

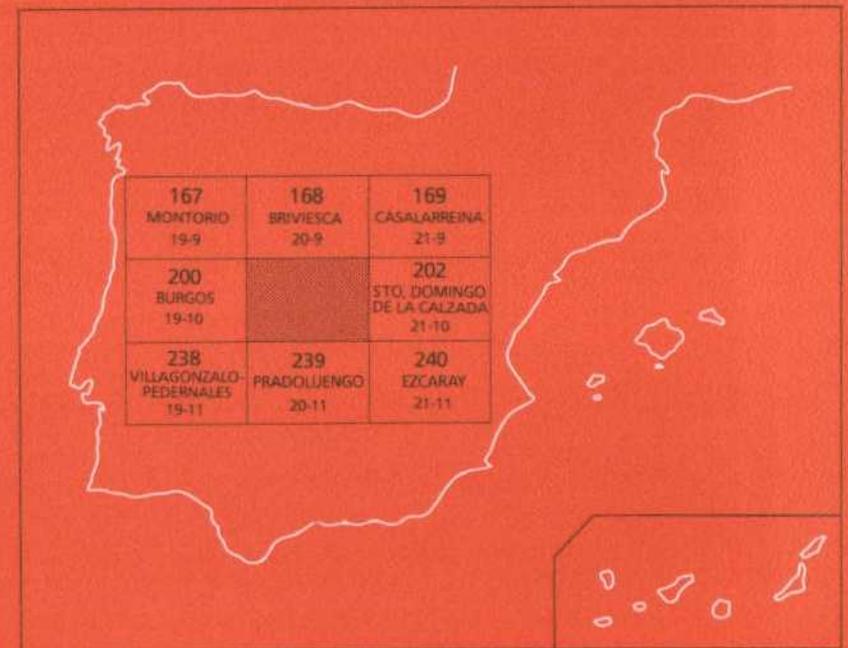


Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

201
20-10

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA Escala 1:50.000

Segunda serie - Primera edición



 Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

BELORADO

El Instituto Tecnológico GeoMinero de España, ITGE, que incluye, entre otras, las atribuciones esenciales de un "Geological Survey of Spain", es un Organismo autónomo de la Administración del Estado, adscrito al Ministerio de Industria y Energía, a través de la Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales (R.D, 1270/1988, de 28 de octubre). Al mismo tiempo, la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica le reconoce como Organismo Público de Investigación. El ITGE fue creado en 1849.



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

BELORADO

Primera edición

MADRID, 1990

Fotocomposición: CARMAGRAF, S. A. - Sambara, 40 - 28027 Madrid
Imprime: ASEINSAPRINT, S. L.

Depósito legal: M. 29.120-1990
NIPO: 232-90-005-1

La realización de esta Hoja ha correspondido a la Compañía General de Sondeos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del I.T.G.E.

Han intervenido:

- A. Olivé Davó (C.G.S.): Cartografía del Terciario. Secciones estratigráficas. Geomorfología. Memoria. Coordinación y dirección.
- J. I. Ramírez Merino (C.G.S.): Cartografía del Mesozoico.
- L. I. Ortega (C.G.S.): Cartografía del Terciario.
- A. Hernández Samaniego (C.G.S.): Secciones estratigráficas. Sedimentología de detriticos. Memoria.
- M. Alvaro López (C.G.S.): Tectónica. Memoria.
- M. J. Aguilar (C.G.S.): Sedimentología de Laboratorio.
- J. Ramírez del Pozo (C.G.S.): Micropaleontología.
- A. Meléndez Hevia (Univ. Zaragoza): Secciones estratigráficas. Sedimentología de carbonatos.
- P. Anadón (Inst. Jaime Almera): Sedimentología de yesos.
- E. Molina (Univ. Salamanca): Micromorfología de suelos. Estudio de arcillas.
- J. Gallardo (Univ. Autónoma Madrid): Edafología.
- C.G.S.: Laboratorio.
- V. Gabaldón y A. Martín-Serrano (I.T.G.E.): Dirección y supervisión.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico GeoMinero 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, bibliografías y demás información varia.

INDICE

	<i>Páginas</i>
0. INTRODUCCION	7
1. ESTRATIGRAFIA	8
1.1. Triásico	8
1.1.1. Arcillas rojas y verdes. Yesos. Keuper (1)	8
1.2. Triásico y Jurásico (2)	8
1.3. Jurásico	9
1.3.1. Calizas. Sinemuriense (3)	9
1.4. Cretácico	9
1.4.1. Calizas, arcillas, areniscas y conglomerados. Valanginiense superior a Barremiense. Facies Weald (4)	9
1.4.2. Arenas, arenas conglomeráticas y arcillas. F. Arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense inferior (5)	10
1.4.3. Calizas, calcarenitas y margas (6). Cenomaniense	11
1.4.4. Calizas nodulosas, calizas arcillosas y margosas (7). Turoniense inferior	11
1.4.5. Dolomías y calizas, a veces oolíticas (8). Turoniense-Coniaciense	12
1.4.6. Calizas nodulosas y margas. Lacazinas a techo (9). Santoniense inferior-medio	13
1.4.7. Calizas, dolomías y calcarenitas. Lacazinas (10). Santoniense medio-superior	13
1.4.8. Calizas y calcarenitas (11). Turoniense-Santoniense	14
1.5. Terciario	14
1.5.1. Headoniense-Arverniense. Unidades litológicas de la U.T.S., número 2	16
1.5.1.1. Conglomerado (12), Areniscas, limolitas y arcillas (13). Unidad de San Clemente	16
1.5.2. Arverniense superior-Ageniense. Unidades litológicas de la U.T.S., núm. 3	17

1.5.2.1.	Conglomerados (14). Conglomerados de Puras de Villafranca	17
1.5.2.2.	Arcillas y limolitas (15). Yesos (16)	17
1.5.2.3.	Conglomerados calcáreos y arcillas (17). Limolitas y arcillas (18)	18
1.5.3.	Orleaniense-Vallesiense. Unidades litológicas de la U.T.S., número 4	18
1.5.3.1.	Conglomerados silíceos (19). Conglomerados de San Miguel	18
1.5.3.2.	Arcillas y limolitas (20)	19
1.5.3.3.	Conglomerados calcáreos y arcillas (17). Arcillas y limolitas (18). Area de Quintanavides	19
1.5.3.4.	Yesos (21). Facies Cerezo	20
1.5.3.5.	Calizas, margas y arcillas (22)	21
1.5.4.	Vallesiense superior. Plioceno medio. Unidades litológicas de la U.T.S., núm. 5	21
1.5.4.1.	Limolitas, arcillas y niveles de cantos (23). Facies Pedraja	21
1.5.4.2.	Conglomerados calcáreos y areniscas (24)	22
1.5.4.3.	Calizas y margas (25)	22
1.6.	Cuaternario	22
1.6.1.	Pleistoceno. Terrazas (26, 28, 30) y Glacis (27, 29, 31 y 32) .	22
1.6.2.	Holoceno. Aluviones y terraza reciente (36 y 33). Coluviones y vertientes (34). Abanicos y conos de deyección (35)	22
2.	TECTONICA	23
2.1.	Tectónica regional	23
2.2.	Descripción de la estructura	25
2.2.1.	La franja plegada de Rojas-Santa Casilda	25
2.2.2.	Los afloramientos mesozoicos de la Cordillera Ibérica	26
3.	GEOMORFOLOGIA	27
4.	HISTORIA GEOLOGICA	28
5.	GEOLOGIA ECONOMICA	35
5.1.	Minería y canteras	35
5.2.	Hidrogeología	35
6.	BIBLIOGRAFIA	36

0. INTRODUCCION

La Hoja 201 Belorado se encuentra situada en la zona centro-oriental de la provincia de Burgos, quedando incluida en la comarca natural de La Bureba.

Aunque la red fluvial vierte en su mayoría al Ebro, en el ángulo suroccidental de la Hoja quedaría localizada la divisoria de aguas entre Ebro y Duero, existiendo algunos cursos que drenan hacia este último.

Los principales ríos son el Oca y el Tirón, que discurren en dirección S-N procedentes del Macizo de la Demanda, situado al Sur.

La altitud media en la Hoja es considerable, sobre los 900 m, situándose los mayores relieves en la zona meridional, donde se alcanzan los 1.200 m.

La característica paisajística más notable es la existencia de planicies elevadas y escalonadas correspondientes a relieves estructurales generados fundamentalmente sobre yesos.

La climatología es bastante dura, con inviernos muy fríos y veranos muy calurosos, lo que unido a una pluviosidad no muy elevada, imprime caracteres áridos a la región.

La principal fuente de riqueza la constituye el cultivo de secano, si bien en las vegas de los ríos principales se localizan algunos cultivos hortofrutícolas. En la parte meridional hay que destacar la existencia de explotaciones forestales.

Geológicamente la región se sitúa entre el borde de la Cuenca Cantábrica, al Norte, y los fuertes relieves de la Sierra de la Demanda, al Sur.

La mayor parte de la Hoja forma parte del «Surco Terciario del Ebro», en la zona más noroccidental del mismo, que correspondería al «Corredor de La Bureba», siendo precisamente en esta área donde se produce la conexión, durante el Terciario más alto, entre las cuencas del Ebro y Duero.

Afloran en la Hoja sedimentos del Triásico (Keuper), Jurásico, Cretácico inferior, Cretácico superior, Paleógeno, Neógeno y Cuaternario, siendo los materiales atribuidos al Terciario los más abundantes.

Para la realización de la Hoja se ha dispuesto de una información cartográfica y estratigráfica, referida al Terciario, propiedad de CIEPSA, entre la que destaca el informe de O. RIBA (1954), «El Terciario continental de La Rioja Alta y La Bureba». Si bien el ámbito de la Hoja queda prácticamente fuera de dicho estudio, su consulta ha sido importante en cuanto se refiere a descripción de facies, estratigrafía, etc.

1. **ESTRATIGRAFIA**

Afloran en la Hoja sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario.

El Triásico está constituido por arcillas y algunos yesos del Keuper. Del Jurásico solamente afloran los términos más inferiores, atribuidos como máximo al Liásico.

El Cretácico inferior se encuentra representado por materiales correspondientes a la facies Weald (terrígenos y carbonatados) y detríticos de la «Formación Arenas de Utrillas».

Del Cretácico superior pueden reconocerse el Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense y Santoniense, más o menos afectados por lagunas o hiatos estratigráficos.

El Terciario continental (Paleógeno y Neógeno) está constituido por diferentes litofacies (detríticas a químicas) interdigitadas entre sí.

El Cuaternario viene definido por recubrimientos de tipo aluvial y coluvial, y por glaciais.

1.1. TRIASICO

1.1.1. **Arcillas rojas y verdes, y yesos. Keuper (1)**

Aflora siempre relacionado con estructuras tectónicas, localizándose en la zona noroccidental, en la parte frontal del área de cabalgamientos de Quintanavides, así como una pequeña mancha en el ángulo suroriental correspondiente al frente cabalgante de la Sierra de la Demanda, situada al Sur.

Su constitución es la normal de esta facies, formada por arcillas abigarradas, de tonos rojos dominantes, con algunas zonas verdes o verde-grisáceas. En algunos afloramientos se ha observado la presencia de yesos más o menos diseminados en la masa arcillosa. También aparecen localmente rocas volcánicas (subvolcánicas) de tipo ofítico que presentan un intenso grado de alteración.

Dado su carácter plástico su potencia resulta difícil de estimar.

1.2. TRIASICO Y JURASICO (2)

Habitualmente se presenta sobre el Keuper con contacto mecanizado. Sus afloramientos se restringen a unas pequeñas manchas en el borde meridional de la Hoja. En zonas próximas está compuesto por carníolas y dolomías muy recristalizadas con aspecto brechoide.

En el área de Quintanavides la transición entre el Keuper y el Jurásico presenta una sucesión en la que, sobre las arcillas abigarradas del Keuper, se sitúan unas barras métricas de dolomías grises laminadas, una intercalación de arcillas rojas y un nuevo tramo dolomítico que posiblemente corresponda al mismo nivel inferior, repetido por causas tectónicas.

La potencia del conjunto puede estimarse en unos 30-50 m.

1.3. JURASICO

1.3.1. Calizas. Sinemuriense (3)

Corresponde a unos reducidos afloramientos situados en el borde suroriental de la Hoja.

