



# IGME

110

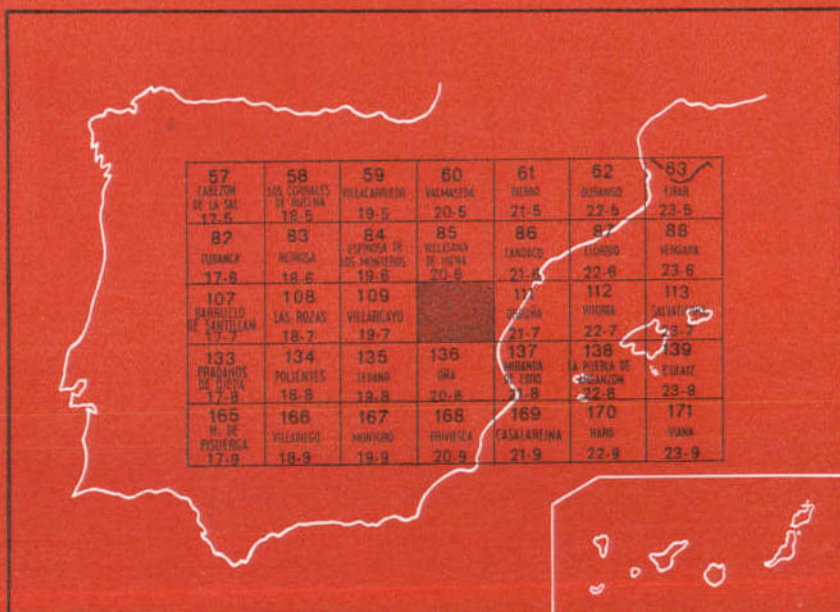
20-7

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# MEDINA DE POMAR

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA  
E. 1:50.000

# MEDINA DE POMAR

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 en las mismas los siguientes técnicos superiores:

En Cartografía: J. M. Martín Alafont, F. Carreras Suárez y José Ramírez del Pozo.

En estudios de laboratorio: M. J. Aguilar (Sedimentología), José Ramírez del Pozo y M. C. Leal Martín (Micropaleontología).

En la Memoria: José Ramírez del Pozo y Mariano Aguilar Tomás.

Coordinación y Dirección: José Ramírez del Pozo.

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 - 26.432 - 1979

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

## 1 INTRODUCCION

La Hoja de Medina de Pomar se localiza en la parte septentrional de la provincia de Burgos, comprendiendo en su ángulo SE. una pequeña parte de la provincia de Alava, integrada por el Valle de Bóveda y la zona elevada de San Zadornil. Constituye una zona de transición entre las características geográficas de la región cantábrica hacia el Norte, y las de la Meseta Castellana, al Sur.

Desde el punto de vista morfológico pueden distinguirse las siguientes zonas:

- Sierra de Tesla. Constituye un «hoj-back» desarrollado sobre terrenos mesozoicos y paleocenos correspondientes al flanco norte del Anticlinal de Tesla.
- Depresión de Villarcayo-Medina de Pomar. Con un relieve suave y alomado implantado sobre el sinclinal formado por los materiales del Terciario continental y Keuper.
- Relieves de Losa. Situados al Norte, donde los materiales mesozoicos y paleocenos forman un relieve en «cuesta», dado su constante buzamiento hacia el suroeste. Dichos relieves están cortados por ríos consecuentes que dan origen al Valle de Losa.
- Zona de Lahoz. Situada al sureste y en la que existe un relieve peculiar debido a la presencia del anticlinal del mismo nombre. El núcleo cretácico del mismo se encuentra fuertemente erosionado, dando lugar al Valle de Lahoz. Los flancos y cierre periclinal del anticlinal, en los que afloran materiales más resistentes a la erosión, producen cuestras y «hoj-backs» alrededor del citado valle, al cual orlan por completo.

Geológicamente la Hoja se sitúa en la zona centro occidental de la Cuenca Cantábrica. El Cretácico Inferior se caracteriza por presentar series sabobre-terrágenas, en las que se intercala algún episodio marino de carácter litoral o con desarrollo de arrecifes en el Aptiense. Por lo que respecta al Cretácico Superior, dentro de la Hoja, se produce el tránsito entre las facies de carácter margoso de centro de cuenca y las calcáreas de borde. El Paleoceno y Eoceno más inferior se presentan en facies marinas o transicionales. Los sedimentos del Terciario continental (Eoceno, Oligoceno y Mioceno) rellenan el amplio sinclinal de Villarcayo-Medina de Pomar, que tiene un marcado carácter asimétrico.

Desde el punto de vista estructural, la Hoja está constituida por una sucesión de amplios pliegues, que de Suroeste a Noreste son las siguientes:

- Anticlinal de Tesla, con materiales del Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior.
- Sinclinal de Villarcayo-Medina de Pomar, que constituye una amplia estructura en la que el espesor del Terciario continental del flanco sur es muy superior al del flanco norte.
- Area diapírica de Rosío. En la que afloran materiales variados del Keuper.
- Anticlinal de Lahoz. Se trata de un amplio pliegue cilíndrico de orientación NO.-SE. que cierra periclinalmente en el Valle de Losa, formado por materiales del Cretácico Superior y, en el núcleo, del Cretácico Inferior.

## 2 ESTRATIGRAFIA

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

El Triásico se localiza en el diapiro de Rosío y en una pequeña mancha en el núcleo del anticlinal de Tesla.

Los materiales pertenecientes al Jurásico afloran exclusivamente en el anticlinal de Tesla, mientras que el Cretácico Inferior se extiende en el citado anticlinal, en la zona de Rosío y en el anticlinal de Lahoz.

El Cretácico Superior aflora adosado al Inferior en las mismas áreas, pero de forma más extensa, ocupando gran parte del borde NE. de la Hoja (zonas de Rosío, Quintanilla y Ribera).

El Paleoceno y Eoceno Inferior presentan sus afloramientos adosados a los tramos terminales del Cretácico Superior, en la misma localización geográfica que éste (Sierra de Tesla, zonas de Quintanilla y Bóveda).

El resto de los materiales terciarios son de facies continental y ocupan

el área central y centro-meridional de la Hoja en el sinclinal de Villarcayo-Medina de Pomar.

El Cuaternario forma abundantes recubrimientos situados, principalmente, en el borde occidental de la Hoja.

## 2.1 TRIASICO

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

Las dos unidades cartográficas afloran exclusivamente en el diapiro de Rosío.

La facies del Keuper ( $T_{G3}$ ) es la constituida por la típica serie de arcillas y margas, dominando los tonos rojos oscuros o violetas y azulados, entre las que se intercalan bancos más o menos potentes de yesos variolados. Las arcillas contienen pequeños cristales de cuarzo bipiramidados incoloros o rojos, típicos del Trías salino de toda España.

Es indudable la presencia de sal en profundidad, como lo demuestra la existencia de manantiales salinos en Salinas de Rosío.

La potencia de la formación no puede estimarse debido al carácter diátrico de la misma.

Son también frecuentes los afloramientos dispersos de masas volcánicas ( $T_{G3}^{\omega}$ ). Son rocas ofíticas, de gran compacidad y dureza y color verde, con textura holocristalina, heterogranular, diabásica, compuestas por plagioclasas, piroxenos y minerales opacos. Deben, por tanto, clasificarse como ofitas, aunque la textura es diabásica.

### 2.1.2 RETHIENSE ( $T_{A33}$ )

Sus afloramientos se encuentran siempre incluidos en el diapiro de Rosío, a modo de bloques flotantes en la masa plástica arcillosa. Son calizas y dolomías oquerosas (carniolas) y brechas calizo-dolomíticas de colores grises y pardos sin estratificación apreciable. Carece de fósiles.

### 2.1.3 TRIASICO INDIFERENCIADO ( $T_{G3}$ - $T_{A33}$ )

Se ha cartografiado esta unidad en una amplia zona del diapiro de Rosío, donde no es posible separar las carniolas de las arcillas de facies Keuper descritas en los apartados anteriores.

## 2.2 TECHO TRIASICO - JURASICO

### 2.2.1 RETHIENSE Y JURASICO INDIFERENCIADO ( $T_{A33}$ -J)

En el anticlinal de Tesla (zona de Tartalés de los Montes) se ha cartografiado esta unidad ante la imposibilidad de efectuar una división más

fina, no sólo porque la escala del mapa no lo ha permitido, sino porque la intensa tectonización, así como la escasez de afloramientos hacían problemática la diferenciación. En realidad se trata de un Jurásico muy fallado y laminado.

## 2.3 CRETACICO

Sobre los materiales jurásicos se apoyan sedimentos pertenecientes al Valanginiense Superior, Huateriviense, Barremiense y Aptiense Inferior en facies Weald. Muy localmente, en el flanco norte del anticlinal de Tesla (Tartalés de los Montes), afloran, con escasa potencia, por debajo de materiales de facies Weald, términos marinos atribuibles al Valanginiense Inferior y Medio en facies Purbeck. En todo caso, es patente la ausencia de materiales del Malm y Berriasiense, existiendo una importante laguna estratigráfica producida por las fases neokimméricas de la Orogenia Alpina.

Sobre las series de facies Weald, descansan normalmente sedimentos marinos de edad Aptiense y eventualmente Albiense basal, sobre los que se sitúan los materiales terrígenos de la facies Utrillas.

El Cretácico Superior se caracteriza por series predominantemente carbonatadas, desde el Cenomaniense al Maastrichtiense, en las que se localizan dos hiatos o lagunas estratigráficas, uno de pequeña intensidad, a techo del Cenomaniense, y otra, más importante, entre Turoniense y Coniaciense, que afecta a la parte superior del primero e inferior del segundo.

El Weald de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por GONZALEZ 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 los de RAT (1959) y AGUILAR (1967, 1971 y 1975) y el Cretácico Superior ha sido tratado por numerosos autores como CAREZ (1881), LARRAZET (1896), MALLADA (1904), MENGAUD (1920), CIRY (1940), RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945), CIRY y MENDIZABAL (1949), FEUILLEE (1961), WIEDMANN (1964) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las secciones de Tesla (X: 613.990; Y: 914.905), Tesla Norte (X: 615.596; Y: 915.895), Rosío (X: 622.410; Y: 932.120), Ribera (X: 637.450; Y: 914.585) y Quintanilla (X: 630.250; Y: 923.770).

