



IGME

109

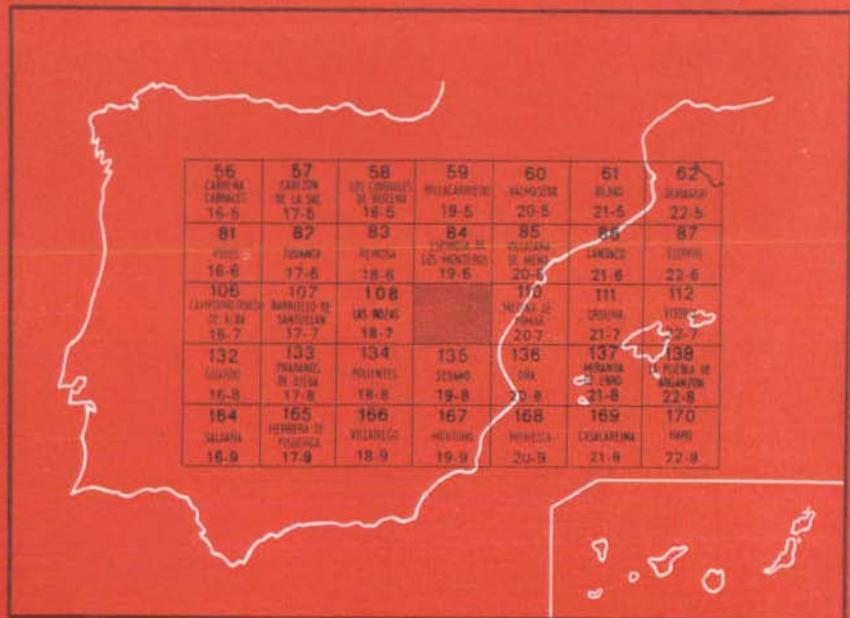
19-7

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLARCAYO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

VILLARCAYO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por «Compañía General de Sondeos, S. A.», bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

La cartografía y trabajos de campo se deben a P. del Olmo Zamora y F. Carreras Suárez.

La redacción de la Memoria ha sido realizada por F. Carreras Suárez, P. del Olmo Zamora y J. Ramírez del Pozo.

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

La datación de la macrofauna se ha estudiado en el laboratorio de Paleontología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas.

Supervisión del IGME, T. Olaverri Capdevila.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 3.385 - 1979

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Villarcayo está situada en la parte occidental de la «Cuenca Cantábrica», comprendiendo parte de las provincias de Burgos y Santander.

El sector nor-oriental está ocupado por el Terciario Continental, mientras que el resto lo componen sedimentos carbonatados del Cretácico Superior y Terciario marino, excepción hecha de los núcleos de algunas estructuras en las que afloran materiales detrítico-terrágenos del Cretácico Inferior, así como tres pequeños afloramientos de Keuper con un pequeño bloque de Jurásico en la parte nor-occidental de la Hoja.

Los ríos más importantes son el Ebro, evolucionando en la parte más meridional, y los ríos Nela y Trema, en la más septentrional, divagando casi siempre entre los materiales más blandos del Mesozoico y Terciario.

Los principales núcleos de población son Villarcayo y pueblos limítrofes, y Soncillo, constituyendo el resto localidades de escasa población.

Además de los suelos cuaternarios, aluviales, coluviales y terrazas, el resto de la zona estudiada lo componen un conjunto de materiales detríticos-terrágenos y carbonatados del Mesozoico y Terciario, con estructuras de dirección NO.-SE. y O. NO.-E. SE., fundamentalmente.

Los sedimentos más antiguos aflorantes en la Hoja de Villarcayo pertenecen al Keuper en la zona de Virtus, englobando dentro de él bloques de ofitas y calizas dolomíticas del Jurásico.

El Cretácico Inferior aflora en la mayor parte de las estructuras anticlinales, constituido por sedimentos detríticos en «facies Weald».

Afloran en el anticlinal de Tesla, en el extremo sur-oriental, y en el de Zamanzas, hacia el extremo sur-occidental.

El Aptiense-Albiense Inferior se apoya sobre los anteriores materiales, y está formado por sedimentos detrítico-terrigenos del techo del Cretácico Inferior aflorantes ampliamente en todo el tercio occidental de la Hoja, con pequeños isleos en el resto de la misma.

Son los sedimentos del Cretácico Superior los más ampliamente representados en la Hoja de Villarcayo, prácticamente en los dos tercios de ella, y compuesto en su mayor parte por sedimentos carbonatados, apareciendo intercalaciones de materiales detrítico-terrigenos hacia el techo.

El Terciario está englobado dentro de los tres sinclinales más importantes de la zona, es decir, el de Villarcayo en el sector nor-oriental, el de Valdivielso en el ángulo sur-oriental, y el de Arreba-Landraves en la parte central, dominando los materiales continentales en los dos primeros y los marinos en el último mencionado.

La Hoja de Villarcayo, desde el punto de vista tectónico y estructural, está formada por un conjunto de estructuras de dirección NO.-SE. y O. NO.-E. SE., volcadas y con vergencia Sur en el tercio meridional de la Hoja, y con pliegues anticlinales apretados, y amplios y suaves sinclinales en la central y septentrional.

La falla inversa de Zamanzas, probable continuación del cabalgamiento de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes (Hojas orientales), separa una zona norte fuertemente tectonizada (Area tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra), de otra ubicada en el ángulo Sur-occidental más suave y menos compleja (Plataforma estructural de los Páramos).

No existen explotaciones mineras dentro de la Hoja, conociéndose únicamente concesiones mineras de limonita de muy escasa importancia.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la Hoja comprende un conjunto de unidades con características específicas e independientes las unas de las otras, bien sea por considerarlas como zonas de recarga o bien por contener acuíferos de interés económico.

Destacamos entre ellas las siguientes: Sinclinal de Villarcayo; Zona de Soncillo-Bisjueces; Sinclinal de Arreba-Landraves; Area tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra, y Plataforma estructural de los Páramos.

Las investigaciones petrolíferas se centran principalmente sobre la estructura de Zamanzas, en la que se han realizado los sondeos de: Zamanzas-1 y Zamanzas-2 y Villanueva de Rampalay 1, entre otros. En el resto del área estudiada, se han realizado también sondeos con resultados negativos y pequeños indicios de petróleo y gas.

Para la realización de la Hoja se ha dispuesto de la siguiente cartografía, publicada por el IGME.

— Mapa geológico, a escala 1:200.000, «Síntesis de la cartografía existente» (Hoja de Bilbao, 1971).

— Mapa geológico de España E. 1:50.000. «Explicación de la Hoja número 109, Villarcayo». R. Sanz, 1950.

Además, se han puesto a nuestra disposición varios mapas geológicos a distintas escalas, todos ellos inéditos, realizados por las compañías de investigación petrolífera, que tienen o han tenido sus permisos de exploración en la Cuenca Cantábrica.

2 ESTRATIGRAFIA

Dentro de la Hoja afloran materiales pertenecientes al Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario, existiendo también algunos retazos de sedimentos cuaternarios recubriendo a los anteriores.

El Triásico aflora en la parte noroccidental del área estudiada, formando parte del área diapírica de Virtus. Los sedimentos que afloran pertenecen al Keuper, aflorando también rocas ofíticas asociadas a estos sedimentos.

En esta misma zona y en relación con el borde diapírico, aflora un pequeño retazo de calizas dolomíticas atribuibles al Jurásico más inferior. No afloran en superficie dentro de la Hoja sedimentos pertenecientes al resto de Jurásico marino.

El Cretácico Inferior en facies Weald, aflora en los núcleos de las principales estructuras meridionales (Anticlinales de Tesla y Zamanzas). El resto del Cretácico Inferior, constituido por series terrígenas con intercalaciones de calizas arenosas en la base y calizas arrecifales a techo, de edades Aptiense y Albiense, respectivamente, aflora ampliamente en todo el tercio occidental de la Hoja.

Por lo que se refiere al Cretácico Superior, es el más ampliamente representado en toda la Hoja, estando constituido por materiales carbonatados, calizas y margas en su mayoría, a excepción de capas detrítico-terrígenas hacia el techo de las series.

El Terciario, tanto marino como continental, aflora en el tercio oriental y parte central del área estudiada.

Los recubrimientos cuaternarios adquieren su mayor importancia en el Sinclinal de Villarcayo (ángulo nororiental), quedando en el resto de la Hoja reducido a suelos aluviales y coluviales que se han representado en la cartografía únicamente en aquellas zonas en que su potencia impide la interpretación del substrato.