En zonas próximas se observan como pertenecientes a este tramo unos 50-60 m de calizas pardas a grises (*mudstones*) en barras decimétricas en la base y más potentes a medida que se asciende en la serie.

En los últimos metros de la sucesión se localizan unos niveles de calizas-oolíticas, culminando la sucesión con nuevos niveles de calizas grisáceas.

1.4. CRETACICO

Existen en el ámbito de la Hoja sedimentos atribuibles al Cretácico inferior en facies Weald en el área meridional (sector de Galarde) y de la Formación arenas de Utrillas al sur de Villafranca-Montes de Oca y en el ángulo noroccidental (Quintanavides). En estas zonas se localizan también las series correspondientes al Cretácico superior.

1.4.1. Calizas, arcillas, areniscas y conglomerados. Valanginiense superior a Barremiense. Facies Weald (4)

Aflora exclusivamente en la zona de Villamorico y Galarde, en la región centro y meridional de la Hoja. Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Arlanzón-Villamorico, si bien en la Hoja no están presentes los tramos inferiores de la misma.

En el área de la Hoja se reconocen unos 650 m de sedimentos, depositados en ambiente continental. En la parte basal aflora una alternancia de margas grises, margocalizas y calizas gris-negras formando secuencias de margas, margo-caliza y caliza ocasionalmente arenosa. Hacia el techo se localiza un nivel de calizas pisolíticas.

La potencia de este tramo inferior es de unos 100 m y en él se han reconocido laminaciones algales y restos de ostrácodos. Las calizas son predominantemente micritas con bajo contenido (5 %) de cuarzo en alguno de los tramos inferiores. Se aprecian zonas peletoidales y otras con concentraciones de hierro, con recristalizaciones y silicificaciones.

Por encima aparece un tramo de unos 300 m de potencia de arcillas varioladas —principalmente rojizas, y margas grises y amarillentas— con intercalaciones de areniscas rojizas

ferruginizadas y calizas también rojizas, en ocasiones bioclásticas. En las areniscas se observan laminaciones paralelas, *ripples* y costras ferruginosas.

En la parte baja del tramo se han clasificado: *Nodosoclavator* sp., *Globator maillardi* GRAMB., *Clavatorites* sp., *Flabellochara* sp., «*Cypris*» (*Damonella*) *henfieldiensis* ANDERS, *Fabanella boloniensis* (JONES), *Darwinula oblonga* (ROEMER) y dientes de peces, que indican una probable edad Hauteriviense. En la parte alta se han reconocido además *Atopochara trivolis triqueta* GRAMB., *Cypridea rotundata* ANDERSON, *C. tuberculata* ANDERSON y *C. paulsgrovensis hispana* KNEUPER señalando un probable Hauteriviense-Barremiense. El conjunto debe interpretarse como depositado en ambiente fluviolacustre.

Sobre esta unidad se sitúan 200 m de arcillas rojas con tramos de margas amarillentas y microconglomerados muy cementados, con escasa matriz, de tonos oscuros. En algún nivel se observa estratificación cruzada y laminación de *ripples*, siendo frecuentes las costras ferruginosas al techo de los bancos que, en ocasiones, quedan englobadas como cantos blandos en niveles más recientes al ser erosionadas.

Se han clasificado *Nodosoclavator* sp., *Clavatorites* sp., *Atopochara trivolis triqueta* GRAMB., *Cypridea rotundata* ANDERSON, *Darwinula oblonga* (ROEMER) y dientes de peces que indican igualmente una probable edad Hauteriviense-Barremiense. Este tramo correspondería a un depósito con claro predominio del ambiente fluvial.

Culmina la serie con unos 40 m de limos rojos y violáceos con capas intercaladas de microconglomerados y 20 m de calizas y calizas pisolíticas grises con intercalaciones margosas. Las calizas son micríticas con abundantes restos de Ostrácodos y Characeas (algunas con núcleo de sílice microcristalina) y estructuras oncolíticas micrítico-sideríticas.

Su edad sería posiblemente también Hauteriviense-Barremiense y el medio deposicional, lacustre carbonatado.

1.4.2. Arenas, arenas conglomeráticas y arcillas. F. Arenas de Utrillas. Albiense-Cenomaniense inferior (5)

Aflora en el núcleo anticlinal localizado al Sur de Villafranca Montes de Oca, así como en el ángulo noroccidental (zona cabalgante de Quintanavides).

Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Quintanavides, en la que se han medido 130 m de conglomerados, areniscas y arcillas con las características típicas de la Formación Arenas de Utrillas. En conjunto se puede considerar como una megasecuencia positiva donde se observan estratificaciones cruzadas internas y superficies de reactivación. Las direcciones de aportes medidas indican predominio de las mismas hacia el Norte. En la parte baja de la sección dominan las secuencias positivas, en tanto en la parte alta de la misma las secuencias negativas son más abundantes.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo de procedencia plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico, de cuarcitas o de sílex. Abundan los feldespatos potásicos, desigualmente meteorizados. En ocasiones los granos se encuentran ligeramente

revestidos de óxidos de hierro que, localmente, puede dar lugar a cementaciones. El mineral accesorio más frecuente es la turmalina, así como circón y opacos.

El conjunto se atribuye a depósitos fluviales que hacia el techo, coincidiendo con la aparición de secuencias negativas, podría ser interpretado como de influencia deltaica.

La ausencia total de fósiles impide una datación precisa, por lo que le ha sido atribuida la normalmente admitida a nivel regional.

1.4.3. Calizas, calcarenitas y margas (6). Cenomaniense

Se ha estudiado en el perfil de Villafranca Montes de Oca y corresponde a una sucesión de margas amarillentas y grises con intercalaciones de niveles bioclásticos y nodulosos con una potencia de 25 m. Corresponde a la «Formación arenas, arcillas y calizas de Santa María de las Hoyas», de FLOQUET *et al.* (1982), definida para esta zona.

Se trata de una sucesión margosa con laminación y bioturbación que contiene algunos fragmentos bioclásticos entre las que se intercalan niveles más o menos continuos de calizas bioclásticas amarillentas y crema con bases erosivas, a veces canalizados, que contienen ostreidos y restos bioclásticos y ocasionalmente laminación de algas y superficies de *ripples*, mostrando a techo superficies ferruginosas. Los niveles nodulosos, muy bioturbados, que aparecen a techo de la unidad, contienen además *rills* bioclásticos.

Son depósitos someros sub e intermareales, correspondientes a una llanura mareal fangosa entre la que se localizan pequeños canales que arrastran restos bioclásticos. Su disposición sobre las arenas de Utrillas marcan una tendencia transgresiva.

La microfauna clasificada en este tramo ha sido *Cythereis luermannae* TRIEB., *Dordoniella strangulata* APOST, *Platycythereis* cf. *minuta* DAMOTTE, *Cytherelloidea stricta* (JONES/HINDE), *Centrocythere denticulata* MERTENS, *Daxia cenomana* (CUV-SZAK), *Flabellamina alexanderi* CUSHM., *Ammobaculites stephensoni* CUSHM., *Haplophragmium* (*Buccicrenata subgoodlandensis* (VANDERP.)), tubos de anélidos, radiolas y restos de equinodermos, gasterópodos, etc.

1.4.4. Calizas nodulosas, calizas arcillosas y margosas (7). Turoniense inferior

Estudiada en el perfil de Villafranca Montes de Oca aparece como una sucesión de calizas nodulosas en la base y margas nodulosas a laminadas hacia techo. Su potencia es de 35-40 m. Formación margas de Picofrentes (FLOQUET *et al.*, 1982).

Se trata de biomicritas (*wackstone*) nodulosas, muy bioturbadas con muchas pistas y abundantes restos de fauna de bivalvos, gasterópodos, equinodermos, briozoos, ammonites y foraminíferos planctónicos y bentónicos.

Las margas son grises y blanquecinas nodulosas y laminadas con restos de fauna similar pero menos abundante.

La base la constituye un nivel ferruginoso desarrollado sobre el último término de la unidad infrayacente, y su límite superior viene marcado por la aparición brusca de calcarenitas estratificadas.

Dadas sus características litológicas y de contenido faunístico se interpreta como correspondiente al depósito en condiciones tranquilas de una plataforma abierta relativamente profunda de amplia circulación.

Corresponde al máximo transgresivo de la plataforma cenomaniense en condiciones de apertura y libre circulación.

Se han determinado: *Tritaxia tricarinata* REUSS, *Heterohelix* sp. *Pithonella sphaerica* (KAUFM.), *Hedbergella* sp., *Pseudoclavulina brayi* COLOM, *Cythereis* aff. *grekovi* DAMOTTE, *Asciocythere* cf. *polita* DAMOTTE, *Ammobaculites* cf. *stephensoni* CHSHM., restos de equinodermos, briozoos y ostrácodos.

1.4.5. Dolomías y calizas, a veces oolíticas (8). Turoniense-Coniaciense

Regionalmente se conoce un hiato o laguna estratigráfica que afecta a gran parte del Turoniense medio-superior y la parte más inferior del Coniaciense. No ha sido reflejado en leyenda dado que en la región existen algunas zonas donde puede datarse algún tramo de los citados pisos.

La unidad está presente en el perfil de Villafranca Montes de Oca, donde aparece como una sucesión de calcarenitas bioclásticas con intercalaciones de calizas tableadas y calizas margosas. Su potencia es de 45 m.

Se trata de un conjunto de ciclos granocrecientes constituidos en la base por *mudstones* o *wackstones* de estratificación irregular con bioturbación y *rills* bioclásticos. Los términos superiores son calcarenitas medias a gruesas, *packstone* a *grainstones* bioclásticos con estratificación cruzada planar y en surco. El techo de cada secuencia o ciclo viene marcado por una superficie ferruginosa bioturbada con concentración de bioclastos y perforaciones. En general presenta abundantes pistas y contiene restos de bivalvos y foraminíferos.

Su límite inferior es gradual y su límite superior coincide con una superficie limonítica perforada con acumulación de fauna.

Se interpreta como el resultado de migración de barras bioclásticas en condiciones de alta energía, sobre fondos submareales tranquilos y colonizados, dentro de una plataforma interna. Evolutivamente corresponde a un episodio regresivo de plataforma interna que progresa sobre los depósitos externos de la Formación Picofrentes.

La microfaua más característica está formada por *Rotalina cayeuxi* DE LAPP, *Vidalina hispanica* SCHLUMB, *Marssonella* sp., *Quinqueloculina* sp., *Boueina* sp., *Ophthalmidium* sp., *Acicularia* sp., miliólidos, tubos de anélidos, restos de equinodermos y moluscos, ostrácodos, etc.

1.4.6. **Calizas nodulosas y margas. Lacazinas a techo (9). Santoniense inferior-medio**

Esta unidad se identifica en los perfiles de Villafranca Montes de Oca y de Quintanavides. Corresponde a una sucesión de calizas nodulosas y con estratificación irregular que se muestra con una potencia de 85 m en Villafranca y 70 m en Quintanavides (Formación Calizas nodulares de Hortizuelos (FLOQUET *et al.*, 1982).

La parte inferior está constituida por calizas finas, *wackstones* nodulosas con bioturbación intensa y abundantes pistas y restos bioclásticos finos. Se intercalan lechos con estratificación ondulada y niveles calcareníticos (Villafranca) de *packstones*. Esta parte inferior tiene una potencia de unos 30-35 m.

La parte media la constituyen unos niveles bioconstruidos, mejor desarrollados en Villafranca. En esta localidad son niveles lenticulares con abundantes rudistas en posición de vida (*patches*), y niveles bioclásticos con fragmentos igualmente de rudistas. En Quintanavides este tramo lo constituyen un conjunto de paquetes gruesos con organismos incrustantes, serpúlidos, algas y equínidos, gasterópodos y foraminíferos, dando lugar a niveles de *boundstones* de geometría plana. La potencia de este tramo es de 20 m aproximadamente.

La parte superior vuelve a estar representada por calizas nodulosas con grandes bivalvos y bioturbación, acompañadas por abundante fango en Villafranca y por calizas nodulosas *wackstones* con corales, gasterópodos y bivalvos calizas calcareníticas con estratificación cruzada, y calizas laminadas con *ripples* y algas e incluso porosidad fenestral, en Quintanavides. En esta localidad esta parte superior muestra ordenación secuencial de somerización.

Los depósitos de esta unidad se interpretan como debidos a la sedimentación en una plataforma abierta que pasa progresivamente a plataforma interna con episodios de bioconstrucción de tipo arrecifal y a condiciones más someras y tranquilas con episodios de somerización, llegando a la colonización algal intermareal.

Su evolución por tanto se muestra como levemente regresiva por avance de los medios someros intermareales sobre los núcleos recifales y sobre la plataforma abierta.

Se han determinado: *Minouxia lobata* GENDROT, *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM, *Moncharmontia apenninica* DE CASTRO, *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM, *Idalina antiqua* D'ORB., *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT, restos de equinodermos y moluscos, algas, ostreidos, ostrácodos, etc. Hacia la parte alta se ha reconocido la presencia de *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

1.4.7. **Calizas, dolomías y calcarenitas. Lacazinas (10). Santoniense medio-superior**

Se ha estudiado en el perfil de Quintanavides, en donde aparece como una potente serie de calcarenitas bioclásticas que superan los 80 m de potencia (Formación Calizas de Hontoria del Pinar) (FLOQUET *et al.*, 1982).

Aparece de forma neta y brusca sobre las calizas nodulosas de la unidad infrayacente aunque en aparente continuidad sedimentaria.

Está constituida por una sucesión de calcarenitas bioclásticas con abundante fauna de miliólidos, de colores grises y blanquecinos y con estratificación cruzada en surco y planar

de mediana escala. La aparición de *Lacazina* al techo de la serie caracteriza el Santoniense superior. Los lechos de estratificación cruzada alternan con tramos con estratificación horizontal igualmente calcareníticos. En general, se trata de *packstones* y *grainstones*.

Se interpretan como el resultado sedimentario de un complejo de barras y canales que se situaría en el cinturón de alta energía al borde de la plataforma interna, constituyendo un episodio transgresivo con relación a la unidad infrayacente.

En este tramo se han determinado: *Minouxia cónica* GENDROT, *Nummofallotia cretácea* (SCHLUMB.), *Pararotalia tuberculifera* (REUSS), *Choffatella rugoretis* GENDROT, *Rotorbinea scarsellai* TORRE, así como *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

1.4.8. Calizas y calcarenitas (11). Turoniense-Santoniense

En la zona de Villafranca-Montes de Oca no ha sido posible la caracterización de tramos distinguidos en el área de Quintanavides debido a la uniformidad litológica que presenta el conjunto que aparece, en general, como más carbonatado.

Por este motivo en la cartografía aparece como unidad comprensiva equivalente de las anteriormente descritas para la misma edad.

1.5. TERCIARIO

El Terciario está representado por sedimentos depositados en ambiente continental en un dispositivo de abanicos aluviales que, con procedencia meridional, tienden a rellenar el surco riojano. En el borde meridional de ese surco (Hojas de Belorado, Santo Domingo de la Calzada, Nájera, Anguiano y Munilla) se han diferenciado cinco unidades tectosedimentarias (U.T.S.), en el sentido de GARRIDO (1981), que quedan separadas entre sí por discontinuidades sedimentarias. En las zonas de borde, donde los sedimentos se adosan a los relieves de las Sierras de Demanda y Cameros, éstas son claramente discordancias. Por el contrario, en zonas más internas de la Cuenca, se presentan como paraconformidades difícilmente deducibles a nivel de afloramiento, habiendo sido habitualmente extrapoladas en función del comportamiento y evolución regional de los cuerpos sedimentarios a los que corresponden, considerados a gran escala.

La similitud de procesos generadores del depósito a lo largo del tiempo, así como la identidad de áreas suministradoras de las mismas, trae como consecuencia que sean frecuentes los sedimentos litológicamente similares y que, sin embargo, pueden corresponder a U.T.S. distintas.

Para facilitar la comprensión del conjunto de sedimentos terciarios depositados en esta parte de la Cuenca del Ebro incluimos un gráfico en el que señalan las distintas unidades diferenciadas en este borde meridional riojano, localizándolas en sus UTS correspondiente.

En este gráfico se refleja la existencia, durante el Oligoceno y Mio-Plioceno, de una serie de procesos que dan lugar a la diferenciación de cinco U.T.S. correspondientes a una determinada geometría de cuenca y una distribución de facies dentro de ella, característica.

Cronol.		U.T.S.	Belorado	Santo Domingo de la Calzada	Nájera-Anguiano	Munilla	
Mioceno Sup.	Plioceno Inf. Turolien.	1	Calizas del Puerto de la Brújula. Conglomerados areniscas y arcillas de La Pedraja.	Conglomerados de Santurdejo.	Conglomerados del Serradero.	Conglomerados de Cabimonteros.	
			Mioceno Med.	Olearniense-Astarcien. Vallesiense	2	Calizas. Yesos. Arcillas. Conglomerados y areniscas de San Miguel del Pedroso.	Yesos y margas yesíferas. Limolitas y arcillas. Areniscas de Grañón. Areniscas y arcillas. Conglomerados de Amunartia.
Mioceno Inf.	Ageniense	3	Yesos de Cerezo. Arcillas y margas. Conglomerados de Puras.	Yesos de Cerezo. Limolitas y margas yesíferas. Areniscas y arcillas. Arcillas de Viloria. Areniscas y limolitas. Conglomerados de Ojastro.	U. de Nájera	Arcillas y areniscas. Areniscas y limolitas. Conglomerados de Matute y de Islallana.	Areniscas y arcillas. Conglomerados de Islallana.
Oligoceno	Sueviense-Arvormien.		4	U. de S. Clemente Areniscas, limolitas y arcillas. Conglomerados.		U. de S. Clemente Areniscas, limolitas y arcillas.	U. de Anguiano Areniscas y arcillas. Conglomerados.
	Headoniense	5				U. de Arnedo Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.	

Esquema de distribución de U.T.S. y unidades litológicas para el área meridional de La Bureba y Zona Suroccidental de La Rioja

En la Hoja de Belorado se encuentran representados sedimentos correspondientes a las U.T.S. números 2, 3, 4 y 5 con edades posiblemente comprendidas entre el Oligoceno medio-superior y el Plioceno inferior, con litologías muy dispares que pasamos a describir a continuación.

1.5.1. **Headoniense-Arverniense. Unidades litológicas de la U.T.S. número 2**

Aflora exclusivamente en el ángulo suroriental de la Hoja en la zona de San Clemente del Valle, donde para su estudio se ha levantado la sección del mismo nombre. Corresponde en su totalidad a depósitos en facies fluviales.

1.5.1.1. *Conglomerado (12). Areniscas, limolitas y arcillas (13) (Unidad de San Clemente)*

Aflora en el núcleo de una estructura anticlinal ubicada en el ángulo SE de la Hoja, en las proximidades de San Clemente del Valle.

Se ha reconocido con cierto detalle en la columna de San Clemente, levantada por la carretera de Belorado a Pradoluengo y por la que conduce a la localidad de San Clemente. En total afloran unos 600 m de esta unidad, sin que sea visible su base.

Los 250 m inferiores de esta unidad están formados por conglomerados masivos en capas de hasta 10 m de potencia y gran extensión lateral (12). Están constituidos por cantos y bloques que alcanzan los 40 cm de diámetro máximo, subangulosos y subredondeados de calizas y dolomías mesozoicas y en menor proporción de cuarcitas y pizarras del paleozoico, con matriz arenosa y limolítica rojiza y cemento carbonatado, que alternan con tramos de 4 a 10 m de potencia de limolitas y arcillas arenosas rojas a veces con cantos. En este tramo inferior de la unidad son poco frecuentes las estructuras sedimentarias; predomina el carácter masivo. Localmente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y cicatrices erosivas que corresponden a niveles amalgamados.

Los restantes 400 m superiores de la unidad (13) están formados por una alternancia de tramos blandos, arcillas y limolitas arenosas rojizas en tramos de 1-5 m de potencia y areniscas, siendo predominantes en el conjunto las primeras. Los niveles conglomeráticos forman capas de menor espesor y extensión lateral que sus correspondientes en los tramos inferiores. Suelen presentar bases erosivas y estructuras tractivas como estratificaciones cruzadas planar y paralela de alto nivel energético. Forman secuencias positivas pasando a techo de las capas a areniscas de grano grueso y microconglomeráticas.

Estos depósitos se originaron por procesos de corrientes tractivas acuosas, coladas de derrubios (*debris flow*) y coladas de fango (*mud flow*), de zonas proximales de abanicos aluviales. En la parte superior de la unidad predomina la influencia de corrientes canalizadas tipo *braided*.

La característica más peculiar observada en esta unidad es que tanto la evolución de facies como algunas direcciones de aporte medidas en ella indican una evolución general de la misma hacia el E e incluso al ESE.

1.5.2. **Arveniense superior-Ageniense. Unidades litológicas de la U.T.S. número 3**

Aflora discordantemente sobre la unidad de San Clemente descrita anteriormente y en la misma zona. Corresponde a facies proximales de abanicos aluviales que penetran en la cuenca procedentes del Sur.

En el borde norte (área de Quintanavides) y adosadas a los relieves mesozoicos se localizan unos tramos que, por su posición estratigráfica, no puede descartarse que sean equivalentes, al menos en parte, a los anteriores. Lo mismo sucede con la parte baja de los potentes depósitos evaporíticos que ocupan el norte de la Hoja.

1.5.2.1. *Conglomerados (14). Conglomerados de Puras de Villafranca*

Aflora ampliamente en el cuadrante suroriental de la Hoja, apoyándose en aparente paraconformidad sobre la unidad de San Clemente.

La potencia total de la unidad puede superar los 400 m, habiendo sido reconocida con detalle en la columna de Puras de Villafranca.

Los 150 m inferiores son conglomerados masivos y en bancos difusos de 2 a 5 m de potencia, formados por cantos de subredondeados a redondeados, fundamentalmente de calizas y dolomías del Mesozoico y en menor proporción de cuarcitas y pizarras del Paleozoico (el tamaño de los cantos alcanza los 50 cm de diámetro máximo, sobre todo en la parte inferior del tramo); la matriz es arenosa y el cemento carbonatado.

Hacia la parte alta de la serie comienzan a intercalarse términos arenosos y limolíticos de tonos rojos, presentando el conjunto de la unidad tendencia a constituir una megasecuencia positiva.

Las estructuras sedimentarias son escasas, tan sólo superficies erosivas y estratificaciones cruzadas tanto en surco como en artesa y laminación paralela en los niveles arenosos.

El conjunto de la unidad presenta una evolución en sentido Sur-Norte, procediendo los materiales de la erosión de la Sierra de la Demanda situada al Sur.

1.5.2.2. *Arcillas y limolitas (15). Yesos (16)*

Se atribuyen a esta unidad (15) un conjunto, difícil de observar por estar muy cubierto, de arcillas grises con intercalaciones de niveles centi-decimétricos de limolitas pardas y amarillentas laminadas con esporádicas pasadas de yeso, sobre todo hacia el techo del tramo.

Corresponde a un cambio lateral de facies de la unidad conglomerática anterior y representa los términos distales y de playa salina de un sistema de abanico aluvial.

Sobre la unidad 15 y también en tránsito gradual se localiza un tramo de yesos (16) que alcanza su máximo desarrollo visible en la zona de Cerezo de río Tirón, en la vecina Hoja de Santo Domingo de la Calzada, donde es objeto de explotación al contener intercalados niveles de glauberita.

Se interpretan como depósitos de playas y lago salinos.

1.5.2.3. Conglomerados calcáreos y arcillas (17). Limolitas y arcillas (18)

Como ya hemos indicado anteriormente, en el ángulo noroccidental de la Hoja, en la zona de Quintanavides, aparecen sobre los sedimentos mesozoicos una serie de materiales mal aflorados y difícilmente observables que, por su posición, podrían ser equivalentes a los descritos en esta U.T.S. Su descripción se realizará en el siguiente capítulo.

1.5.3. Orleaniense-Vallesiense. Unidades litológicas de la U.T.S. número 4

Sus afloramientos son los más extensos del Terciario de la Hoja. Presenta una gran variedad de facies, desde las detríticas proximales ubicadas en las zonas meridional (principalmente) y septentrional hasta las transicionales, así como yesíferas y carbonatadas.

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de San Miguel para las facies detríticas, Belorado (Hoja de Santo Domingo) para las transicionales y carretera de Belorado a Bañuelos para las evaporíticas. Igualmente se han efectuado observaciones parciales para los tramos carbonatados ante la imposibilidad de levantar una sección detallada.

1.5.3.1. Conglomerados silíceos (19). Conglomerados de San Miguel

Al SO de Belorado, y en las proximidades de San Miguel de Pedroso, afloran 100 m de una unidad conglomerática ligeramente discordante sobre la unidad conglomerática de Puras de Villafranca.

Está constituida por una alternancia de tramos, de hasta 8 m de potencia, de conglomerados, y limolitas y arcillas rojizas con tramos arenosos intercalados. Los conglomerados están constituidos por cantos de hasta 50 cm de diámetro mayor, subangulosos (o subangulosos-subredondeados), y de composición cuarcítica y pizarrosa en un 90 por 100, pasando los de caliza mesozoicas a ser secundarios. Esta composición es una característica que diferencia a esta unidad de la de conglomerados de Puras de Villafranca en los que dicha composición se invierte.

Las estructuras sedimentarias visibles son poco frecuentes, tanto por la granulometría gruesa de los conglomerados como por las condiciones de los afloramientos, en los que predominan los tramos cubiertos y semicubiertos. Las más corrientes son las superficies erosivas y las superficies de reactivación. En los tramos inferiores predominan las secuencias negativas (granoselección creciente), mientras que en el resto de la serie se hacen más frecuentes las secuencias positivas (granoselección decreciente). Asimismo, en los tramos inferiores los bancos son más extensos lateralmente y sin tanta incidencia como los de los tramos superiores.

Otra característica importante son las huellas de edafización tanto a techo de los bancos de conglomerados como en las limolitas, presencia más patente hacia el techo de la unidad.

Estos depósitos de abanicos se originaron por procesos de corrientes tractivas acuosas, coladas de derrubios (*debris flow*) y colada de fango (*mud flow*). La parte superior de la unidad se depositó probablemente bajo la influencia de corrientes canalizadas tipo *braided*.

La procedencia de estos materiales, que alcanzan un mayor desarrollo en la vecina Hoja de Santo Domingo de la Calzada (situada al Este), es meridional, como producto del desmantelamiento de los relieves del Macizo de la Demanda. El dominio de clastos silíceos en esta unidad parece indicar que, en el momento de su deposición, la cobertera mesozoica del Macizo se encontraba prácticamente desmantelada, siendo el zócalo paleozoico exhumado la fuente principal de materiales.

1.5.3.2. Arcillas y limolitas (20)

Aparece esta unidad como cambio lateral de facies de la anterior en el área centro meridional de la Hoja. Su potencia puede estimarse próxima a los 100 m.

Constituye, dada su naturaleza litológica, zonas deprimidas en las que se desarrollan intensos procesos de regularización de vertientes que provocan una casi total ausencia de afloramientos.

Se trata de un conjunto predominantemente arcilloso, de tonos grises que, en su parte inferior, presenta algunas intercalaciones centimétricas de limolitas amarillentas laminadas y que hacia el techo contiene niveles progresivamente más abundantes de yeso. En este tramo se han observado secuencias centimétricas formadas por arcilla, yeso y, en ocasiones, encostramientos milimétricos de naturaleza carbonatada a techo. En alguna ocasión se han reconocido laminaciones atribuibles a *ripples* (¿de oscilación?).

El conjunto puede interpretarse como depositado en facies muy distales de abanicos en transición a playas salinas.

1.5.3.3. Conglomerados calcáreos y arcillas (17). Arcillas y limolitas (18). Zona de Quintanavides

Como ya hemos indicado (1.5.2.3.), relacionados con el borde mesozoico septentrional se localizan un conjunto de sedimentos formados por paleocanales conglomeráticos de cantos calcáreos con alguna arenisca y arcilla (17), que pasan lateralmente hacia el Sur a arcillas y limolitas grises (18). La potencia total del tramo observable no supera los 50-80 m y pensamos que son equivalentes a los conglomerados de San Miguel, ya descritos, sin descartar la posibilidad de que también se encuentren aquí representados términos más bajos equivalentes a la 3.^a U.T.S.

Se interpretan como depósitos fluviales y transicionales a lacustres, de procedencia septentrional, y poco penetrativos en las cuencas, sin duda debido al menor relieve existente en éste borde de la misma.

Se ha efectuado en estos tramos un muestreo para intentar localizar la presencia de restos de micromamíferos con resultados negativos. Solamente se han determinado *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Candona* cf. *praecox* STRAUB., *Cypridosis* cf. *vidua* (MULLER), *Cyprideis* aff. *miocénica* LIENENKL., *Ostrácodo* sp. I, (*Elkocithereis* sp.), *Chara* cf. *notata* GRAMB/PAUL, *Sphaerochara* cf. *ulmensis* (STRAUB) y gasterópodos (*Potamides* sp.) que indican una probable edad Orleaniense.

1.5.3.4. Yesos (21). Facies Cerezo

Los materiales que constituyen esta unidad, predominantemente yesos, afloran en gran parte de la mitad septentrional de la Hoja de Belorado, a excepción del extremo NO, y sus afloramientos se extienden por amplias zonas de las vecinas Hojas de Briviesca, Casalarreina y con menor extensión, de Santo Domingo de la Calzada. Hacia el Oeste esta unidad pasa lateralmente a facies carbonática (unidad 21), y en otras direcciones hacia transicionales y de borde (unidad 20 y conglomerados de San Miguel).

La unidad de yesos de Cerezo está constituida fundamentalmente por yesos con intercalaciones de lutitas y margas más o menos potentes, y en menor proporción dolomías y calizas. En ocasiones presenta en su base niveles canalizados de yeso detrítico. Los niveles de carbonatos son más frecuentes y potentes hacia el Oeste y techo de la unidad. La potencia de esta unidad sobrepasa los 200 m. Su estudio se ha realizado a partir de la sección de Carretera de Belorado a Bañuelos completada con observaciones puntuales.

Algunos tramos de yeso son objeto de explotación, siendo la mayor la que se localiza en las proximidades de Villalomes. En las cercanías de Cerezo de Riotirón, próximo al borde oriental de la Hoja de Belorado se intercalan hasta seis niveles principales de glauberita (sulfato sódico-cálcico), alguno de los cuales es objeto de explotación (MENDUIÑA *et al.*, 1984), si bien es difícil precisar la ubicación exacta de esta mineralización, que puede muy bien encontrarse en los yesos de la unidad 16 infrayacente.

En general, los materiales de los Yesos de Cerezo en el ámbito de esta Hoja están constituidos por una alternancia de tramos predominantemente yesíferos que presentan escasas intercalaciones de lutitas grises y carbonatos, y tramos, a veces de escaso desarrollo, predominantemente lutítico-margosos con intercalaciones de yesos. Estos tramos son menos frecuentes hacia las zonas centrales de la antigua cuenca evaporítica.

Las litofacies de yeso, presentes en el ámbito de esta Hoja, corresponden a diversas variedades tanto de yeso primario como secundario. El yeso primario es más abundante en la parte alta de la unidad.

Se han observado cuatro tipos principales de yeso primario en el ámbito de esta Hoja:

1) Yeso laminado, gipsarenita, de grano desde muy fino a grueso. Localmente presentan ondulaciones y laminación cruzada. 2) Bandas de orden centimétrico de selenitas en empalizada, que generalmente aparecen interestratificadas entre láminas de la litofacies anterior.

3) Yesos macro a megacristalinos en masas desde irregulares a estratiformes, con sus componentes orientados o dispuestos al azar. A veces alternan bancos de diferente tamaño cristalino. Esta litofacies abunda en la zona oeste de la Hoja (Alcocero de Mola-Villaescusa la Sombría). 4) Yeso intersticial de hábito lenticular y tamaño diverso. Estas litofacies de yeso alternan con niveles de yeso secundario, alabastrino, en niveles ya sea de aspecto masivo, nodular enterolítico o bien laminado nodular. En el seno de la litofacies primarias se observa también desarrollos nodulares y a veces enterolíticos locales y pasos laterales de yeso primario a yesos secundarios alabastrinos nodulares.

En los afloramientos de los niveles más bajos de la unidad el yeso presente es de tipo secundario alabastrino, mientras que los tramos superiores de la zona oriental y los afloramientos de la zona occidental presentan tramos de yeso primario con intercalaciones de

bancos alabastrinos secundarios con desarrollos nodulares alabastrinos más o menos importantes. En el seno de las litofacies de yesos bandeados gipsaneríticos, y a veces nodulosos bandeados, se ha observado la presencia de masas alabastrinas lenticulares con superficie inferior cóncava hacia arriba, cortando el bandeo de los yesos encajante, y superficie superior plana o ligeramente convexa.

Las litofacies de yeso primario, corresponden en gran parte a depósitos subacuáticos originados por encima de la interfase agua-sedimento en zonas más o menos centrales de un sistema de lago salino franjeado por una zona marginal, de extensión fluctuante, de tipo *sabkha* o llanura lutítica. Las litofacies de yeso secundario corresponden, ya sea a transformación diagenética temprana de litofacies primarias bandeadas en anhidrita y posteriormente ésta a yeso secundario, o bien a desarrollo de anhidrita nodular posteriormente transformada en yeso secundario. En este último caso se originarían en zona vadoso-capilar debido a una posición subterránea del nivel de agua. La potencia de esta litofacies de yeso secundario en la mayor parte de los afloramientos de esta Hoja y en casi toda la secuencia apunta a numerosas retracciones del sistema lacustre cuya zona más intensa se localizaría en la zona oriental (área de Cerezo).

1.5.3.5. *Calizas, margas y arcillas (22)*

Se trata de una unidad cuyos afloramientos se localizan en las proximidades del borde occidental de la Cuenca, relacionadas con los relieves mesozoicos allí existentes. Su presencia se justifica como debida a los aportes carbonatados de ese borde y se encuentra en paso lateral a la Formación Cerezo siendo sus últimos episodios deposicionales extensivos hacia el Sur, llegando a apoyarse incluso sobre las formaciones detríticas del borde.

Se compone de margas grises y blancas con niveles intercalados de calizas decimétricos a métricos más o menos margosas. En alguna zona aparece como areniscas calcáreas con intercalaciones margosas.

Son normalmente dismicritas más o menos arcillosas con Ostrácodos que, en ocasiones, constituyen verdaderas lumaquelas, characeas, gasterópodos e incrustaciones algales. Su potencia puede superar los 100 m y se interpreta como correspondiente a depósitos lacustres carbonatados.

1.5.4. **Vallesiense superior. Plioceno medio. Unidades litológicas de la U.T.S. número 5**

Sus afloramientos se localizan en la zona meridional de la Hoja. Se reconocen sedimentos en facies proximales procedentes del Sur que pasan distalmente a carbonatos. También debe señalarse la existencia en algún punto del área occidental de materiales detríticos gruesos de procedencia occidental convergentes con los anteriores.

1.5.4.1. *Limolitas, arcillas y niveles de cantos (23). Facies Pedraja*

Esta unidad se reconoce en la zona centro meridional de la Hoja coincidiendo aproximadamente con la localización del Puerto de La Pedraja, de donde toma el nombre.

La potencia se puede estimar como próxima a los 150-200 m. Está constituida por unos depósitos de limos y arcillas rojas dominantes con intercalaciones de cantos silíceos, más abundantes en la base de la unidad. Distalmente, hacia el Norte, son frecuentes los niveles con rasgos edáficos, al tiempo que la facies se hace progresivamente más fina. Al techo se ha observado la existencia de depósitos arcillo-limosos discontinuos de tonos ocres y blanquecinos, que se interpretan como producto de una alteración edáfica importante del propio sedimento y que puede haber sido removilizada por procesos subactuales que justifican su acumulación en determinadas zonas.

1.5.4.2. *Conglomerados calcáreos y areniscas (24)*

Contemporáneo al depósito de la unidad anterior, pero con procedencia occidental se produce en la cuenca la entrada de materiales detríticos groseros generados a partir del desmantelamiento de los relieves mesozoicos existentes en esta región. Se trata de conglomerados de cantos calcáreos englobados en una matriz marga-arenosa con aspecto brechoide y que distalmente evolucionaron a areniscas calcáreas y margas arcillosas (norte de Cerratón de Juarros). Corresponden a depósitos fluviales.

1.5.4.3. *Calizas y margas (25)*

Tanto en la zona del Puerto de La Brújula, como al sur de la misma se sitúan una serie de depósitos predominantemente carbonatados que alcanzan una potencia máxima de unos 20 m y que corresponden a las facies distales de las dos unidades descritas en los párrafos anteriores.

Se trata de sedimentos depositados en ambientes lacustres o de transición a lacustre.

1.6. CUATERNARIO

1.6.1. **Pleistoceno. Terrazas (26, 28, 30) y Glacis (27, 29, 31 y 32)**

Se han cartografiado los niveles de terrazas de los ríos Oca y Tirón. Están constituidos por bolos y cantos subredondeados de cuarcita predominantemente, en una matriz areno-limosa.

Los glacis forman recubrimientos, sobre todo en la zona suroriental de la Hoja, que se han intentado relacionar con las terrazas, con el resultado que queda expresado en la leyenda. Predominan los cantos silíceos provenientes de los relieves meridionales de la Demanda, así como de las formaciones terciarias infrayacentes a los glacis. Su morfoscopia varía de subangulosa a subredondeada, en una matriz arcillo-limosa de tonos generalmente pardos.

1.6.2. **Holoceno. Aluviones y terraza reciente (36 y 33). Coluviones y vertientes (34). Abanicos y conos de deyección (35)**

Los aluviones y primera terraza de los ríos Tirón y Oca forman extensos recubrimientos de gravas, fundamentalmente cuarcíticas, inmersas en una matriz arcillosa y arenosa. En los

aluviales cartografiados en las zonas de litología predominantemente yesífera, los depósitos son principalmente arcillosos.

Se han diferenciado en el mapa los principales coluviones y vertientes, así como los conos de deyección y abanicos más importantes, de variada naturaleza según la litología de las formaciones de las que proceden.

2. TECTONICA

2.1. TECTONICA REGIONAL

La Hoja de Belorado (20-10) está situada en el sector occidental de la Cuenca del Ebro, en el límite con la del Duero. Desde el punto de vista regional hay tres grandes unidades estructurales:

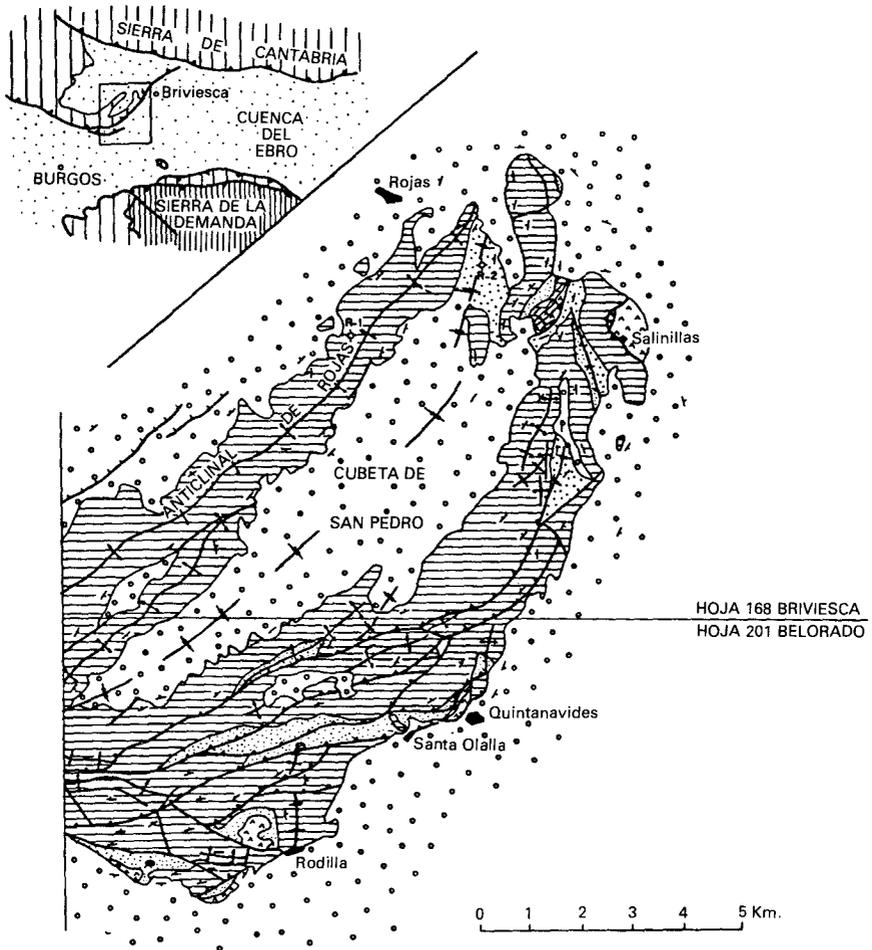
La Cuenca Terciaria del Ebro. Es una cuenca rellena de sedimentos continentales terciarios (oligo-miocenos) que ha sido muy subsidente, pues alcanza espesores de hasta cuatro kilómetros en el sector de La Rioja. El sustrato de los depósitos terciarios es el Mesozoico. Las unidades terciarias inferiores están suavemente plegadas, predominando la dirección ONO-ESE.

La cuenca está flanqueada por dos importantes franjas de cabalgamientos, la de la Sierra de la Demanda, situada al Sur y cabalgante hacia el Norte, y la de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, situada al Norte y cabalgante hacia el Sur. En las proximidades de ambos cabalgamientos los materiales terciarios pueden estar deformados más intensamente.

La Sierra de Cantabria. Es una franja de pliegues y cabalgamientos en materiales mesozoicos que corresponde a la parte más externa de la Cordillera Vasco Cantábrica. Hacia el Este se une con las sierras surpirenaicas. Es una unidad tectónica compleja, con pliegues y cabalgamientos de rumbo E-O en la Sierra de Cantabria y ONO-ESE en los Montes Obarenes. Su carácter alóctono ha sido puesto de manifiesto por los estudios de prospección de hidrocarburos, con recubrimientos del Terciario de la Cuenca del Ebro de hasta 15 kilómetros.

En la zona de La Bureba los materiales mesozoicos de la Sierra de Cantabria sufren una inflexión a lo largo de una banda NE-SO, parcialmente cubierta por depósitos terciarios, y giran posteriormente para recuperar el rumbo ONO-ESE, produciendo en conjunto un avance hacia el Sur del frente de la Cordillera.

La Cordillera Ibérica. Está representada por su extremidad noroccidental, la Sierra de la Demanda. Consiste en un núcleo de materiales paleozoicos y una cobertera mesozoica, en la que destaca el gran espesor de los materiales del Cretácico inferior, estructurados según pliegues y cabalgamientos de rumbo NO-SE a E-O y vergencia hacia el Norte. Su borde septentrional es un cabalgamiento mediante el cual la Cordillera Ibérica ha sido desplazada varios kilómetros hacia el Norte sobre el Terciario de la Cuenca del Ebro.



- | | | | |
|--|--------------------|--|-------------------------|
| | Mioceno | | Contacto Estratigráfico |
| | Paleogeno | | Rumbo y Buzamiento |
| | Cretácico Superior | | Pliegues |
| | F. Utrillas | | Fallas |
| | Lias | | Cabalgamiento |
| | Keuper | | Sondeo |

Figura 2.1. Esquema estructural de la franja plegada de Rojas-Santa Casilda

2.2. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

En la Hoja de Belorado se pueden diferenciar tres dominios estructurales que corresponden a las unidades regionales enumeradas en el apartado anterior.

2.2.1. La franja plegada de Rojas-Santa Casilda

Recibe su nombre de las localidades situadas más al Norte, en la Hoja de Briviesca (20-9). En la de Belorado ocupa la esquina NO, entre Monasterio de Rodilla y Quintanavides. La figura 2.1. muestra un esquema estructural de este dominio en ambas Hojas.

Está constituido por materiales mesozoicos con una estructura de pliegues y cabalgamientos de dirección NE-SO y vergencia hacia el SE.

En superficie la serie mesozoica comprende el Keuper, el Lías, la Facies de Utrillas y el Cretácico superior carbonatado. En los sondeos de Rojas la serie jurásica es más compleja, con un Dogger potente. El Rojas-2 atravesó, además, unos 1.500 m de Keuper y Buntsandsstein, finalizando en Paleozoico.

El dispositivo estructural de este dominio presenta los siguientes elementos de NO a SE:

— Un largo anticlinal que aflora a nivel del Cretácico superior, de rumbo NE-SO, con buzamientos suaves en su culminación, que se acentúan localmente en el flanco SE. Queda recubierto en ambos flancos por depósitos miocenos, en el anticlinal de Rojas.

— Una cubeta sinclinal rellena de sedimentos miocenos, con un trazado cóncavo hacia el SE, la cubeta de San Pedro.

— Una franja de pliegues y cabalgamientos, que tiene rumbo N-S en la Hoja de Briviesca y se incurva progresivamente en la de Belorado hacia dirección NO-SE y E-O, al tiempo que aumenta su anchura. Predominan las estructuras anticlinales y los cabalgamientos son hacia el E y SE, involucrando al Lías inferior y al Keuper. No afloran los términos altos del Jurásico reconocidos en los sondeos. En Bueyo (Hoja de Briviesca) hay materiales atribuibles al Paleógeno o Mioceno inferior afectados por los cabalgamientos.

En el borde oriental los depósitos más altos del Mioceno generalmente descansan discordantes sobre el Mesozoico, fosilizando sus estructuras. No obstante, en algunos puntos, y notablemente en Quintanavides, el Mesozoico cabalga al Mioceno mediante una lámina de Keuper. Este cabalgamiento afecta a los sedimentos terciarios hasta la cota 860, aproximadamente. Por encima el Mioceno no está cabalgado, aunque aparece deformado, con buzamientos de hasta 50°, que disminuyen rápidamente hacia el SE buscando la horizontalidad.

Las características estructurales de este dominio permiten interpretarlo como un sistema de cabalgamientos vergentes hacia el antepaís, la Cuenca terciaria del Ebro-Rioja. El anticlinal de Rojas puede corresponder bien a una zona de rampa del bloque cabalgado, bien a una duplicación del nivel de Facies Utrillas, según el cabalgamiento basal se encuentre en el Keuper o en la Facies Utrillas. La cubeta de San Pedro refleja una posición de rellano para el cabalgamiento basal, que finalmente adopta posición de rampa de muro en el flanco SE de la cubeta y es emergente en el borde de este dominio, cabalgando sobre los

depósitos miocenos de la cuenca de antepaís. La magnitud del recubrimiento es moderado, de unos centenares de metros sobre el Mioceno e inferior a dos kilómetros sobre el Mesozoico. Los pliegues que aparecen en la Hoja de Briviesca están asociados a los cabalgamientos y corresponden a la acomodación de la cobertera deslizada a los escalones de los cabalgamientos.

En un marco regional más amplio es posible interpretar este dominio, que clásicamente se ha distinguido por la dirección «anómala» de sus estructuras, como una rampa lateral del frente surpirenaico, de manera que el frente del sistema de cabalgamientos de la Sierra de Cantabria se desplaza hacia el Sur a lo largo de la franja plegada de Rojas-Santa Casilda, para recuperar la orientación ONO-ESE al norte de Burgos, donde pasa a cabalgar frontalmente al Terciario de la Cuenca del Duero. La dirección de las estructuras de la rampa lateral, NNE-SSO, indican la dirección de movimiento regional del frente surpirenaico occidental.

2.2.2. Los afloramientos mesozoicos de la Cordillera Ibérica

Son cuatro afloramientos de materiales mesozoicos estructurados según direcciones ibéricas que aparecen en el sector meridional de la Hoja, rodeados por depósitos miocenos.

El más occidental es el de Atapuerca. Corresponde a un anticlinal de rumbo NNO-SSE, con vergencia NE y su flanco oriental tumbado, que afecta a materiales del Cretácico superior. El Mioceno es discordante.

El afloramiento de Villamorico corresponde a materiales del Cretácico inferior plegado según direcciones NO-SE.

El de Alba, al sur de Villafranca-Montes de Oca, ya fue descrito por COLCHEN (1974). En él aparecen los materiales cretácicos plegados según una dirección NO-SE, con cabalgamientos vergentes hacia el NE. Las estructuras afectan al Albiense y Cretácico superior carbonatado. Este último presenta pliegues menores concéntricos disarmónicos que exigen un despegue a nivel de la Facies Utrillas. El flanco NE de la estructura llega a estar invertido y posiblemente cabalga sobre el Terciario. Los cortes de la figura 43 de la obra de COLCHEN (1974) muestran con bastante fidelidad la estructura de este afloramiento.

Finalmente, en la esquina SE de la Hoja, al sur y SO de Villagalijo hay dos pequeños afloramientos de materiales jurásicos pertenecientes al borde mesozoico de la Sierra de la Demanda. Los materiales mesozoicos cabalgan a los depósitos terciarios mediante una falla que buza unos 30° hacia el Sur, y son cabalgados por el Paleozoico mediante una falla horizontal ya en las inmediaciones de Pradoluengo, fuera de la Hoja.

La Cuenca Terciaria del Ebro-Rioja

Los depósitos terciarios que ocupan la mayor parte de la Hoja pertenecen a la terminación occidental de la Cuenca del Ebro-Rioja, que hacia el Oeste pasa de manera continua a enlazar con la Cuenca del Duero. El espesor de los depósitos terciarios aumenta probable-

mente hacia el Este, donde los datos de geofísica y sondeos petrolíferos indican espesores superiores a los 4.000 m.

En la mayor parte de la Hoja de Belorado las capas del Terciario continental se disponen subhorizontales, aumentando la inclinación de modo progresivo hacia los bordes de los relieves mesozoicos, donde pueden estar cabalgadas por los materiales mesozoicos o alcanzar buzamientos de hasta 50°. En cualquier caso es frecuente que las capas del Terciario cabalgado por el Mesozoico se mantengan horizontales o con buzamientos inferiores a 10° hasta el mismo cabalgamiento, donde puede formar un estrecho sinclinal por arrastre.

En el sector de Alba los conglomerados miocenos descansan discordantemente sobre las estructuras del Cretácico, aunque aparecen ligeramente levantados en los bordes. También el sector SE de la Hoja los conglomerados terciarios muestran un plegamiento de gran amplitud según rumbo NO-SE.

Estas estructuras, y la disposición en sí misma de los afloramientos mesozoicos de Alba, Villamorico y Atapuerca, así como la distribución de los aparatos deposicionales de los niveles terciarios más recientes sugieren la actuación de las fallas de rumbo NO-SE existentes en el dominio de la Sierra de la Demanda. Estas fracturas posiblemente han actuado como fallas normales, tal vez con cierto componente de desgarre, hundiendo el bloque NE.

A nivel regional debe destacarse la singularidad de esta cuenca terciaria, que aparece limitada en ambos bordes por sendas fajas de cabalgamientos. Debe interpretarse, por tanto, como una doble cuenca de antepaís, cuya génesis y evolución han estado condicionados fundamentalmente por el emplazamiento de unidades alóctonas. Los bordes originales de la cuenca no son actualmente visibles, puesto que se encuentran cobijados a lo largo de varios kilómetros por las sierras de Cantabria y Demanda.

3. GEOMORFOLOGIA

En el ámbito de la Hoja, el predominio de materiales poco coherentes correspondientes a los depósitos terciarios propicia la existencia de un paisaje poco contrastado en el que no se aprecian formas orográficas relevantes. Así, la mayor parte del área estudiada se caracteriza por relieves suaves, en los que destacan los replanos estructurales relacionados con las capas más duras intercaladas en los sedimentos.

La red hidrográfica está constituida principalmente por los cauces de los ríos Tirón y Oca, con sus correspondientes afluentes que transcurren hacia el Norte, con dirección submeridiana, por las zonas oriental y central de la Hoja. Debe resaltarse la presencia en el ángulo suroccidental de una red de drenaje, en zona de cabecera, con desagüe hacia el Duero, en contraste con la anterior, perteneciente a la cuenca del Ebro.

Se han diferenciado en la cartografía una serie de modelados estructurales, entre los que cabe destacar las *superficies* relacionadas con las capas duras intercaladas en la serie terciaria. Se han distinguido las generadas a partir de los niveles de yesos, dominantes en el cuadrante nororiental, así como las referidas a las intercalaciones más carbonatadas que se localizan en la mitad occidental de la Hoja.

En el área de afloramientos mesozoicos de Quintanavides en la zona noroccidental se han señalado los principales *escarpes* generados por la erosión de las calizas que lo constituyen.

En cuanto a formas relacionadas con modelos deposicionales se ha cartografiado, en el borde sur de la Hoja, una morfología muy notable de *abanico*, correspondiente a un depósito terciario que, aunque retocado por procesos posteriores conserva con claridad los rasgos característicos de una sedimentación de este tipo. En las zonas más proximales desaparece el depósito, siendo sustituido por una *superficie de erosión* correspondiente a la raíz del mismo, donde se ha observado, en ocasiones, la presencia de *dolinas*.

En época más reciente, durante el Cuaternario, se generan una serie de depósitos relacionados con la red fluvial o con la evolución de las vertientes que producen formas asimilables a *glacis*, concentradas principalmente en las vertientes del río Retorto, al SE de la Hoja. También se han reconocido sedimentos atribuibles a *terrazas*, habiéndose diferenciado un sistema de *terrazas bajas y medias-altas* en los cauces de los ríos Tirón y Oca.

Igualmente relacionadas con la red fluvial principal se han cartografiado algunos *conos de deyección*.

La regularización de vertientes, muy notable dada la naturaleza predominantemente incoherente de los materiales, es muy intensa, aunque solamente se han representado en la cartografía los puntos donde el proceso es más relevante, dando lugar a *depósitos de vertiente* y *coluviones* más notables.

El modelado fluvial, aparte de la generación de los depósitos ya descritos anteriormente, se caracteriza por la presencia de *valles de fondo plano* en la red de menor orden que hacia las zonas de cabecera, donde presenta cursos con clara *incisión lineal*. En algunas zonas donde esta incisión se instala sobre materiales más duros (Mesozoico al sur de Villafranca) se generan formas relacionables a *gargantas* y *hoces* en los cursos fluviales.

Por último, se han señalado en el mapa los principales *núcleos urbanos*, así como las *canteras* más importantes.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Para describir la historia geológica de la Hoja, se tendrá en cuenta los datos obtenidos en la realización de Hojas próximas (también estudiadas por C.G.S.), los disponibles en la bibliografía regional y la información obtenida en los sondeos petrolíferos.

De esta manera procederemos a efectuar una descripción de la historia regional de esta parte de la Cordillera Ibérica, particularizando los detalles que afecten a los materiales aflorantes en el área ocupada por la Hoja.

El escaso desarrollo de la Formación Esquistos de Anguiano del Precámbrico no permite precisar suficientemente la historia de este período. No obstante, regionalmente no parece que haya habido plegamientos importantes entre el Precámbrico y el Cámbrico, sino solamente movimientos pirogénicos de gran radio de curvatura.

LEYENDA

MODELADOS ESTRUCTURALES

- Superficies estructurales relacionadas con yesos
- Superficies estructurales relacionadas con el nivel de calizas inferior
- Superficies estructurales relacionadas con el nivel de calizas superior
- Escarpes en caliza del Mesozoico

MODELADO FLUVIAL

- Valles de fondo plano
- Barrancos de incisión lineal
- Gargantas y hoces

MODELADO DEPOSICIONAL

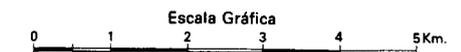
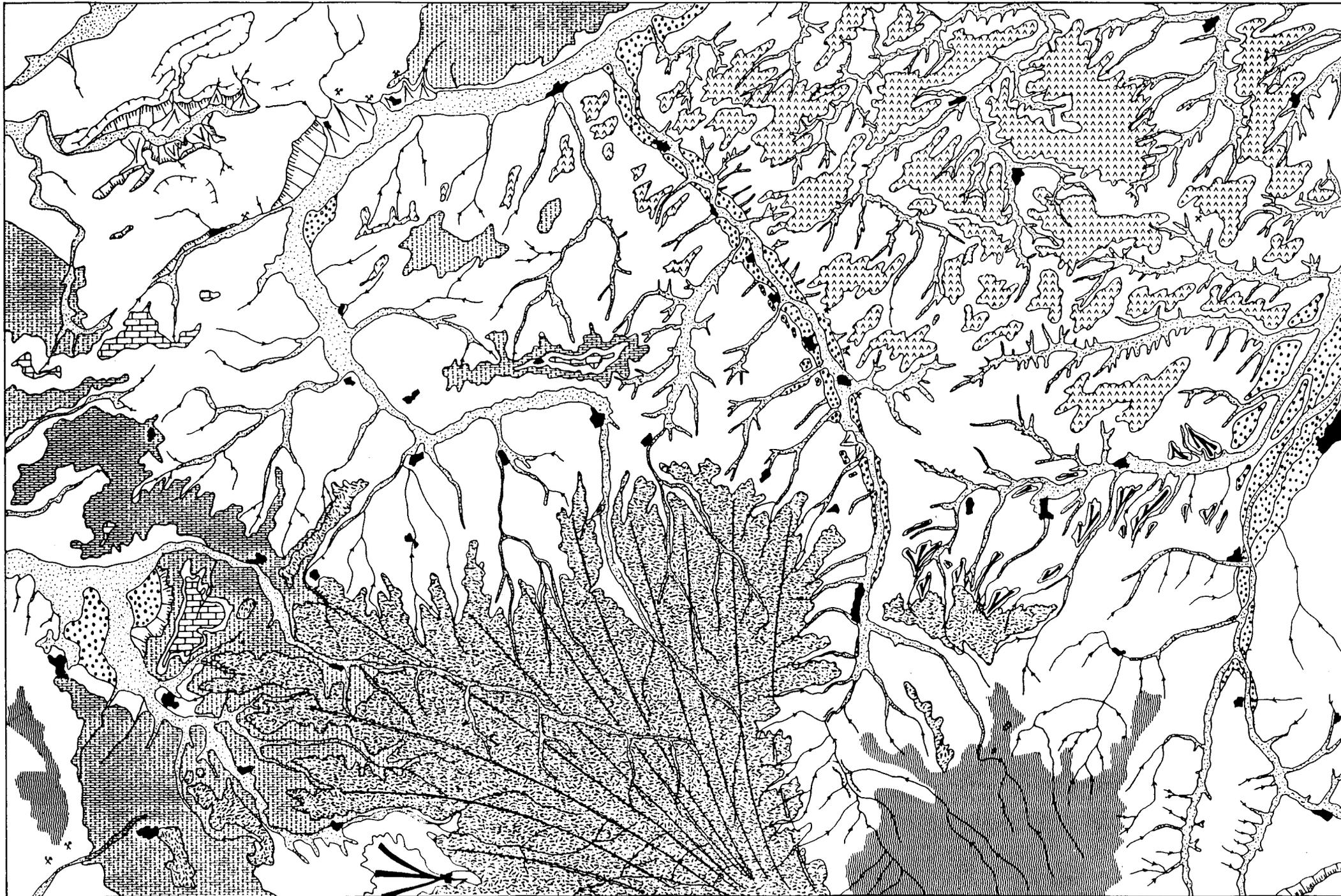
- Abanicos poligénicos heredados
- Glacis
- Terrazas medias y altas
- Terrazas bajas
- Coluviones y vertientes
- Conos de deyección

OTRAS FORMAS

- Superficie de erosión
- Dolinas

MODELADO ANTRÓPICO

- Núcleos urbanos
- Canteras



En el Cámbrico inferior se inicia un gran ciclo sedimentario que se extiende hasta el Cámbrico medio, con la deposición de los conglomerados de Anguiano, en un ambiente de playa conglomerática desarrollada en un contexto transgresivo y de subsidencia generalizado. Durante esta etapa se reconocen depósitos de *foreshore* y *shoreface*.

Este aporte clástico, tan generalizado en la Cordillera Ibérica, está en relación con la degradación de un relieve importante, que por las direcciones de los aportes, se situaría hacia el Este. El área fuente de estos materiales podría proceder de lo que se ha dado en denominar «Macizo del Ebro».

El carácter transgresivo del primer ciclo continúa durante el resto del Cámbrico inferior y parte del Cámbrico medio, depositándose las formaciones Areniscas y Pizarras del Puntón y Dolomías de Urbión en las que se reconocen depósitos de *shoreface-offshore* y de plataforma abierta, respectivamente. La sedimentación de los calcoesquistos de Azarrulla tras el hundimiento de la Cuenca, marca el final del primer ciclo y la inversión del carácter transgresivo que había caracterizado a este período.

El segundo ciclo, que se extiende desde el Cámbrico medio hasta el Tremadoc, aparece subdividido a su vez en dos ciclos menores. El primer subciclo se inicia con la sedimentación de la Formación Pizarras de Gatón a la que sucede posteriormente la Formación Areniscas de Vinegra, describiendo en conjunto un ciclo regresivo y representando ambientes de *shoreface* y *foreshore* de una playa arenoso-lutítica. Esta fase regresiva del Cámbrico medio-superior se pone de manifiesto por la presencia de megasecuencias negativas descritas en el apartado de Estratigrafía.

El segundo subciclo se inicia con el hundimiento progresivo de la cuenca, pasándose de ambientes de *foreshore* representados por las Areniscas de Vinegra a los de *shoreface* de las Alternancias del Najerilla, alcanzándose durante la sedimentación de estas últimas la mayor profundidad durante el Cámbrico superior. Posiblemente en el techo de esta última formación se inicia de nuevo un ciclo regresivo que culminaría con la progradación de los depósitos de *foreshore* representados por las Areniscas de Brieva del Tremadoc.

En esta zona no se ha conservado el registro fósil correspondiente al resto del Paleozoico, como consecuencia de la actuación de las distintas fases de la Orogenia Hercínica.

Los relieves así formados sufrirían un desmantelamiento, originando depósitos en zonas deprimidas. Estos están representados por los conglomerados y areniscas rojas de la facies Buntsandstein de la base del Triásico. Progresivamente se pasa a una etapa de subsidencia generalizada con sedimentación expansiva. Todo ello en relación con la distensión que adelgaza y estira la corteza. A través de las fracturas se produce la emisión de magmatismo básico. Esta etapa viene representada por la facies Keuper con ofitas. Los sedimentos se depositaron en extensas llanuras litorales con desarrollo de lagunas efímeras salinas (*sebkhas* litorales) y sedimentación evaporítica.

El estiramiento regional se hizo todavía más importante, pasándose a un modelo definitivo de subsidencia generalizada durante el Triásico más superior y el Jurásico.

En el Jurásico se reconocen una serie de discontinuidades que conforman tres grandes secuencias deposicionales:

— La primera se inicia con la Formación Carniolas de Cortes de Tajuña y finaliza con la discontinuidad (que en esta zona de la Ibérica no ha sido localizada en campo) marcada por un cambio litológico brusco, a techo de la Formación Margas y Calizas de Turmiel. Dentro de ella se reconocen otras discontinuidades de menor importancia o subciclos somerizantes. El primero está representado por la Formación Calizas y Dolomías de Cuevas Labradas depositada en una plataforma interna carbonatada somera, bajo la acción del oleaje, por encima del nivel de base. Hacia el techo se produce un enriquecimiento progresivo en carbonatos que se interpreta como efecto de la progradación de las áreas más proximales dentro de la sedimentación, en el contexto de plataforma interna. El segundo subciclo se inicia con la Formación Margas grises de Cerro del Pez, que se interpreta como depositada en un ambiente protegido de plataforma carbonatada y culmina con la Formación Calizas bioclásticas de Barahona, a cuyo techo se desarrollan superficies ferruginosas y puntos piritosos, depositadas en un contexto de plataforma abierta somera. El tercer subciclo está formado por la Formación Margas y Calizas de Turmiel, formada en la base por un tramo preferentemente margoso y a techo por una sucesión de calizas micríticas, constituyendo en conjunto una megasecuencia somerizante, originada en un ambiente de plataforma abierta, externa, en condiciones de hidrodinamismo débil y de cierta profundidad, que evoluciona hacia condiciones más someras hacia techo.

— La segunda secuencia deposicional corresponde al Dogger y está constituida por la Formación Carbonatada de Chelva, a cuyo techo queda marcada una discontinuidad con la capa de Oolitos ferruginosos de Arroyofrío (Calloviense sup-Oxfordiense inf.?). En la Formación Carbonatada de Chelva se diferencian tres miembros que corresponden a distintas posiciones en la cuenca. El primero, el inferior, formado por una sucesión potente de calizas micríticas (Bajociense), corresponde a depósitos de una plataforma somera, abierta y bien comunicada y con fondo muy colonizado. El miembro medio, formado por calizas oolíticas y bioclásticas con estratificación cruzada (Bathoniense), corresponde al complejo de barras y canales de una plataforma interna, somera, en condiciones de alto hidrodinamismo. El miembro superior, formado por una alternancia rítmica de caliza y margas negras (Calloviense), corresponde a la sedimentación en una plataforma abierta de suave pendiente, con episodios de sedimentación en los que alternan fases activas y fases de relleno condicionado.

— La tercera secuencia deposicional del Jurásico corresponde al Malm. El límite inferior coincide con el Oolito ferruginoso de Arroyofrío (tránsito Dogger-Malm) y el superior con el inicio de aportes detríticos pertenecientes a la Facies Purbeck y originados como respuesta a las primeras fases Neokimméricas. Este gran ciclo se subdivide en dos subciclos menores. El inferior, representado por las calizas y margas negras de la Formación Calizas negras de Aldealpozo, corresponde a un ambiente de sedimentación de plataforma abierta y relativamente profunda, que finaliza en un *hard-ground* que nos marca una discontinuidad sedimentaria. El superior, representado por una sucesión de calizas bioclásticas y fosilíferas, en ocasiones con facies bioconstruidas, corresponde a un complejo arrecifal progradante, de eficios bioconstruidos, a cuyo techo se desarrolla una costra ferruginosa que marca el episodio de interrupción y/o emersión, sobre el que sitúan las facies continentales palustres del complejo Purbeck-Weald de la Sierra de Cameros.

La reactivación tectónica que se produce en esta época ocasionaría el desarrollo de grandes

áreas emergidas por una parte y cuencas muy subsidentes por otra, controladas por la actuación de fracturas tardihercínicas que conformarían una cuenca de tipo *pull-apart* como es la Cuenca de Cameros en la Cordillera Ibérica.

En el complejo sedimentario de facies continentales del Purbeck-Weald pueden diferenciarse cuatro grandes ciclos separados por discontinuidades sedimentarias que pueden corresponder a períodos de erosión y/o no sedimentación.

— El primer ciclo (Kimmeridgiense-Berriasiense) comprende dos grupos de unidades litológicas. Las inferiores, de naturaleza detrítica, están formadas por conglomerados, areniscas y limos, que se distribuyen formando secuencias granodecrecientes, «Grupo Tera». Corresponden a depósitos medios y distales de abanicos aluviales. Los términos gruesos pertenecen a canales de baja sinuosidad y los finos a facies de llanura de inundación, con desarrollo de episodios efímeros de encharcamiento que dan lugar a nodulizaciones carbonatadas. Estas unidades detríticas están distribuidas preferentemente por la zona norte y este de Cameros.

La unidad superior es de naturaleza carbonatada «Grupo Oncala», y procede, en parte, de la anterior por cambio lateral de facies. La secuencia tipo de estos depósitos está constituida en la base por depósitos en fase de sedimentación activa con niveles erosivos o canalizados y montículos de fango, seguida de una fase de acumulación con micritas tableadas. Por encima se sitúan las facies de colmatación e interrupción con laminación algal, porosidad fenestral, suelos hidromorfos, calizas palustres, brechificación, etc. Estos procesos tendrían lugar en áreas lacustres extensas y poco profundas generalmente de baja energía.

— El segundo ciclo (Valanginiense) se inicia con una profunda reorganización de la cuenca, como consecuencia de movimientos tectónicos. Estos fenómenos determinan el que las unidades litológicas de este ciclo, «Grupo Urbión», se apoyen mediante discordancia erosiva sobre las precedentes. Comprende dos grupos de unidades litológicas. Las inferiores, de naturaleza detrítica, están formadas por areniscas y limolitas con esporádicas intercalaciones carbonatadas. Los niveles más inferiores se encuentran afectados de un metamorfismo de baja presión y alto gradiente geotérmico (100-150 °C/Km.), cuyo origen se asocia a la ascensión de fluidos a través de fracturas que compartimentaban la cuenca de tipo *pull-apart*. La distribución de ambientes durante esta época estuvo condicionada por accidentes tectónicos que actuaron durante la sedimentación de este ciclo y que provocó una mayor tasa de subsidencia en la zona meridional, mientras que la reactivación en las áreas marginales provocaba un incremento progresivo de la actividad fluvial.

Las unidades superiores, de naturaleza carbonatada, proceden en parte de las anteriores por cambio lateral de facies. Están caracterizadas por calizas micríticas y calizas arenosas con estructuras tipo «slumps», deformaciones hidrolásticas y secuencias de somerización. La sedimentación tendría lugar en áreas lacustres poco profundas.

— El tercer ciclo (Valanginiense-Hauteriviense) está formado por una serie alternante de calizas micríticas y margas («Grupo Enciso») entre las que se intercalan niveles arenosos, a veces claramente canalizados con estructuras tractivas, que se hacen más potentes y frecuentes hacia la zona occidental. Estos depósitos son debidos a procesos sedimentarios

en áreas marginales o lacustres muy someras y tranquilas, posiblemente una llanura de fangos con depósitos de carbonatos en su parte distal y surcada por pequeños canales distributarios de material terrígeno.

— El cuarto ciclo (Barremiense-Aptiense) está formado por una serie detrítica en la que se puede diferenciar dos subciclos, que en conjunto representan una reactivación progresiva en el área madre. El inferior está constituido por arcillas y limolitas rojas, con capas de areniscas que pertenecen a depósitos de una llanura aluvial distal, surcada por ríos de alta sinuosidad. El superior, constituido mayoritariamente por areniscas con limolitas intercaladas y que se disponen en secuencias negativas, a cuyo techo se desarrollan costras ferruginosas y rasgos edáficos, representa en conjunto una llanura aluvial con predominio de canales de elevada sinuosidad. Estos depósitos colmatarían las zonas deprimidas de los paleorrelieves en el Aptiense.

Durante el Albiense se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos (Fase Austriaca), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena, areniscas, microconglomerados y arcillas, en una amplia plataforma poco profunda de tipo marisma, con desarrollo de ríos, canales y llanuras aluviales.

Durante el Cretácico superior el régimen deposicional es marino en toda el área estudiada.

En función del estudio sedimentológico de las facies y de sus asociaciones correspondientes a las distintas formaciones descritas y de las discontinuidades existentes, se pueden diferenciar tres ciclos evolutivos o secuencias deposicionales.

— *Ciclo I:* Secuencia deposicional Cenomaniense. Esta secuencia deposicional está integrada por la Formación de Santa María de las Hoyas, tiene su inicio durante el depósito de la Formación Utrillas y su terminación viene marcado por la discontinuidad a techo de la misma.

Es de naturaleza transgresiva y se caracteriza por la instalación de una plataforma interna-llanura de mareas carbonatada con débil influencia terrígena sobre los ambientes continentales a transicionales de las arenas de Utrillas.

— *Ciclo II:* Secuencia deposicional Cenomaniense superior-Turonense. Descansa sobre la discontinuidad de techo de la secuencia anterior. Está integrada por las formaciones de Picofrentes y Muñecas y tiene su límite superior en la discontinuidad representada por la superficie ferruginosa perforada de techo de la Formación Muñecas.

Su evolución es transgresivo-regresiva, comenzando por una reestructuración o basculamiento de la plataforma que permite el avance del mar en condiciones de plataforma abierta externa, señalando el máximo transgresivo. La progradación de los depósitos bioclásticos de plataforma interna de alta energía marca el episodio regresivo.

— *Ciclo III:* Secuencia deposicional Senoniense. Su base la constituye la discontinuidad de techo de la Formación Muñecas que puede abarcar un intervalo temporal Turonense superior-Coniacense basal. La integra las formaciones del Senoniense, estando aquí representadas las formaciones de Hortezueros y Hontoria del Pinar. El resto de las formaciones que representan el Campaniense y Maastrichtiense no están presentes. El límite superior coincidiría con el de la regresión finicretácica ausente en esta región.

En la presente zona, esta secuencia sólo está representada en su episodio transgresivo que aparece en su inicio, base de la formación de Hortezuelos, como una nueva reestructuración de la plataforma a condiciones de plataforma abierta y evolucionando durante el depósito de esta unidad, con carácter levemente regresivo hacia condiciones de plataforma interna. El depósito de la Formación Hontoria del Pinar marca una nueva etapa transgresiva hacia condiciones energéticas del borde de la plataforma durante el Santoniense superior.

Aunque no afloran sedimentos del Paleoceno y Eoceno, por el conocimiento regional podemos resaltar que como consecuencia de las fases regresivas iniciadas a finales del Cretácico superior, en la mayor parte de la cuenca el Paleoceno comienza por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. El Montense y Thanetense tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m de profundidad). Existe una discordancia preluteciense. Al final del Eoceno los Montes Obarenes y la Sierra de Cantabria sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamiento hacia el Sur (Fase Pirenaica), que motivó la separación del surco oligo-mioceno del Ebro-Rioja de la depresión de Miranda-Treviño y que tiene su reflejo en áreas próximas (Cuencas de Villarcayo, Valdivielso, etc.).

Durante el Oligoceno y Neógeno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja y más de 1.500 m en la Cuenca de Villarcayo). Se han diferenciado hasta cinco unidades tecto-sedimentarias (U.T.S.) en los sedimentos de esta edad.

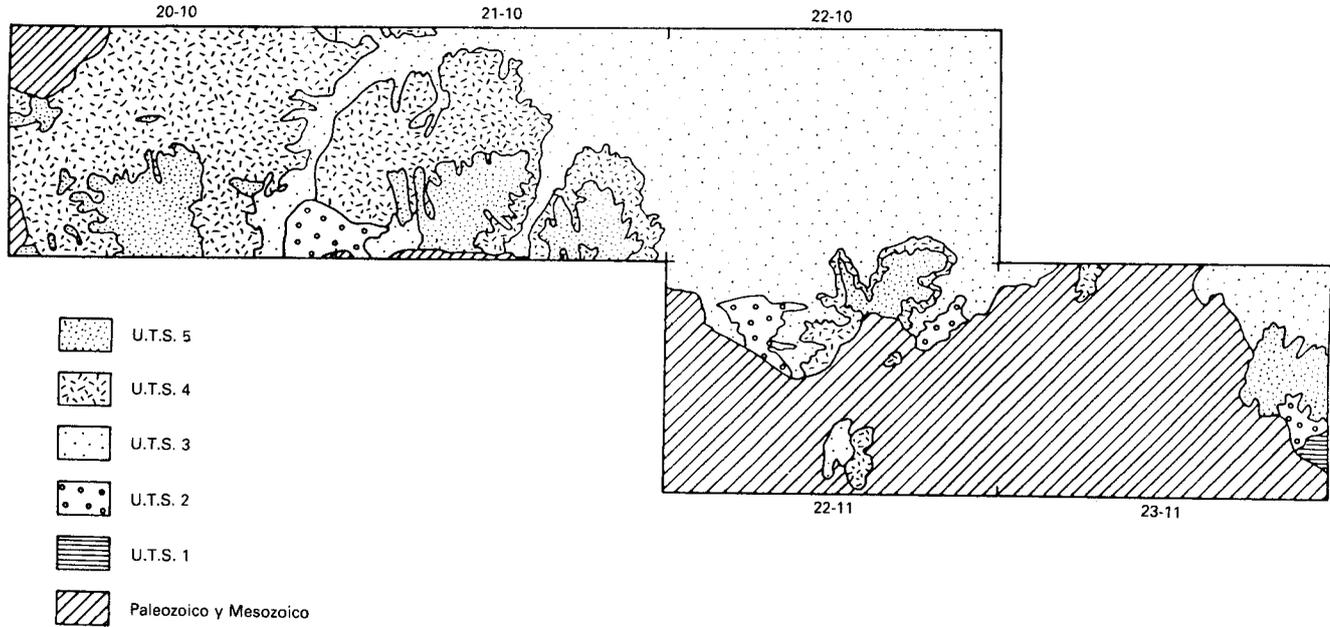
Mediante su depósito se produce el relleno de la cuenca alta del Ebro (Rioja), que queda definida por la Sierra de Cantabria, al Norte; la de La Demanda, al Sur, y los relieves menos significativos de Quintanavides-Atapuerta, al Oeste, que constituyen el cierre de la misma y su límite con la cuenca terciaria del Duero.

Con este dispositivo paleogeográfico comienza el desmantelamiento de los marcos montuosos, cuya primera evidencia en la zona corresponde a los sedimentos de la U.T.S. número 1, que aflora exclusivamente en el borde sureste de la Hoja de Munilla, en las proximidades de Arnedo.

Las otras cuatro U.T.S. reconocidas en la zona corresponden a aportes predominantemente meridionales, aunque los relieves menores situados a occidente también proveen de materiales a la cuenca, si bien en mucha menor medida.

La evolución de facies observadas en las U.T.S. números 3 y 4 señala la procedencia claramente meridional de los abanicos, pero con tendencia a evolucionar en las unidades medio-distales, hacia el Este. La abundante presencia de facies evaporíticas en la zona más occidental (Hoja de Belorado), la interpretamos como generada a partir de aportes excepcionales relacionados con dichos abanicos, que al no ser capaces de evacuar por sus cauces normales la totalidad del agua existente, propiciaban la existencia de desbordamientos. Parte de ellos se dirigían hacia el Oeste, donde al no existir drenaje posible, por la presencia de los relieves occidentales antes citados, se producía un encharcamiento más o menos temporal que provocaba la sedimentación de las facies evaporíticas.

En el momento de la deposición de la quinta U.T.S., también con procedencia meridional,



Esquema de distribución gográfica de las U.T.S. del Terciario para el área meridional de La Bureda y Zona Suroccidental de La Rioja

dichos relieves se encontraban ya tan degradados que posibilitaban en esta zona occidental la comunicación entre las actuales cuencas del Ebro y Duero.

El Plioceno más alto parece estar representado en la mayor parte del área estudiada por alteraciones edáficas que afectan a los materiales existentes y solamente en la Hoja de Nájera, se han reconocido sedimentos tipo raña.

Durante el Cuaternario, impera un modelado de disección, del que se asocian depósitos propios de él, glaciés, terrazas y abanicos.

5. GEOLOGIA ECONOMICA

5.1. MINERIA Y CANTERAS

En el ámbito de la Hoja de Belorado (Puras de Villafranca) se localizan una serie de pequeñas explotaciones de manganeso que se encuentran actualmente inactivas. Beneficiaban concentraciones de este mineral localizadas a favor de fracturas y oquedades desarrolladas sobre los conglomerados calcáreos del Terciario. Posiblemente, su génesis deba estar relacionada con la superficie de erosión existente en el área y que debió motivar una prolongada exposición subaérea de los materiales, con generación de suelos donde pudo concentrarse el manganeso. Posteriormente, y por procesos de disolución de índole kárstica, el mineral sería movilizado y concentrado a favor de grietas o antiguos conductos de circulación hídrica.

En el área de Quintanavides los sedimentos mesozoicos, tanto detríticos como carbonatados, fueron objeto de intensa explotación como áridos para la construcción de la autopista que discurre en sus proximidades.

También se localizan algunas explotaciones en los yesos de la zona noroccidental, destacando la cantera ubicada al Este de Villalómez, que es la única activa en la actualidad.

Debe igualmente citarse, aunque se encuentra fuera de la Hoja, la cantera de Cerezo de Riotirón, que beneficia unos niveles de glauberita localizada en la unidad yesífera y que, con toda seguridad, se prolongan en el ámbito de la Hoja de Belorado, si bien, hasta el momento, no han sido objeto de explotación.

5.2. HIDROGEOLOGIA

La presencia de abundantes materiales detríticos con permeabilidad acusada en el ámbito de la Hoja unido a la existencia de sedimentos carbonatados, tanto mesozoicos como terciarios, hace que sean frecuentes los manantiales y fuentes en la zona.

De cualquier modo, deben ser descartadas como acuíferos potenciales todos los sedimentos relacionados con las evaporitas que ocupan buena parte de la Hoja, debido al gran contenido en sulfatos de sus aguas.

Sí resultan, en cambio, interesantes para una posible explotación tanto los afloramientos de calizas mesozoicas en la zona de Quintanavides y al sur de Villafranca, como los detríticos terciarios del borde Sur. Estos últimos, en sus tramos basales funcionarían también como un potencial acuífero kárstico debido al alto contenido en cantos carbonatados y al cemento también carbonatado que los constituyen.

6. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. J. (1967): «Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». Ciepsa (inédito).
- (1969): «Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de alcén)». Ciepsa CV-324 (inédito).
- (1970): «Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». Tesis doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952): «Reserva Petrolífera de Burgos». Bol. Inst. Geol. Min. de España, t. 64, págs. 205-257.
- ALMELA, A.; RÍOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945): «Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». Bol. Inst. Geol. Min. de España, 5, 58 págs. 45-228, Madrid.
- CAMPSA (1955): «Prospecciones petrolíferas realizadas por CAMPSA». Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España, núm. 35, págs. 35-38.
- CAREZ, L. (1881): «Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral), págs. 1-323.
- CIEPSA (1965): «Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». Informe interno de Ciepsa.
- (1969): «Informe final del sondeo Rojas-1». Ciepsa (inédito).
- COLCHEN, M. (1974): «Geologie du la Sierra de La Demanda (Burgos-Logroño) Espagne». Mem. Instituto Geológico Minero de España núm. 85, págs. 1-436.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966): «Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». Notas y Com. Instituto Geológico Minero de España, núm. 90, págs. 53-76. Madrid.
- FEUILLE, P. (1963): «Presencia del Cenomaniense en la parte sureste de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo), provincia de Burgos». Not. y Com. Inst. Geol. Min. España, núm. 69, págs., 259-262, Madrid.
- (1967): «Le Cenomanien des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie, t. 46, vol. 108, págs. 1-343.
- FLOQUET, M.; ALONSO, A., y MELÉNDEZ, A. (1982): En. «El Cretácico de España». Univ. Complutense de Madrid.

- GIANNINI, G. (1965): «Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». Ciepsa (inédito).
- (1968): «Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». Ciepsa (inédito).
- HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1912): «Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». Junta Ampl. Est. e Inv. Cinet. t. 7.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971): «Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21. Logroño». Inst. Geol. y Min. de España, págs. 1-30.
- (1971): «Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 20 (5-3). Burgos». Inst. Geol. y Min. de España, págs. 1-30.
- LAZARRET, M. (1895): «Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». Bol. Com. Geol. España, t. 22, págs. 121-143.
- (1896): «Recherches géologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». These Fac. Sciences de Paris, págs. 1-310.
- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962): «L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)». Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du Prof. P. Fallot), t. 1, págs. 333-349.
- RAMÍREZ DEL POZO, J. (1965): «Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». Ciepsa (inédito).
- (1967): «Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA. Ciepsa (inédito).
- (1969): «Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (resumen). Acta Geológica Hispánica, t. 4, núm. 3, págs. 49-59.
- (1969): «Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». Ediciones Ciepsa, S. A., págs. 1-68.
- (1971): «Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». Memoria y Comunic. del I. Coloquio de Estrat. y Paleogeograf. del Jur. España, Cuadernos Geol. Iber, vol. 2, págs. 491-508.
- (1971): «Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». Mem. Inst. Geol. Min. de España, t. 78, págs. 1-357.
- RAMÍREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMÁS, M. J. (1967): Estratigrafía del Aptiense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras «en bolas concéntricas». Acta Geol. Hispánica núm. 5, año II, C.S.I.C. Barcelona.
- (1972): «Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckienses y Wealdenses de la cubeta de Santander-Burgos». Estudios Geológicos, vol. 28, págs. 173-192.

- RAT, P. (1959): «Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». Publ. Univ. Dijon, núm. 18, págs. 1-525.
- RIBA, O. (1954): «El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». Ciepsa (inédito).
- (1955): «Sur le type de sédimentation continentale de la partie ouest du bassin de l'Ebre». Souderd. Geol. Rudschau.
- (1964): «Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». Ciepsa (inédito).
- RÍOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945): «Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». Bol. Inst. Geol. Min. de España, t. 58, págs. 45-228.
- SCHRIEL, W. (1945): «La Sierra de La Demanda y los Montes Obarenes». Inst. Juan Sebastián Elcano, C.S.I.C., Madrid (Traduc. del alemán por L. García Sainz y J. G. Llarena).
- WIEDMANN, J. (1964): «Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». Estudios Geológicos, vol. 20, págs. 107-148.