



IGME

168

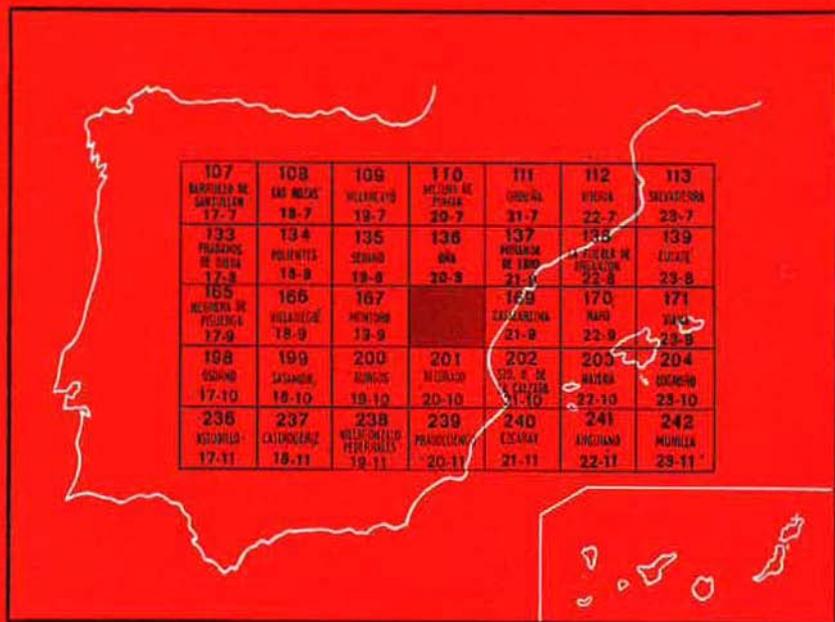
20-9

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

BRIVIESCA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

BRIVIESCA

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, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos superiores:

En *Cartografía*: J. M. Portero García y A. Hernández Samaniego.

En *Estudios de laboratorio*: M. J. Aguilar Tomás (sedimentología) y M. C. Leal Martín y J. Ramírez del Pozo (Micropaleontología).

Coordinación y dirección: J. Ramírez del Pozo.

En *Memoria*: J. M. Portero García, J. Ramírez del Pozo y A. Hernández Samaniego.

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 - 29.751 - 1979

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Briviesca se encuentra situada en la mitad norte de la provincia de Burgos, y la comarca natural de La Bureba constituye la totalidad de la misma.

Geológicamente se sitúa en el borde sur de la Cuenca Cantábrica por lo que respecta a sus afloramientos mesozoicos. La red fluvial vierte en su totalidad sus aguas al Ebro, por lo que puede considerarse que también forma parte del «Surco Terciario del Ebro» en su parte más noroccidental. Las facies del Terciario continental enlazan, sin embargo, con los de la «Cuenca o Depresión del Duero».

Los sedimentos mesozoicos correspondientes a la Cuenca Cantábrica se caracterizan por su facies marina poco profunda, nerítica a costera, por lo que respecta al Cretácico Superior, salobres terrígenas en el Cretácico Inferior y neríticas de plataforma durante el Jurásico.

El Terciario continental (Oligoceno-Mioceno) aflora cubriendo la mayor parte de la Hoja y constituye, según O. RIBA (1954), el «Terciario continental de La Bureba».

En la Hoja están representados el Triásico (Keuper), Jurásico, Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

Desde el punto de vista estructural se diferencian netamente tres áreas:

- Diapiro de Poza de la Sal. Situado en el vértice noroeste.
- Zona plegada de Rojas-Santa Casilda. En la que la serie mesozoica se presenta plegada y fracturada y atravesada por asomos diapíricos.
- Cuenca terciaria de La Bureba. El Terciario continental se dispone horizontalmente o suavemente inclinado en los bordes de las sierras mesozoicas.

La Hoja ha sido realizada partiendo de una información cartográfica y estratigráfica de gran calidad, propiedad de CIEPSA, entre la que destaca el informe de O. RIBA (1954) «El Terciario continental de la Rioja Alta y La Bureba».

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja afloran sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

El Triásico está representado por materiales terrígenos finos y evaporitas del Keuper, a los que se asocian rocas subvolcánicas de magmatismo básico (ofitas). Los materiales dolomíticos y evaporíticos del Rethiense se cartografían junto con los términos del Lías Inferior.

Del Jurásico solamente afloran sedimentos calizo-dolomíticos del Lías Inferior (Hettangiense-Sinemuriense Medio) sin embargo, en el sondeo de Rojas-1 se han atravesado series fundamentalmente margosas del Lías Superior y Dogger.

El Cretácico Inferior viene definido por sedimentos terrígenos de la «Fm. arenas de Utrillas».

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

El Terciario continental (Oligoceno y Mioceno) está constituido por diferentes litofacies (de calcáreas a conglomeráticas) que se interdigitan entre sí.

El Cuaternario tiene gran extensión superficial y viene definido por recubrimientos de tipo aluvial, coluvial y por terrazas y glaciales.

2.1 TRIASICO

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

Aparece siempre de forma diapírica en Poza de la Sal (X: 614.800; Y: 895.900), Buezo (X: 623.200; Y: 883.800) y Salinillas de Bureba (X: 624.559; Y: 883.308).

Su constitución es la normal de esta facies a base de margas y arcillas abigarradas, yesos y sal en profundidad, si bien debe destacarse su carácter más terrígeno (arcillo limolítico) y la presencia de yeso disperso en pequeños cristallitos, en todos los afloramientos de la Hoja.

En forma de cerros aislados aparecen rocas volcánicas (subvolcánicas) de tipo ofítico ($T_{\omega c3}$) compuestas por piroxenos y plagioclasas con composición basáltica y textura ofítica, que han sido cartografiadas cuando así lo permite la amplitud del afloramiento.

Hay que destacar que en la masa de margas y arcillas abigarradas (T_{c3}) son frecuentes los bloques de pequeño tamaño de ofitas y carníolas. Tam-

bién es frecuente la presencia de cuarzos bipiramidados rojos e incoloros (Jacintos de Compostela).

Dado su carácter plástico (diapírico) su potencia es muy difícil de estimar.

2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

El Jurásico de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por diferentes autores, entre los que destacan LARRAZET (1896), KARRENBERG (1934), DAHM (1966) y RAMÍREZ DEL POZO (1971), quien además estudia también el de las áreas próximas a la Hoja de Briviesca.

El sistema Jurásico del norte de España está representado por una secuencia carbonatada de facies marina.

Todo o parte del Malm está constituido por depósitos clástico-terrágenos de facies no marina (Purbeck).

En la Hoja de Briviesca sólo afloran materiales del Lías Inferior debido a la intensa actuación diferencial de las fases Neokimmérica y Austrica; sin embargo, en el sondeo de Rojas-1 (X: 619.320; Y: 883.220) se han atravesado sedimentos del Lías Superior y Dogger.

El Jurásico y techo del Triásico han sido estudiados en el citado sondeo y en la columna de Buezo (X: 623.115; Y: 883.815).

2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE-HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR Y MEDIO (T_{A33}-J₁₂²)

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 a arriba son:

- Serie calcáreo-dolomítica inferior con dolomías vacuolares (carniolas).
- Serie de calizas microcristalinas, finamente dolomíticas, lajeadas, frecuentemente bituminosas (Rubané). Hettangiense Inferior.
- Serie calizo dolomítica superior, masiva, vacuolar, con yeso 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 Buezo se han medido unos 75 metros de dolomías correspondientes a las tres primeras series antes descritas y que son

dolomicritas y dolosparitas azoicas y que deben representar al Rethiense-Hettangiense.

En el sondeo Rojas-1, por debajo del Pliensbachiense a 1.080 m. se han perforado dolomías del Hettangiense. Por ello, el pozo ha atravesado una falla directa que ha eliminado al Pliensbachiense Inferior y Medio (margas) y al Sinemuriense (calizas microcristalinas con niveles de oosparitas).

Todo el tramo carece de fósiles. A falta de ellos por criterios litológicos, se establece la siguiente subdivisión estratigráfica:

- De 1.080 a 1.120 m. Hettangiense Superior.
Calizas dolomíticas cristalinas.
- De 1.120 a 1.320 m. Hettangiense Inferior-Rethiense.
Dolomías con anhidrita.

Se le asigna la sigla T_{A33}-J₁₃², que incluye el Sinemuriense Inferior-Medio a pesar de que dichos subpisos no afloran en superficie ni han sido cortados en sondeos, por tratarse de una unidad cartográfica muy constante en toda la Cuenca Cantábrica.

2.2.2 PLIENSBACHIENSE - TOARCIENSE (J₁₃₋₁₄)

No afloran en superficie, pero en el sondeo de Rojas-1 están presentes a las siguientes profundidades:

— De 1.050 a 1.080 m. Pliensbachiense. La litología es de margas con algunas intercalaciones de calizas arcillosas (micritas fosilíferas) con raros Lagénidos, Ostrácodos y restos de Equinodermos. En las muestras levigadas se han determinado: *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *Marginulina prima* D'ORB, *Lingulina pupa* (TERQ.), *Dentalina terquemi* D'ORB, *Fronicularia bicostata* D'ORB, *Lingulina tenera* BORN, *Hungarella amalthei* (QUENST.) y *Hungarella contractula* (TRIEB.).

La asociación de microfósiles mencionada caracteriza al Pliensbachiense Superior. Es este el nivel del Jurásico que presenta la microfauna más abundante.

— De 1.005 a 1.050 m. Toarciense. La microfauna más frecuente en este piso es la siguiente: *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *Vaginulina proxima* (TERQ.), *Cytherelloidea cadomensis* BIZON, *Procytheridea sermoisensis* APOST., *Cytherella* cf. *toarcensis* BIZON, *Ostrácodo* G. APOST., *Astacolus breoni* TERQ., *Procytheridea* l. APOST., *Lenticulina d'orbigny* (ROEMER) y *Marginulina prima* D'ORB.

Litológicamente viene definido este piso por calizas muy arcillosas y margas (micritas fosilíferas y biomicitas) con *Lenticulina*, microfilamentos (en la parte superior) Legénidos diversos y restos de Crinoideos.

2.2.3 DOGGER (J₂)

Tampoco aflora. En el sondeo Rojas-1 se ha reconocido la presencia de Bajociense, Bathoniense y Calloviense. Sobre este último reposan las arenas de Utrillas.

— De 890-1.005. Bajociense. En el tramo más calcáreo del Dogger, en el que alternan bancos de calizas microcristalinas (biomicritas y biopelmicritas) arcillosas, eventualmente esparíticas (pelsparitas en la parte superior) con microfilamentos, *Eothrix alpina* (LOMB.), Lithistidae, «*Globigerina*», *Lenticulina* y restos y radiolas de Equinodermos.

Destacamos la presencia de «*Globigerina*» en las láminas delgadas de rípios, a 960 m. Estos microfósiles (también denominados «Protoglobigerinas») son muy raros en el Jurásico del norte de España.

De 785-890. Bathoniense. Es una sección con litología de margas y calizas arcillosas muy semejantes a las del Calloviense. La microfauna es de biopelmicritas o biopelsparitas con *Eothrix alpina* (LOMB.), *Lenticulina* y microfilamentos.

— De 760-785. Calloviense Inferior. De litología muy semejante a la del Bathoniense. Las microfacies de los niveles calizos es de pelmicritas y pelsparitas arcillosas, con limo de cuarzo eventualmente, con los mismos microfósiles que el Bathoniense.

Aparte de los microfósiles de zona los más frecuentes en todo el Dogger son: *Lenticulina münsteri* (ROEMER), *Lenticulina subalata* REUSS, *Lenticulina quenstedti* GUMB., *Lenticulina varians* BORN., *Cornuspira orbicula* (T. y B.), *Ammodiscus tenuissimus* (GUMB.), *Planularia crepidula* (F. y M.), *Vaginulina proxima* (TERQ.), *Falsopalmula deslongchampsii* TERQ., *Progonocythere blakeana* (JONES), *Cytherelloidea cadomensis* BIZON y *Procytheridea sermoisensis* APOST.

2.3 CRETACICO

Sobre los materiales del Lías Inferior (en superficie) o los del Dogger (sondeo Rojas-1) se apoya la serie terrígena de la «Formación arenas de Utrillas», faltando en todo el ámbito de la Hoja la Facies Purbeck (Malm, Berriasiense y Valanginiense Inferior-Medio), la F. Weald (Valanginiense Sup.-Barremiense) y el Aptiense. Esta laguna estratigráfica y discordancia erosiva se deben a las fases Neokimmérica y Aústrica.

En la Hoja aparecen además sedimentos del Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense y Santoniense.

En la Hoja existen dos hiatos o lagunas estratigráficas que afectan al techo del Cenomaniense y a la parte superior del Turoniense y parte del Coniaciense Inferior.

El Albiense de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por RAT (1959)

y AGUILAR (1967, 1971 y 1975). El Cretácico Superior ha sido tratado por numerosos autores, como CAREZ (1881), LARRAZET (1896), MALLADA (1904), CIRY (1940), RIOS, ALMELA Y GARRIDO (1945), CIRY y MENDIZABAL (1949), FEUILLEE (1961), WIEDMANN (1964) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las columnas de Buezo (X: 623.115; Y: 883.815) y en el sondeo de Rojas-1 (X: 619.320; Y: 883.220).

2.3.1 ALBIENSE Y CENOMANIENSE INFERIOR. FORMACION ARENAS DE UTRILLAS (C₁₆₋₂₁⁰⁻¹)

Las arenas de Utrillas afloran en los núcleos anticlinales de Buezo, cercanías de Sta. Casilda (X: 623.500; Y: 883.600) y en los alrededores del diapiro de Salinillas de Bureba (X: 624.559; Y: 883.308). En el sondeo de Rojas han sido atravesadas entre los metros 250 a 760. También aparecen en el Diapiro de Poza de la Sal (ver esquema tectónico de la Hoja).

En la base de la unidad afloran (Buezo) conglomerados de cuarzo y fragmentos de rocas metamórficas con feldespatos potásicos y cemento dolomítico. La serie en conjunto es de naturaleza arcósica con arenas, a veces conglomeráticas con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas y escasas intercalaciones arcillosas. Algunas arenas pueden contener caolín y ocasionalmente otras glauconita y microfósiles marinos, a techo de la unidad, lo que justifica que llegue al Cenomaniense Inferior. Destacan los estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada. En la parte alta son frecuentes las costras ferruginosas.

Es total la ausencia de fósiles que puedan caracterizar el medio de sedimentación.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo de procedencia plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico, de cuarcitas o sílex. También abundan los feldespatos desigualmente meteorizados (exclusivamente potásicos).

La potencia en el corte de Buezo es de unos 200 metros. En el sondeo Rojas-1 se han atravesado 500 metros de esta unidad con un mayor predominio de los conglomerados.

2.3.2 CENOMANIENSE (C₂₁¹⁻³)

Sus afloramientos se sitúan en la parte nororiental de la zona plegada de Rojas-Santa Casilda y Diapiro de Poza de la Sal (ver esquema tectónico de la Hoja).

En el corte de Buezo viene definido por 53 metros de margas grises y gris verdosas con intercalaciones de calizas arenosas y calizas lumaquéllicas con ostreidos (*Exogyra flabellata* GOLD.). Las microfacies de las cali-

zas son de calizas recristalizadas y biomicritas arenosas con *Daxia cenomana* CUV. y SZAK, *Thomasinella punica* SCHL., *Boueina* sp, *Neomeris* sp, *Acicularia* sp. Ostreidos, Ostrácodos y restos de Moluscos.

El sondeo de Rojas-1 ha atravesado Cenomaniense de 175 a 250 metros, con una litología de margas y calizas cuyo contenido en arcilla aumenta hacia abajo, siendo la microfacies de las calizas semejante a la anteriormente descrita.

Los levigados de las muestras tomadas en superficie y de las del sondeo han proporcionado: *Daxia cenomana* CUV. y SZAK, *Ammobaculites stephensoni* CUSH, *Buccicrenata subgoodlandensis* (VANDERP.), *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET), *Flabellamina alexanderi* CUSH., *Triplasia* cf. *autocarinata* (ALEX y SMITH), *Thomasinella punica* (SCHLUMB.), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cytherella paralela* (REUSS), *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE), *Cythereis* cf. *picofrentensis* GR. Y DER. y *Cithereis* sp. 1 GREKOFF y DEROO.

2.3.3 TURONIENSE INFERIOR (C₂₂¹)

Aparece en la mitad oriental de la zona plegada de Rojas-Santa Casilda y en el Diapiro de Poza de la Sal.

En el corte de Buezo afloran unos 60 metros de margas más o menos calcáreas nodulosas de tonos gris claro y calizas arcillosas en bancos de 2 m. Las microfacies de las calizas son de biomicritas y biomicritas arcillosas con *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Pithonella sphaerica* (KAUF.), *Neomeris* sp, *Boueina* sp, *Praeglobotruncana* sp, *Marssonella* sp, Políperos y Gasterópodos.

En el sondeo Rojas se han cortado 65 m. (del metro 110 al 175) de una alternancia de calizas arcillosas (biopelmicritas) y margas generalmente calcáreas.

Los levigados obtenidos a partir del sondeo o de muestras de superficie han proporcionado *Hedbergella paradubia* S. *Ammobaculites stephensoni* CUSH., y una microfauna de Ostrácodos de poco valor estratigráfico pertenecientes a los géneros *Cytherella*, *Cythereis*, *Platycythereis*, *Pterygocythere* y *Fabanella*, entre otros.

2.3.4 TURONIENSE MEDIO A SANTONIENSE INFERIOR (C₂₂₋₂₄²⁻¹)

Como ya se ha indicado existe un hiato o laguna estratigráfica (regional en toda esta zona de la Cuenca Cantábrica), que afecta a gran parte del Turoniense Medio-Superior y a la parte más Inferior del Coniaciense.

No ha sido reflejado en la sigla correspondiente porque en algunos cortes puede datarse algún tramo de los citados pisos y para no complicar la leyenda del mapa.

Está representado en todas las áreas en donde afloran sedimentos mesozoicos dentro de la Hoja.

Viene definido [Buezo] por un conjunto de calcarenitas gris claro, amarillentas o rojizas y calizas microcristalinas, ambas localmente dolomitizadas, estratificadas en bancos de dos metros que contienen miliólidos. La potencia total es del orden de los 150-200 metros, aunque varía mucho de unas zonas a otras.

Las microfácies corresponden a biointramicritas recrystalizadas, intrabiosparitas y biomicritas más o menos dolomitizadas con *Idalina antiqua* D'ORB, *Minouxia lobata* GEND., *Rotalia* cf. *reicheli* (HOTT.), *Quinqueloculina* sp, Miliólidos, Ostreidos y Briozoos.

En el sondeo de Rojas se ha atravesado de 0 a 110 m. una sección muy dolomitizada, generalmente azoica. Sólo entre los metros 90 a 105 se han recuperado calcarenitas de grano medio y biomicritas con *Rotalia* cf. *reicheli* (HOTT.), *Spirocyclina choffati* MUN.-CHALM. y *Quinqueloculina* sp., que indican una edad Coniaciense para este tramo.

2.3.5 SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO (C₂₄¹⁻²)

Aflora en Poza de la Sal y en toda la zona plegada de Rojas-Santa Casilda. Se trata de una unidad más blanda que las infra y suprayacentes, por lo que da origen a rupturas de pendiente o depresiones sobre el terreno.

Está constituido por una alternancia de margas calcáreas nodulosas y calizas arcillosas también nodulosas de tonos amarillentos o grises y aspecto muy parecido al del Turoniense Inferior. Pueden contener restos de pequeños Ostreidos. La potencia del tramo oscila entre los 25 y 50 metros.

Las microfácies corresponden a biomicritas más o menos recrystalizadas con *Vidalina hispanica* SCHL., *Minouxia* cf. *lobata* GEND., *Rotalia* cf. *cayeuxi* LAM., *Acicularia* sp., *Neomeris* sp., *Boueina* sp., Miliólidos, Ostreidos, Briozoos, Ostrácodos, etc.

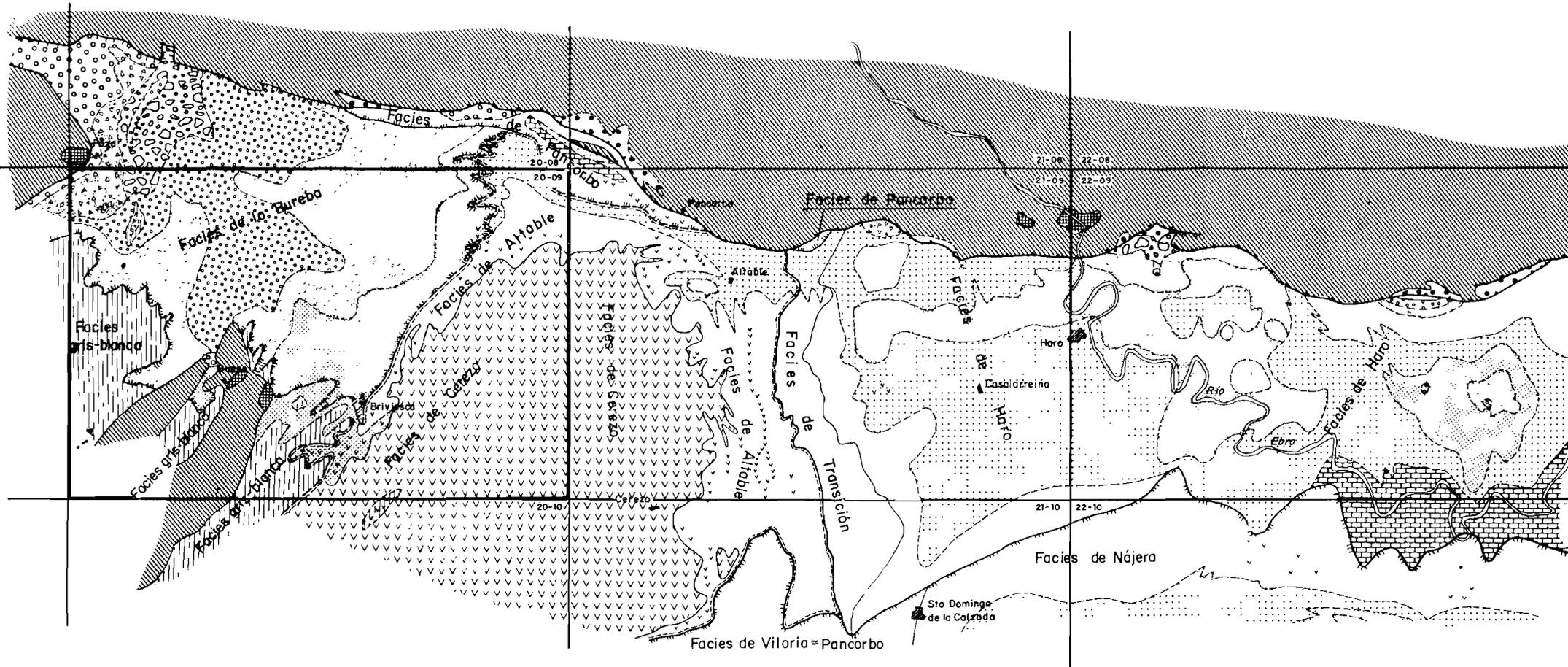
Este conjunto es perfectamente correlacionable con la unidad «Margas de Micráster» de las Hojas colindantes de Sedano (19-08) y Oña (20-08), si bien en la presente Hoja de Briviesca corresponde a facies más someras, neríticas del interior de plataforma a litorales.

2.3.6 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₄²⁻³)

Aparece en las mismas zonas que la unidad cartográfica antes descrita, correspondiendo sus principales afloramientos al Anticlinal de Rojas (ver esquema tectónico de la Hoja).

Se trata de un potente conjunto de calizas y calcarenitas frecuentemente recrystalizadas y dolomitizadas con estratificación difusa en gruesos bancos,

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



LEYENDA

- Keuper (Diapiros)
- Mesozoica (y Terciario de Miranda)
- Conglomerados masivos de las facies de Pancorbo
- Conglomerados masivos de la facies de Bureba Mioceno
- Evaporitas (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
- Cobalgamiento
- 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

de tonos grises amarillentos y rojizos. Son ocasionalmente arenosas y pueden contener restos de Ostreidos.

Las microfacies son de biomícritas, biointramícritas, biointrasparitas y biointrasparruditas con *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Dictyopsella* cf. *killani* MUN.-CHALM., *Spirocyclina hoffati* MUN.-CHALM., *Quinqueloculina* sp., *Cuneolina* sp., *Minouxia* sp., Rotálidos, Briozoos, Rudistas, Ostreidos y restos de Equinodermos.

La potencia es muy difícil de evaluar debido a que la erosión ha desmantelado los términos superiores de la serie, pero por correlación con zonas próximas puede estimarse en unos 200-250 metros.

2.4 TERCIARIO CONTINENTAL

El Terciario continental de la Hoja de Briviesca pertenece a la terminación occidental del «Surco Terciario del Ebro» y enlaza con el Terciario continental de la «Depresión del Duero».

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

El Surco Terciario del Ebro (Rioja y Bureba) es una amplia depresión muy subsidente durante el Oligoceno y Mioceno (la sísmica ha revelado espesores de Terciario continental del orden de 4.000 m.), 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.

En la Rioja y Bureba afloran de Este a Oeste las siguientes unidades litoestratigráficas [ver mapa de facies]:

Facies de Nájera

Se sitúa bajo la Facies de Haro, al este de la Hoja, 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 ocre y amarillentos, que posiblemente y en parte cambian a la facies de Pancorbo y en su techo, mediante una *Facies de transición*, a las arcillas y margas grises de la *Facies de Altable*.

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 de transición* o *Facies de Grisaleña*.

Facies de Cerezo

Es cambio lateral de la *Facies de Altable* y de *La Bureba*. 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 masivos y dispersos*).

Cambia lateralmente en su techo a la *facies de Altable* y de *La Bureba*. Su equivalente meridional es la *facies de Vitoria*, de idéntica litología.

Facies de La Bureba

Areniscas y arenas en ocasiones conglomeráticas, en canales, y arcillas más o menos margosas rojizas y ocreas. Pasa lateralmente a la *facies de Cerezo* mediante la *Facies de Cameno* con areniscas yesíferas y arcillas rojas. También cambia lateralmente a *Altable* y *Pancorbo*. En los bordes de los macizos mesozoicos presenta *facies de Conglomerados marginales masivos* y de *Conglomerados (brechas) dispersos y arcillas rojas (Facies de San Pedro de la Hoz)*.

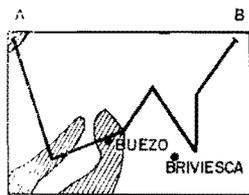
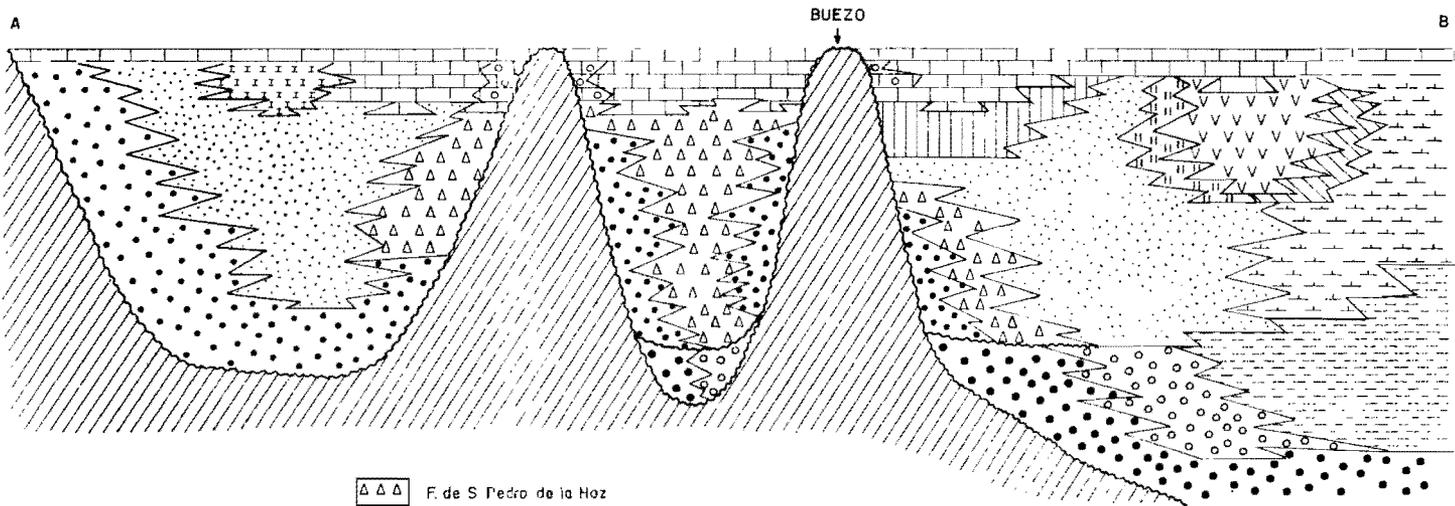
Facies gris-blanca

Definida por una alternancia de margas más o menos arcillosas y calizas lacustres. Pasa lateralmente a la *facies de Bureba* mediante una *facies de transición* o *Facies de Carcedo* y a las de *Altable* y *Cerezo* a través de la *Facies de Briviesca*. También cambia lateralmente en parte a la de *Cerezo*. Puede presentar *Conglomerados marginales* en los bordes de los relieves mesozoicos.

En el mapa de *facies* sólo se han representado las *facies* principales, prescindiendo de algunas de las de *transición* entre ellas.

En la Hoja de *Briviesca* aparecen las *Facies gris-blanca*, *Facies de Cerezo*, *Facies de Altable*, *Facies de La Bureba* y *Facies de Pancorbo*, así como todas las *facies* de tránsito entre ellas y las de conglomerados marginales.

Hay que resaltar que el Terciario continental, sobre todo la *Facies gris-blanca* y *Facies de La Bureba (facies marginales)* se han depositado rellenando un agudo paleorrelieve, por lo que son discordantes a diferentes ni-



ESQUEMA DE SITUACION

- | | | | | | |
|---|--|---|-----------------|---|---|
|  | F. de S. Pedro de la Hoz |  | F. de Cerezo |  | Conglomerados marginales de la F. Gris-Blanca |
|  | Conglomerados marginales masivos de la F. Bureba |  | F. de Grisaleña |  | F. Gris-Blanca |
|  | F. de Pancorbo |  | F. de Comeno |  | F. de Carcedo |
|  | Conglomerados dispersos de la F. de Pancorbo |  | F. de Altable |  | F. de Briviesca |
|  | Conglomerados masivos de la F. Pancorbo |  | F. de la Bureba | | |
|  | Mesozoico | | | | |

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LAS FACIES DEL TERCIARIO CONTINENTAL
(sin escala)

veles estratigráficos sobre el Mesozoico o Terciario más antiguos (F. marginales de Pancorbo).

El Terciario continental se ha estudiado en las columnas estratigráficas de Lences (X: 613.910; Y: 895.090), Carcedo (X: 615.340; Y: 886.415), Rublacedo (X: 615.465; Y: 882.095), Quintana-Urría (X: 618.440; Y: 883.390), San Pedro de la Hoz (X: 621.640; Y: 883.585), Briviesca (X: 627.090; Y: 884.055) y Prádanos (X: 628.430; Y: 878.075). La Facies de Pancorbo ha sido reconocida en la vecina Hoja de Casalarreina, en una zona adyacente a la de Briviesca (ángulo NE.) en la columna del barranco de Silanes.

2.4.1 CONGLOMERADOS MARGINALES MASIVOS Y DISPERSOS DE LA FACIES DE PANCORBO. SANNOISIENSE A BURDIGALIENSE

(T_{Cg^{A-Ba}_{c31-12}} y T_{c^{A-Ba}₃₁₋₁₂})

Afloran en la zona plegada de Rojas-Santa Casilda. Se han diferenciado los conglomerados masivos (T_{Cg^{A-Ba}_{c31-12}}) de bolos y cantos de calizas mesozoicas (ocasionalmente de cuarzo proveniente de Utrillas), con matriz arcillosa y limolítica y cemento calcáreo, con delgadas intercalaciones de arcillas limolíticas rojizas. Se presentan normalmente en grandes masas homogéneas. En otras zonas se intercalan en la serie numerosos niveles de arcillas rojas y areniscas, presentándose los conglomerados más dispersos (T_{c^{A-Ba}₃₁₋₁₂}).

Reposan discordantes sobre el Mesozoico (fosilizando un paleorrelieve) y están involucrados en el plegamiento general del mismo, afectados por fallas y pliegues.

Su espesor es muy difícil de medir debido a que nunca afloran completos al yacer bajo la discordancia situada en la base de los conglomerados marginales de la Facies de La Bureba. En las zonas donde los conglomerados dispersos se presentan más completos puede estimarse su potencia en un mínimo de 250 metros.

Se le asigna la edad arriba indicada, a pesar de la falta de fósiles por considerar que representan un cambio lateral de la Facies de Pancorbo, aunque no hay que desechar la posibilidad de que sólo abarquen los términos más bajos del Oligoceno, como ocurre en la vecina Hoja de Casalarreina (21-09). En dicho caso la discordancia mencionada en segundo lugar en el párrafo anterior habría eliminado gran parte de la serie equivalente de Pancorbo.

2.4.2 FACIES DE PANCORBO. STAMPIENSE-CHATTIENSE-AQUITANIENSE Y BURDIGALIENSE (T_{c^{A-Ba}₃₂₋₁₂})

Aflora al noreste de la Hoja y se ha definido en el corte del Barranco

de Silanes [Hoja de Casalarreina, 21-09], en donde aflora una serie (muy recubierta) que de muro a techo es como sigue:

— Más de 50 m. de calizas lacustres alternantes con margas y/o arcillas margosas rojas. Las calizas son micritas y biomicritas, con calcificaciones algales, restos de Characeas y Gasterópodos. Los levigados han proporcionado: *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY), MADLER var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Rabdochara major* GRAM. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Chara microcera* GRAMB. y PAUL, *Candona praecox* STRAUB, *Eocytheropteron* sp, *Elkocythereis* sp y *Gasterópodos*.

— Siguen 1.540 metros de arcillas margosas rojas, con algunas capas grises y con arenas y limos hacia la base. En los niveles inferiores se ha reconocido la presencia de *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Chara cylindrica* GRAMB., *Rabdochara major* GRAMB. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Eocytheropteron* sp, *Candona* sp y *Elkocythereis* sp.

— 170 m. muy cubiertos de arcillas margosas rojas estratificadas en capas delgadas con algún nivelillo calizo y algún lentejón de yesos.

— 240 m. de arcillas margosas azul verdosas y grises con intercalaciones, cada vez más abundantes hacia la base, de arcillas margosas rojas. Las arcillas grises contienen *Sphaerochara* cf. *minutissima* GRAMB., *Tectochara* cf. *meriani* L. y N. GRAMB., *Chara notata* GRAMB., *Ch.* cf. *cylindrica* GRAMB., *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Cyprideis* aff. *miocenica* LIENENKL., *Candona praecox* STRAUB, y dientes de peces.

En las proximidades del cabalgamiento de los Montes Obarenes [bordes de la cubeta] los niveles inferiores pasan a ser más areniscosos y conglomeráticos. El espesor total visible de la unidad es del orden de los 2.000 metros (Hojas de Casalarreina, 21-09; Briviesca, 20-09, y Oña, 20-08).

2.4.3 CONGLOMERADOS MARGINALES MASIVOS DE LA FACIES DE LA BUREBA. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE INFERIOR (Tcg^{Ba-Bb}_{c12-11})

Afloran en el borde del diapiro de Poza de la Sal y en la zona plegada de Rojas-Santa Casilda.

En el corte de Lences se han medido 175 metros de conglomerados de cantos redondeados de calizas y dolomías mesozoicas (y alguno de cuarzo) de hasta 30 cm. de diámetro con matriz arenosa y cemento calcáreo de tonos rojizos. Se disponen en varios bancos masivos de hasta 30 metros de potencia, entre los que se intercalan limos arenosos y rojizos y areniscas sueltas rojizas u ocreas. Las areniscas tienen de 40 a 60 por 100 de cuarzo, 10 por 100 de feldespatos potásicos, 15-20 por 100 de fragmentos de rocas carbonatadas y cemento calcáreo. Los levigados de los terrígenos finos han

proporcionado *Sphaerochara minutissima* GRAMB. y *Chara notata* GRAMB.

Esta serie conglomerática puede presentarse exclusivamente en la base de la facies de La Bureba o en términos estratigráficamente más altos, cambiando lateralmente a la facies de San Pedro de la Hoz (2.4.4).

En Lences reposa mediante una discordancia progresiva sobre el Santoniense Medio-Superior (C_{24}^{2-3}), mientras que en la zona de Rojas-Sta. Casilda lo hace sobre Mesozoico o series conglomeráticas marginales de la F. Pan-corbo (2.4.1).

2.4.4 FACIES DE SAN PEDRO DE LA HOZ. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE INFERIOR (Ta_{c12-11}^{Ba-Bb})

Sus afloramientos se restringen a la zona plegada de Rojas-Santa Casilda.

Se trata de sedimentos muy poco evolucionados provenientes de la erosión del fuerte paleorrelieve mesozoico, existente en la zona antes mencionada, con depósitos de margas y arcillas rojas, y niveles de brechas sueltas de cantos calizos y dolomíticos que rápidamente pasan a conglomerados de cantos más redondeados y a areniscas típicas de la facies de La Bureba. Se presentan, pues, siempre adosadas al Cretácico.

El espesor de la facies es del orden de 75 a 125 metros, y se indenta con la unidad antes descrita, con la facies de La Bureba (2.4.5) y con las margas y calizas de la facies gris-blanca (2.4.10).

Los levigados han proporcionado *Candona praecox* STRAUSS y *Ciprydeis* aff. *miocenica* LIENENK, en la base, y además *Chara notata* GRAMB., *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *Rabdochara* cf. *langeri* GRAMB. y *Haplocytheridea* aff. *helvetica* LIENENK. en el techo.

2.4.5 FACIES DE LA BUREBA Y CAMENO. BURDIGALIENSE - VINDOBONIENSE INFERIOR (T_{c12-11}^{Ba-Bb} y $Tm'y'_{c12-11}^{Ba-Bb}$)

La *Facies de La Bureba* se extiende por la mayor parte de la mitad septentrional de la Hoja. En la zona plegada de Rojas-Santa Casilda puede apoyarse directamente sobre el Mesozoico o indentarse con los materiales conglomeráticos descritos en el apartado anterior.

Está constituida por paleocanales de areniscas ocre y rojizas, ocasionalmente conglomeráticas, que alternan con limos, limos arenosos y arcillas de tonos rojizos. Con frecuencia se intercalan bancos de areniscas calcáreas y calizas blanquecinas (T_{c12-11}^{Ba-Bc})

Las areniscas de La Bureba están compuestas por granos de cuarzo y de rocas carbonatadas y cemento calcáreo; son frecuentes los feldespatos potásicos y como minerales pesados turmalina y circón. Los niveles conglomeráticos incluidos en las areniscas forman lentejones de gravillas [has-

ta 5 cm. de diámetro) de calizas mesozoicas y algún cuarzo proveniente de Utrillas. La morfología de los granos de las areniscas va de subangulosa a subredondeada. La estratificación es a menudo cruzada con megarripples. Son frecuentes los cantos blandos de limos y arcillas.

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

Los levigados han proporcionado: *Candona praecox* STRAUB., *Haplocytheridea* aff. *helvetica* LIENENKL., *Eocytheropteron* sp, Gasterópodos, Ostrácodos y talos y oogonios de Characeas.

En Lences se han medido 110 metros de esta facies, cuyo espesor total debe exceder de los 350 metros.

En el área de Briviesca la facies de La Bureba se carga progresivamente de yeso, que sustituye a los carbonatos en el cemento de las areniscas. Se ha diferenciado esta facies de transición entre La Bureba y Cerezo (2.4.7) y Grisaleña (2.4.6) (Ty_{c12-11}^{Ba-Bb} y Tmy_{c12-11}^{Ba-Bb}) como *Facies de Cameno* ($Tm'y'_{c12-11}^{Ba-Bb}$).

La Facies de Cameno (X: 631.983; Y: 885.210) está constituida por una alternancia de areniscas rojas con cemento yesífero (cuyos granos tienen idéntica composición y morfoscopia que los de la Facies de La Bureba) y arcillas y margas rojizas con niveles de yeso. Son frecuentes los ripples de oscilación, laminación paralela y los cantos blandos. Su potencia máxima es de 60 metros al este de Briviesca. En esta facies se han encontrado restos de mamíferos referibles a *Chillotherium* sp (¿Vindoboniense?) CRUSAFONT, TRUYOLS y RIBA (1966).

2.4.6 FACIES DE ALTABLE Y GRISALEÑA. BURDIGALIENSE

A VINDOBONIENSE INFERIOR (Tm_{c12-11}^{Ba-Bb} y Tmy_{c12-11}^{Ba-Bb})

La *Facies de Altable* tiene su mayor desarrollo en el extremo noreste de la Hoja. Pasa lateralmente a la Facies de La Bureba (2.4.5) y Pancorbo (2.4.2). Está constituida por margas y arcillas margosas grises y verdes, predominantes, bancos de arenas poco cementadas y limos calcáreos. Las margas se cargan progresivamente de yeso hacia el Sur, dando lugar a la Facies de Cerezo.

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

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

La *Facies de Grisaleña* (X: 634.731, Y: 887.641) (Tm_{c12-11}^{Ba-Bb}), se origina por indentación progresiva de yesos en las margas y aparición de cemento yesífero en las arenas que forman la *Facies de Altable*. Las areniscas tienen laminación cruzada y ripples de oscilación. La *Facies de Grisaleña* pasa lateralmente a las de Cameno (2.4.5) y Cerezo (2.4.7) hacia el Sur y Sureste.

2.4.7 FACIES DE CEREZO. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE INFERIOR (Ty_{c12-11}^{Ba-Bb})

Aflora en el cuadrante SE. de la Hoja. Se caracteriza por la presencia de yeso, cuya proporción varía notablemente de los bordes al centro de la facies.

En los bordes (paso lateral a Altable, Grisaleña y Cameno, 2.4.6 y 2.4.5) alternan margas gris-negruzcas con niveles centimétricos de yeso fibroso blanco, en proporción inferior al 20 por 100. En las zonas centrales de la cubeta el yeso es generalmente alabastrino, en capas de 10 a 50 centímetros, alternando, en una proporción de hasta el 60 por 100, con margas y arcillas gris verdosas.

La potencia aflorante en Quintanilla-San García (X: 640.476; Y: 882.843) es de 100 m., pero el espesor total de la facies debe ser mayor, del orden de los 250 m.

2.4.8 FACIES DE BRIVIESCA. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE INFERIOR (Tca_{c12-11}^{Ba-Bb})

Se encuentra localizada al NO. y O. de Briviesca (X: 629.863; Y: 882.894). Es paso lateral de las *Facies de La Bureba* (2.4.5) y *Altable* (2.4.6) a la *Facies gris-blanca* (2.4.10), por enriquecimiento progresivo en carbonatos. Por ello se superponen tramos delgados de litologías diversas asimilables a las facies antes mencionadas.

Está constituida por una alternancia de areniscas calcáreas, calizas arenosas, limos arcillosos en ocasiones calcáreos, arcillas verdes y marrón-rojizas y margas grises y blanco amarillentas, con intercalaciones de calizas más abundantes a techo.

En las fracciones arenosas predominan los granos de cuarzo y caliza, angulosos y subredondeados, siendo frecuente la presencia de feldespato potásico y las pajuelas de mica. Cuando existe cemento, éste es calcáreo. Hay estratificación cruzada y abundan los cantos blandos arcillosos.

Las calizas son dismicritas y biomicritas arenosas con tendencia pisolítica en algunos casos.

Los levigados han proporcionado las siguientes especies de Characeas y Ostrácodos: *Chara notata* GRAMB., *Sphaerochara minutissima* GRAMB.,

S. hirmeri var. *longiuscula* GRAMB., *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Elkocytherels* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Candona recta* LIENENKL., *C. praecox* STRAUB. y *Eocytheropteron* sp, así como *Planorbis* sp, fragmentos de Gasterópodos y algas filamentosas.

La potencia puede estimarse en unos 200 m.

2.4.9 FACIES DE CARCEDO. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE SUPERIOR (T_{c12-11}^{Ba-Bc})

Se han incluido en esta facies los depósitos de tránsito entre la Facies de La Bureba (2.4.5) y la Facies gris-blanca (2.4.10), que afloran en el borde oeste de la Hoja.

Aflora un alternancia de arenas y areniscas calcáreas, rojizas y gris amarillentas, en capas de 0,2 a 3 m., limos y limos arenosos rojizos, arcillas rojas y margas gris y blanquecinas con niveles de 0,2 a 5 m. de calizas más o menos arcillosas o arenosas. En las areniscas predominan los granos de cuarzo y caliza subangulosos, en menor proporción hay feldespatos potásicos y como accesorio láminas de moscovita. Cuando existe el cemento es calcáreo.

Las calizas son dismicritas en ocasiones algales con Ostrácodos.

Los levigados han proporcionado Gasterópodos: *Hydrobia* sp, *Planorbis* sp y *Limnaea* sp, así como Ostrácodos Inclasificables.

La potencia total no sobrepasa los 200 metros.

2.4.10 FACIES GRIS-BLANCA. BURDIGALIENSE A VINDOBONIENSE SUPERIOR (T_{c12-11}^{Ba-Bc} y Ta_{c12-11}^{Ba-Bc})

Se trata de una unidad extensiva o traslapante (onlap) sobre el resto del Terciario continental y el Mesozoico por lo que respecta a sus términos más superiores. La base de la misma se indenta con las facies marginales de La Bureba (2.4.4), Facies de La Bureba (2.4.5), Facies de Cerezo (2.4.7), Facies de Briviesca (2.4.8) y Facies de Carcedo (2.4.9).

Se compone de margas grises y blancas con niveles decimétricos a métricos de calizas más o menos margosas intercalados. Predominan las margas, con algunos niveles de arcillas grises intercalados. Las calizas pueden formar bancos de hasta 5 metros y contener abundantes Gasterópodos (*Hydrobia*, *Limnaea*, *Planorbis*). Son normalmente dismicritas más o menos arcillosas con Ostrácodos, Characeas e incrustaciones algales.

Los levigados contienen: *Cypria curvata* LIEN., *Haplocytheridea* aff. *helvetica* LIENENKL., *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Candona praecox* STRAUB., *C. recta* LIENENKL., *Elkocytherels* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Sphaerochara minutissima* GRAMB., *S. hirmeri* var. *longiuscula* GRAMB., *Chara notata* GRAMB. y *Planorbis* sp.

La potencia máxima observada es de 250 metros. En la cartografía se han diferenciado, dentro de la Facies gris-blanca, las principales cuñas y lentejones de arcillas y margas rojizas (T_{c12-11}^{Ba-Bc}) en relación directa con el cambio lateral a la Facies de La Bureba.

2.4.11 CONGLOMERADOS MARGINALES DE LA FACIES GRIS-BLANCA. VINDOBONIENSE (T_{c11}^{Bb-Bc})

En los bordes de los macizos mesozoicos aparecen localmente conglomerados sueltos con cantos y bolos subredondeados de calizas y dolomías cretácicas, con matriz de arcillas y margas grises y blancas, que pasan lateralmente de modo rápido a la unidad antes descrita (2.4.10).

2.5 CUATERNARIO

2.5.1 PLEISTOCENO (Q_1T y Q_1G)

Se han cartografiado los niveles de *Terrazas* (Q_1T) de los ríos Oca y Homino. Están constituidas por bolos y cantos subredondeados de cuarcitas. Ocasionalmente (río Homino) aparecen cantos calcáreos. La matriz es arenolimsa.

Los *Glacis* (Q_1G) forman importantes recubrimientos, sobre todo al norte de la Hoja, en donde pasan, casi sin solución de continuidad, a aluviones y terrazas. En ellos predominan los cantos calcáreos provenientes del Mesozoico, variando su morfoscopia de subangulosa a subredondeada a medida que nos alejamos de los marcos montuosos.

2.5.2 HOLOCENO (Q_2Al y Q_2C)

Los *Aluviones* y *primera terraza* (Q_2Al) de los ríos Oca, Grillera, Matapán y Homino forman extensos recubrimientos de gravas fundamentalmente cuarcíticas inmersas en una matriz arcillosa y arenosa.

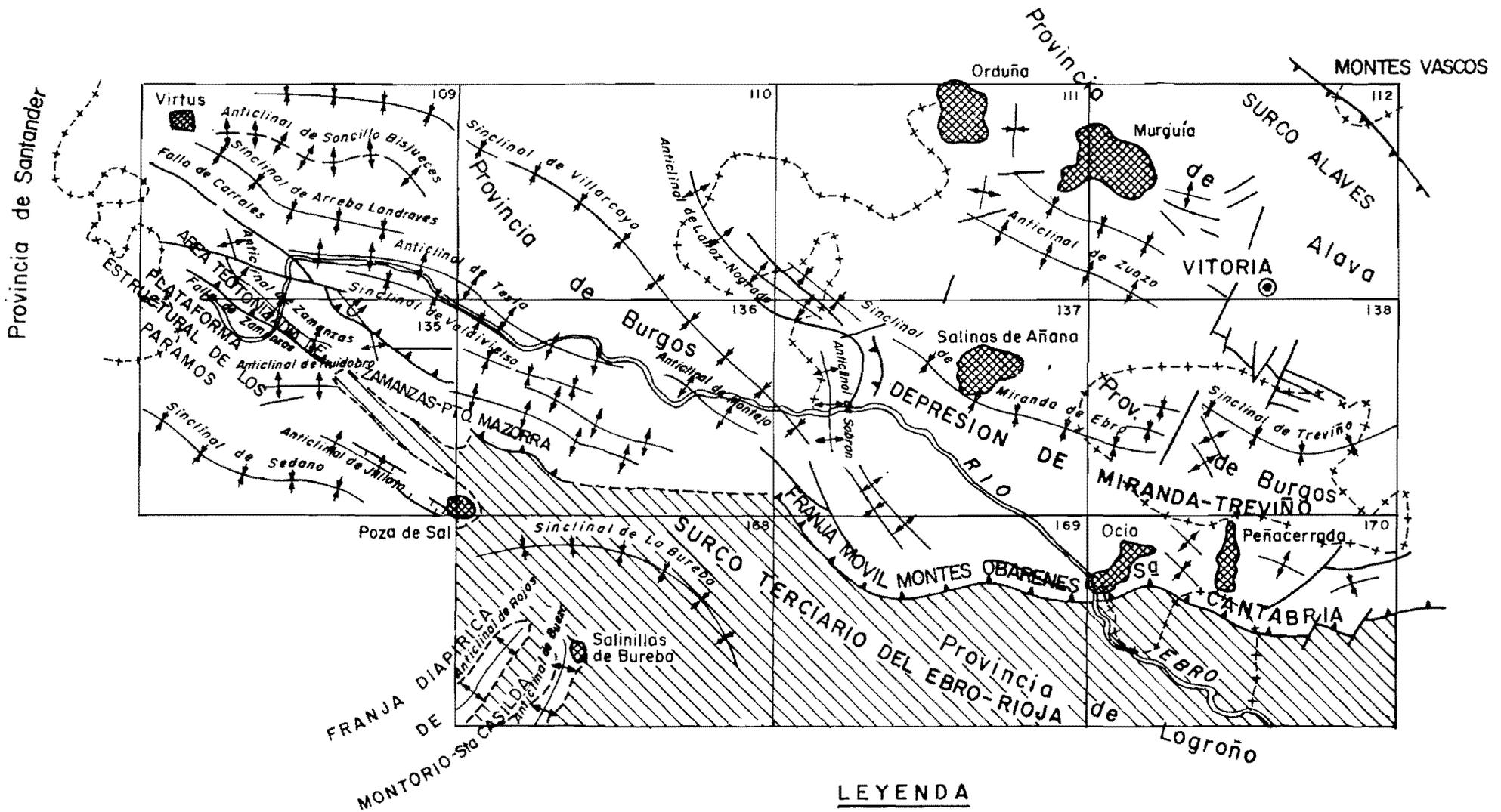
Se han diferenciado en el mapa los principales *Coluviones* (Q_2C) o depósitos de ladera, de variada naturaleza según la litología de las formaciones de que procedan.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

Desde el punto de vista regional las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en

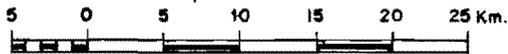
MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



LEYENDA

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

ESCALA



movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano y del Ebro) sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrágenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Anticlinal Vizcaíno). Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y el Cretácico, que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria, Montes Obarenes y estribaciones occidentales y meridionales de la Cuenca Cantábrica (norte de Burgos), 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 de la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostática. La línea de costa se encontraba al norte del área ocupada por la Hoja de Briviesca.

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

Las primeras fases alpinas, que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno, se traducen en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunas discordancias de tipo cartográfico (Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros.

De modo general podemos decir que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es a finales del Eoceno (Fase Pirenaica) y durante el Oligoceno y Mioceno cuando se produce el plegamiento principal. 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. y excepcionalmente NE.-SO. en la Hoja de Briviesca.

El plegamiento fundamental tiene lugar a partir del Eoceno (¿Fase Pire-

naica?). 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.

Hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense y Burdigaliense y Aquitaniense (Sávica y Staírica), en diversos lugares de la Cuenca Cantábrica.

Durante el Mioceno Superior el eje debió desplazarse de Norte a Sur por hundimiento del borde sur de la cuenca de Miranda-Treviño, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante una importante discordancia angular sobre el Oligoceno, ya muy levantado y arrasado. En la Hoja de Brivesca se producen traslapes de facies lacustres sobre términos más antiguos.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.) se realiza fundamentalmente durante la Fase Pirenaica y durante el Oligoceno y Mioceno, con impulsos más acentuados en las fases Sávica y Staírica.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

En la Hoja afloran las siguientes unidades estructurales:

- Surco Terciario del Ebro (Cuenca Terciaria de La Bureba).
- Zona plegada de Rojas-Santa Casilda (franja diapírica de Montorio-Santa Casilda).
- Diapiro de Poza de la Sal (Plataforma estructural de los Páramos).

3.2.1 SURCO TERCIARIO DEL EBRO (CUENCA TERCIARIA DE LA BUREBA)

En conjunto se trata de una cubeta muy subsidente rellena 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.

Queda limitado hacia el Oeste por el Mesozoico de las unidades estructurales de Montorio-Santa Casilda y los Páramos.

En la mayor parte de la Hoja de Briviesca (Cuenca Terciaria de La Bureba) las capas del Terciario continental se disponen subhorizontales, aumentando la inclinación de las mismas de modo progresivo hacia los bordes de los relieves mesozoicos, llegando a alcanzar buzamientos del orden de los 25 grados. De esta manera se define una cubeta sinclinal o *Sinclinal de La Bureba*, muy amplio, cuya orientación general es E.-O., virando hacia el SE. en su parte más oriental.

3.2.2 ZONA PLEGADA DE ROJAS-SANTA CASILDA (FRANJA DIAPIRICA DE MONTORIO-SANTA CASILDA)

Está situada en el cuadrante SO. de la Hoja. Se caracteriza por la orientación NE.-SO. de sus estructuras, que contrasta con las directrices generales de la Cuenca Cantábrica.

De Oeste a Este pueden distinguirse las siguientes estructuras menores:

Anticlinal de Rojas

Desarrollado sobre materiales del Cretácico Superior en superficie. Tiene una orientación NE.-SO. y son frecuentes los cabeceos del eje con inmersiones sucesivas hacia el SO. y NE. que no sobrepasan los 15 grados.

En su terminación Norte se encuentra algo replegado. Es ligeramente vergente hacia el Este y se encuentra fosilizado por sedimentos del Burdigaliense-Vindoboniense.

Se trata de una estructura cerrada en la que ha sido implantado el sondeo petrolífero de Rojas-1, que se describe en los apartados 2.2, 2.3 y 5.1.

Cubeta de San Pedro de la Hoz

Rellenada por materiales del Terciario continental que fosilizan un paleorrelieve muy agudo desarrollado sobre el Mesozoico, que en esta zona constituye un sinclinorio.

El Terciario más bajo (Facies marginales de Pancorbo) se encuentra en esta cubeta (y en la zona plegada de Buezo) discordante sobre las series del Mesozoico e involucrado en el plegamiento del mismo. Los materiales del Burdigaliense-Vindoboniense son a su vez discordantes sobre las series más antiguas, y se encuentran en disposición subhorizontal o suavemente inclinados en los bordes, observándose en ellos algunas discordancias progresivas.

Zona plegada de Buezo

Se trata de una sucesión de pliegues anticlinales de dirección NE.-SO., vergentes hacia el Oeste y fallados. Normalmente faltan los sinclinales. La orientación de las capas llega a ser N.-S. en su terminación más septentrional.

Diapiro de Salinillas de La Bureba

Perfora sedimentos del Cretácico Inferior y Superior. En él son frecuentes los asomos de ofitas. Un sistema de fallas radiales y circulares típico de estos accidentes afecta a los materiales que orlan el Keuper.

Se encuentra fosilizado por materiales de la Facies de Briviesca (2.4.9) y Facies gris-blanca (2.4.10), que se encuentran levantados en los bordes de la estructura o afectados por fallas en el interior de la misma.

3.2.3 DIAPIRO DE POZA DE LA SAL (PLATAFORMA ESTRUCTURAL DE LOS PARAMOS)

Esta estructura constituye la terminación occidental de las «Plataformas estructurales de los Páramos» (Masa y Lora). Se encuentra a caballo entre las Hojas de Sedano (19-08), Oña (20-08), Montorio (19-09) y Briviesca (20-09).

Constituye una perfecta chimenea diapírica circular, con un pitón central de ofitas. Un sistema típico de fallas radiales y circulares acompaña a la penetración salina del Keuper, afectando al Jurásico y Cretácico que la orlan.

4 HISTORIA GEOLOGICA

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

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

Desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, el área de la Cuenca Mesozoica que se iba formando se vio afectada por un relieve morfológico o estructural que no alcanzó completa peneplanización. Por ello, la sedimentación paleozoica posthercínica y, en parte, la del Buntsandstein se depositó en zonas deprimidas rellenándolas, siendo posteriormente solapada por la transgresión del Keuper arcilloso evaporítico, cuya deposición fue simultánea con la efusión de materiales volcánicos de mag-

matismo 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.

En la Hoja de Briviesca y durante el Rethiense-Hettangiense, el medio era rico en magnesio y calcio, muy favorable para la deposición de facies evaporíticas, sedimentándose las dolomías con anhidrita o yeso. La salinidad del medio ambiente no era favorable para el desarrollo de la vida y la profundidad tampoco fue grande. Ya en el Hettangiense Superior la salinidad debió ser si no normal marina, muy próxima a ésta, depositándose las calizas dolomíticas azoicas. La profundidad tampoco fue grande durante el Hettangiense Superior, permaneciendo un régimen de agitación del medio bastante tranquilo, mientras se estaban depositando en todo el ámbito de la Cuenca Cantábrica las calizas microcristalinas finamente lajeadas.

En el Sinemuriense (no presente en la Hoja a causa de la falla de Rojas-1) la facies es, en toda esta región, marina nerítica o costera con profundidades que debieron oscilar entre los 20 y 35 m. Es en este piso donde se encuentran los primeros fósiles del Lías, pues la vida de los organismos se desarrolla sin dificultad en este mar de carácter epicontinental.

Como en todo el norte de España, es en el Pliensbachiense y Toarciense cuando el mar Jurásico alcanza las máximas profundidades. En la zona de Rojas-Santa Casilda la biofacies es nerítica, correspondiendo a la zona exterior de la plataforma continental. La vida se desarrolla con absoluta normalidad, hasta el punto de que es el Lías Superior el nivel más rico en fauna de todo el Jurásico.

Durante el Dogger, el mar en la zona de Briviesca no alcanza grandes profundidades (nunca superiores a los 150 m.), encontrándose biofacies neríticas correspondientes a la zona interior de la plataforma continental, completándose el ciclo de sedimentación del Jurásico en facies marina, como en toda esta región, en el Calloviense. Durante el Bathoniense y Calloviense empieza a manifestarse la regresión que culminará en este último piso. En efecto, los sedimentos son generalmente limolíticos, o incluso arenosos, lo que indica que la influencia del continente es importante, y son también muy frecuentes las intercalaciones de calizas esparíticas (pelsparitas o biopelsparitas) que indican un índice de energía más elevado del medio ambiente. Estos episodios esparíticos se conocen en otras series estratigráficas de la región (Quintanaopio, Hoja de Oña, 19-08) donde tienen

menor extensión vertical e importancia, lo mismo que el contenido en material terrígeno. Esto demuestra que las biofacies del Dogger Superior atravesado en Rojas-1 son menos profundas que las de sus correspondientes en las localidades citadas.

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).

Durante el Malm (Berriasiense) y el Cretácico Inferior (Barremiense) se depositan en la mayor parte de la Cuenca Cantábrica sedimentos terrígenos de facies no marina (Purbeck y Weald) en diversos ambientes paleogeográficos (fluvial, deltaico, de estuarios salobre-lacustre, etc.), pudiendo existir algunas invasiones del mar durante el Valanginiense Inferior-Medio. Así, 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.).

En el área ocupada por la Hoja de Briviesca y zonas próximas se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose altos paleogeográficos en los que hubo erosión y/o no sedimentación de Purbeck y Weald, erosionándose diferencialmente el Jurásico marino.

Una segunda disconformidad se produce antes de la sedimentación de Utrillas, lo que explica que en muchos lugares existiese un alto tan activo que las capas de «Formación Utrillas» se sitúan sobre el Jurásico Inferior e incluso en el Trías. En la Hoja de Briviesca, la «Formación arenas de Utrillas» reposa indiferentemente sobre Dogger o sobre Lías Inferior (Hettangiense).

Sin embargo, en el Aptiense y Albiense más inferior del centro y norte de la cuenca se produce un cambio muy notable en la sedimentación, al reducirse considerablemente el aporte terrígeno, instalándose un régimen marino de salinidad normal con disminución de la turbulencia en los agentes de transporte. La cuenca tiene características epicontinentales o de plataforma, siendo favorable el medio para el desarrollo de los organismos constructores. Existió una sedimentación carbonatada con desarrollo de arrecifes o biohermos con zonas biostrómicadas circundantes. Estos arrecifes se formaban a escasa profundidad en un mar nerítico; su crecimiento está localizado y no forman una barrera continua debido a los intermitentes aportes

de material terrígeno, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. El límite sur de la sedimentación arrecifal debió coincidir con el borde norte de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

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

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

En la zona de Burgos y Hoja de Briviesca se desarrollan ampliamente los materiales detrítico-terrigenos en forma de areniscas microconglomeráticas y arenas y arcillas hacia el SE., depositándose las arenas de Utrillas en una amplia plataforma muy poco profunda (5-15 m.), de tipo marisma con desarrollo de ríos, canales y llanuras aluviales.

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

En la Hoja de Briviesca a partir del Cenomaniense Inferior, debido a que

cesan los fuertes aportes de agua dulce, la cuenca vuelve a adquirir la salinidad normal marina, condiciones que perduran durante la mayor parte del Cretácico Superior (hasta el Campaniense). Las biofacies de la zona son neríticas a costeras, correspondiendo los máximos de profundidad al Turo-niense Inferior.

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

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja y más de 1.500 m. en la Cuenca de Villarcayo).

Los depósitos de conglomerados corresponden a abanicos aluviales y los de areniscas y arcillas tienen un marcado carácter fluvial (o de zona distal de abanico aluvial) con desarrollo de paleocanales. Las calizas y margas representan facies lacustres, depositándose en algunas zonas yesos en cubetas evaporíticas.

Las cuencas terciarias enclavadas en la Cuenca Cantábrica y en parte el Surco Terciario del Ebro tienen un acusado carácter asimétrico debido a la migración paulatina hacia el Norte del eje de máxima sedimentación.

El plegamiento se realiza a partir del Eoceno (Fase Pirenaica), continuándose durante el Oligoceno y Mioceno (Fases Sávica y Staírica). No se trata de fases bruscas con discordancias espectaculares, sino de un plegamiento paulatino con paroxismos eventuales.

En el Plioceno se producen los últimos impulsos, que se traducen en levantamientos diferenciales de distintas áreas de la Cuenca Cantábrica.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 PROSPECCIONES PETROLIFERAS

El área cubierta por la Hoja reúne condiciones favorables, tanto desde el punto de vista estructural como de posibilidad de rocas almacén. En

consecuencia, CIEPSA ha llevado a cabo numerosas campañas de prospección geofísica que han culminado en la perforación del sondeo Rojas-1.

El Rojas-1 se ha localizado en el flanco O. del «Anticlinal de Rojas», perteneciente a la Zona Plegada de Rojas-Santa Casilda, situada en el límite este del sinclinatorio de La Lora-Sedano. El cierre de la estructura estaba parcialmente confirmado en profundidad por la sísmica.

Los objetivos principales eran, por una parte, el Jurásico, que ha vuelto a tener un gran interés después del descubrimiento de petróleo en Hontomín-2, y por otra, el Purbeckiense productivo en Ayoluengo, que a pesar de no conocerse en afloramientos cercanos era muy probable que existiera, encontrándose el área de la estructura en el límite E. del «Entrante Purbeckiense de La Lora».

Las series atravesadas por el sondeo Rojas-1 han sido las siguientes:

a) 0-110 m.: Calcarenitas de grano medio (Santoniense Superior a Coniaciense).

b) 110-175 m.: Calizas arcillosas y margas (Turoniense Inferior).

c) 175-250 m.: Margas y calizas (Cenomaniense).

d) 250-760 m.: Arenas y conglomerados (Cenomaniense Inferior-Albiense. Facies Utrillas).

e) 760-785 m.: Calizas arcillosas y margas (Calloviense Inferior).

f) 785-890 m.: Calizas arcillosas y margas (Bathonense).

g) 890-1.005 m.: Calizas arcillosas (Bajociense).

h) 1.005-1.050 m.: Calizas arcillosas y margas (Toarciense).

i) 1.050-1.080 m.: Margas y calizas arcillosas (Pliensbachiense). Falta por falla el Sinemuriense.

j) 1.080-1.365 m.: Calizas dolomíticas y dolomías con anhidrita e inyecciones salinas (Hettangiense a Keuper).

Estos tramos han sido descritos con mayor detalle en el capítulo de Estratigrafía.

Posteriormente se vio la necesidad de investigar el presalífero (pre-Keuper), a cuyo fin se ha proyectado el sondeo Rojas-2 (CAMPSA), iniciándose actualmente la perforación.

5.2 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero, la Hoja carece de importancia en la actualidad, no habiendo sido señalada la existencia de ninguna explotación activa.

Fuera de la Hoja que nos ocupa, aunque en sus proximidades, se extraen distintas sales:

— Glauberita y Mirabilita, de las margas yesíferas de la F. Cerezo, en

las minas de Cerezo de Riotirón, pertenecientes al municipio de Quintanilla de S. García.

- Sal gema, de las margas del Keuper, en las minas de Poza de la Sal, Hoja de Oña (20-08).

Se extraen materiales canterables en diversos puntos, generalmente con carácter intermitente.

Actualmente se explotan las arcillas de la Facies Altable en las proximidades de Aguilar de Bureba para la fabricación de refractarios.

Para la construcción y obras públicas se han aprovechado las gravas de la terraza baja y de los glacis en Cubo de Bureba y Las Vegas y las ofitas incluidas en las arcillas del Keuper en Salinillas de Bureba.

5.3 HIDROGEOLOGIA

En la Hoja de Briviesca podemos distinguir tres unidades hidrogeológicas de diferente significado y posibilidades:

Cretácico Superior

Constituye una unidad de grandes posibilidades como acuífero, debido a los factores litológicos y tectónicos del conjunto. Atendiendo a la litología, esta zona está constituida por una sucesión de tramos fundamentalmente calcáreos (calcarenitas, calizas y dolomías) de alta permeabilidad por castificación, situados encima de los tramos margosos impermeables del Turoniense-Cenomaniense, formando un acuífero de gran interés.

Por otra parte, los factores tectónicos aumentan las posibilidades de conducción y de confinamiento de las aguas subterráneas; la intensa fracturación de los materiales competentes proporcionan al conjunto una mayor permeabilidad, y las estructuras determinan aquellas zonas de mayores posibilidades de captación.

Los puntos de mayor interés los podemos situar en la zona comprendida entre los anticlinales de Rojas y Santa Casilda, que prefiguran una cubeta rellena de materiales terciarios, y las áreas en que los anticlinales anteriormente citados cierran periclinalmente, sumergiéndose de los depósitos terrígenos del Mioceno (impermeables).

Areniscas y arcillas de la Facies Bureba

Aunque en menor importancia que la unidad anterior, es previsible la existencia de pequeños acuíferos en los tramos arenosos, dada su permeabilidad intergranular restringida.

Terrazas y aluviones

Ofrecen buenas posibilidades, sobre todo en la mitad septentrional de la Hoja, en donde adquieren gran extensión de afloramientos.

El resto de las formaciones existentes carecen de interés hidrogeológico suficiente para la captación de caudales aceptables.

6 BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1969).—«Estudio petrográfico del Weáldico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324 (inédito)*.
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALMELA, A.; LIZALUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España*.
- (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- 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. (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *Ciepsa (inédito)*.

- (1973).—«Informe geológico de la Unidad Hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S. (Inédito)*.
- CIEPSA [1965].—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Informe Interno de Ciepsa*.
- (1969).—«Informe final del sondeo Rojas-1». *Ciepsa* (inédito).
- CIRY, R. [1940].—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.
- (1951).—«L'évolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España, Libro Jubilar*, t. 2, pp. 19-36.
- (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 Cénomanién 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.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Société Géologique de France. Des Pyrénées aux Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344, Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanién supérieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, t. 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanién dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1963).—«Presencia del Cenomaniense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórgo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1967).—«Le Cénomanién 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 RAT, P. (1971).—«Structures et poléogeographies 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 hel-*

- vetica* BOLLI dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Sierra de Cantabria. Treviño. Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Parte central de los permios de Vitoria. Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa (inédito)*.
- 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.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa (inédito)*.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 20 (5-3), Burgos». *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. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C. S. I. C.)*. (Traducción, J. G. Larena, 1946), vol. 3, pp. 103-225.
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches géologiques en la 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.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».

- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. II, pp. 1-160, láms. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretácico y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España, Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. VI, Madrid.
- MANGIN, Ph. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragon». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, Ph., y RAT, P. (1962).—«L'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Falot)*, t. 1, pp. 333-349.
- MANGIN, Ph., y FEYSOT, Cl. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophites de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Geologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MENDIZABAL, J.; COMBA, A., y RIOS, J. M. (1946).—«Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 137, Miranda de Ebro». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Liv. Sc. J. Hermann*, pp. 1-374.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa (Inédito)*.
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min., IGME*, t. 85, núm. 1, pp. 10-21.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tesla-Frías-Oña». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa (inédito)*.
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del

- Norte de España. (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Ciepsa, S. A.*, pp. 1-68.
 - (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I Coloq. de Estrat. y Paleogeograf. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
 - (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 78, pp. 1-357.
 - (1972).—«Algunos datos sobre la Estratigrafía y Micropaleontología del Aptense y Albense al Oeste de Santander». *Rev. Esp. de Micropaleontología, número extraordinario*, pp. 59-97.
 - (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras "en bolas concéntricas"». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.
- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- 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 bassin 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)*.
 - (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénéas». *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières*, 2ème Série, Sect. I, núm. 4, pp. 383-401.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 60, pp. 155-232.
- 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, A. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, L. M. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa (inédito)*.
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoriano (Alava)». *Not. y Com. IGME*, H. 10.
- 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. (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.
- SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANZ, R., y ALMELA, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 136, Oña». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa (inédito)*.
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa (inédito)*.
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de La Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C.*, Madrid. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn (inédito)*.
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. 3, pp. 339-471.
- 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