2.1 TRIASICO

2.1.1 KEUPER (T_{G3} y T_{G3}^W)

Está constituido por la típica serie de arcillas abigarradas, dominando los tonos rojos vinosos y violetas con intercalaciones de bancos de yeso. Las arcillas contienen pequeños cristales de cuarzo bipiramidado incoloros y rojos, típicos del Trías salino de toda España.

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

Dentro de este conjunto de arcillas (T_{G3}) afloran masas más o menos extensas de ofitas (T_{G3}^W). Se trata de rocas piroxénicas verdes, cristalinas compactas de composición basáltica y estructura ofítica.

Los sedimentos de esta edad forman tres manchas aisladas de pequeña extensión y de carácter diapírico.

2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO MARINO

2.2.1 RETHIENSE-HETTANGIENSE (T_{A33} - J_{11})

Únicamente aflora en el ángulo NO. de la Hoja, en donde aparece un pequeño enclave de calizas flotando sobre las arcillas yesíferas del Keuper.

Está constituido por calizas dolomíticas y microdolomias bandeadas de tonos grisáceos y estratificación difusa. Esta unidad es azoica, por lo que es dudosa su datación, aunque la microfacies que presenta hace que se atribuya al Rethiense y Hettangiense.

No afloran en superficie, dentro de la Hoja estudiada, sedimentos pertenecientes al Jurásico marino de edad posterior a la que se atribuye a este afloramiento.

2.3 CRETACICO INFERIOR NO MARINO

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

2.3.1 VALANGINIENSE SUPERIOR-APTIENSE EN «FACIES WEALD» (C_{W12-15}^{3-1})

Esta unidad aflora en la parte sur de la Hoja, constituyendo los núcleos de las estructuras anticlinales de Zamanzas, al SO., y Tesla, al SE.

Debido a las malas condiciones de afloramiento que en ambas estructuras presenta esta unidad, y cubierta por suelos coluviales, es muy difícil su estudio dentro de la Hoja que nos ocupa.

En líneas generales está constituida por una unidad conglomerática basal, formada por un conglomerado silíceo con estratificación cruzada, que al techo presenta una potente serie donde alternan areniscas bien cementadas de grano medio y arcillas rojizas y limolitas arenosas. La unidad es totalmente azoica y su edad se le asigna por el conocimiento regional a partir principalmente de las unidades suprayacentes y por correlación con las infrayacentes que han sido estudiadas en las Hojas limítrofes (19-08, Sedano, y 20-08, Oña).

Durante la sedimentación wealdica fue la región una amplia plataforma, con una acentuada topografía de fondo, lo que se traduce en la formación de altos y depresiones, dando lugar por ello a importantes hiatos de cierta consideración en la serie sedimentaria, bien por erosión, bien por falta de sedimentación.

2.4 APTIENSE ALBIENSE

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

2.4.1 APTIENSE INFERIOR-ALBIENSE MEDIO (C₁₅₋₁₆⁰⁻²)

Yacente sobre los conglomerados y areniscas microconglomeráticas en «facies Weald», viene un conjunto de arcillas hojosas varvadas grises oscuras, muy carbonosas, que no han dado al levigarlas microfósiles de ningún tipo. Hay pequeñas intercalaciones de calizas arenosas. Por encima se suceden arenas y areniscas microconglomeráticas formando lentejones, a veces con estratificación cruzada, y con intercalaciones muy finas de arcillas limolíticas verdosas y grises bastante micáceas.

Esta unidad se ha estudiado a partir de la sección de «Arreba» (X=593.850; Y=920.650) en donde presenta una potencia de 280 m.

2.4.2 ALBIENSE MEDIO-CENOMANIENSE INFERIOR (C₁₆₋₂₁²⁻¹)

Resulta difícil separar las arenas de «facies Utrillas» con los conglomerados de «facies Weald». Para ello nos hemos basado en la aparición del tramo definido anteriormente, así como en las características petrográficas de las arenas de «facies Utrillas», en las que aparecen feldespatos potásicos (Aguilar, 1975).

La unidad está definida por una serie clástico-terrágena, de naturaleza arcósica, en la que predominan fundamentalmente las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas, con escasas intercalaciones arcillosas y algunas areniscas a techo que pueden contener glauconita.

Destacan los estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada,

habiendo ocasionalmente costras ferruginosas intercaladas en algunos estratos.

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

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo, de procedencia generalmente plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico granítico, de cuarcitas y sílex.

La edad de la «Formación arenas de Utrillas» en la Hoja de Villarcayo se asigna, como ya se ha dicho, por el conocimiento regional a partir principalmente de las unidades suprayacentes y por correlación con las infra-yacentes, pudiéndose justificar el que llegue al Cenomaniense Inferior por la aparición de areniscas calcáreas y dolomías arenosas marinas con glauconita, y excepcionalmente con moldes de Orbitolinas al techo de la serie.

En la sección de Arreba presenta esta unidad una potencia de 130 m., disminuyendo paulatinamente en dirección N. hasta desaparecer a la altura de la falla del Puerto de Carrales, pasando a formar parte de la unidad cartográfica que describiremos a continuación.

2.4.3 APTIENSE-CENOMANIENSE INFERIOR (C_{15-21}^{1-1} y C_{16}^2)

Se trata de una formación de carácter esencialmente terrígeno y que, en los tramos bajos (donde se tiene el cambio lateral de la formación urgoniana), puede presentar intercalaciones ricas en lignito, así como un banco de calizas del Albiense Medio (C_{16}^2), que representa al nivel urgoniano más alto, que tanto desarrollo alcanza hacia el Norte. En la Hoja 19-06, Espinosa de los Monteros, en la parte superior, por encima del nivel urgoniano citado, puede presentar también abundante materia orgánica, pudiendo considerarse como equivalente y, en muchos casos, semejante a la Fm. «Arenas de Utrillas».

Se ha estudiado detalladamente en las columnas de Río Engaña ($X=596.250$; $Y=937.900$) y Río Nela ($X=591.100$; $Y=838.100$), situadas en la vecina Hoja 19-06, Espinosa de los Monteros.

Toda la unidad carece de fósiles, salvo la intercalación de calizas (biomicritas, generalmente, y excepcionalmente, biosparitas) que también alcanza más desarrollo en la columna de Río Engaña (30 m.) que en la del Río Nela (unos 13 m.). La datación como Albiense Medio de esta intercalación viene definida por la presencia de *Orbitolina (M) texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* (H. DOUV.), *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ), *Neomeris cf. cretacea* LEM. y *Agardhiellopsis cretacea* LEM.

2.5 CRETACICO SUPERIOR

El Cretácico de la región, en general, y de la Hoja, en particular, ha sido estudiado con más o menos detalle por todos los autores que se han ocu-

pado de la geología regional desde el pasado siglo. Se destacan los trabajos de VERNEUIL (1852), MAESTRE (1864), CAREZ (1881), KARREBERG (1934), CIRY (1940), SAENZ GARCIA (1940), ALMELA RIOS Y MUÑOZ (1953), RAT (1959), FEUILLEE (1967) y RAMIREZ DEL POZO (1969 y 1971).

Afloran extensamente en la parte central de la Hoja y están representados todos los pisos, desde el Cenomaniense al Maastrichtiense, tratándose de series muy ricas en fósiles, tanto macro como microfauna.

2.5.1 CENOMANIENSE (CALCARENITAS) (C₂₁¹⁻³)

Esta unidad cartográfica se ha estudiado en la sección de Cogullos-Quintanabaldo (X=595.850; Y=930.500). Comienza con un banco de 2 m. de calcarenitas (biomicritas) de tonos claro y amarillento; continúa con 50 m. de calizas alternando con margas hojosas y alguna pasada de arenas, y termina con 100 m. de calcarenitas gris crema, arenosas (biomicritas) con restos de macrofauna (Gasterópodos, Lamelibranquios, Rudistas y Políperos) y microfauna:

En ella se reconocen: *Orbitolina concava* (LAMARCK), *Paratrocholina lenticularis* (PAALZOW) y *Rotalia* sp.

La potencia de esta unidad cartográfica disminuye considerablemente en dirección Sur. Así, vemos que en la sección de «Arreba» está constituida por 50 m. de calcarenitas y calcirruditas (intrabiomicritas, intrabioesparitas y biopelmicritas) con intercalaciones dolomíticas (dolomicritas y areniscas calcáreas).

En ella se reconocen: *Praealveolina cretacea tenuis* REICHEL, *Praealveolina simplex* REICHEL, *Orbitolina* gr. *concava* (LAMARCK).

2.5.2 CENOMANIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₁²⁻³)

Se trata de un conjunto de carácter esencialmente margoso con intercalaciones de calizas arcillosas que, en algunos tramos, son acusadamente nodulosas y dan lugar a una disyunción bolar que describieron CIRY y MENDIZABAL (1959) bajo el nombre de «flysch de bolas». Estas intercalaciones de calizas son normalmente biopelmicritas arcillosas y limolíticas, presentando la disyunción bolar principalmente en la parte alta de la unidad.