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

En un afloramiento localizado en los alrededores de Tartalés de los Montes (X: 615.825; Y: 914.510) se han encontrado directamente sobre el Jurásico indiferenciado unos niveles de margas brechoides amarillentas y

arcillas pardas (4-5 m.), a los que siguen areniscas microconglomeráticas y calizas arenosas con restos de Ostreidos y fragmentos de Briozoos, con un espesor del orden de los 22 m. Estos niveles han sido datados como Valanginiense Inferior-Medio.

### 2.3.2 VALANGINIENSE SUPERIOR - HAUTERIVIENSE - BARREMIENSE - APTIENSE EN FACIES WEALD (C<sub>W12-15</sub>)<sup>3-1</sup>

Sobre la facies Purbeck, en Tartalés de los Montes, descansa una serie terrígena muy potente que en el anticlinal de Tesla (X: 615.596; Y: 915.895) tiene un espesor visible de unos 400 m. y está constituida por conglomerados de cantos de cuarzo con matriz arenosa, arenas gruesas, blancas o amarillentas microconglomeráticas y arcillas rojizas, dominantes en la parte superior. En las arcillas se han reconocido algunos Ostrácodos, entre los que se destacan: *Cypridea menevensis* (ANDERS.), *Cypridea* sp., *Fabanella polita polita* MARTIN, *Fabanella polita ornata* MARTIN, *Fabanella polita mediopunctata* MARTIN y *Darwinula leguminella* (FORBES).

En el borde norte de la Hoja, en el corte de Rosío, la serie de facies Weald contiene solamente algunos coprolitos de Gasterópodos.

La edad del tramo se da de acuerdo con la de los niveles infra y suprayacentes, teniendo también en cuenta los datos regionales.

### 2.3.3 APTIENSE - ALBIENSE INFERIOR (C<sub>15-16</sub>)<sup>0-1</sup>, (C<sub>15-16</sub>)<sup>2-1</sup>

Sobre las capas de facies Weald se localiza en el anticlinal de Tesla un episodio marino de 20 m. de espesor (C<sub>15-16</sub>)<sup>0-1</sup>, constituido por arcillas margosas, pardas y amarillentas, con alguna intercalación de areniscas y, esporádicamente, calizas. En las margas se han determinado: *Choffatella decipiens* SCHLUMB., *Cytherella ovara* (ROEMER), *Cytherella parallela* (REUSS), *Neocythere mertensi* OERTLI, *Cythereis büchlerae* OERTLI, *Platycythereis rectangularis* OERTLI, «*Clithrocytheridea*» aff. *brevis* (CORNUELL) y *Paracypris jonesi* BONEMA. En las calizas intercaladas, que son biomicritas arenosas, nodulosas y grises, se ha determinado: *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER) y fragmentos de Orbitolinas, referibles a *Palorbitolina lenticularis* (BLUMENB.). La asociación microfaunística citada, tanto en las arcillas como en las calizas, caracteriza al Aptiense Inferior.

Aunque los fósiles citados en el anticlinal de Tesla definen al Aptiense Inferior, debiendo faltar con toda probabilidad los niveles del Aptiense Superior y Albiense basal por la fase Aústrica, se ha dado a dicha unidad cartográfica la edad Aptiense-Albiense Inferior, ya que hacia el Norte, en la zona de Rosío, los niveles marinos de esta facies Urganiana incluyen al Aptiense y Albiense Inferior, como se describirá a continuación. Es decir,



que la fase Aústrica bisela términos cada vez más antiguos hacia el Sur, de modo que los niveles terrígenos del Albiense descansan sobre tramos cada vez más bajos en dicho sentido. El resultado final es la existencia de un hiato o condensación de los niveles del Aptiense Superior y Albiense basal en las regiones meridionales de la Hoja.

En la zona norte de la Hoja (región oriental del diapiro de Rosío) aflora la unidad  $C_{15-16}^{2-1}$ , que está constituida por unos 140 m. de calizas arenosas (biomicritas o biosparitas) con Orbitolinas y Rudistas, algunas intercalaciones de carácter más blando, normalmente cubiertas, que posiblemente correspondan a margas arenosas. En la parte inferior las calizas contienen *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT, *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), Miliolidae, Ataxophragmiidae y Rudistas. En la parte superior, suelen presentarse con una dolomitización más o menos acusada, conteniendo *Eoguttulina cf. anglica* CUSHMAN y OZAWA, *Patellina subcretacea* CUSHMAN, *Pseudocyclammina* sp., etc. Por la presencia de los microfósiles citados, se data la mayor parte de esta unidad como techo del Aptiense en tránsito al Albiense, mientras que los niveles más altos pertenecen al Albiense inferior.

Entre el Aptiense marino descrito y los últimos bancos de areniscas de la facies Weald hay un tramo de unos 50 m. totalmente cubierto, que por consideraciones regionales debe corresponder al Aptiense Medio-Superior, representado aquí por materiales de carácter blando, de margas o arcillas, con pocas intercalaciones calcáreas.

#### 2.3.4 ALBIENSE - CENOMANIENSE INFERIOR ( $C_{16-21}^{2-1}$ , $C_{16-21}^{0-1}$ y $C_{16-21}^{1-1}$ )

Afloran estas unidades en el núcleo del anticlinal de Tesla ( $C_{16-21}^{2-1}$ ), en el anticlinal de Lahoz ( $C_{16-21}^{0-1}$ ) y en el área diapírica de Rosío ( $C_{16-21}^{1-1}$ ). De modo general están constituidas por materiales terrígenos, más o menos gruesos, con intercalaciones arcillosas.

En Tesla, presenta las características de la facies de Utrillas, estando constituidas por la clásica serie de arenas amarillentas y blanquecinas, conglomeráticas a veces, con pequeñas intercalaciones de arcillas amarillentas y grises y areniscas más compactas en la parte inferior. Su potencia es del orden de los 300 m., y todos los niveles son azoicos.

En la zona diapírica de Rosío aflora una serie constituida por areniscas y arenas blanquecinas y pardas que incluyen cantos de cuarzo redondeados de hasta 1 cm. Tiene una facies muy similar a la de la Fm. arenas de Utrillas, pudiendo considerarse como un tránsito entre dichas facies y las marinas de las regiones septentrionales. Su potencia puede estimarse en unos 500 m.

Por lo que respecta a los afloramientos del anticlinal de Lahoz la serie

detrítico-terrigena es de naturaleza arcósica, predominando las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteos y cuarcitas, y escasas intercalaciones arcillosas. Los bancos presentan un carácter claramente lenticular y estratificación cruzada de gran escala. Las superficies y costras ferruginosas suelen ser muy frecuentes. La potencia total no puede medirse por aflorar solamente los términos superiores de la serie.

De modo general, en las tres áreas mencionadas el constituyente principal de las arenas es el cuarzo de procedencia plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico, granítico de cuarcitas y sílex. Abundan los feldespatos exclusivamente potásicos, que se encuentran desigualmente meteorizados. Son arenitas (subarcosas con feldespatos potásicos a sublitasarenitas con fragmentos de rocas metamórficas).

La edad asignada a estas unidades en cada área, se ha basado en las de las unidades infra y suprayacentes.

### 2.3.5 CENOMANIENSE ( $C_{21}^{1-3}$ , $Cm_{21}^{1-3}$ y $Cc_{21}^{1-3}$ )

Al igual que en la unidad anterior, se han diferenciado dentro del Cenomaniense de la Hoja tres facies algo diferentes entre sí, que descansan sobre las correspondientes litofacies del Albiense-Cenomaniense Inferior descritas en el apartado anterior (Tesla, Rosío, Lahoz).

En la Sierra de Tesla el Cenomaniense ( $C_{21}^{1-3}$ ), que tiene una potencia de unos 40 m., viene definido por un conjunto de calizas y calcarenitas (biomicritas), bien estratificadas y ocasionalmente recrystalizadas o dolomitizadas. Contienen *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Praealveolina cretacea cretacea* REICHEL, *Praealveolina simplex* REICHEL, *Daxia cenomana* CUVILL. y SZAK, *Flabellamina alexanderi* CUSHM., *Cuneolina pavonia* D'ORB. y *Nezazzata simplex* OMARA. El Cenomaniense termina con un banco de 2 m. de areniscas calcáreas con glauconita.

El Cenomaniense de Rosío ( $Cm_{21}^{1-3}$ ) tiene un espesor de unos 150 m., comenzando por calcarenitas (intramicritas arenosas) y areniscas que contienen *Orbitolinas concava concava* (LAMARCK), *Orbitolina (M) aperta* (ERMANN) y *Flabellamina alexanderi* CUSHM. y abundante macrofauna, entre la que se ha determinado *Exogyra flabellata* GOLDF. Sigue un conjunto margoso, de unos 130 m. de tonos grisáceos y arenoso en la parte inferior, que contiene microfauna rica en especies, entre las que se destacan: *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora turonica thomei* HANG y ZEIL, *Praeglobotruncana stephani* GANDOLFI, *Tritaxia pyramidata* REUSS., *Pseudovalvulina cenomana* (BROTZ) y *Cythereis reticulata* (JONES e HINDE). El límite superior del Cenomaniense de la zona es difícil de señalar en el campo debido al extraordinario recubri-

miento que presenta esta serie margosa, por lo que el contacto se ha marcado en la cartografía como supuesto.

En la región del anticlinal de Lahoz (sección de Ribera), por encima de la serie detrítico-terrigena del Albiense-Cenomaniense Inferior afloran calcarenitas (biomicritas e intrabiomicritas), gris claro y marrón con intercalaciones de biomicritas de aspecto margoso, bien estratificadas en bancos de 1 a 5 m., con juntas margosas blanco-amarillentas, con una potencia total que oscila entre los 100 y 150 m. En la parte baja se ha determinado *Orbitolina concava concava* (LAM.), *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Praealveolina cretacea* REICHEL y *Nezzazzata simplex* OMARA, mientras que en la parte superior se ha reconocido: *Praeglobotruncana* cf. *stephani* (GANDOLFI), *Rotalipora* sp. y *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN). Son frecuentes los restos de Pectínidos y Rudistos indeterminables. La parte más superior del Cenomaniense tiene carácter margoso, presentándose normalmente muy cubierto.

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

Esta unidad ha sido cartografiada en el anticlinal de Tesla. La parte inferior está constituida por margas calcáreas nodulosas, mientras que la superior, más compacta, viene definida por calizas arcillosas, nodulosas.

El Turoniense Inferior, que tiene un espesor de unos 100 m., presenta microfacies de biomicritas y biointramicritas con: *Heterohelix* sp., *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Hedbergella* cf. *paradubia* (SIGAL), *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Tritaxia* sp., *Lenticulina* sp., Briozoos, Ostrácodos, Algas calcáreas (*Boueina*, *Acicularia*, *Halimeda*) y raras *Globotruncana*.

### 2.3.7 TURONIENSE MEDIO - CONIACIENSE - SANTONIENSE INFERIOR (C<sub>22-24</sub><sup>2-1</sup>)

Sobre la unidad anterior y también en la zona de Tesla se sitúa esta unidad, cuyas edades se definen por las del infra y suprayacente, aunque en su base debe existir un hiato estratigráfico del Turoniense y base del Coniaciense, como ha señalado anteriormente RAMIREZ DEL POZO (1971 y 1973).

Se trata de un conjunto cuya potencia es de unos 260 m., constituido por varios bancos de calizas, en ocasiones dolomitizadas, separados por banquitos muy delgados de margas calcáreas grises y amarillentas. Las calizas son microcristalinas normalmente, calcirruditas (biomicrocristalinas) pasando a biopelmicritas en la parte superior y biointramicritas en la inferior. Contienen: *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Cuneolina* cf. *pavonia* D'ORB., *Tritaxia* sp., *Marssonella* cf. *trochus* D'ORB., *Spiroplectammina* sp., *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM. (emend. MAYNC.), *Vidalina hispanica*

SCHLUMB., *Lenticulina* sp., *Dorothia* sp., *Idalina antiqua* D'ORB. y Algas calcáreas (*Acicularia* y *Boueina*). Por otra parte se encuentran, especialmente en la parte central del tramo, calcarenitas más finas, de matriz microcristalina (biomicrita y biopelmicritas) con *Praeglobotruncana* cf. *stephani* (GANDOLFI), *Pithonella sphaerica* (KAUFMANN), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Cuneolina* sp., *Spirocyclina choffati* MUN-CHAL (emend. MAYNC.), *Pseudocyclammina* sp. y *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.).

### 2.3.8 TURONIENSE - CONIACIENSE INFERIOR (C<sup>0-1</sup><sub>22-23</sub>)

Esta unidad se extiende por toda la Hoja, con excepción del anticlinal de Tesla. Se define por un conjunto de margas grises, generalmente hojosas, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas, que adquieren mayor desarrollo en la parte superior. Los niveles más compactos son de biomicritas a biopelmicritas, existiendo algunos de micritas limolíticas. Salvo en la parte superior, se ha observado en casi todas las muestras la presencia de *Globotruncana helvetica* BOLLI, que define al Turoniense. Además es muy frecuente la existencia de *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Globotruncana marianosi* DOUG., *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Heterohelix* cf. *globulosa* EHRENB y *Gaudryina laevigata* FRANKE. En la parte superior se ha reconocido además *Globotruncana primitiva* DALBIEZ y *Minouxia*, que define niveles de edad Coniaciense.

La potencia de este conjunto, que es del orden de unos 500 m. en la parte oriental de la Hoja (serie de Ribera), se reduce hacia zonas más septentrionales y occidentales (en la serie de Rosío hay unos 160 m.).

Como se ve, en las proximidades del diapiro de Rosío, tanto la serie del Turoniense como del Coniaciense Inferior se presentan muy reducidas de potencia, lo que, unido al extraordinario recubrimiento existente, hace que tengan que agruparse como una sola unidad en la cartografía. En conjunto se trata de una serie de carácter margoso dominante, con algunas intercalaciones de calizas arcillosas. La base de esta unidad en las zonas citadas incluye también al Turoniense Inferior, pues contiene *Hedbergella paradubia* (SIGAL), por lo que se trata de una serie comprensiva de la unidad inferior y parte de la superior de las separadas en la región del anticlinal de Tesla.

### 2.3.9 CONIACIENSE MEDIO-SUPERIOR Y CONIACIENSE MEDIO-SANTONIENSE INFERIOR (C<sup>23</sup><sub>23</sub> y C<sup>2-1</sup><sub>23-24</sub>)

Ambas unidades cartográficas se caracterizan, al igual que la anterior, en toda la Hoja, a excepción del anticlinal de Tesla, donde los niveles equivalentes corresponden al techo del tramo descrito en el apartado 2.3.7.

Se ha estudiado con detalle en las series de Rosío, Quintanilla y Ribera. En la primera localidad todo el conjunto es de edad Coniaciense ( $C_{23}^{23}$ ), ya que los niveles basales del Santoniense están representados por una alternancia de calizas arcillosas y margas, que en la serie de Ribera se corresponden con el techo de esta unidad, cuya edad es, por tanto, Coniaciense Medio-Santoniense Inferior ( $C_{23-24}^{2-1}$ ).

Está representada esta unidad por una serie calizo-dolomítica que destaca morfológicamente en el paisaje y da lugar a una cresta o «cejo». Hacia arriba suele presentar delgadas intercalaciones de margas hojosas de tonos amarillentos que dan un aspecto tableado al conjunto, y que en la serie de Quintanilla se incluyen en otra unidad cartográfica correspondiente al Santoniense Inferior, como se ha indicado anteriormente. Las calizas son generalmente masivas, siendo frecuente que los niveles se presenten dolomitizados, lo que acentúa el carácter masivo del tramo. Las microfácies de las calizas presentan todos los pasos entre biopelmicritas e intrabiomicritas, y la microfauna más representativa de la unidad es: *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Heterohelix* cf. *globulosa* (EHRENB.), *Clavulinoides aspera* REUSS, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM (emend. MAYNC.), *Cuneolina pavonia* D'ORBIGNY, *Rotalia reicheli* HOTT., *Idalina antiqua* D'ORB., *Minouxia* cf. *lobata* GENDROT, *Dictyopsella* sp., además de secciones de Rudistas, Briozoarios, Ostreidos, etcétera.

Como sucede en otras unidades, las potencias son mayores en las regiones surorientales (unos 210 m. en la serie de Ribera), reduciéndose hacia el noroeste, en las proximidades del diapiro de Rosío (100 m. en la columna de este nombre).

### 2.3.10 SANTONIENSE INFERIOR-MEDIO ( $C_{24}^{1-2}$ , $C_{cm24}^{1-2}$ , $C_{24}^{1-2}$ y c)

Son unidades cartográficas, con una litología margosa o calizo-arcillosa, que se extienden en todas las áreas de la Hoja, pasando en ocasiones lateralmente entre sí.

En el anticlinal de Tesla el tramo cartográfico ( $C_{24}^{1-2}$ ) tiene un espesor de unos 100 m., estando definido por margas calcáreas y calizas arcillosas nodulosas (biomicritas o biopelmicritas) con secciones de: *Idalina antiqua* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Barkerina barkerensis* FRIZZ. y SCHW., *Marginulina trilobata* (REUSS), *Vidalina hispanica* SCHLUMB. y restos de Rudistas y Moluscos.

En la zona norte y central de la Hoja (series de Rosío y Quintanilla) se han separado en la cartografía dos tramos:

El inferior, definido litológicamente por alternancias de margas, amarillentas y grisáceas, con calizas arcillosas y limolíticas (biopelmicritas) ( $C_{24}^{1-2}$ ). Descansa siempre sobre el tramo calizo descrito en el apartado anterior y tiene una potencia de unos 80 m. en la serie de Quintanilla. Las microfácies contienen secciones de: *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Minouxia lobata* GENDROT, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Rotalia reicheli* HOTT., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Marginulina* cf. *trilobata* D'ORB. y *Tritaxia tricarinata* REUSS. Además son frecuentes los restos de microfósiles, principalmente de Ammonites, entre los que se ha clasificado: *Texanites texanus* ROEMER, Gasterópodos y Lamelibranquios. La microfauna de los niveles margosos está integrada por las siguientes especies de Foraminíferos y Ostrácodos: *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana tricarinata* (QUEREAU), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER), *Pseudovalvulineria costata* (REUSS), *Lituola irregularis* (ROEM.), *Verneuilina limbata* REUSS, *Barkerina barkerensis* FRIZZ. y SCHW., *Idalina antiqua* D'ORB., *Bairdia* cf. *alexandrina* y *Krithe* sp.

El tramo superior ( $C_{24}^{1-2}$ ) es, a su vez, cambio lateral del inferior, pudiendo situarse directamente encima de las calizas del Coniaciense-Santoniense Inferior en la región sur-oriental de la Hoja (en Ribera) o sobre el tramo de alternancias (Quintanilla y Rosío).

Se define por un conjunto de margas amarillentas y grisáceas con abundante fauna, tanto macro (*Micraster coranguinum* AGAS, *Micraster corbaricus* LAMB., *M. cortestudinarium* GOLOF, *Texanites texanus* ROEM., *Pterocera supracretacea* SOW., *Isocardia pyrenaica* D'ORB. y *Pycnodonta vesicularis* (LAM.)), como microfauna entre la que se destaca: *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ), *Globotruncana concavata* (BROTZ), *Globotruncana fornicata* PLUMM., *Marginulina trilobata* D'ORB. y *Clavulinoides aspera* CUSHM. Hacia la parte media de las margas se localiza una intercalación de bancos de calizas arcillosas (biopelmicritas e intrabiomicritas) (c) en la que aparecen, hacia su mitad, los primeros ejemplares de *Lacazina elongata* MUN-CHALM, junto a secciones de *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM y *Rotalia* cf. *reicheli* HOTT. Esta intercalación de calizas ha sido cartografiada en la banda situada al sur de Quintanilla y en el borde NE. de la Hoja, pudiendo llegar a alcanzar unos 100 m. de potencia (zona de Ribera).

La potencia de esta unidad aumenta hacia las regiones surorientales de la Hoja (Ribera), donde supera los 300 m., mientras que en la zona centro-oriental de la Hoja (serie de Quintanilla) es del orden de los 210 m. En la literatura regional es frecuente que a este tramo se le designe como «margas del *Micraster*».

### 2.3.11 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR ( $C_{24}^{2-3}$ , $C_{24}^3$ y $C_{C_{24}}^3$ )

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

Se presenta casi siempre muy karstificado y sus espesores varían entre 130 y 150 m.

Su estudio en esta Hoja se ha realizado a partir de las secciones de Tesla y Quintanilla.

Está constituido por biopelmicritas, biointramicritas y biomicrorruditas, en las que se han reconocido, además de *Lacazina elongata* MUN-CHALM., los siguientes microfósiles: *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Dictyopsella killani* MUN-CHALM., *Dicyclina schlumbergeri* MUN-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Minouxia* cf. *lobata* GENDROT, *Cyclopsinella steinmanni* (MUN-CHALM.), *Cuneolina pavonia* D'ORB. y *Ammobaculites lagenabis* (ROEMER).

Hacia el borde oriental de la Hoja, en el contacto con la de Orduña, el techo de esta unidad se hace cada vez más alto estratigráficamente, hasta incluir totalmente al Santoniense.

Por encima de este tramo se apoyan de 40 a 80 m. de margas más o menos calcáreas ( $C_{23}^3$ ) con Ostreidos, Lamelibranquios y *Monolepidorbis doniensis* (HOFKER), *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Martiguesia* cf. *cyclammini-formis* MAYNC, *Pseudocyclammina massiliensis* MAYNC, *Gaudryina laevigata* FRANKE, *Marssonella trochus* D'ORB., *Globotruncana ventricosa* (sensu BROTZ), *Globotruncana concavata* (BROTZ), *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Marginulina trilobata* REUSS, *Goupillaudina* cf. *lecointrei* MARIE y *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALMER).

Finalmente, en la región comprendida entre Quintanilla y Rosío, sobre el tramo de margas mencionado en el párrafo anterior existe un segundo nivel de calizas arenosas (intrabiointramicritas) ( $C_{C_{24}}^3$ ) con *Lacazina* y microfauna idéntica a la mencionada en los niveles del Santoniense Medio y Superior. La potencia de este tramo puede llegar hasta valores de más de 200 m.

### 2.3.12 SANTONIENSE SUPERIOR - CAMPANIENSE ( $C_{24-25}^3$ )

La potencia de esta unidad medida en la sección de Tesla es próxima a los 200 m., aumentando considerablemente en el borde nor-oriental del Sinclinal de Medina, donde en la columna de Quintanilla alcanza los 300 m. Este aumento de espesor va acompañado de una reducción de potencia de la unidad que se describe en el siguiente apartado.

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

La microfauna encontrada en la mayor parte de la unidad ha sido: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Spirapertolina almelai* CIRY, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Minouxia lobata* GENDROT, *Dicyclina schlumbergeri* MUN-CHALM., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM. y *Spirocyclus choffati* MUN-CHALM. (emend. MAYNC). Esta microfauna indica una edad Santoniense Superior para casi todo el tramo. Sólo en el techo del mismo hay un nivel de calizas blanquecinas con Hippuritidos y Ostreidos que corresponden al Campaniense bajo.

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

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

La potencia es variable, habiéndose medido un máximo de 140 m. en la sección de Tesla. En Quintanilla se reduce considerablemente, llegando a desaparecer a unos 4 km. al sur de esta localidad, bajo las dolomías arenosas del Maastrichtiense.

Generalmente estas arcillas son muy pobres en fauna, si bien localmente se han encontrado algunos Ostrácodos de *habitat* lacustre a transicional (*Leguminocythereis*, *Cytherelloidea*) junto a *Valvulina* sp. y dientes de peces.

### 2.3.14 SANTONIENSE SUPERIOR - CAMPANIENSE MEDIO (C<sub>24-25</sub><sup>3-2</sup>)

Esta unidad, junto a la que se describirá en el apartado siguiente, se extiende en el borde oriental de la Hoja (zona de Bóveda) pasando a la de Orduña, donde se definía como Campaniense Inferior y Medio, ya que su base se hace más antigua hacia el Oeste.

Es un conjunto formado por una alternancia de margas grises y blanco amarillentas arenosas, con intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas y biopelmicritas) en bancos de 0,10 a 0,30 m. muy arrifionados y con estratificación difusa debido al intenso lajeado de las margas.

Esta unidad cartográfica tiene en la Hoja de Orduña unos 60 m. de potencia, aumentando la misma en dirección NO. y disminuyendo en la SE.

En la citada Hoja de Orduña se reconocieron: *Globotruncana* cf. *tricarinata* (QUEREAU), *Globotruncana* cf. *foenicata* PLUMMER, *Goupillaudina lecointrei* MARIE, *Rotalia reicheli* HOTT., *Sulcoperculina* aff. *cubensis* (PALM.), *Pseudovalvulineria costata* (BROTZ) y *Gaudryina rugosa* D'ORB. En los tramos inferiores existentes en la Hoja de Medina contiene todavía *Lacazina elongata* MUN-CHALM., lo que justifica la edad Santoniense Superior asignada a su base.



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

Aflora también en el borde oriental de la Hoja (zona de Bóveda), en forma de franja con dirección NO.-SE. La unidad cartográfica ha sido estudiada con detalle en la Hoja de Orduña, donde tiene una potencia de unos 100 m., aumentando la misma en la dirección NO., hacia la Hoja de Medina.

Está constituida por una alternancia de arenas y areniscas poco cementadas de tonos grisáceos, amarillentos y rojizos, calcáreas y constituidas por cuarzo y feldespatos potásico. Se intercalan algunos paquetes margosos y calizos (biomicritas) donde se han podido identificar, en la Hoja de Orduña, *Orbitoides tissoti* SCHLUMB., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Sulco-perculina* aff. *cubensis* (PALM.) y *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.).

### 2.3.16 MAASTRICHTIENSE (Cd<sub>26</sub> y C<sub>26</sub>)

En los dos flancos del Sinclinal de Medina (secciones de Tesla y Quintanilla) termina el Cretácico Superior por medio de un nivel de dolomías, generalmente arenosas, de tonos amarillentos y azoicos (Cd<sub>26</sub>). Su potencia varía entre 20 m. (serie de Tesla) a 40 m. (Quintanilla). Son evidentemente equivalentes de las calizas con Orbitoides existentes en el área de Bóveda, que se describen a continuación.

El Maastrichtiense calizo con Orbitoídeos (C<sub>26</sub>) aflora en el borde oriental de la Hoja, extendiéndose hacia la de Orduña. Son calizas y calcarenitas arenosas (biomicritas), de tonos blanco-amarillentos y rojizos, con juntas margosas de los mismos colores. En la base de la unidad son más frecuentes las juntas margosas, haciéndose el conjunto más masivo hacia arriba.

En las secciones levantadas en la Hoja de Orduña se han medido 30 m. de serie, que se caracteriza por contener Orbitoídeos, entre los que se han reconocido: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepidorbitoides socialis* (LEYM.) y *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK.

La potencia de la formación disminuye en la dirección SE., hacia la Hoja de Orduña.

## 2.4 TERCIARIO MARINO

El Terciario marino de la Hoja incluye el Paleoceno y Eoceno Inferior (Ilerdiense). Se extiende, adosado al Cretácico Superior, en dos franjas situadas en ambos flancos del Sinclinal de Villarcayo-Medina, y con menor extensión en el borde oriental de la Hoja, sobre el flanco nororiental del anticlinal de Lahoz.

El Terciario marino de la región, en general, ha sido anteriormente estudiado entre otros autores por RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945), los autores

de la Hoja en su primera edición (ALMELA, RIOS y MUÑOZ) (IGME, 1953), MANGIN (1959-60) y RAMIREZ DEL POZO (1973).

Para el estudio de la estratigrafía del Terciario marino se han levantado las series de Tesla-N. y Quintanilla, situadas respectivamente en los flancos SO. y NE. del Sinclinal de Medina.

#### 2.4.1 DANIENSE - MONTIENSE - THANETIENSE (T<sub>11-13</sub><sup>A</sup>)

Está constituido por un conjunto de calizas y dolomías blanquecinas, sacaroides, vacuolares, con niveles de margas arcillosas verdosas y margas dolomíticas algo arenosas.

En la sección de Quintanilla la unidad calizo-dolomítica tiene un espesor de 280 m., pudiendo distinguirse, a grandes rasgos, tres tramos con litología y microfacies diferentes. En la parte baja son microdolomías, en ocasiones pseudoolíticas con algunas secciones de *Valvulina* cf. *triangularis* D'ORB., *Valvulina* sp., *Ataxophragmiidae* sp., restos de Moluscos y Ostrácodos. Hacia la mitad del tramo hay unos 100 m. de calizas microcristalinas arenosas en algún nivel (biomicritas y biopelmicritas) con *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Distichoplax biserialis* (DIETR.), *Lithothamnium* sp., *Lithoporella melobesoides* ELLIOT., *Lithophyllum* sp., *Cuvillierina eocenica* DEBOURLE, *Quinqueloculina* sp., *Anomalina* sp. y *Rotalia* cf. *trochideformis* LAM. Finalmente el tercer tramo, que comprende los 40 m. superiores, está formado por margas calcáreas y calizas de tonos amarillentos y claros (biomicritas) con *Glomalveolina primaeva* REICH., *Glomalveolina* cf. *primaeva ludwigi* REICH., *Rotalia* cf. *trochideformis* LAM., *Glomospira* sp. y *Cibicides* sp. Por las microfacies, los tres tramos citados pueden asignarse, respectivamente, al Daniense, Montiense y Thanetiense.

En la Sierra de Tesla el espesor es mucho más reducido, no sobrepasando todo el conjunto los 40 m., al tiempo que presenta una dolomitización muy intensa, lo que impide llevar a cabo subdivisiones cronoestratigráficas.

#### 2.4.2 THANETIENSE (T<sub>13</sub><sup>A</sup>)

Completa el Paleoceno un delgado tramo de 40 a 60 m. de arenas de cuarzo con algunas intercalaciones de arcillas arenosas y niveles microconglomeráticos entre las arenas. Todo el tramo es azoico, aunque puede definirse su edad por comparación con series equivalentes de regiones más orientales (en la provincia de Alava) que contienen *Glomalveolina primaeva* REICH.

Como en todos los niveles del Paleoceno, los espesores son mayores en el flanco NE. del Sinclinal de Medina (60 m. en Quintanilla) que en el SO. (30 m. en Tesla).

### 2.4.3 EOCENO INFERIOR (ILERDIENSE) (T<sub>21</sub><sup>Aa</sup>)

Los últimos niveles del Terciario marino que afloran en la Hoja de Medina de Pomar corresponden a un tramo de calcarenitas bioclásticas con Alveolinas, frecuentemente canterables, que se encuentran total o parcialmente recubiertas discordantemente por diferentes niveles del Terciario continental.

Las calcarenitas son de tonos blanquecinos o rosados, estratificadas en bancos de 40-60 cm., pudiendo presentarse dolomitizadas especialmente los tramos inferiores. Como en el caso del Paleoceno, el espesor es mayor en los cortes del flanco NE. del sinclinal (140 m. en Quintanilla) que en los que pueden levantarse en el flanco SO. (70 m. en Tesla-N.).

Son siempre biomicritas o biointramicritas con: *Alveolina corbarica* HOTTINGER, *A. decipiens* SCHWAGER, *Alveolina* cf. *leupoldi* HOTT., *Alveolina trempina* HOTT., *Alveolina aragonensis* HOTT., *Glomoalveolina lepidula* SCHWAGER, *Alveolina* cf. *piper* HOTT., *A. varians* HOTT., *Orbitolites ibericus* LEHMAN, *Orbitolites* cf. *latimarginalis* LEHMAN, *Nummulites exilis* H. DOUV., *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURLE y *Rotalia* cf. *trochideformis* LAM.

## 2.5 TERCIARIO CONTINENTAL

Aflora ampliamente en el sinclinal de Villarcayo-Medina, que con dirección NO.-SE. atraviesa la Hoja. Comprende una serie de niveles o tramos separados en la cartografía, cuyas edades van desde el Eoceno al Mioceno.

El Terciario continental de la región ha sido estudiado por los mismos autores que se han citado en el estudio del Terciario de facies marina.

Para la separación de facies y subdivisión cronoestratigráfica se han levantado las secciones de Tesla-N. (X: 615.596; Y: 915.895), Criales (X: 629.995; Y: 923.690), Barriosuso (X: 613.360; Y: 932.495) y Medina de Pomar (X: 616.365; Y: 923.095).

### 2.5.1 EOCENO INFERIOR (T<sub>c22</sub><sup>Aa</sup>)

Aflora solamente en el flanco SO. del sinclinal, en la Sierra de Tesla, donde se apoya discordantemente sobre las calizas de Alveolinas del Ilerdiense. Falta en todo el flanco NE. del sinclinal y en el ángulo NO. de la Hoja, donde aparece el Terciario continental cortado por los materiales diapíricos del Triásico.

En el corte de Tesla-N., con afloramientos muy cubiertos, está definido por unos 40 m. de areniscas microconglomeráticas, arenas y pasadas de arcillas arenosas verdes y rojizas. Todos los materiales son azoicos, asignándose su edad de acuerdo con las formaciones infra y suprayacentes.

### 2.5.2 EOCENO MEDIO-SUPERIOR (T<sub>C2-2</sub><sup>Ab-Ac</sup>)

Este tramo cartográfico se extiende exclusivamente en el flanco SO. del sinclinal y en la zona del diapiro de Rosío (borde NO. de la Hoja). En esta última localización el afloramiento es muy reducido, desapareciendo por discordancia bajo los materiales del Mioceno lacustre.

En todo el borde NE. del sinclinal no aflora tampoco por estar siempre recubierto discordantemente por los materiales detríticos del Oligoceno o por los lacustres del Mioceno.

Es, por tanto, en el flanco SO. del sinclinal donde se presenta completa la unidad (serie de Tesla-N., con 230 m. de espesor), que aumenta de potencia hacia el NO., siendo apreciable este aumento en los alrededores de Villarcayo, fuera de la Hoja de Medina. Afloran de manera parcial, por efecto de los abundantes recubrimientos, calizas pisolíticas algales y margas verdosas, localmente abigarradas con esporádicas intercalaciones de calizas pisolíticas y algales. En series levantadas en la Hoja de Villarcayo, las margas han dado una microflora de oogonios de Characeas, entre las que se han determinado: *Harrisichara* cf. *squarrulosa* GRAMB., *Harrisichara* cf. *vasiformis* (REID y GROVES), *Harrisichara lineata* GRAMB., *Raskyella* cf. *pecki* GRAMB. y *Maedleriella* aff. *mangenoti* GRAMB., que definen la edad asignada al tramo cartográfico.

### 2.5.3 EOCENO SUPERIOR (T<sub>C2</sub><sup>Ac</sup>)

Sólo está representada esta unidad en el flanco SO. del sinclinal, faltando en su flanco NE. y en el borde norte de la Hoja (alrededores del diapiro de Rosío).

En la sección de Tesla-Norte hay unos 40 m., muy cubiertos, de arcillas calcáreas rojizas y areniscas, que hacia el Norte, en la Hoja de Villarcayo y serie del mismo nombre, llegan a alcanzar 250 m., conteniendo *Harrisichara lineata* GRAMB., que justifica la edad eocena asignada a la unidad.

### 2.5.4 OLIGOCENO (CONGLOMERADOS) (Tc<sub>g3</sub><sup>A</sup>)

Regionalmente, esta unidad se apoya discordantemente sobre distintos términos inferiores, sobre todo en el flanco NE. del sinclinal. En los alrededores del diapiro de Rosío falta, estando recubierta bajo la discordancia de los niveles lacustres del Mioceno Inferior.

En el corte de Tesla - Norte, son areniscas microconglomeráticas friables, con cantos silíceos y/o calcáreos de diámetro máximo hasta de 7 cm. Los bancos son lenticulares, con estratificación cruzada de bajo ángulo, huellas de carga, etc. Entre ellos se intercalan capas de areniscas de grano medio

a grueso, y paquetes de arcillas margosas ocreas, fragmentables, con Gasterópodos. El espesor de la unidad es de unos 65 m. en el mencionado corte.

#### 2.5.5 OLIGOCENO (ARENISCAS) (Ta<sub>3</sub><sup>A</sup>)

Termina el Oligoceno con una unidad de unos 40 m. de espesor, que se compone principalmente de arcillas margosas ocreas y areniscas algo calcáreas, de grano medio, subanguloso. Dominan ampliamente los niveles arcillosos, en los que no se han encontrado microfósiles. Esta unidad, que sólo está representada en el flanco SO. del sinclinal, es posible que sea un cambio lateral del tramo de conglomerados inferiores.

#### 2.5.6 MIOCENO INFERIOR (T<sub>c11-12</sub><sup>Ba-Bb</sup>)

Comienza el Mioceno en la Hoja de Medina de Pomar por una unidad que tiene como característica principal su carácter lacustre.

Esta unidad es «extensiva» en la Hoja de Medina, así como en las de Villarcayo y Miranda de Ebro. Así, en el flanco NE. del sinclinal y en los alrededores del diapiro de Rosío, llega a apoyarse sobre términos más antiguos del Terciario continental, e incluso del marino o, muy localmente, del Cretácico Superior.

Los espesores medidos han sido de unos 350 m. en la serie de Barriosuso (cerca del borde del diapiro), de unos 320 m. en Criales (flanco NE. del sinclinal) y de más de 330 m. en Tesla-N. (flanco SO. del sinclinal).

La litología es de calizas blanquecinas microcristalinas (dismicritas o biomicritas algales), con intercalaciones de margas con tonos predominantemente blanquecinos, ocreas y rosados. En el conjunto pueden intercalarse areniscas calcáreas de grano fino a medio subanguloso.

En las láminas delgadas se observan abundantes restos algales, y de Charáceas, así como fragmentos de Gasterópodos, mientras que las margas contienen Ostrácodos y Charáceas, entre los que se destacan: *Sphaerochara hirmeri* var. *longiuscula* GRAMBAST, *Sphaerochara minutissima* GRAMBAST, *Tectochara meriani* L. y N. GRAMBAST, *Rhabdochara* cf. *langeri* ETTIN, *Chara* cf. *cylindrica* GRAMBAST y *Cypridopsis kinkelini* LIEN.

Los microfósiles mencionados definen una edad del Mioceno Inferior, aunque no se puede descartar la posibilidad de que la base de la unidad lacustre pertenezca al Oligoceno más alto (Chattiense).

En los bordes del diapiro de Rosío, este conjunto lacustre pasa lateralmente a conglomerados calcáreos, observándose ya algunas intercalaciones conglomeráticas entre las calizas, en las localidades de Barriosuso y Villamor.

### 2.5.7 MIOCENO INFERIOR E INFERIOR MEDIO ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ , $T_{cg_{c12-11}}^{Ba-Bb}$ , y $T_{c12}^{Ba}$ )

Sobre la serie lacustre descrita en el apartado anterior, se apoya discordantemente una serie de términos detríticos-terrágenos que se han separado en la cartografía según su carácter litológico.

En el borde suroccidental del sinclinal, la litofacies viene definida por una monótona alternancia de arcillas rojizas y ocreas con areniscas dispuestas en relleno de paleocanales ( $T_{c12-11}^{Ba-Bb}$ ). Las areniscas están constituidas por un 25 a 40 por 100 de cuarzo, feldespatos potásicos en proporción media del 10 por 100, fragmentos de rocas calizas, normalmente provenientes del Paleoceno o Cretácico Superior, en porcentajes del 25 al 30 por 100 y hasta un 40 por 100 de cemento calcáreo. Las muestras deben considerarse siempre como azoicas, ya que los microfósiles existentes son resedimentados del Cretácico Superior.

En el flanco NE. del sinclinal se apoya, en discordancia sobre las calizas lacustres del Mioceno Inferior, un conjunto de arcillas con algunas intercalaciones de conglomerados calcáreos ( $T_{c12}^{Ba}$ ), separándose hacia arriba un tramo en que predominan los conglomerados calcáreos sobre las arcillas, de tonos rojizos dominantes ( $T_{cg_{c12-11}}^{Ba-Bb}$ ). Los conglomerados presentan en algunos bancos los cantos imbricados. Son muy heterométricos, predominando los de tamaño próximo a los 10/20 cm. de diámetro, siendo la base de los bancos de tipo erosivo. Como es característico de estas litologías, no se han encontrado microfósiles, viniendo dadas sus edades de acuerdo con la del infrayacente lacustre y el suprayacente que, como se indicará en el apartado 2.5.9, debe corresponder al Mioceno Superior por su carácter subhorizontal y discordante.

Los pasos laterales entre las tres litologías definidas son muy acusadas, como queda reflejado en la cartografía.

### 2.5.8 MIOCENO INFERIOR A MEDIO (FACIES DE CONGLOMERADOS)

( $T_{c11-11}^{Ba-Bb}$ )

En las proximidades del diapiro de Rosío, el tramo lacustre del Mioceno Inferior ( $T_{c11-12}^{Ba-Bb}$ ) pasa a conglomerados calcáreos, idénticos a los del Mioceno Inferior-Medio descritos en el apartado anterior, por lo que ha sido necesario agrupar a ambos conjuntos en una sola unidad cartográfica. Este conjunto conglomerático constituye, en su conjunto, una discordancia progresiva.

### 2.5.9 MIOCENO SUPERIOR ( $T_{c1}^{Bc}$ )

Completa la serie del Terciario continental de la cubeta de Villarcayo-

Medina, en la zona axial del sinclinal y discordantemente sobre los términos anteriormente descritos, una serie de conglomerados calcáreos, de tonos blanquecinos, más masivos que los inferiores y con cantos más gruesos, ya que predominan los de 30 a 40 cm. de diámetro. La matriz es de arenisca gruesa a microconglomerática y el cemento calcáreo. Alternan con margas arenosas de tonos ocre y blanquecinos. Se asignan al Mioceno Superior por su disposición subhorizontal y por comparación con otros tramos semejantes en la cuenca de Miranda de Ebro.

## 2.5 CUATERNARIO

### 2.5.1 PLEISTOCENO ( $Q_1G$ , $Q_1T_1$ , $Q_1T_2$ y $Q_1T_3$ )

A lo largo del borde NE. de la Sierra de Tesla, se cartografían importantes depósitos de bloques y gravas angulosos, en matriz areno-arcillosa, que representan *glacis* ( $Q_1G$ ), actualmente en fase de erosión. Localmente, y como consecuencia de los coluviones de ladera, estos depósitos de glacis aparecen enmascarados, haciéndose dudosa su identificación.

Se han separado tres niveles de *terrazas* ( $Q_1T_1$ ,  $Q_1T_2$  y  $Q_1T_3$ ) pertenecientes a los ríos Nela y Trueba, cuya altura actual sobre el nivel del río es de unos 5-7, 10-12 y 15-18 m.

Se trata de gravas mal graduadas englobadas en una matriz limo-arcillosa, con lentejones de arenas.

### 2.5.2 HOLOCENO ( $Q_2C$ y $Q_2A1$ )

Sólo se han representado en la cartografía los depósitos *coluviales* ( $Q_2C$ ) localizados, preferentemente, en los extremos oriental y occidental de la Hoja. Se trata de recubrimientos bastante frecuentes, dadas las fuertes pendientes existentes en la región, aunque sólo se han reflejado en la cartografía los de mayor importancia y extensión.

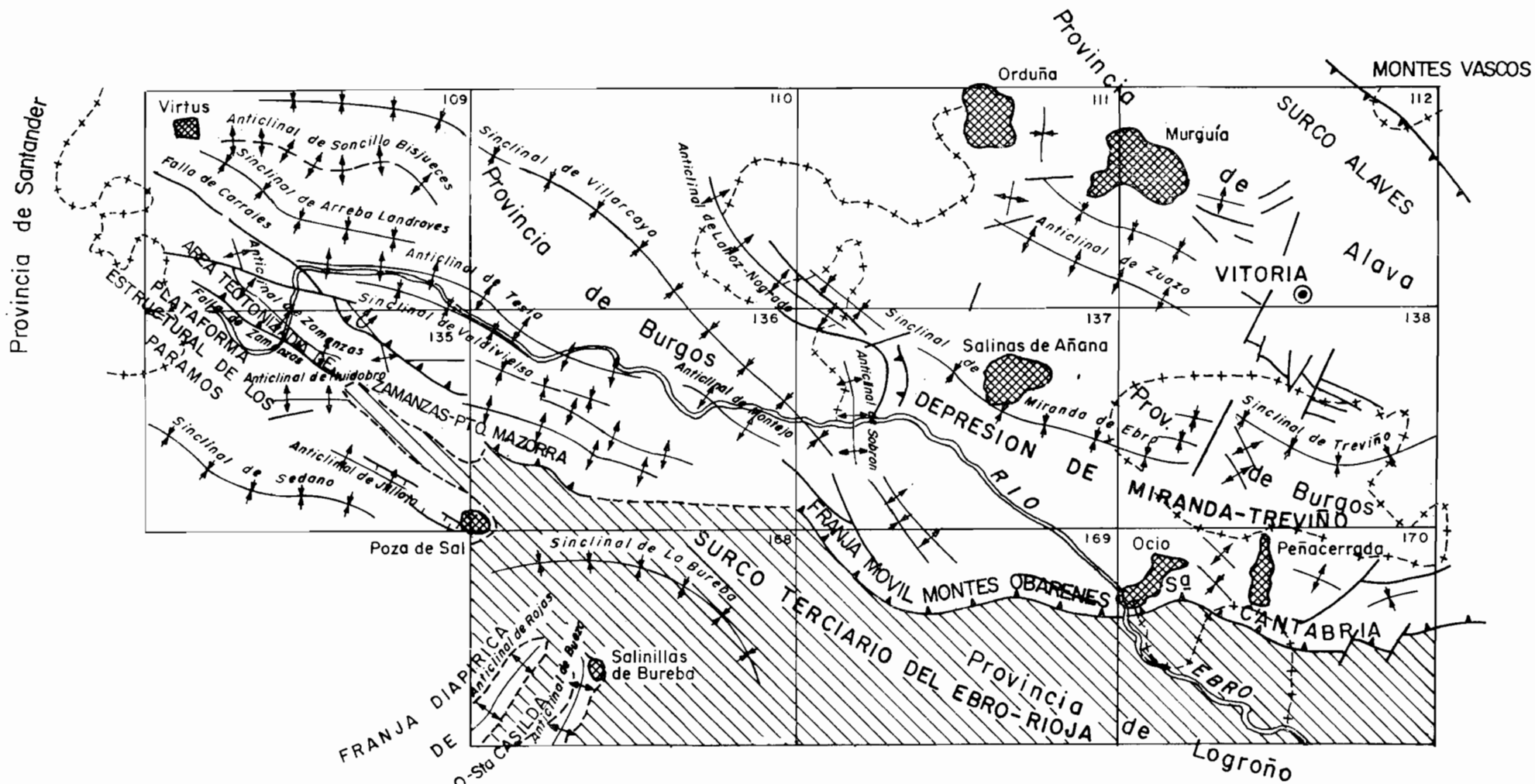
Los depósitos *aluviales* ( $Q_2A1$ ) se extienden en los valles de los ríos, y están constituidos por gravas muy heterométricas y heterogéneas con abundante matriz areno-arcillosa.

## 3 TECTONICA

### 3.1 TECTONICA REGIONAL

Las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en movimientos epigénicos, con rejuvenecimiento del relieve de los macizos emergidos y la correspondiente mi-

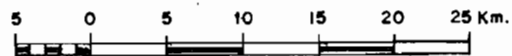
# MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



## LEYENDA

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

## ESCALA





gración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico.

A continuación hay una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, interrumpida por la fase Aústrica, que produce un nuevo rejuvenecimiento de los relieves emergidos, originando una intensa 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 la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas?), y expansión (traslape) de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente, como consecuencia de esta fase tectónica se inicia una cierta actividad diapírica (intumescencias), en los diapiros de la región (Maestu, Rosío, Murguía, Virtus, etc.).

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

De modo general puede decirse que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es al final del Eoceno (F. Pirenaica), y durante el Oligoceno y Mioceno cuando tiene lugar 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 (con dirección ONO-ESE. y NO-SE.) los pliegues, cabalgamientos y fallas principales y desarrollándose el diapirismo.

La citada Fase Pirenaica, produce una importante discordancia entre los conglomerados basales del Oligoceno y las series anteriores. El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Mioceno de facies continental (O. RIBA, 1956 y 1961), 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 y detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco. Existen discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense, y Burdigaliense y

Aquitaniense producidas por la acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sávica y Staírica.

En la cuenca de Miranda de Ebro, 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.

El carácter asimétrico de la sedimentación es común a todas las cubetas del Terciario Continental (Oligoceno-Mioceno) de la parte suroccidental de la Cuenca Cantábrica.

A modo de resumen se puede indicar que el plegamiento fundamental, con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.), tiene lugar durante la Fase Pirenaica y después, de modo paulatino, durante el Oligoceno y Mioceno pudiendo detectarse localmente las fases Sávica 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».

### 3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

La Hoja se sitúa, desde el punto de vista estructural, en la zona de tránsito entre el «monoclinal del Surco Alavés» y la Franja Tectonizada de Zamanzas-Puerto de la Mazorra-Montes Obarenes-Sierra de Cantabria. Dicha «Franja» tiene su origen más inmediato en la acumulación salina motivada por la migración lateral del Keuper, desde las zonas subsidentes del centro de la Cuenca hacia los bordes de la misma, en donde existía menor carga de sedimentos.

Se pueden distinguir de Noreste a Suroeste las siguientes unidades estructurales:

- Zona monoclinial de Losa
- Anticlinal de Lahoz
- Diapiro de Rosío
- Sinclinal de Villarcayo-Medina de Pomar
- Anticlinal de Tesla

#### *Zona monoclinial de Losa*

Se sitúa al noreste de la Hoja. Los materiales pertenecientes al Cretácico Superior (Coniaciense a Maastrichtiense), Paleoceno y Eoceno se presentan suavemente inclinados hacia el Sur con buzamientos menores de 20 grados. Desde esta zona hacia el Norte la potente serie subsidente del Cretácico del Surco Alavés presenta idénticas características a las descritas, manteniéndose su buzamiento sur hasta llegar al núcleo del Anticlinal Viz-

caino. Esta disposición estructural da origen a una morfología en «crestas» sucesivas dada la alternancia de materiales duros y blandos. En la parte oriental de la Hoja la zona monoclinal de Losa enlaza con el «Anticlinal de Lahoz» mediante el cierre periclinal sinclinal existente en la región de Bóveda con inmersión del orden de 10 grados hacia sureste.

#### *Anticlinal de Lahoz*

Es un pliegue alargado de dirección NO-SE., cuyas dimensiones son  $23 \times 5$  kilómetros, prolongándose fuera del ámbito de la Hoja hacia la zona de Nograro (Hoja 21-08, Miranda de Ebro). Los flancos se desarrollan sobre las calizas del Coniaciense Medio-Santoniense Inferior y sobre el Cenomaniense en el área de S. Zadornil (Hoja 21-08). El flanco Norte es más abrupto (subvertical en algunos puntos) que el Sur (máximo de  $45^\circ$ ). Cierra periclinalmente, con suaves buzamientos, hacia el noroeste en el valle de Losa al mismo tiempo que el eje tuerce hacia el Norte. En el núcleo existe un sistema de fallas de dirección dominante E.-O. que no llegan a afectar a las calizas coniacienses. Estas fallas son arqueadas y hunden progresivamente el flanco Norte; por su dirección parecen no estar ligadas al plegamiento, por lo que puede pensarse en reactivación de accidentes más antiguos.

El anticlinal de Lahoz-Nograro ha constituido un alto paleogeográfico por la actividad halocinética del Keuper que levantó su cobertera mesozoica antes del plegamiento regional. Así se produjo la primitiva vergencia hacia el NE, con tendencia hacia verticalidad local del flanco septentrional. La tectónica tangencial no hace más que acentuar la estructura de origen diapírico.

#### *Diapiro de Rosío*

Ocupa una amplia zona que se extiende desde la vecina Hoja de Villana de Mena (20-06) hasta el paralelo de Medina de Pomar.

Se trata de una extrusión de materiales plásticos del Keuper, en la que son muy abundantes los bloques caóticos de carniolas y ofitas. Perfora materiales que van desde el Cretácico Inferior hasta el Mioceno. La chimenea diapírica se sitúa al norte de la falla de Barriosuso-Rosío-Návagos. Los materiales plásticos del Keuper rebosan el ámbito de su extrusión, extendiéndose hacia el Sur llegando a cubrir conglomerados terminales del Mioceno.

La reducción de potencia de las series del Cretácico Inferior y Superior hacia el diapiro es un indicio de la actividad inicial diapírica, con formación de un alto local. La fuerte inclinación e incluso verticalización de los conglomerados marginales del diapiro (Mioceno Inferior), testimonian la fuerte actividad extrusiva en esta época que continúa con una fase de desbordamientos durante el Mioceno Medio.

### *Sinclinal de Villarcayo - Medina de Pomar*

Ocupa prácticamente la mitad de la Hoja comprendida al suroeste de la diagonal NO.-SE. de la misma. Se trata de una cubeta sinclinal, cuyo eje se alarga en dirección NO.-SE., que se extiende también en las vecinas Hojas de Villarcayo (19-07) y Oña (20-08). La cubeta está rellena por materiales desde el Paleoceno al Mioceno, que la colmatan. Los buzamientos son suaves en sus flancos, y el desplazamiento del eje de subsidencia de Sur a Norte durante la sedimentación ha dado a la estructura una asimetría respecto a su eje, que está desplazado bastante hacia el Norte, con relación a la paralela media entre los bordes.

### *Anticlinal de Tesla*

En el ángulo SO. de la Hoja, se desarrolla una estructura anticlinal cilíndrica, cuyo flanco Sur (fuera de la Hoja) está invertido y cabalga por medio de una falla inversa. Desde el núcleo, en que afloran materiales del Keuper, y hacia el NE. el flanco N. comprende los materiales mesozoicos y de Eoceno que forman los relieves de la Sierra de Tesla. Cerca del eje, de dirección NO.-SE., una falla paralela a él hunde la mayor parte del flanco N. del anticlinal.

## **4 HISTORIA GEOLOGICA**

Para la redacción de este apartado se tienen en cuenta tanto los datos obtenidos en la realización de la Hoja de Medina de Pomar como los derivados de la ejecución de diversas Hojas próximas en la Cuenca Cantábrica (también estudiadas por Compañía General de Sondeos, S. A.), los disponibles en la bibliografía regional y la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos, realizados por diferentes compañías investigadoras. De esta manera se obtiene una visión amplia de la paleogeografía de gran parte de la Cuenca Cantábrica, particularizada en cada caso, para la Hoja objeto de la Memoria.

El Paleozoico posthercínico y, en parte, el Buntsandstein se depositaron en las zonas deprimidas, rellenando el paleorrelieve configurado sobre los materiales hercínicos. El Muschelkalk no aparece en sus facies características en esta zona de la Cuenca, lo que debe interpretarse bien como una falta de depósito o como que durante esta época continuó la sedimentación con facies molásicas semejantes a las del Buntsandstein o con facies evaporíticas idénticas al Keuper.

A continuación se produjo la «transgresión» del Keuper arcilloso evaporítico, solapando a los sedimentos anteriores y cuya deposición fue simul-

tánea con la emisión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas). La salinidad del medio fue muy elevada, lo que hacía imposible la presencia de vida (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 (Toarciense).

A finales del Jurásico (Malm) y durante el Cretácico Inferior hasta el Barremiense, tienen lugar las fases Neokimméricas en las que se producen movimientos epirogénicos, y los macizos emergidos (principalmente el Castellano y del Ebro) se erosionan intensamente depositándose las series terrígenas de las F. Purbeck (Malm-Valanginiense Inferior-Medio) y Weald (Valanginiense Superior-Barremiense).

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 las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitentemente y alternante, lo que permitía esporádicas colmataciones y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etc.). En la zona noroccidental de la Cuenca Cantábrica (Cubeta Santanderina) se deposita una serie fundamentalmente terrígena, con episodios salobre lacustres localizados, durante el Portlandiense y Berriasiense, produciéndose una invasión del mar durante el Valanginiense Inferior y Medio, con depósitos de carácter litoral, a la que sigue la potente serie detrítico-terrígena de la Facies Weald.

En el área ocupada por la Hoja de Medina de Pomar y zonas próximas se produce la regresión general como consecuencia de la citada fase Neokimmérica, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos, con delimitación de surcos con sedimentación y umbrales en los que se erosionaba el Jurásico marino. Esta disposición de altos y bajos paleogeográficos fue alterada numerosas veces a lo largo del Malm y Cretácico Inferior. Los afloramientos de F. Purbeck de la zona estudiada corresponden a un alto paleogeográfico con erosión parcial del Jurásico marino, sobre el que se deposita transgresivamente el Valanginiense Inferior y Medio en facies costera. La F. Weald de la Hoja es esencialmente terrígena en la base, con elementos gruesos conglomeráticos, mientras que el techo Barremiense

es fundamentalmente arcilloso, lo que contrasta fuertemente con la Cubeta Santanderina, en la que el Barremiense es arenisco y conglomerático. Este hecho debe interpretarse en función de una reducción del aporte terrígeno para esta época en relación con los entrantes y salientes antes mencionados (surcos y umbrales), creándose zonas protegidas de los aportes del continente, en los que incluso puede haber deposición de calizas algales de facies lacustre (Pino de Bureba y Barcina de los Montes, en la Hoja 20-08, Oña).

Durante 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 biostrómicamente 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, pasa progresivamente a una sedimentación no marina, clásica terrígena formada por arcillas varvadas, arcillas lignitíferas, calizas arenosas y areniscas microconglomeráticas. Hojas de Villarcayo (19-07), Sedano (19-08) y Oña (20-08). 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 arrecifales.

En la Hoja de Medina de Pomar se sitúa el tránsito entre los dos tipos de sedimentación antes citados, habiéndose encontrado episodios arrecifales intercalados con terrígenos en la zona de Rosío y arcillas lignitíferas y varvadas con calizas arenosas y lentejones de calizas arrecifales o pararecifales en el anticlinal de Tesla.

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. Hacia el Sur y Sureste (Zona de Burgos y Sierra de Cantabria y

parte meridional de la Hoja de Medina de Pomar) se extienden ampliamente los materiales detrítico-terrigenos de la «Fm. arenas de Utrillas» que hacia el noroeste de Burgos se indentan en su parte inferior, con series de areniscas muy conglomeráticas quizá provenientes de la denudación del Macizo Asturiano. Los afloramientos del Albiense Medio y Superior de la zona de Rosío (Hoja de Medina de Pomar) representan el tránsito entre los depósitos de arenas de Utrillas y las facies marinas del norte de la Cuenca.

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 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) iniciándose 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 Medina de Pomar, a partir del Cenomaniense comienza a instaurarse un régimen marino claro, nerítico a litoral, caracterizado por la presencia de calcarenitas bioclásticas con Orbitolina y Praealveolinas. El hiato del techo del Cenomaniense es característico de los bordes de la Cuenca Cantábrica, y muy probablemente se debe a una interrupción de la sedimentación, por lo que puede interpretarse como una condensación de capas, poniéndose de manifiesto en la Sierra de Tesla (Hoja de Medina de Pomar). Ya en el norte de dicha Hoja, durante el Cenomaniense, las condiciones marinas se acentúan, pasándose a un régimen marino abierto de exterior plataforma, y batial en los términos superiores que corresponden a la sedimentación del «Flysch de bolas» caracterizado por la presencia de Ammonites y Foraminíferos planctónicos. Esta facies está muy bien desarrollada en la parte oriental de la Hoja de Espinosa de los Monteros (19-06), donde alcanza grandes espesores debido a la existencia de una subsidencia importante, mientras que en la región Sur-occidental así como en las inmediaciones del diapiro del Rosío, ésta es menor, y se produce el tránsito entre las facies calcareníticas y margosas.

Es característico de gran parte de la zona meridional de la Cuenca Cantábrica el hiato que afecta al Turoniense Medio-Superior y Coniaciense Inferior. Dicha laguna estratigráfica se atenúa progresivamente hacia el Norte

(Surco Alavés). En la Hoja de Medina se ha detectado en la zona del Anticlinal de Tesla, mientras que en la región de Lahoz aparecen ya sedimentos margosos correspondientes a las edades arriba indicadas.

Durante el Turoniense las microfacies de biomicritas y biopelmicritas indican un bajo índice de energía deposicional, propio de medios marinos de cierta profundidad en toda la cuenca.

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

Durante el Santoniense Medio y Superior, las biofacies se caracterizan por no contener formas pelágicas y sí, en cambio, abundantes Foraminíferos bentónicos. Son fundamentalmente calcarenitas (biopelsparitas y biopelmicritas) con *Lacazina*. Es también en el Santoniense Superior cuando se inicia la fase regresiva en esta zona de la provincia de Burgos, depositándose, encima de las calcarenitas y margas, materiales detrítico-terrágenos, con episodios claramente continentales que llegan hasta el Campaniense y Maastrichtiense (F. Garumn.).

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).

Durante el Eoceno Inferior continúa el régimen marino franco (calizas de Alveolinas) para instaurarse de nuevo (a partir del Cuisiense) las fases regresivas. El mar se retira dando lugar a depósitos continentales gruesos con episodios lacustres, como consecuencia de las fases prepirenaicas, que se manifiestan también en el interior de la Cuenca, mediante la discordancia existente entre Luteciense e Ilerdiense marinos de la Sierra de Urbasa (Hoja de Eulate, 23-08).

Al final del Eoceno, los Montes Obarenes, la Sierra de Cantabria y toda la región en general sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamientos 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 la zona de estudio (cuencas de Villarcayo, Medina-Valdivielso (Hojas 19-08 y 20-08). Este plegamiento tuvo su origen en la acumulación de materiales plásticos por migración salina hacia el borde de la Cuenca donde existía menor carga de sedimentos que en el centro de la misma (Surco Alavés).

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la Cuenca del Ebro-Rioja y más de 2.000 m. en la Cuenca de Villarcayo-Medina de Pomar).

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

Comienza el Mioceno en la Cuenca de Villarcayo-Medina de Pomar con una sedimentación de tipo lacustre, traslapante sobre los materiales detríticos inferiores. En esta época se van produciendo los últimos impulsos del plegamiento, dando lugar a la deposición inicial de conglomerados calcáreos con episodios más finos, para pasar, durante el Mioceno Superior, a potentes masas conglomeráticas con cantos provenientes de los macizos mesozoicos.

La Cuenca de Villarcayo-Medina de Pomar y en menor escala la de Valdivielso, tienen una gran semejanza con las de Miranda-Treviño y Ebro-Rioja en cuanto a sus características deposicionales y estructurales, teniendo un acusado carácter asimétrico, debido a la migración paulatina del eje de máxima sedimentación hacia el Norte, al tiempo que se producía el levantamiento de las capas situadas al Sur. En la parte norte de la Hoja, al mismo tiempo que se producía la sedimentación de las distintas unidades del Terciario Continental, se estaba produciendo el levantamiento salino del diapiro de Rosío dando lugar a acunamiento de éstas hacia su borde, así como a espectaculares cambios de facies, a conglomerados calcáreos, producidos por el desmantelamiento local de las series mesozoicas.

El plegamiento que se produce durante el Mioceno tiene un carácter continuo, pudiendo resaltarse algunas reactivaciones del mismo durante las fases Sávica y Staírica.

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

## **5 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1 MINERIA Y CANTERAS**

No se conoce la existencia actual o pretérita de explotaciones mineras

dentro del ámbito de la Hoja. La actividad en el campo del aprovechamiento de materiales canterables es muy reducido.

Los afloramientos del Keuper son los que han proporcionado la mayor parte de las rocas de interés industrial en la zona estudiada. Así, se explotaron ofitas al sur de la Cerca, margas yesíferas al norte de Bóveda de la Ribera, y en Salinas de Rosío se utilizan las aguas salinas de sus manantiales para la obtención de sal por evaporación en estanques adecuados.

Para la extracción de arenas utilizables en la construcción, se explotan canteras ubicadas en niveles del Campaniense, en las localidades de Quintanilla, la Ojada y Covanegra, y del Thanetiense en las proximidades de Urría.

De las calizas sólo han sido aprovechados los niveles del Ilerdiense en Criales y Villamor, y del Santoniense al norte de Calzada.

Son susceptibles de explotación, para utilización como áridos, los numerosos depósitos de terrazas localizados en los márgenes de los ríos Nela y Trueba.

## 5.2 HIDROGEOLOGIA

Por lo que respecta al Mesozoico y Terciario marino de la Hoja, la alternancia de niveles calizos o dolomíticos con tramos margosos define una numerosa serie de acuíferos potenciales, que en la mayor parte de los casos se encuentran drenados por abundantes manantiales de caudal variable.

Por su espesor y permeabilidad debida a fracturación y karstificación, son interesantes las calizas y dolomías del Coniaciense-Santoniense Inferior y los sucesivos niveles de calizas con «Lacazina» del Santoniense, cuyos niveles de base impermeable son las margas turonienses y las margas de «Micraster», respectivamente.

En el flanco norte del Anticlinal de Tesla la fuerte inclinación de las capas hacen muy difícil la captación de los posibles acuíferos contenidos en los niveles antes citados. La «Zona Monoclinal de Losa» se encuentra intensamente drenada por los mantiales que en ella existen. Las áreas más favorables para el posible aprovechamiento de los citados acuíferos mediante sondeos serían el valle de Losa, en el cual se podrían obtener caudales de interés en las calizas coniacienses al NO. del cierre periclinal del Anticlinal de Lahoz y en las calizas de «Lacazina» en las zonas sur-orientales del área sinclinal de Bóveda.

En el diapiro de Rosío existen numerosos manantiales de aguas saturadas en cloruros debido a la presencia de sales en el Keuper.

En el Terciario continental del sinclinal de Villarcayo-Medina de Pomar existen también numerosos manantiales debido a la alternancia de limos-arcillas y conglomerados y/o areniscas con permeabilidad intergranular más

o menos restringida, que hacen probable la captación local de pequeños acuíferos.

Los aluviones y terrazas existentes ofrecen buenas posibilidades para la captación de aguas subterráneas.

### 5.3 PROSPECCIONES PETROLIFERAS

La Hoja reúne características favorables tanto desde el punto de vista estructural como de rocas almacén para la posible existencia de hidrocarburos. Por ello se han realizado los sondeos de Lahoz-1 (X: 636.740; Y: 920.045) y Lahoz-2 (X: 636.185; Y: 921.305) de Petrolífera Ibérica.

En el Sondeo de Lahoz-1, se perforaron:

- 138 m. de margas, calizas margosas y calizas del Turonense Inferior-Cenomaniense Superior.
- 197,5 m. de areniscas con intercalaciones arcillosas y areniscas calcáreas del Cenomaniense Inferior-Albiense Superior.
- 366 m. de areniscas del Albiense Superior.

Este Sondeo se abandonó a los 701 m.

El de Lahoz-2, cortó los siguientes materiales:

- 102 m. de margas, calizas margosas y calizas del Cenomaniense Superior.
  - 1.036,5 m. de areniscas con intercalaciones arcillosas. Cenomaniense Inferior y Albiense.
  - 15 m. de dolomías del Albiense Inferior.
  - 121 m. de areniscas y arcillas. Albiense Inferior.
  - 41 m. de calizas. Albiense Inferior.
  - 93 m. de areniscas y arcillas del Albiense Inferior.
  - 948 m. de arenas del tránsito Albense-Aptiense.
  - 104 m. de calizas del Aptiense Superior.
  - 336 m. de arenas y arcillas de Facies Weald.
  - 1.686,5 m. de arcillas, dolomías, sal gema del Keuper.
- El sondeo perforó un total de 4.136 m.

Recientemente ha sido realizado por Auxini el sondeo de Bóveda (X: 639.235; Y: 922.405) que ha cortado materiales pertenecientes al Santoniense, Coniaciense, Turoniense, Cenomaniense, Albiense, Aptiense, F. Weald, F. Purbeck, Dogger, Lías y Keuper.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, Madrid.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1969).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324 (Inédito)*.
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281, Hetford.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALMELA, A.; LIZAUR, J., y MUÑOZ, C. (1952).—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 110, Medina de Pomar». *Inst. Geol. Min. de España*.
- (1955).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 85, Villasana de Mena». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- ALVARADO, A.; LOPEZ DE AZCONA, J. M., y BARON, L. (1946).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 135, Sedano». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- BATALLER, J. R. (1945).—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, núm. 1, pp. 7-10, Madrid.
- BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Can-

- tabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie)*, t. 12, pp. 504-515.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 14, pp. 405-407.
- CAMPSA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por CAMPSA». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).—«Informe geológico de campo, de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa (inédito)*.
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa (inédito)*.
- (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área nor-occidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *Ciepsa (inédito)*.
- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». *C. G. S. (inédito)*.
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad Hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». *C. G. S. (inédito)*.
- CIRY, R. (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.
- (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretace Inferieur». *Inst. Geol. Min. de España Libro Jubilar*, t. 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude 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 Maëstrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl., San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la 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.
- CUETO y RUIZ-DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del país Cantabro-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 47, núm. 2, pp. 9-109.

- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Univ. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomaniens 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 Cénomaniens 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, Fonca, Cellorigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1967).—«Le Cénomaniens 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 Cénomaniens dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, París.
- FEUILLE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomaniens supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogeographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, t. 2, vol. 1, pp. 48.
- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* 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 geológicos evolutivos». *Ciepsa (Inédito)*.
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa (Inédito)*.
- GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3, pp. 235-241.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilisation des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique - Crétacé (facies continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., París.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa (Inédito)*.

- HERNANDEZ PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cinet.*, t. 7.
- HOFKER, J., Jr. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa (inédito)*.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 4 (5-1), Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 (5-2), Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirges (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 südöstlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularités de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, Primer Coloquio de Estratigrafía y Paleogeog. Cretácico de España*, pp. 63-71.
- (1977).—«Biozonas de Foraminíferos Planctónicos en el Turoniense Vasco-Cantábrico (Norte de España)». *Rev. Esp. de Microp.*, vol. 9, núm. 2, pp. 221-234.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches 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.
- 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. (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.
- MENDIZABAL, J.; COMBA, A., y RIOS, J. M. (1946).—«Mapa geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 137, Miranda de Ebro». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- MENGAUD, L. (1910).—«Senonien superieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 156, p. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Liv. Sc. J. Hermann*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France, Prétirage*, Lyon.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.



- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa (inédito)*.
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min., IGME*, t. 85, núm. 1, pp. 10-21.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa (inédito)*.
- (1967).—«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. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres 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).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1959).—«L'extension ver l'Ouest du Crétacé supérieur à faciés Basque». *Colloque sur le Crétacé supérieur 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.
- (1960).—«Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France*, Ser. 7, t. 1, pp. 651-657, París.
- (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 7, núm. 4, pp. 2-12.
- (1963).—«Problemes du Crétacé inférieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa (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)*.
- (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénées». *Bulletin du Bureau de Recherches géologiques et Minières*, 2ème Série, Sect. I, núm. 4, pp. 383-401.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 60, pp. 155-232.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas", Cenomanense de la misma región». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del país Vasco Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barraca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias

- de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, t. 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y MUÑOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, J. M.; 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.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real Soc. Exp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, t. LXV, Madrid.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del país Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, t. 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, t. 41, pp. 115.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litostratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 192-193.
- (1970).—«Sur la Stratigraphie des formations Wealdiennes de la bordure sud-est du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 3, pp. 75-77.
- SANZ, R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANZ, R., y ALMELA, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 136, Oña». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1959).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1:50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa (inédito)*.
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa (inédito)*.

- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de La Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C.*, Madrid. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional, a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, t. 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in frn. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA