

6 NOV. 1977

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA 1:50.000

MORA DE RUBIELOS

		442 PIRA	413 GELSA		
		440 BELCHITE	441 HIJAR		
	465 DAROCA	466 BLESA	467 GIMNESA	468 ALBALATE del ARZOBISPO	469 ALCAÑIZ
490 ODON	491 CALAMOCHA	492 SEGURA de los BAÑOS	493 OLIETE	494 GALANDA	470 CANDESA
519 EL POBO	516 MONREAL del CAMPO	517 ARGENTE	518 MONTALBAN	519 AGUAVIVA	495 CASTELL- SERAS
540 CHECA	541 SANTA EULACIA	542 TERUEL ALFAMBRERA	543 VILLAR LUENCO	544 FORCAL	496 HORTA de S. JUAN
565 TRAGACETE	566 CELLA	567 TERUEL	568 ALCALA de la SELVA	569 MOSQUERUE LA	520 PENARROYA de TRASTAMAR
588 ZAPRILLA	589 FERRIENTE	590 LA PUEBLA de VALVEDRE	591 MORA de RUBIELOS	592 VILLAHER- MOZA	521 BECEITE
	612 ADEMUZ	613 CAMARENA de la SIERRA	614 MANZANERA		
		638 ALPUENTE	639 JERIGA		

567	568	569
590	591	592
613	614	615



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

Rios Rosas, 23

MADRID - 3



INTRODUCCION

La región descrita en las páginas que siguen corresponde a la Hoja Mora de Rubielos. Las observaciones, hipótesis y conclusiones han sido intencionadamente limitadas al volumen de una memoria explicativa. Son el resultado de investigaciones llevadas a cabo sobre el terreno desde 1964 a 1966, con un concepto mucho más amplio que debía servir de base a una tesis doctoral; los criterios utilizados en la redacción de esta memoria se extienden, por lo tanto, a varias Hojas colindantes que esperamos poder presentar en las mismas condiciones.

Administrativamente, la Hoja de Mora de Rubielos está situada en su casi totalidad en la provincia de Teruel. Geográficamente, y sobre todo por sus tradiciones, pertenece a Aragón. Su topografía accidentada, su pobreza natural, su escasa demografía y los pocos medios de comunicación, son razones susceptibles de explicar la falta, hasta hoy, de un estudio geológico local detallado. Las únicas publicaciones relativas a puntos precisos de la región tratan de geología aplicada (Explotaciones mineras); redactadas hace mucho tiempo con un fin esencialmente económico, con frecuencia sólo tienen pocos elementos para el conocimiento de la geología regional. Entre los artículos más importantes hay que citar los de L. FERNÁNDEZ NAVARRO y J. GAVALA sobre la cuenca «petrolífera» de Rubielos de Mora, y diferentes notas (S. CALDERÓN y A. MAESTRE) sobre los yacimientos mineros de Linares de Mora.

Sin embargo, hemos sido orientados en nuestras primeras investigaciones por numerosos documentos de interés más general, relativos a toda o parte de la Cordillera Ibérica. Esos trabajos, cuyo historial y análisis sería superfluo emprender, son de dos ordenes:

1.º Estudios regionales, a veces muy detallados y muy exactos, sobre la estratigrafía y la tectónica de regiones vecinas. Nos han permitido entrever al principio la sucesión y edad de las diferentes formaciones. Entre los más importantes citemos los de O. RIBA sobre la Sierra de Albarracín; de C. VILLALÓN, E. TRIGUEROS y A. NAVARRO sobre las regiones de Santa Eulalia y Alfambra, de E. DUPUY DE LOME, J. GOROSTIZAGA, P. DE NOVO y F. GÓMEZ sobre los alrededores de Teruel.

2.º Análisis y síntesis a pequeña escala sobre el conjunto de la provincia de Teruel (J. VILANOVA, D. CORTAZAR) o sobre la totalidad de la cordillera Ibérica (E. DE VERNEUIL, E. COLLOMB, E. LORIERRE, A. DERREIMS, J. ROYO GÓMEZ, H. JOLY, P. FALLOT y R. BATALLER, C. SAENZ, K. HAHNE, G. RICHTER y R. TEICHMÜLLER, A. ALMELA, J. M. RÍOS, H. SAETTEL...). Las conclusiones, de orden general, son

con frecuencia más importantes y más claras en tectónica que en estratigrafía.

En esta memoria, después de un comentario sobre la geografía física y humana de la región de Mora de Rubielos, estudiaremos especialmente su estratigrafía y los principales rasgos de la tectónica, lo cual nos permitirá después emitir algunas hipótesis de orden paleogeográfico. Finalmente, un breve capítulo se dedicará a los escasos recursos minerales de la región.

I. ESTRATIGRAFIA - GENERALIDADES

El estudio estratigráfico de la región de Mora de Rubielos resulta difícil por la existencia de numerosas semejanzas de facies y por una red de fallas importante. Nos ha conducido a resultados interesantes, frecuentemente nuevos, en particular en lo que concierne al paso del Jurásico al Cretácico y a los terrenos terciarios.

No afloran en esta región ni el Paleozoico ni el Triásico inferior; los sedimentos encontrados van del Keuper al cuaternario, con ausencia del Cretácico terminal y del Paleogeno.

El Triásico, que aflora ampliamente en las regiones vecinas más meridionales, bajo facies germánica, sólo está representado aquí por algunos afloramientos muy reducidos de su tramo superior.

El Jurásico, un poco más extenso, sobre todo en lo que atañe a los niveles superiores, sólo ocupa una reducida superficie.

Al Cretácico corresponde la mayoría de los afloramientos, un Cretácico que abarca desde el Valanginiense Hauteriviense probables hasta el Cenomanense o Turonense.

El Cretácico inferior es el que muestra mayor desarrollo.

Por faltar el Paleogeno hemos dividido el Terciario y Cuaternario en tres partes:

1. Mioceno inferior, plegado.
2. Ponto-Villafranchiense, sensiblemente horizontal, se distingue además del término precedente por criterios litológicos y paleontológicos. Superficialmente es la parte más extensa.
3. Cuaternario reciente, constituido únicamente por sedimentos muy localizados y de poco espesor.

En el estudio estratigráfico detallado a continuación no adoptaremos el sistema seguido en otras memorias explicativas, que consiste en salirse ampliamente del cuadro de lo que es observable en la región estudiada; sea añadiendo descripciones petrográficas y, sobre todo, paleontológicas (listas de fósiles) recogidos fuera de los límites de la Hoja; sea describiendo niveles o pisos que no afloran, pero que, presentes en regiones vecinas, se supone existen en profundidad con los mismos caracteres. Tal solución presenta, a nuestro parecer, numerosos inconvenientes: no fija en absoluto ningún límite vertical a la descripción estratigráfica y alarga considerablemente la memoria, conduce a repetirse y a una uniformidad en las memorias de regiones contiguas; por ello se correría el riesgo de dar al lector una imagen deformada del aspecto geológico de la zona que le interesa, inclusive el dar una idea falsa de la estructura profunda.

Por lo tanto, nos ceñiremos a examinar sucesivamente cada uno de los términos que afloran en los límites de la Hoja, trataremos de describirla litológicamente y paleontológicamente de un modo sintéti-

co, pero sin llevar esta descripción más allá de lo que la observación local nos permita, y aconsejando (si fuese necesario) consultar otras memorias ya publicadas o en víspera de serlo cuando regiones lindantes se hayan revelado más ricas en datos. Hacemos mención, además, de los principales afloramientos de los niveles así descritos.

TRIÁSICO

El Triásico, según hemos dicho, sólo está representado por su tramo superior: el Keuper.

Keuper

El Keuper muestra su facies normal para esta región, de arcillas abigarradas, principalmente rosas o rojas, yesíferas y localmente ricas en pequeños cristales bipiramidales de cuarzo. No es posible una descripción más detallada por el pequeño número y la débil extensión de los afloramientos. En efecto, el Keuper sólo aparece en dos zonas muy reducidas, de los alrededores de Linares de Mora, como consecuencia de accidentes tectónicos que ha llevado a la superficie una banda monoclinial de Jurásico.

El primer afloramiento, el más importante, se sitúa al W. de esa banda, no lejos del río Paulejas, donde las arcillas rojas del Keuper están de un lado bajo las dolomías jurásicas, y del otro chocan con las arenas blancas albenses. El segundo afloramiento sólo se percibe por su color rosado, que se muestra a través de los derrumbios del Jurásico se sitúa a lo largo de una fractura transversa del nivel Jurásico, justo al Sur del pueblo de Linares.

JURÁSICO

Los terrenos jurásicos sólo constituyen una pequeña parte de los afloramientos estudiados en esta memoria y están, sobre todo, representados por los niveles estratigráficamente más altos.

Por causa de esta extensión pequeña, a veces de una tectónica bastante intensa, y también por la extrema escasez de fósiles, sólo hemos distinguido dos grandes subdivisiones fundamentalmente litológicas: el Liásico y el Jurásico medio y superior. Sin embargo, en la zona occidental, el Jurásico terminal es muy potente y merece una descripción más detallada.

Liásico.—Agrupamos bajo este término un conjunto de una potencia de 200 metros, aproximadamente, de dolomías, carniolas, calizas dolomíticas y calizas de color gris.

Las dolomías y carniolas basales, muy fracturadas, sin estratificación aparente, pasan por un estado intermedio de calizas dolomíticas en bancos más netos, a veces con pequeños restos de conchas llegando a calizas sublitográficas en bancos decimétricos en general muy fisurados.

Por las analogías de facies con regiones vecinas (anticlinal de Alcalá, Sierra de Camarena, Sierra de Javalambre) pensamos que este conjunto corresponde a la totalidad del Jurásico inferior. Es de señalar, sin embargo, que no hemos encontrado aquí los niveles margosos y fosilíferos del Toarciense, pero su ausencia puede explicarse fácilmente por consideraciones tectónicas (laminación).

mente atravesadas por tubuladuras irregulares, perpendiculares al plano de estratificación (raíces?). los bancos contienen localmente fragmentos óseos y pequeñas ostras, están separados por niveles arcillosos, micáceos, color vino o caqui.

A partir de la mitad de la serie, las calizas y las margas oscuras se hacen dominantes. Contienen:

- Una nueva forma de Unio: *Teruella gautieri* Mongin.
- Algunos huesos pequeños (vértebras) y dientes de peces (*Pycnodus*.)
- Muy numerosos Ostrácolos: *Cypridea*, *Theriosynoecum* *Cythereis*.
- Innumerables artejos de tallos y oogonios de Charophytas *Perrinneste mieranda* Gramb., *P. ancora* Gramb., *Globator trochiliscoides* Gramb., *Flabellochara* sp. Esta asociación caracteriza al Hauteriviense-Barremiense basal.

Este conjunto, de origen salobre y después lacustre, se ve claramente sobre el terreno: su color oscuro contrasta con los tonos vinosos de los terrenos encajantes, la vegetación que tiene es escasa, a base de robles poco desarrollados, que forman monte bajo y se diferencian, aun de lejos, de la de otros terrenos wealdenses que se cubren de bosques de pinos. Este fenómeno es muy claro, en particular en las colinas al NW. de Mora.

Finalmente, el conjunto G₁ yace en discordancia sobre su substratum, aunque esto no esté muy claro en nuestra zona, en la que la disminución de potencia del complejo G_{1-2a} de S. a N. no es importante.

La discordancia cartográfica y angular es más visible en la región un poco más septentrional de El Castelar.

G_{1-2a} Viene después una última serie detrítica, en la que domina el color rojo, que alcanza un gran desarrollo (300 metros, aproximadamente) al S. de Rubielos y sobre todo en los alrededores de Cabra. Por sus facies, es idéntica al término inferior está formada por arcillas cuarzo-micáceas de color vinoso o verdoso, y de bancos de areniscas blancas de espesor irregular. Contiene algunos restos orgánicos, insuficientes para poder datarla con precisión, restos carbonosos, fragmentos leñosos silicificados, escasos huesos de grandes reptiles (un fragmento de gruesa costilla y un resto de pequeña costilla, probablemente de *Iguanodonte*, al S. de Mora), una vértebra de *Sauropodo* que no hemos podido extraer al E.-SE. de Rubielos.

BARREMIENSE SUPERIOR - APTIENSE INFERIOR (?)

G₂ Al complejo detrítico anterior siguen sedimentos marinos que subdividimos así (barranco del Villarejo):

- 50 metros de sedimentos esencialmente detríticos (areniscas, arcillas cuarzo-micáceas de color vinoso, rosadas o grises), con intercalaciones de calizas arenosas y organógenas (restos de ostras, *Choffatella decipiens*), margas-calizas y margas con *Ostrácolos* (*Cypridea*) y oogonios de Charophytas (*Globator trochiliscoides* Gramb., *Asciidiella iberica* Gramb. *Atopochara* (?), *Flabellochara* sp.).
- 60 metros de arcillas y margas grises y de calizas con frecuen-

cia arenosas y lumaquéticas en pequeños bancos regulares o nodulosos. Estos niveles nos han mostrado, en su base, *Ostrácolos* y algunas Charophytas, y por encima:

- Numerosas Ostras: *Exogyra minus* Cop., *Ex. boussingaulti* d'Orb., *Ostrea polyphemus* Coq.
- Equínidos: *Heteraster* cf. *sabugensis* (Lor).
- Algunos gasterópodos: *Strombus* sp., *Fusus* sp.
- Todos estos organismos se vuelven a encontrar en forma de restos en las calizas rudíticas o arenosas; hay que añadir Bryozoarios, Miliólidos, Lituólidos, *Choffatellas*, Algas.
- 50 metros de calizas calcirudíticas u órgano-detríticas en gruesos bancos formando escarpa. Son a menudo ricos en:
- Algas: *Boneina* sp., *Salpingoporella* sp., *Macroporella* sp.
- Foraminíferos: *Choffatella decipiens* Schlum, *Trocholina* sp. *Textularias*, Miliólidos.
- Briozoarios.

Hacia la cumbre, un nivel de algunos centímetros contiene Orbitolínidos: *Dictyoconus arabicus* Henson, D. cf., *cuvillieri* Foury, *Orbitolina* sp.

El conjunto se termina por una lumaquela arcillo-arenosa oscura, rica en:

- Lamelibranchios: *Ex. minus*, *Ex. boussingaulti*, *Panopea* sp., *Trigonia scabricola* Lvc., y numerosos moldes internos diversos.
- Gasterópodos: *Glauconia pizcuetti* Villanova, *G. strombiformis* Scholt.

G_{2a} El escarpe calcáreo anterior está coronado de un modo general por un nuevo episodio de facies wealdense, formado por arcillas de color vinoso, o gris verdoso, y de areniscas y arenas blancas o amarillas. Siendo azoico este conjunto, queda una duda en cuanto a su época exacta (todavía Barremiense, o ya Aptense?).

Bien desarrollado en la parte suroccidental de la Cadena cretácica (55 m., por ejemplo, en el barranco del Villarejo), disminuye de espesor y desaparece al llegar a la región nor-oriental (alineamiento Chaparroso-Alto de la Roya).

APTENSE: G₃

A los niveles anteriormente descritos sucede la potente serie de calizas, margas y margocalizas, del Aptense, que constituye el armazón de los macizos montañosos de la región. Gracias a la litología y a la fauna, hemos podido establecer dos grandes tramos: el Bedouliense y el Gargasiense, cada uno de estos tramos se subdivide a su vez en dos.

Bedouliense: G₃¹

G_{3c}¹ Conjunto esencialmente calizo que comprende:

- 10 a 12 metros de calizas conchíferas, arenosas u oolíticas con pequeñas intercalaciones de areniscas calcáreas finas, todo ello de color ladrillo o beige.

— 80 a 100 metros de márgo-calizas y calizas margosas gris-claro, muy ricas en Equínidos irregulares (*Heteraster Oblongus* d'Orb.) en la base, en Orbitolinas (*Orbitolina lenticularis* Blum., *O. discoidea* Gras) por encima.

— 25 metros, aproximadamente, de calizas compactas, intraclásticas, en gruesos bancos formando escarpe, ricas en Foraminíferos, sobre todo Orbitolinas. Hemos encontrado además muy escasos Rudistos aislados (*Toucasia* sp.) y un gran *Nautilus* (*Nautilus requienianus* d'Orb.).

Con mucha frecuencia, especialmente en la región oriental, la cumbre de estas calizas está dolomitizada, los contornos de la masa dolomítica, de color ladrillo, son irregulares y caprichosos.

G_{3m}¹ A la barra calcárea o calcáreo-dolomítica anterior sigue un talud topográfico generalmente cubierto de praderas naturales o de cultivos de cereales. Por las condiciones de los afloramientos en propicios barrancos o valles encajonados se puede establecer el corte siguiente :

— 10 metros, aproximadamente, de calizas-margosas color ladrillo, muy ricas en Orbitolinas y a veces en Ammonites, contienen :

- . *Cheloniceras* sp. ex. gr. *cornuelianum* (d'Orb)
 - . *Ch.* sp. ex. gr. *mackesoni* Casey
 - . *Ch.* sp. gr. *crassum* Spath.
 - . *Cr.* aff. *martini* (d'Orb)
 - . *Cheloniceras* sp.
 - . *Ch.* (*Epicheloniceras*) sp.
 - . *Deshayesites* sp. ex. gr. *latilobatus* (Sinz)
 - . *D.* sp. ex. gr. *consobrinus* (d'Orb)
 - . *D.* sp. ex. gr. *grandis* Spath
 - . *D.* sp. ex. gr. *deshayesi* (Leym)
 - . *D.* cf. *consobrinoides* (Sinz)
 - . *Deshayesites* sp.
 - . *Dufrenoya* cf. *dufrenovi* (d'Orb)
 - . *Roloboceras* cf. *transiens* (Casey)
 - . *Ancyloceras* sp.
- y algunos *Nautilus* :
- . *Nautilus* gr. *neocomiensis* d'Orb
 - . *N.* (*Cymatoceras*) sp. ex. gr. *pseudoelegans* d'Orb

— 80 a 100 metros de margas azul-gris o amarillentas, con pequeñas intercalaciones de calizas nodulosas. Contienen una fauna abundante de Moluscos, Equínidos y Braquiópodos : *Exogira aquila* d'Orb, *Plicatula placunea* Lam. *Janifa morrisoni* P. y R., *Pholadomya*, *Tylostoma* sp., *Natica*, *Tetragramma* cf. *almerai* Lamb., *Holcotypus* sp., *Botriopygus* sp. *Rhynchonella lata* d'Orb, var. *miliani* Bat., *Terebratula sella* Sow., *Terebratula chloris* Cor.

Este conjunto representa lo que la literatura geológica llama «Margas de Plicátulas», pero no figurando estas últimas en nuestra zona, o no siendo más numerosas que los otros fósiles, la presencia constante de Ammonites, siendo éstos mejores fósiles estratigráficos, nos lleva a preferir la denominación de «Margas de Amonites».

Los mejores afloramientos, así como los más asequibles, se hallan, de un lado, cerca de la carretera Mora-Alcalá (El Villarejo), y por otro lado, cerca de la carretera Rubielos-Fuentes (Santa Bárbara).

G₃¹ En la región nororiental (Sierra Ferriz, gargantas del río Linares), la serie bedouliense sufre una importante reducción de espesor y correlativamente una dolomitización total que parece alcanzar también el muro y el techo. A pesar de una red de fallas importante, estos fenómenos pueden observarse en la vertiente occidental de la sierra Ferriz, donde en tres kilómetros, del S. al N., los 150 metros de calizas con Orbitolinas y margas grises pasan a 35 metros, aproximadamente, de dolomías color ladrillo y granulosas que hemos cartografiado G₃. Añadimos que estas dolomías han dado lugar a pequeños yacimientos metalíferos, y que existe seguramente una relación estrecha entre paleogeografía, dolomitización, tectónica y mineralización, problemas de los que volveremos a hablar en un capítulo siguiente.

Gargasiense:

G_{3c}² Por encima de las margas del Bedouliense superior viene una nueva barra calcárea de 50 a 80 metros de espesor. Son calizas masivas de color claro, órgano-detriticas o intraclásticas, que contienen especialmente Orbitolinas y Rudistos :

- . *Toucasia carinata* Math.
- . *Pseudotoucasia santanderensis* Douv.

Localmente, estas calizas son más arcillosas, causando así un desdoblamiento de la barra muy visible en la topografía. Lo son casi siempre en la parte más alta, donde contienen principalmente Polyconites. Hemos encontrado además grandes Nerineas :

- . *Nerinea archimedi* d'Orb.
- . *N. gigantea* d'Homb.
- . *Strombus*, *Naticus*, algunos Equínidos (*Discoidea* sp.).

En la región de Rubielos-Noguera, la barra urgoniana se resuelve en una alternancia de gruesos bancos de calizas arenosas y conchíferas, y de margas grises fosilíferas, pero sin Rudistos.

Más al N. (Sierra Ferriz), la barra de calizas de Rudistos, frecuentemente dolomitizada en su base, presenta un espesor que no excede de los 50 metros.

G₃² Clasificamos en el Aptense terminal una serie calcáreo-detritica de 80 a 100 metros de potencia, cuya facies hace transición entre la del Aptense subyacente y la del Albense. Está constituida por una alternancia de calizas margosas de Orbitolinas calizas grises en plaquetas, calizas margosas de Rudistos, margas claras con *Lamelibranchios*, Braquiópodos y Orbitolinas, arcillas oscuras micáceas con restos lignitosos, areniscas de color ladrillo o blancas de estratificación cruzada y sobre todo por calizas arenosas, órgano-detriticas rojas con *Trigonias* (*Tri-*

gonia scabrícicola Lyc. var larteti M. larteti M. Chalm., T. cf. ornata d'Orb, T. hondeana Lea).

Estos niveles sólo se presentan en la parte oriental de nuestra zona, especialmente en la Sierra de Noguernelas, la Sierra Ferriz y el Macizo de Cruces.

ALBENSE: G₄

Faltándonos todo argumento paleontológico, clasificamos en el Albense un conjunto, de unos 100 m. de espesor de arcillas grises o versicolores, con hiladas calcáreo-ferruginosas y de arenisca o arenas blancas o amarillentas. Este conjunto representa la facies Utrillas, bien conocida y más desarrollada en las regiones más septentrionales.

Los últimos niveles datados antes de la aparición de las arcillas azoicas pertenecen aún al Aptense; los primeros niveles calcáreos, por encima de las arenas blancas, son ya cenomanenses. Por lo tanto, sólo se puede poner un límite litológico tanto en la base como en la cumbre de la formación clasificada como Albense.

CENOMANENSE: C₁

Al episodio continental anterior, sucede una nueva serie carbonatada marina, que aparece netamente en la topografía como una sucesión de escarpes (en general tres), de pátina ocre, separados entre sí por taludes margo-arenosos.

El corte esquemático es el siguiente (Loma de la Moleta):

- Barra (30 m.) de calizas arenosas de estratificación cruzada, calciruditas organógenas (Bryozoarios, restos de Equínidos, Ostrácodos, Algas, Foraminíferos), calizas margosas siempre ricas en Orbitolinas. Pequeñas intercalaciones de arenas, areniscas, o arcillas arenosas.
- 20 m. aproximadamente de calizas margosas, en pequeños bancos, de areniscas finas, de arenas y margas arenosas grises, a veces ricas en *Exogyra flabellata* d'Orb.
- Barra (40 m.) de calizas arenosas, calciruditas, organodetríticas, calizas oolíticas, calizas finas nodulosas con pequeñas intercalaciones más margosas. Las calizas organógenas contienen:
 - . Fragmentos de Equínidos y Lamelibranquios (Ostras).
 - . Bryozoarios, Serpulas.
 - . Ostrácodos.
 - . Foraminíferos: *Orbitolina* sp., *Trocholina* sp., *Cuneolinas*, *Dyciclinas*, *Miliolidos*, *Textularidos*.
 - . Algas: *Boueina* sp., *Dasycladaceas*.

Las calizas arenosas son a veces ricas en glauconia.

- 40 m. más blandos, de calizas margosas, margocalcáreas, y margas con Ostras (*Ex. flabellata*).

— Tercera barra (18 m.) de calizas ocreas en pequeños bancos, con niveles más nodulosos.

— 100 m. aproximadamente, de pendiente suave, cortada por pequeños resaltes de calizas a veces intraclásticas u oolíticas, pero las mas de las veces finas, margosas, marimóreas o dolomíticas, con:

- . Foraminíferos: *Praealveolina* ibérica Reich., *Orbitolina* sp., *Cuneolinas*, *Dyciclinas*, *Miliolidos*.
- . Ruditos tubulares: *Agria*?

Estos son los últimos niveles visibles de la serie cretácica continua de la región de Linares, pero su límite superior es tectónico y no estratigráfico.

En los alrededores de Cortes de Arenoso si bien el aspecto de conjunto de los afloramientos es idéntico, se observa una reducción sensible de los espesores (de las barras calcáreas en particular) y sobre todo se ve una modificación de la facies, en efecto, las calizas arenosas y organo-detríticas son más abundantes y más ricas en glauconia, y a veces vemos intercalarse bancos de verdaderas areniscas.

CRETACICO SUPERIOR (Turonense?): C₂

La extremidad sur-oriental de la Loma de la Moleta (rio Linares) está constituida por un compartimento de calizas, y de calizas dolomíticas blancas, totalmente circunscrito por fallas. Por una parte las facies de éstos sedimentos (calizas compactas con abundantes Ostrácodos) desconocida en toda la serie antes descrita, con la que no tiene ninguna relación.

Y por otra parte el orden de tamaño del salto de las varias fallas vecinas, nos llevan a clasificar hipotéticamente éstos niveles en el Cretácico Superior, probablemente Turonense. De todos modos, estos tramos son los más altos de la serie mesozoica.

TERCIARIO - CUATERNARIO ANTIGUO

Las formaciones post-mesozoicas, continentales todas, ocupan gran parte de las regiones bajas, poco accidentadas, y cubiertas de monte bajo, del borde meridional de nuestra zona. De un modo general se trata de sedimentos detríticos, con frecuencia bastos, resultados de la destrucción de relieves preexistentes. Contrariamente a la opinión antiguamente expuesta por Hahne, el Paleógeno no parece estar presente en estos sedimentos. Hemos observado en ellos dos conjuntos, uno de Mioceno inferior, y otro más reciente rebasando el Mioceno superior para alcanzar probablemente por intermedio del Plioceno, la base del Cuaternario.

BURDIGALIENSE - VINDOBONIENSE: M_{2,3}

Los sedimentos atribuidos a esos dos pisos están muy localizados geográficamente: se encuentran solamente en las cercanías del pueblo de Rubielos donde ocasionan una pequeña cuenca fértil de 12 Km. de largo siguiendo su eje ENE-OSO en dos kilómetros de ancho. Plegados

en sinclinal con una potencia de 400 m., aproximadamente, se subdividen del modo siguiente (río Estrecho):

- En la base, 200 m. de arcillas rojas y arenas blancas o amarillas de estratificación cruzada. Al Este de la cuenca, ésta formación es más oscura y contiene niveles lignitosos.
- 10 m. de molasa fina, amarilla, con pequeños Lamelibranquios, Ostrácodos, Charophytas.
- 50 a 80 m. de arcillas rosadas, malvas, o grises, con pequeños Gasterópodos (*Limnaea*, *Planorbis*), con intercalación de arenas y areniscas ocreas o blancas. Los veinte últimos metros de ésta formación nos han mostrado abundantes restos de vertebrados fósiles entre los cuales citaremos:
 - . *Palacomeryx* Kaupi Meyer.
 - . *Procervulus dichotomus* Gervais.
 - . *Anchitherium aurelianense* Cuvier.
 - . *Dicerorhinus* cf. *tagicus* Roman.
 - . *Dicerorhinus* sp.
 - . *Lagopsis* peñai Royo Gomez.
 - . *Galerix* sp.
 - . *Sorex* sp.
 - . *Pseudoclyromis* sp.
 - . *Talpidae* indeterminado.
 - . Pájaros.
- En la cumbre, 100 m. aproximadamente de margas o de arcillas claras, blanquecinas o verdosas, con niveles bituminosos, en ellos se pueden hallar:
 - . Ostrácodos: *Cypris*, *Ilyocypris*.
 - . Pequeños Lamelibranquios.
 - . Oogonios de Charophytas, *Chara*, *Rhabdochara*.
 - . Huellas de vegetales diversas.

La fauna mammalógica antes citada, estudiada por el Dr. M. Crusafont-Pairo y L. Ginsburg, indica una edad vindoboniense basal para la formación que la contiene, es decir, para la parte media de la serie. Por ello creemos poder atribuir a esta serie una edad Burdigaliense-Vindoboniense. Es posible que futuros descubrimientos aporten algunas precisiones suplementarias sobre la edad de las formaciones basales, edad que hoy no está definida con exactitud hacia la base.

PONTIENSE - PLIOCENO? - VILLAGRANQUIENSE: M5 - Q1

Se trata de una formación que se extiende ampliamente fuera de los límites de nuestra Hoja, ocupando toda la depresión de Sarrión, desde Formiche Alto hasta Cortes de Arenoso. La débil superficie que nos interesa aquí sólo representa la franja septentrional del relleno, por los productos de desmantelamiento de las cadenas mesozoicas, de una zona naturalmente hundida en el corazón de esas cadenas. En ella se encuentra esencialmente una alternancia de conglomerados poligénicos, de areniscas y arenas amarillas o blancas, de estratificación oblicua y de arcillas frecuentemente arenosas y rojizas, a veces violáceas o negras. Añadiremos que en la región un poco más meridional

del río Mijares, en esta serie se desarrollan unos travertinos amarillentos y friables, o calizas travertínicas grises y compactas.

En los límites del presente trabajo, la fauna y la flora de esos niveles, a saber Gasterópodos (*Planorbis*, *Limnaea*, *Glandina*), Ostrácodos (*Ilyocypris*, *Cypris*), y Oogonios de Charophytas, son insuficientes para poder datar con exactitud. Sin embargo, a unos kilómetros al Sur, no lejos de la ladrillería de la carretera Estación de Mora-Mora de Rubielos, escasos restos de mamíferos y reptiles (*Hipparion* cf. *gracile* Kaup, mastodonte, *Rhinocerotidae*, rumiantes, *Testudo* sp.) nos permiten atribuir una edad pontiense a las capas de base.

Más lejos, en Puebla de Valverde, un rico yacimiento ha permitido datar como villagraquienses las capas superiores brechoides.

Aunque ningún argumento paleontológico lo pruebe por ahora, podemos pensar que el Plioceno se encuentra también representado en la serie, entre los niveles extremos bien datados y en continuidad de sedimentación del Pontiense y del Villagraquiense.

CUATERNARIO

Los sedimentos cuaternarios recientes de la Hoja de Mora de Rubielos son escasos y de potencia reducida. Sólo hemos cartografiado los más importantes, y hemos diferenciado:

Formaciones residuales: Q

Se trata de un terreno propicio a los cultivos, formado por una mezcla de arcillas y guijarros calcáreos. Proviene, bien de la alteración «in situ», de sedimentos calcáreos (arcillas de descomposición en el Cenomanense de los alrededores de Linares) o bien, en las zonas bajas de los alrededores de Mora, por arrastrae local de los sedimentos blandos circundantes por las aguas de lluvia.

Brechas de ladera: Qd

De índole clásica, son frecuentes en los relieves cenomanenses del Norte de la Hoja.

Derrubios: Qg

Son muy numerosos al pie de las cuevas calcáreas. Sólo hemos indicado dos que han dado lugar a la formación de un cono de deposición notable (flanco W. de la Sierra de Ferriz, flanco N. Cota 1.721).

Travertinos recientes: Qc

Depósitos calcáreos, friables, y porosos, de aguas dulces corrientes. El único digno de interés, que ha sido cartografiado, se encuentra en el lugar llamado Fuennarices, en el barranco que separa los macizos de Olmedilla y el Villarejo.

Aluviones recientes: Al

Sedimentos de cantos rodados, o guijarros, casi siempre calcáreos y de arenas silíceas en el lecho de ciertos ríos (en particular en el río Valbona).

II. TECTONICA

Para que este estudio no resulte demasiado largo, nuestro análisis tectónico será conciso: después de haber encajado muy rápidamente la zona en estudio en un cuadro regional, nos limitaremos a describir someramente los rasgos esenciales de la tectónica local.

Desde el punto de vista regional, recordemos que nuestro ámbito está en la Cordillera Ibérica Aragonesa. Corresponde a la zona axial del antiguo surco mesozoico que separaba el macizo del Ebro de la plataforma continental de Castilla. Se caracteriza, por ello, por una potente serie sedimentaria y una tectónica relativamente sencilla, o al menos de fácil interpretación, frecuentemente en estilo eyectivo. La dirección dominante de estructuras y accidentes es, como es de esperar, la dirección ibérica NNO.-SSE. Las estructuras son siempre bastante suaves; los accidentes, siendo numerosos, no son nunca muy aparatosos, y no dan tampoco lugar a cabalgamientos, tan frecuentes en las regiones más septentrionales (Montalbán). Basta una ojeada al mapa para darse cuenta de que la característica fundamental de la tectónica local es el ser una tectónica de fracturas o fallas.

Si las fracturas son el resultado innegable de una tectónica de cohertera, ésta debe estar ligada con deformaciones importantes del zócalo, probablemente del mismo estilo.

En efecto, si hay una disarmonía en ciertos tramos (especialmente en el Keuper, como es frecuente en toda la Cordillera Ibérica), esta disarmonía no puede explicar por sí sola la totalidad de los fenómenos observados. Pues se puede atribuir a la plasticidad del Keuper el plegamiento y fracturación de los tramos suprayacentes, como podría darse la misma explicación para la surgencia de cuñas formadas por terrenos más antiguos (Muschelkalk en la sierra de Javalambre, Buntsandstein y Primario del macizo de Pina).

Siempre estudiando el mapa y como ya dijimos, se ve que la dirección Ibérica domina. Por ejemplo, es la del sinclinorio albo-cenomanense de Linares y de la cuña Jurásica, que al S. de dicho pueblo rompe su cobertura cretácica creando estiramientos, contactos anormales y buzamientos a veces importantes. Es también la del largo sinclinorio de Cretácico inferior, de buzamientos siempre débiles que forman las sierras desde Cabra hasta Cortes. Pero, en los dos casos, las estructuras están cortadas por una red importante de fallas ortogonales que aisló secundariamente un conjunto de escalones, fosas y pilares cuyo alargamiento es, a veces, perpendicular a la dirección antes citada, es decir, NNE.-SSO.

En el punto actual de nuestros estudios, los dos sistemas de fractura nos parecen contemporáneos.

Finalmente, una tercera dirección tectónica es la de la fosa de hundimiento de Rubielos. Orientadas ONO., las fracturas que la limitan, largas y casi rectas, no afectan al vindoboniense, y son, por lo tanto, anteriores a éste. Si los terrenos cretácicos que forman el substratum de la fosa tienen unos buzamientos muy acentuados (de 45° hasta la vertical), en cambio, el relleno mioceno, débilmente plegado en sinclinal, sólo presenta buzamientos más suaves, que se acentúan hacia el S.

En las extensiones pontienses de Valbona y de Cortes no se aprecia ninguna deformación tectónica importante. A lo más, pueden encontrarse pequeñas fracturas de desplazamiento insignificante debidas únicamente al reajuste tardío de fallas más antiguas, y también abombamientos, o cubetas, muy suaves, con buzamientos extremada-

mente débiles. Los otros buzamientos vistos al margen de los casos antes citados son buzamientos de sedimentación, perfectamente compatibles con el carácter continental de las series que se ven afectadas por ellos.

III. HISTORIA GEOLOGICA

Apoyándonos en los hechos expuestos en los capítulos anteriores, intentaremos trazar un esquema de la evolución paleogeográfica, estratigráfica y tectónica de la región.

PALEOZOICO

No existe ningún afloramiento del Paleozoico en los límites de nuestro mapa. Pero, gracias a lo que se ha observado en las regiones vecinas, podemos suponer que durante la mayor parte de los tiempos primarios reinó un franco régimen marino, que no podemos precisar, dado el punto actual de nuestros conocimientos. Los sedimentos correspondientes han sido afectados por la orogenia varisca, principalmente por la fase astórica de esta orogenia.

TRIASICO

Por falta de afloramientos, aquí tampoco podemos precisar la paleogeografía. Pero es probable que, siguiendo la orogenia anterior, la erosión sobre los continentes nuevamente formados ha sido intensa, dando lugar a la serie de conglomerados y areniscas del Buntsandstein. Condiciones marinas de mayor calma han traído después el sedimento de Muschelkalk, otras, siempre marinas pero de un tipo especial, han traído finalmente el sedimento de las arcillas yesíferas del Keuper.

JURASICO

Los pocos afloramientos jurásicos no nos permiten tener una idea precisa de la paleogeografía de esa época. Solamente podemos afirmar que, después del Keuper, la sedimentación marina ha recobrado poco a poco condiciones normales (dolomías, después calizas), y que el mar no debió ser nunca muy profundo, como pone de manifiesto la estructura, oolítica o intraclástica, de las calizas que allí se han formado.

Hacia el final del Jurásico, una primera fase lejana de movimientos neokiméricos hace emerger los macizos castellano y aragonés, originando en nuestra región una retirada del mar hacia el E. Mientras en la zona oriental siguen depositándose sedimentos calcáreos con Foraminíferos, la zona occidental tiene una sedimentación de tipo lagunar, o estuarina acompañada de una subsidencia importante alimentada por la erosión de los macizos recientemente emergidos.

CRETACICO INFERIOR

El mismo régimen persiste muy al principio del Cretácico (Valanginense probablemente) y trae el sedimento de una primera serie detritica wealdense 1) que se estrecha hacia el E. Nuevos movimientos kiméricos turban entonces la región que estudiamos, causando la formación de anchos pliegues rápidamente atacadas por la erosión; esta última sólo dejará subsistir los sedimentos del Wealdense 1 en las regiones occidentales donde tenían más espesor.

Un régimen lacustre, o lagunar, se apodera después del país para depositar en él, en discordancia poco marcada en nuestra región, los dos niveles siguientes del conjunto wealdense no marino («Wealdense 2» y Wealdense 3»).

Pero, hacia el fin del Barremiense, el mar vuelve a recuperar su sitio, un mar siempre poco profundo, como lo demuestra la presencia de Characeas, Ostrácodos, Ostras y Algas, dentro de sus sedimentos calcáreos.

En la mitad suroccidental de nuestra región, el régimen subcontinental intentará una breve reaparición en el límite Barremiense-Aptiense y dará lugar a algunos metros de sedimentos detríticos.

El régimen marino es general y tranquilo, durante el Aptense que ve una sedimentación de una serie margo-calcárea potente. Localmente, siguiendo el eje actual del río Linares, y de un modo general siguiendo un eje Alcalá de la Selva-Lucena del Cid, debió existir bajo forma de una arruga del fondo, un esbozo del alineamiento actual de estructuras eyectivas. Esta arruga ha creado condiciones especiales en la sedimentación marina: ha causado (región de Linares, Sierra Ferriz) una reducción de espesor del Aptense inferior y un sedimento de dolomías débilmente mineralizadas que son el origen de antiguas explotaciones mineras (ver capítulo VI).

Al final del Aptense, movimientos epigénicos confieren a toda la zona, así como al conjunto de las Cordilleras Ibéricas, un carácter de inestabilidad, resultando el cambio progresivo del régimen marino al régimen continental que encabeza un sedimento de Albense detrítico (facies Utrillas).

CRETACICO SUPERIOR

Lo mismo que en el conjunto de las cordilleras Ibéricas, la época cenomanense está marcada por la transgresión generalizada de un mar poco profundo, en el que se deposita una potente serie de calizas intraclásticas u oolíticas con Orbitolinas. Por semejanzas con regiones más septentrionales creemos que el régimen marino ha debido persistir durante todo el Cretácico superior, pero la erosión ha hecho desaparecer cuanto pudiera atestiguarlo.

TERCIARIO - CUATERNARIO

Con el Terciario empezó una evolución tectónica larga y continua, que desplazó definitivamente las aguas marinas y que fue acompañada de una intensa erosión. Pero al no haber formaciones paleógenas en nuestra zona no podemos precisar los detalles de los primeros momentos que han debido corresponder a la fase orogénica mayor. Sólo podemos decir con certeza que en la región actual de Rubielos los movimientos post-cretácicos dieron lugar a un hundimiento que favoreció la aparición de un lago en el Mioceno inferior; el hundimiento del fondo debió proseguir mientras se acumulaban los sedimentos correspondientes, lo que explica su espesor y su plegamiento suave en sinclinal.

Seguidamente, después de los movimientos post-vindobonienses, los productos de la erosión aérea que resulta se extienden en las zonas bajas durante un período que abarca el Pontense, el Plioceno y el Villafranquiense. Solamente parecen haber sido afectados por una tectónica «póstuma» los niveles de base de esta serie (Pontense); los

niveles más recientes parecen no haber sufrido ninguna deformación desde su sedimentación.

Sin embargo, no excluimos la posibilidad de movimientos verticales de conjunto en el curso de los tiempos cuaternarios, movimientos que podrían explicar el ahondamiento de ciertos ríos, como el río Linares, y sobre todo, fuera de los límites de nuestro mapa, el río Mijares.

IV. MINAS Y CANTERAS

Actualmente no hay ninguna actividad minera en la zona estudiada. Pero debemos hacer constar los vestigios de algunas explotaciones antiguas de carácter artesano, abandonadas en un pasado a veces no lejano por falta de rentabilidad.

Todas situadas en la región de Linares de Mora, estas minas han dado lugar a la extracción de limonita (Sierra Ferriz) un «stock» antiguo puede verse en el borde de la carretera, no lejos de Nogueruelas, de galena (mina Andresito, en la orilla izquierda del río Linares, tres kilómetros aguas abajo del pueblo), de malaquita, calamina, blenda (Minas San Miguel, ladera NW. de la Sierra Ferriz). En todos los casos, las mineralizaciones están dentro de las dolomías de color ladrillo sedimentarias del Aptense inferior (ver capítulo III). Mientras la masa limonítica de la Sierra Ferriz constituye una verdadera «montera de hierro» para el techo de la formación dolomítica, un estudio detallado nos hace ver como los otros yacimientos están siempre situados en el seno de las dolomías, y hacia su base, cerca de las fallas y de las fracturas.

Podemos, pues, considerar estos yacimientos como de tipo exógeno de cementación. Tienen su origen en una muy débil mineralización primaria de dolomías sedimentarias aptenses, y deben su existencia a infiltraciones en fracturas tectónicas, infiltraciones que han producido la formación de limonita en la zona de oxidación y en las concentraciones metalíferas secundarias de la zona de cementación. Pero, probablemente a causa de una pobreza de la mineralización primaria, los yacimientos tienen poca riqueza y una extensión muy limitada, lo cual explica que no sigan siendo explotados.

Digamos finalmente que en el curso de estos últimos años (1964 a 1966) la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya ha vuelto a estudiar el conjunto de las mineralizaciones en todo el sector; aunque no conocemos los resultados, nuestra impresión es que no son muy prometedores.

En cuanto a los compuestos orgánicos, las arenas y las arcillas del Albense tiene localmente niveles lignitosos que han sido explotados cuando han tenido suficiente espesor (Mas del Paso, al NE. de Rubielos). Dentro de estos lignitos se encuentran, a veces, pequeños depósitos de ámbar (Retina) de color marrón-rojizo, una muestra figura en las colecciones del Instituto Geológico y Minero de España.

Las arcillas burdigalo-vindobonienses de la cuenca de Rubielos contienen, en la región oriental (río de Rubielos) algunas intercalaciones de lignitos de mala calidad. En la región occidental puede verse en las cercanías del río Estrecho lechos de un material papyráceo, que citamos a título de curiosidad; se trata probablemente de *Dysodyle*?. Además, las arcillas son, a veces, ligeramente bituminosas. Las condiciones y las necesidades creadas por la guerra llevaron a la explota-

ción de los lignitos (minas Julia y Matilde), y también a la de niveles bituminosos, que destilados «in situ» (Cerro Forpol: cota 968) han dado aceites minerales; pero, por su escasa rentabilidad, esta extracción no se ha proseguido.

Desde el punto de vista canteras, existen varias pequeñas explotaciones episódicas, de interés puramente local. Si las areniscas wealdenses fueron, en tiempos, empleadas como piedra de construcción (castillo e iglesia de Mora, murallas de Rubielos), ahora prefieren las calizas, menos alterables, en particular las del Barremiense. También son utilizadas las calizas para el adoquinado de las carreteras y la fabricación de grava necesaria para el aglomerado asfáltico.

Finalmente, las arenas del Albense y del Mioceno inferior (Rubielos), o las de los aluviones recientes son utilizadas en la fabricación de los morteros de construcción.

En todos los casos, se trate de piedra o de arena; únicamente las condiciones locales de facilidad de acceso deciden la elección del lugar de la explotación.

V. AGUAS SUBTERRANEAS

La pluviometría de la región y la alternancia de formaciones permeables (areniscas, calizas) e impermeables (margas, arcillas) ocasionan numerosos mantos acuíferos cuya disposición y extensión son perturbados por la apretada red de fallas que afecta a la cobertura mesozóica. Por esta razón, los recursos acuíferos resultan compartimentados, y sólo un estudio local detallado podría permitirnos determinar la importancia de cada manto elemental. Estos se ponen de manifiesto por numerosos manantiales, siempre situados en el límite de los niveles permeables e impermeables, y en la zona baja de cada compartimento tectónico.

Sin embargo, a veces ocurre que los distintos niveles acuíferos de un mismo compartimento, o de varios compartimentos contiguos están drenados por una única corriente de agua subterránea, que sigue el trayecto de fallas importantes; en este caso nacen manantiales de gran caudal, como, por ejemplo, la fuente del Hontanar (barranco del Villarejo) que surte de agua el pueblo de Mora.

En las zonas bajas, los niveles arenosos del Wealdense o del Mioceno inferior pueden dar caudales interesantes, sobre todo cuando drenan las aguas de los macizos calizos con los cuales tienen un contacto tectónico.

Esta memoria explicativa ha sido redactada por

F. Gautier,

de la Universidad de París, y traducida por

R. Rey

BIBLIOGRAFIA

- ALMELA A. y RIOS J. M., 1952.—Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. *Inst. Geol. y Min. de España, Libro Jubilar*, t. II, Madrid.
- CALDERÓN S., 1910.—Los minerales de España. *Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas*, Madrid.

- CORTÁZAR D., 1885.—Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel. *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. XII, Madrid.
- CRUSAFONT M., HARTENBERGER J. L. et HEINTZ E., 1964.—Un nouveau gisement de Mammifères fossiles d'âge villafranchien à la Puebla de Valverde (Teruel). *Compt. Rend. Ac. Scienc.*, t. 258, París.
- CRUSAFONT M., GAUTIER F. et GINSBURG L., 1966.—Mise en évidence du Vindobonien inférieur continental dans l'Est de la province de Teruel (Espagne). *Compt. Rend. Som. Soc. Géol. France*; fasc. 1, París.
- DEREIMS, A., 1898.—Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. *Lille*.
- FALLOT P. et BATALLER R., 1926.—Sur l'allure d'ensemble et sur l'âge des plissements dans les montagnes du Bas Aragon et du Maestrazgo (Espagne). *Compt. Rend. Ac. Scienc.*; t. 282, París.
- FALLOT P. et BATALLER R., 1927.—Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo. *Mem. Real Ac. Cienc. y Art.*; vol. XX, n.º 8, Barcelona.
- FALLOT P. et BATALLER R., 1931.—Observations au sujet de divers travaux récents sur le Bas Aragon et la Chaîne Ibérique. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*; vol. XXXI, Barcelona.
- FERNÁNDEZ NAVARRO L., 1914.—La cuenca petrolífera de Rubielos de Mora. *Rev. Ac. Cienc.*; t. XIII, Madrid.
- GAUTIER F. et MONGIN D., 1965.—Observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Wealdien de l'Est de la province de Teruel (Espagne). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*; 2.º série, t. 37, París.
- GAUTIER F., 1967.—Nouvelles observations sur le Tertiaire continental de la Chaîne Ibérique au Sud-Est de Teruel (Espagne). *Compt. Rend. Som. Soc. Géol. France*; fasc. 2, París.
- GAUTIER F., 1968.—Sur la stratigraphie et les faciès du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur au Nord de Teruel (Espagne). *Compt. Rend. Som. Soc. Géol. France*; fasc. 2, París.
- GAVALA J., 1921.—Nota acerca de los yacimientos de lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora. *Bol. Inst. Geol. España*; t. II, Madrid.
- HAHNE K., 1943.—La Cadena Celtibérica al Este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra. *Public. Alem. Geol. España*; t. II, Madrid.
- HAHNE K., 1944.—Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona. *Public. Alem. Geol. España*; t. II, Madrid.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—Memorias explicativas y mapas geológicos de España a escala 1/50.000:
- . 1931 Hoja n.º 567, «Teruel». Redacción por DUPUY DE LOME E., GOROSTIZAGA J. y DE NOVO P., con la colaboración de GÓMEZ LAUECA F.
 - . 1959 Hoja n.º 541, «Santa Eulalia», por VILLALÓN C., TRIGUEROS E. y NAVARRO A.
 - . 1959 Hoja n.º 542, «Alfambra», por los mismos autores.
- JOLY H., 1922.—Note préliminaire sur l'allure générale et l'âge des plissements de la Chaîne Celtibérique (Espagne). *Compt. Rend. Ac. Scienc.*; t. 175, París.
- JOLY H., 1926.—Les résultats d'études géologiques sur la Chaîne Celtibérique. *Compt. Rend. Cong. Géol. Intern.*; fasc. 2, Madrid.
- MAESTRE, A., 1845.—Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón. *An. Min.*, t. III, Madrid.

- RIBA, O., 1959.—Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. *Cons. Sup. Invest. Cientif.*, Madrid.
- RIBA, O. et RÍOS, J. M., 1962.—Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la Chaîne Ibérique (Espagne). *Mém. hors-série Soc. Géol. France, Livre à la Mémoire du Professeur P. FALLOT*, t. I, París.
- RICHTER, G. et TEICHMULLER, R., 1933.—Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten. *Abh. der Ges. der Wiss. zu Göttingen, Math-Phys. Klasse III, Heft 7*, Berlín.
- ROYO GÓMEZ, J., 1921.—La facies continental en el Cretácico inferior ibérico. *Asoc. Esp. Prog. Cienc., Cong. Oporto*, t. VI, Madrid.
- ROYO GÓMEZ, J., 1926.—Tectónica del Terciario y continental ibérico. *Compt. Rend. Cong. Géol. Intern. Madrid*, t. II, Madrid.
- SAEFTEL, H., 1961.—Paleogeografía del Albense en las Cadenas Celtibéricas de España. *Not. y Com. Inst. Geol., Min. España*, n.º 63, Madrid.
- SAENZ, C., 1932.—Notas para el estudio de la facies Wealdica española. *Asoc. Esp. Prog. Cienc., Cong. Lisboa*, t. V, Madrid.
- TRIGUEROS, E., NAVARRO, A. y VILLALÓN, C., 1959.—El límite Jurásico-Cretácico al N. de Teruel. *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 53, Madrid.
- VERNEUIL, E. DE et COLLOMB, E., 1852-1853.—Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne. *Bull. Soc. Géol. France*, t. X, París.
- VERNEUIL, E. DE et LORIERE, E., 1870.—Formación cretácea de la provincia de Teruel. *Rev. Min.*, t. 21, Madrid.
- VILANOVA, J., 1863.—Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma. *Junta de Estadística*, Madrid.