Aflora en el borde noroccidental de la Hoja formando una estrecha franja, que desaparece a la altura de la localidad de Quintanabaldo (X=596.500; Y=930.860) pasando a formar parte de la unidad Cenomaniense en facies de calcarenitas (C₂₁¹⁻³) estudiada en el apartado anterior.

Esta unidad va ganando en potencia en la dirección Norte y así vemos que en la Hoja 19-06, Espinosa de los Monteros, situada al Norte, todo el Cenomaniense se presenta con esta facies, no existiendo calcarenitas.

Dentro de la Hoja de Espinosa de los Monteros ha sido estudiado a

partir de las secciones de Redondo Linares (X=606.200; Y=940.510) donde tiene un espesor de unos 115 m. y la de Río Nela (X=591.100; Y=938.100) donde no sobrepasa los 25 m., si bien en esta columna la parte inferior de este tramo está representada por la calcarenita descrita en el apartado anterior.

La microfauna es muy numerosa, tanto en Ostrácodos como en formas bentónicas y planctónicas. Entre estas últimas se destaca la presencia de *Rotalipora appenninica* RENZ (en la base); *Rotalipora montsalvensis* MOR-NOD, *Rotalipora cushmani* MORROW, *Rotalipora turonica* BROTZ., *Rotalipora globotruncanoides* SIGAL, *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora turonica thomei* HANG y ZEIL, *Rotalipora reicheli* MORNOND, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI) y *Praeglobotruncana stephani turbinata* REICHEL. Los Ammonites son también relativamente frecuentes, habiéndose determinado *Acanthoceras rhotomagense* DEFR. y *Calycoceras naviculare* MANT.

2.5.3 TURONIENSE-CONIACIENSE INFERIOR (C₂₂₋₂₃⁰⁻¹)

Esta unidad 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 schneegansi* SIGAL, *Globotruncana renzi* GANDOLFI, *Globotruncana imbricata* MORNOD, *Globotruncana marianosi*, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Heterohelix cf globulosa* EHRENB y *Gaudryina laevigata* FRANKE.

Esta unidad ha sido estudiada en la sección de «Cogullos-Quintanabaldo» (X=595.850; Y=930.500), donde tiene una potencia de 280 m., presentando en su tercio superior una intercalación de 20 m. de calizas biomicríticas masivas con estratificación difusa.

Esta unidad cartográfica, de carácter esencialmente margoso, se reduce considerablemente de potencia en dirección Sur, y así vemos que en la sección de «Arreba» su potencia no sobrepasa los 25 m., reconociéndose en ella una asociación de microfauna típica del Turoniense Inferior.

2.5.4 TURONIENSE MEDIO-SANTONIENSE INFERIOR (C₂₃₋₂₄²⁻¹)

Está representado en toda la Hoja por un conjunto calizodolomítico que destaca morfológicamente en el paisaje, dando lugar a una cresta o «cejo». Al techo suele presentar delgadas intercalaciones de margas hojosas de tonos amarillentos, que dan un aspecto tableado al conjunto. La parte infe-

rior, en cambio, es más masiva, siendo frecuente que los niveles se presenten dolomitizados, acentuando el carácter masivo del tramo.

En esta unidad resulta muy difícil hacer divisiones, tanto cronoestratigráficas como litológicas. De modo general predominan las calizas microcristalinas (biomicritas, intrabiomicritas y biopelmicritas) en la base de la serie, y las calizas dolomíticas y dolomías (micritas dolomitizadas, dolomías cristalinas y dolosparitas) en el techo, aunque en ocasiones la dolomitización es muy intensa en todo el conjunto.

Las láminas delgadas contienen secciones de *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Idalina antiqua* D'ORB, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Montcharmontia apenninica* de CASTRO, *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB, *Quinqueloculina* sp., *Tritaxia* sp., *Spiroplectammina* sp., *Marssonella* sp., *Glomospira* sp., *Dictyopsella* sp., Rudistas, Gasterópodos y restos de Moluscos.

En la sección de Cogullos-Quintanabaldo esta unidad se presenta con una potencia de 270 m.

El espesor de esta misma unidad se reduce en la dirección Sur, donde oscila entre 100 y 150 m.

2.5.5 SANTONIENSE INFERIOR Y MEDIO (C₂₄¹⁻²)

Se ha diferenciado esta unidad como un conjunto de margas grises y amarillentas con intercalaciones de calizas arcillosas (biomicritas). Esta unidad es muy rica en fauna, tanto macro como microfauna. Entre la primera se destaca *Micraster leskei* D'ORB., *Micraster coranguinum* AGAS., *Micraster laxophones* D'ORB., *Texanites texanus* ROEM., *Pleurotomaria espallaciana* D'ORB., *Pterocera supracretacea* D'ORB., *Isocardia pirenaica* D'ORB., *Natica* cf. *punctata* HARPE y *Nerinea (Ptygmatis) ouremensis* CHOFF. Entre la microfauna se ha reconocido *Globotruncana lapparenti* BOLLI, *Globotruncana fornicata* PLUMM, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Goupillaudina lecointrei* MARTE, *Rotalia reicheli* HOTT., *Pararotalia tuberculifera* REUSS, *Pseudovalvulineria costata* (BROTZ), *Heterohelix* cf. *semicostata*, *Tritaxia tricarinata* REUSS.

Es muy frecuente que a este tramo se le designe en la literatura regional bajo la denominación de «margas de *Micraster*».

En la sección de Cogullos-Quintanabaldo la potencia de esta formación es de unos 200 m.

En la sección de «Hoz de Arriba» (X=592.950; Y=927.600), situada más al Sur, su espesor es de 180 m.

2.5.6 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C₂₄²⁻³)

En la columna de Cogullos está definido por calizas y calcarenitas, normalmente biointramicritas y biopelmicritas, con frecuentes intercalaciones

de margas muy lajeadas en los tramos bajos. En dicha columna presenta una potencia de 130 m. y la siguiente asociación de microfauna: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Spiropertolina almelai* CIRY, *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC, *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Spirocyclus choffati* MUN-CHALM.

En la columna de Hoz de Arriba, esta unidad cartográfica mantiene los mismos espesores, litologías y asociación de microfauna.

Esta formación resalta en la topografía, dando lugar a un segundo «cejo» que se sitúa por encima del que constituyen los bancos calizos de la unidad C₂₂₋₂₄²⁻¹, descrita anteriormente.

2.5.7 SANTONIENSE SUPERIOR (C₂₄³)

Esta unidad se ha cartografiado en la mitad sur de la Hoja, a partir del valle del Río Nela.

Está constituida por unos 80 m. de margas plásticas hojosas con finas pasadas de calizas arcillosas (biomicritas) de aspecto brechoide.

Esta potencia se ha medido en la sección de «Hoz de Arriba», donde se reconoce:

Sulcoperculina aff. *cubensis* PALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.).

2.5.8 SANTONIENSE SUPERIOR. CAMPANIENSE INFERIOR (C₂₄₋₂₅³⁻¹)

Esta unidad está constituida por margas con intercalaciones de calizas arcillosas, en la parte baja, y arenas y areniscas microconglomeráticas poco cementadas, en la parte alta.

Las margas son de tonos grisáceos con manchas verdosas y rojizas algo arenosas a techo. Las areniscas son calcáreas de tonos amarillentos y rojizos, constituidas por cuarzo y feldespato potásico.

En la sección de Cogullos-Quintanabaldo se han medido 170 m. de potencia correspondientes a la unidad margosa inferior. En ella se reconocen *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Rotalia reicheli* HOTT., *Sulcoperculina* aff. *cubensis* PALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Martiguesia cyclamminiformis* MAYNC.

También se ha estudiado en la sección de Río Nela (X=605.150; Y=927.150) donde la unidad margosa inferior tiene una potencia de unos 150 m. y presenta intercalaciones de biomicritas. A techo se intercala algún banco dolomítico.

Esta unidad margosa inferior tiene una asociación de microfauna similar a la que se reconoce en la sección de Cogullos-Quintanabaldo.

Por encima se reconocen 30 m. de areniscas de grano medio con tra-

mos microconglomeráticos y estratificación cruzada; colores amarillentos y rojizos.

La unidad cartográfica termina con 30 m. de margas con intercalaciones calizas a techo, de las cuales aparece un banco de unos 5 m. de calcarenitas [Biomicritas] con restos de Corales y Rudistos, en el que se reconoce:

Lacazina elongata MUN-CHALM., *Discyclina* cf *schlumbergeri* SCHLUMB., *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Cuneolina* cf *pavonia* D'ORB. y *Rotalia* cf. *reicheli* HOTTINGER.

2.5.9 TECHO SANTONIENSE SUPERIOR-CAMPANIENSE (C₂₄₋₂₅³)

Aflora esta unidad ampliamente en la mitad meridional de la Hoja, estando constituida por calizas margosas, dolomías arenosas en crestones masivos, vacuolares, pasando lateralmente y hacia arriba a areniscas y arenas rojas. Siguen margas y calizas con Ostreidos, pertenecientes al techo del Santoniense Superior, para terminar ya dentro del Campaniense con niveles de margas arenosas, areniscas y calizas tableadas.

El espesor de esta unidad varía entre los 150 y 200 m.

Se ha estudiado en la sección de Hoz de Arreba y en la del Puerto de la Mazorra, perteneciente a la Hoja de Sedano, colindante con Villarcayo.

Encontramos la siguiente microfauna: *Lacazina elongata* MUN-CHALM., *Abrardia mosae* (HOFKER), *Dictyopsella kiliani* MUN-CHALM., *Idalina antiqua* D'ORB., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Spirocyclina choffati* MUN-CHALM., *Discyclina* cf *schlumbergeri* MUN-CHALM., *Marginulina trilobata* D'ORB., *Rotalia reicheli* HOTT., etc.

2.5.10 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE (DOLOMIAS) (C₂₅₋₂₆^c)

Esta formación ha sido estudiada en la sección de Río Nela, donde tiene una potencia aproximada de 70 m. Está constituida por margas y arcillas margosas gris oscuro con restos de materia orgánica, que presentan una intercalación de 25 m. de dolomicritas masivas con estratificación difusa y en la que apenas se reconocen algunas sombras de fósiles.

Esta unidad se reduce considerablemente en dirección NE., quedando en la sección de Villanueva la Blanca (X=607.400; Y=932.950) reducida a 20 m. de dolomías masivas con una delgada intercalación de biointramicritas a techo.

2.5.11 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE (ARCILLAS) (C₂₅₋₂₆^a)

Está constituido por arcillas verdes con niveles abigarrados de tonalidades rojo-vinosas.

Aflora en la mitad oriental de la Hoja, en forma de estrecha banda que

da origen a una zona deprimida entre los resaltes topográficos a que dan lugar las unidades calizas infra y suprayacentes.

En la sección de Río Nela esta formación tiene unos 50 m. de potencia y a techo de las arcillas se intercalan delgados niveles de dolomías blancas, donde se reconocen: *Trochammina* sp, *Cytherella* sp, *Krithe* sp y dientes de peces.

En la sección de Villanueva la Blanca tiene 65 m. de potencia, intercalándose a techo niveles dolomíticos. En esta sección se reconocen: *Cuneolina* sp y algunos Ostrácodos lacustres.

A partir del Valle del Río Nela la potencia de esta formación aumenta en dirección Sur, hasta llegar aproximadamente a los 100 m. de espesor. Esta potencia se ha medido en la sección de Hoz de Arriba, donde las arcillas presentan una asociación de microfauna similar.

2.5.12 MAASTRICHTIENSE (C₂₆)

Dentro del ámbito de la Hoja tiene carácter dolomítico, fundamentalmente, aunque en algunos puntos esté constituido por calcarenitas arenosas (biomicritas) y en otros tenga carácter detrítico. Así ocurre en la sección de Río Nela, donde la parte inferior de la unidad cartográfica lo constituyen 20 m. de areniscas microconglomeráticas, sobre las que se depositan 5 m. de arcillas verdes con: *Ammobaculites* sp, *Trochammina* cf *diagnosis* CAREY y *Ammomarginulina* sp.

A continuación se sitúan 17 m. de dolomías masivas blancas con estratificación difusa, donde sólo se reconocen sombras de microfauna de difícil datación.

En la sección de Villanueva la Blanca, faltan las areniscas basales, quedando únicamente un tramo de 0,50 a 1 m. de areniscas calcáreas intercaladas en la base de una unidad dolomítica blanca, totalmente azoica, de 45 m. de potencia, en la que alternan paquetes dolomíticos con dolomías alteradas de aspecto margoso. Son frecuentes los Ostreidos y Equinodermos.

Esta misma unidad cartográfica pasa hacia el Norte (Hoja 19-06, Espinosa de los Monteros) a estar constituida por calcarenitas arenosas (biomicritas) donde se reconocen: *Orbitoides media* (D'ARCH.), *Lepidorbitoides socialis* (LEYN), *Omphalocyclus macroporus* LAMARCK y *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK.

En la sección de Hoz de Arriba, la potencia es de 45 m. y la formación está constituida por dolomías arenosas masivas con estratificación cruzada e intercalaciones de niveles margo-arenosos y finas pasadas de arcillas húmicas y restos carbonosos.

2.6 Terciario Marino

Comienza el Terciario por dolomías blanquecinas con intercalaciones

de dolomías alteradas de aspecto margoso atribuibles al Paleoceno, datación que se basa en el conocimiento regional y comparación con áreas cercanas de estratigrafía bien conocidas, ya que la microfauna es escasa y poco determinativa.

Por encima se sitúa un nivel de arenas mal clasificadas, atribuibles al Thanetiense; debido a la poca potencia que presenta su afloramiento, no se ha distinguido en la cartografía, englobándose todo el Paleoceno en una unidad cartográfica.

El Eoceno está representado dentro de la Hoja, por calcarenitas bioclásticas con Alveolinas de desigual potencia, al estar el techo, según zonas, parcialmente erosionado, apoyándose el Terciario Continental discordantemente sobre él.

2.6.1 PALEOCENO (DANIENSE-MONTIENSE-THANETIENSE) (T₁₁₋₁₃^{A-A})

Como ya se ha indicado anteriormente, está constituido por un conjunto de dolomías blanquecinas, sacaroides, vacuolares, con niveles de margas arcillosas verdosas, y margas dolomíticas algo arenosas.

Esta unidad cartográfica ha sido estudiada a partir de las secciones estratigráficas de Villanueva la Blanca, Río Nela y Hoz de Arreba.

En la sección de «Villanueva la Blanca» la unidad está compuesta por 160 m. de dolomías blancas y dolomías alteradas de aspecto margoso, entre las que se intercalan arcillas verdes. En estos sedimentos solamente se reconocen algunos dientes de peces. Por encima de esta unidad dolomítica, aflora un tramo de 30 m. constituido por dolomías alteradas en la base y arenas y arcillas arenosas en el techo. A continuación aparece un tramo de dolomías de unos 35 m. de potencia, que da origen a un resalte topográfico.

En la sección de «Río Nela» la potencia de la formación oscila entre los 160 y 170 m., persistiendo su carácter dolomítico con intercalaciones de arcillas verdosas.

En la base se reconocen: *Valvulina* sp, Ostrácodos, Gasterópodos y restos de peces. En el techo: *Cibicides* sp, Algas solenoporáceas, Miliólidos y Rotálidos.

En la sección de «Hoz de Arreba» se han medido 115 m. parcialmente cubiertos de alternancia de dolomías y arcillas verdes. En esta sección se reconocen: *Glomospira* sp, Ostrácodos y Gasterópodos.

En la zona SE. de la Hoja (Sinclinal de Valdivielso) la presencia del Thanetiense es muy dudosa, dadas sus parecidas características con la base del Terciario Continental.

2.6.2 EOCENO: ILERDIENSE (T₂₁^{Aa})

Los últimos tramos del Terciario marino que afloran en la Hoja de Villar-

cayo, corresponden a un tramo de calcarenitas bioclásticas con Alveolinas, frecuentemente canterables, que se encuentran total o parcialmente erosionadas, y sobre el que se apoya discordantemente el Terciario Continental.

En el sector nor-oriental, sinclinal de Villarcayo, el Ilerdiense aflora completo, depositándose sobre él arenas del Eoceno Inferior correspondientes al Terciario Continental.

En la parte central de la Hoja, Sinclinal de Arreba-Landraves, esta unidad se presenta constituyendo los términos más altos, estando parcialmente erosionados.

Por último, en el ángulo Sur-occidental, sinclinal de Valdivielso, todo el conjunto del Paleoceno se dolomitiza y es difícil confirmar la presencia del Ilerdiense por no encontrarse la caliza de Alveolinas y ser litológicamente el techo del Paleoceno de parecidas características a la base del Terciario Continental.

El Ilerdiense ha sido estudiado en la zona meridional en la Sección de Villanueva la Blanca, Río Nela, Hoz de Arreba e Incinillas.

En Villanueva la Blanca se han medido 20 m. de calizas (biomicritas) con: *Alveolina corbarica* HOTTINGER, *A. decipiens* SCHWAGER A., cf. *leupoldi* HOTTINGER, *Nummulites* cf. *exilis*, H. DOUV, y *Rotalia* cf. *trochidiformis* LAM.

La escasa potencia que esta unidad cartográfica presenta en esta sección (extremo nor-oriental) viene definida por el acuñamiento de la misma por debajo de los sedimentos terrígenos del Eoceno, que se sitúan discordantes sobre el Terciario marino.

En la sección de «Río Nela» se han medido 85 m. de calizas (biomicritas) con tramos dolomíticos y pasadas arenosas. Además de la asociación de microfaua citada anteriormente, se ha datado *Orbitolites* cf. *latimarginalis* LEHMANN y *Ophtalmidium* sp.

En la zona central, sección de Hoz de Arreba, se estudian los 50 m. basales de esta misma unidad, en la que encontramos calcarenitas bioclásticas, en ocasiones gravelosas, con *Alveolina corbarica* HOTTINGER, *A. decipiens* SCHWAGER, *Glomoalveolina lepidula* SCHWAGER, *Alveolina* cf. *piper* HOTTINGER, *A. varians* HOTTINGER, *Orbitolites ibericus* LEHMAN y *Cuvillierina* cf. *eocenica* DEBOURLE.

En la sección de Incinillas (X=607.660; Y=918.605) se han medido los 15 m. residuales de esta unidad, constituido por una asociación microfaunística similar a las anteriores.

2.7 Terciario Continental

Aflora ampliamente en el tercio oriental de la Hoja, formando parte de los núcleos de las dos estructuras sinclinales de Villarcayo y Valdivielso.

Los sedimentos aflorantes corresponden al Eoceno, Oligoceno y Mioceno

más o menos enmascarados por los sedimentos cuaternarios que sobre ellos se depositen.

Las unidades litológicas que la forman se han estudiado con detalle en el sinclinal de Villarcayo, y por correlación de litofacies se han representado en la cartografía en el sinclinal de Valdivieso, donde es patente una reducción importante en los espesores de las mismas.

2.7.1 EOCENO INFERIOR (T_{c2-2}^{Ab})

Aflora en forma de estrecha banda que bordea los dos sinclinales anteriormente citados, situándose discordantemente sobre las series infra-yacentes.

Esta unidad cartográfica se ha estudiado a partir de las secciones de Villanueva la Blanca y Villarcayo (X=606.800; Y=927.500).

En la sección de Villanueva la Blanca está constituida por 40 m. de arcillas arenosas de colores verdes y amarillento-rojizas, con niveles arenosos con cantos de cuarzo rosados.

En dicha sección la unidad es azoica.

En la sección de Villarcayo está constituida por 70 m. de arenas blanco-amarillentas con intercalaciones de arcillas ocreas en niveles centimétricos y areniscas más o menos calcáreas de grano subanguloso mal clasificado. En dicha sección tampoco se reconoce fauna de ningún tipo.

2.7.2 EOCENO MEDIO SUPERIOR (T_{c2-2}^{Ab-Ac})

Está constituido por un tramo de calizas masivas con estratificación difusa en la mitad norte de la Hoja, pasando hacia el sur a una unidad de carácter margoso con intercalaciones de niveles calizos.

Esta unidad se ha estudiado en las secciones de Villanueva la Blanca y Villarcayo.

En la sección de Villanueva la Blanca se han medido 90 m. de calizas masivas en bancos potentes de tonos gris-claro y blancos (Biomicrocritas), en las que se reconocen Gasterópodos, Ostrácodos y concreciones algales.

Esta formación en dirección Este bisela las formaciones infrayacentes de tal forma que en la vecina Hoja 20-07, Medina de Pomar, llegan a situarse directamente encima de los sedimentos del Cretácico más superior; este fenómeno está relacionado con el alto paleogeográfico que la intumescencia diapírica de Rosío constituía durante la sedimentación.

Por encima de esta unidad caliza, aflora una serie fundamentalmente arcillosa y margo-arcillosa de tonos verdosos, entre las que se intercalan delgados niveles calizos. En ella se han reconocido *Harrisichara cf squarulosa* GRAMBAST, *Gyrogona* sp, *Maedleriella cf mangetoti* GRAB., *Harrisichara cf. vasiformis* GRAMBAST.

En la sección de Villarcayo se han medido 210 m. de alternancias de margas calizas arcillosas tableadas lacustres, con la siguiente asociación de microfauna: *Maldleriella* aff *marigenoti* GRAMB., *Harrisichara vaisiformis* GRAMB., *Harrisichara lineata* GRAMBAST, *H.* cf. *squarrulosa* GRAMBAST, *Rashyella* cf *pecki* GRAMB.

2.7.3 EOCENO SUPERIOR (T_{c2}^{Ac})

En la sección de Villarcayo se han medido cerca de 250 m. formados por areniscas friables, calcáreas, de tonos beige, y arcillas margosas fragmentables, varioladas, predominando los tonos rojos y ocre.

Hacia ambos bordes del Sinclinal de Villarcayo esta unidad va disminuyendo paulatinamente de espesor, hasta llegar a desaparecer en la parte norte, en las cercanías del diapiro de Rosío (Hoja de Medina de Pomar, 20-07).

Dentro de la sección de Villarcayo se ha encontrado la siguiente microfauna: *Harrisichara lineata* GRAMBAST, *Loxoconcha* sp, y secciones de Ostrácodos indeterminables.

2.7.4 OLIGOCENO (CONGLOMERADOS) (T_{c3}^A)

Por encima de sedimentos detríticos y en aparente concordancia con ellos aflora una potente unidad con cerca de 280 m. de espesor, compuesta por areniscas microconglomeráticas friables, con cantos silíceos de diámetro máximo hasta de 7 cms.

Son lenticulares, con estratificación cruzada de bajo ángulo, huellas de carga, etc. Entre ellas se intercalan capas de areniscas de grano medio a grueso, y paquetes de arcillas margosas ocre, fragmentables con Gasterópodos.

Regionalmente, esta unidad se apoya discordantemente sobre distintos términos inferiores.

2.7.5 OLIGOCENO. ARENISCAS (T_{c3}^A)

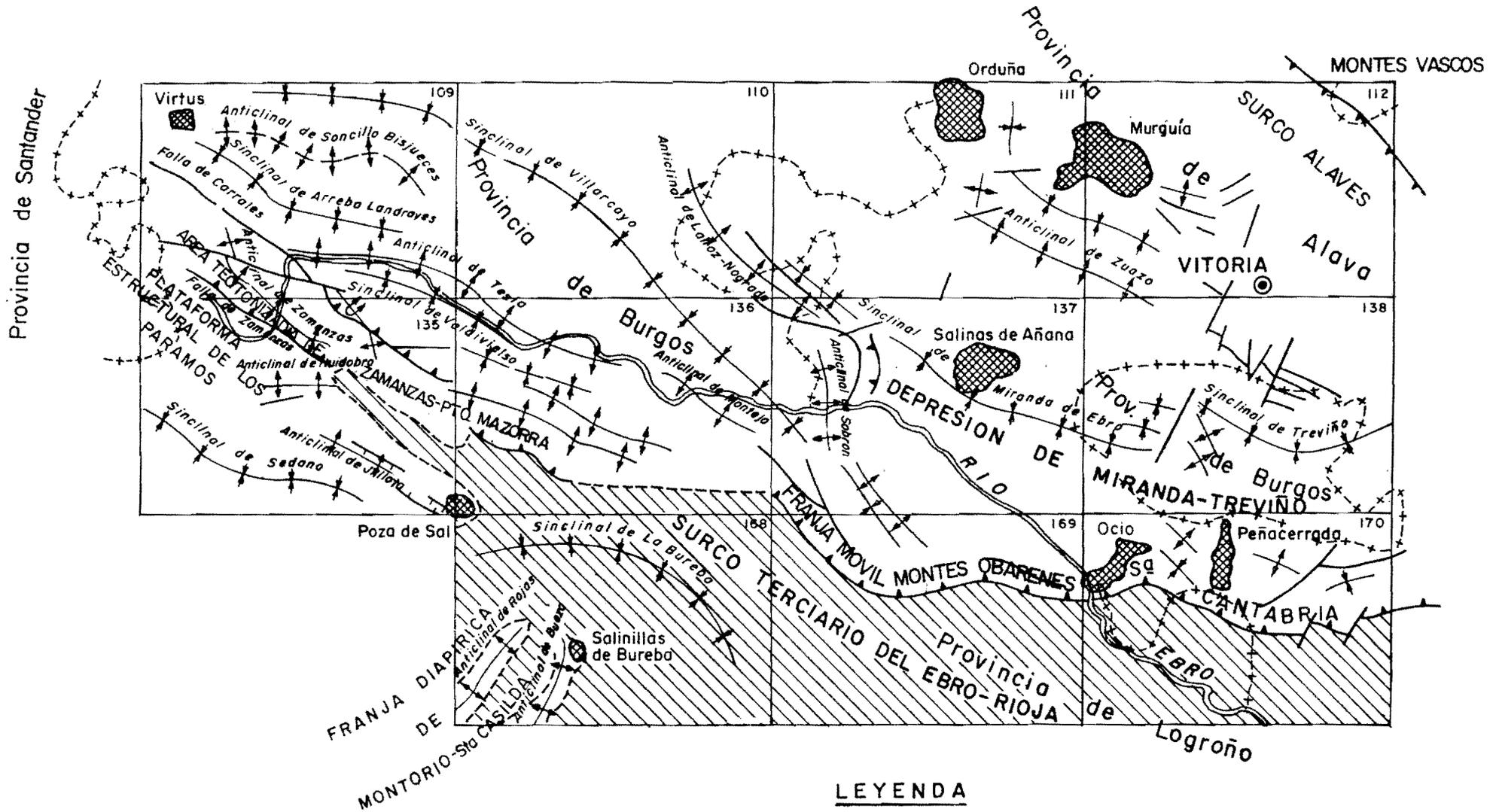
Termina el Oligoceno en la Hoja de Villarcayo con una unidad de 130 m. de espesor, que se compone principalmente de arcillas margosas ocre, y areniscas algo calcáreas, de grano medio, subanguloso.

Dominan ampliamente los niveles arcillosos, en los que no existen aparentemente ningún tipo de microfauna.

2.7.6 MIOCENO INFERIOR (T_{c11-12}^{Ba-Ba})

Comienza el Mioceno por una unidad que tiene como característica principal las potentes intercalaciones de calizas lacustres.

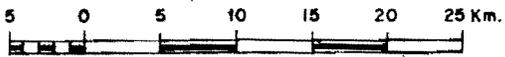
MAPA ESTRUCTURAL ESQUEMATICO



LEYENDA

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

ESCALA



Esta unidad es extensiva en la Hoja que nos ocupa, así como en las Hojas orientales de Medina de Pomar y Miranda de Ebro.

En nuestra zona de estudio el espesor de esta unidad es de 215 m., constituida por calizas lacustres bien estratificadas, de tonos gris claro. Se presentan la mayor parte de las veces tableadas en capas de 10 a 50 cm., con juntas margosas.

Alternan con margas varioladas, con tonos principalmente gris blanquecinos, ocreos y rosados.

En el conjunto se intercalan areniscas calcáreas de grano fino a medio, subanguloso.

En la microfauna se encuentran abundantes restos algales y de Charáceas, así como fragmentos de Gasterópodos.

Destacamos, dentro de la asociación existente, las siguientes: *Sphaerochara hirmeri* var. *longiuscula* GRAMBAST, y *Sphaerochara minutissima* GRAMBAST.

2.7.7 MIOCENO INFERIOR MEDIO (Tc_g^{Ba-Bb}_{c12-11})

En el ángulo más sur-oriental de la Hoja y dentro del sinclinal de Valdivielso, apoyado en discordancia sobre los materiales más finos del Oligoceno, se encuentra un conjunto de conglomerados calcáreos que alternan con niveles de arcillas margosas y areniscas calcáreas de grano fino.

Esta unidad aflora ampliamente en las Hojas orientales.

La potencia residual, en el sinclinal de Valdivielso, no sobrepasa los 100 m.

2.8 CUATERNARIO (Q₁T, Q₁G, Q₂C, Q₂Al)

Asignamos al Pleistoceno una serie de terrazas situadas en el ángulo nororiental de la Hoja (Q₁T), dentro del sinclinal de Villarcayo, y dos pequeños glacis (Q₁G) en el borde sur de dicho sinclinal.

Dentro de Holoceno, englobamos los fondos de valle aluviales (Q₂Al) y recubrimientos coluviales (Q₂C).

Terrazas (Q₁T)

Únicamente se han representado en la cartografía los sedimentos de esta naturaleza pertenecientes al Río Nela, que se sitúan al N. de la localidad de Villarcayo.

Se trata de gravas mal graduadas englobadas en una matriz limoarcillosa con algunos lentejones de arenas.

Glacis (Q₁G)

Se han cartografiado los depósitos de esta naturaleza, que se sitúan

en el flanco N. del anticlinal de Tesla (SE. de la Hoja). Debido a los suelos coluviales con los que se mezclan hace difícil su distinción.

Coluviales (Q₂C)

Aunque son frecuentes en el tercio oriental de la Hoja, dadas las fuertes pendientes y la naturaleza terrígena de los materiales, solamente se han reflejado en la cartografía los más potentes, así como en aquellos lugares en que hacen imposible la interpretación de la geología subyacente.

Aluviales (Q₂A1)

Están constituidos por gravas muy heterométricas y heterogéneas con abundante matriz areno-arcillosa y localmente lentejones de arenas. Se extienden ampliamente en la depresión de Villarcayo.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La tectónica regional que presenta la zona en donde queda situada la presente Hoja, en líneas generales, la configura como una región plegada y parcialmente fallada con direcciones predominantes O.NO.-E.SE. y NO.-SE., respectivamente, como resultado de la actuación de los movimientos alpinos.

Las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en movimientos epirogénicos, con la correspondiente migración lateral del keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano y del Ebro), sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa, que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrágenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico, que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria, Montes Obarenes y estribaciones occidentales, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostásica, con desarrollo de facies arrecifales importantes al norte de la Hoja de Villarcayo.

La fase Aústrica se traduce en un nuevo rejuvenecimiento de los relieves emergidos, lo que trae consigo una sedimentación terrígena con subsidencia diferencial acusada. En los bordes de la cuenca (Montes Obarenes,

Sierra de Cantabria y Norte de Burgos), son importantes los fenómenos erosivos, detectándose perfectamente la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas?), y expansión (traslape) de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente es en estos tiempos cuando empieza a haber una cierta actividad diapírica (intumescencias), en los diapíros de la región (Maestu, Murguía, Virtus, etc.).

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

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

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

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense, y Burdigaliense y Aquitaniense en el área de Treviño (Hoja 22-08, La Puebla) como consecuencia de los movimientos del Keuper del diapíro enterrado que existe en dicha zona. Es el único lugar

donde puede observarse una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sálica y Staírica. Dicha acentuación se debe a la plasticidad del Keuper ya intruido en dicha zona desde el Eoceno.

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

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

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

Desde el punto de vista estructural, la Hoja de Villarcayo puede dividirse en cuatro grandes áreas:

- 1.—El tercio nororiental, ocupado por la estructura sinclinal de Villarcayo, que afecta a los materiales del terciario marino y continental.
- 2.—La parte central, afectada por una tectónica de plegamiento intensa de amplios sinclinales y estructuras anticlinales apretadas y falladas con direcciones NO.-SE., fundamentalmente.
- 3.—La parte noroccidental, ocupada por sedimentos del Cretácico Inferior y afectada por el área diapírica de Virtus.
- 4.—La parte suroccidental, ocupada por sedimentos del Cretácico Superior, muy poco afectada por la tectónica regional, originando una plataforma estructural.

Dentro de la Hoja y para su mejor estudio, se distinguen las siguientes unidades tectónicas:

- Sinclinal de Villarcayo.
- Anticlinal de Soncillo-Bisjueces.
- Sinclinal de Arreba-Landraves.
- Anticlinal de Terla-Canales.
- Sinclinal de Valdivielso.
- Anticlinal de Zamanzas.
- Plataforma estructural de los Páramos.
- Anticlinal de Dobro.

- Zona diápirica de Virtus.
- Zona tectonizada del Puerto de Carrales.

Sinclinal de Villarcayo

Ocupa en la Hoja el ángulo nordeste. Su eje sigue la dirección NO.-SE., y se continúa en la Hoja 20-07, Medina de Pomar, situada al E.

El aspecto geográfico es el de una amplia llanura cerrada hacia el Oeste, en forma de artesa compuesta por una serie de crestas.

El Río Nela penetra en esta llanura, atravesando esta crestería mediante una hoz, y cortando el eje de pliegue al norte de la localidad de Villarcayo.

En el flanco sur los buzamientos que afectan a los estratos oscilan entre los 20° y 30°, mientras que en el flanco norte tienen valores de 50° a 60°.

Anticlinal de Soncillo-Bisjueces

Esta estructura se sitúa en la parte centro-norte de la Hoja, y su eje sigue una trayectoria ondulada de dirección fundamental NO.-SE.

Su flanco norte está afectado por fallas de dirección NO.-SE. y que hunden al Sur, por lo que queda rota su continuidad con el sinclinal de Villarcayo.

La estructura cierra en el ángulo SE. de la Hoja. En el ángulo NO. afecta a los materiales del Cretácico Inferior y su continuidad queda rota al estar relacionada por el área diápirica de Virtus.

Su flanco sur aparece afectado por fallas de dirección NO.-SE., que hunden hacia el N.

Sinclinal de Arreba-Landraves

Es una estructura amplia, de suave configuración, que ocupa buena parte de la zona central de la Hoja, aflorando en su núcleo en una serie de isleos de calcarenitas pertenecientes al Ilerdiense.

Su eje se amortigua en el extremo nor-occidental en la zona tectonizada de Virtus, y en el extremo sur-oriental en la localidad de Incinillas (X=607.680; Y=921.000).

Es un sinclinal asimétrico, con el borde sur más inclinado que el borde norte.

Anticlinal de Tesla-Canales

Es una estructura apretada, vergente al Sur en la Hoja colindante oriental de Oña, suavizándose hacia el Oeste justamente entre las hoces formadas por el río Ebro, en la carretera Burgos-Bilbao, y en su salida hacia el valle de Zamanzas, cortada en este punto por la falla normal de Carrales.

Entre ambas hoces, la charnela del pliegue está formada por una espec-

tacular bóveda enclavada en las calizas y calizas dolomíticas del Turoniense-Coniaciense.

Hacia el extremo oriental el núcleo de la estructura está formado por areniscas y conglomerados silíceos del Cretácico Inferior en «facies Weald».

La dirección del pliegue es aproximadamente E.-O., con ligera inclinación hacia el Sur en el borde oriental, y su flanco meridional con buzamientos más acusados que el septentrional, enlazándose con el sinclinal de Villarcayo y Valdivielso, respectivamente.

Sinclinal de Valdivielso

Es una profunda y apretada depresión situada en el ángulo sur-oriental, con núcleo del Terciario continental, comprendida entre el anticlinal de Tesla y el conjunto de pliegues que forman la «zona tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra», de la Hoja de Sedano y parte sur-occidental de la de Villarcayo.

Los estratos cretácicos y terciarios cierran hacia el Oeste, dando lugar a un semicírculo de espectaculares formas geológicas y morfológicas.

Dicho sinclinal se continúa en las Hojas de Sedano y Oña.

Anticlinal de Zamanzas

Se trata de la estructura anticlinal más amplia de la Hoja de Villarcayo, vergente al Sur en la zona más meridional, con su núcleo y flanco sur afectados por sendas fallas inversas, que se amortiguan hacia el Norte.

Su eje tiene una dirección aproximada NO.-SE., pinchando hacia el SE. en la Hoja de Sedano, y cortado al Norte por la importante falla de Carrales.

La estructura, en líneas generales, es bastante apretada, suavizándose a medida que nos desplazamos hacia el Norte, estando encajada entre la «Plataforma estructural de los Páramos», que engloba un conjunto de amplias y suaves estructuras, y el «Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra», a la que pertenece, con un conjunto apretado de pliegues, representados en su mayor parte en la Hoja meridional de Sedano.

Se trata de la estructura más investigada con sondeos para investigaciones petrolíferas.

Plataforma estructural de los Páramos

Comprende una unidad tectónica, ya mencionada anteriormente, que ocupa el ángulo sur-occidental de la zona de estudio y se extiende ampliamente en las Hojas occidentales y meridional.

Está constituida por un conjunto de pliegues suaves, formando amplias mesas estructurales, que en el caso de la Hoja de Villarcayo están formadas por los tramos calizos y calizo-dolomíticos del Turoniense-Coniaciense.

Anticlinal de Dobro

Ocupa la parte sur-central de la Hoja, constituyendo una estructura de parecidas características a la de Zamanzas, estando englobada en su mayor parte en la Hoja meridional de Sedano.

La estructura es vergente al Sur, con su flanco meridional volcado sobre materiales de edad más moderna que los que constituyen a éste, siendo el contacto mecánico a través de una falla inversa que queda cortada por la falla normal de Carrales.

El núcleo está formado por las arcillas varvadas y areniscas microconglomeráticas de edad Aptiense-Albiense Medio (C₁₅₋₁₆⁰⁻²).

La estructura termina según la dirección aproximada N.-S.

Zona diapírica de Virtus

Está constituida por tres diapiros de pequeña extensión, situados en el ángulo nor-occidental de la Hoja de Villarcayo, perforando en superficie los tramos detríticos-terrágenos del Aptiense-Albiense.

Tienen la configuración típica de este tipo de accidentes, englobando dentro de ellos bloques de ofitas y del Jurásico más inferior, de escasa importancia.

No se aprecian ligados a ellos fallas de relieve en sus bordes, debido probablemente al enmascaramiento y amortiguamiento que suponen los potentes niveles detríticos del Cretácico Inferior.

Zona tectonizada del Puerto de Carrales

Separada de la «Plataforma estructural de los Páramos» por la extensa «falla de Carrales», se sitúa esta zona en el sector nor-occidental por debajo de la «Zona diapírica de Virtus», comprendiendo un conjunto de pliegues apretados y fracturados, de dirección NNO.-SSE.

4 HISTORIA GEOLOGICA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Es entonces cuando se depositan los conglomerados poligénicos, calizas

arriñonadas, y arcillas margosas en facies Purbeck en la Hoja de Sedano, zona de Rucandio (X=613; Y=905).

Termina el Weald de este área con la sedimentación de la potente serie arenoso-arcillosa o grupo superior, que constituye la fase que RAT (1959) llama de sedimentación terrígena activa. En efecto, durante esta época la meseta Castellana y el Macizo Asturiano debieron levantarse activamente, y erosionarse para depositarse en este área la potente sección de sedimentos arcillosos y arenosos en deltas y estuarios. Simultáneamente se debió producir una variación climática en el sentido de hacerse el clima mucho más lluvioso, con lo que los aportes de agua dulce del continente fueron muchísimo más intensos que en el Valanginiense Inferior, y las aguas rebajaron considerablemente la salinidad, lo que explica que la fauna sea tan escasa. Este intenso aporte de agua dulce motivó el desplazamiento hacia el Oeste del borde de la cuenca de sedimentación Wealdense, por lo que estas facies son transgresivas sobre el borde oriental del Macizo Asturiano (Saja). Hacia la parte superior de la serie (Barremiense) las areniscas son dominantes, la estratificación cruzada es muy frecuente y hay varios niveles de conglomerados cuarcíticos, lo que nos hace pensar que la sedimentación producía colmatación gradual de la cubeta.

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

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

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

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

Entre los umbrales existieron pequeñas cuencas o surcos durante el

Valanginiense Superior y Hauteriviense, que se diferencian de la cuenca santanderina por su escasa subsidencia y por el carácter más salobre de sus aguas.

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

En los entrantes o cubetas del Barremiense de la zona de Burgos, que son, como hemos indicado, muy poco frecuentes, se depositaron potentes series de conglomerados de cuarzo, de procedencia probablemente deltaica, como es el caso de Madrid de las Caderechas (Hojas de Sedano y Oña).

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

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

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

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 Aústrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena en un mar de plataforma, con una topografía de fondo acusada (crecimiento diferencial de arrecifes) y fondo inestable (20 a 50 metros de profundidad), existiendo en algunas zonas fenómenos de subsidencia muy importantes (4.000 m. de

sedimentos en el norte de la provincia de Alava). Durante el Albiense Superior el mar es algo más profundo (aunque siempre nerítico) con sedimentación de facies arcillosas y ocasionalmente facies arrecifales.

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

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

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

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

Ya hacia el norte de la Hoja de Villarcayo, en el Cenomaniense Medio Superior, las condiciones marinas se acentúan, pasándose a un régimen marino abierto de exterior de plataforma, y batial a techo, que corresponde a la sedimentación del «Flysch de bolas» caracterizado por la presencia de Ammonites y Foraminíferos planctónicos. Esta facies está muy bien desarrollada en la parte oriental de la Hoja de Espinosa de los Monteros, donde alcanza grandes espesores debido a la existencia de una subsidencia importante, mientras que en la región sur-occidental, así como en las inmediaciones del diapiro de Rosío (Hoja de Medina de Pomar, 20-07), ésta es menor, y se produce el tránsito entre las facies calcareníticas y margosas.

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

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

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

Las facies del Coniaciense y Santoniense Inferior son neríticas (zona interior de la plataforma) a litorales y la profundidad de la cuenca osciló entre los 20 y 50 m. Son facies relativamente ricas en Equínidos, Gasterópodos y Foraminíferos bentónicos, siendo, en cambio, muy 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 Superior, las biofacies se caracterizan por no contener formas pelágicas y sí en cambio abundantes Foraminíferos bentónicos.

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

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

Como consecuencia de las fases regresivas iniciadas a finales del Cretácico Superior, en la mayor parte de la Cuenca el Paleoceno comienza por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. En el Montiense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m. de profundidad).

Hacia el Sur, y en la Hoja de Sedano, prácticamente el Montiense y Thanetiense ha sido total o parcialmente erosionado.

Durante el Eoceno Inferior continúa el régimen marino franco para instaurarse de nuevo las fases regresivas. El mar se retira, dando lugar a depósitos continentales gruesos con episodios lacustres.

Al final del Eoceno, los Montes Obarenes y la Sierra de Cantabria sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamiento hacia el Sur (Fase pirenaica) que motivó la separación del surco Oligo-Mioceno del Ebro-Rioja de la Depresión de Miranda-Treviño, y que tiene su reflejo en áreas próximas a nuestra zona de estudio (cuencas de Villarcayo, Valdivielso, etc.).

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

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

En la Hoja de Villarcayo 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.

Se inicia el Mioceno en la Cuenca de Villarcayo con una sedimentación de tipo lacustre, trarlapante sobre los materiales detríticos inferiores.

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

La cuenca de Villarcayo 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, así como en Villarcayo las más occidentales.

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 (Hoja de Medina de Pomar), dando lugar a acuñamiento de éstas hacia su borde, así como a espectaculares cambios de facies, a conglomerados calcáreos, producidos por el desmantelamiento local de las series mesozoicas.

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

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero, la Hoja de Villarcayo carece de interés, conociéndose únicamente una serie de concesiones de mineral de hierro, inexplotables industrialmente.

Abundan, sin embargo, los indicios petrolíferos, patentes en superficie en algunas fracturas del área de Virtus y en las areniscas del Cretácico Inferior de la estructura de Zamanzas.

Las investigaciones petrolíferas se resumen en la perforación de diez sondeos profundos, en la mayor parte de ellos con indicios de petróleo o gas, sobre las estructuras de Zamanzas, Tesla-Canales y Soncillo-Bisjueces, con los sondeos de Zamanzas 1, 2, 3 y A-1; Rampalay 1; Peña Ortum 1, y Crespo 1, sobre la primera estructura, Tudanca 1 sobre la segunda y Leva 1 y 2 sobre la tercera.

En la Hoja existen frecuentes canteras, la mayor parte inactivas, principalmente ubicadas sobre los afloramientos calizos mesozoicos y terciarios, destacando en la actualidad por su actividad la existente en Villalaín (X=608.000; Y=923.000) (parte centro oriental de la Hoja) sobre las calizas de alveolinas del Ilerdiense y arenas del Thanetiense, y en la carretera de Villarcayo a Medina de Pomar (extremo centro-oriental), sobre las calizas lacustres del Mioceno.

5.2 HIDROGEOLOGIA

La Hoja de Villarcayo comprende un conjunto de unidades con características específicas, bien sea como áreas de recarga o bien por contener acuíferos de interés económico.

Entre estas unidades destacamos el Sinclinal de Villarcayo, Zona de Soncillo-Bisjueces, Sinclinal de Arreba-Landraves, Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorras y Plataforma estructural de los Páramos.

- El «Sinclinal de Villarcayo» comprende una amplia cuenca terciaria, en la que se sucede un conjunto de materiales impermeables y permeables, con permeabilidad por fisuración y en su mayoría intergranular, que componen una serie de acuíferos más o menos independientes.
- La mayoría de los manantiales se sitúan en el contacto de cada una de estas unidades permeables sobre las impermeables, o en aquellas zonas con pequeños acuíferos colgados que en cualquier caso son de escaso caudal.

- El principal acuífero de esta unidad lo constituye el conjunto Cretácico Superior-Terciario marino, pero dada la gran profundidad a que se encuentra, su explotación e investigación es muy costosa, salvo en los bordes de la estructura.
- La «Zona de Soncillo-Bisjueces» está definida por un amplio sector dominado en su mayor parte por materiales detrítico-terrestres gruesos, de tal forma que la mayor parte del agua de precipitación se infiltra, constituyendo un área de recarga que en buena parte debe descargar hacia la cuenca del Río Nela y al mismo tiempo recargar las unidades de Villarcayo y de Soncillo-Bisjueces.
- El «Sinclinal de Arreba-Landraves» se le puede considerar como una unidad hidrogeológica, con un conjunto de acuíferos independientes y de mediana importancia, formados especialmente por las calizas del Turoniense-Contiense, y por las calcarenitas del Santoniense Superior.
- El «Área tectonizada de Zamanzas-Puerto Mazorra», entre las Hojas de Villarcayo y Sedano, comprende una zona caracterizada por amplios afloramientos calizos mesozoicos, compartimentado por fallas y sucesivos pliegues apretados, con escasos manantiales.
- La mayor parte del agua de precipitación se infiltra, dando lugar a unidades parciales que en conjunto forman una gran área de recarga, que debe drenar hacia la cuenca del Ebro en la zona de Valdivielso y hacia los Páramos, enriqueciendo los acuíferos de ambas zonas.
- La «Plataforma estructural de los Páramos», que se sitúa en su mayor parte entre las Hojas de Villarcayo, Las Rozas, Sedano, Polientes y Montorio es una amplia llanura de suaves estructuras, enmarcadas la mayor parte de las veces por los paquetes calizos del Cretácico Superior.
- Estos extensos paquetes calizos de gran extensión, y suavemente plegados, entre los que se intercalan dentro de la sucesión estratigráfica tramos impermeables margosos, proporcionan importantes acuíferos de evidente interés económico.

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*, volumen 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*, tomo 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.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.
- BERTRAND, L., y MENGAUD, L. (1912).—«Sur la structure des Pyrénées Cantabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées». *Bull. Soc. Geol. France (4eme serie)*, tomo 12, pp. 504-515.
- CALDERON, S. (1885).—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPESA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campesa». *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*, tomo 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude paleographique et structurale de la region 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)*, tomo 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfauna Maestrichtienne près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.
- CIRY, R.; 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.*, tomo 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*, tomo 47, núm. 2, pp. 9-109.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie in Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLE, P. (1963).—«Ammonites du Cénomanien superieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de l'Acad. des Sciences Paris*, tomo 256, núm. 4, pp. 974-976.
- FEUILLE, P. (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanien dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes

- Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1957).—«Le Cénomanién des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les faciès à Alveolinidés du Cénomanién 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" (Cénomanién supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.
- (1971).—«Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, tomo 2, vol. 1, p. 48.
- FEUILLE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau à *Globotruncana helvetica* BOLLÍ dans la région 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*, tomo 3, pp. 235-241.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitacion des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (facies continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tb., 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. Cient.*, tomo 7.
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian pasage 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), Reinos». *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*, tomo 83, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwiclung des Cantabro-Asturischen gebirees (Nordwestspanien)». *Publ. Extra. Geol. España (C.S.I.C.)*. [Traducción J. G. Llarena, 1946], vol. 3, pp. 103-225.
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südostlichen Baskenland (Nord-spanien)». *Beich Geol. J. B.*, 5, 66, Hannover.
- LAMARE, P (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- [1936].—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMOLDA, M. A. (1975).—«Bioestratigrafía del Turoniense de Arceniega (Alava)». *ENADIMSA, 1er. 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. Mapa Geol. España*, tomo 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*, tomo II, pp. 1-160, lám. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 18, pp. 1-253.
- [1902].—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.

- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España, Sistema Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo VI, Madrid.
- MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.
- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 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 Besancon (Geologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúzcoa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 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*, tomo 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*, p. 94.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, tomo 156, pp. 1279.
- (1913).—«Sur l'Aptien inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, tomo 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inferieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France, Prétirage*, Lyon.
- 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 Cantabri». *Ciepsa* (inédito).
- PUJALTE, V. (1974).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Minero, IGME*, tomo 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*, tomo 4, núm. 3, pp. 49-59.
 - (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa, 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 Paleogeografía 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*, tomo 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. Seanc. Acad. Scienc.*, tomo 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. congrès. internat. d'etud. Pyrénéenes*, tomo 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 Faciès 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)*, tomo 1, pp. 378-384.
 - (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France, Ser. 7*, tome 1, pp. 651-657, Paris.

- (1961).—«La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España)». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribución à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la région de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 7, número 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).
- RIBA, O. (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).
- (1976).—«Tectogenese et sedimentation: deux modeles de discordances syntectoniques pyrénéennes». *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*, tomo 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*, tomo 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*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y MULOZ, C. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 111 (Orduña)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, J. 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. Esp. 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*, tomo 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*, tomo 5, número 1, pp. 53-67.
- SAENZ GARCIA, C. (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8 del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 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 Sainz 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*, tomo 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in fram. Westpirenean. *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA