



# IGME

170

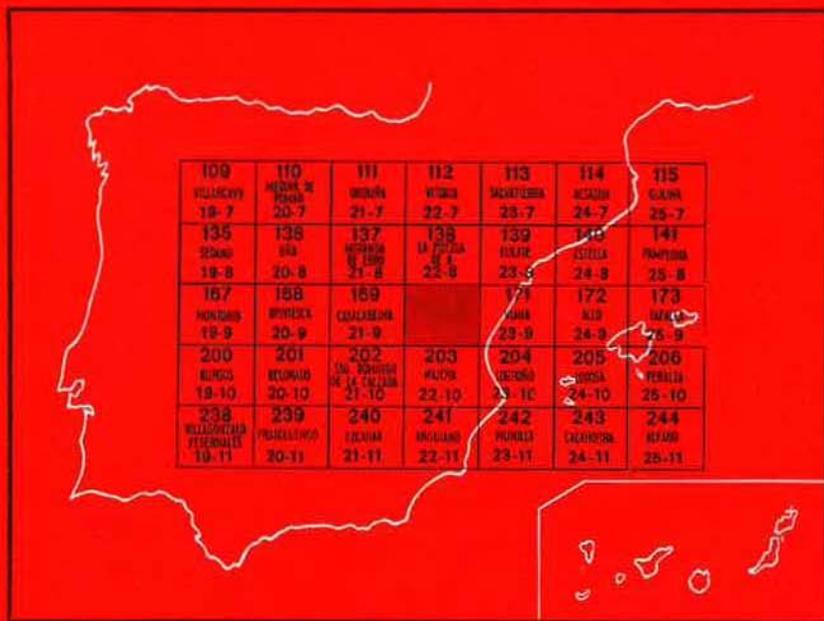
22-9

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# HARO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

**HARO**

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, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

*En Cartografía:* J. M. Portero.

*En la Memoria:* J. M. Portero y J. Ramírez del Pozo.

Los trabajos de laboratorio han sido realizados por M. J. Aguilar (Sedimentología) y por J. Ramírez del Pozo y M.<sup>a</sup> Carmen Leal Martín (Micro-paleontología).

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 - 39.197 - 1979

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

## 1 INTRODUCCION

La Hoja de Haro está situada en el límite de las provincias de Alava y Logroño, enclavada en las comarcas naturales de la Rioja Alta y la Rioja Alavesa. También existe al Norte un pequeño enclave del Condado de Treviño, perteneciente a Burgos.

El Condado de Treviño y la Rioja están separados por las alineaciones montañosas de la Sierra de Cantabria.

Geológicamente la Hoja está situada en el borde meridional de la «Cuenca Cantábrica» y en el extremo noroccidental del «Surco Terciario del Ebro-Rioja».

A la «Cuenca Cantábrica» pertenecen los afloramientos mesozoicos, paleozoicos y eocenos intensamente plegados y fallados de la Sierra de Cantabria y la serie monoclinial del Cretácico Superior, Paleoceno y Terciario Continental existente en el Condado de Treviño. El Mesozoico y Paleoceno y Eoceno están representados por sedimentos marinos poco profundos y/o transicionales, que tienen en conjunto un espesor muy reducido en comparación con las series subsidentes del «Surco Alavés» y Anticlinal Vizcaino (ver mapa estructural).

El «Surco Terciario del Ebro-Rioja» está constituido por materiales detríticos depositados en un régimen continental, pertenecientes al Oligoceno-Mioceno, y que forman, según O. RIBA (1954) el «Terciario Continental de la Rioja Alta».

En el área ocupada por la Hoja afloran sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

Desde el punto de vista estructural, se pueden distinguir tres zonas bien diferenciadas que, de Sur a Norte son:

- «Surco Terciario del Ebro-Rioja» («Depresión del Ebro»), que forma, en conjunto, hasta las estribaciones de la Sierra de la Demanda y Cameros, un amplio sinclinal algo replegado. En la zona ocupada por la Hoja de Haro, los buzamientos de las series continentales que lo forman son suaves (de menos de 5 grados), excepto en los bordes próximos a la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria» en donde pueden llegar a estar invertidos.
- «Franja móvil de la Sierra de Cantabria». En ella el mesozoico, Paleoceno-Eoceno y Terciario Continental están fuertemente plegados y fallados, con direcciones estructurales generales E.-O. de pliegues vergentes al Sur, cabalgamientos de la misma orientación y desgarres NNE.-SSO., así como con una red de fallas de variada orientación. Esta unidad cabalga sobre el Surco Terciario del Ebro-Rioja. El desplazamiento de la unidad cabalgante es del orden de 10-15 Km. hacia el Sur y el salto del orden de 4.000 m.
- «Flanco Sur del sinclinorio de Miranda-Treviño». Se encuentra suavemente plegado con buzamientos generales hacia el Norte y se caracteriza por el aumento de espesor y cambio de facies del Mesozoico y Paleoceno.

La Hoja ha sido realizada teniendo como base una información cartográfica y estratigráfica de gran calidad, entre la que destacan los trabajos de O. RIBA (1954, 1956, 1957), O. SCHMIDT (1965), H. HENTSCHEL (1964) y RAMIREZ (1971).

## 2 ESTRATIGRAFIA

Afloran sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

El Triásico está representado por materiales arcillo-margosos y evaporíticos (sal en profundidad), que afloran de forma diapírica (Ocio, Peñacerrada, etcétera) en la Franja móvil de la Sierra de Cantabria. El techo del Triásico se cartografía con el Lías Inferior en una unidad comprensiva de edad Rethienense-Sinemuriense Medio. Del resto del Jurásico afloran todos los pisos más o menos afectados por hiatos o lagunas estratigráficas, excepción hecha del Kimmeridgiense y Portlandiense. El Jurásico adquiere gran desarrollo y se presenta muy completo en la zona de Montoria (X: 680.370; Y 890.615).

El Cretácico Inferior aflora en los núcleos anticlinales y bordes de los diapiros como Facies Weald, como Aptiense marino o como «Formación arenas de Utrillas», siendo muy patentes las discordancias correspondientes a las fases Neokimmérica y Aústrica.

El Cretácico Superior está ampliamente representado en la mitad norte de la Hoja. Se reconoce bien la presencia de todos sus pisos, excepción hecha del Maastrichtiense; a pesar de ello se cartografían en unidades comprensivas, dada la constante naturaleza calcáreo-dolomítica de gran parte de la serie.

El Paleoceno se restringe a la zona Norte y se caracteriza por sus variantes de facies, pudiendo distinguirse en algunas zonas un Daniense-Montiense y un Thanetiense, en facies marinas someras o transicionales.

Se datan como Eoceno Inferior sedimentos lacustres situados en el núcleo del Sinclinal de Loza.

El resto del Terciario (Oligoceno-Mioceno y Plioceno) se presenta en facies continental, aflorando en tres cuencas distintas:

- Cuenca de Miranda-Treviño. Situada al norte de la Hoja, en la que afloran series fundamentalmente terrígenas del Oligoceno.
- Cuenca de Lagrán-Bernedo. Es prolongación de la de Sta. Cruz de Campezo, situada en las Hojas colindantes de Viana (23-09) y Eulate (23-08). Constituye una zona de relleno o base de conglomerados y arcillas de edad Miocena.
- Surco Terciario del Ebro-Rioja. Ocupa la mitad meridional de la zona estudiada y está relleno por sedimentos fluviales de edad Oligoceno-Mioceno. Son importantes los recubrimientos cuaternarios.
- El Plioceno cubre, mediante conglomerados poligénicos, paleo-relieves recientes de la Sierra de Cantabria.

El Cuaternario adquiere gran importancia en el valle del Ebro, en donde existe una gran profusión de terrazas, glaciares y aluviones.

## 2.1 TRIASICO

### 2.1.1 KEUPER ( $T_{c3}$ y $T_{\omega c3}$ )

Aflora de forma diapírica en las zonas de Ocio-Salinillas de Buradón (ángulo NO. de la Hoja), Peñacerrada (zona centro-norte) en un pequeño asomo en la zona de Pipaón (X: 687.500; Y: 890.900) y en el borde del cabalgamiento principal de la Sierra de Cantabria, en la zona de las «Conchas de Haro» (X: 670.600; Y: 890.700).

Son siempre margas y arcillas abigarradas con yesos versicolores, que indudablemente contienen sales en profundidad.

Ocasionalmente existen afloramientos de rocas subvolcánicas (Ofitas  $T_{\omega c3}$ )

que están compuestas por piroxenos y plagioclasas, con composición basáltica y textura ofítica y que normalmente se encuentran canteradas (X: 668.800; Y: 891.750; X: 678.650; Y: 892.700).

La potencia del Keuper es imposible de estimar dado su carácter plástico, que la convierte en un importante nivel de despegue regional, con acumulaciones diapíricas y adelgazamientos en todo el ámbito de la Cuenca Cantábrica.

## 2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

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

El sistema Jurásico del Norte de España está representado por una secuencia carbonatada de facies marina. Todo o parte del Malm, según las zonas, está constituido por depósitos clástico-terrágenos de facies no marina (Purbeckiense).

En la Hoja de Haro el Jurásico aflora más o menos completo según las zonas, debido a la actuación diferencial de las fases Neokimmérica y Austrica. Así, en Ocio (X: 671.275; Y: 895.495) está erosionado a nivel del Hettangiense, mientras que en las secciones de Montoria 1 y 2 (X: 680.370; Y: 890.615; X: 680.305; Y: 891.355) se reconocen bien el Lías, Dogger y Malm (Oxfordiense).

### 2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE-HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR Y MEDIO (T<sub>A33</sub>-J<sub>12</sub><sup>2</sup>)

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

Normalmente esta unidad puede ser dividida en cuatro series, que de abajo arriba son:

- Serie calcáreo-dolomítica inferior, con dolomías vacuolares (carniolas).
- Serie de calizas microcristalinas, finamente dolomíticas, lajeadas, frecuentemente bituminosas (Rubanée). Hettangiense Inferior.
- Serie calizo-dolomítica superior, masiva, vacuolar, con yesos o anhidrita en los huecos, que constituye la masa fundamental de las carniolas. Hettangiense Superior.
- Serie de calizas microcristalinas grises con Gasterópodos. Algunos bancos son oolíticos y otros arenosos. Sinemuriense Inferior-Medio.

En la columna de Ocio aparecen sólo dos los términos intermedios a base de dolomicritas más o menos arcillosas y dolosparitas. En la sección

de Montoria 1 se han medido 40 m. pertenecientes a la serie superior, constituidos por calizas y calizas oolíticas (biomicritas, pelmicritas arenosas e intraoosparitas) con secciones de *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), *Pseudocyclamina* sp., *Lenticulina* sp., Algas calcáreas, Equinodermos, etc. Por debajo de esta serie caliza se sitúan los términos intensamente dolomitizados del Rethiense-Hettangiense.

## 2.2.2 LIAS SUPERIOR. SINEMURIENSE SUPERIOR-PLIENSBACHIENSE

### Y TOARCIENSE (J<sub>12-14</sub><sup>3-0</sup>)

Viene definido por un conjunto de alternancias de calizas o calizas arcillosas grises (biomicritas más o menos arcillosas) con margas también grises en bancos regulares de 10 a 80 cm., en el que se reconocen perfectamente el Sinemuriense Superior, Pliensbachiense y Toarciense por criterios paleontológicos, a pesar de la monotonía litológica que obliga a considerarlos en una sola unidad cartográfica.

El Sinemuriense Superior (zonas de *Oxyneticeras oxynotum* y *Echioceras raricostatum*) tienen un espesor del orden de 20 m. La microfacies de las calizas es de biomicritas con *Lingulina*, Ostrácodos, Lamelibranchios y Equinodermos. Los microfósiles más característicos encontrados en las margas son *Astacolus rectalonga* (BRAND.), *A. radiata* (TERQ.), *Lophodentina crepidula* (BLAKE) y *Hungarella eutalensis* (APOST.).

El Pliensbachiense es muy similar litológicamente al 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 *davoei*) encontramos solamente margas con algunas hiladas delgadas de calizas arcillosas, que se presentan como nódulos sueltos en muchas ocasiones. Este tramo contiene también algunos niveles de arcillas negras, hojosas, bituminosas («paper-shale»), que constituye un extraordinario nivel guía. El espesor del Pliensbachiense es del orden de los 50 m.

Los niveles margosos contienen una microfauna muy característica, con abundantes especies de Foraminíferos y Ostrácodos: *Dentalina matutina* D'ORB., *D. terquemi* D'ORB., *Marginulina prima* D'ORB., *M. speciosa* BORN., *Pseudoglandulina* cf. *irregularis* (FRANKE), *Planularia crepidula* (F. y M.), *Lingulina pupa* (TERQ.), *L. tenera* BORN., *Astacolus matutina* D'ORB., *A. radiata* (TERQ.), *A. breoni* TERQ., *Fronicularia dubia* BORN., *F. terquemi* D'ORB., *F. bicostata* D'ORB., *Saracenaria sublaevis* FRANKE, *Lenticulina bochardi* TERQ., *Nodosaria mutabilis* TERQ., *Hungarella amalthei* (QUENST.), *H. cf. contractula* (TRIEB.) y *Isobothocypris unispinata* APOST.

La microfacies de los bancos calizos intercalados es de calizas microcristalinas, arcillosas (biomicritas), con Gasterópodos, restos de Lameli-

branquios y de Equinodermos, y secciones de Ostrácodos y de Foraminíferos (*Lenticulina*, *Lingulina*, *Dentalina*, *Astacolus*, etc.).

La parte inferior (zonas de *jamesoni*, *ibex* y *davoei*) es particularmente rica en Braquiópodos, de ahí que CHOFFAT denomine a estos niveles como «facies de Braquiópodos».

En Montoria se han encontrado, además, la siguiente macrofauna: *Pleuroceras spinatum* (MONTF.), *Amaltheus margaritatus* (BRUG.), *Deroceras* sp. y *Pecten* sp.

El Toarciense se caracteriza por ser algo más margoso que el resto del Lías Superior. Su espesor es del orden de 25 m. en Montoria.

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), *L. münsteri* (ROEMER), *L. subalata* REUSS., *Progonocythere blakeana* (JONES), *Cytherelloidea cadomensis* BIZON, *Cytherella toarcensis* BIZON, *Otocythere callosa* TRIEB. y KLING y *Procytheridea sermoisensis* APOST.

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

El Toarciense Inferior (zona *tenuicostatum*) parece que falta en toda la Cuenca Cantábrica, lo mismo que en la Sierra de los Cameros. Esta laguna estratigráfica ha sido señalada también en Portugal (DAHM., 1957). Los depósitos toarcienses son muy ricos en macrofauna. En Montoria se han encontrado: *Durmotieria irregularis* STOLLEY y *Grammoceras radians* SOW.

### 2.2.3 DOGGER Y MALM (OXFORDIENSE) (J<sub>2-31</sub>)

Litológicamente no puede fijarse el límite inferior del Dogger. Sin embargo, paleontológicamente puede delimitarse con gran precisión, por la aparición de los primeros Leioceras que reemplazan a la fauna compuesta por *Durmortieria*, *Grammoceras*, *Walkeria* y *Pleydellia* del Lías Superior, lo cual concuerda perfectamente con la división normal del Jura europeo de ARKELL. Desde el punto de vista micropaleontológico, la base del Dogger se caracteriza por la primera aparición de *Flabellina deslongchampsii* TERQ.

En conjunto la unidad viene definida por una alternancia en bancos delgados de margas más o menos hojosas y limolíticas con calizas arcillosas, intercalándose hacia la base un banco calizo de unos 20 m. de espesor. En líneas generales el carácter terrígeno de la serie se acentúa hacia techo, llegando a aparecer areniscas y conglomerados de cuarzo.

Se han caracterizado los siguientes pisos:

*Bajociense*: Con una potencia de unos 45 metros.

Los 25 primeros metros son muy semejantes al Toarciense, con una alternancia de calcilutitas finas (biomicritas) con *Lenticulina*, Microfilamentos y Ostrácodos y margas hojosas grises con *Flabellina deslongchampsii* TERQ., *Lenticulina quenstedti* GUMB., *L. münsteri* (ROEMER) y *Nodosaria fontinensis* TERQ., [Bajociense Inferior y Medio].

Los 20 metros superiores son de calizas microcristalinas localmente silicificadas, que corresponden a biopelmicritas con *Eothrix alpina* LOMB., *Globochaete alpina* LOMB., *Lenticulina* sp. y Microfilamentos [Bajociense Superior].

En el Bajociense se han determinado las siguientes especies de Ammonites, *Parkinsonia parkinsoni* (SOW.), *Leloceras opalinum* (REIN.), *Ludwigia murchisonae* (SOW.), *Garantiana garantiana* (D'ORB.), *Lythoceras* sp., *Ootites* sp. y *Sonninia* sp.

El *Bathoniense*: no ha sido caracterizado, lo que se atribuye a un hiato o a una fuerte reducción de potencia (15 metros comprendidos entre las zonas de *P. parkinsoni* y *M. Macrocephalus*).

El *Calloviense-Oxfordiense*: se caracteriza por presentar una alternancia fina de calizas limosas y margas calcáreas también limosas, tanto más detríticas cuanto más a techo nos encontramos, con una potencia total de unos 250 metros. Entre el Calloviense y el Oxfordiense suele haber un nivel con oolitos ferruginosos, que probablemente represente una disconformidad o laguna estratigráfica.

Regionalmente, en el Calloviense la microfauna es muy escasa con algunos ejemplares de *Lenticulina münsteri* (ROEMER.), *Cornuspira orbicula* (T. y B.), *Ammodiscus tenuissimus* (GUMB.) y *Astaculus tricarinella* REUSS. La microfacies de las calizas son de biopelmicritas con limo silíceo y Microfilamentos.

En el Oxfordiense las microfacies son de biopelmicritas o biogravelmicritas con limo o arena de cuarzo y hacia el techo de intraomicritas. La microfauna es muy semejante a la del Calloviense.

En el Calloviense se ha determinado *Macrocephalites macrocephalus* SCHL. y en el Oxfordiense se han reconocido *Ochetoceras marantianum* D'ORB., *Decipia* aff. *decipiens* (SOW.) y *Ataxioceras* sp.

### 2.3 CRETACICO

Sobre los materiales jurásicos y arrasándolos a diferentes niveles se apoyan las series terrígenas pertenecientes a la facies Weald. La «Formación arenas de Utrillas» (Albiense a Cenomaniense Inferior) reposa indiferentemente sobre Aptiense, F. Weald o Lías calizo. En todo el ámbito de la Hoja

faltan los sedimentos correspondientes al Malm Medio y Superior-Berriasiense y Valanginiense Inferior y Medio en facies Purbeck. Esta laguna estratigráfica, así como los diferentes apoyos de Fm. Weald y Fm. Utrillas, se debe a las fases Neokimmérica y Aústrica.

En la Hoja están representados además sedimentos pertenecientes al Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Maastrichtiense (?).

En todas las series del Cretácico Superior de la Sierra de Cantabria 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 GON-GALEZ LINARES (1876), MENGAUD (1920), SAENZ GARCIA (1932), LAMARE (1936), CIRY (1940), SCHRIEL (1945), RAMIREZ 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). RAT estudia también exhaustivamente las series aptienses del norte de la Cuenca.

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 de Haro ha sido estudiado en las secciones estratigráficas de Ocio (X: 671.275; Y: 895.495), Montoria 2 (X: 680.305; Y: 891.355) y Cervera (X: 685.440; Y: 880.495), así como en los sondeos de Lagrán, Laño 1 y Laño 2.

### 2.3.1 VALANGINIENSE SUPERIOR-HAUTERIVIENSE Y BARREMIENSE EN FACIES WEALD ( $C_{w12-14}^{3-0}$ )

Se trata de una unidad terrígena en la que las litofacies difieren mucho de unos a otros afloramientos.

En Ocio afloran 50 m. de arcillas que contienen una microfauna de Charáceas y Ostrácodos muy bien conservada, habiéndose determinado: *Cypridea tuberculata* (SOW.), *C. menevensis* (ANDERS), *Darwinula leguminella* (FORBES), *Cyprione oblonga* (ROEMER) y *Neocytheridea bononiensis bononiensis* (JONES), entre otras especies, así como las Charáceas: *Atopochara trivolvris* (PECK), *Nodosoclavator* sp., *Clavatorites* sp.

La microfauna citada da a esta serie arcillosa una edad Hauteriviense-Barremiense. El techo de la serie falta por falla.

En Montoria aflora una sucesión estratigráfica, que de muro a techo es como sigue:

- 40 m. en total de conglomerados poligénicos, con matriz de areniscas gruesas y cemento de calcita, de cantos calizos y de arenisca roja, areniscas friables, poco cementadas, gris-verdosas, grano medio a grueso de cuarzo y feldespatos potásicos, cementados por calcita finamente cristalina y arcillas calcáreas de colores abigarrados alternando en bancos de 0,5 a 1 m. Contienen: *Darwinula leguminella* (FORBES), *Macrocypris horatiana* JONES y SHERB., *Cypridea indegens* ANDERSON, *C. rotundata* (ANDERSON), *C. warlinghamensis* ANDERSON, *C. cf. valdensis* (SOWERBY), *C. menevensis* (ANDERSON), *Bisulcocypris* sp. 2 (nov. spy.) y *Fabanella polita polita* (MARTIN), *Atopochara trivolvis* (PECK), *Globator trochillscooides* (GRAM.), *Nodosoclavator* sp., que pueden caracterizar un Hauteriviense-Barremiense. A pesar de ello se le asigna edad Valanginiense Superior a la base del tramo conglomerático que falta por falla basándonos en el conocimiento regional de la estratigrafía de la F. Weald.
- A continuación viene un tramo de unos 40 metros, en los que afloran limolitas más o menos arcillosas y arenas con intercalaciones de areniscas calcáreas, areniscas feldespáticas con cemento ferruginoso y abundantes restos de Ostreidos *Exogyra flabellata* (GOLD.) y que contienen: *Chofatella decipiens* SCHL., *Macrocypris horatiana* (JONES y SHERB.), *Darwinula leguminella* (FORBES), *Fabanella polita polita* (MARTIN) y *Atopochara trivolvis* (PECK.) que se atribuye al Barremiense. Se trata de un episodio salobre con episodios marinos muy someros.

### 2.3.2 APTIENSE (C<sub>15</sub>)

En Montoria aflora por encima de la facies Weald una serie terrígena fundamentalmente areno-arcillosa en la que se intercalan areniscas feldespáticas con cemento calcáreo y ocasionalmente ferruginoso, así como areniscas calcáreas y calizas arenosas cuajadas de Ostreidos, con una potencia total de unos 50 metros. Las microfacies de las calizas arenosas son de biomicritas arenosas con *Chofatella decipiens* SCHL., Ostreidos y Ostrácodos. Los levigados han proporcionado: *Cytheropteron cf. pantaleonensis* STCH., *Haplocytheridea* sp. e *Isobythocypris* sp.

Este conjunto se ha atribuido al Aptiense, aunque no se debe descartar la posibilidad de que esté representado el Barremiense más alto.

Lateralmente, al sur de Montoria y en la zona de Pipaón afloran calizas arenosas y calcarenitas con Orbitolinas por debajo de la «Fm. de Utrillas», que también se atribuyen al Aptiense.

Esta unidad representa el cambio lateral de los arrecifes urgonianos del interior de la cuenca.

### 2.3.3 ALBIENSE Y CENOMANIENSE INFERIOR. «FORMACION ARENAS DE UTRILLAS» (C<sub>16-21</sub><sup>0-1</sup>)

Las arenas de Utrillas afloran en los núcleos anticlinales existentes en la Sierra de Cantabria. Reposan mediante discordancia erosiva (Fase Aústrica) sobre el Aptiense, Weald, Lías calizo o Keuper, según las zonas.

La unidad está constituida por una serie clástico terrígena de naturaleza arcósica, en la que predominan fundamentalmente las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas, con escasas intercalaciones arcillosas, y algunas areniscas al techo que pueden contener glauconita. Destacan los estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada y hay costras ferruginosas en el techo de algunas capas. Es total la ausencia de fósiles que puedan caracterizar el medio de sedimentación.

Son frecuentes los niveles de lignitos intercalados, que han sido objeto de explotación en tiempo pasado.

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).

La edad de la «Formación arenas de Utrillas» en la Hoja de Haro se asigna por el conocimiento regional a partir de las unidades infra y supra-yacentes, pudiéndose justificar el que llegue al Cenomaniense Inferior por la aparición de areniscas calcáreas y dolomías arenosas marinas con glauconita, y excepcionalmente con moldes de Orbitolinas, al techo de la serie. Tiene un espesor comprendido entre 150 y 200 m.

La serie litológica interpretada en el sondeo Lagrán es una alternancia de areniscas más o menos calcáreas y calizas arenosas con algunas arcillas plásticas y señales de lignito. Se trata de sedimentos transicionales de salobres a costeros con intercalaciones de pequeños carboneros. Las rocas dominantes podrían considerarse como molasas o subarcosas prescindiendo del contenido en cemento (AGUILAR, 1975). El espesor atravesado en dicho sondeo es del orden de los 500 m. y puede incluir términos equivalentes al Aptiese (carboneros) en su parte inferior.

### 2.3.4 CENOMANIENSE (C<sub>21</sub><sup>1-3</sup>)

En Ocio se distinguen dos niveles:

- Tramo de 80 m. de calizas arenosas, duras, compactas y de areniscas calcáreas y arenas friables de color rojo-púrpura y amarillo, micáceas con *Orbitolina concava concava* (LAMARCK); Cenomanense Inferior.
- 80 m. de calcarenitas, grano fino, gris-amarillentas, compactas, estra-

tificadas en bancos gruesos (Biomícritas) con: *Praealveolina iberica* REICHEL, *P. cretacea brevis* REICHEL, *Ovalveolina ovum* D'ORB., *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Chrysalidina gradata* D'ORB., Miliólidos, *Marssonella* sp. y *Lenticulina* sp.

Estas calcarenitas corresponden al Cenomanense Medio y Superior.

En Cervera hemos medido 180 m. de calcarenitas de grano medio a fino, de tonos grises y rojizos, microcristalinas en algunos niveles (Pelmicritas con «gravels»), esparitas en otros (Pelsparitas, Biopelsparitas y biopel «gravel» esparitas). Contienen: *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Praealveolina simplex* REICHEL, *Ovalveolina* D'ORB., *Trocholina* cf. *alpina* LEUP., *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Tritaxia* cf. *pyramidata* D'ORB. y Algas calcáreas (*Hali-meda*, *Acicularia*), y algunos fragmentos de Moluscos.

Como ya se ha indicado, en toda la Sierra de Cantabria hay una disconformidad o laguna estratigráfica en el techo del Cenomaniense.

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

Constituye una unidad bien diferenciada, dado su carácter más deleznable que el resto de la serie calizo-dolomítica del Cretácico Superior. Da origen a depresiones morfológicas en el terreno.

En Ocio afloran 25 m. de calizas arcillosas, microcristalinas, blanquecinas (Biomícritas) con: *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL) y *Marssonella* sp.

En Cervera está representado solamente por 35 m. de calizas blanquecinas (Biomícritas), muy arcillosas, que dan lugar a una depresión, muy cubierta por vegetación en el terreno, con *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL), *Tritaxia* cf. *tricarinata* (REUSS.), *Heterohelix*, Briozoos, *Lenticulina* y *Globotruncana*. Corresponde este nivel al Turoniense Inferior (zona con *H. paradubia*).

El espesor aumenta hacia la zona de Toloño (X: 675.940; Y: 891.245); Peñacerrada (X: 679.836; Y: 893.818), en donde se han medido 50 metros de calizas arcillosas, y hacia el NE., al mismo tiempo que se produce un cierto cambio hacia facies más margosas, como ocurre en la zona de Pipaón (X: 685.699; Y: 890.669) y en el sondeo de Lagrán, en el que se han atravesado más de 100 metros de margas y calizas arcillosas, que corresponden a todo el Turoniense, siendo poco patente el hiato del techo del citado piso.

### 2.3.6 TURONIENSE MEDIO A SANTONIENSE MEDIO (C<sub>22-24</sub><sup>2-2</sup>)

En todas las secciones estratigráficas levantadas se aprecia, con mayor o menor intensidad, un hiato o disconformidad que afecta a parte del Turoniense más alto y al Coniaciense Inferior. Dicha laguna se atenúa hacia el interior de la cuenca.

En Ocio se pueden distinguir, de abajo a arriba, tres niveles:

- El inferior, constituido por unos 15 m. de calcarenitas de grano medio, compactas, blanquecinas, estratificadas en bancos gruesos (intraesparitas y biopelsparitas) con *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Quinqueloculina* y Briozoos.
- Unos 30 m. de dolomías secundarias, vacuolares, sacaroideas de tonos amarillentos, azoicas.
- El superior, integrado por 40 m. de calcarenitas gruesas, gris-rojizo claro, ocasionalmente arenosas (Biosparitas), que contienen además Miliólidos, Briozoos, Gasterópodos, Valvulinidae y Algas calcáreas (*Acicularia*, *Halimeda*).

En Cervera la serie comprende 140 m. en total de una sección carbonatada distribuida del siguiente modo:

- En la base dolomías secundarias, con cristales de tamaño fino a medio. Los niveles no dolomitizados muestran ciertas variaciones en el tipo textural de las calizas: existen calizas detríticas sin elementos detríticos, junto a gruesas calcarenitas de matriz esparítica. Debido a la alteración la microfauna se presenta mal conservada, resultando indeterminable.
- La parte superior, menos dolomitizada, con calcarenitas finas a medias, masivas por regla general y con alternancia de lechos microcristalinos (Biopelsparitas) con otros más frecuentes de matriz cristalina (Biopelsparitas y Biosparitas). En ambos casos contienen Briozoos y Políperos, encontrándose la siguiente microfauna: *Spirocyclina choffati* MUN.-CHALM, *Quinqueloculina* sp., *Spiroloculina* sp., *Idalina antiqua* D'ORB., *Spiroplectammina* sp., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Dictyopsella* cf. *kilianii* MUN.-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Minuoxia lobata* GENDROT., *Pseudolituonella reicheli* MARIE y *Dicyclina* cf. *schlumbergeri* MUN.-CHALM.

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

Esta unidad se conoce en la literatura geológica regional como «Nivel de calcarenitas con Lacazina».

Viene definido por una serie de 120 a 250 metros de calcarenitas, en ocasiones arenosas, amarillentas y rojizas, normalmente bien estratificadas. Son biosparitas, biopelsparitas, pelsparitas, pelmicritas y biopelmicritas con: *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Quinqueloculina* sp., *Pseudocyclammina* cf. *massiliensis* MAYNC., *Rotaliidae* (*Rotalia* cf. *reicheli* HOTTING.), Algas calcáreas, (*Acicularia*, *Boueina*), *Pseudolituonella reicheli*

MARIE, *Spirocyclina choffati* MUN.-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Dicyclina* cf. *schlumbergeri* MUN.-CHALM. y *Abrardia mosae* (HOFKER).

### 2.3.8 SANTONIENSE SUPERIOR ( $C_{24}^3$ y $Cs_{24}^3$ )

Se han diferenciado en el cuadrante NE. de la Hoja una alternancia de calizas arenosas, calcarenitas y margas de 50 metros de potencia ( $C_{24}^3$ ) por encima de las «calcarenitas de Lacazina». Son biopelmicritas arenosas con *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., *Nummofallotia cretacea* (SCH.), *Dyctyopsella kiliani* MUN.-CHALM., *Rotalia* cf. *reicheli* (HOTT.) y *Quinqueloculina* sp.

Por encima de la unidad antes descrita se sitúa un nivel de unos 30 m. de arenas, arenas conglomeráticas y arcillas ( $Cs_{24}^3$ ) a las que se les da edad Santoniense Superior por situarse entre términos que contienen *Lacazina* por encima y debajo.

### 2.3.9 SANTONIENSE SUPERIOR-CAMPANIENSE INFERIOR-MEDIO ( $C_{24-25}^{3-2}$ )

En el cuadrante NE. de la Hoja aflora una serie monoclinal, buzando al Norte, de unos 500 metros de potencia que yace sobre las arenas ( $Cs_{24}^3$ ). En sus tres cuartos inferiores son biomicritas arenosas con *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., *Nummofallotia cretacea* (SCHL.), *Idalina antiqua* D'ORB., *Abrardia mosae* (HOF.), *Marssonella* sp. y *Quinqueloculina* sp., entre otros microfósiles.

A techo afloran margas y calizas (intra biomicritas recristalizadas). Los levigados han proporcionado: *Globotruncana ventricosa* (S. BROTZ.), *G. lapparenti* BOLLI, *G. fornicata* PLUMM., *Cibicides excavata* BROTZ., *Cibicoides voltziana* (D'ORB.), *Lutuola irregularis* (ROEM.), y *Gyroidinoides nitida* REUSS., entre otros, que le dan una edad Campaniense.

### 2.3.10 SANTONIENSE SUPERIOR Y CAMPANIENSE ( $C_{24-25}^{3-0}$ y $C_{25}$ )

Al este del meridiano de Peñacerrada (X:680.000) y en las estribaciones meridionales de la Sierra de Cantabria aflora una serie fundamentalmente terrígena, a base de arenas y arenas conglomeráticas con intercalaciones de calcarenitas (biomicritas) arenosas ( $C_{24-25}^{3-0}$ ), que en su base contienen *Lacazina* y que son el yacente de las dolomías del Paleoceno. En ellas son frecuentes las manchas e impregnaciones asfálticas que se explotan en algunos puntos. En la cartografía se ha diferenciado un nivel de calcarenitas arenosas de unos 15 metros de potencia ( $C_{25}$ ).

### 2.3.11 CAMPANIENSE (C<sub>25</sub><sup>1-3</sup>)

Al oeste del meridiano de Peñacerrada aflora un conjunto terrígeno constituido por areniscas calcáreas, arenas, arenas conglomeráticas, arcillas y niveles de calcarenitas arenosas con una potencia de 100 a 200 metros. Se datan como campanienses por correlación con la vecina Hoja de Casalarreina. La microfacies de las calizas arenosas es de biomicritas, micritas y dismicritas arenosas.

### 2.3.12 CAMPANIENSE SUPERIOR (C<sub>25</sub><sup>3</sup>)

Está constituido por una potente serie azoica de arenas, areniscas y arcillas con pasadas de arenas conglomeráticas que aflora en el cuadrante NE. de la Hoja y que se atribuye al Campaniense Superior por el conocimiento regional. No puede descartarse la posibilidad de que incluya también parte del Maastrichtiense.

### 2.3.13 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE (C<sub>25-26</sub>)

Aparece exclusivamente en la parte noroccidental de la Hoja.

Se trata de un conjunto de arcillas abigarradas, calizas lacustres, calizas pisolíticas y areniscas de aspecto continentaloide, que se sitúan sobre las arenas campanienses y bajo las dolomías del Maastrichtiense-Paleoceno.

En la Hoja de Casalarreina y en zonas muy próximas al límite con la de Haro aparece una serie de 70 m. de espesor de calizas blanquecinas de aspecto lacustre, calizas arenosas pisolíticas con intercalaciones de margas blancas y rosadas, arenas y areniscas y brechas de bloques calcáreos con matriz areniscosa. Las calizas son micritas y biomicritas normalmente arenosas que contienen *Rotalia cayeuxi* DEL LAPP., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Vidalina hispanica* (SCHLUMB.), *Quinqueloculina* sp., Ostrácodos, Rudistas y Gasterópodos en la base. Hacia la parte media y alta dominan las micritas y biomicritas arenosas y pisolíticas con «*Microcodium*», calcificaciones algales, oogonios de Charáceas, Gasterópodos y Ostrácodos, aunque la microfauna encontrada no es muy representativa se le asigna edad Campaniense (niveles inferiores) y Maastrichtiense (niveles medios y superiores) atendiendo a la de las unidades infra y suprayacentes y por el conocimiento regional.

Ocasionalmente, no aparece esta formación debido a que las dolomías y brechas dolomíticas del Maastrichtiense más superior y Daniense (C<sub>26</sub><sup>A</sup>-T<sub>11</sub>) reposan mediante una suave discordancia sobre términos más antiguos, llegando a apoyarse directamente sobre el Campaniense arenoso (C<sub>25</sub><sup>1-3</sup>).

## 2.4 CRETACICO TERMINAL Y PALEOCENO

El Paleoceno ha sido estudiado en el corte de Loza (X:682.825; Y:894.130).

### 2.4.1 MAASTRICHIENSE-DANIENSE-MONTIENSE Y THANETIENSE (C<sub>28</sub>-T<sub>13</sub><sup>A</sup>)

Aflora exclusivamente en el cuadrante noroccidental de la Hoja de Haro.

En esta zona se agrupa todo el Paleoceno, excepción hecha de los niveles arenosos del Thanetiense más superior, dada la constante y monótona naturaleza calizo-dolomítica de la serie. Por el conocimiento regional (Hoja 21-09, Casalarreina) y por la naturaleza discordante de esta unidad sobre los niveles del Campaniense arenoso, discordancia que en la Hoja 23-08 (Eulate) se sitúa en el Maastrichtiense, incluimos en la base dolomítica de este tramo parte del Maastrichtiense.

En los alrededores de Ocio, sobre el Cretácico Superior, se apoyan 45 m. de dolomías, calcarenitas y calizas arenosas más o menos dolomitizadas, en posición vertical, estratificadas en potentes bancos y de colores blanco-rosados. Siguen 18 m. de calizas (biomicritas y biosparruditas) que, en su base, están dolomitizadas con: *Fallotella alavensis* MANGIN, *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Pseudochrysalidina* sp., *Idalina* sp., *Terquemella* sp., *Lithothamnium* sp., *Distichoplax biserialis* (DIETR.), Algas Solenoporáceas, Gasterópodos, Políperos y restos de Equinodermos que corresponden a la base del Thanetiense.

En la zona noroeste del diapiro de Peñacerrada se observa en la base un tramo potente de dolomías, sobre las que yacen biomicritas de tonos rosados (calizas arenosas) con unos 90 m. de potencia, que contienen Algas Rodofíceas (*Lithothamnium* y *Distichoplax biserialis* (DIETRICH)) y Algas Solenoporáceas, que corresponderían al techo del Montiense. Encima de esta caliza de algas se sitúan unas calizas estratificadas en delgadas capas (biomicritas gravelosas) con una potencia de 10-15 m. con: *Fallotella alavensis* MANGIN, *Glomalveolina primaeva* REICHEL y grandes Valvulínidos. Este tramo correspondería al Thanetiense. Termina la serie con unas calizas con Charáceas, Ostrácodos y *Microcodium*, parcialmente dolomitizadas, que indican paso lateral a facies «Garumnense».

### 2.4.2 DANIENSE-MONTIENSE (T<sub>11-12</sub><sup>A</sup>)

Constituido por un tramo inferior dolomítico que comienza por un banco masivo de dolomías de 10 m. de potencia al que siguen 35 m. de una alternancia de dolomías y dolomías de aspecto margoso (dolomicritas). Este tramo aumenta espectacularmente de potencia hacia el Norte. Sigue un conjunto bien estratificado de dolomías arenosas, calcarenitas y calizas arenosas

(biosparitas y biomicritas arenosas) que contienen secciones de *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Distichoplax biserialis* (DIETRICH), *Lithoporella melobesoides* ELLIOT y *Rotalia cf. trochidiformis* (LAM.).

#### 2.4.3 MONTIENSE EN FACIES GARLIMN ( $T_{G12}^A$ )

Por encima de la serie antes descrita, afloran en el corte de Loza un conjunto de arcillas verdosas que se encuentran muy laminadas por efectos tectónicos. Tienen una potencia que oscila entre 5 y 20 metros. La edad se les asigna por posición estratigráfica y conocimiento regional.

#### 2.4.4 THANETIENSE ( $T_{13}^A$ )

Viene definido por una serie dolomítica en la base de calizas con sílex, algas y algunos miliólidos (micritas y micritas con intraclastos) bien estratificadas en capas de 0,2 a 1 m. Son perfectamente correlacionables con el Paleoceno Superior de las Hojas próximas, si bien se encuentra en facies más transicionales a salobres que las situadas más al Norte, que contienen *Fallotella* y *Glomalveolina*.

#### 2.4.5 THANETIENSE ARENOSO ( $T_{S13}^A$ )

Se presenta siempre muy cubierto y está constituido por unos 20 metros de limos, limos arenosos, arenas y arcillas de tonos amarillentos y violáceos que son correlacionables con las arenas del Thanetiense Superior del área de Maestu (Hoja 23-08), en donde están perfectamente datadas por contener *Fallotella* y *Glomalveolina*.

### 2.5 EOCENO

Aflora exclusivamente en la zona de Loza (X:682.150; Y:893.750) y Peñacerrada (X:680.300; Y:894.400).

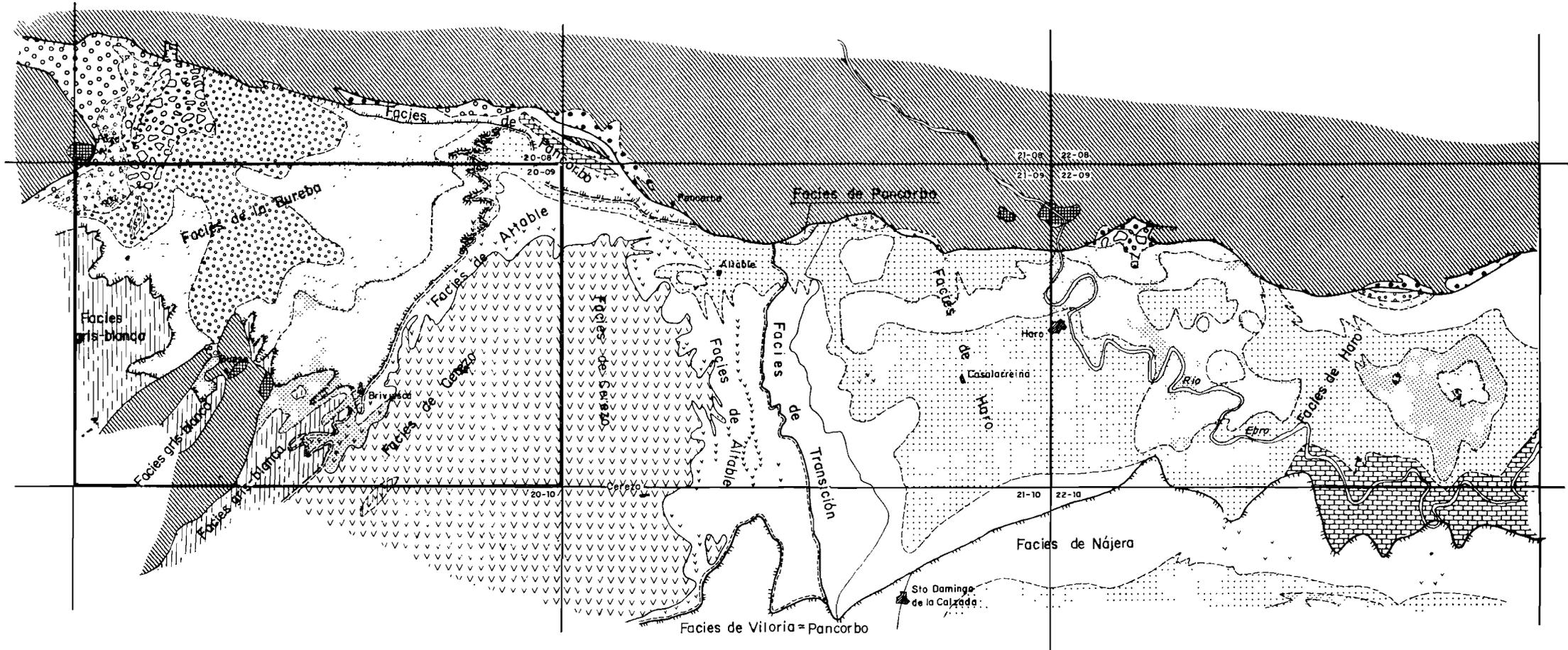
#### 2.5.1 EOCENO INFERIOR ( $T_{21-22}^{Aa}$ )

Constituido por una serie alternante de calizas, dolomías y margas de aspecto lacustre. Las calizas son en algunos niveles brechoides y se presentan en capas de 0,2 a 1 m. Son biomicritas y dismicritas con Ostrácodos, Oogonios y restos de Charáceas y Moluscos. La potencia aflorante es de unos 40 metros y se asigna al Eoceno Inferior por posición estratigráfica.

### 2.6 TERCIARIO CONTINENTAL

El Terciario Continental de la Hoja de Haro se encuentra rellenando tres

# Mapa de litofacies del Terciario continental de la Rioja alta y de la Bureba según O. Riba



## LEYENDA

- Keuper (Diapiras)
- Mesozoico (y Terciaria de Miranda)
- Conglomerados masivos de las facies de Pancorbo
- Conglomerados masivos de la facies de Bureba. Mioceno
- Evaporitos (yesos). Facies de Cerezo
- Calizas y margas blancas o grises (Facies gris-blanca)

- ARENISCAS**
- Areniscas en porcentajes menores del 10% con respecto al resto de la formación
  - idem del 10% al 19%
  - idem del 20% al 29%
  - idem con porcentajes superiores al 30%
- CONGLOMERADOS (areniscas > 30%)**
- Conglomerados en porcentajes menores al 10%
  - idem del 10 al 19%
  - Superiores al 20%

## SÍMBOLOS

- Contacto por discordancia angular
- Cabalgamiento
- Falla
- Límite de facies
- Límite de las facies con arcillas margosas rojas
- Límite de las facies con margas grises
- Presencia de calizas
- Presencia de yesos

Figura 1

cuenca diferentes, separadas por las alineaciones mesozoicas de la Sierra de Cantabria, que son la Cuenca de Miranda-Treviño, al Norte, y la Cuenca del Ebro-Rioja, al Sur, y la de Lagrán-Bernedo, al Este.

Los principales afloramientos, dentro de la Hoja, son los de la Cuenca del Ebro-Rioja (Rioja Alta y Rioja Alavesa).

Los datos estratigráficos han sido tomados de los trabajos realizados por O. RIBA (1954, 1956 y 1957) sobre el Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba, Cuenca de Miranda-Treviño y Terciario continental de Ebro, a los que se han sumado las secciones estratigráficas levantadas por nosotros, así como las observaciones de campo realizadas durante la cartografía.

### 2.6.1 CUENCA TERCIARIA DEL EBRO-RIOJA (RIOJA ALTA Y RIOJA ALAVESA)

Se trata de una amplia depresión muy subsidente durante el Oligoceno y Mioceno (la sismica ha revelado espesores de Terciario continental del orden de 4.000 metros) limitada por dos importantes frentes de cabalgamiento: El de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria, vergente al Sur y situado en el Norte, y el de las Sierras de La Demanda y Cameros, situado al Sur y vergente hacia el Norte. La Hoja de Haro se sitúa en el borde Norte de la cuenca, en las proximidades del cabalgamiento citado en primer lugar.

Las facies principales que se encuentran en la Hoja de Haro, tanto en superficie como en profundidad, son las siguientes (ver Mapa de litofacies):

#### *Facies de Nájera:*

Se sitúa bajo la Facies de Haro y cambia lateralmente a la Facies de Pancorbo. Se caracteriza por el colorido rojo vinoso de las arcillas, areniscas y conglomerados que la constituyen.

#### *Facies de Haro:*

Areniscas y arcillas de tonos ocres y amarillentos que posiblemente y en parte cambian a la Facies de Pancorbo.

Fuera de la Hoja, en zonas próximas de la de Casalarreina (21-09), aparecen:

#### *Facies de Altable:*

Constituida por margas y arcillas grises con intercalaciones de arenas. Hacia el Oeste se va cargando progresivamente en yeso, para pasar a la unidad que describimos a continuación mediante una *Facies intermedia*.

### *Facies de Cerezo:*

Es cambio lateral de la *Facies de Altable*. En ella dominan los yesos de variada naturaleza, que siempre tienen tonalidades grises.

### *Facies de Pancorbo:*

Arcillas margosas rojas, con calizas en la base y conglomerados (conglomerados marginales).

Más al Oeste aflora la *Facies de la Bureba* con areniscas y arcillas rojas y ocreas, que es paso lateral de la de Altable y techo de Pancorbo.

Muchas de estas unidades presentan variaciones de facies, sobre todo hacia los bordes de la cubeta (proximidades del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria), donde se cambian los materiales finos por areniscas y conglomerados.

El Terciario de la Rioja ha sido estudiado en la columna de S. Vicente-Pecina (X:676.105; Y:884.580).

#### 2.6.1.1 **Conglomerados marginales, Sannoisiense-Stampiense** (T<sub>c31-32</sub><sup>A-A</sup>)

Se trata de conglomerados de bolos y cantos de calizas mesozoicas, con matriz arenosa y limolítica y cemento calcáreo, que se caracteriza por su marcado color rojizo y se presentan en grandes masas homogéneas, algo discordantes sobre el Mesozoico de la Sierra de Cantabria e involucrados en el plegamiento general de la misma. El espesor de estos conglomerados es muy difícil de medir debido a que nunca afloran completos.

#### 2.6.1.2 **Facies de Nájera. Stampiense-Burdigaliense** (T<sub>c37-12</sub><sup>A-B2</sup>)

Se caracteriza por su colorido rojo vinoso. Adquiere una gran extensión al sur de la Hoja de Haro hasta el borde de la Cuenca, en las proximidades de la Sierra de la Demanda. En la Hoja de Haro sólo afloran tres pequeños retazos, que corresponden al techo de la facies.

Está constituida por una alternancia de arcillas margosas rojizas y canales de areniscas más o menos cementadas. En la zona que nos ocupa la serie es predominantemente arcillosa, es frecuente la presencia de yeso fibroso y las areniscas tienen estratificación cruzada y ripples, las areniscas suelen ser finas ferruginosas, con elevado porcentaje de cuarzo subanguloso.

Los levigados del techo de la unidad han proporcionado *Candona praecox* STRAUS, *Elkocythereis* sff. *bramletti* DICK y SW., *Chara* sp. 5 (*Rhabdochara* sp.) y *Sphaerochara* sp., que indican un probable Burdigaliense.

### 2.6.1.3 Facies de Haro. Aquitaniense-Burdigaliense-Vindoboniense Inferior

(T<sub>c11-11</sub><sup>Ba-Bb</sup>)

Constituye la casi totalidad de los afloramientos del Terciario continental de la Rioja.

Está formado por una alternancia de areniscas más o menos limolíticas, areniscas de grano medio y arcillas y limos de tonos ocres y amarillentos.

Las areniscas tienen en líneas generales 25 por 100 de cuarzo, 5-10 por 100 de feldespato potásico, 40-50 por 100 de fragmentos de rocas carbonatadas y cemento calcáreo o ferruginoso. Son subangulosas a subredondeadas y de grano medio a fino.

Las areniscas más finas suelen tener base plana y es frecuente encontrar en ellas laminación cruzada de bajo ángulo y ripples. El resto de las areniscas se disponen en canales normalmente poco potentes y poco extensos lateralmente de trazado sinuoso (meandriforme) muy anastomosados.

En líneas generales la facies de Haro es más arcillosa hacia la base y hacia el techo. Sus depósitos pueden asimilarse a los de la parte distal de un gran abanico aluvial. Las direcciones de aporte son hacia el Norte y Noroeste y llegan a virar hacia el Oeste a techo de la unidad.

Los levigados han proporcionado las siguientes especies de Charáceas y Ostrácodos: *Chara notata* GRAMB., *Ch. cylindrica* GRAMB., *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *Sph. hirmeri* var. *longiuscula* GR. y PAUL., *Candona praecox* STRAUS., *C. recta* STRAUS., *Cypridopsis kinkeleni* LIENENKL. y *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN.

El espesor de la facies de Haro varía dentro de la Hoja entre 350 y 800 m.

### 2.6.1.4 Facies conglomerática de la facies de Haro. Vindoboniense Inferior

(T<sub>c11</sub><sup>Bb</sup>)

En el cerro de La Lobera (X:672.000; Y:891.000) los bancos de areniscas de la facies de Haro se hacen muy frecuentes y alternan con bancos de conglomerados de orden métrico, con cantos calcáreos (90 por 100) y de cuarcitas o cuarzo (10 por 100) procedentes de la «Fm. arenas de Utrillas». Dichos conglomerados tienen tonalidades ocres. Las medidas realizadas sobre cantos imbricados indican un aporte lateral de procedencia Norte.

## 2.6.2 CUENCA TERCIARIA DE MIRANDA-TREVIÑO

De modo general constituye una amplia depresión atravesada por el río Ebro y rodeada por una orla montañosa de terrenos mesozoicos y del Terciario bajo.

El Terciario continental forma un amplio sinclinal, siendo la cuenca marcadamente asimétrica, de forma que la potencia del flanco Sur es aproximadamente tres veces superior a la del Norte. El eje sedimentario de la Cuenca se ha ido desplazando lenta y progresivamente de Sur a Norte durante el Oligoceno y el Mioceno.

En la Hoja de Haro está representado exclusivamente el borde (flanco) Sur de la citada cuenca, que se encuentra cerrado por la Sierra de Cantabria, que la separa de la Cuenca Terciaria del Ebro-Rioja (2.6.1).

#### 2.6.2.1 Oligoceno. Serie terrigena roja ( $T_{c3}^A$ y $T_{cg_{c3}}^A$ )

Aflora exclusivamente en las zonas centro-norte y noroccidental de la Hoja.

Se compone de una potente serie de margas rojas y conglomerados. Estas margas rojas son azoicas y a veces presentan una microfauna resedimentada perteneciente a edades paleocenas y eocenas. Localmente, son arcillosas o limolíticas, o bien contienen finas capas de arenas y areniscas blanquecinas y más raramente calizas arcillosas.

Los conglomerados son generalmente calizos redondeados (provenientes del Terciario marino y del Mesozoico), con matriz arenosa y cemento calcáreo ( $T_{cg_{c3}}^A$ ). Suelen tener intercalados pequeños niveles de margas arenosas rojas.

Se le atribuye edad oligocena por situarse en la Hoja de La Puebla de Arganzón (22-08) debajo de sedimentos lacustres, perfectamente datados como Mioceno Inferior (Aquitaniense) en todos los cortes. Además en dicha Hoja se han reconocido las siguientes Charáceas: *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *Gyrogonia medicaginula* (LAM.).

#### 2.6.2.2 Serie margo-arenosa blanquecina. Aquitaniense a Vindoboniense Inferior ( $T_{c11}^{Be-Bb}$ )

Aflora exclusivamente al SE. de Berganzo (X: 675.500; Y: 893.800). Está definida por una serie de areniscas gruesas y conglomerados de cantos calcáreos y margas blanquecinas y asalmonadas. Reposan discordantemente sobre el Paleoceno y en contacto por falla con el Mesozoico. Los levigados han proporcionado sólo *Candona praecox* STRAUS. y restos de Charáceas. Se le asigna la edad arriba indicada por correlación con series mejor dotadas que se sitúan al Norte en la vecina Hoja de La Puebla de Arganzón (22-08).

#### 2.6.2.3 Plioceno ( $T_{c21}^B$ )

Sobre diferentes términos del Mesozoico, se sitúan una serie de conglo-

merados con cantos y bloques de caliza y cuarzo subredondeados con matriz arenosa y cemento calcáreo, que son el resultado de la erosión de la Sierra de Cantabria a causa de los últimos impulsos de levantamiento, probablemente ocurridos durante el Plioceno. Afloran en los alrededores de Ocio.

### 2.6.3 CUENCA DE LAGRAN-BERNEDO

Se trata de una pequeña cuenca que se continúa hacia el E. por las Hojas de Viana (23-09) y Eufate (23-08), en las que los materiales que la constituyen han sido datados como Burdigaliense-Vindoboniense Inferior. En la Hoja los levigados han resultado estériles.

#### 2.6.3.1 Serie roja. Burdigaliense-Vindoboniense Inferior ( $T_{c12-11}^{Pa-Pb}$ )

Se trata de un conjunto de conglomerados de cantos calcáreos dominantes, más frecuentes en la base de la unidad, arcillas rojas y ocre y areniscas en capas delgadas. Las areniscas tienen 45 por 100 de cemento calcáreo, 50 por 100 de cuarzo y 5 por 100 de feldespatos potásicos.

## 2.7 CUATERNARIO

Los recubrimientos cuaternarios adquieren gran extensión en los alrededores del río Ebro.

### 2.7.1 PLEISTOCENO ( $Q_1G$ y $Q_1T$ )

#### *Glacis* ( $Q_1G$ )

Constituidos por bolos y cantos de calizas y cuarzos con matriz limolítica y arenosa en ocasiones cementadas por costras calcáreas. Estos recubrimientos forman delgadas películas que tienen cada vez más pendiente según nos aproximamos a los relieves, siendo los cantos más redondeados cuanto más alejados nos encontremos de los mismos.

#### *Terrazas* ( $Q_1T$ )

Se han distinguido los niveles de terrazas del Ebro que normalmente están constituidos por cantos y bolos de caliza, cuarzo y cuarcita subredondeados, englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos rojizos. Excepcionalmente los cantos son casi exclusivamente calizos en los niveles próximos a los relieves mesozoicos y la matriz tiene tonos ocre.

## 2.7.2 HOLOCENO (Q<sub>2</sub>Al, Q<sub>2</sub>C, Q<sub>2</sub>Cu, Q<sub>2</sub>Tr, Q<sub>2</sub>AlTr y Q<sub>2</sub>)

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 areno arcillosa excavadas por los aluviones actuales. Los depósitos de fondo de valle se caracterizan por la abundancia de la fracción arcillosa que engloba los cantos. Se han señalado en la cartografía la mayor parte de los escarpes existentes, provocados por los últimos encajamientos de la red fluvial.

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

Se han cartografiado los derrubios de ladera más importantes.

### *Cubetas de descalcificación (Q<sub>2</sub>Cu)*

Relacionadas con depresiones y formas de absorción kárstica en las planicies de la Sierra de Cantabria. Son arcillas más o menos arenosas de tonos rojizos.

### *Travertinos. Tobas calizas (Q<sub>2</sub>Tr)*

Son depósitos de tobas calcáreas poco compactas que engloban restos vegetales y contienen esporádicos niveles detríticos y conglomeráticos. Suelen estar en relación con manantiales de aguas muy carbonatadas.

### *Aluviones detríticos y travertínicos (Q<sub>2</sub>AlTr)*

Se han distinguido en las zonas de Ocio y Peñacerrada los depósitos fluviales recientes de material detrítico que contienen abundantes niveles de tobas, en ocasiones son pulverulentas y que tienen aspecto de «creta».

### *Depósitos lagunares (Q<sub>2</sub>)*

Corresponden al relleno limolítico y arcilloso de pequeñas lagunas actualmente desecadas.

En la Hoja de Haro y en los alrededores de Laguardia [X: 690.612; Y: 883.796] son frecuentes los restos arqueológicos correspondientes a monumentos funerarios (dólmenes) de la Edad del Hierro. También se conserva al norte de la citada localidad un poblado protohistórico amurallado.

### 3 TECTONICA

#### 3.1 TECTONICA REGIONAL

En la Hoja de Haro y zonas próximas de la Cuenca Cantábrica pueden distinguirse cuatro unidades estructurales regionales que también tienen características paleogeográficas propias. Estas unidades son las siguientes:

##### *Depresión del Ebro (Surco terciario del Ebro-Rioja)*

Se trata de una cubeta muy subsidente rellenada por sedimentos continentales de Oligoceno-Mioceno (la sismica ha revelado la existencia de unos 4.000 metros de sedimentos terciarios). Está suavemente plegada, predominando las direcciones ONO.-ESE. y se encuentra flanqueada por dos importantes frentes de cabalgamiento: el de la Sierra de La Demanda, situado al Sur y cabalgante hacia el Norte, y el de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, situado al Norte y cabalgante hacia el Sur. En las proximidades de los citados frentes los materiales terciarios están deformados más intensamente, pudiendo presentarse las capas invertidas.

##### *Franja móvil de la Sierra de Cantabria*

Es una unidad tectónica estrecha, muy compleja, intensamente plegada y fallada, en la que son frecuentes las escamas y corrimientos. Las direcciones predominantes de pliegues y fallas son E.-O.

##### *Surco Alavés (Depresión de Miranda-Treviño y Llanada alavesa)*

Constituido por un sinclinorio complejo cuyo eje actual coincide con el del sinclinal de Miranda-Treviño, que tiene una dirección general ONO.-ESE. En el surco Alavés pueden distinguirse dos subzonas: «Llanada alavesa» (incluida la plataforma de Murguía), que constituye el Surco Alavés propiamente dicho, en el que se han depositado las potentes series margosas del Cretácico Superior, y que está representado por una serie monoclinial replegada y perforada por algunos diapiros (Murguía, etc.) y «Depresión de Miranda-Treviño», en la que los materiales del Terciario continental forman un amplio sinclinal asimétrico debido a la migración del eje de máxima subsidencia durante la sedimentación. Las características de este sinclinal tienen gran importancia en la interpretación de la dinámica cortical de esta zona de la Cuenca Cantábrica.

### *Anticlinorio Vizcaino (Montes Vascos)*

Forma un amplio anticlinorio vergente y cabalgante hacia el Norte desarrollado sobre las potentes series del Aptiense y Albiense depositadas en esta zona. Probablemente a partir del Cenomaniense presentó un ligero abombamiento individualizando dos cuencas durante el Cretácico Superior (Surco Alavés y sinclinal de Oiz-Beasain).

En la Hoja de Haro están bien representadas las dos primeras unidades: Surco terciario del Ebro-Rioja y Franja móvil de la Sierra de Cantabria. La Depresión de Miranda-Treviño aparece sólo en su flanco Sur.

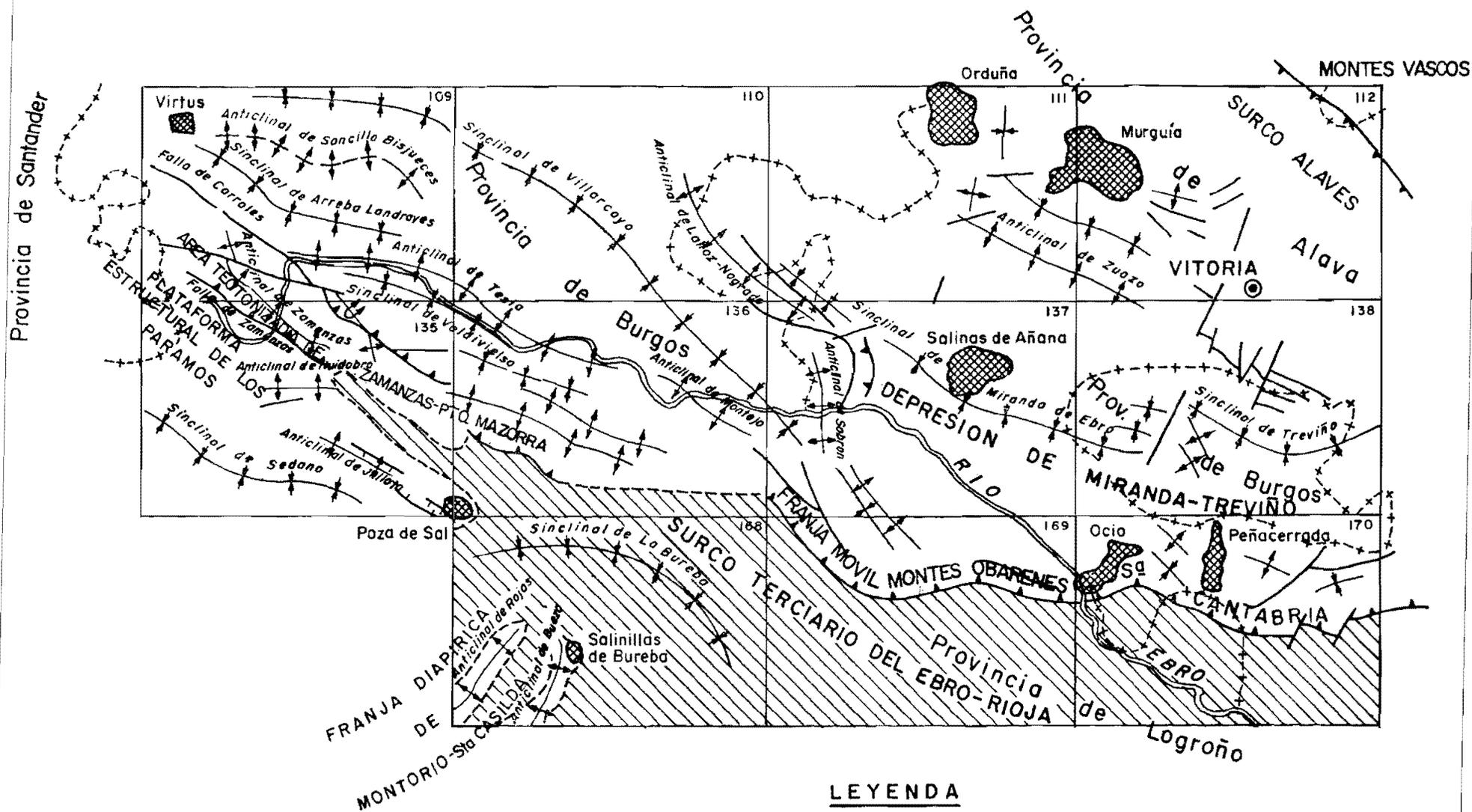
Desde el punto de vista regional las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokiméricas que se traducen en movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano v del Ebro) sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clásticoterrígenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases Neokiméricas 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.

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 Aútrica 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 Aútrica, 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 diáprica (intumescencia) 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 diápricas (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 exis-

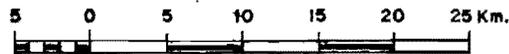
# MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



## LEYENDA

- |   |   |   |                               |
|---|---|---|-------------------------------|
|  | DIAPIRO   |  | CABALGAMIENTO O FALLA INVERSA |
|  | TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA              |  | FALLA NORMAL                  |
|  | CONTACTO DEL TERCIARIO CONTINENTAL DEL EBRO-RIOJA | 136   | NUMERO DE HOJA                |
|  | ANTICLINAL  |  | LIMITE DE PROVINCIA           |
|  | SINCLINAL   |  | RIO                           |

## ESCALA



tencia de una discordancia entre el Luteciense e Ilerdiense, en la Sierra de Urbasa (Hoja 23-08, Eulate).

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 fundamental. 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 fase Pirenaica es la responsable de la primera etapa de plegamiento, produciéndose el plegamiento fundamental durante las Sávica y Staírca.

La Hoja de Haro se sitúa en el borde meridional de la Cuenca Cantábrica y en ella durante las fases Neokimméricas se produce la erosión diferencial del Jurásico y la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck (Malm-Berriasiense-Valanginiense Medio). La fase Aútrica se traduce en la erosión de la facies Purbeck y Weald así como el desmantelamiento local de los sedimentos marinos del Aptiense, reposando la Formación arenas de Utrillas indiferentemente sobre la F. Weald e incluso sobre el Lías en algunos puntos. 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 o base del Paleoceno.

El plegamiento fundamental tiene lugar a partir 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 terciaria (eje sinclinal) hacia el Norte, con elevación 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.

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense y Burdigaliense y Aquitaniense en el área de Treviño (Hoja 22-08, La Puebla) que tienen mayor importancia regional hacia el Oeste. Es el único lugar próximo donde puede observarse una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sávica y Staírca. Dicha acentuación se debe a la plasticidad del Keuper, ya intruído en dicha zona desde el Eoceno.

Durante el Mioceno Superior el eje debió desplazarse de Norte a Sur por hundimiento del borde sur de la cuenca, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante una importante discordancia angular sobre el Oligoceno, ya muy levantado y arrasado.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.) se realiza a partir de la Fase Pirenaica y después de modo paulatino durante el Oligoceno y Mioceno, pudiendo resaltarse algunas fases tectónicas (Sábrica y Staírica). Es a partir de la Fase Pirenaica y durante estos tiempos cuando se produce la gran acumulación salina que da origen a la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes». Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

## **3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS**

### **3.2.1 ESTRUCTURAS DE LA DEPRESIÓN TERCIARIA DEL EBRO-RIOJA**

En el área abarcada por la Hoja de Haro los materiales de la Depresión se disponen normalmente subhorizontales o con buzamientos de 2 a 5 grados. Sólo en los bordes del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria las capas tienden a ponerse paralelas al plano de cabalgamiento, tomando direcciones E.-O. y presentándose con fuertes buzamientos e incluso invertidas. Como elementos estructurales destaca exclusivamente el sinclinal desarrollado sobre la facies de Haro, en el extremo NE. de la Hoja.

### **3.2.2 FRANJA MÓVIL DE LA SIERRA DE CANTABRIA**

Se trata de un área en la que el Mesozoico y Paleoceno se encuentran fuertemente tectonizados, cabalgando mediante un frente de orientación E.-O. sobre los materiales terciarios de la Depresión del Ebro-Rioja. El plano de cabalgamiento es alabeado y corta estructuras en algunas ocasiones.

Hacia el Este se ve afectado por una serie de fallas de desgarre de dirección NNE.-SSO.

La estructura general de la franja puede interpretarse como la de una serie de anticlinales apretados vergentes al Sur, de orientación general E.-O. (ENE.-OSO.), cabalgantes unos sobre otros, con frecuente desaparición de los sinclinales. Como se ha indicado esta serie plegada se ve afectada por desgarres, así como por una red de fallas inversas y de gravedad que enmascaran las estructuras de plegamiento. La serie mesozoica se ve perforada por dos importantes masas diapíricas, que son los diapiros de «*Ocio-Salinitillas de Buradon*» y «*Peñacerrada*». Hay que resaltar que la complejidad tectónica se atenúa rápidamente hacia el Norte, en donde se encuentran es-

estructuras suaves de plegamiento, como el «Sinclinal de Loza», desarrollado sobre materiales del Paleoceno y Eoceno y fuertemente asimétrico, con el flanco Norte mucho más abrupto que el Sur y afectado por una falla inversa.

Sin embargo, en las proximidades del frente principal de cabalgamiento del Mesozoico sobre el Terciario continental, se observan deslizamientos de la serie Mesozoica alóctona, que reposa mediante un plano de corrimiento subhorizontal sobre dicho Terciario. En ocasiones la Facies de Haro (Oligo-Mioceno) está inclinada entre dos escamas de Mesozoico.

Los perfiles sísmicos realizados por diferentes compañías petrolíferas revelan que el horizonte base del Terciario continental pasa por debajo del cabalgamiento hasta la línea del diapiro de Maestu-diapiro enterrado de Treviño (Hojas 22-08 y 23-08). Así pues, debemos interpretar un corrimiento hacia el Sur del orden de 15 Km. con un salto del orden de los 4 Km., según dichos datos sísmicos.

El nivel de despegue del cabalgamiento son las margas y evaporitas del Keuper.

Probablemente este accidente esté originado a partir de una gran acumulación salina por migración de los materiales plásticos del Keuper desde las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (muy subsidentes y con gran carga de sedimentos cretácicos) a los bordes de la misma (series cretácicas muy reducidas de espesor) que comenzó a finales del Eoceno y se desarrolló durante el Oligoceno y Mioceno.

### 3.2.3 FLANCO SUR DEL SINCLINORIO DE MIRANDA-TREVIÑO

Queda limitado al Sur por la falla inversa que afecta al sinclinal de Loza en su flanco Norte y que se continúa hacia el Este desplazada por una falla de desgarre hasta los alrededores de Obecuri (X: 694.825; Y: 894.630). Al norte del sinclinal de Loza se sitúa un anticlinal asimétrico afectado frontalmente por la falla inversa antes citada.

En conjunto toda esta zona constituye un suave monoclinal en el que el Cretácico Superior, Paleoceno y Terciario continental están inclinados hacia el Norte con buzamientos menores de treinta grados.

## 4 HISTORIA GEOLOGICA

Para describir la Historia Geológica de la Hoja de Haro se tendrán en cuenta los datos obtenidos en la realización de las Hojas próximas y los existentes en la bibliografía regional de la Cuenca Cantábrica. Así se describirá una historia general de gran parte de la Cuenca Cantábrica en su zona central, particularizando en cada etapa los rasgos sobresalientes en el área ocupada por la Hoja de Haro.

Hay que resaltar que las series se encuentran desplazadas hacia el Sur por efecto del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria, por lo que los rasgos paleogeográficos de la misma corresponden a áreas situadas algo al Norte.

Durante el Triásico Superior (Keuper) la Cuenca fue bastante uniforme y estable, depositándose una potente serie arcilloso evaporítica en todo el Norte de España, en la que dominan los depósitos salinos. La sedimentación fue simultánea con la emisión 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 Haro se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos diferenciales y produciéndose altos en los que no hubo sedimentación de Purbeck, erosionándose localmente el Jurásico marino. En otras zonas (Montoria) el Jurásico queda protegido. Quedan pequeñas cuencas de agua dulce o salobre (Ocio-Peñacerrada) con deposición de Facies Weald, mientras que el resto de la Sierra de Cantabria era un umbral donde se erosionaba el Jurásico. Sin embargo, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal Vizcaino) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias 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, etc.). Al sur de Vitoria existió un umbral sin sedimentación, al sur del cual la potencia máxima conocida es de 850 metros (Sondeo de Lagrán-1).

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 nota-

blemente 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 la Hoja de Haro existen sedimentos costeros de edad Aptiense, debiéndose situar la línea de costa algo al sur del área autóctona, equivalente a la zona actual de Peñacerrada, en donde el mar Aptiense constituiría un entrante, así como en la de Pipaón, mientras que en el área equivalente de Ocio existiría erosión.

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 Aútrica), 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 (Eguino, Hoja 23-07, Salvatierra).

En la Hoja de Haro la fase Aútrica se manifiesta mediante una discordancia bien patente situada en la base de la «Formación arenas de Utrillas». Los umbrales y surcos iniciados durante la fase Neokimmérica se corresponden con los existentes antes de la deposición de Utrillas, que se sitúa indiferentemente sobre Aptiense (Montoria), Weald o Lías (Ocio). Durante todo el Albiense se extendía en la zona una amplia plataforma muy poco profunda (5-15 m.) donde se depositaban las «Facies de Utrillas» de tipo marismas con el desarrollo de ríos, canales y esporádicamente de llanuras aluviales. La zona de transición entre las facies continentales («Utrillas») y los sedimentos marinos del interior de la Cuenca, con deposición de facies molásicas se situaría algo al Norte de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes.

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 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 Vizcaino 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 costeras en el Campaniense Superior y calcarenitas y arenas en el Maastrichtiense.

En la Sierra de Cantabria se depositaron durante la mayor parte del Cretácico Superior (Cenomaniense a Santoniense) una serie de calizas, calcarenitas y dolomías en un mar nerítico o de plataforma cuya profundidad osciló entre 30 y 80 metros. Los primeros impulsos alpinos (regresión) se manifiestan a finales del Santoniense y de modo más ostensible durante el Campaniense y Maastrichtiense con sedimentación de arenas probablemente no marinas y calizas y dolomías salobre-lacustres y transicionales.

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 Montienense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m. de profundidad). En la Hoja de Haro (Sierra de Cantabria) se intercalan, fundamentalmente en el Montienense, episodios lacustres o no marinos (Facies Garumnense) y todo el Paleoceno tiene un carácter transicional a salobre lacustre.

En la Hoja de Haro afloran sedimentos lacustres y transicionales pertenecientes al Eoceno Inferior. Por el conocimiento regional (Hoja 23-08, Eulate) podemos indicar que el Ilerdiense es transgresivo sobre los últimos depósitos arenosos del Thanetiense. Una importante fase regresiva tiene lugar durante el Eoceno Inferior, no sobrepasando la cuenca de sedimentación el meridiano de Lizárraga (Navarra). El Luteciense es transgresivo, depositándose sobre diferentes niveles del Paleoceno en toda la región navarra. La discordancia entre el Luteciense y el Ilerdiense se debe a las fases prepirenaicas de la orogenia Alpina, que se manifiesta activamente en la Hoja de Haro, dando lugar a que no se depositen materiales del Luteciense en esta zona. 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.

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de ca-

rácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja).

Los depósitos de conglomerados, areniscas y arcillas tienen un marcado carácter fluvial con desarrollo de paleocauces y los depósitos de calizas presentan facies lacustres, desarrollándose en algunas zonas del Surco del Ebro-Rioja cubetas con sedimentación evaporítica de yesos. Consideradas en conjunto (fuera de los límites de la Hoja de Haro), ambas cuencas (sobre todo la de Miranda-Treviño) tienen un acusado carácter asimétrico debido a la migración paulatina del eje de máxima sedimentación hacia el Norte, al mismo tiempo que se producía el plegamiento y levantamiento de las capas situadas al Sur. Ambas cuencas, presentan una gran discordancia progresiva en su totalidad de manera que las divergencias entre las capas son tanto mayores cuanto mayor es su separación estratigráfica. Durante el Mioceno Superior el eje de máxima subsidencia se desplazó hacia el Sur, existiendo así una marcada discordancia angular entre Vindoboniense Superior y Oligoceno. Esto nos indica que el plegamiento fue continuo a partir de la fase Pirenaica hasta el Plioceno, es decir, durante todo el Oligoceno y el Mioceno, acentuándose la deformación durante las fases Sávica y Stairica dando origen a discordancias en el Terciario (Hoja 22-08, La Puebla de Arganzón).

Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria con deposición de importantes masas de conglomerados de cantos mesozoicos. Posteriormente tiene lugar el encajamiento de la red fluvial que con carácter divagante produce los extensos depósitos de terrazas existentes en la Hoja, perfilándose el modelado actual de la región.

## **5 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1 PROSPECCIONES PETROLIFERAS**

El área nororiental de la Hoja reúne condiciones favorables tanto desde el punto de vista estructural como de posibilidad de rocas almacén para la existencia de hidrocarburos. C. I. E. P. S. A. ha llevado a cabo numerosas campañas de prospección geofísica que han culminado en la perforación de los sondeos que se detallarán a continuación.

#### *Laño - 1*

- 0- 279 m. Calcarenitas y margas del Santoniense Medio-Superior.
- 279- 800 m. Calcarenitas, calizas y margas en la base del Coniaciense-Santoniense Medio.
- 800-1.015 m. Margas y calizas del Turoniense.

- 1.015-1.500 m. Calizas y calcarenitas, arenas y calizas arenosas del Cenomaniense.
- 1.500-1.950 m. Areniscas, arcillas, margas con cuñas marinas de calizas arenosas del Albiense y Aptiense más superior.
- 1.950-2.000 m. Calizas arenosas, calizas, arcillas, margas del Aptiense.
- 2.000-2.235 m. Areniscas y arcillas de Facies Weald.
- 2.235-3.501 m. Triásico.

*Laño - 2*

- 0- 240 m. Terciario no marino.
- 240- 470 m. Calcarenitas del Santoniense Medio-Superior.
- 470-1.240 m. Calcarenitas, calizas y en la base margas del Coniaciense-Santoniense Medio.
- 1.240-1.620 m. Margas y calizas arcillosas del Turoniense.
- 1.620-1.895 m. Calizas y margas, calcarenitas y arenas del Cenomaniense.
- 1.895-2.125 m. Areniscas y arcillas de la Facies Weald.
- 2.125-2.199 m. Keuper.

El contacto entre Cenomaniense y F. Weald es por falla. El Keuper es diapírico.

*Lagrán - 1*

- 0- 35 m. Calcarenitas del Santoniense Medio-Superior.
- 35- 470 m. Calizas, calcarenitas y dolomías, margas en la base del Coniaciense-Santoniense Medio.
- 470- 595 m. Margas y calizas arcillosas del Turoniense.
- 595- 960 m. Calizas calcarenitas margas, calizas arenosas, areniscas y arenas del Cenomaniense.
- 960-1.220 m. Arenas areniscas, niveles de calizas calcarenitas y carbón del Albiense.
- 1.220-1.255 m. Calizas, dolomías, arcillas y arenas del Aptiense.
- 1.255-2.104 m. Areniscas, conglomerados, arcillas y carbón de la Facies Weald.
- 2.104-2.105 m. Keuper.

**5.2 MINERIA Y CANTERAS**

Desde el punto de vista minero la Hoja carece de importancia en la actualidad.

Se explota de forma intermitente el asfalto que impregna calizas arenosas y calcarenitas al sureste de Loza (X: 684.400; Y: 892.950).

En la «Formación arenas de Utrillas» existe una gran cantidad de indi-

cíos de carbón que fueron objeto de extracción al sureste de Montoria (X: 681.220; Y: 890.370).

Actualmente se aprovechan para la construcción las ofitas del Keuper y las arenas de Utrillas, de las que se extrae intermitentemente caolín. En las terrazas del Ebro se han implantado algunas graveras.

### 5.3 HIDROGEOLOGIA

Tanto desde el punto de vista hidrogeológico como también por el régimen pluviométrico cabe diferenciar dos grandes zonas al norte y sur del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria.

Al Norte, el principal nivel acuífero lo constituye la formación de calcarenitas del Coniaciense-Santoniense. El zócalo impermeable de este acuífero corresponde a las calizas margosas del Turonense y el techo a la formación más predominante arenoso-margosa que se inicia en el nivel de *Lacazines*.

En el cuadrante nororiental de la Hoja la formación permeable da lugar a dos grandes unidades hidrogeológicas, separadas por el valle de Ega.

La situada al Norte está drenada fundamentalmente por el rebosadero natural del manantial de Peñacerrada, que aparece en el contacto con el diapiro. Al Sur se integra la formación calcárea con el importante recubrimiento coluvial de la ladera de la Sierra de Cantabria para constituir el área de recarga del manantial de Bernedo, situado aunque ya fuera, muy cerca del límite de la Hoja.

Los caudales de estos dos importantes manantiales son respectivamente de 200 y 100 l/seg.

El resto de manantiales, muy abundantes por otro lado, tienen un caudal inferior a 10 l/seg. y drenan pequeñas unidades calcáreas cuya disposición está obligada por la compleja tectónica de la zona.

Muchos de estos manantiales están «colgados» y tienen por tanto una fuerte dependencia de las precipitaciones que se traduce en importantes variaciones estacionales de caudal.

Los más importantes son: la Fuente de San Bartolomé (20 l/seg.) y la Fuente de la Fábrica, que dan origen al nacimiento del río Ega.

Al sur del cabalgamiento es previsible la existencia de pequeños acuíferos en las areniscas de la Facies de Haro dada su permeabilidad intergranular restringida. Las terrazas y aluviones ofrecen buenas posibilidades sobre todo en el cuadrante suroccidental de la Hoja, en donde adquieren gran extensión de afloramiento.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp., Madrid.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, Madrid.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- [1906].—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (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.
- (1969).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324 (inédito)*.
- 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.; 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 CABEZON, C. (1953).—«Memoria explicativa de la Hoja número 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. geogr. Geol. y prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).—«Montsechiana nov. ge. Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès réclfal de l'Espagne et des Martigues [France]». *Rev. de Micropal*, vol. 6, núm. 3, pp. 169-174, París.

- AZPEITIA MOROS, F. (1933).—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, t. 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, núm. 1, pp. 7-10, Madrid.
- BLANCHET, F. (1917).—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, t. 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- 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)*.
- (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. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Int. Geol. Min. de España, Libro Jubilar*, t. 2, pp. 17-51.
- (1967).—«Etude paleogeographique 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 Maestríchiense prés 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 Societé Geologique 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.
- CUMINGS, E. R. (1932).—«Reefs or bioherms?». *Geol. Soc. América, Bull.*, v. 43, núm. 1, pp. 331-352, New York.

- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo) provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (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.
- (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 a *Globotruncana helvetica* BOLLÍ 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 permisos de Vitoria. Cortes geológicas evolutivos». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa (Inédito)*.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1946).—«Revisión de algunos datos paleontológicos del Flysch Cretáceo y Nummulítico de Guipúzcoa». *Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 15, pp. 113-162, Madrid.
- (1954).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr., Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C. Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretácico Nummulítico de Guipúzcoa». *II Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 15, C. S. I. C. Madrid.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa; El Vraconiense de septarias de Motrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 50, Madrid.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitacion 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., Paris.

- 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.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).—«Esquema geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra seguido de un ensayo de síntesis de la obra de Pierre Lamare: "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"». *Munibe*, fasc. 3, pp. 121-131, 3 figs., San Sebastián.
- 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 Monte 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. 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.
- JEREZ, L.; ENSAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, t. 79.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C. S. I. C.)*. (Traducción, J. G. Llarena, 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 particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- 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 geologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain-Structure». *Souderd. Geol. Ruds chan.*, pp. 455-472.
- 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 encon-

- trado 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 (Geologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MANIEZ, F. (1972).—«*Spiroplectamminoides* nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp*, núm. extraordinario, pp. 179-199.
- 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 hidrologica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches géologiques dans la région Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage, Lyon.
- OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango. 1.50.000». *Informe interno de CIEPSA (Inédito)*.
- OLAGUE, I. (1931).—«Datos paleontológicos de la región Vasco Navarra». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, v. 31, pp. 671-672, Madrid.
- 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)*.
- 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.
  - (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 Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumates et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Scanc. Acad. Scienc.*, t. 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2 eme. congres 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.
  - (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 sedimen-

- taires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- REY, R.; RICART, J., y SANCHEZ PAUS, J. (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». *CIEPSA (Inédito)*.
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa (Inédito)*.
- [1955].—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du basin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- [1956].—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa (Inédito)*.
- [1961].—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa (Inédito)*.
- [1964].—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa (Inédito)*.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 60, pp. 155-232.
- [1949].—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- [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., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema 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». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *CIEPSA (Inédito)*.
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 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.
- SAENZ, C. (1942).—«Notas y datos de estratigrafía española. Acerca de un yacimiento fosilífero alavés». *Bol. Real. Soc. Hist. Nat. Esp.*, t. 40, pp. 105-106, Madrid.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, t. 41, pp. 115.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas».
- 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.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, Cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 82, pp. 406-428.
- 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 ENERGIA