresión que da lugar al cabalgamiento de Daroca. Posiblemente sea correlacionable con las deformaciones y cabalgamientos registrados en La Rioja.

Depósitos predominantemente carbonatados y yesíferos caracterizan el final (Vindoboniense-Pontiense) del depósito Mioceno (con los materiales detriticos en muchos rebordes). El cambio vertical, de evaporitas a calizas, puede ser atribuido a una humificación del clima, cosa que no coincide con los datos paleontológicos, que tienden a admitir un clima árido, tipo sabana; o quizá mejor al paso de endo a -exorreísmo, con evacuación de las sales solubles al mar; cosa que pudo haberse facilitado con la elaboración de extensas superficies de erosión (superficie finimiocena, general en casi toda la Ibérica). La calma diastrófica es completa en toda la Ibérica.

PLIOCENO + CUATERNARIO

~Fases de deformación post-pontienses han dado lugar al rejuego de los bloques paleozoicos (Ateca, Sierra Menera, Montalbán, etc.), levantándose a modo de horsts y hundimiento de la depresión de Teruel. Deformación de la penillanura finipontiense. Débil plegamiento del Mioceno en la depresión de Teruel.

Desarrollo de grandes piedemontes y glacis durante el Villafranquense. Encajamiento de la red fluvial; desmantelamiento de las grandes cubetas. Durante las fases de estabilidad climática y erosiva se originan las superficies de aplanamiento parciales cuaternarias, con la formación de terrazas fluviales-glacis de erosión, revestido de mantos de gravas.

Desarrollo de canchales y block-gletscher durante los episodios fríos del Cuaternario. Desarrollo de turberas; idem de tobas calcáreas.

B I B L I O G R A F I A

Consultada y reciente de la Hoja núm. 40, «Daroca».

- AGUILAR, M.; RAMIREZ DEL POZO, J., y RIBA, O.—Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel). Est. Geol. (en prensa).
- ALASTRUÉ, E.—Bibliografía geológica de la provincia de Zaragoza. Rev. Ac. Ciencias Zaragoza, t. 8, fasc. 1, 2.º ser., pp. 59-83, 1 mapa, 1953.
- ANONIMO.—Reservas de cobre en España. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 4, pp. 125-126. 1932.
- BERGER, E.—Das Südende des Montalbán-Sattels in der Provinz Teruel (Spanien). Diplomarbeit inéd. Heidelberg. 55, p., 26 figs. 1965.
- BERGER, E.; KAUFMANN, E. U., y SACHER, L.—Sedimentologische Untersuchungen im Jungpaläozoikum der Östlichen Iberischen Ketten (Spanien). Geol. Rundschau, t. 57, pp. 472-483, 8 figs. 1968.
- BOMER, B.—Aspectos morfológicos de la cuenca de Calatayud y de sus zonas marginales. Est. Geogr., año 21, n.º 80, pp. 893-402, 8 figs. Trad. O. RIBA, 1960. Idem. Aspects morphologiques du bassin de Calatayud-Daroca et de ses bordures. Bull. Ass. Géogr. Franç., n.º 261-262, pp. 186-194. París, 1956.
- BONNARD, E. G.—Algunas observaciones sobre la carencia del Cretáceo en el borde meridional de la depresión terciaria del Ebro, entre Calanda y La Almunia de Doña Godina. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 53, pp. 57-80, 1 fig. 1959.
- Los accidentes de la parte meridional de la Depresión del Ebro. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 53, pp. 81-86, 2 láms. 1959.
- BRAÑA, E. A. de la.—Explotaciones de Minas e Industrias de Aliaga, S. A. Min. y Metal. 2.º Ep., n.º 63, pp. 24-28. 1946.
- La cuenca lignitífera de Utrillas. Min. y Metal., 2.º Ep., n.º 63, pp. 16-22. 1946.

- BRINKMANN, R.—*Aperçu sur les Chaines Ibériques du Nord de l'Espagne*. Liv. à la Mem. P. Fallot; Mem. Soc. Géol. Fr., t. 1, pp. 291-300, Paris. 1960-1962.
- BRUIJN, H. DE.—*Miocene Gliridae, Sciuridae and Eomyidae (Rodentia, Mammalia) from Calatayud (prov. Zaragoza, Spain) and their bearing on the biostratigraphy of the area*. Tes. Doc. Univ. Utrecht (res. tes. 16, pp., 2 figs.). 1965. *Idem. Gliridae, Sciuridae y Eomyidae miocenos de Calatayud (Zaragoza) y su relación con la bioestratigrafía del área*. Bol. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 78, pp. 190-365. 1 mapa E. 1:65.000. 1967.
- BRUIJN, H. DE, y MEIN, P.—*On the mammalian fauna of the Hipparrion beds in Calatayud-Teruel basin (prov. Zaragoza, Spain)*. Proc. Kon. Nederl. Ak. Wetensch., v. 71, n.º 1, pp. 73-76, 1 fig., 2 pl., 1 tabla. 1968.
- BULARD, P. F.—*Sur le facies et l'extension du Jurassique Supérieur au Sud de Saragosse (Espagne)*. C. R. Ac. Sc. Paris, t. 263, pp. 220-223, 1 fig. 1966.
- BULARD, P. F., y CANÉROT, J.—*La transgression du Crétacé Inférieur sur le substratum jurassique dans la haute vallée du Rio Matarrana (Prov. de Teruel-Espagne)*. Bull. Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse, t. 105, f. 3-4, p. 365-373, 2 figs.
- CANÉROT, J.—*Le Crétacé Supérieur dans le Bas-Aragon et le Maestrazgo (Espagne)*. C. R. Soc. Géol. Fr., fasc. 8, pp. 345-346. 1967.
- *Sur la stratigraphie et la paléogéographie du Crétacé Inférieur de la région d'Ejulve-La Zoma (Prov. de Teruel), Espagne*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 104, fasc. 3-4, pp. 445-448, 1 fig. 1968.
- *La question de l'Utrillas» dans le domaine Ibérique*. C. R. S. Soc. Géol. Fr., fasc. 1, pp. 11-12. 1969.
- *Observations géologiques dans la région de Montalban, Aliaga et Alcorisa (Prov. de Teruel, Espagne)*. Bull. Soc. Géol. Fr., 7 Sér., t. 11, pp. 854-861, 3 figs. 1969.
- *Stratigraphie et paléogéographie du Crétacé Inférieur de la région d'Oliete (Prov. de Teruel, Espagne)*. C. R. S. Soc. Géol. Fr. fasc. 4, pp. 119-120. 1970.
- CARLS, P.—*Jung-Silurische und Unterdevonische Schichten der Östlichen Iberischen Ketten (NE. Spanien)*. Inaug. Diss. Univ. Würzburg., 155 p. 1965.
- CARLS, P., y SCHEUPLEIN, R.—*Zum Buntsandstein zwischen Fombuena und Rudilla (Östliche Iberische Ketten, NE. Spanien)*. N. Jahrbuch f. Geol. und Paläontol. Monatshefte, 1969, pp. 1-10, 3 figs.
- CARLS, P., y GANDL, J.—*Stratigraphie und Conodonten des Unter-Devons der Östlichen Iberischen Ketten (NE. Spanien)*. N. Jahrbuch. Geol. und Paläontol. Abh., t. 132, H. 2, pp. 155-218. 1969.
- *The Lower Devonian of the Eastern Iberian Chains (NE. Spain) and the distribution of its Spiriferacea, Acastavinae and Asterpygininae*. Int. Symposium on the Devonian System. Proceed. pp. 453-464, 3 figs. 1968, Calgary.
- CORTAZAR, D.—*Bosquejo geológico y minero de la prov. de Teruel*. Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. 12, pp. 263-607, 43 figs., 1 mapa. 1885.
- CRUSA FONT, M.; VILLALTA, J. F. de, y TRUYOLS, J.—*Definición estratigráfico-paleontológica de la cuenca terciaria de Calatayud-Teruel*. Curs. y Conf. Inst. «L. Mallada», n.º 4, pp. 89-91. 1957.
- CRUSA FONT, M.; HARTENBERGER, J. L., y HEINTZ, E.—*Un nouveau gisement de mammifères d'âge villafranchien à La Puebla de Valverde (Prov. de Teruel, Espagne)*. C. R. Ac. Sc. Paris, t. 258, pp. 2869-2871. 1964.

- CRUSAFONT, M., y TRUYOLS, J.—*Aperçu chronostratigraphique des bassins de Calatayud-Teruel*. 2.º Reunión Comité Néog. Medit., Sabadell-Madrid, 1961. Curs. y Conf. Inst. «L. Mallada», n.º 9, pp. 89-92. 1964.
- CRUSAFONT, M.; GAUTIER, F., y GINSBURG, L.—*Mise en évidence du Vindobonien Inférieur continental dans l'Est de la Prov. de Teruel (Espagne)*. C. R. S. Soc. Géol. Fr., pp. 30-32. 1966.
- CRUSAFONT, M.—*Nuevos datos sobre la edad de los sedimentos terciarios de la zona Utrillas-Montalbán*. Act. Geol. Hisp., a. 2, n.º 5, pp. 115-116. 1967.
- DEREIMS, A.—*Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Ann. Hébert, t. 2, VII + 199 p., 46 figs., 2 mapas, Lille. 1898.
- ENPASA.—*Mapa geológico de la Hoja de Muniesa*. E. 1:50.000.
- *Mapa geológico de la Hoja de Oliete*. E. 1:50.000.
- *Mapa geológico de la Hoja de Azuara*. E. 1:50.000.
- *Mapa geológico de la Hoja de Belchite*. E. 1:50.000.
- ERDBRINK, D. P.—*Algunas impresiones sobre las cuencas continentales terciarias de Teruel y de Calatayud*. Rev. «Teruel». C. S. I. C. 1960, pp. 1-7. Teruel.
- FALLOT, P., y BATALLER, J. R.—*Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo*. Mem. R. Ac. Cienc. y Art. Barcelona, 3.º Epoc. vol. 20, n.º 8, 143 p., 45 figs., 7 láms., 1 mapa. 1927.
- FERRER REGALES, M., y MENSUA FERNANDEZ, S.—*Las ramblas del valle medio del Jiloca*. «Geographica», n.º 9-12, pp. 59-85, 10 figs. Zaragoza. 1956.
- FREUDENTHAL, M.—*On the Mammalian fauna of the Hippurion-beds in the Calatayud-Teruel basin (Prov. Zaragoza, Spain)*. Part I. The general Cricetodon and Ruscinomys (Rodentia). Konikl. Ned. Ak. Van Wetensch., Proc. Ser. B, 69, n.º 2, pp. 296-317, 5 figs., 2 láms. 1966.
- GARCIA FUENTES, S.—*El coto minero de Aliaga*. Miner. y Metal. 1952. a. 9, pp. 3-12, 1 mapa. E. 1:56.000.
- GARRIDO MEGIAS, A., y RIOS, J. M.—*Estudio geológico del borde norte de la Cadena Ibérica, zona de Montalbán-Belchite-Muel*. ENPASA, inf. n.º 2803, 1 mapa geol. E. 1:50.000. 1962.
- GAUTIER, F., y MOUTERDE, R.—*Lacunes et irrégularités des dépôts à la limite du Jurassique moyen, de la bordure nord des Chaines Ibériques (Espagne)*. C. R. Ac. Sc. Paris, t. 258, pp. 3064-3067, 1 fig. 1964.
- GAUTIER, F., y MONGIN, D.—*Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Wealdien de l'Est de la province de Teruel (Espagne)*. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., 2.º ser., t. 37, pp. 192-197, 1 lám., 1 tabl., Paris. 1965.
- GAUTIER, F.—*Sur la stratigraphie et les faciès du Jurassique Supérieur et le Crétacé Inférieur au Nord de Teruel (Espagne)*. C. R. S. Soc. Géol. Fr. 1968, fasc. 2, pp. 43-44.
- HAHNE, C.—*Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca-Teruel-Alfambra*. Abh. Ges. d. Wiss. z. Göttingen. N. F. t. 16, H. 3, Beitr. z. Geol. d. Westl. Mediterrangeb. Berlin, 1930. Idem. *La Cadena Celtibérica al este de la Línea Cuenca-Teruel-Alfambra*. Publ. Alem. Geol. Esp., t. 2, pp. 7-50, 1 mapa, 12 figs. CSIC.
- *Ein Geologischer Führer durch den nördlichen Teil des Süd-aragonesisch-Katalanisches Mittelgebirges zwischen Ebro und Martinfluss und seine Vorläufer*.

- der (Spanien). Geol. Medit. Occidental, v. 13, partie 3, 52 p., 15 figs., 2 fot. 1933.
- *Stratigraphische und Tektonische Untersuchungen im den Provinzen Teruel, Castellón und Tarragona (Spanien)*. Zeits. Deutsch. Geol. Ges., t. 82, p. 79. Berlin, 1930. Idem. *Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona*. Tes. Doct. Göttingen. Publ. Alem. Geol. Esp., t. 2. 1943.
- HAHNE, C.; RICHTER, G., y SCHROEDER, E.—*Zur Tektonik der Keltiberischen Ketten*. Abh. de Ges. Wiss. z. Göttingen. Berlin. 1930.
- HARTLEB, J.—*Über Vererzungen in den Keltiberischen Ketten. -Der Aufschluss-*. Heft 12, 1968, pp. 313-315, 3 figs.
- HERNANDEZ PACHECO, F., y ARANEGUI, P.—*La Laguna de Gallocanta y geología de sus alrededores*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 26, pp. 419-429, 3 láminas, 3 figs., 1 mapa, E. 1:300.000. 1926.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P.—*Isleos de Aragón y otros referidos*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. 45, pp. 369-475, 2 mapas, E. 1:300.000 y 1:400.000. 1942.
- HERRANZ ARAUJO, P.—*Nota preliminar sobre el estudio geológico del norte de Sierra Menera (Cordillera Ibérica)*. Act. Geol. Hisp., a. 3, pp. 49-53, 2 figs. 1968.
- HINKELBEIN, K.—*Der Muschelkalk der Zentralen Hesperischen Ketten (Provinz Teruel, Spanien)*. Oberrhein. geol. Abh., t. 14, pp. 55-95, 2 tabl., 7 figs., Karlsruhe. 1965.
- *El Triásico y el Jurásico de los alrededores de Albarracín*. Rev. «Teruel». CSIC. Inst. Est. Turolenses, n.º 49, pp. 35-75, 22 figs., 5 láms., 1 mapa. Teruel, 1969.
- KAUFMANN, E.—*Die Störungszone von Montalbán zwischen Armillas und Castillo de Cabra, in den Prov. Teruel, Spanien*. Diplomarbeit Univ. Heidelberg., inéd. 94 p., 84 figs. 1965.
- KINDELAN, V., y RANZ, M.—*Criaderos de hierro de Guadalajara y Teruel*. Mem. Inst. Geol. Min. Esp., t. 3, 230 p., 24+7 fotos, 7 láms. 1918.
- LAPPARENT, A. F. de.—*Niveau stratigraphique des bauxites d'Espagne*. C. R. Ac. Sc. París, t. 230, pp. 983-984. 1950.
- *Los dos Dinosaurios de Galve (Teruel)*. Rev. «Teruel», n.º 24. 1960.
- *Nouveaux gisements de reptiles mesozoïques en Espagne*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 84, pp. 103-110, 1 fig. 1966.
- LAVIÑA BERANGER, E.—*La Compañía Minera de Sierra Menera*. Minería y Metalurgia. 2.º Ep., n.º 63, pp. 50-54. 1946.
- LOTZE, F.—*Stratigraphie und Tektonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien)*. Beitr. z. Geol. d. Westmediterran. Gebiet, n.º 3, Abh. Ges. Wiss. z. Göttingen, Math.-Phys. Kl., N. F., t. 14, n.º 2, Berlin, 1929. Idem. *Estratigrafía y tectónica de las Cadenas paleozoicas celtibéricas*. Publ. Extr. Geol. Esp., n.º 8, pp. 1-315, 1 mapa, E. 1:600.000. 1954-1955.
- *Über Analogien zwischen den Faziesverhältnissen des Tertiärbeckens von Calatayud (Spanien) und des deutschen Zechsteinbeckens*. Z. Deutsch. Geol. Ges., t. 80, Monatsber., p. 151. Berlin, 1928.
- *Über sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen Faltung*. Geotek. Symp. zu Ehren von H. Stille., pp. 128-139. Stuttgart, 1956.

- *Das Präkambrium Spaniens*. Neues Jhb. Geol. Paläontol. Mnh., t. 8, pp. 373-380, Stuttgart, 1956. Idem. *El Precámbrico en España*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 60, pp. 227-240. 1960.
- *Das Kambrium Spaniens. Teil I: Stratigraphie*. Abh. der Math. Naturwiss. Kl. Jahrg. 1961, n.º 6. Akad. Wiss. u. Lit., 498 p., 48 figs., 12 tablas. Wiesbaden, 1961.
- *Sobre la Estratigrafía del Cámbrico español*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 61, pp. 131-164, 1 tabla. 1961.
- *El Cámbrico de España. Primera Parte*. Mem. n.º 70. Inst. Geol. Min. Esp., 256 p., 48 figs. Madrid, 1969. Trad. Dr. J. Gómez de Llarena.
- LOTZE, F., y SDUZY, K.—*Das Kambrium Spaniens. Teil II: Trilobiten*. Abschnitt 1 und 2. Abh. der Math. Naturwiss. Kl., Jahr., 1961, n.º 7, 594 p., 23 figs., 15 pl., y n. 8, 693 p., 30 fig., 19 pl. Akad. Wiss. und. Lit. Wiesbaden, 1961.
- MALDONADO, A., y RIBA, O.—*Cuenca de Calatayud y Sierra de Armantes*. Mapa Geol. Escala 1:35.000. Mem. «V Reunión del Grupo Español de Sedimentología, Pamplona-Zaragoza, 1969». Guia Exc.
- MARTIN, R.—*Die Geologie von Camarena, de la Sierra und Riodeva*. Leidische Geol. Mededel., t. 8, pp. 55-154, 2 láms., 1 mapa, Leiden, 1936.
- MEKEL, J. F. M.—*Explanation of the photogeological reconnaissance map of the Muniesa-Montalbán region*. Public. of the Internat. Training Center for Aerial Survey and Earth Sc., Ser. B., n.º 42, 15 p., 2 fot., 1 mapa, 1 lám. Delft, 1967.
- MELENDEZ Y MELENDEZ, B.—*Los terrenos cámbricos de la Península Ibérica*. Trab. Inst. Cienc. Nat. «J. Acosta», ser. Geol., t. 1, 179, p., 15 figs., 38 láms. 1942.
- *Nuevos datos para la estratigrafía del Paleozoico aragonés*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 42, pp. 129-150, 3 figs., 15 láms. 1944.
- *Contribución al estudio del Paleozoico aragonés*. Trab. Inst. Nac. Cienc. Nat. «J. Acosta», ser. Geol., t. 3, n.º 1, 149 p., 35 figs., 1 cuadro, 24 láms., 1 mapa. 1944.
- *Consideraciones tectónicas sobre el Paleozoico aragonés*. Las Ciencias, año 13, n.º 2, pp. 23-360, 1 mapa, E. 1:70.000. 1948.
- MELENDEZ, B., y HEVIA, I.—*Tectónica del Cámbrico aragonés*. An. Asoc. Esp. Progr. Cienc., a. 8, pp. 705-709, 5 láms. 1943.
- MENSINK, H.—*Stratigraphie und Paläogeographie des marinen Jura in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien)*. Beih. Geol. Jahrb., t. 44, pp. 42-104, 4 figs., Hannover, 1966.
- MOULIN, P.—*Contribution à la connaissance Géologique de la région de Montalbán, province de Teruel (Espagne)*. Thèse Fac. Sc. Bordeaux; 74 p., 14 pl., inéd. 1960.
- MOUTERDE, R.—*Age toarcien et répartition du genre Bouleiceras, dans la péninsule Ibérique*. C. R. S. Soc. Géol. Fr. fasc. 5, pp. 163-164. 1970.
- PEDRO Y SAN GIL, J. M.—*Nota sobre la cuenca superlignitífera de Escucha*. Miner. y Metalurg., 2.º Ep., n.º 63, pp. 32-34. 1946.
- PINILLA NAVARRO, A.—*Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro*. Bol. R. Soc. Esp. His. Nat. Ser. Geol., t. 66, pp 207-217. 1968. II parte. An. Edafol., t. 27, n.º 7-8, pp. 547-562. 1968.

- PINILLA NAVARRO, A., y PEREZ MATEOS, J.—Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del valle del Ebro. III Parte. An. Edafol., t. 27, n.º 9-10, pp. 593-617. 1968.
- QUESADA GARCIA, A.—Bosquejo geológico de la zona de yacimientos caoliniticos entre Cerollera y Los Olmos (Teruel). Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 75, pp. 57-70, 1 mapa. 1964.
- QUINTERO, C., y REVILLA, J.—Algunos yacimientos del Jurásico y Aptense de la provincia de Teruel. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 56, pp. 55-71. 1959.
- QUIRANTES PUERTAS, J.—Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros (Tesis Doctoral). Univ. de Granada, Dept. de Sedimentología y Suelos de Zaragoza. CSIC; 101 p., 1 Mapa Geol. Escala 1:100.000 Zaragoza, 1969.
- RIBA, O.—Bibliografía geológica y fisiográfica de la provincia de Teruel. Rev. «Teruel». CSIC, t. 1, n.º 2, Teruel, 1949.
- Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. Monogr. Inst. «L. Mallada», n.º 16, CSIC, 283 p., 37 figs., 28 fotos, 1 Mapa geol. 1959.
- RIBA, O., y RIOS, J. M.—Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne). Livr. à la Mém. P. Fallot; Mem. Soc. Géol. Fr., t. 1, pp. 275-290, 8 figs., París. 1960-1962.
- RIBA, O.; VILLENA, J., y DESVALLIÈRES, T.—Nota sobre la presencia de terrenos de edad carbonífera en la parte oriental del macizo de Montalbán. Act. Geol. Hisp., a. 1, n.º 2, pp. 5-6. 1966.
- RICHTER, G., y TEICHMÜLLER, R.—Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. Beitr. z. Geol. d. Westl. Mediterrangebiete, Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl., 3 Folge, H. 7, 118 p., 56 figs., 3 tablas, 2 Mapas E. 1:900.000; E. 1:100.000, y E. 1:200.000. Berlin, 1933.
- RIOS, J. M.; GARRIDO, J., y ALMELA, A.—Reconocimiento geológico de una parte de las provincias de Cuenca y Guadalajara. 1.º Parte (La Región Cuenca-Priego-Cifuentes). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 42, pp. 107-128, 7 figs., 8 láms. 1944.
- RIOS, J. M.—Reconocimiento geológico de una parte de las provincias de Cuenca y Guadalajara. 2.º parte. Paleogeografía e historia del Sistema Ibérico, según Richter y Teichmüller; extractada por J. M. Rios. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. 47, pp. 263-286, 7 figs. 1944.
- La zona de Portalrubio, Rillo, Las Parras de Río Martín. Inst. Geol. Min. Esp. Libro Jubilar, t. 2, pp. 255-300, 24 figs., 3 láms., I Parte. 1951.
- RIOS, J. M., y ALMELA, A.—Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. Inst. Geol. Min. Esp., Libro Jubilar, t. 2, pp. 245-380, 30 figs., 7 láms. II Zona de Castellote-Santolea. III Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Alto Aragón y Maestrazgo. 1951.
- SAAVEDRA, J. L.—Micropaleontología del Cretáceo de la zona de Utrillas. Notas y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 88, pp. 49-94, 52 figs., 2 cuadr., 1 esq. 1966.
- SACHER, L.—Stratigraphie und Tektonik der nordwestlichen hesperischen Ketten bei Molina de Aragón, Spanien. Teil. I. Stratigraphie (Paläozoikum). Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abh., t. 124, pp. 151-167, 2 figs., 1 lám. 1966.

- *Über karbonische Sedimente bei Montalban in den östlichen Iberischen Ketten (Spanien)*. Neues Jahrbuch Geol. und Paläontol., Mh., n.º 7, pp. 436-443, 2 figs. Stuttgart, 1966.
- SAEFTEL, H.—*Paleogeografía del Albense en las cadenas Celtibéricas de España*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 63, pp. 163-192, 16 figs. 1961. *Idem. Paläogeographie del Albs in den Keltiberischen Ketten Spaniens*. Zeitschr. Geol. Ges., t. 181, parte 3, Hannover, 1960, pp. 684-711, 16 figs.
- SAENZ GARCIA, C.—*Pantanos de la Tranquera y Carenas, en los ríos Mesa y Piedra. Estudio de las condiciones geológicas del emplazamiento y vaso*. Publ. Conf. Sind. Hidrogr. del Ebro, n.º 36, pp. 31-110. Zaragoza, 1931.
- SCHEUPELIN, R.—*Erläuterungen zur geologischen Kartierung bei Monforte de Moyuela und Rudilla, in den östlichen Iberischen Ketten, NE. Spanien*. Diplomarbeit, Univ. Würzburg, 1967, inéd.
- SCHMIDT-THOME, M.—*Beiträge zur Feinstratigraphie des Unterkambriums in den Iberischen Ketten (Nordost-Spanien)*. Inaug. Diss. Univ. Würzburg, 141 p., 43 figs., 7 láms. In. Litt. Mecanogr. 1968.
- SCHROEDER, R.—*Orbitoliniden-Biostratigraphie des Urgons nordöstlich von Teruel (Spanien)*. N. Jb. Geol. Paläon. Mh., n.º 8, pp. 462-474. Stuttgart, 1964.
- TRICALINOS, J.—*Untersuchungen über den Bau der Keltiberischen Ketten des nordöstlichen Spaniens*. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., t. 80, Abh. 4, pp. 409-482, 3 láms., Berlin, 1928.
- TRIGUEROS, E.; NAVARRO, A., y VILLALON, C.—*El límite Jurásico-Cretáceo al norte de Teruel*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 53, pp. 37-50, 4 figs. 1959.
- VALDEBRO.—*Geological Map of the Northeast side of the Iberian mountains*. 1 Mp., E. 1:200.000. 1955.
- *Bosquejo geológico del Bajo Aragón y Maestrazgo*. E. 1:200.000.
- VICENTE, M.—*Más sobre la geología de Torrellosnegros (Teruel) y sus contornos*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 10, pp. 91-98, 1 lám. 1942.
- VILLALTA, J. F. de, y CRUSAFONT PAIRO, M.—*Noticia preliminar sobre una fauna de mamíferos aquitaniense en Cetina de Aragón, Zaragoza*. «Los Ciencias», CSIC., a. 10, n.º 4, 7 p. 1944.
- VILLENA MORALES, J.—*Nota cartográfica preliminar de una zona de la Cordillera Ibérica comprendida entre Monreal del Campo y parte oeste de Molina de Aragón (provincias de Teruel y Guadalajara)*. Act. Geol. Hisp., a. 2, n.º 1, pp. 6-9, 1 figs. 1967.
- *Nota acerca de un cabalgamiento en la región de Tierzo-Teroleja (Prov. Guadalajara)*. Act. Geol. Hisp., a. 3, n.º 4, pp. 81-86, 4 figs. 1968.
- *Mapa Geológico de la Laguna de Gallocanta (Teruel-Zaragoza) y sus alrededores*. Guia Exc. «V Reunión del Grupo Español de Sedimentología, Pamplona-Zaragoza, 1969». E. 1:30.000. Zaragoza, 1969.
- *Estudio geológico del sector de las Cadenas Ibéricas comprendido entre Molina de Aragón y Monreal del Campo (provincias de Guadalajara y Teruel)*. Tesis inéd. Univ. de Granada, 1971.
- WEISSER, C.—*Acerca de la estratigrafía del Urgo-Aptense en las cadenas Celtibéricas de España*. Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 55, pp. 17-32. 1951.