



IGME

492

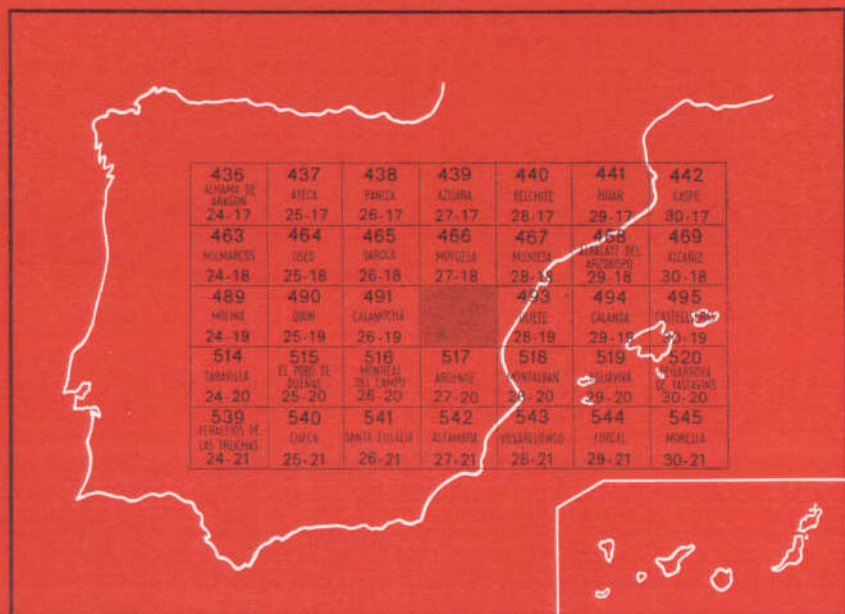
27-19

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SEGURA DE LOS BAÑOS

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SEGURA DE LOS BAÑOS

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A., con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas:

En Cartografía y Memoria: M. Martín Fernández, Licenciado en Ciencias Geológicas, con la colaboración de J. Canerot, Doctor en Ciencias Geológicas, y A. Linares-Rivas, Licenciado en Ciencias Geológicas; en *Micropaleontología*, J. Canerot y L. Grambast, Doctores en Ciencias Geológicas; en *Macropaleontología*, I. Quintero Amador, Doctor Ingeniero de Minas, y H. Mansilla Izquierdo, Ingeniero Técnico de Minas; en *Petrografía*, A. de las Heras Fernández, Licenciado en Ciencias Geológicas, y en *Sedimentología*, María del Carmen Fernández Luanco, F. Leyva Cabello, y J. U. Martínez Martínez, Licenciados en Ciencias Geológicas.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 35.748 - 1977

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

INTRODUCCION

El territorio comprendido por la Hoja núm. 492 (27-19) de Segura de los Baños está situado al norte de la provincia de Teruel, en la parte centro-oriental de la cadena ibérica aragonesa.

Desde el punto de vista estructural se pueden distinguir tres grandes unidades, que son de NE. a SO.:

A) «Anticlinal de Cabezos Altos y de Mingo Blasco», con núcleo paleozoico y revestimiento mesozoico, que se incluye en la unidad más amplia denominada «anticlinal de Montalbán», perteneciente a la rama externa, o aragonesa de la Cordillera Ibérica.

B) «Depresión terciaria de Martín del Río», que corresponde a la parte occidental del frente de cabalgamiento de «Beceite-Portalrubio», que Calatayud-Montalbán».

C) «Frente de cabalgamiento de Piedra Helada», que representa la parte occidental del frente de cabalgamiento de «Beceite Portalrubio», que corresponde a la parte nor-oriental del Maestrazgo.

En relación a los antecedentes geológicos, aparte de los de carácter regional (ver capítulo de Bibliografía que se incluye al final de la Memoria), hemos de citar los trabajos de PH. MARIN (1974) y J. CANEROT (1974) sobre el Mesozoico, y la columna sintética de la serie carbonífera del anticlinal de Montalbán realizada por E. BERGER, E. KAUFMANN y L. SACHER (1968).

1 ESTRATIGRAFIA

1.1 PALEOZOICO

En el Paleozoico que aflora en la Hoja, hacemos la distinción entre el que aflora en el núcleo anticlinal de Cabezos Altos y Mingo Blasco (Anticlinal de Montalbán) y el resto de los afloramientos paleozoicos. En el primero ha sido posible, gracias a los fósiles encontrados, la separación en la cartografía de diferentes pisos. En el segundo caso, dada la mala exposición de los afloramientos y a no haber encontrado fósil alguno, se han cartografiado estos afloramientos como Paleozoico indiferenciado.

1.1.1 PALEOZOICO INDIFERENCIADO (CA.P)

En el cuadrante nor-occidental de la Hoja existen diversos afloramientos de pizarras negras, esquistos calcáreos verdosos y rojizos, areniscas y cuarcitas cuya relación estratigráfica con el resto de la serie es por falla, bien con el Mesozoico o bien con el Mioceno. La observación de este afloramiento paleozoico se encuentra dificultada por encontrarse recubierto por una formación de arcillas rojas con cantos paleozoicos que consideramos de edad Mioceno Superior-Plioceno, así como derrubios de ladera con la misma litología que la formación anterior.

Se encuentra muy fracturado, sin poder precisar estructura alguna.

No se han encontrado fósiles.

Se ha cartografiado también como Paleozoico indiferenciado el núcleo del anticlinal que se localiza al norte de Anadón. Este afloramiento, que presenta una estructura de anticlinal con dirección del eje NNO.-SSE., presenta en la parte baja unas cuarcitas (que en lámina resulta ser una cuarcita feldespato-potásica). Sobre estas cuarcitas se sitúan unas areniscas limosas rojizas.

Se cartografía también como Paleozoico indiferenciado el que aparece entre fallas al este de Segura de los Baños.

1.1.2 PALEOZOICO DEL ANTICLINAL DE MONTALBAN

Recubierto en discordancia por el Mesozoico se encuentra el Paleozoico del anticlinal de Montalbán, de difícil estudio por la estrechez del afloramiento, y por la violenta tectónica que presenta, así como por la similitud de materiales de la serie estratigráfica. Se ha podido diferenciar, sin embargo, en la cartografía y gracias a los fósiles encontrados el Ordovícico, Devónico y Carbonífero.

1.1.2.1 Ordovícico (O)

Al norte del denominado Paleozoico del anticlinal de Montalbán hemos encontrado faunas del Ordovícico Medio a Superior.

En el más meridional de los dos afloramientos de esta edad cartografiados en el mapa, hemos encontrado un trilobites, en muy buen estado de conservación, que ha sido clasificado como *Calymene blumenbachii* BRG, del Ordovícico Superior.

La litología de este afloramiento es de unas limolitas esquistosas gris verdosas, y sobre ellas cuarcitas estratificadas en bancos de 5 a 10 cms.

En el más septentrional de los dos afloramientos, se presentan unas cuarcitas blancas muy puras, buzando unos 30° hacia el Oeste, bajo las cuales se encuentran unos esquistos gris verdosos en los que se encuentran Orthosidos y Calymene, que se atribuyen al Ordovícico Medio-Superior.

1.1.2.2 Devónico Inferior y Medio (D₁₋₂)

La complicación tectónica del Paleozoico del anticlinal de Montalbán no permite el conocimiento de la serie estratigráfica del Devónico. Así pues, los materiales atribuidos a esta edad lo son en razón de la fauna encontrada. Únicamente es posible el levantamiento de pequeñas series a partir de algún yacimiento de fósiles.

La relación de estos materiales con terrenos más antiguos es mediante fallas.

La relación entre el Devónico y el Carbonífero no se ha podido precisar con exactitud, siendo la zona más idónea para su estudio el cierre perianticlinal de Cabezos Altos. En el itinerario de Armillas, hacia el norte, hasta la Ermita de S. Jorge, es donde encontramos la parte inferior del Carbonífero mejor representada.

En el Devónico más septentrional de la Hoja se ha recogido fauna en diversos puntos. En el yacimiento de Cabrero, descrito por PH. MARIN (1972) (X = 2°45'20"; Y = 40°58'20"), hemos recogido la siguiente fauna: *Macropirifer mucronatus* CONRAD, *Alacella cifeliense* VER, *Atripa reticularis* LINNEO, *Schizophoria* sp., *Zaphrentis voemeri* EDW-HAIM, *Striatopora bella* SWARTZ, *Cyathophyllum radiculum* ROM, Crinoides (artejos). Este yacimiento se encuentra en unas calizas espáticas que se encuentran intercaladas en una serie esquisto-areniscosa.

Al norte de este punto, en el camino y senda de la Huerta de Maicas, hemos recogido en diversos puntos la siguiente fauna: *Cyathocrinites pinatus* GOLDF, *Retzia oliviani* VERN y ARCH, *Spirifer rouseani* RONALT y Crinoides.

En el Devónico del anticlinal de Cabezos Altos hemos encontrado la siguiente fauna:

En las proximidades de la Ermita de San Jorge, en unas calizas detriticas: *Lindstromia cornuhirci* VEIS. Siguiendo por el camino de Armillas a Maicas y al sur del vértice de Cabezos Altos, un ejemplar de *Cyrtospirifer disjunctus* SOW. En la vertiente norte de Cabezos Altos hemos encontrado *Cyathocrinites pinnatus* GOLDF, *Streptorhynchus crenistria* PHILL.

En las proximidades del ferrocarril abandonado al norte de la estación de las Minas de Segura, en unas calizas hemos recogido Lindstroemia, Uncinulus, Anatripa, Braquiópodos y Crinoides.

Toda la fauna encontrada pertenece al Devónico Inferior y Medio.

1.1.2.3 Carbonífero (C)

La serie estratigráfica del Carbonífero de Montalbán ha sido sintetizada en el trabajo de BERGER, KAUFMANN y SACHER (1968), realizándola a partir de varios perfiles parciales, y que resumimos a continuación, según la Memoria de la Hoja E: 1:200.000 núm. 40, Daroca:

Buntsandstein	9. Conglomerados y areniscas (rodano) rojas. ~ discordancia angular.
	8'. Areniscas con estructuras de «ripple-marks» de corriente y oscilación. Estratificación cruzada.
Namuro	8. 180 m. Flysch de areniscas, grauwackas y pizarras, con «graded bedding»; restos vegetales; pizarras carbonosas y piritíferas, y corales.
Westfaliense	7. Flysch arenoso > 140 m. Areniscas, grauwackas y algunas pizarras con huellas orgánicas y figuras sedimentarias. El paso es gradual a la formación 8.
	6. Areniscas pardas. 40 m. La formación infrayacente se convierte en bancos de mayor potencia. Areniscas y grauwackas potentes, con estratificación gradada y pizarras. Grandes estructuras de deslizamiento en bloque; olistolitos y «slumpings».
Carbonífero Inferior	5. Pizarras cuarcíticas («Plattenquarzit»), 15 m. aprox. Areniscas y cuarcitas en plaquitas, alternando con alguna pizarra; de color rojo-violeta.
	4. Flysch calcáreo superior (iden que 2).
	3. Cuarcita intermedia («Grenzquarzit») 15 m. Intercalado en el flysch hay un nivel de cuarcitas que contiene cantos de lidita, cantos blandos de arcilla, grauwacka y cuarcita.

Carbonífero
Inferior

2. Flysch calcáreo inferior. El conjunto 2 y 4 están constituídos por una alternancia rítmica de grauwackas calcáreas pardas y pizarras, con algún nivel de calizas negras fétidas. Hay estratificación 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 de este paquete.
1. Pizarras y grauwackas, 250 m. Pizarras negras, fósiles y grauwackas apizarradas; algún banco potente de grauwackas o cuarcitas.
0. Complejo de liditas, pizarras y grauwackas > 50 m. descansando directamente sobre el Devónico.
Pizarras y areniscas.

Devónico
Medio (?).

Restos de flora se encuentran con relativa frecuencia en esta serie carbonífera, principalmente en los niveles 2, 4 y 8.

Nosotros hemos encontrado diversos restos entre los cuales los mejor conservados han sido clasificados como *Calamites cistii* BRONG (Westfaliense), encontrado en la carretera de Segura de los Baños a Maicas, y el *Calamites suckowi* BRONG (Westfaliense), encontrado en el camino de Armillas a la Ermita de San Jorge.

El nivel guía más útil en esta serie es el 3.

No existen pruebas de la existencia del Estefaniense, atribuyéndose una edad a los materiales carboníferos del Carbonífero Inferior al Westfaliense. La orogenia herciniana sería, pues, postwestfaliense y anterior al Buntsandstein.

El volcanismo ácido que afecta al Devónico y Carbonífero se realizaría durante esta fase orogénica.

1.1.2.4 Cuarzo-díabasas (ϵ_9^3)

Las rocas ígneas intrusivas son diques discordantes de contorno irregular que intruyen en los materiales del Devónico y Carbonífero. Tienen color gris-verde oscuro y se clasifican como cuarzo-díabasas.

Los depósitos discordantes del Trías Inferior no se encuentran afectados por esta actividad volcánica. Estas intrusiones parecen afectar muy poco o nada los materiales que las encajan.

1.1.2.5 Riolitas (ρ^2)

Las rocas volcánicas se encuentran interestratificadas entre los materiales del Ordovícico. Devónico y Carbonífero.

Petrográficamente son riolitas.

Por meteorización presentan color ante claro. La roca fresca tiene un color beige claro, en la que se observan fenocristales de cuarzo.

Los materiales del Trías Inferior no se encuentran afectados por esta actividad volcánica.

1.2 TRIASICO

En discordancia angular con el zócalo paleozoico se inicia el Trías en facies germánica con las facies típicas de: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

1.2.1 BUNTSANDSTEIN (TG₁)

Presenta la facies típica del Trías Inferior germánico, arenoso-conglomerático rojizo.

Es notable el carácter azoico de esta formación.

La característica más sobresaliente del Buntsandstein en esta Hoja es la reducción de potencia según la dirección observable de SE. a NO.

Mientras que por el SE. de la Hoja la potencia es del orden de 60 m., en el NO. (norte de Anadón) sólo alcanza unos 20 m.

En el anticlinal al norte de Anadón hemos de hacer notar la presencia de un banco dolomítico de espesor algo inferior al metro, intercalado entre areniscas limosas rojas. El corte del Buntsandstein en este punto sería:

Muschelkalk

- 5 1,5 m. Conglomerados y areniscas rojas.
- 4 5 m. Areniscas limosas con estratificación cruzada.
- 3 0,8 m. Dolomías blancas.
- 2 12 m. Areniscas limosas que presentan estratificación cruzada.
- 1 0,6 m. Conglomerados y areniscas rojas.

Discordancia ~

Paleozoico.

1.2.2 MUSCHELKALK (TG₂)

Sobre la formación detrítica precedente, se sitúa una serie carbonatada que intercala un tramo de margas con yesos.

La importancia tectónica de este tramo de margas con yeso es grande, dado su carácter incompetente. Así pues, por razones tectónicas, la presencia de este tramo ha pasado largo tiempo inadvertida.

Sin embargo, la exposición que de los tres tramos del Muschelkalk se presenta en el flanco norte del anticlinal de Montalbán al oeste del río

Aguas es perfecta, lo que ha permitido la separación cartográfica de estos tres tramos.

En la cartografía se han diferenciado los tres tramos en aquellas zonas donde la exposición es manifiesta y ésta presenta una continuidad lateral amplia, y en aquellas áreas donde la complicación tectónica es mayor no se han diferenciado en la cartografía estos tres tramos, agrupándose en uno.

1.2.2.1 **Muschelkalk Inferior** (TG₂₁)

Con una potencia que varía entre 30 y 40 m. se sitúa sobre el tramo detrítico del Buntsandstein una alternancia de margas gris verdosas, calizas dolomíticas, dolomías y carniolas que presentan una estratificación tableada en bancos decimétricos.

No presenta fósiles.

1.2.2.2 **Muschelkalk Medio** (TG₂₂)

Con una potencia entre 40 y 50 m., presenta una litología de yesos blanco, gris y rojo que alternan con margas abigarradas. Este tramo, en general, presenta dificultades de observación, bien por los deslizamientos del Muschelkalk Superior sobre él, o bien debido a su carácter blando y encontrarse recubierto.

1.2.2.3 **Muschelkalk Superior** (TG₂₃)

Tiene una potencia entre 90 y 100 m. La litología es de dolomías y calizas dolomíticas, que presentan una estratificación en bancos métricos.

Según VERNEUIL y LARTET (1863), y CORTAZAR (1885), este tramo ha dado la siguiente fauna en las proximidades de la Hoz de la Vieja (al este de la Hoja): *Lingula tenuissima* BRONN, *Podonomya minuta* GOLDFUSS, *Myophoriopsis gregaria* MUNSTER, *Myophoria goldfussi* (ZIETHEN), *Gervillaria costata* (SCHLOTHEIM), *Mytilus eduliformis* (SCHLOTHEIM), *Neoschizodus laevigatus* (ZIETHEN), que parecen datar el Ladinense Superior.

1.2.3 **KEUPER** (TG₃)

En general, en escasos metros se produce la transición entre las dolomías del Muschelkalk Superior y las margas abigarradas con yesos del Keuper. El tránsito se realiza con intercalaciones de dolomías tableadas que alternan con margas gris verdosas. Difícil de precisar su potencia, dado el carácter plástico de sus materiales, que estimamos entre 50 y 150 m.

Principalmente hacia el techo de esta formación se presentan cristales de cuarzo piramidado.

1.3 JURASICO

El contacto entre las margas abigarradas del Keuper y las dolomías y carniolas de la base del Lías (probable Retiense), es brusca, sin transición. El Jurásico más alto representado en la Hoja está datado como Pliensbaquiense y se encuentra en la carretera de Maicas a Cortes de Aragón.

1.3.1 RETIENSE-HETANGIENSE (TA₃₃-J₁₁)

Atribuimos esta edad a una potente serie de carniolas, dolomías y calizas dolomíticas que alcanzan potencias próximas a 150 m. y que al techo presenta las calizas litográficas bien estratificadas del Sinemuriense.

1.3.2 SINEMURIENSE-PLIENSBACHIENSE (J₁₂₋₁₃)

Sobre las dolomías y calizas dolomíticas antes citadas, se sitúan unas calizas litográficas (micritas y biomicritas) que presentan artejos de crinoides pentacrinus, son de color gris claro a beige, bien estratificadas en bancos decimétricos. Al techo en discordancia se encuentra, bien el Barremiense Superior en facies Weald o bien, cuando éste falta, el Aptiense. La potencia vista es de unos 20 m.

Se encuentra datado con *Rhynchonella dublentonensis?* Inv. y por ammonites del Carixense Inferior en la zona de Maicas (PH. MARIN y D. TOULOUSE, 1972).

1.4 CRETACICO

1.4.1 BARREMIENSE SUPERIOR (FACIES WEALD) (C³c14)

Sobre las calizas (micritas) bien estratificadas del Sinemuriense-Pliensbaquiense, y únicamente en el sector nor-oriental de la Hoja, se sitúan unas margas blancas coronadas por unas calizas lagunares de color gris claro, sobre las que se sitúan unas calizas ocreas con abundantes orbitolinas del Bedouliense.

Esta formación de margas blancas y calizas lacustre presenta un espesor máximo en el límite nor-oriental de la Hoja de 6 m. Hacia el Oeste puede seguirse su acúñamiento hasta su completa desaparición.

Tanto las margas, que tienen un espesor máximo de 4 m., como el banco calizo superior, de unos 2 m., presentan abundantes Ostrácodos y oogonios de Charophytas.

El estudio realizado por L. GRAMBAST sobre las Charophytas ha puesto de manifiesto las siguientes especies: *Atopochara trivolvis* PECK, *Atopochara trivolvis trivolvis* GRAMB, *Clypeator combei* GRAMB, *Flabellochara gr.*

harrisi GRAMB, *Clavatorites* sp. *Tolypella* sp., que precisan una edad del Barremiense Superior.

1.4.2 BEDOULIENSE (C₁₅¹)

En el cuadrante nor-este de la Hoja se encuentra representado el Aptiense Inferior, coronando, bien el Barremiense en facies continental, anteriormente descrito, o bien el Sinemuriense-Pliensbachiense cuando falta el tramo continental. Hacia el techo está siempre seguido por las arenas de facies Utrillas del Albiense.

El Bedouliense se encuentra representado por unas calizas ferruginosas, bioclásticas, con orbitolinas. La potencia máxima de este tramo es de unos 15 m.

En el flanco sur del anticlinal de Montalbán no se encuentra representado este piso, apoyándose entonces las arenas del Albiense en facies Utrillas sobre pisos inferiores.

Las muestras estudiadas de este piso han dado la siguiente fauna: *Parorbitolina lenticularis* (BLUM); *Choffatella decipiens* SCHLUM; *Everticyclammina* sp; *Palaeodictyoconus* sp; Lamelibranquios y Gasterópodos.

1.4.3 ALBIENSE S.S. (C₁₆¹⁻²)

Debido al carácter transgresivo de esta formación, su muro puede ser cualquiera de los pisos anteriormente señalados. Al techo, y en continuidad estratigráfica, se sitúa el Vraconiense marino.

La facies que presenta esta formación es latípica de toda la región, la cual recibe el nombre de la localidad de Utrillas. Posee una litología esencialmente detrítica de arenas arcillosas, blancas, rosas o abigarradas; frecuentes costras ferruginosas, así como lentejones conglomeráticos, principalmente de cantos cuarcíticos de tamaño centimétrico a decimétrico y localmente pueden aparecer zonas caoliníferas e incluso presentar en la base algún nivel lignitífero. La presencia de los niveles lignitíferos de la base parecen estar relacionados con la presencia de un Aptiense bien desarrollado, lo cual en esta Hoja no tiene lugar.

La potencia de esta formación es bastante variable. Su espesor máximo en el interior de la Hoja se encuentra en el borde sur, al este de la Carretera de Alcolea del Pinar, donde se observa un espesor superior a 100 m. En la carretera a Armillas el espesor es de unos 30 m., apoyándose esta formación sobre el Keuper.

Respecto a la edad de esta formación parece concretarse al Albiense s.s., ya que al techo se encuentra el Vraconiense bien datado con orbitolínidos y hacia el muro se encuentra datado a escala regional (Hoja de Villarluengo. 28-21) con Ammonites del Albiense Inferior.

1.4.4 VRACONIENSE-CENOMANENSE (C₁₆₋₂₁³)

Sobre la formación detrítica del Albiense s.s., en facies Utrillas, se inicia una sedimentación marina litoral que presenta una serie litológica de alternancia de calizas y margas, estas últimas ricas en Ostrácodos y las calizas con Ostreidos abundantes. En la base de esta formación se ha recogido, tanto al sur de Armillas como al norte de Plou, en unas calizas (biomicrosparitas) ferruginosas, *Pseudocyclammina rugosa* D'ORB., y *Orbitolina durand delgai* SCHR, especies características, esta última del Vraconiense. Esta serie alternante de calizas y margas tiene una potencia de unos 30 m. Hacia el techo esta serie se hace más y más carbonatada, dando lugar a un escarpe calizo, donde se inicia el siguiente tramo que consideramos.

1.4.5 CENOMANENSE-TURONENSE (C₂₁₋₂₂)

Hemos considerado en esta edad una formación de clara significación morfológica, ya que se encuentra situada entre el tramo blando de la alternancia de calizas y margas antes descrita y las calizas con intraclastos del Senoniense.

Sobre el tramo de alternancias antes descrito, vienen unas calizas gris, masivas, finamente cristalinas, de 30 a 40 m. de espesor y que presentan fragmentos de Rudistos y de Ostras y una rica microfauna con *Pseudocyclammina rugosa* D'ORB, *Cuneolina pavonia parva* DOUV, así como *Prealveolina* del grupo *Prealveolina* gr. *cretacea* REICH, que datan el Cenomanense Medio y Superior. Sobre este tramo vienen unas calizas recristalizadas, algunas veces dolomitizadas, de color beige o rosado, de unos 10 m. de espesor, en las que se empiezan a reconocer fragmentos de Rudistos. Este tramo podría ya pertenecer al Turonense. Al sur, en la unidad cabalgante de Piedra Helada, el Turonense dolomítico alcanza 80 m.

1.4.6 CONIACIENSE-CAMPANIENSE (C₂₂₋₂₅)

En la base encontramos calizas finamente cristalinas, que en lámina delgada son biomicritas e intrabiomicritas con Miliólidos, Textuláridos, Discorbis sp. y Radiolarios. Este tramo, de unos 15 m. de potencia, podría pertenecer al Turonense o Senonense basal.

Sobre este paquete se sitúa una serie de calizas con intraclastos negros que alternan con margas que presentan Charophytas y Ostrácodos. La potencia de este tramo es de unos 60 m. Las Charophytas estudiadas por L. GRAMBAST han dado los siguientes géneros y especies: *Amblyochara n. sp.*; *Mesochara sp.* *Saportanella cf. maslovi* GRAMB, que nos dan una

edad Senoniense ante Maestrichtiense, por lo que admitimos la posible falta de este piso, aunque más bien consideramos la sedimentación de este conjunto litológico en un ambiente marino lagunar con condensación de pisos y posibles hiatos sedimentarios.

1.5 Terciario

1.5.1 DANIENSE (T_{c11})

La sedimentación del Senonense, de carácter marino lagunar, con calizas de intraclastos y niveles margosos intercalados, que presentan flora de Charophytas, se encuentran siempre coronadas por un banco de unos 15 m. de potencia, de litología análoga a la de las calizas del Senoniense, que presenta abundantes gasterópodos, siendo los más frecuentes los del género *Lychnus*. Siguiendo a DE VERNEUIL y DE LORIERE (1854), así como a otros autores posteriores, atribuimos al Daniense estas calizas que coronan el Senonense antes descrito.

Una muestra tomada en unas margas blancas situadas inmediatamente debajo del banco de las calizas con *Lychnus*, han dado Charophytas que, estudiadas por el profesor L. GRAMBAST, han sido datadas como Senonense ante Maestrichtiense. Así pues, si la atribución de Daniense a este banco es correcta, existe un hiato sedimentario entre el Cretácico Superior y el Daniense, que actualmente se considera como base del Terciario.

Entre la fauna recogida por nosotros en este banco han sido clasificadas las especies *Lychnus sanchezi*, VID y *Bulimus Gaudryi* CHEFF. Del inventario de fauna recogido por los autores antes citados señalamos: *Lychnus Collombi* y *L. pradoanus*, así como *Cyclostoma pradoanus*.

Las características litológicas de este banco son una continuación de las del Cretácico Superior, siendo por el contrario muy brusco el cambio con los sedimentos suprayacentes de arcillas, areniscas y conglomerados rojos del Paleógeno.

Este banco constituye un nivel guía por su presencia en todo el ámbito de la Hoja y por la fácil identificación de estos Gasterópodos.

Al sureste de Segura de los Baños aparecen intercalados en el nivel de las calizas con *Lychnus* unas arcillas rojas que parecen aumentar de potencia hacia el Este. Este cambio lateral de facies de las calizas con *Lychnus* no es posible seguirlo, por encontrarse recubierto por los conglomerados en discordancia progresiva del Stampiense. En la Hoja situada al Este (Oliete) no aparece el nivel calcáreo con *Lychnus*, encontrándose unas arcillas rojas con *Vidaliella gerundensis*, que constituyen la base del Terciario.

1.5.2 EOCENO-SANNOISIENSE (T_{c2-31}^{A-AS})

Tanto en el flanco norte de la depresión terciaria como en el flanco sur,

sobre el banco con gasterópodos (*Lychnus*) se inician unos materiales que indican un cambio brusco en las condiciones de sedimentación.

Sobre las capas con *Lychnus* se inicia un microconglomerado de cantos silíceos y cantos blandos rojizos. Estos últimos parecen provenir de la desintegración de un suelo y se han sedimentado *in situ* con muy corto transporte. Esta serie detrítica basal se encuentra presente tanto en el borde septentrional como en el sur de la cuenca terciaria. Sin embargo, mientras en el borde norte el carácter detrítico es casi total en toda la serie, en el borde meridional existe más sedimentación de tipo químico de arcillas con yesos.

Tanto la flora como la fauna es escasa en esta formación. Hemos encontrado, inmediatamente encima del banco de conglomerados de 80 m. de potencia sobre el que se asienta el pueblo de Segura de los Baños, un hueso de diámetro de unos 10 cm., que no se pudo extraer. Pequeños gasterópodos en unas calizas rosadas que se encuentran en la parte norte, próximas a Segura de los Baños, y en la parte sur, en el Puerto Mínguez.

Tanto en el borde norte como en el sur, existe un nivel de calizas margosas con Charáceas que se ha diferenciado en la cartografía (C) únicamente al sur de Segura de los Baños, por constituir un nivel de gran continuidad lateral.

La potencia estimada es superior a 500 m.

1.5.3 STAMPIENSE (T_{c32}^A , $Tc9_{c32}^A$)

1.5.3.1 T_{c32}^A

En el flanco sur del anticlinal de Montalbán y recubriendo transgresivamente el Mesozoico y el Terciario anterior, se presenta una formación de conglomerados poligénicos y arcillas rojas, que presenta discordancia progresiva o en abanico en sus contactos con el Mesozoico. Siendo, pues, esta formación sinorogénica con la fase más intensa del plegamiento de la rama ibérica aragonesa.

En los bordes de cuenca, como en el caso que estamos considerando, próximo al Mesozoico, es fácil distinguir el Terciario antiguo que hemos descrito antes como Eoceno-Sannoisiense del que consideramos ahora, por la discordancia angular que presenta. Sin embargo, según nos alejamos de los bordes mesozoicos, ambas formaciones tienden a ponerse concordantes, siendo por tanto supuestos los contactos entre estas dos formaciones.

La datación de estos conglomerados con discordancia progresiva es debida al conocido yacimiento de vertebrados estudiado por M. CRUSAFONT (1962), situado en la Hoja de Oliete, a unos 500 m. al oeste de Montalbán.

1.5.3.2 T_{c32}^A

En la parte sur de la depresión terciaria de Vivel del Río, la formación sinorogénica está representada por unos conglomerados monogénicos (de calizas mesozoicas) y heterométricos con grandes bolos. Esta formación presenta variaciones muy bruscas de buzamiento según se aleja de los contactos con el Mesozoico. En la vecina Hoja de Montalbán estos conglomerados sinorogénicos se encuentran cabalgados por el Mesozoico.

1.5.4 CHATIENSE-MIOCENO MEDIO (T_{c33-1}^{A-Bb} , Ty_{c33-1}^{A-Bb} , Tc_{c33-1}^{A-Bb} , Ta_{c33-1}^{A-Bb})

En discordancia angular sobre cualquiera de los términos anteriores de la serie estratigráfica, se encuentran los materiales postorogénicos de la fase más intensa de la orogenia alpina. Estos materiales presentan litologías diferentes según las zonas.

1.5.4.1 T_{c33-1}^{A-Bb} , Ty_{c33-1}^{A-Bb}

En el anticlinal de núcleo mesozoico de Cabezo Gordo, al sur de Cutanda, aparece en discordancia angular sobre el Cretácico Superior e incluso sobre el nivel del Daniense continental, con Gasterópodos, una formación que presenta en su base un nivel conglomerático, seguido de unas arcillas rojas que se continúan con una alternancia de calizas margosas rosadas y hacia el techo presenta un banco de calizas dolomitizadas blancas, sobre el que se sitúan unos yesos sacaroideos blancos y que se han cartografiado como (Ty_{c33-1}^{A-Bb}).

La potencia de este tramo, sin incluir el nivel de yesos, es de unos 100 m. Los yesos tienen una potencia de unos 25 m.

1.5.4.2 Tc_{c33-1}^{A-Bb}

Como equivalente lateral de la formación anterior, que se encuentra representada con su muro y techo en el anticlinal de Cabezo Gordo, al sur de Cutanda, tenemos esta formación de calizas y margas con algún nivel de sílex como el que se localiza al oeste de Torre Los Negros y algunos niveles centimétricos de lignitos. En la carretera de Alcolea, próximo a Cosa, encontramos conglomerados al techo.

1.5.4.3 Ta_{c33-1}^{A-Bb}

Consideramos esta formación de areniscas, arcillas, calizas y conglomerados como paso lateral de la formación (Tc_{c33-1}^{A-Bb}), situada al suroeste de la Hoja hacia el Norte.

1.5.5 CHATIENSE A PLIOCENO (T_{c33-2}^{A-B})

Entre el río Pancrudo y los límites sur y este de la Hoja, hemos considerado englobada la serie desde el Chaticense al Plioceno, ya que dado el carácter calcáreo y la concordancia aparente entre estas formaciones terciarias, que hemos separado en otras zonas, no nos es posible hacerlo en este área.

1.5.6 MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO (T_{c1-2}^{Bc-B} , Tcg_{c1-2}^{Bc-B})

Consideramos de esta edad unas formaciones subhorizontales y discordantes sobre cualesquiera de los términos inferiores de la columna estratigráfica y que se presenta básicamente con dos litologías bien diferenciadas, una esencialmente calcomargosa (T_{c1-2}^{Bc-B}) y otra conglomerática (Tcg_{c1-2}^{Bc-B}).

1.5.6.1 T_{c1-2}^{Bc-B}

Tramo básicamente de calizas blancas con algún pequeño nivel de margas, también blancas; suelen tener con frecuencia Gasterópodos del género Planorbis. Hacia el Norte estas calizas pasan lateralmente a Tcg_{c1-2}^{Bc-B} .

1.5.6.2 Tcg_{c1-2}^{Bc-B}

Formación conglomerática que en el noroeste de la Hoja presenta una litología de arcillas rojas y cantos paleozoicos.

Al sureste de Segura de los Baños, en las Coronas y en el borde este, al sur de Plou, la litología es de un conglomerado poligénico (cantos de Paleozoico y Mesozoico) poco redondeados.

1.6 CUATERNARIO (Q_{AL} , Q_L , Q_T)

Hemos diferenciado en el Cuaternario el aluvial de los ríos actuales, los derrubios de ladera y terrazas.

El aluvial (Q_{AL}) presenta una litología de gravas, arenas y arcillas.

Los derrubios de ladera (Q_L) tienen amplia representación en la esquina noroeste de la Hoja, debido a los fuertes relieves existentes y a encontrarse una formación (Tcg_{c1-2}^{Bc-B}) fácilmente erosionable. En esta zona presentan una litología de grandes bolos paleozoicos y arcillas rojas. En el resto de la Hoja la litología es predominantemente de gravas y arcillas.

Las terrazas (Q_T) presentan una litología de gravas, arcillas y arenas.

2 TECTONICA

Como indicábamos en la Introducción, las unidades estructurales que podemos considerar en la Hoja son de NE. a SO.:

a) *Anticlinal de Cabezos Altos y de Mingo Blasco*, con núcleo paleozoico y revestimiento mesozoico, que se incluye en la unidad más amplia, denominada «anticlinal de Montalbán», perteneciente a la rama externa o aragonesa de la Cordillera Ibérica.

b) *Depresión terciaria de Martín del Río*, que corresponde a la parte suroriental de la unidad conocida regionalmente como «depresión de Calatayud-Montalbán».

c) *Frente de cabalgamiento de Piedra Helada*, que representa la parte occidental del «frente de cabalgamiento de Beceite-Portalrubio», que corresponde a la parte noroccidental del Maestrazgo.

2.1 ANTICLINAL DE CABEZOS ALTOS Y DE MINGO BLASCO (RAMA IBERICA ARAGONESA)

Hemos de distinguir en esta unidad los materiales afectados por la orogenia Herciniana de aquellos otros posthercinianos, afectados únicamente por la orogenia alpina. Ambos se encuentran separados por la discordancia pretriásica. Los primeros han sufrido ambas orogenias.

2.1.1 PALEOZOICO DEL ANTICLINAL DE CABEZOS ALTOS Y DE MINGO BLASCO (ANTICLINAL DE MONTALBAN)

El estudio del Paleozoico del anticlinal de Montalbán presenta dificultades, debido a la superposición de las dos orogenias antes señaladas, así como al recubrimiento en discordancia del Mesozoico, lo que impide observar la continuidad lateral de las estructuras paleozoicas.

Los ejes de plegamiento tienen una dirección preferente comprendida entre NNO. a SSE. y NO. a SE., es decir, forman un ángulo de divergencia con las alineaciones alpidicas de 10° a 20°.

La estructura de este macizo paleozoico, al sur de la carretera de Segura de Los Baños a Cortes de Aragón, representa, en términos generales, un anticlinal de núcleo devónico con dirección herciniana, fallado al norte, y parcialmente en el flanco este, con un cierre periclinal por el sur.

Al norte de la carretera antes citada, el afloramiento paleozoico es de una extensión menor. encontrándose en contacto por falla el Carbonífero

y el Devónico. Hacia el norte el contacto por falla es entre el Ordovícico y el Devónico.

Hemos de tener en cuenta el volcanismo pre-triásico representado por cuarzo-dibasas que cortan la estratificación, y riolitas interestratificadas.

2.1.2 PALEOZOICO DEL ANTICLINAL DE ANADON

Al norte de Anadón, en el barranco del río del mismo nombre, aparece una formación paleozoico de cuarcitas hacia la base y areniscas limosas hacia el techo, que presentan bajo la discordancia pretriásica una estructura anticlinal con un eje de dirección herciniana (aproximadamente N. 40° O.).

2.1.3 MESOZOICO DE LA RAMA IBERICA ARAGONESA

Recubriendo en discordancia el Paleozoico del anticlinal de Montalbán, tenemos la serie mesozoica. El plegamiento alpídico en este sector de la rama ibérica aragonesa es relativamente suave. Al norte del eje paleozoico, el Mesozoico comprendido entre Maicas y Plou presenta un plegamiento muy suave con anticlinales y sinclinales muy laxos. La única tectónica que presenta complejidad es la que presenta el Muschelkalk Superior, calcáreo debido a encontrarse entre dos formaciones arcillosas incompetentes: el Muschelkalk Medio y el Keuper. Así pues, la tectónica del Muschelkalk Superior presenta abundantes fracturas y cabalgamientos, algunos de gran vistosidad, como el que se presenta en la Hoz de la Vieja (Hoja de Oliete, núm. 493).

En el borde sur del afloramiento paleozoico, aparte de la tectónica del Muschelkalk Superior se presentan como accidentes tectónicos más notables la falla de desgarre, al norte de Segura de Los Baños, y el curioso cabalgamiento que se sitúa al este del mismo pueblo, en el que aparece invertida la serie, desde la parte alta del Cretácico Superior (que aparece al techo), debajo las calizas con *Lychnus* y debajo el terciario rojo detrítico. Este cabalgamiento podría estar relacionado con la actividad diapírica de los materiales del Keuper y Muschelkalk Medio, al ser comprimido durante la orogenia alpina.

2.2 DEPRESION TERCIARIA DE MARTIN DEL RIO (ZONA SUR-ORIENTAL DE LA DEPRESION DE CALATAYUD-MONTALBAN)

El estudio del Terciario de la depresión central de la Hoja presenta notables dificultades, en razón de:

a) Ser durante este período de tiempo la actividad orogénica principal del plegamiento alpino.

b) La escasa validez del criterio de facies en la correlación litológica debido a los bruscos cambios laterales.

c) A la escasez de fósiles significativos para una datación.

El Daniense, tanto por sus características litológicas, como por su aparente concordancia con los terrenos anteriores, cabe incluirlo, al menos en esta Hoja, en el ciclo sedimentario del Cretácico Superior. Es con posterioridad a este período cuando se produce un cambio importante en las condiciones de sedimentación.

A partir de este período los sedimentos son de carácter fluvial, de un alto nivel de energía, y depositados en un ambiente oxidante, como lo reflejan las coloraciones rojizas de los sedimentos.

La presencia de sedimentos de edad eocena no ha sido probada, sin embargo admitimos su posible existencia, teniendo en cuenta que un nivel de calizas con caráceas de edad Sannoisiense (L. GRAMBAST) deja por debajo (por ejemplo, cerca de Segura de los Baños) una potente formación detrítica de más de 400 m. de potencia.

La presencia de estos sedimentos denota iniciación de los movimientos epigénicos, premonitores de la fase más intensa de plegamiento. Esta parece iniciarse con el Stampiense, es decir, los sedimentos atribuidos al Stampiense en Montalbán por FALLOT y BATALLER (1927) y por M. CRUSAFONT (1967) son sinorogénicos de la fase más intensa del plegamiento alpino y así presentan una discordancia progresiva o en abanico en el borde norte de la depresión de Martín del Río.

Esta discordancia angular no la presentan los sedimentos de edad anterior al Stampiense. Así pues, en los bordes de cuenca es posible diferenciar los sedimentos anteriores a la fase principal de la orogenia, pues presentan, aparentemente, una concordancia angular con el Mesozoico de los sinorogénicos de la fase principal, que presentan discordancia angular y progresiva. Esto no es posible según nos alejamos de estos bordes de cuenca, pues la sedimentación es continuada en todo este período.

Entre Barrachina y Cutanda se encuentra el anticlinal de Cabezo Gordo; en el núcleo de éste aflora el Cretácico Superior y el Daniense continental en la facies típica de las calizas con *Lychnus*. Sobre ellos, y en discordancia angular, se encuentra una formación en la que no hemos encontrado fósil alguno y a la que atribuimos una edad post-Stampiense, como límite inferior y que puede alcanzar hasta el Mioceno Medio. Hacia el norte, entre Cutanda y Olalla, esta formación se encuentra en contacto por falla con el Paleozoico; siguiendo hacia el Norte continúa una tectónica de bloques, dando lugar en el más septentrional de los observados al contacto del Paleozoico con Mesozoico.

Esta gradiería de fallas se encuentra fosilizada por una formación de

arcillas rojas y cantos paleozoicos, que atribuimos al Mioceno Superior-Plioceno, sin criterios paleontológicos.

2.3 FRENTE DE CABALGAMIENTO DE PIEDRA HELADA

Por el borde sur de la Hoja, ésta incluye el frente de cabalgamiento de Piedra Helada, que corresponde como hemos dicho anteriormente a la parte occidental del amplio frente de Beceite-Portalrubio.

En esta Hoja el desplazamiento del cabalgamiento no creemos sea de gran magnitud, e incluso es posible hablar de fallas inversas. Así, al norte del vértice de Piedra Helada, teniendo en cuenta el espesor de serie que falta, no creemos llegue el desplazamiento al centenar de metros; sin embargo, en la Hoja de Montalbán (núm. 518) parece llegar a alcanzar desplazamientos superiores a los dos kilómetros.

Respecto a la causa de este cabalgamiento, creemos puede ser debido a deslizamientos de la cobertera mesozoica hacia el norte, a favor de los niveles plásticos del Keuper y Muschelkalk Medio, por una tectónica de gravedad.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Los terrenos predevónicos no presentan exposición apropiada para considerar la serie estratigráfica y poder inferir la evolución de la cuenca en este período.

La sedimentación parece ser continuada durante el Devónico hasta el Eifeliense. Esta son depósitos marinos litorales, que presentan alternancia de sedimentos calcáreos y detríticos, lo que implica ciertos ritmos en el suministro de materiales. A partir del Eifeliense parece que se inicia una laguna sedimentaria.

Durante el Carbonífero se produce una intensa sedimentación de tipo flysch, que da lugar a una potente secuencia de lutitas, areniscas y calizas detríticas.

Esta serie carbonífera parece ser de edad Viseense al Westfaliense A. La orogénesis herciniana sería post-Westfaliense y anterior al Buntsandstein.

Este devónico-carbonífero se encuentra afectado por magmatismo de tipo ácido, que podría ser referido a una fase volcánica pérmica.

La discordancia triásica es muy manifiesta. Comienza el Buntsandstein con depósitos rojos conglomeráticos y areniscas fluvio-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. El ciclo jurásico se inicia

con esta misma formación, y se continúa con depósitos micríticos poco profundos. En esta Hoja no están representados los sedimentos jurásicos superiores al Pliensbachiense (posiblemente por una erosión posterior a su sedimentación).

La sedimentación wealdica está representada en el cuadrante nororiental de la Hoja, siguiéndose perfectamente su acuñamiento y completa desaparición hacia el oeste. Como borde de cuenca del Weald, estos sedimentos tienen una edad del Barremiense Superior, que parece ser más moderna que en el centro de la cuenca (cerca de Josa y Olliete).

El Aptiense Inferior se encuentra también transgresivo con una facies nerítica, calcáreo detrítica.

La «transgresión» del Albiense s.s. continental en facies Utrillas nivela la orografía preexistente, precediendo siempre al depósito de la transgresión marina Cenomaniense, que se inicia en realidad en el Vraconiense.

En el Cretácico Superior, los materiales traducen, al principio, un ámbito de sedimentación marina, carbonatada, poco profunda (Cenomaniense-Coniaciense), seguido por un episodio francamente regresivo con facies marino-lagunar de calizas intraclásticas (Coniaciense-Campaniense). Culminando esta serie neocretácica se localiza el episodio continental de las calizas con *Lychnus* que marcan el final de este ciclo sedimentario.

Después de un posible hiato sedimentario, del que desconocemos su amplitud, un rejuvenecimiento del relieve en las áreas de aporte, que parecen localizarse al noroeste de la Hoja, se depositan sedimentos conglomeráticos y detríticos en general, así como arcillas rojas que indican las primeras fases del plegamiento alpino con importantes movimientos epirogénicos.

La fase principal del plegamiento es probablemente de edad Stampiense, presentando estos sedimentos en los bordes discordancia progresiva. Los cabalgamientos del sur parecen ser posteriores, ya que el Stampiense se encuentra cabalgando al este de la Hoja.

Con posterioridad a esta fase paroxísmica y después de un posible hiato sedimentario, se depositan en discordancia materiales que presentan notables variaciones laterales de facies. Hemos atribuido a estos materiales discordantes una edad (Chatiense-Mioceno Medio), ya que carecemos de criterios paleontológicos y se les atribuye con carácter regional una edad pre-aquitaniense.

Con posterioridad a la deposición de estos materiales, se produce un importante reajuste de bloques (puesto de manifiesto en el cuadrante noroeste de la Hoja) que fallan este Mioceno y producen en él estructuras laxas, como el anticlinal de Cabezo Gordo.

En el noroeste, una formación de gravas y arcillas, que hacia el centro de la cuenca se convierte en calizas lacustres, fosiliza esta tectónica. Hemos atribuido a estos materiales una edad comprendida entre el Mioceno Superior-Plioceno.

4 PETROGRAFIA

Dividimos las rocas estudiadas en dos grupos: filonianas y volcánicas.

Las rocas ígneas intrusivas son diques discordantes, de contorno irregular, que intruyen en las pizarras y areniscas del Carbonífero y Devónico, tienen color gris verdoso oscuro, a veces están fuertemente alteradas, y petrográficamente las clasificamos como *cuarzo-diabasas* (ϵq^3).

Presentan textura porfídica con matriz intersertal.

Están compuestas por fenocristales idio o subidiomorfos de plagioclasa parcial o totalmente sericitizada, o sustituidos por carbonato, y más escasos del componente máfico (biotita en algunos casos, y en otros, posible anfíbol), la mayor parte de las veces sustituido por clorita y carbonato desprendiendo óxidos de hierro y esfena.

La matriz está formada por pequeños cristales tabulares de plagioclasa, clorita en laminillas, o bien sin formas definidas en los intersticios, junto con cuarzo, carbonato y óxidos de hierro, m. metálico (magnetita y/o ilmenita), apatito y circón. En ocasiones existen vacuolas rellenas de carbonato e intercrecimientos micrográficos en la matriz entre cuarzo y feldespato potásico. Es destacable la presencia de un gran cristal de granate, en una de las rocas, debido probablemente a la transformación de material englobado de las rocas encajantes.

Las rocas volcánicas, *riolitas* (p^2) están interestratificadas concordantemente en pizarras y areniscas, pertenecientes al Ordovícico, Devónico y Carbonífero.

Tienen textura porfídica con matriz alotriomorfa granular de grano fino.

Están formadas por fenocristales subidiomorfos de cuarzo, de plagioclasa, parcialmente alterada a mica blanca (sericita y moscovita) y más débilmente a caolín; escasos del componente máfico sustituidos por clorita y carbonato. La matriz consta de pequeños cristales de cuarzo, plagioclasa, laminillas de mica (biotita y moscovita). Como minerales accesorios: m. de hierro, carbonato, apatito, circón, esfena y rutilo acicular (sagenita) desprendiendo al cloritizarse la biotita.

Algunas de estas rocas han sufrido neumatólisis, que produce la moscovitización de la plagioclasa y de la biotita.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

En el núcleo paleozoico del anticlinal de Cabezos Altos-Mingo Blasco

{Anticlinal de Montalbán} señalamos las siguientes labores o indicios mineros:

a) Al norte de Armillas, en el camino que va de este pueblo a Maicas, se localiza una galería (actualmente inundada), realizada en un dique de cuarzo y siderita. El dique tiene una dirección N. 10° O., con una corrida observable del orden de 1 Km., siendo paralelo al contacto Devónico-Carbonífero.

b) Las minas de Segura de los Baños, hoy abandonadas, y que beneficiaron galena argentífera.

c) Sin labor minera alguna, cabe señalar la presencia de diques de baritina al este del vértice Cabrero, en el Carbonífero, y próximo al contacto mecánico entre el Devónico y Carbonífero.

d) Diversas canteras se localizan en las rocas intrusivas (cuarzo diabasas) posiblemente utilizadas como áridos en carretera.

En el Mesozoico cabe señalar, aunque con carácter negativo, la ausencia de niveles carbonosos explotables, en la base de facies Utrillas (Albiense s.s. C_{c16}¹⁻²). Sin embargo, en este nivel se observan algunas canteras abandonadas, que posiblemente se beneficiarían del caolín que acompaña a las arenas.

En el Terciario (Eoceno-Sannoisiense (T_{c2-31}^{A-A3}), al oeste de Martín del Río, se localiza una cantera de yeso interestratificado y que presenta un frente de varios metros. Un nivel de yeso importante se presenta al oeste de la Hoja y que ha sido cartografiado como Ty₃₃₋₁^{A-Bb}.

5.2 HIDROGEOLOGIA

En la columna estratigráfica de los materiales aflorantes en la Hoja, hemos de considerar con posibilidades de acuífero: el Muschelkalk Superior (T_{c23}), el Lías (TA₃₃J₁₁ y J₁₂₋₁₃), el Aptense (C₁₅¹), el Cenomanense-Turonense (C₂₁₋₂₃), y alguna posibilidad, difícil de controlar, debido a los bruscos cambios laterales de facies, en el Mioceno.

De todos estos niveles con posibilidad de acuífero, consideramos como más interesantes el Lías y el Cenomanense-Turonense.

Analizamos a continuación las estructuras más favorables para una posible captación de las aguas subterráneas.

En la esquina noreste de la Hoja se presenta una estructura con plegamiento suave, que podría ser interesante para situar un sondeo en la facies Utrillas, al sur de Plou, hasta alcanzar el Keuper impermeable, con lo que se cortaría en profundidad el Lías, que tiene buenas características de acuífero.

En la cuenca terciaria que ocupa la región central de la Hoja, aparte de algún pequeño acuífero que pudiera encontrarse en el Terciario, podría alcanzarse (previo estudio geofísico) el Cretácico Superior, el nivel de calizas y dolomías del Cenomanense-Turonense, que podría ser de interés.

6 BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. J.; RAMIREZ DEL POZO, J., y ORIOL RIBA, A. (1971).—«Algunas precisiones sobre la sedimentación y la paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel)». *Est. Geol.*, vol. XXVII, pp. 497-512.
- ALMELA, A. (1959).—«El Cretácico en España. II. El Maestrazgo y la Cordillera litoral catalana». *Congreso Geol. Inter. XX sesión*, México (1956): «El sistema cretácico», pp. 405-423.
- BERGER, E.; KAUFMANN, E., y SACHER, L. (1968).—«Sedimentologische Untersuchungen im Jungpaläozoikum der Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *Geol. Rundschau Bd.*
- BULARD, P. F.; CANEROT, J., y GAUTIER, F. (1971).—«Le Jurassique de la partie orientale des chaînes ibériques». *Cuadernos Geol. Iberia*, vol. 2, pp. 333-344.
- CANEROT, J. (1967).—«Le Crétacé supérieur dans le Bas-Aragon et le Maestrazgo (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fasc. 8, pp. 345-346.
- (1969).—«La question de l'Utrillas dans le domaine ibérique (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, núm. 1, pp. 11-12.
- (1969).—«Observations géologiques dans la région de Montalbán, Aliaga et Alcorisa (prov. de Teruel, Espagne)». *Bull. Soc. Géol. France*, pp. 854-861.
- (1971).—«L'évolution paléogéographique du domaine ibérique oriental pendant le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur: remarques sur l'épirogénèse néocinématique». *96^{ème} Congr. Nat. Soc. Sav. Toulouse*.
- CANEROT, J., et SOUQUET, P. (1972).—«Le faciès "Utrillas". Distinction du Wealdien et place dans la phase d'épandages tertiaires albo-cenomanenses». *CR. Acad. Sci. Paris*, t. 275, pp. 527-530.
- CANEROT, J. (1974).—«Recherches géologiques aux confins des Chaînes ibérique et catalane (Espagne)». *These Sciences*, Toulouse.
- CARLS, P., und MONNINGER, W. (1974).—«Ein Block Konglomerat in Tertiär der Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *N. Jb. Geol. Paläont. Abh. Stuttgart S-1-16*.
- COQUAND, H. (1865).—«Monographie de l'Étage Aptien de l'Espagne». *Arnaud et Cie Edit. Marseille*; 1 vol., 221 p.
- CORTAZAR, D. (1885).—«Bosquejo físico geológico y minero de la provincia de Teruel». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp. Madrid*, t. XII, pp. 263-607.

- CRUSAFONT PAIRO, M. (1967).—«Nuevos datos sobre la edad de los sedimentos terciarios de la zona Utrillas-Montalbán». *Acta Geol. Hisp.*, t. 2, núm. 5, pp. 115-116.
- DEREIMS, A. (1898).—«Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragón». *These Sciences*, París.
- FALLOT, P., y BATALLER, J. R. (1927).—«Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y el Maestrazgo». *Mem. Real Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, vol. XX, p. 143.
- HAHNE, C. (1930).—«La cadena celtibérica al este de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra (Trad. San Miguel de la Cámara)». *Publ. alemanas sobre Geol. Esp.*, vol. II, pp. 7-50, Madrid, 1974.
- «Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona (Trad. San Miguel de la Cámara)». *Publ. alemanas sobre Geol. Esp.*, vol. II, pp. 51-97.
- JOLY, H. (1926).—«Etudes géologiques sur la chaîne celtibérique (provinces de Teruel, Zaragoza, Soria, Logroño, Espagne)». *C. R. XIV Cème Congr. Inter. Madrid*, tac. 2, pp. 523-584.
- MARIN, PH. (1972).—«Découverte d'une zone a Paraspirifer cultrijugatus et Alatiformia alatiformis (Brachiopodes Spiriferida) dans la partie nord-occidentale du massif paléozoïque de Montalbán (Teruel, Espagne)». *Ann. Soc. Geol.*, vol. XXVIII, pp. 111-118.
- [1974].—«Le socle paléozoïque et sa couverture Permo-Triasique». *Université Claude Bernard Lyon*.
- MARIN, PH., et TOULOUSE, D. (1972).—«Le Jurassique moyen et supérieur du Nord de la Province de Teruel (Espagne)». un exemple du passage Dogger-Malm dans la région d'Arino Oliete». *Est. geol.*, vol. XXVIII, pp. III-118.
- MARIN, PH., y PLUSQUELLEC, Y. (1973).—«Sur des Combophylum (Tétracoraliaires) du Dévonien de Montalbán (province de Teruel, Espagne)». *Ann. Soc. Geol. Nord. Lille*, p. 36.
- MEKEL, J. F., y MEER MOHR (H. E. C. Van der) (1967).—«Explanation of the photogeological reconnaissance map of the Muniesa Montalbán región». *ITC. Publications*, ser. B, núm. 42, 15 p.
- MEKEL, J. F. (1971).—«Explanation of the photogeological Map of the Montalbán region». *ITC Publications*, ser. B, núm. 59, 20 p. 1 pl. 1 mos.
- MOISSENET, E.; CANEROT, J., y PAILHE, P. (1972).—«Géologie et relief dans la région de Montalbán (province Teruel)». *Mélanges, Casa de Velázquez*, t. VIII, 50 p.
- ORIOL RIBA, A.; VILLENA, J., y VALLIERES (T. des) (1966).—«Nota sobre la presencia de terrenos de edad carbonífera en la parte oriental del Macizo de Montalbán (provincia de Teruel)». *Acta Geol. Hisp.*, t. I, núm. 2, pp. 5 y 6.

- ORIOI RIBA, A.; VILLENA, J., y MALDONADO, A. (1971).—«Memoria de la Hoja núm. 40, Daroca». E. 1:200.000, *IGME*, pp. 53.
- RICHTER, G., und TEICHMULLER, R. (1933).—«Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten». *Abh. Ges. Wiss. Gottingen, Math, Phys, Kl, F. III, heft 7*, p. 1185.
- RIOS, J. M., y ALMELA, A. (1951).—«Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la Cuenca del Ebro». *Inst. Geol. y Min. de Esp.*, libro jubilar, t. II, p. 247.
- SACHER, L. (1966).—«Über Karbonische Sedimente bei Montalbán in den Ostlichen Iberischen Ketten (Spanien)». *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, Stuttgart, 5, pp. 385-448.
- SAEFTEL, H. (1961).—«Paleogeografía del Albiense en las cadenas celtibéricas de España». *Not. Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 63, pp. 163-192.
- VERNEUIL, E. de, et LARTET, L. (1863).—«Norte sur le calcaire a *Lychnus* del environs de Segura et sur le Tertiaire, le Neocomien; le Jurassique, le Lias et les terrains triasiques et dévoniens des environs de Montalbán (Aragón)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 20, pp. 684-698.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA