



# IGME

136

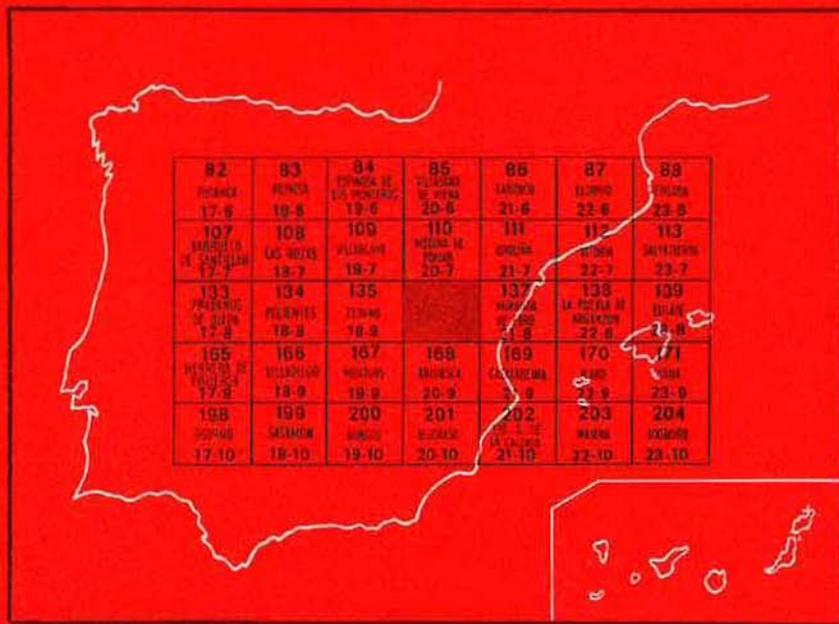
20-8

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# OÑA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
**E. 1:50.000**

**OÑA**

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por «Compañía General de Sondeos, S. A.», bajo normas, dirección y supervisión del IGME, utilizando un equipo de su Departamento de Geología compuesto por los geólogos: José Ramírez del Pozo, José Manuel Portero García, Francisco Carreras Suárez, Pedro del Olmo Zamora, Alfonso Olivé Davó, José María Martín Alafont, Mariano Aguilar Tomás y María del Carmen Leal Martín.

La Cartografía ha sido realizada por A. Olivé Davó.

La redacción de la presente Memoria ha sido realizada por A. Olivé Davó y J. Ramírez del Pozo.

Los trabajos de Laboratorio, Sedimentología y Micropaleontología han sido llevados a cabo por M. Aguilar y J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal, respectivamente.

La clasificación de macrofauna se ha realizado en el Laboratorio de Paleontología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas.

*Supervisión del IGME:* T. Olaverri Capdevila.

## **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 - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 260 - 1980

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

## 1 INTRODUCCION

La Hoja de Oña se encuentra situada en la parte meridional de la «Cuenca Cantábrica» y su zona sur se encuentra ya ocupada por sedimentos pertenecientes a la Depresión Terciaria del Ebro-Rioja.

La casi totalidad de la Hoja se encuentra comprendida en la provincia de Burgos, excepción hecha de un pequeño enclave perteneciente a la de Alava en el borde oriental.

Topográficamente pueden distinguirse en la Hoja tres ámbitos distintos: una zona central en dirección NO.-SE., constituida por elevaciones importantes que forman las Sierras de Tesla, Oña, Llana, etc., y que están formadas por materiales mesozoicos fundamentalmente, y dos zonas situadas al NE. y SO., respectivamente, de topografía menos accidentada y que corresponden a los depósitos terciarios del sinclinal de Villarcayo y de la Depresión Terciaria del Ebro.

La red hidrográfica está caracterizada por la presencia del río Ebro, que atraviesa la Hoja con dirección aproximada O.-E. Penetra por el Oeste a través del Valle de Valdivielso, posteriormente corta los relieves mesozoicos en dirección Norte, tallando un bonito desfiladero y a partir de Trespaderne transcurre sobre los materiales terciarios del sinclinal de Villarcayo, donde su curso se hace divagante con abundancia de meandros y depositando gran cantidad de sedimentos. En el borde este, a la salida de la Hoja, queda regulado por el embalse de Sobrón, situado en la vecina Hoja de Miranda de Ebro (21-08).

El núcleo de población más importante existente en la Hoja es Trespaerne, teniendo también cierta relevancia Oña, Pino de Bureba y Frías.

Desde el punto de vista geológico, y al margen de los suelos cuaternarios, aluviales, coluviales y terrazas afloran en la Hoja materiales detrítico-terrestres y carbonatados del Mesozoico y Terciario.

Los sedimentos más antiguos representados en la Hoja de Oña pertenecen al Keuper y se sitúan en el ángulo suroccidental de la zona, en el diapiro de Poza de la Sal, y son arcillas abigarradas, yesos, ofitas y carniolas. También aflora esta unidad en el anticlinal de Tesla y en la zona de La Aldea del Portillo del Busto.

En estas dos últimas regiones y en la de Quintanaoquio existen sedimentos Jurásicos que van desde el Lías calizo hasta el Dogger, representados por margas y calizas con abundante fauna.

En Barcina de los Montes y en el anticlinal de Tesla se han reconocido unas calizas marinas con Ostreidos que hemos atribuido al Valanginiense Inferior y Medio en Facies Purbeck.

Son muy abundantes en la Hoja los términos detrítico-terrestres correspondientes al Cretácico Inferior, que localmente presentan una intercalación marina de edad Aptiense.

El Cretácico Superior, compuesto fundamentalmente por materiales carbonatados, calizos y margosos, alcanza un amplio desarrollo a lo largo de una ancha banda que cruza la Hoja en dirección NO.-SE., así como en el ángulo nororiental de la misma, estando representados todos sus pisos.

El Terciario, que comienza con una serie marina atribuida al Paleoceno y base del Eoceno, se sitúa en el borde Norte de la alineación NO.-SE. antes citada.

Por último, existen sedimentos terciarios, de carácter continental, que corresponden al Sinclinal de Villarcayo, al Norte, y a la Depresión Terciaria del Ebro, al Sur.

Desde el punto de vista tectónico y estructural pueden diferenciarse tres zonas en el ámbito de la Hoja:

- a) El sinclinal terciario de Villarcayo, situado al Norte.
- b) La depresión terciaria del Ebro, situada al Sur.
- c) La alineación mesozoica de Oña, situada entre ambas y que en su borde sur incluye localmente fenómenos tectónicos relacionados con la prolongación de la zona del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria.

En cuanto a geología económica, excepción hecha de las salinas, ya abandonadas de Poza de la Sal, se reduce a pequeñas canteras que benefician los materiales carbonatados o terrestres mesozoicos y que se limitan prácticamente a cubrir necesidades locales.

La Hoja de Oña ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica y cartográfica inédita perteneciente a CIEPSA y C. G. S., además

de los trabajos publicados sobre la región. Destacan entre ellos los siguientes:

RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja alta y de la Bureba».

RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras, al sur de la Depresión de Villarcayo».

RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España».

## 2 ESTRATIGRAFIA

Los sedimentos aflorantes en la Hoja de Oña corresponden al Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

El Triásico se reduce al afloramiento del diapiro de Poza de la Sal y al del anticlinal de Tesla, además de algunos pequeños asomos ligados a fallas por donde se inyecta en las regiones de Quintanaopio y Barcina de los Montes.

El Jurásico aflora en las mismas zonas que el Keuper y es recubierto por los sedimentos terrígenos del Cretácico Inferior en las mismas zonas así como en los núcleos de algunos anticlinales. Intercalados en esta serie continental afloran sedimentos marinos del Valanginiense y del Aptiense en Barcina de los Montes y Tesla.

Por lo que se refiere al Cretácico Superior está ampliamente representado en toda la zona de la Sierra de Oña y adyacentes, así como en el ángulo nororiental de la Hoja.

El Paleoceno y Eoceno afloran sobre la serie del Cretácico Superior en el sinclinal de Valdivielso y en el borde sur del sinclinal de Villarcayo.

Recubriendo a estos sedimentos o directamente sobre los del Cretácico, aparecen los materiales del Terciario continental (Oligoceno y Mioceno) que forman el Sinclinal de Villarcayo y la depresión terciaria del Ebro-Rioja.

El Cuaternario forma recubrimientos que en forma de aluviones, terrazas y glaciares alcanzan un desarrollo importante, sobre todo en la zona sur de la Hoja y en el sinclinal de Villarcayo.

### 2.1 TRIASICO

#### 2.1.1 KEUPER ( $T_{G3}$ ; $T_{G3}^{\omega}$ )

Como ya hemos indicado, su principal afloramiento corresponde al diapiro de Poza de la Sal, donde aparece constituido fundamentalmente por arcillas de tonos preferentemente rojos oscuros y violáceos, si bien existen también colores verdosos localmente. Hay que hacer notar que en la cartografía se han incluido en esta unidad arcillosa pequeños afloramientos de carniolas englobados en la masa arcillosa de carniolas.

Se ha diferenciado en esta zona un importante afloramiento de ofitas, que se han caracterizado como rocas de carácter subvolcánico formadas por piroxenos y plagioclasas con composición basáltica y textura ofítica ( $T_{O3}^{\omega}$ )

El resto de los afloramientos de Keuper se sitúan en el anticlinal de Tesla y en la zona de La Aldea del Portillo del Busto, donde existe también un asomo de ofitas.

## 2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

El Jurásico de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por diferentes autores, entre los que destacan LARRAZET (1896), KARRENBERG (1934), DHAM y MENSIK (1957) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

Afloran en la Hoja carniolas del Rethiense, Lías calizo, Lías margoso y Dogger, faltando la totalidad del Malm, debido a la intensa erosión acaecida durante las fases Neokímmérica y Aústrica.

Ha sido estudiado en las columnas de Ermita de la Magdalena (X: 614.285; Y: 897.050), Quintanaopio (X: 614.580; Y: 905.050), Peña Amarilla (X: 622.620; Y: 899.645) y Barcina de los Montes (X: 628.545; Y: 900.960).

### 2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE. HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR Y MEDIO ( $T_{A33}^2 J_{12}^2$ )

A la sedimentación del Keuper arcilloso-evaporítico sigue un tramo calizo-dolomítico, que se conoce en la literatura regional como Infralías.

Se ha estudiado esta unidad a partir de las secciones de Ermita de la Magdalena (X: 614.285; Y: 897.050) y Quintanaopio (X: 614.580; Y: 905.050).

En la primera de ellas, que es donde está más completa, está representada por 110 m. de dolomías, calizas dolomíticas, calizas microcristalinas y arenosas (pelmicritas o micritas) grises que han proporcionado: *Lingulina* sp, *Ammobaculites* sp, *Ataxophragmiidae* sp y Gasterópodos.

### 2.2.2 LIAS SUPERIOR-SINEMURIENSE SUPERIOR. PLIENSBACHIENSE TOARCIENSE ( $J_{12-14}^{3-0}$ )

Al Lías Inferior, de constitución calizo-dolomítica, se sucede en toda la Cuenca Cantábrica un tramo de alternancia monótona de calizas arcillosas y margas.

El Sinemuriense Superior viene definido en toda la Cuenca Cantábrica por una alternancia de margas y calizas arcillosas en bancos regulares de 10-30 cm., las microfacies son de biomicritas con *Lingulina*, secciones de Ostrácodos y restos de Lamelibranquios y Equinodermos. El espesor es generalmente reducido, aunque excepcionalmente puede ser mayor (140 m. en

la sección de Quintanaopio (X: 614.580; Y: 905.050). En esta zona, las calizas son arcillosas, microcristalinas y contienen *Lingulina pupa* (TERQ.) y restos de Equinodermos y Moluscos. En este nivel ha determinado el Doctor Villalta: *Pholadomia reticulata* AG, *P. ambigua* SOW., *P. idea* D'ORB., *Exagassicerias scuzeanum* (D'ORB.), *Paltchioceras delicatum* BUCK, *Pholadomia vltzi* AG, *Pleuromya* sp y *Homomya* sp.

El Pliensbachiense litológicamente es muy similar en todo el norte de España, caracterizándose por una alternancia regular y monótona de margas grises, en ocasiones hojosas, friables, en bancos de 30-80 cm. de espesor, y de calizas arcillosas, grises, nodulares, en bancos también delgados. La litología es, por tanto, muy similar a la del Sinemuriense Superior, aunque hay en el Pliensbachiense un predominio de los tramos margosos sobre los calizos, hasta el punto de que en el Pliensbachiense Medio (zona *davoiei*) encontramos solamente margas con algunas hiladas delgadas de calizas arcillosas, que se presentan como nódulos sueltos en muchas ocasiones.

El espesor del Pliensbachiense varía bastante de unas regiones a otras, y así, mientras en Quintanaopio hemos medido unos 200 m., en la zona sur de Santander (Aguilar de Campóo) y de Alava (Nograro, Montoria), tiene una potencia de 45 a 50 m. solamente.

Basándose en el estudio de los Ammonites puede, subdividirse muy bien en sus cinco zonas, pero desde el punto de vista de su microfauna y microfacies es un tramo difícilmente divisible, pero con características muy peculiares.

Los niveles margosos contienen en todas las series estratigráficas estudiadas una microfauna muy característica, con abundantes especies de Foraminíferos y Ostrácodos: *Dentalina matutina* D'ORB., *Dentalina terquemi* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *Marginulina speciosa* BORN, *Pseudoglandulina cf. irregularis* (FRANKE), *Planularia crepidula* (F. y M.), *Lingulina pupa* (TERQ.), *Lingulina tenera* BORN, *Astacolus matutina* D'ORB., *Astacolus radiata* (TERQ.), *Astacolus breoni* TERQ.; *Frondicularia dubia* BORN, *Frondicularia terquemi* D'ORB., *Frondicularia bicostata* D'ORB., *Saracenaria sublaevis* FRANKE, *Lenticulina bochari* TERQ., *Nodosaria mutabilis* TERQ., *Hungarella amal-tehi* (QUENST.), *Hungarella cf. contractula* (TRIEB.), *Isobothocypris unispinata* APOST.

La microfacies de los bancos calizos intercalados es de calizas microcristalinas, arcillosas (biomicritas), con Gasterópodos, restos de Lamelibranquios y de Equinodermos y secciones de Ostrácodos y de Foraminíferos (*Lenticulina*, *Lingulina*, *Dentalina*, *Astacolus*, etc.).

Litológicamente el Toarciense es casi idéntico al Pliensbachiense, caracterizándose por una alternancia de margas grises a gris-azuladas, hojosas, algo plásticas, con hiladas más duras de calizas arcillosas gris-azuladas, microcristalinas, en capas de 10 a 30 cm. Los bancos margosos pueden llegar a tener una potencia de hasta 2 m.

En la sección de Quintanaopio la potencia de esta unidad es de 50 m.

La microfauna es muy abundante y característica en todas las series estratigráficas del norte de España, siendo muy típicas las siguientes especies de Foraminíferos y Ostrácodos: *Vaginulina proxima* (TERQ.), *Nodosaria fontinensis* TERQ., *Ammobaculites fontinensis* TERQ., *Cornuspira orbicula* (T. y B.), *Planularia cordiformis* TERQ., *Lenticulina d'orbigny* (ROEMER), *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *Lenticulina subalata* REUSS, *Progonocythere blaekana* (JONES), *Cytherelloidea cadomensis* BIZON, *Cytherella toarcensis* BIZON, *Otocythere callosa* TRIEB. y KLING, *Procytheridea sermoisensis* APOST.

La microfacies de los bancos de calizas arcillosas intercalados en la serie margosa es de biomicritas con *Lenticulina*, microfilamentos y restos de Moluscos y Equinodermos. Es en el Toarciense Medio cuando aparecen por vez primera los microfilamentos, siendo su presencia el único criterio para distinguir esta microfacies de las del Pliensbachiense.

Los depósitos Toarcienses son muy ricos en macrofauna, habiendo citado DHAM en toda la región sur de Santander y Alava largas listas de fósiles, entre los que destacaremos: *Harpoceras falcifer* (SOW.), *Hildoceras bifrons* (BRUG.), *Hildoceras levisoni* (SIMPS.), *Hildoceras sublevisoni* FUC., *Grammoceras striatulum* (SOW.), *Pseudogrammoceras fallaciosum* (BAYLE), *Pseudogrammoceras pedicum* BUCKMAN, *Polyplectus elegans* (SOW.), *Harpoceratoides alternatus* (SIMPSON), *Phlyseogrammoceras dispansum* (LYCETT), *Dumortieria levesquei* (D'ORB.), *Dumortieria irregularis* STOLLEY, *Grammoceras subcomptum* (BRANCO), *Pleydellia aalensis* (ZIETEN), *Rhynchonella* cf. *curviceps* (QUENST.).

### 2.2.3 DOGGER (J<sub>2</sub>)

Litológicamente no puede fijarse el límite del Dogger. Sin embargo, paleontológicamente puede delimitarse con gran precisión, por la aparición de los primeros *Leioceras* que reemplazan a la fauna compuesta por *Dumortieria*, *Grammoceras*, *Walkeria* y *Pleydellia* del Lías Superior.

La litología del Bajociense Inferior y Medio es muy semejante a la del Toarciense, aunque la proporción de los bancos calizo-arcillosos es superior a la de los niveles margosos. Se caracteriza, por tanto, por presentar una alternancia de calizas arcillosas, gris oscura, generalmente nodulosas en bancos de 20 a 60 cm., y de margas friables, hojosas, de tonos grises y gris-azulados en capas de 10-20 cm.

En el Bajociense Superior predominan las calizas arcillosas estratificadas en bancos gruesos, de tonos gris-oscuro o gris-pardo y con pequeñas juntas margosas entre los planos de estratificación. Es frecuente observar en las calizas pequeños cantos calizos de tonos rojizos de hasta 3 mm. de diámetro, que son como grandes intraclastos.

La microfauna es menos abundante que en el Toarciense, pero hay algu-

nas especies de Foraminíferos y Ostrácodos que resultan ser muy características de este nivel: *Flabellina deslongchampsii* TERO., *Lenticulina varians* BORN., *Lenticulina quenstedtii* GÜMB., *Lenticulina cultrata* (MONTF.), *Ammodiscus tenuissimus* (GÜMB.), *Lophocythere bradiana* (JONES), además de varios de los microfósiles que ya hemos citado en el Toarciense.

La microfacies es prácticamente idéntica a la descrita en el Toarciense, es decir, son calcilitas finas (biomicritas), aunque con un contenido microfauístico mayor. Contienen siempre microfíamentos, zoosporas de *Globochaete alpina* LOMB., *Eothrix alpina* LOMB., *Lenticulina*, *Dentalina*, Radiolarios, restos de Moluscos y de Equinodermos. En el Bajociense Superior es frecuente que entre la pasta microcristalina aparezcan pequeños nódulos también micríticos, que recuerdan a los intraclastos y también en cierto modo a los coprolitos (*Favreina*) del Bathoniense. En todo caso, la microfacies es siempre de biomicritas con un elevado contenido en microplancton, como corresponde a facies de índice de energía deposicional bajo, característico de los medios ambientes tranquilos.

La macrofauna es también muy abundante, dando todos los autores que se han ocupado de estos estudios largas listas de microfósiles, especialmente de especies de Ammonites. Basándose en éstos pueden distinguirse muy bien todas las zonas de ARKELL. DAHM (1957) cita, entre otras, las siguientes especies: *Leioceras opalinum* (REINECKE), *Leioceras partitum* BUCKMAN, *Tmetoceras sissum* (BENECKE), *Ludwigia obtusa* (QUENST.), *Ludwigia murchisonae* (SOW.), *Ludwigia murchisonae reflua* BUCKMAN, *Graphoceras concavum* (SOW.), *Oppella subradiata* (SOW.), *Sonninia sowerbyi* (MILL.), *Ludwigella attenuata* BUCKMAN, *Ludwigella rugosa* BUCKMAN, *Braunsina aspera* BUCKMAN, *Hyperlioceras discites* (WAAGEN), *Otoites contractus* (SOW.), *Otoites delicatus* BUCKMAN, *Stephanoceras humphriesianum* (SOW.), *Chondroceras gervillei* (SOW.), *Chonchoceras grandiforme* BUCKMAN, *Strenoceras bajocense* (DEFRANCE), *Strenoceras oolithicum* (QUENTS.), *Garantiana garantiana* (D'ORB.), *Bigotites nicolescoi* (DE GROSS), *Parkinsonia parkinsoni* (SOW.), *Parkinsonia arietis* (WETZEL).

En conjunto, el Bajociense Superior (zonas de *subfurcatum*, *garantiana* y *parkinsoni*) presenta una mezcla de fauna, apareciendo todas las especies de Ammonites de un modo muy caótico, siendo de todo punto imposible separar las diferentes zonas.

Sobre las calizas arcillosas del Bajociense Superior se desarrolla el Bathoniense, constituido en la zona de Santander-Burgos (Aguilar, Quintanaopio, Poza de la Sal, Ramales) por margas grises, generalmente calcáreas en la base y por varios bancos de calizas, más compactas que las del Bajociense, de colores gris-oscuro a negro en el resto del Bathoniense. Estos bancos calizos están separados por delgados lechos de margas, también de tonos oscuros, con espesores de 20-50 cm. En general, se distingue en esta zona

el Bathoniense del Bajociense por presentar aquél bancos más masivos y de mayor dureza.

Los espesores del Bathoniense varían de unas regiones a otras: 110 m. en Quintanaopio, 60 m. en Aguilar y 120 m. en Torrecilla de Cameros.

Micropaleontológicamente se caracteriza al Bathoniense por la presencia de: *Astaculus tricarinnella* REUSS, *Epistomina stelligera* REUSS, además de ser bastante abundantes otras especies que ya existieron en el Bajociense, como: *Lenticulina quenstedti* GÜMB., *Ammodiscus tenuissimus* (GÜMB.), *Cornuspira orbicula* (T. y B.), *Lenticulina subalata* REUSS, *Eoguttulina oolithica* (TERQ.).

Las microfacies del Bathoniense son en toda la Cuenca Cantábrica de calizas microcristalinas (micritas fosilíferas, biomicritas o biopelmicritas), más pobres en restos orgánicos que las del Bajociense, con microfilamentos, Ostrácodos, restos de Moluscos y coprolitos de Crustáceos (*Favreina*). En ocasiones se observa también *Eothrix alpina* LOMB., y zoosporas de *Globochaete alpina* LOMB.

#### 2.2.4 SINEMURIENSE SUPERIOR A DOGGER (J<sub>12-2</sub><sup>3-0</sup>)

En las zonas donde no han podido ser diferenciadas las unidades anteriores se han cartografiado como una unidad comprensiva de ambas.

#### 2.2.5 RETHIENSE-LIAS-DOGGER (T<sub>33</sub>-J<sub>2</sub>)

Al igual que en el caso anterior, en zonas como el anticlinal de Tesla, Barcina de los Montes y Quintanaopio se ha cartografiado esta unidad ante la imposibilidad de efectuar una división más fina, bien porque la escala del mapa no lo ha permitido o porque la intensa tectonización o la escasez de afloramientos hacían problemática la diferenciación.

### 2.3 CRETACICO

Sobre los materiales jurásicos se apoyan sedimentos pertenecientes al Valanginiense Superior, Hauteriviense, Barremiense en Facies Weald, si bien localmente en las zonas de Barcina de los Montes y en el anticlinal de Tesla existen términos marinos de escasa potencia atribuibles al Valanginiense Inferior y Medio.

Esto implica la ausencia en cualquier caso de materiales del Malm y Berriasiense, alguna estratigráfica que se debe a la actuación de las fases neokimméricas.

Sobre estas series apoyan normalmente sedimentos marinos de edad aptiense que en ocasiones no han podido ser diferenciados, situándose los materiales terrígenos de la Facies Utrillas directamente a continuación de la Facies Weald, hecho que posiblemente tiene su justificación por la actuación de la Fase Austrica o bien, en otros casos, es debido a la dificultad

de localización de afloramientos que permitan una identificación de las facies marinas del Aptiense.

El Cretácico Superior se caracteriza por sus series, en su mayoría carbonatadas, pertenecientes al Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense.

En estas series hay dos hiatos o lagunas estratigráficas, una de pequeña intensidad a techo del Cenomaniense y otra entre Turoniense y Coniaciense que afecta a la parte superior del primero e inferior del segundo.

El Weald de la Cuenca Cantábrica en general ha sido estudiado por GONZALEZ LINARES (1876), MENGAUD (1920), SAENZ GARCIA (1932), LAMARE (1936), CIRY (1940), SCHRIEL (1945), RAMIRE DEL POZO (1969 y 1971) y AGUILAR y RAMIREZ (1968).

Entre los trabajos sobre el Albiense destacan sobre todos los de RAT (1959) y AGUILAR (1967, 1971 y 1975).

El Cretácico Superior de la Cuenca ha sido tratado por numerosos autores como CAREZ (1881), LARRAZET (1896), MALLADA (1904), MENGAUD (1920), CIRY (1940), RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945), CIRY y MENDIZABAL (1949), FEUILLEE (1961), WIEDMANN (1964) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las secciones de Pino de Bureba (X: 621.715; Y: 900.975), Barcina de los Montes (X: 628.545; Y: 900.960), Peña Amarilla (X: 622.620; Y: 899.645), Oña (X: 622.915; Y: 903.635), Hoz de Valdivielso (X: 616.325; Y: 913.575), Herrán (X: 637.390; Y: 914.530) y Santa María de Garoña (X: 640.695; Y: 904.820).

### 2.3.1 VALANGINIENSE INFERIOR Y MEDIO EN FACIES PURBECK (C<sub>p12</sub><sup>12</sup>)

En una sección auxiliar, trazada a 1 km. al oeste de Barcina de los Montes (X: 628.545; Y: 900.960), hemos encontrado directamente sobre el Jurásico marino (Bathoniense) un banco de unos 40 cm. de espesor de calizas con textura oolítica, matriz de calcita cristalina (Bioosparitas) con Ostreídos, fragmentos de Briozoos y radiolas de Equinodermos. Este nivel ha sido datado como Valanginiense Inferior, mientras que unas arcillas situadas directamente encima del banco calizo que contienen *Cypridea dunkeri* JONES se atribuyen al Valanginiense Medio.

### 2.3.2 VALANGINIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE-APTIENSE EN FACIES WEALD (C<sub>w12-13</sub><sup>3-0</sup>; C<sub>w12-14</sub><sup>3-0</sup>; C<sub>w14-15</sub><sup>0-1</sup>)

Sobre la Facies Purbeck cuando aflora, o directamente sobre el Jurásico, descansa una serie terrígena muy potente que en Pino de Bureba (X: 621.715; Y: 900.975) tiene un espesor visible de unos 300 m. y está constituida por conglomerados de cantos de cuarzo con matriz arenosa, arenas gruesas, blancas o amarillentas microconglomeráticas y arcillas (C<sub>w12-13</sub><sup>3-0</sup>). Sobre estos

niveles aflora en las zonas de Pino de Bureba y Barcina de los Montes una serie ( $C_{w14-15}^{0-1}$ ) de 90 m. de alternancia de bancos de calizas microcristalinas que en algunos niveles presentan estructura pisolítica, con Characeas, Ostrácodos y *Girvanella* («calizas de algas») con arcillas varioladas, en las que dominan generalmente los tonos rojizos, con Characeas y una abundante fauna de Ostrácodos bien conservada. Las especies más frecuentes son: *Cypridea* aff. *propunctata* SYLV-BRAAL., *Cypridea menevensis* (ANDERSON), *Cypridea clavata* (ANDERSON), *Cypridea tuberculata* (SOWERBY), *Cypridea warlinghamensis* (sensu ANDERSON), *Cypridea Indigens* ANDERSON y *Darwinula leguminella* (FORBES), que indican una edad Barremiense y quizá Aptiense bajo.

En los puntos donde esta caliza de Algas no está presente la serie terrígena prosigue hasta el Barremiense y así se ha representado en la cartografía ( $C_{w12-14}^{3-0}$ ).

### 2.3.3 APTIENSE-ALBIENSE INFERIOR ( $C_{15-16}^{0-1}$ )

Sobre las capas de Facies Weald se encuentra, en el anticlinal de Tesla, un episodio marino de 20 m. de espesor, constituido por arcillas margosas, pardas y amarillentas con alguna intercalación de areniscas y esporádicamente calizas. En las margas se ha determinado: *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cytherella parallela* (REUSS), *Neocythere mertensi* OERTLI, *Cythereis büchlerae* OERTLI, *Platycythereis rectangularis* OERTLI, «*Clithrocytheridea*» aff. *brevis* (CORNUELL) y *Paracypris jonesi* BONNEMA. En las calizas intercaladas, que son biomicritas arenosas, nodulosas, grises, se ha determinado *Haplophragmoides greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER) y fragmentos de Orbitolinas, referibles a *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENB.). La asociación microfaunística citada, tanto en las arcillas como en las calizas, caracteriza al Aptiense Inferior.

Unos pocos kilómetros más al sur y oeste de donde hemos descrito la serie de Tesla, no se encuentran ya las intercalaciones de facies marina en el Aptiense o Albiense. Cuando faltan estas facies marinas, encontramos entre las areniscas y arcillas rojas de Facies Weald y las arenas de Utrillas un nivel de unos 10-15 m. de espesor de arcillas muy negras, a veces con lignitos y generalmente con abundante materia orgánica, que hemos atribuido al Aptiense-Albiense Inferior.

### 2.3.4 ALBIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR ( $C_{16-21}^{3-1}$ ; $C_{16-21}^{0-1}$ )

Sobre la unidad anterior, o bien discordante sobre términos más bajos, aflora una serie esencialmente terrígena que presenta las características típicas de la Facies Utrillas, constituida por la clásica serie de arenas ama-

rillentas y blanquecinas, conglomeráticas a veces, con pequeñas intercalaciones de arcillas amarillentas y grises. Como es también característico, se trata de niveles azoicos. Se data esta unidad con arreglo a las edades de las infra y suprayacentes.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo, de procedencia generalmente plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico, granítico, de cuarcitas y sílex. También abundan los feldespatos exclusivamente potásicos que se encuentran desigualmente meteorizados (AGUILAR, 1971).

Su potencia se sitúa entre los 250 y 300 m.

### 2.3.5 VALANGINIENSE SUPERIOR A CENOMANIENSE INFERIOR ( $C_{w12}^3-C_{21}^1$ )

Se ha cartografiado esta unidad comprensiva en la zona del anticlinal de Oña, donde el intenso recubrimiento ha impedido distinguir los tramos reconocidos en otras áreas.

### 2.3.6 CENOMANIENSE ( $C_{21}^{1-3}$ )

Sobre la unidad anteriormente descrita descansa en toda la Hoja un conjunto, en general poco potente y dolomitizado con calcarenitas bioclásticas, calizas arenosas y arcillosas e intercalaciones de areniscas calcáreas y arenas.

Su estudio se ha realizado a partir de las secciones de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) y Hoz de Valdivielso (X: 616.325; Y: 913.575).

En la sección de Oña, que ha sido levantada con mucho detalle, el Cenomaniense está constituido así:

- Sobre las facies de Utrillas se encuentra un banco de 22 m. de calcarenitas compactas, que en la base es arenoso y se presenta dolomitizado, y en su parte alta, no dolomitizada, es de biosparitas con algunos «graveles», en las que se reconocen secciones de Foraminíferos: *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Tritaxia* (referibles a *T. pyramidata* REUSS), *Quinqueloculina* y otros *Miliolidae*.
- El segundo nivel, que puede reconocerse en el Cenomaniense, está constituido por 14 m. de calizas arcillosas, nodulosas, de matriz microcristalina (Biomicritas) con Ostreídos, *Praealveolina iberica* REICHEL, *P. cretacea brevis* REICHEL, *Nummoloculina*, *Cuneolina* cf. *pavonia* d'ORB. y Algas calcáreas (*Halimeda*). Hay algunas intercalaciones de margas amarillentas.
- Termina el Cenomaniense con unos bancos de 24 m. en total de areniscas de cemento dolomítico y dolomias arenosas, azoicas, que en la parte superior contienen lignito y glauconita.

Espesor total del Cenomaniense en facies marina: 60 m.

### 2.3.7 TURONIENSE INFERIOR (C<sub>22</sub><sup>1</sup>)

Al igual que la unidad anterior ha sido estudiada en las secciones de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) y Hoz de Valdivielso (X: 616.325; Y: 913.575), siendo su potencia inferior a los 50 m.

La parte inferior del Turoniense está constituida por margas calcáreas nodulosas, con *Exogyra columba* LAMARCK, mientras que la parte superior, más compacta, viene definida por calizas arcillosas, nodulosas.

La microfacies de todo el Turoniense es de calcarenitas finas, de matriz microcristalina (Biomicritas) con *Heterohelix*, *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL), *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Lenticulina* sp, Briozoos, Ostrácodos, Algas calcáreas (*Boueina*, *Acicularia*; *Halimeda*) y raras *Globotruncana*. En algunas muestras levigadas hemos separado pequeños Ostréidos referibles a *Exogyra*, Briozoos y Ostrácodos referibles a los géneros *Mauritsina?* y *Cythereis*.

### 2.3.8 CENOMANIENSE-TURONIENSE INFERIOR (C<sub>21-22</sub><sup>1-1</sup>)

Esta unidad comprensiva aparece en la zona más oriental de la Hoja, donde el Turoniense y Cenomaniense presentan unas facies más calcáreas y en casi todas las ocasiones una intensa dolomitización que hace prácticamente imposible su diferenciación.

### 2.3.9 TURONIENSE-CONIACIENSE-SANTONIENSE INFERIOR (C<sub>22-24</sub><sup>2-1</sup>; C<sub>22-23</sub><sup>0-1</sup> y C<sub>23-24</sub><sup>2-1</sup>)

Se ha estudiado a partir de la sección de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) y también en Hoz de Valdivielso (X: 616.325; Y: 913.575).

Se trata de un conjunto (C<sub>22-24</sub><sup>2-1</sup>) cuya potencia rebasa los 160 m. constituido por varios bancos de calizas, en ocasiones dolomitizadas, separados por banquitos muy delgados de margas calcáreas grises y amarillentas. Se observa una alternancia de dos microfacies diferentes: Por una parte encontramos calcarenitas de matriz cristalina (biogralelesparita) con *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Tritaxia*, *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Boueina*, *Spiroplectammina*, *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM. (emend. MAYNC), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Lenticulina*, *Dorothia*, Briozoos, Gasterópodos, Rotálidos, Miliólidos y Algas calcáreas (*Acicularia*). Por otra parte se encuentran, especialmente en la parte central del tramo, calcarenitas más finas, de matriz microcristalina (biomicritas y biopelmicritas) con *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Cuneolina* sp, *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM. (emnd. MAYNC), *Pseudocyclammina*, *Nummofallotia cretacea*

(SCHLUMB.) y Miliólidos. En algunos levigados procedentes de las intercalaciones margosas mencionadas anteriormente hemos observado oogonios de Chara, algunos Ostrácodos de habitat intermedio entre marino y salobre, determinados como *Brachycythere*, *Cythereella*, *Cytheropteron*, *Favanella?*, y algún ejemplar de Miliolidae perteneciente a los géneros *Quinqueloculina* y *Massilina*. En la zona NE. de la Hoja, y en base a datos obtenidos en la vecina Hoja de Medina de Pomar, hemos observado que la serie margosa del Turoniense Inferior sube en edad hasta el Coniaciense Inferior ( $C_{22-23}^{0-1}$ ) a costa de las calizas superiores que quedan restringidas al Coniaciense Medio a Santoniense Inferior ( $C_{23-24}^{2-1}$ ), habiéndose cartografiado como tal dichas unidades.

### 2.3.10 CENOMANIENSE A SANTONIENSE INFERIOR ( $C_{21-24}^{1-1}$ )

Esta unidad comprensiva aparece exclusivamente en el ángulo suroriental de la Hoja.

La sucesión viene definida de muro a techo por una sucesión de calizas más o menos dolomíticas con *Praealveolina*, a las que siguen calcarenitas con Miliólidos, calizas, calizas arcillosas y microcristalinas. El espesor total es de unos 250 m. Se data como Cenomaniense a Santoniense Inferior por la perfecta correlación de esta secuencia caliza con el resto de columnas realizadas.

### 2.3.11 SANTONIENSE INFERIOR Y MEDIO ( $C_{24}^{1-2}$ y $C_{24}^2$ )

Este tramo tiene en el corte de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) una potencia de unos 100 m. y está constituido por margas amarillentas hojosas que contienen una microfauna pobre, constituida especialmente por Ostrácodos: *Quadracythere* (OERTLI, 1963), *Bairdia*, *Pterigocythere* y *Kalyptovalva*, así como por los Foraminíferos: *Globotruncana* cf. *fornicata* PLUMM, *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Clavulinoides* cf. *aspera* CUSHM. y *Lituotuba*.

A continuación se intercala un tramo de calizas calcarenitas, que en su base son microcristalinas (biopelmicritas) con *Idalina antiqua* D'ORB., *Marssonella*, *Briozos* y restos de Equinodermos, mientras que en la parte superior son de matriz cristalina (biograevesparitas y biopelasparitas) con *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Idalina antiqua* D'ORB., Rotálidos de gran tamaño, abundantes Briozos, Miliólidos, *Marssonella* sp., Ostreidos, restos de Equinodermos y Rudistas. En algunas zonas este nivel presenta a techo *Lacazina elongata* MUN-CHALM. y en ocasiones ha sido diferenciado ( $C_{24}^2$ ) (ángulo nororiental).

Completa la unidad otro tramo de margas calcáreas con intercalaciones de calizas arcillosas con pequeños Ostreidos.

Estas últimas son, en lámina transparente, biomicritas o biopelmicritas con *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Idalina antiqua* D'ORB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Rotálidos* (referibles probablemente a *Pseudorotalia* (?) y *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT., *Lenticulina* y *Marssonella*. En los levigados de los niveles margosos se encuentra la misma microfauna, y además algunos Ostrácodos pertenecientes a los géneros *Cytherella* y *Bairdia*.

### 2.3.12 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C<sub>24</sub><sup>2-3</sup> ; C<sub>24</sub><sup>3</sup>)

Sobre el conjunto anteriormente descrito se encuentra un tramo calizo compacto, formado por calcarenitas bioclásticas de tonos beige y rojizos, caracterizado por la presencia de *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

Se presenta casi siempre muy karstificado y sus espesores varían entre 80 y 150 m.

Su estudio en esta Hoja se ha realizado a partir de las secciones de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) y Hoz de Valdivielso (X: 616.325; Y: 913.575).

Está constituido por biopelmicritas, biointramicritas y biomicrorruditas en las que se han reconocido, además de *Lacazina elongata* MUN-CHALM., los siguientes microfósiles: *Monolepidorbis dordoniensis* (HOFKER), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Dicyclina schlumbergeri* MUN-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Minouxia* cf. *lobata* GENDROT, *Cyclopsinella steinmani* (MUN-CHALM.) *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Ammobaculites lagenalis* ROEMER y *Pseudoclavulina brayi* (COLOM).

Por encima de este tramo se apoyan de 40 a 80 m. de margas más o menos calcáreas (C<sub>24</sub><sup>3</sup>), que en zonas próximas han proporcionado Ostreidos y Lamelibranquios en general y además *Monolepidorbis sanctaepelagiae* ASTRE, *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Pseudocyclamina massiliensis* MAYNC, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Marssonella trochus* D'ORB., *Cytherelloidea* sp y *Lenticulina* sp.

### 2.3.13 SANTONIENSE SUPERIOR-CAMPANIENSE (C<sub>24-25</sub><sup>3</sup>)

La potencia de esta unidad medida en la sección de Oña (X: 622.915; Y: 903.635) está próxima a 150 m., variando regionalmente hasta poder alcanzar los 250 m.

Está constituida por una serie de litología variada, en la que aparecen calizas y calcarenitas (biointramicritas y biointrasparitas), calizas arenosas, margas y margas arenosas y arcillas verdes y rojas esporádicamente intercaladas.

La microfauna encontrada ha sido: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Minouxia lobata* GENDROT, *Dicyclina schlum-*

*bergeri* MUN-CHALM., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Dictyopsella kilianii* MUN-CHALM., *Spirocyclina chofatti* MUNIER-CHALMAS, *Haplophragmium* nov. sp, *Cuneolina* sp, *Rotalidae*, *Quadracythere* sp y *Bairdia* sp.

#### 2.3.14 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE EN FACIES GARUM (C<sub>25-26</sub>)

Está definido por un conjunto de arcillas de colores verdes y rojizos que descansa siempre sobre la unidad Santoniense Superior-Campaniense (C<sub>24-25</sub><sup>3</sup>). Es frecuente que existan en este tramo intercalaciones centimétricas de dolomías sacaroideas blancas y grises.

La potencia es variable, habiéndose medido un máximo de 70 m. en la sección de Santa María de Garoña (X: 640.695; Y: 904.820).

Generalmente estas arcillas son muy pobres en fauna, si bien localmente se han encontrado algunas Characeas y Ostrácodos de habitat continental-lacustre, así como calcificaciones de raíces (Rhizosolenia).

#### 2.3.15 MAASTRICHTIENSE (C<sub>26</sub>)

Termina el Cretácico Superior por medio de un nivel de dolomías, generalmente arenosas, depositadas inmediatamente encima de la Facies Garum anteriormente descrita, probablemente equivalentes lateralmente de un tramo de calizas con Orbitoides y dolomías aflorantes al Norte, fuera de la zona de nuestro estudio.

### 2.4 TECHO CRETACICO Y PALEOCENO

#### 2.4.1 MAASTRICHTIENSE A THANETIENSE (C<sub>26</sub>-T<sub>13</sub><sup>A</sup>)

Esta unidad comprensiva está constituida por un conjunto dolomítico depositado inmediatamente encima de la Facies Garum (C<sub>25-26</sub>) y se ha cartografiado ante la imposibilidad, en muchas zonas, de diferenciar la dolomía maastrichtiense (C<sub>26</sub>).

En la base del tramo las dolomías son dominantes, mientras que en la parte media son calizas arenosas y calizas dolomíticas. En esta zona puede aparecer una lumaquela de Hippurites, que debe corresponder a parte del Daniense.

En la vecina Hoja de Miranda de Ebro [21-08] se han reconocido en este tramo: *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURCE, *Rotalia* cf. *trochidiformis* (LAM), *Cibicides* sp, *Biloculina* sp, *Quinqueloculina* sp, *Terquemeia* sp y *Lithothammium* sp, que indican una edad Montienense, mientras que una muestra tomada a techo de la unidad ha proporcionado *Glomalveolina primaeva* REICHEL, *Distichoplax biserialis* (DIETR.), *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURLE, *Rotalia* cf. *trochidiformis* (LAM.), *Triloculi-*

na sp, *Lenticulina* sp y Briozoos que señalan una edad Thanetiense para la parte alta de esta unidad.

## 2.5 Terciario

### 2.5.1 PALEOCENO-DANIENSE-MONTIENSE-THANETIENSE ( $T_{11-13}^{A-A}$ ; $T_{13}^A$ )

Está constituido por un conjunto de dolomías blanquecinas, sacaroideas, vacuolares con calizas arenosas y niveles de margas arcillosas verdes y margas dolomíticas algo arenosas. Localmente se ha podido diferenciar a techo un tramo detrítico compuesto de arenas de grano fino con esporádicas intercalaciones de cantos redondeados de cuarzo.

### 2.5.2 EOCENO ( $T_{21}^{Aa}$ ; $T_{c22}^{Aa}$ ; $T_{c2-2}^{Ab-Ac}$ ; $T_{c2}^{Ac}$ )

Comienza el Eoceno por un término todavía marino de calizas y calcarenitas bioclásticas con Alveolinas ( $T_{21}^{Aa}$ ), que se encuentran total o parcialmente erosionadas y sobre el cual apoya discordantemente el Eoceno continental.

En la vecina Hoja de Villarcayo (19-07) se han determinado en este nivel: *Alveolina corbarica* HOTTINGER, *A. decipiens* SCHAWAGER, *A. cf. leupoldi* HOTTINGER, *Nummulites cf. exilis* H. DOUV. y *Rotalia cf. trochidiformis* LAM.

Discordante sobre este tramo se encuentra el Eoceno continental, que comienza por areniscas microconglomeráticas silíceas gris blanquecinas y arenas rojas, lenticulares, con estratificación cruzada, intercalándose algunos finos nivelillos de arcillas gris oscuras ( $T_{c22}^{Aa}$ ). La potencia de este tramo alcanza los 70 m.

Por encima de la unidad anterior aflora un conjunto ( $T_{c2-2}^{Ab-Ac}$ ) de calizas microcristalinas (dismicritas) beige y blancas con pasadas margosas y arcillosas, de aspecto lacustre, que contienen Ostrácodos, restos de Characeas y Gasterópodos que no permiten una datación precisa, habiéndose hecho ésta en base a las de las unidades infra y suprayacente. La potencia de este tramo es, en la Hoja, como máximo de 80 cm.

Termina el Eoceno con una unidad, generalmente cubierta, de margas arcillosas rojas y areniscas rojizas friables de grano fino a medio subanguloso ( $T_{c2}^{Ac}$ ). La potencia de este tramo es de unos 70 m.

### 2.5.3 OLIGOCENO ( $T_{c3}^A$ ; $T_{a3}^A$ y $T_{c3}^A$ )

En el sinclinal de Valdivielso y discordante sobre la serie Eocena, aunque en aparente concordancia, descansa una serie de areniscas microconglomeráticas lenticulares, friables, de tonos amarillentos, ferruginosas, con estra-

tificación cruzada de bajo ángulo, huellas de carga y niveles de arcillas arenosas intercaladas ( $T_{c3}^A$ ).

Sobre ellas yacen arcillas margosas ocre fragmentables y areniscas rojizas de grano medio, regularmente cementadas, generalmente angulosas ( $T_{c3}^A$ ). La potencia del conjunto es del orden de los 250 m.

En el sinclinal de Villarcayo no se han diferenciado estas dos unidades y el Oligoceno ( $T_{c3}^A$ ) queda representado por unos 100 m. de conglomerado de matriz arenosa y limolítica con cemento calcáreo que se caracterizan por su marcado color rojizo, alternantes con arcillas preferentemente rojas que, localmente, pueden presentar tonos blanquecinos.

#### 2.5.4 OLIGOCENO-MIOCENO INFERIOR ( $T_{c3-12}^{A-Ba}$ )

En la zona sureste de la Hoja y en el sinclinal de Ranera aflora una serie detrítico-terrágena que comienza con unos conglomerados masivos de bolos y cantos de calizas mesozoicas, con matriz arenosa y limolítica y cemento calcáreo, que se caracterizan por su marcado color rojizo.

El resto de la unidad (Facies Pancorbo) se ha definido en el corte del Barranco de Silanes en la vecina Hoja de Casalarreina (21-09), en donde aflora una serie (muy recubierta) que de muro a techo es como sigue:

- Más de 50 m. de calizas lacustres alternantes con margas y/o arcillas margosas rojas. Las calizas son micritas y biomicritas, con calcificaciones algales, restos de Characeas y Gasterópodos. Los levigados han proporcionado: *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY), MADLER var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Rabdochara major* GRAM. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Chara microcera* GRAMB. y PAUL, *Candona praecox* STRAUB, *Eocytheropteron* sp, *Elkocythereis* sp y *Gasterópodos*.
- Siguen 1.540 metros de arcillas margosas rojas, con algunas capas grises y con arenas y limos hacia la base. En los niveles inferiores se ha reconocido la presencia de *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Chara cylindrica* GRAMB., *Rabdochara major* GRAMB. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Eocytheropteron* sp, *Candona* sp y *Elkocythereis* sp.
- 170 m. muy cubiertos de arcillas margosas rojas estratificadas en capas delgadas con algún nivelito calizo y algún lentejón de yesos.
- 240 m. de arcillas margosas azul verdosas y grises con intercalaciones, cada vez más abundantes hacia la base, de arcillas margosas rojas. Las arcillas grises contienen *Sphaerochara* cf. *minutissima* GRAMB., *Tectochara* cf. *meriani* L. y N. GRAMB., *Chara notata* GRAMB.,

*Ch. cf. cylindrica* GRAMB., *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Cyprideis* aff. *miocenica* LIENENKL., *Candona praecox* STRAUMB y dientes de peces.

En las proximidades del cabalgamiento de los Montes Obarenes (bordes de la cubeta) los niveles inferiores pasan a ser más areniscosos y conglomeráticos. El espesor total visible de la unidad es del orden de los 2.000 metros.

## 2.5.5 MIOCENO

Se diferencian dos zonas dentro de la Hoja, donde se localizan los sedimentos correspondientes al Mioceno.

La primera corresponde al Sinclinal de Villarcayo y la segunda a la Depresión Terciaria del Ebro.

Para facilitar una mejor comprensión procederemos a describir por separado cada una de las unidades existentes en ambas zonas.

### 2.5.5.1 Mioceno del Sinclinal de Villarcayo ( $T_{c11-12}^{Ba-Ba}$ y $Ta_{c12-11}^{Ba-Bb}$ y $T_{c1}^{Bc}$ )

Sobre el Oligoceno ( $T_{c3}^A$ ), y en claro dispositivo de traslapamiento, que se acentúa hacia el Norte, donde llega a apoyarse en términos del Cretácico Superior, aflora una serie constituida por arcillas, calizas (dismicritas) margas y areniscas caracterizadas fundamentalmente por sus colores blancos.

En la Hoja de Miranda de Ebro (21-08), en la sección de San Martín de Don, se han determinado: *Sphaerochara hirmeri* var. *longiuscula* GRAM. y PAUL., *Rhabdochara* cf. *langeri* MADLER, *Cypridopsis* cf. *quinqueleni* LIENENK., *Eocytheropteron* sp, *Loxoconcha* sp, *Cerithium* sp, *Candona* sp, *Darwinula* sp y Moluscos.

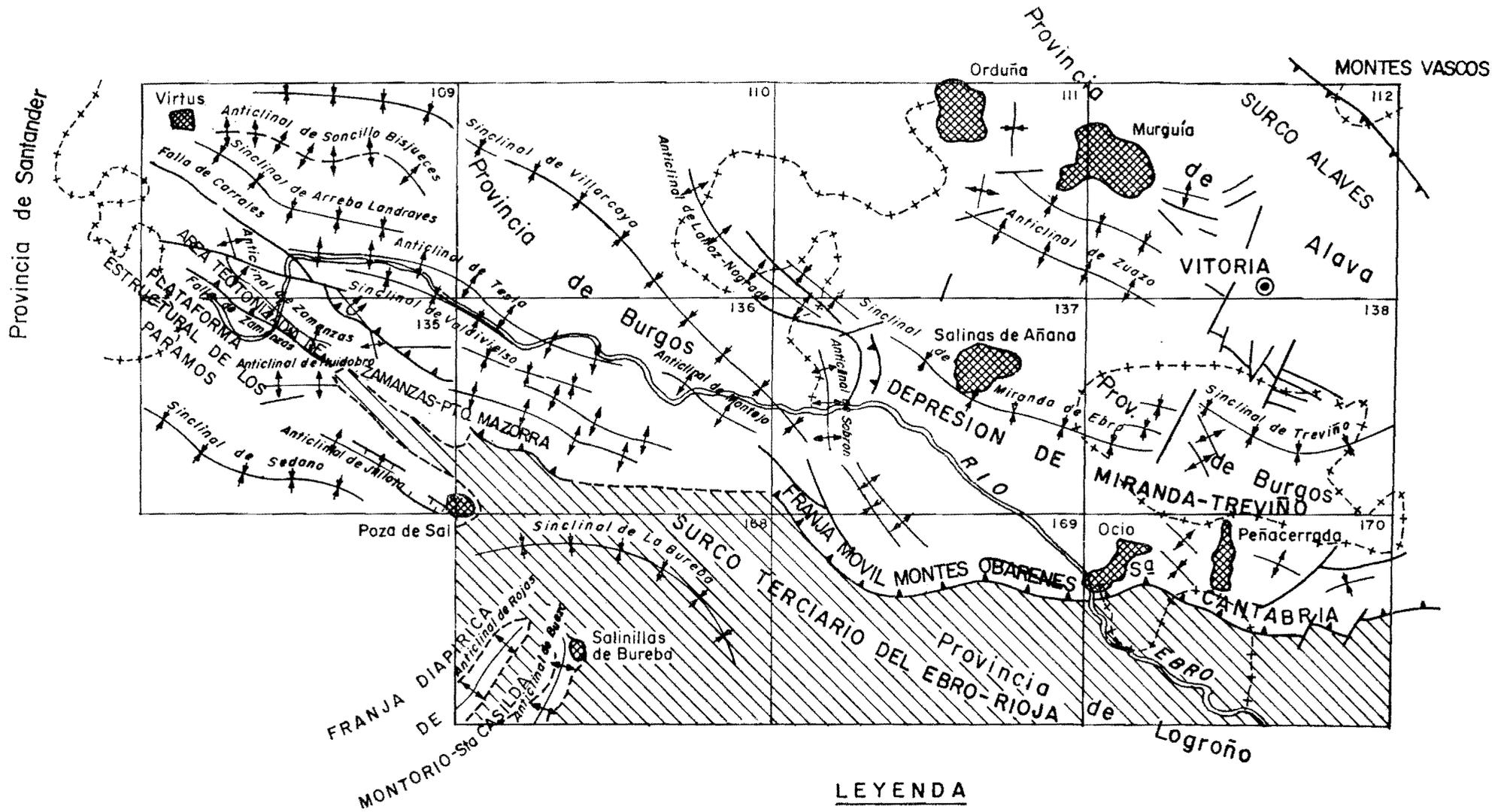
Esta unidad ( $T_{c11-12}^{Ba-Ba}$ ) alcanza una potencia máxima en su flanco Sur de unos 200 m.

Sobre ella, y también discordante, aflora un tramo terrígeno ( $Ta_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ) compuesto por areniscas amarillentas en paleocanales y arcillas y limolitas con alguna pasada margosa intercalada. Hacia el Norte es frecuente que comiencen a intercalarse pasadas conglomeráticas que llegan a hacerse dominantes en zonas próximas (Hoja de Medina de Pomar, 20-07).

La potencia máxima de este tramo es de 350 m.

Sobre este tramo aparecen discordantes unos niveles de conglomerados ( $T_{c1}^{Bc}$ ) en dos paquetes con una intercalación de arcillas blanquecinas. El conjunto alcanza una potencia de unos 50 m. y los conglomerados son también blanquecinos y formados por cantos calcáreos de hasta 30 cm. de diámetro

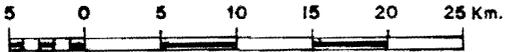
# MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



## LEYENDA

- |  |   |  |                               |
|--|---|--|-------------------------------|
|  | DIAPIRO   |  | CABALGAMIENTO O FALLA INVERSA |
|  | TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA              |  | FALLA NORMAL                  |
|  | CONTACTO DEL TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA |  | NUMERO DE HOJA                |
|  | ANTICLINAL  |  | LIMITE DE PROVINCIA           |
|  | SINCLINAL   |  | RIO                           |

## ESCALA



2.5.5.2 Mioceno de la Depresión Terciaria del Ebro ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ;  $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ;

$T_{c12-11}^{Ba-Bb}$  y  $T_{c1}^{Bc}$ )

*Conglomerados marginales masivos de la Facies de la Bureba. Burdigaliense a Vindoboniense Inferior* ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ )

Afloran en el ángulo suroccidental de la Hoja y se trata de conglomerados de cantos redondeados de calizas y dolomías mesozoicas (y alguno de cuarzo) de hasta 30 cm. de diámetro con matriz arenosa y cemento calcáreo de tonos rojizos. Se disponen en varios bancos masivos de hasta 30 metros de potencia, entre los que se intercalan limos arenosos rojizos y areniscas sueltas rojizas u ocre. Las areniscas tienen de 40 a 60 por 100 de cuarzo, 10 por 100 de feldespatos potásicos, 15-20 por 100 de fragmentos de rocas carbonatadas y cemento calcáreo. Los levigados de los terrígenos finos han proporcionado *Sphaerochara minutissima* GRAMB. y *Chara notata* GRAMB.

En la zona de Poza de la Sal descansan discordantemente sobre la Facies Utrillas ( $C_{16-21}^{0-1}$ ) y sobre el Santoniense Medio-Superior ( $C_{24}^{2-3}$ ).

*Facies de la Bureba. Burdigaliense-Vindoboniense Inferior* ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ )

Se extiende por la mayor parte del borde sur de la Hoja.

Está constituida por paleocanales de areniscas ocre y rojizas, ocasionalmente conglomeráticas, que alternan con limos, limos arenosos y arcillas de tonos rojizos. Con frecuencia se intercalan bancos de areniscas calcáreas y calizas blanquecinas.

Las areniscas de la Bureba están compuestas por granos de cuarzo y de rocas carbonatadas y cemento calcáreo; son frecuentes los feldespatos potásicos y como minerales pesados turmalina y circón. Los niveles conglomeráticos incluidos en las areniscas forman lentejones de gravillas (hasta 5 cm. de diámetro) de calizas mesozoicas y algún cuarzo proveniente de Utrillas. La morfología de los granos de las areniscas va de subangulosa a subredondeada. La estratificación es a menudo cruzada y con megarripples. Son frecuentes los cantos blandos de limos y arcillas.

Las variaciones más importantes son debidas a la granulometría, observándose un progresivo aumento, tanto en la proporción de los bancos gruesos sobre los finos, como en el tamaño de los elementos desde el SE. al NO. Los terrenos situados en las proximidades de los relieves mesozoicos contienen un mayor porcentaje de areniscas y lentejones de gravas.

Los levigados han proporcionado: *Candona praecox* STRAUB., *Haplocythe*

*ridea* aff. *helvética* LIENENKL, *Eocytheropteron* sp, Gasterópodos, Ostrácodos y talos y oogonios de Characeas.

#### *Facies de Altable. Burdigaliense a Vindoboniense Inferior* (Tm<sup>Ba-Bb</sup><sub>c12-11</sub>)

Tiene su mayor desarrollo en el extremo noreste de la Hoja. Pasa lateralmente a la F. de la Bureba anteriormente descrita y Pancorbo (2.5.4). Está constituida por margas y arcillas margosas grises y verdes, predominantes, bancos de arenas poco cementadas y limos calcáreos. Las margas se cargan progresivamente de yeso hacia el Sur.

Las arenas son de granos de cuarzo anguloso, siendo la mica relativamente abundante en los detríticos finos.

Los levigados han proporcionado: *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN y *Chara* sp.

#### *Mioceno Superior* (T<sup>Bc</sup><sub>cl</sub>)

Atribuimos esta edad a una serie de manchas de conglomerados que se distribuyen irregularmente en el borde de la Depresión Terciaria del Ebro, así como a una pequeña mancha al oeste de Quintanaopio y que se sitúan discordantes sobre el resto de las formaciones mesozoicas y terciarias de la zona.

## 2.6 CUATERNARIO

Los materiales pertenecientes al Cuaternario adquieren bastante importancia en el dominio de la Hoja, sobre todo en el curso del río Ebro, en la zona del sinclinal de Villarcayo, así como en la región de la Depresión Terciaria del Ebro.

### 2.6.1 PLEISTOCENO (Q<sub>1</sub>T; Q<sub>1</sub>G)

Se han cartografiado como Pleistoceno las distintas terrazas que, en su mayoría, corresponden al curso del río Ebro; habida cuenta de la dificultad de relación que presentaban entre sí hemos optado por no intentar la diferenciación de distintos niveles, cartografiándolos como una sola unidad (Q<sub>1</sub>T).

Están constituidas por cantos y bolos de cuarcita y cuarzo subredondeados englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos pardos y rojizos.

En la zona sur de la Hoja se han diferenciado una serie de glacis (Q<sub>1</sub>G) que adquieren notable extensión y están formados de cantos de calizas mesozoicas, variando su morfología de subangulosa a subredondeada conforme nos alejamos de las zonas montañosas.

## 2.6.2 HOLOCENO (Q<sub>2</sub>Al; Q<sub>2</sub>C y Q<sub>2</sub>tr)

Se han distinguido:

### *Aluviones y primera terraza (Q<sub>2</sub>Al)*

En ellos se incluyen los fondos de valle y aluviones, y en ocasiones la primera terraza de bolos y cantos de cuarzo y cuarcita y matriz arenoso-arcillosa excavada por los aluviones actuales. Los depósitos de fondo de valle se caracterizan por la abundancia de la fracción arcillosa que engloba los cantos.

### *Coluviones (Q<sub>2</sub>C)*

Se han diferenciado sólo los más potentes, aunque son bastante abundantes dadas las fuertes pendientes y la naturaleza incoherente de los materiales en muchos puntos.

### *Travertinos (Q<sub>2</sub>tr)*

Se han cartografiado como tales unos depósitos tobáceos, relacionados con manantiales en zonas calcáreas, en la región de Tobera y Frías.

## **3 TECTONICA**

### **3.1 TECTONICA REGIONAL**

Desde el punto de vista regional las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases Neokimméricas, que se traducen en movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos amergidos (Castellano y del Ebro) sufren una intensa elevación produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrigenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases Neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos, todo ello relacionado con la existencia de umbrales y surcos que condicionan la potencia de los sedimentos del Jurásico más alto y Cretácico Inferior.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la

cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostásica, con desarrollo de facies arrecifales.

La fase Aústrica se traduce en un nuevo rejuvenecimiento de los relieves emergidos, lo que trae consigo una sedimentación terrígena con subsidencia diferencial acusada. En los bordes de la cuenca (Montes Obarenes, Sierra de Cantabria y norte de Burgos) son importantes los fenómenos erosivos, detectándose perfectamente la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas?) y expansión (traslape) de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente es en estos tiempos cuando empieza a haber una cierta actividad diapírica (intumescencias) en los diapiros de la zona alavesa (Maestu y Murguía).

Las primeras fases alpinas, que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno, se traducen en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunas discordancias de tipo cartográfico (Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros. Se ha detectado la existencia de una discordancia entre el Luteciense e Herdiense, en la Sierra de Urbasa (Hoja 23-08, Eulate) y en el Sinclinal de Villarcayo (Hojas 20-08, Oña; 20-07, Medina de Pomar, y 19-07, Villarcayo).

De modo general podemos decir que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es a finales del Eoceno (F. Pirenaica) y durante el Oligoceno y Mioceno cuando se produce el plegamiento fundamentalmente. Los impulsos se producen intermitentemente (casi de modo continuo) ya desde el Campaniense y con mayor intensidad y continuidad durante todo el Terciario, originándose los pliegues, cabalgamientos y fallas principales y desarrollándose el diapirismo. La dirección dominante de las estructuras es ONO-ESE.

La Hoja de Oña se sitúa en el borde meridional de la Cuenca Cantábrica y en ella durante las fases Neokimméricas se produce la erosión de gran parte del Jurásico y la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck (Malm-Berriasiense-Valanginiense Medio). La fase Aústrica se traduce en la erosión y/o no deposición de la Facies Weald, así como de los sedimentos marinos del Aptiense. Si bien en el ámbito de la Hoja la Facies Weald se encuentra bien desarrollada generalmente e incluso el Aptiense marino se encuentra todavía representado. Los primeros impulsos alpinos se detectan por la existencia de hiatos en el Turoniense y Coniaciense, regresión durante el Campaniense y aparición de una suave discordancia cartográfica en el Maastrichtiense.

El plegamiento principal comienza a finales del Eoceno (Fase Pirenaica),

existiendo discordancia entre los conglomerados Sannoisienses y el Cretácico. El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Mioceno de facies continental de la Cuenca de Miranda-Treviño (O. RIBA, 1956 y 1961) (Hojas 21-08, Miranda, y 22-08, La Puebla) revela que, a medida que iba progresando el depósito de materiales, se producía un desplazamiento del eje de máxima sedimentación de la cuenca e inclinación de las capas del flanco sur y erosión continua de las mismas. El conjunto de la cuenca presenta una gran discordancia progresiva sin que en ningún momento haya habido interrupción de la sedimentación y detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco, por lo que no se observan discordancias angulares regionales dentro del Terciario continental. Así pues, el plegamiento post-pirenaico no se debe a la actuación de determinadas fases de plegamiento sino que se trata de un proceso continuo durante el Oligoceno y Mioceno.

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias en el Oligoceno, Aquitaniense y Burdigaliense, debido a una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sávica y Staírica.

Durante el Mioceno Superior debió existir un impulso más fuerte, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante discordancia angular sobre el Oligoceno y Mioceno Inferior y Medio, ya depositados.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etcétera) comienza durante la Fase Pirenaica y prosigue después de modo paulatino durante el Oligoceno y Mioceno. Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

### **3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS**

Dada la complejidad tectónica de la Hoja y la gran cantidad de estructuras existentes, solamente se describirán las más extensas.

#### *Sinclinal de Villarcayo*

Se trata de la zona meridional de esta gran estructura que se desarrolla también por las Hojas de Villarcayo (19-07), Medina de Pomar (20-07) y Miranda 21-08).

Está relleno por materiales terciarios y presenta una clara asimetría, siendo su flanco sur más potente que el norte debido posiblemente al efecto de desplazamiento sintectónico de su eje hacia el Norte, al igual que sucede con la otra estructura terciaria de Miranda de Ebro.

### *Anticlinal de Tesla*

Es una bella estructura de dirección NO.-SE., cuyo núcleo deja aflorar hasta el Keuper. Su flanco sur se encuentra invertido y volcado hacia el Sur, existiendo una falla paralela al eje que hace que este flanco llegue posiblemente a cabalgar ligeramente sobre los materiales situados al Sur.

### *Anticlinal de Montejo*

Tiene el flanco sur vertical y en su núcleo aflora hasta el Cretácico Inferior. Su dirección es NO.-SE.

### *Sinclinal de Ranera*

Se trata de una cubeta rellena por materiales terciarios que se extiende en dirección ONO.-ESE. y que tiene una depresión asociada más al Sur que llega a conectar con el Terciario de la Depresión del Ebro.

Es una estructura compleja, dada la gran cantidad de repliegues existentes en su interior y cuyo eje principal ha sido señalado de forma aproximada.

### *Sinclinal de Valdivielso*

De dirección NO.-SE. es la estructura asociada, hacia el Sur, del anticlinal de Tesla. Alcanza su máximo desarrollo en las Hojas de Sedano (19-08) y Villarcayo (19-07).

### *Zona tectonizada de Quintanaoipio*

Es una zona que en conjunto constituye un anticlinorio, formado por una serie de pliegues agudos, muchos de ellos fallados o volcados, con núcleo Jurásico.

Limita al Sur con el Terciario de la Depresión del Ebro, al que localmente llega a cabalgar, siendo estas fracturas posibles acompañantes del gran accidente constituido por el Cabalgamiento de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, que en esta Hoja no se encuentra reflejado por transcurrir con toda probabilidad por debajo del Terciario de la Depresión del Ebro, que lo fosiliza.

### *Zona plegada de Oña*

Es un conjunto de anticlinales y sinclinales de dirección NO.-SE., que afectan a materiales que van desde el Jurásico al Terciario.

Al igual que en el caso anterior, las estructuras más meridionales se ven interrumpidas por el Terciario de la Depresión del Ebro, discordante sobre ellas.

### *Depresión Terciaria del Ebro*

Solamente el borde Norte de esta gran unidad se encuentra representado en la Hoja y está constituida por materiales terciarios que son discordantes sobre las unidades mesozoicas situadas al Norte.

Como ya se ha indicado, posiblemente fosilizan el gran accidente de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, que debe transcurrir con dirección aproximada ONO-ESE. bajo ellos.

### *Diapiro de Poza de la Sal*

Se trata de una bonita estructura diapírica, casi circular, de la cual sólo el borde más oriental está presente en la Hoja. Constituye la típica chimenea salina que levanta hasta la vertical los materiales mesozoicos de su entorno, presentando en su interior gran cantidad de bloques flotantes y trastocados.

## **4 HISTORIA GEOLOGICA**

Para la redacción de este capítulo y definir los principales rasgos paleogeográficos se tendrán en cuenta los datos obtenidos en esta Hoja, así como en otras cercanas a ella estudiadas igualmente por el equipo de la División de Geología de Compañía General de Sondeos, S. A.

También se tendrán en cuenta los datos disponibles en la bibliografía regional (RAMIREZ, 1971 y 1973, y AGUILAR, 1971), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos realizados por diferentes compañías investigadoras.

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

Desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, el área de la Cuenca Mesozoica que se iba formando se vio afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización. Por ello, la sedimentación paleozoica posthercínica (Pérmico), y en parte la del Buntsandstein, se depositó en zonas deprimidas rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la transgresión del Keuper arcilloso evaporítico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas). La salinidad del medio fue muy elevada y la vida escasa (ausencia de fósiles) dominando una sedimentación epicontinental.

A finales del Triásico se produjo un hundimiento general del fondo de la Cuenca, depositándose la serie calizo-dolomítica del Rethiense y Lías Inferior en facies costera.

Durante todo el Jurásico existió una cuenca uniforme y estable con salinidad normal marina y subsidencia bastante uniforme, aunque había pequeños surcos y umbrales. Se depositó la serie de calizas y margas en un medio nerítico o de plataforma, que puede llegar a ser batial durante el Lías Superior.

A finales del Jurásico (Malm) y durante el Cretácico Inferior (hasta el Barremiense), tienen lugar las fases Neokimméricas durante las que se producen movimientos epirogénicos, y los macizos emergidos (principalmente el Castellano y del Ebro) se erosionan intensamente. Durante esta época se producen las primitivas acumulaciones diapíricas del Keuper, que juegan un importante papel en la delimitación de las principales unidades paleogeográficas (surcos y umbrales).

En el área ocupada por la Hoja de Oña y zonas próximas se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos Neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose hiatos en los que no hubo sedimentación, erosionándose el Jurásico marino. Sin embargo, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal Vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alterancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitente y alternante, lo que permitía esporádicas colmataciones y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etcétera).

Al comienzo del Cretácico (Berriasiense y Valanginiense Inferior y Medio) continúa el régimen de aguas salobres, depositándose sedimentos fundamentalmente carbonatados de carácter lacustre-salobre en un medio ambiente reductor.

Es entonces cuando se depositan los conglomerados poligénicos, calizas arriñonadas y arcillas margosas de facies Purbeck en la Hoja de Sedano (19-08).

Termina el Weald de este área con la sedimentación de la potente serie arenoso-arcillosa o grupo superior, que constituye la fase que RAT (1959) llama de sedimentación terrígena activa. En efecto, durante esta época la meseta Castellana y el Macizo Asturiano debieron levantarse activamente, y erosionarse para depositarse en este área la potente serie de sedimentos arcillosos y arenosos en deltas y estuarios. Simultáneamente se debió producir una variación climática en el sentido de hacerse el clima mucho más lluvioso, con lo que los aportes de agua dulce del continente fueron muchísimo más intensos que en el Valanginiense Inferior, y las aguas rebajaron considerablemente la salinidad, lo que explica que la fauna sea tan escasa. Este intenso aporte de agua dulce motivó el desplazamiento hacia el oeste del borde de la cuenca de sedimentación Wealdense, por lo que estas facies son transgresivas sobre el borde oriental del Ma-

cizo Asturiano (Saja). Hacia la parte superior de la serie (Barremiense) las areniscas son dominantes, la estratificación cruzada es muy frecuente y hay varios niveles de conglomerados cuarcíticos, lo que nos hace pensar que la sedimentación producía colmatación gradual de la cubeta.

Localmente y sobre esta serie terrígena pueden aparecer episodios lacustres que representarían depósitos en cuencas laterales del estuario o delta donde se formarían pequeños lagos en los que sedimentan calizas algales (Pino de Bureba, Barcina de los Montes, en la Hoja de Oña, 20-08).

En la zona de Burgos (Montorio y Montes Obarenes) y Sierra de Cantabria (franja móvil) se extendió durante el Jurásico Superior y Cretácico más inferior otra cuenca de sedimentación, que presentaba algunas diferencias con la Santanderina. Toda la región fue una amplia plataforma con un fondo inestable en el que había zonas elevadas y surcos o depresiones (salientes y entrantes, respectivamente), cuya disposición fue alterada repetidas veces a lo largo de la sedimentación Wealdica.

La presencia de estos entrantes y salientes debe explicarse por movimientos tectónicos, que originaron la acumulación salina según alineamientos paralelos.

En la región se pueden distinguir dos disconformidades o hiatos principales: Uno que tiene lugar al final del Dogger y comienzos del Malm, y que afecta principalmente al Malm y base del Cretácico. La erosión puede ser tan intensa que en algunos lugares el Valanginiense Inferior de facies marina se depositó directamente sobre el Jurásico marino (Dogger o Lías). Esto explica que los sedimentos de facies Purbeck falten en la mayoría de las series estratigráficas.

La segunda disconformidad se produce antes de la sedimentación de Utrillas (probablemente en el Barremiense), lo que explica que en muchos lugares existiese un alto tan activo que las capas de «facies Utrillas» se sitúen sobre el Jurásico Inferior e incluso el Trías. En todo caso es muy frecuente que falte el Weald Superior (Barremiense) o se presente muy reducido.

Entre los umbrales existieron pequeñas cuencas o surcos durante el Valanginiense Superior y Hauteriviense, que se diferencian de la cuenca santanderina por su escasa subsidencia y por el carácter más salobre de sus aguas.

El Berriasiense de la zona de Burgos presenta facies prácticamente idénticas a las indicadas en la zona santanderina. En el Valanginiense Inferior (Ordejón, Quintanilla de Pedrobarca) alternan sedimentos salobres con otros transicionales a facies marina, siendo la influencia terrígena más intensa que en la zona norte.

En los entrantes o cubetas del Barremiense de la zona de Burgos, que son, como hemos indicado, muy poco frecuentes, se depositaron potentes series de conglomerados de cuarzo de procedencia probablemente deltaica,

como es el caso de Madrid de las Caderechas (Hojas de Sedano, 19-08, y Oña, 20-08).

Este régimen de sedimentación de las «facies Weald» puede incluir hasta el Aptiense Inferior.

En el Aptiense y Albiense más inferior del centro y norte de la Cuenca se produce un cambio muy notable en la sedimentación al reducirse considerablemente el aporte terrígeno, instalándose un régimen marino de salinidad normal con disminución de la turbulencia en los agentes de transporte. La cuenca tiene características epicontinentales o de plataforma, siendo favorable el medio para el desarrollo de los organismos constructores. Existió una sedimentación carbonatada con desarrollo de arrecifes o biohermos con zonas biostrómicadas circundantes. Estos arrecifes se formaban a escasa profundidad en un mar nerítico; su crecimiento está localizado y no forman una barrera continua debido a los intermitentes aportes de material terrígeno, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. El límite sur de la sedimentación arrecifal debió coincidir con el borde norte de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

En el suroeste de la Cuenca, las zonas de sedimentación marina con episodios arrecifales pasan a una sedimentación no marina, clástica terrígena formada por arcillas varvadas, arcillas ligníferas, calizas arenosas y areniscas microconglomeráticas; Hojas de Villarcayo, Medina de Pomar, Sedano y Oña, observándose en esta última un islote de calizas recifales con Rudistas. Estos terrígenos, relativamente finos, son los responsables de la interrupción del desarrollo de los organismos constructores, y por tanto de la desaparición de las facies recifales.

Durante el Albiense Medio y en parte durante el Inferior se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos, principalmente del Castellano, con el consiguiente aumento de la erosión (Fase Austrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena en un mar de plataforma, con una topografía de fondo acusada (crecimiento diferencial de arrecifes) y fondo inestable (20 a 50 metros de profundidad), existiendo en algunas zonas fenómenos de subsidencia muy importantes (4.000 m. de sedimentos en el norte de la provincia de Alava). Durante el Albiense Superior el mar es algo más profundo (aunque siempre nerítico) con sedimentación de facies arcillosas y ocasionalmente facies arrecifales.

En la zona de Burgos, esta sedimentación es muy similar, desarrollándose ampliamente los materiales detrítico-terrígenos en forma de areniscas microconglomeráticas, con mayor desarrollo al norte de la Hoja de Villarcayo (19-07) y disminución de potencia en ellas con aumento de materiales más finos hacia el Suroeste, Hojas de Sedano (19-08), Medina de Pomar (20-07) y Oña (20-08).

Durante el Cretácico Superior el régimen es marino en toda la Cuenca

Cantábrica, si bien existen notables diferencias paleogeográficas dentro de la misma. En el Surco Alavés, hacia el NE. (Hojas de Vitoria y Salvatierra) se depositan hasta 4.500 metros de sedimentos predominantemente margosos en un mar nerítico a batial (la profundidad osciló entre 100 y más de 500 m.). Al comienzo del Cretácico Superior (Cenomaniense) se inició el levantamiento gradual del Anticlinorio Vizcaíno con el consiguiente aumento de subsidencia en el Surco Alavés. El eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur, al igual que la línea de costa hasta el Santoniense incluido. Los movimientos de la sal (intumescencias) dieron origen a adelgazamientos locales de las series y cambios de facies en los bordes de los diapiros actuales. En el Surco Alavés a partir del Campaniense Superior se produce un levantamiento de la Cuenca (primeras fases Alpinas) que dio lugar al comienzo de la regresión cretácica con sedimentación de arenas y limos de facies costera en el Campaniense Superior y calcarenitas y arenas en el Maastrichtiense.

En la Hoja de Oña, a partir del Cenomaniense Medio-Superior comienza a instaurarse un régimen marino claro, nerítico a litoral, caracterizado por la presencia de calcarenitas bioclásticas con *Orbitolina* y *Praealveolina*.

El hiato del techo del Cenomaniense es característico de los bordes de la Cuenca Cantábrica, y muy probablemente se debe a una interrupción de la sedimentación, por lo que puede interpretarse como una condensación de capas.

Ya hacia el norte de la Hoja de Villarcayo, en el Cenomaniense Medio-Superior, las condiciones marinas se acentúan, pasándose a un régimen marino abierto de exterior de plataforma y batial a techo que corresponde a la sedimentación del «Flysch de bolas», caracterizado por la presencia de *Ammonites* y *Foraminíferos* planctónicos. Esta facies está muy bien desarrollada en la parte oriental de la Hoja de Espinosa de los Monteros, donde alcanza grandes espesores debido a la existencia de una subsidencia importante, mientras que en la región sur-occidental, así como en las inmediaciones del diapiro de Rosío, ésta es menor y se produce el tránsito entre las facies calcareníticas y margosas.

Al sur de Villarcayo, sur de Medina de Pomar, y Hojas de Sedano y Oña, no hay presencia de este tipo de sedimentación.

Parecidas facies se continúan durante todo el Turoniense Inferior, no habiéndose observado, en el ámbito de la Hoja, el característico hiato del techo del Cenomaniense, por corresponder esta zona a la región central de la cuenca, donde dicho hiato se encuentra muy atenuado o no existe, al contrario de lo que sucede con las áreas marginales de la misma.

El carácter micrítico (biomicritas o biopelmicritas) de las microfacies del Turoniense indican un bajo índice de energía deposicional, propio de medios marinos de cierta profundidad.

Las facies del Coniaciense y Santiense Inferior son neríticas (zona interior de la plataforma) a litorales y la profundidad de la cuenca osciló entre los 20 y 50 m. Son facies relativamente ricas en Equínidos, Gasterópodos y Foraminíferos bentónicos, siendo, en cambio, muy pobre en Foraminíferos planctónicos, que adquieren más desarrollo hacia las regiones orientales. En líneas generales, es en el Coniaciense Medio-Superior cuando la cuenca tiene menos profundidad, al tiempo que se depositan las calizas o calcarenitas con intraclastos que indican también un índice de energía mayor. Las microfacies del Coniaciense Inferior y Santiense son generalmente biopelmicritas arcillosas con limo en algunos tramos, principalmente en el Santiense Inferior. Los fenómenos de dolomitización son relativamente frecuentes en las calizas del Coniaciense Medio-Superior.

Durante el Santiense Superior, las biofacies se caracterizan por no contener formas pelágicas y sí en cambio abundantes Foraminíferos bentónicos.

Está caracterizado por ser una serie fundamentalmente calcarenítica (biopelsparitas y biopelmicritas) con *Lacazina elongata* MUN-CHALM.

Es también en el Santiense Superior cuando se inicia la fase regresiva en esta zona de las provincias de Burgos y Santander, depositándose encima de las calcarenitas y margas materiales detrítico-terrágenos, con episodios claramente continentales que llegan hasta el Campaniense y Maastrichtiense.

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. En el Montiense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m. de profundidad).

Entre el Montiense y Luteciense existe una discordancia debida a las fases prepirenaicas de la Orogenia Alpina, manifestándose en la Hoja de Oña por un conglomerado silíceo sobre los que se apoyan margas y calizas lacustres.

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 correspondientes a nuestra zona de estudio (cuencas de Villarcayo, Valdivielso, etc.).

Este plegamiento tuvo su origen en la acumulación de materiales plásticos por migración salina en el borde de la Cuenca, donde existía menor carga de sedimentos que en el centro de la misma (Surco Alavés).

Durante el Oligoceno y el Mioceno 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, más de 1.500 m. en la Cuenca de Villarcayo).

Tanto en la cuenca de Villarcayo como en la de Miranda-Treviño se produce un fenómeno de migración del eje sinclinal hacia el Norte, lo que hace que exista una disimetría notable entre los flancos sur y norte en estas estructuras. Esta asimetría alcanza en la cuenca de Miranda un valor importante, puesto que el flanco sur es tres veces más potente que el flanco norte.

Este desplazamiento, posiblemente provocado por la lenta migración de las masas plásticas del Keuper hacia el Sur, que dará lugar a la intumescencia salina de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, hace que las fases tectónicas que se localizan en el Oligo-Mioceno vean suavizados sus efectos transformándolos en grandes discordancias progresivas en las cubetas terciarias.

En la Hoja de Oña se inicia el Oligoceno con un depósito de conglomerados lenticulares, con estratificación cruzada, en potentes paleocanales y areniscas microconglomeráticas, con un marcado carácter fluvial, pasando hacia el techo a materiales más finos formados por areniscas más o menos calcáreas y arcillas ocreas.

En el Mioceno existe en la cuenca de Villarcayo una sedimentación de tipo lacustre, traslapante sobre los materiales detríticos inferiores, que culmina con términos más terrigenos.

En esta época se van produciendo los últimos impulsos del levantamiento de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, dando lugar a la deposición inicial de conglomerados calcáreos con episodios más finos, para pasar durante el Mioceno Superior a potentes masas conglomeráticas con cantos provenientes de los macizos mesozoicos.

En líneas generales, ya en el Plioceno se producen los últimos impulsos del levantamiento de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, para tener lugar el encajamiento final de la red fluvial perfilando la actual fisonomía morfológica actual.

## **5 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1 MINERIA Y CANTERAS**

Desde el punto de vista minero la Hoja carece totalmente de explotaciones, debiendo citar únicamente la existencia de las salinas de Poza de la Sal, actualmente abandonadas y en las que se aprovechaba mediante evaporación las sales contenidas en las aguas de los manantiales salinos del Triásico.

Igualmente, en la zona de Poza de la Sal existen unas canteras de yesos, actualmente abandonadas.

En cuanto al resto de la Hoja, dada la gran abundancia de materiales canterables no existen explotaciones importantes, limitándose a pequeñas

canteras que cubren las necesidades locales y que benefician principalmente los materiales calizos mesozoicos.

## 5.2 HIDROGEOLOGIA

La abundancia de aguas subterráneas en la Hoja es notable, como consecuencia de la existencia de potentes formaciones calizas permeables, así como de la tectónica y de la pluviometría bastante acusada en la región. Esta abundancia se manifiesta exteriormente en los numerosos manantiales distribuidos por toda la Hoja.

La mayoría de los manantiales surgen en el contacto de los tramos calizos del Cretácico Superior con las margas turonienses o con los materiales terrígeno-arcillosos del Albiense, si bien otros manan dentro de las mismas facies calizas a favor de fracturas y grietas.

Las dos zonas más pobres en agua corresponden a la depresión terciaria del Ebro y al Sinclinal de Villarcayo, si bien dada la existencia de abundantes niveles de areniscas permeables intercalados en la serie es lógico pensar la posibilidad de obtención de agua mediante sondeos en dichos acuíferos potenciales.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, Madrid.
- 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 almacén)». *Ciepsa CV-324 (inédito)*.
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.

- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281, Hetford.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España*.
- (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALVARADO, A.; LOPEZ DE AZCONA, J. M., y BARON, L. (1946).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 135, Sedano». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, núm. 1, pp. 7-10, Madrid.
- BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Cantabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie)*, t. 12, pp. 504-515.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 14, pp. 405-407.
- CAMPSA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por CAMPSA». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo, de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa (inédito)*.
- (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuerniga)». *Ciepsa (inédito)*.
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S. (inédito)*.
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad Hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S. (inédito)*.
- CIRY, R. (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.
- (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretace Inferieur». *Inst. Geol. Min. de España Libro Jubilar*, t. 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude paleographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.

- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug (livre Jub. Charles Jacob)*, t. 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfauna Maestrichtiense près de Vitoriano [Alava]». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl., San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Société Géologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344, Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUETO y RUIZ-DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del país Cantabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 47, núm. 2, pp. 9-109.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanien supérieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, t. 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1963).—«Presencia del Cenomaniense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellorigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1967).—«Le Cénomanien des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, t. 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les facies à Alveolinidés du Cénomanien dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, Paris.
- FEUILLE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanien supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogeographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, t. 2, vol. 1, pp. 48.
- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLI dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.

- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1967).—«Sierra de Cantabria. Treviño. Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1968).—«Parte central de los permios de Vitoria. Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa (Inédito)*.
- GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3, pp. 235-241.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (facies continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., París.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa (Inédito)*.
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cinet.*, t. 7.
- HOFKER, J., Jr. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa (Inédito)*.
- INSTITUTO GEOLOGICO 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*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 4 (5-1), Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C. S. I. C.)*. (Traducción, J. G. Llárena, 1946), vol. 3, pp. 103-225.
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südöstlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.

- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularités de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Géologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, Primer Coloquio de Estratigrafía y Paleogeog. Cretácico de España*, pp. 63-71.
- (1977).—«Biozonas de Foraminíferos Planctónicos en el Turoniense Vasco-Cantábrico (Norte de España)». *Rev. Esp. de Microp.*, vol. 9, núm. 2, pp. 221-234.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches géologiques en la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische Karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».
- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. II, pp. 1-160, láms. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretácico y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España, Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. VI, Madrid.
- MANGIN, Ph. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragon». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- 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. Falot)*, t. 1, pp. 333-349.
- MANGIN, Ph., y FEYSOT, Cl. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Géologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidro-lógica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 55.
- MENDIZABAL, J.; COMBA, A., y RIOS, J. M. (1946).—«Mapa geológico de

- España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 137, Miranda de Ebro». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- MENGAUD, L. (1910).—«Senonien supérieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 156, p. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Liv. Sc. J. Hermann*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage, Lyon.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa (Inédito)*.
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min., IGME*, t. 85, núm. 1, pp. 10-21.
- RAMIREZ 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)*.
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Ciepsa, S. A.*, pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I Coloq. de Estrat. y Paleogeograf. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 78, pp. 1-357.
- (1972).—«Algunos datos sobre la Estratigrafía y Micropaleontología del

- Aptense y Albense al Oeste de Santander». *Rev. Esp. de Micropaleontología, número extraordinario*, pp. 59-97.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense 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 Þurbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, t. 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du littoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2 eme. congrès internat. d'tud. Pyrénéennes*, t. 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension ver l'Ouest du Crétacé superieur à faciés Basque». *Colloque sur le Crétacé superieur en France (84 Congr. Soc. Sav. Paris)*, Dijon, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7è. serie)*, t. 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, t. 1, pp. 651-657, Paris.
- (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Þurbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 7, núm. 4, pp. 2-12.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Þurbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa (inérito)*.
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa (inérito)*.
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa (inérito)*.

- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Clepsa (inédito)*.
- (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénéées». *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières*, 2ème Série, Sect. I, núm. 4, pp. 383-401.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 60, pp. 155-232.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas", Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país Vasco Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barraca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 57, pp. 1-128.
- RIOS, 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, pp. 45-228.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a trasistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. M. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Clepsa (inédito)*.
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoriano (Alava)». *Not. y Com. IGME*, H. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real Soc. Exp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, t. LXV, Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, t. 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, t. 41, pp. 115.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litostratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 192-193.
- (1970).—«Sur la Stratigraphie des formations Wealdiennes de la bordure

- sud-est du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 3, pp. 75-77.
- SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANZ, R., y ALMELA, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 136, Oña». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa (inédito)*.
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa (inédito)*.
- 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 Sáinz y J. G. Llarena.)
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn (inédito)*.
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in frn. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA