



IGME

35

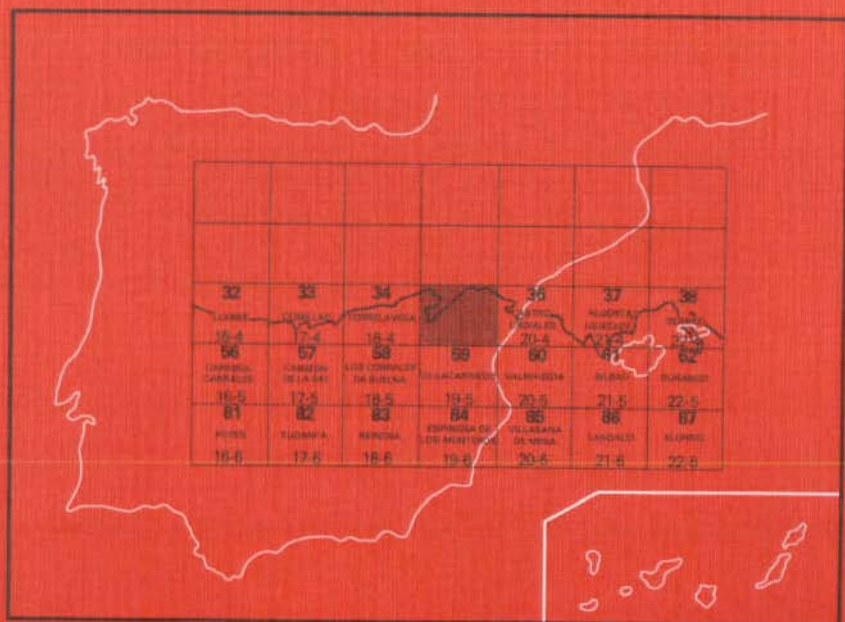
19-4

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SANTANDER

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SANTANDER

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

Las presentes Hoja y Memoria han sido realizadas por la *Compañía General de Sondeos, S. A.*, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, utilizando un equipo de su Departamento de Geología constituido por los siguientes geólogos: J. Ramírez del Pozo, J. M. Portero García, A. Olivé Davó, J. M. Martín Alafont, M. J. Aguilar Tomás y G. Giannini. Los trabajos de campo han sido ejecutados por J. M. Portero, A. Olivé, J. M. Martín Alafont y M. J. Aguilar. Los estudios de laboratorio (Sedimentología y Micropaleontología) han corrido a cargo de M. J. Aguilar y J. Ramírez del Pozo, respectivamente.

La redacción de la Memoria ha sido llevada a cabo por J. Ramírez del Pozo y J. M. Portero García.

La coordinación y dirección de los trabajos han sido efectuadas por J. Ramírez del Pozo.

Agradecemos a J. B. Sánchez, profesor de la Escuela Técnica de Ingenieros de Minas de Torrelavega, la colaboración prestada en el estudio y análisis de la minería existente en la Hoja.

Supervisión de I. G. M. E.: José María Tosal Suárez.

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. 37.431-1976

Imprime: Gráficas URPE, S. A. - Rufino González, 14 - 28037 Madrid

1 INTRODUCCION

La Hoja de Santander, situada al norte de la provincia del mismo nombre, pertenece a la parte noroccidental de la Cuenca Cantábrica.

Morfológicamente se caracteriza por la existencia de un relieve alomado en su mitad septentrional, con elevaciones máximas del orden de los 200 m. y alineaciones en general E.-O., que en el extremo nororiental pasan a ser perpendiculares a la costa. En su mitad meridional la topografía es más abrupta, alcanzándose en cortos intervalos de terreno, y en zonas próximas a la bahía de Santander, altitudes considerables (Cabarga, 584 m.); predominan las cotas del orden de los 300 m. y las alineaciones preferentes son también E.-O. El curso fluvial más destacable es el río Miera, de orientación N.-S., que se ve trastornada localmente por adaptación del curso del río a accidentes tectónicos de tipo fractura. Los núcleos de población más importantes se sitúan alrededor de la bahía de Santander, Maliaño, El Astillero, Guarnizo, Pedreña y Somo; en el interior destacan: Solares, Beranga, Solórzano y Ajo.

Existe una importante red de carreteras y caminos vecinales que facilitan las observaciones geológicas, que, sin embargo, se ven dificultadas por la abundante vegetación, en forma de bosques y pradería, que motiva que los afloramientos sean discontinuos las más de las veces y a menudo alterados, dadas las características del clima húmedo y templado de esta región costera.

Afloran en la Hoja sedimentos del Triásico (Keuper) en su mitad occidental, a los que aparecen asociados ofitas y bloques de materiales del Jurásico

(Lías). El Cretácico Inferior está ampliamente representado en facies continentales (Weald) y marinas (complejo Urgoniano y parte del complejo Supra-urgoniano). El Cretácico Superior aflora extensamente en toda la región, por lo que respecta al Cenomaniense; los términos superiores aparecen preferentemente en el cuadrante NO. de la Hoja estudiada, así como los sedimentos pertenecientes al Paleoceno y Eoceno. El Cuaternario ocupa pequeñas extensiones a modo de recubrimiento.

Desde el punto de vista estructural, la Hoja se caracteriza por una intensa tectónica de fracturación, de clara influencia diapírica, que corta y compartimenta las estructuras de plegamiento.

Tuvo gran importancia en tiempo pasado la extracción de minerales de hierro, que de nuevo comienzan a ser reexplotados, cuyos yacimientos se encuentran en las Sierras de Villanueva y Gándara y en los alrededores de Solares. Actualmente está activa la mina «Very Good», de blenda, en el término municipal de La Cavada. Estas metalizaciones arman en las dolomías del Aptiense; por otra parte, existen oligistos micáceos asociados a Keuper y ofitas en la zona de Santa María de Cayón.

También se utilizan las calizas del Aptiense para la obtención de áridos de trituración y se emplean arcillas y limolitas del Weald para la fabricación de ladrillos.

Desde el punto de vista hidrogeológico destacan los manantiales de Solares, Hoznayo y Liérganes.

Para la realización de la Hoja se ha dispuesto de la siguiente información cartográfica:

- ALMELA. Geological map of the Castro-Urdiales, Laredo, Langre area. (C. I. E. P. S. A., inédito). Escala 1:50.000.
- IGME. Mapa geológico escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja de Santander (1970). Basada en datos de RAT, P. (1958) y del Instituto Francés del Petróleo (inéditos).
- INSTITUTO FRANCES DEL PETROLEO. Carte geologique de la region cabo de Ajo-Solórzano. Escala 1:50.000 (I. N. I., inédito).
- MAZARRASA. Mapa geológico del norte de la provincia de Santander. Escala 1:100.000 (C. I. E. P. S. A., inédito).

2 ESTRATIGRAFIA

En la Hoja de Santander pueden reconocerse materiales del Triásico, Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuaternario.

El Triásico incluye sedimentos del Keuper, a los que se asocian rocas volcánicas; aflora siempre de forma diapírica, provocando la salida de gran-

des bloques del Jurásico (Hettangiense-Sinemuriense Medio y Sinemuriense Superior a Toarciense) en la margen izquierda de la bahía de Santander, ría de Solía (Guarnizo), ría de San Salvador (Marina de Cudeyo), al sur de las Sierras de Villanueva y Gándara y en los alrededores de Solares y Santa Marina, en la mitad occidental de la Hoja.

El Cretácico cubre el resto de la extensión ocupada por la Hoja, excepción hecha de las áreas sitas al norte de Santander y en los alrededores de Agüero y Cubas.

El Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barremiense se presenta en facies Weald y queda circunscrita al cuadrante suroccidental. El complejo Urgoniano (Aptiense y Albiense Inferior) alcanza un mayor desarrollo en la mitad sur y en la región de cabo de Ajo-Isla. Se caracteriza por una gran variabilidad de facies, que también es patente en los depósitos correspondientes al Albiense Medio-Superior y Cenomaniense Inferior (complejo Supraurgoniano), muy bien representados en la mitad oriental de la región estudiada.

Los sedimentos del Cretácico Superior son esencialmente margosos y están relegados a las áreas sinclinales de Ribamontán al Mar-Villaverde de Pontones, ría de Solía, ría de San Salvador y zona norte de Santander (flanco sur del sinclinal de San Román). También quedan afloramientos aislados en Güemes, Las Pilas y Beranga, en el cuadrante NE. de la Hoja.

El Paleoceno y Eoceno afloran exclusivamente en el sinclinal de Cubas-Agüero (ría de Cubas-Marina de Cudeyo) y al norte de Santander (sinclinal de San Román).

La existencia de un persistente tapiz vegetal en casi toda la superficie de la Hoja impide el estudio estratigráfico de detalle en las zonas del interior, salvo en casos muy favorables de desmontes más o menos limpios en carreteras de reciente construcción (columnas de Santiago y Solórzano) o en zonas muy elevadas cuyo clima no favorece un desarrollo completo de la pradería (columna del Puerto de las Varas), por lo que las secciones más completas se han realizado en los acantilados de la costa (columnas de La Magdalena-Cabo Mayor, Ajo-Isla y Somo-Pedreña), en donde la limpieza de los cortes naturales permite una observación minuciosa de la sucesión litoestratigráfica.

2.1 TRIASICO

2.1.1 Keuper (T_{C23} y T_{C23}^{ω})

Todos los afloramientos pertenecientes al Keuper se localizan en la mitad occidental de la Hoja, extendiéndose las principales manchas en la bahía de Santander (donde se presenta muy recubierto por materiales cuaternarios), ría de Solía, Marina de Cudeyo, Penagos y alrededores de Solares.

El Keuper (T_{G23}) está constituido por arcillas plásticas, de tonos abigarrados, con intercalaciones de yesos variolados (negros, blancos o rojos), no pudiendo descartarse la presencia de sal en profundidad. Localmente aparecen bloques de dolomías vacuolares («carniolas»), manchas de arcillas y areniscas pertenecientes a la facies Weald y dolomías o calizas del Lías, que, por situarse de un modo caótico sobre los materiales plásticos del Keuper, así como por su reducida extensión, no pueden separarse de este último en la cartografía. Estos bloques indiferenciables son más importantes en el afloramiento de La Marina de Cudeyo. Dado el carácter extremadamente diapírico de esta unidad, su potencia real no puede ser estimada.

En los afloramientos de La Marina de Cudeyo y alrededores de Solares son muy frecuentes los asomos de masas ofíticas (T_{G23}^{ω}). Estas rocas volcánicas, separadas en la cartografía, se caracterizan por presentar estructura holocristalina, ofítica o diabásica y están compuestas por piroxenos, anfíboles y plagioclasas, presentando minerales opacos como accesorios. Normalmente se encuentran todos los pasos entre ofitas y diabasas, aunque por el grado de alteración, generalmente muy acusado, resulta difícil establecer la clasificación.

Como es sabido, faltan, regionalmente, los sedimentos carbonatados de la facies Muschelkalk, por cuya razón se incluye parcialmente a la parte superior de éste en el Keuper, por lo que se le asigna la notación T_{G23} .

2.2 JURASICO

Los únicos afloramientos pertenecientes al Jurásico se localizan en forma de pequeñas manchas junto a las zonas diapíricas de La Marina de Cudeyo y ría de Solía (Guarnizo-Maliaño). Estos asomos jurásicos pertenecen al Lías, no habiéndose reconocido ningún afloramiento más moderno. El Jurásico de la región ha sido estudiado por casi todos los autores que han trabajado en la zona, destacándose MAESTRE (1864), MENGAUD (1920), KARRENBURG (1934), RAT (1959), DAHM (1966) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

2.2.1 Lías Inferior (Hettangiense-Sinemuriense Inferior y Medio) (J_{11-12}^{0-2})

De esta edad son los pequeños afloramientos, normalmente incluidos entre los materiales del Keuper, ubicados en la zona diapírica de La Marina de Cudeyo. Aunque las condiciones de los mismos no permiten el estudio estratigráfico de detalle, por el conocimiento regional que se tiene de este tramo, se puede señalar que está constituido por dolomías, masivas en la base y tableadas o bandeadas hacia arriba, y por calizas microcristalinas, estratificadas en bancos de 30 a 70 cm. Localmente pueden intercalarse brechas calizo-dolomíticas entre el tramo dolomítico inferior y calizo superior.

La edad de esta unidad se establece de acuerdo con la de las infra y supra-yacentes, así como con los datos regionales existentes. El espesor de la formación no puede medirse en ninguno de los afloramientos, por la gran complicación tectónica de los mismos, pero puede estimarse en unos 150 m.

2.2.2 Lías Superior (Sinemuriense Superior-Pliensbachiense-Toarciense) (J³⁻⁰₁₂₋₁₄)

Aflora exclusivamente en la margen derecha de la ría de San Salvador, donde se dispone a lo largo de una estrecha franja con orientación Este-Oeste, y en la zona comprendida entre Guarnizo y Maliaño, donde forma un pequeño sinclinal. Como en el caso del Lías Inferior, no puede estudiarse ninguna serie completa por tener los contactos mecanizados, principalmente el de la base de la unidad que se apoya tectónicamente sobre los materiales del Keuper, y sólo, excepcionalmente, sobre los del Lías Inferior. Se define por una alternancia de calizas arcillosas, grises, microcristalinas, con margas negruzcas, hojosas, con abundante materia orgánica y pirita. Todo el conjunto es relativamente rico en macrofósiles (Belemnites, Braquiópodos y esporádicamente Ammonites), así como en microfósiles: *Lingulina pupa*, TERQ., *Lenticulina* cf. *münsteri* (ROEMER), *Dentalina terquemii* (D'ORB.), *Astacolus matutina* (D'ORB.), y *Vaginulina* sp. Las microfácies son de biomicritas a biopelmicritas arcillosas con *Lingulina*, *Dentalina*, *Lenticulina*, restos de Crinoideos, Gasterópodos y microfilamentos (en el techo de la unidad en los lugares donde está presente). La potencia total de la formación no puede medirse en ninguno de los afloramientos por las complicaciones tectónicas señaladas, aunque debe ser del orden de los 100-120 m.

2.3 CRETACICO

Sobre los materiales del Lías Superior de carácter margocalizo se apoya la potente serie terrígena continental de la facies Weald, faltando, en todo el ámbito de la Hoja, los afloramientos correspondientes al Dogger Marino, Malm, Berriasiense y Valanginiense Inferior-Medio de facies Purbeck. Esta laguna estratigráfica se debe a las fases neociméricas, así como a la importante actividad halocinética de los materiales del Keuper, durante el Jurásico Superior y Cretácico más Inferior.

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 ocupado de la geología de la provincia de Santander desde el siglo pasado. Deben destacarse los trabajos de VERNEUIL (1852), MAESTRE (1864), GONZALEZ LINARES (1876), CAREZ (1881), MALLADA (1904), MENGAUD (1920), KARREBERG (1934), CIRY (1940), RAT (1959), FEUILLEE (1967), CARRERAS y RAMIREZ (1971) y RAMIREZ DEL POZO (1969, 1971 y 1972).

En la Hoja están representados sedimentos del Cretácico Inferior en facies Weald, extendidos por el ángulo SO.; del complejo Urganiano (Aptiense y Albiense Inferior), que se desarrollan fundamentalmente en la mitad Sur y en la región de cabo de Ajo-Isla, que, junto a los del Albiense Medio-Superior y Cenomaniense Inferior (complejo Supraurgoniano), extendidos ampliamente en la zona meridional de la Hoja, presentan una gran variabilidad de facies, lo que obliga a definir distintas unidades según las áreas paleogeográficas y estructurales. Finalmente, el Cretácico Superior presenta facies muy uniformes, de carácter margoso dominante, alcanzando menor extensión que el Cretácico Inferior y localizándose en las áreas sinclinales de Ribamontán al Mar-Villaverde de Pontones-ría de Solía-ría de San Salvador y zona norte de Santander (flanco sur del sinclinal de San Román).

2.3.1 Valanginiense Superior-Hauteriviense-Barremiense en facies Weald

(C_{w12-14}³⁻⁰)

Ya se ha indicado que esta unidad se extiende exclusivamente por el cuadrante SO. de la Hoja, a excepción de un pequeño afloramiento ubicado en el borde oriental de la misma. Está representada por una serie terrígena de areniscas ferruginosas y micáceas, frecuentemente con estratificación cruzada, que presentan intercalaciones de limos y arcillas limolíticas de tonos amarillentos y rojizos o, en ocasiones, negruzcos por la presencia de materia orgánica.

Todos los cortes de superficie que pueden obtenerse son siempre parciales, por faltarnos normalmente la base de la serie, que se presenta en contacto mecanizado sobre distintos términos del Keuper o Lías. De todos modos, en la zona SO. de la Hoja puede estimarse un espesor de unos 550 ó 600 m., que, hacia las regiones meridionales, debe aumentar, ya que en el sondeo de Matienzo-1 (Valdebro), ubicado fuera de la Hoja, y comenzado sobre la facies Weald, se atravesaron 612 m. de esta facies.

2.3.2 Aptiense-Albiense-Cenomaniense Inferior

Como se ha indicado anteriormente, este conjunto, que incluye lo que en la bibliografía regional se denomina complejo Urganiano (Aptiense-Albiense Inferior) y complejo Supraurgoniano (Albiense Medio-Superior a Cenomaniense Inferior), presenta una extraordinaria variabilidad de facies, lo que nos ha obligado a diferenciar en la cartografía unidades cronoestratigráficas distintas, según las áreas paleogeográficas y/o estructurales. Por ello, en la descripción estratigráfica que sigue, la exposición se hará siguiendo una ordenación de estas áreas, desde las más occidentales a las situadas al este de la Hoja.

2.3.2.1 Zona suroccidental (C_{15-16}^{0-12} y C_{16-21}^{23-1})

En esta región se pueden separar dos potentes tramos litológicos: uno inferior, constituido por calizas y calcarenitas, localmente dolomitizadas, que incluye al Aptiense y Albiense Inferior-Medio (C_{15-16}^{0-12}), y otro superior, integrado por calizas arcillosas con intercalaciones de margas y arenas o areniscas, datado como Albiense Medio-Superior a Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{23-1}). Para el estudio detallado de las unidades separadas en esta zona, partimos de la columna de Santiago, levantada en la pista que asciende a la Peña Cabarga, y de un corte esquemático que representa la serie urgoniana de la Sierra de Villanueva [Peña Cabarga].

El tramo inferior está constituido por unos 650 m. de calizas, que en la parte inferior se presentan intensamente dolomitizadas, siendo muy frecuentes las mineralizaciones de hierro, que fueron objeto de explotación en el pasado. Por encima la serie se hace caliza, tratándose de calcarenitas microcristalinas (biomicritas) con abundantes secciones de: *Toucasia*, *Palorbitolina lenticularis* (BLUM.), *Orbitolinopsis simplex* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON) y *Quinqueloculina* sp. Un tercer tramo puede individualizarse por la presencia de niveles dolomíticos con intercalaciones de calizas arcillosas, conteniendo *Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.), *Orbitolina* (M.) gr. *texana*, DOUGL., *Pseudochoffatella cuvillieri* DELOFFRE, *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFFRE y Briozoarios. Finalmente la serie urgoniana termina con un conjunto de calizas microcristalinas, grises y oscuras (biomicritas e intrabiomicritas), estratificadas en bancos de 50 cm., que hacia la parte más alta, en el paso a la siguiente unidad cartográfica, se hacen más masivas y adquieren aspecto brechoideo. Contienen *Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.), *Orbitolina* (M.) *texana texana* (ROEMER), *Tritaxia* sp., *Quinqueloculina* sp., *Lithothamnium* sp., Coralaris, Briozoarios, espículas y tubos de Anélidos. En esta zona la microfauna no permite separar el Aptiense del Albiense, cuyo límite debe situarse aproximadamente por debajo de los niveles superiores calizos. Esta es la razón por la que este potente tramo calizo-dolomítico tiene que cartografiarse como una unidad (C_{16-21}^{0-12}).

El tramo superior, de edad Albiense Medio-Superior a Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{23-1}), está definido, en la columna de Santiago, por calizas arcillosas (bio)micritas y margas calcáreas, irregularmente distribuidas, con estratificación oscura, desde ondulada a tableada o masiva. En algunos niveles hay concreciones silíceas con estructuras orgánicas, posiblemente referibles a Espongiarios. Hacia arriba la serie se hace más detrítica, pasándose a arcillas limolíticas pardo-amarillentas, con delgadas intercalaciones de sílex

negro sapropélico y terminando con areniscas de grano fino, estratificadas en capas onduladas de 2 a 4 cm., que contienen «cantos blandos» de arcilla negra. La microfauna de esta serie, que es muy abundante, ha sido anteriormente descrita por RAMIREZ DEL POZO (1972), destacando la presencia de *Hedbergella washitensis* (CARSEY), *Hedbergella planispira*, TAPPAN, *Tri-taxia pyramidata* REUSS, *Gavelinella intermedia* (BERTHELIN), *Eoguttulina anglica* CUSHM. y OZAWA, *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Epistomina spinulifera* (REUSS), *Tristix excavata* (REUSS), *Arenobulimina macfad-yeni* CUSHM. y *Ammobaculites parvispira* TEN. DAM. El límite entre el Albiense y el Cenomaniense es difícil de establecer mediante los microfósiles, aunque por consideraciones litológicas debe ser situado aproximadamente coincidiendo con la base del tramo superior arenoso. El espesor medido en la columna de Santiago es de 220 m.

2.3.2.2 Zona noroccidental (Santander) (C_{151}^1 , C_{152}^1 , C_{153}^1 , C_{15}^{23} y C_{16-21}^{0-1})

En esta región el Aptiense puede subdividirse en cuatro unidades diferenciadas, tanto lito como bioestratigráficamente, mientras que el Albiense y Cenomaniense Inferior tienen que agruparse en una sola unidad cartográfica. Para el estudio detallado de la estratigrafía de esta zona se parte de las columnas de Pedreña-Somo y de La Magdalena-Cabo Mayor. Los términos basales del Aptiense, que no figuran en las mencionadas columnas, se estudian en la de Puente Arce, levantada en la vecina Hoja de Torrelavega, muy cerca de su límite con la de Santander.

El Bedouliense Inferior (C_{151}^1) está representado en la base por calcarenitas cristalinas (intrabiosparitas), algo arenosas, y por alternancias de arenas micáceas, limos, arcillas calcáreas y calcarenitas grises, localmente dolomitizadas, en el techo. El tramo se caracteriza por la presencia de: *Palorbitolina lenticularis* (BLUM.), *Praeorbitolina cormyi* SCHROED., *Epistomina* (*Brotzenia*) sp., *Neocythere mertensi* OERTLI; *Dolococytheridea intermedia* OERTLI y Briozoarios. El espesor medio es de unos 50 m.

El Bedouliense Medio (C_{152}^1) está definido por un conjunto de calizas, finalmente calcareníticas, con *Toucasia*, Miliólidos y Orbitolinas. Son biomicritas o intrabiomicritas, con: *Orbitolinopsis praesimplex* SCHROED., *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Quinqueloculina* sp., *Ataxophragmium* sp., y *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFFRE. Tiene una potencia media de unos 60 m.

El Bedouliense Superior (C_{153}^1) es un tramo de carácter poco compacto, terrígeno, que en la parte baja está formado por arenas y arcillas arenosas con restos carbonosos y en la parte superior por margas grises, oscuras,

alternando, en capas de 20 a 40 cm., con calizas arcillosas dolomíticas. Contiene: *Orbitolinopsis simplex* (HENSON), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Dolocytheridea intermedia* OERTLI, *Protocythere derooi* OERTLI, y *Cythereis büchlerae* OERTLI. El espesor medio es de unos 70 m.

El Gargasiense-Clansayense (C_{15}^{23}) de esta zona se define, en la columna de Pedreña-Somo, por unos 85 m. de calcarenitas masivas, de tonos beige, con Rudistas [*Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.)], Corales, *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Orbitolina (M.) texana melendezi* RAMIREZ (en el techo del tramo), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Pseudochoffatella cuvillieri* DELOFFRE, *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT (en el techo del tramo), *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFFRE, *Marinella* sp.; *Solenopora* sp., *Acicularia* sp. y *Quinqueloculina* sp. El espesor de esta unidad aumenta hacia el oeste de un modo muy espectacular, llegando a tener en el extremo occidental de la Hoja más de 200 m.

El Albiense-Cenomaniense Inferior (C_{16-21}^{0-1}) es un conjunto con litología muy variable, que cambia muy acusadamente de unos lugares a otros. El carácter más notable es su constitución terrígena con intercalaciones calcáreas. En la columna de La Magdalena-Cabo Mayor comienza por calcarenitas rojizas con abundante glauconita, conteniendo: *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.), *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Haplophragmium* sp., y *Lithophyllum* cf. *amphiroaeforme* ROTHPL. Sigue un conjunto más potente de areniscas amarillentas y blanquecinas, micáceas, bituminosas, con azufre, que en algún nivel tienen *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER). Completa esta unidad un nivel de margas arcillosas, grises, micáceas y arenosas, con nódulos de hierro e intercalaciones de calcarenitas grises, dolomíticas (intrabiomicritas) o areniscas calcáreas. Todo este tramo es muy fosilífero, destacándose la presencia de: *Orbitolina (M.) aperta* (ERMAN), *Orbitolina (O.) concava qatarica* HENSON, *Neoiraquia convexa* DANILOVA, *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.), *Hedbergella washitensis* (CARSEY), y *Tritaxia* aff. *pyramidata* REUSS.

La potencia total de esta unidad, en la columna de La Magdalena, es de unos 195 m. Por los microfósiles mencionados, los niveles inferiores calcareníticos corresponden al Albiense basal, mientras que el tramo intermedio terrígeno debe representar al resto del Albiense. El superior pertenece, sin la menor duda, al Cenomaniense Inferior.

En la columna de Pedreña-Somo las calcarenitas inferiores tienen 18 m. de potencia y contienen, además de los microfósiles citados en La Magdalena, *Agardhiellopsis cretacea*, LEMOINE. Las areniscas del tramo intermedio son calcáreas en varios niveles, presentando secciones de *Orbitolina (O.) concava qatarica* HENSON, en el techo.

2.3.2.3 Zona de Solórzano-Puerto de las Varas (C_{15}^1 , C_{15}^2 , C_{15-21}^{3-1} y C_{21}^{12})

Esta zona ocupa una amplia superficie de la Hoja, extendiéndose sus facies representativas por todo el cuadrante SE. de la misma. Para el estudio estratigráfico de detalle de la zona se parte de las columnas de Solórzano y del Puerto de las Varas.

El Bedouliense (C_{15}^1) está constituido por calcarenitas y calizas con algunas intercalaciones de arcillas, arenas y limos. La base aflora solamente en La Cavada, en la parte occidental de la zona, donde comienza por calcarenitas (biosparitas) con *Palorbitolina lenticularis* (BLUM.) y *Praeorbitolina cornyi* SCHROED. Siguen arcillas, limos y areniscas, terminando el Aptiense Inferior con calizas microcristalinas (biomicritas) con Rudistas [*Toucasia* y *Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.)], *Terebratula sella* SOW., Políperos *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Orbitolinopsis simplex* HENSON, *Everticyclammina greigi* (HENSON) y *Quinqueloculina* sp. El espesor del Aptiense Inferior es del orden de los 300 m.

El Gargasiense (C_{15}^2) es un tramo de unos 290 m., con litología variable, constituido preferentemente por calizas y calcarenitas (biomicritas o biopelmicritas) con algunas intercalaciones más blandas, generalmente recubiertas de arenas y margas limolíticas. Este tramo se caracteriza por contener: *Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.), *Orbitolina* (M.) *texana texana* (ROEMER), *Coskinolinella daguini* DELMAS y DELOFFRE, *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Pseudochoffatella cuvillieri* DELOFFRE, *Bacinella irregularis* (RADOICIC) y *Arabicodium* sp.

En la unidad cartográfica Clansayense-Albiense-Cenomaniense Inferior (C_{15-21}^{3-1}) se pueden separar, en la columna de Solórzano, varios tramos con fauna característica, aunque en el campo resulta muy difícil hacer unidades menores

La parte inferior, constituida por calizas microcristalinas, algo arcillosas, con intercalaciones de margas y de areniscas rojizas, contiene: *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT, *Orbitolina* (M.) *texana texana* (ROEMER), *Sabaudia minuta* (HOFKER), *Neocythere vanveeni* OERTLI, *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET) y *Marinella* sp. Este tramo basal, con una potencia de unos 80 m., debe datarse como techo del Aptiense, en tránsito al Albiense.

Un segundo tramo, de carácter más blando y margoso que el anterior, está constituido por margas grisáceas y marrones con algunas intercalaciones de calizas arcillosas. En la base contiene: *Orbitolina* (M.) *texana texana* (ROEMER), *Agardhiellopsis cretacea* LEMOINE, *Haplophragmium* sp., *Acicularia* sp. y *Marinella* sp., mientras que en los niveles superiores se ha reconocido: *Citherinella didyma* (BERTHELIN), *Triplasia* cf. *acutocarinata* (ALEX.

y SMITH), *Hedbergella* cf. *infracretacea* (GLAESSNER), *Marssonella oxycona* REUSS, *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX. y *Globorotalites* sp. Este tramo, que tiene 85 m. en la columna de Solórzano, pertenece, por los microfósiles mencionados, al Albiense.

El Cenomaniense Inferior tiene, contrariamente al Albiense, una extraordinaria potencia. Los niveles más inferiores del primero, incluidos en esta unidad cartográfica, alcanzan los 150 m. de espesor. Son calizas microcristalinas (biomicritas y biopelmicritas) con intercalaciones delgadas (5-25 cm.) de margas grises, hojosas. Se caracteriza por la presencia de: *Orbitolina* (M.) *aperta* (ERMAN), *Orbitolina* (O.) *concava qatarica* HENSON, *Neorhaquia convexa* DANILOVA, *Buccicrenata subgoodlandensis* VANDERP., *Cythereis luermannae* TRIEB., *Centrocythere denticulata* MERTENS y *Doloccytheridea bosquetiana* (JONES e HINDE).

El Cenomaniense Inferior a Medio (C₂₁¹²) tiene también una litología muy variada, caracterizada por calizas con intercalaciones de margas y de arenas. En el Puerto de las Varas afloran más de 300 m. de sedimentos pertenecientes a esta edad. Las calizas, que son biomicritas o intrabiomicritas, según niveles, suelen ser masivas y contienen: *Orbitolina* (O.) *concava qatarica*, HENSON, *Orbitolina* (O.) *concava concava* (LAMARCK), *Orbitolina conica* (D'ARCH.), *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.), *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Haplophragmium* sp., Políperos y Briozoarios. En las margas se han encontrado: *Orbitolina* (O.) gr. *concava* (LAMARCK), *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Palmula* sp., *Marginulina* cf. *aequivoca* REUSS, *Cythereis luermannae* TRIEB., *Cytherella ovata* (ROEMER), *Cytherella parallela* (REUSS) y *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET).

2.3.2.4 Zona de Ajo (C₁₅²³, C₁₆¹, C₁₆¹², C₁₆²³ y C₁₆₋₂₁²³⁻¹)

Comprende la región del cabo de Ajo, extendiéndose hacia el Sur hasta la falla de Beranga, y hacia el Este hasta la falla de Ajo-Colindres. Para el estudio detallado de la estratigrafía se parte de la columna de Isla-Cabo de Ajo y de un pequeño corte esquemático de la zona de Ajo-Galizano.

En esta zona no aflora el Bedouliense, siendo del Gargasiense-Clansayense (C₁₅²³) los términos más bajos del Aptiense que pueden observarse. Estos niveles están representados, en su base, por calizas y calcarenitas grises, estratificadas en gruesos bancos, localmente nodulosas (intrabiomicritas y biomicritas), con: *Pseudotoucasia santanderensis* (H. DOUV.), Corallarios, *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Quinqueloculina* sp., *Glomospira* sp., *Ataxophragmium* sp. y *Marinella* sp. Hacia arriba continúan calcarenitas masivas (biomicritas), entre las que se intercalan algunas lumaquelas de Corales, conteniendo: *Simplorbitolina manasi* CIRY y RAT., *Orbitolina* (M.)

texana texana (ROEMER), *Everticyclammina greigi* (HENSON), *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Ammobaculites subcretacea* CUSHM. y ALEX. y *Sabaudia minuta* (HOFKER). La potencia total del tramo no puede evaluarse porque existe una falla que bisela la parte inferior de la serie del Aptiense Superior, poniéndola en contacto con unidades del Cenomaniense Inferior.

Los términos cartografiados como Albiense Inferior (C_{16}^1) están representados por arcillas limolíticas grises, con nódulos ferruginosos, margas de los mismos tonos, areniscas calcáreas con «mud-cracks» e intercalaciones de calcirruditas y calcarenitas limolíticas (biopelmicritas). Todo el tramo es muy fosilífero, tanto en macrofauna (Coralarios, Braquiópodos, Rudistas, etc.) como en microfauna, entre la que se destaca: *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Ammobaculites parvispira* TEN DAM, *Haplophragmium* sp., *Flabellammina alexanderi* CUSHM., *Palmula* sp., *Patellina subcretacea* CUSHM. y ALEX., *Marssonella oxycona* REUSS, *Cytherella ovata* (ROEMER) y *Neocythere vanveeni* MERTENS. En la columna de Isla-Cabo de Ajo se han medido 95 m.

El Albiense Inferior-Medio (C_{16}^{12}) está definido por un conjunto, de unos 100 m. de potencia, de calizas y calcarenitas grises, estratificadas en bancos de 2 m. (intrabiomicritas recristalizadas), que hacia la mitad del tramo son nodulosas (biomicritas). Contienen abundantes *Pseudotoucasia* en algunos niveles, así como *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Neorbitolinopsis conulus* [H. DOUV.], *Haplophragmium* sp., *Tritaxia* sp., *Quinqueloculina* sp. Políperos y algas Solenoporáceas.

El Albiense Medio-Superior (C_{16}^{23}) es una unidad predominantemente margosa de unos 100 m. de potencia, en la que alternan margas grises, nodulosas y calizas arcillosas, en capas de 10 a 40 cm., con algún banco intercalado de calizas arcillosas (biomicritas), de aspecto noduloso, de hasta 10 m. de potencia. Se trata de un tramo relativamente rico en macrofósiles (Braquiópodos, Rudistas, Corales y Ostreidos), así como en microfósiles: *Orbitolina (M.) texana texana* (ROEMER), *Tritaxia excavata* (REUSS), *Cytherella ovata* (ROEMER), *Dolococytheridea bosquetiana* (JONES e HINDE), *Neocythere vanveeni* MERTENS y *Schuleridea jonesiana* (BOSQUET).

El Cenomaniense Inferior de la zona está representado por un monótono conjunto de arenas y areniscas micáceas, con restos carbonosos en algunos lechos, normalmente azoicas, y ocasionalmente con moldes arenosos de Orbitolinas. Hacia la parte baja se intercala un banco de calcarenitas (Cc_{21}^1) que presentan microfacies muy variables entre biointraesparitas y biomicritas, conteniendo: *Orbitolina (O.) concava qatarica* HENSON, *Neoraguiqua convexa* DANILOVA, *Paratrocholina lenticularis* (PAALZ.) y Briozoarios. En la zona de Ajo-Galizano esta unidad cartográfica tiene una potencia de unos

750 m. y comprende solamente términos de edad Cenomaniense Inferior. Hacia el SE. incluye términos cada vez más bajos, llegando a tener en su base una edad Albiense Medio (Cs₁₆₋₂₁²³⁻¹). Esta unidad se extiende hacia las regiones orientales, entrando también a la Hoja de Santoña (20-04), donde se apoya directamente encima del complejo Urganiano, cuyo techo es del Albiense Inferior y Medio.

2.3.2.5 Zona nororiental (C₁₅₋₁₆⁰⁻¹², C₁₆²³ y Cs₁₆₋₂₁²³⁻¹)

Esta zona, que se localiza al este de la falla de Ajo-Colindres, alcanza mayor extensión en la Hoja de Santoña. Se caracteriza por presentar un conjunto Urganiano, muy bien desarrollado, que incluye al Aptiense y Albiense Inferior-Medio, no divisible en la cartografía (C₁₅₋₁₆⁰⁻¹²), y un tramo margoso con intercalaciones de calizas arcillosas, de edad Albiense Medio-Superior (C₁₆²³), que hacia el Sur y Este desaparece, pasando a areniscas y arenas micáceas, cuya edad, dentro de la Hoja, oscila entre Albiense Medio-Superior a Cenomaniense Inferior (Cs₁₆₋₂₁²³⁻¹) o Cenomaniense Inferior solamente. Tanto las potencias como las microfacies y microfaunas de las unidades cartografiadas en esta zona, son muy semejantes a las de las zonas anteriormente descritas.

2.3.3 Cenomaniense Medio-Superior (C₂₁²³)

Esta unidad se extiende por la mitad occidental de la Hoja, donde está definida por calcarenitas de tonos beige (intrabiosparitas), estratificadas en capas de 1 m. aproximadamente. En la parte inferior contiene: *Orbitolina (O.) concava concava* (LAM.) y *Hedbergella washitensis* (CARSEY), mientras que los tramos superiores contienen: *Orbitolina (O.) conica* (D'ARCH.), *Rotalipora* cf. *cushmani* (MORROW) y *Pithonella sphaerica* (KAUFFMAN). La potencia varía considerablemente de unos puntos a otros, no sólo por subsidencia diferencial, sino por presentar frecuentemente un hiato estratigráfico en su techo, que da lugar a que en la mayor parte de los lugares falte el Cenomaniense más Superior. Así, en la zona de la ría de Solía desaparece totalmente, llegando a descansar las margas del Santoniense sobre el Albiense Medio-Superior a Cenomaniense Inferior. De todos modos no suele sobrepasar los 30 m. de espesor.

2.3.4 Cenomaniense Medio-Superior a Santoniense (C₂₁₋₁₄²³⁻⁰)

Esta unidad compresiva se ha cartografiado en la zona central de la Hoja, en el área sinclinal de Ribamontán al Mar y zona de Anero. Se trata de un conjunto constituido por una monótona serie de margas grises, nor-

malmente hojosas, con intercalaciones de calizas arcillosas nodulosas. En la base las margas contienen: *Rotalipora cushmani* (MORROW), *Rotalipora greenhornensis* (MORROW), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Praeglobotruncana stephani turbinata* REICHEL, *Tritaxia pyramidata* REUSS y *Pseudovalvulineria cenomana*, BROTZEN, que indica una edad Cenomaniense. El resto de los niveles margosos puede correlacionarse con sus correspondientes en la columna de La Magdalena-Cabo Mayor. El techo de la unidad se data como Santoniense por contener *Globotruncana concavata carinata* DALBIEZ y *Micraster*. El espesor de este tramo margoso es del orden de los 700 m.

En las zonas de Güemes, Las Pilas y Beranga, donde la serie margosa es más incompleta por presentarse en afloramientos fallados u ocupando los ejes de pequeños sinclinales, los términos superiores no sobrepasan al Turoniense, por cuya razón en la cartografía se han representado con la sigla del Cenomaniense Medio-Superior a Turoniense (C₂₁₋₂₂²³⁻⁰).

2.3.5 Turoniense y Coniaciense (C₂₂₋₂₃)

Aflora esta unidad a lo largo de una estrecha franja con orientación sensiblemente E.-O., que se extiende al oeste de la playa de La Magdalena. Se trata de una monótona serie en la que alternan margas hojosas, grises y calizas arcillosas (biomicritas). En la base y parte inferior contienen abundante glauconita junto a *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Globotruncana helvetica* BOLLI, *Globotruncana sigali* REICHEL, *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Pithonella sphaerica* (KAUFFMAN) y *Pithonella ovalis* (KAUFFMAN), que data a la serie como Turoniense. En la parte superior se han reconocido: *Globotruncana lapparenti coronata* BOLLI, *Globotruncana angusticarinata* GANDOLFI, *Globotruncana schneegansi* SIGAL, *Heterohelix* sp. y *Minouxia lobata* GENDROT., que caracterizan al Coniaciense. El espesor medio de la unidad es de unos 400 m.

2.3.6 Santoniense y Campaniense Inferior y Medio (C₂₄₋₂₅⁰⁻²)

Aflora esta unidad al oeste de cabo Mayor (norte de Santander) y está caracterizada por una litología muy monótona de margas hojosas, alternando con calizas arcillosas y limolíticas, que hacia la parte alta (en el faro de cabo Mayor) dominan sobre las margas. Los dos tercios inferiores de la serie contienen abundantes *Micraster* (muy frecuentes en la playa de Mataleñas), entre los que se reconocen *M. coranguinum* KLEIN y *M. corbaricus* LAMB. La microfauna es también relativamente abundante, destacando: *Globotruncana concavata concavata* (BROTZ.), *Globotruncana concavata carinata* DALBIEZ, *Globotruncana lapparenti lapparenti* BOLLI, *Globotruncana forni-*

cata PLUMM., *Pseudovalvulineria* cf. *costata* (BROTZ.), *Gaudryina rugosa* D'ORB. y *Verneuillina limbata* CUSHM. Esta asociación es característica del Santoniense. En el tercio superior, las calizas arcillosas adquieren más importancia que las margas y, junto a los *Micraster*, aparece *Echinocorys vulgaris*, BREYN., además de secciones de *Globotruncana* aff. *elevata* *elevata* BROTZ., *Globotruncana* aff. *fornicata* PLUMM., *Pseudovalvulineria*, *Spiroplectammina* y *Goupillaudina* aff. *daguini*, MARIE, que caracterizan al Campaniense Inferior. La potencia del conjunto Santoniense-Campaniense Inferior y Medio es de 500 m. en la columna de La Magdalena-cabo Mayor.

2.3.7 Campaniense Inferior y Medio (C₂₅¹²)

En los alrededores de Langre, sobre la serie margosa del Cenomaniense Medio-Superior a Santoniense, descrita en apartados anteriores, y ocupando el eje de un pequeño sinclinal, aflora una serie de calizas arenosas y arcillosas, con intercalaciones de calcarenitas y margas. Contiene *Echinocorys vulgaris* BREYN. y Ammonites referibles a *Pachydiscus* y por situarse sobre niveles datados como Santoniense Superior se incluye en el Campaniense. Son calcarenitas arenosas con: *Globotruncana* aff. *elevata* BROTZ., *Goupillaudina* sp. y Briozoarios.

2.3.8 Campaniense Superior-Maastrichtiense (C₂₅₋₂₆³⁻⁰)

La serie que aflora desde el cabo Mayor hacia el Norte está constituida por calcarenitas y calizas arenosas que, por la microfauna, pueden datarse sin ninguna dificultad. El tramo inferior es de calcarenitas arenosas en algunos niveles y con glauconita en otros, conteniendo: *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Goupillaudina* cf. *daguini* MARIE, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Orbitoides tissoti* (SCHLUMB.), *Siderolites vidali* SCHLUMB., *Lithothamnium* y Briozoarios. Este tramo inferior, con una potencia de 37 m., corresponde al Campaniense Superior. El resto de la unidad está definida por calizas arenosas, con una potencia de unos 120 m. (biomicritas e intrabiomicritas), con: *Omphalocyclus macroporus* (LAM.), *Rugoglobigerina* sp., *Lepidorbitoides socialis* (LEYM.), *Larrazetia larrazeti* MUN.-CHALM., *Siderolites calcitrapoides* (LAM.), *Racemigumbellina* cf. *fruticosa* (EGGER), *Globotruncana* aff. *stuarti* (DE LAPP.), *Clypeorbis mamillata* (SCHLUMB.), *Orbitoides media* (D'ARCH.) y *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.). Los niveles más altos se presentan con una dolomitización bastante avanzada. Todo este tramo superior se data, por los microfósiles citados, como Maastrichtiense.

2.4 Terciario

Sobre los materiales del Cretácico, descritos anteriormente, y concordando

tes con los mismos, tenemos una serie constituida por calizas y dolomías del Paleoceno y Eoceno Inferior. Estos niveles del Terciario afloran exclusivamente en el flanco sur del sinclinal de San Román y en el sinclinal de Cubas-Agüero.

Los autores que más se han ocupado de la estratigrafía del Terciario de la región son: MENGAUD (1920), KARRENBORG (1934), GOMEZ LLUECA (1929), HOTTINGER (1960), HOTTINGER, LEHMANN y SCHAUB (1962), MALDONADO, REGUANT y TRUYOLS (1970) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

2.4.1 Daniense y Montiense (T_{11-12}^A)

El Terciario de la columna de La Magdalena-cabo Mayor comienza por un tramo de dolomías, normalmente microcristalinas o finamente cristalinas y, localmente, pseudoolíticas. En los niveles que presentan esta última facies existen algunas secciones de Gasterópodos, Ostrácodos y Ataxophragmiidae, mientras que los microcristalinos son azoicos. Este conjunto dolomítico, que tiene una potencia de unos 56 m., se asigna al Daniense, tanto por las edades del infra y suprayacente, como por la microfacies, conocida en otros sectores de la Cuenca Cantábrica.

El Montiense de la mencionada columna está constituido por un tramo de unos 64 m. de calcarenitas (biomicritas), arenosas en algunos niveles, con abundantes algas Rodofíceas. Contienen: «*Microcodium*» (en la base solamente), *Rotalia* cf. *trochidiformis* LAM., *Planorbulina antiqua* MANGIN, *Discocyclus seunesi* DOUV., *Operculina heberti* MUN.-CHALM., *Quinqueloculina* sp., *Tubitextularia* sp., *Distichoplax biserialis* DIETRICH, *Lithothamnium* sp., *Solenopora* sp. y Coralarios.

2.4.2 Thanetiense (T_{13}^A)

Se trata de un reducido tramo de unos 11 m. de calcarenitas de tonos beige a marrones, con glauconita (biomicritas recristalizadas), con: *Glomalveolina primaeva* REICHEL, *Fallotella alavensis* MANGIN, *Operculina heberti* MUN.-CHALM., *Rotalia* cf. *trochidiformis* LAM. y *Lithothamnium* sp.

2.4.3 Ilerdiense (T_{21}^{Aa})

El Ilerdiense de la zona se define por calizas de Alveolinas o de Nummulites (biomicritas o biopelmicritas), arenosas en algunos niveles y con glauconita en otros. Contienen: *Alveolina aragonensis* HOTT., *Alveolina decipiens* HOTT., *Alveolina ilerdensis* HOTT., *Alveolina* cf. *triestina* HOTT., *Glomalveolina lepidula* (SCHWAG.), *Orbitolites* cf. *ibericus* LEHM., *Nummulites* cf. *ataticus* LEYM., *Nummulites* cf. *globulus* LEYM., *Nummulites* cf. *exilis* DOUV., *Operculina* cf. *canalífera* D'ARCH., *Globorotalia* aff. *aequa* CUSHM.

y RENZ. y *Globorotalia* aff. *velascoensis* (CUSHM.). La potencia del Ilerdiense, en la columna de La Magdalena-cabo Mayor, es de unos 50 m.

2.4.4 Campaniense Superior a Ilerdiense ($C_{25}^3-T_{21}^{Aa}$)

En la zona de la ría de Cubas (sinclinal de Cubas-Agüero) aflora un conjunto que incluye desde el Campaniense Superior al Ilerdiense, en el que las características faciales de cada uno de los pisos o tramos comprendidos es semejante a las de sus correspondientes en la columna de La Magdalena-cabo Mayor, descritas en los apartados anteriores. Estas unidades se presentan muy reducidas de espesor con relación a las del flanco sur del sinclinal de San Román, lo que unido a la complicación tectónica y, muy especialmente al gran recubrimiento que presentan, impide su subdivisión en unidades cartográficas más precisas.

2.4.5 Cuisiense (T_{22}^{Aa})

Sobre las calizas de Alveolinas o Nummulites aflora, en el sinclinal de San Román, constituyendo el eje del mismo, un tramo con una potencia máxima visible de 150 m., de calizas, generalmente muy arenosas (biopelmicitas o intrabiomicritas), localmente con nódulos de sílex, que por el contenido microfaunístico se asigna al Cuisiense. Se destaca la presencia de: *Globorotalia* aff. *rex* MARTIN *Globorotalia* aff. *formosa formosa* BOLLI, *Asterodiscus* aff. *taramellii* (MUN.-CHALM.), *Cuvillierina* cf. *vallensis* (R. GAO-NA), *Nummulites planulatus* (LAM.) y *Alveolina oblonga* D'ORB.

2.5 CUATERNARIO (Q_1T_1 , Q_1T_2 , Q_2Al , Q_2M , Q_2P , Q_2Fl , Q_2D , Q_2Cu y Q_2Sa)

El *Pleistoceno* está representado por las *terrazas* existentes en el valle del río Miera y en la ría de Cubas. Se pueden distinguir dos niveles: el superior (Q_1T_1), situado a unos 40 m., y el inferior (Q_1T_2), a unos 10 m. sobre el nivel actual del río. Ambos están constituidos por bolos y gravas de cuarzo y cuarcita, incluidos en una matriz arenoso-limolítica. El espesor de ambos niveles es muy difícil de estimar, debido a que se encuentran muy erosionados.

De los sedimentos correspondientes al *Holoceno* se han distinguido los siguientes:

- *Aluviones* (Q_2Al), que están constituidos por bolos y gravas heterogéneos, con matriz arenoso-arcillosa y con abundante materia orgánica. Destacan los del río Miera y los del río Campiazo (Beranga).
- *Marismas* (Q_2M), que se encuentran bien desarrolladas en la bahía de Santander, ría de Cubas, ría de Ajo y zona de Isla. Están constituidas,

litológicamente, por sedimentos incoherentes, frecuentemente saturados en agua, a base de arcillas, limos y fangos, con abundante materia orgánica.

- *Playas* (Q_2P), que se han diferenciado en las zonas de Santander, Ajo e Isla. Se trata de depósitos de arenas silíceas finas, con abundantes fragmentos de conchas.
- *Flechas litorales* (Q_2Fl), que están representadas exclusivamente por el arenal de Somo, el cual constituye la barra o restinga de entrada de la bahía de Santander, originada a partir de la acumulación de arenas silíceas transportadas por las corrientes marinas paralelas a la costa.
- *Dunas* (Q_2D), que se extienden preferentemente en los alrededores de Langre, Somo y Noja. Se han originado a partir del transporte eólico de las arenas de las playas, desde la zona costera al interior (dunas de trasplaya).
- *Cubetas de decalcificación* (Q_2Cu), constituidas por arcillas arenosas, rojizas, que generalmente se encuentran muy cubiertas por vegetación. Rellenan el fondo de depresiones kársticas importantes de tipo poljé, desarrolladas sobre los materiales calizos del Cretácico Inferior, como son las de Hazas de Cesto, Entrambasaguas y Omoño.
- *Sedimentos antrópicos* (Q_2Sa), están representados por la acumulación de los materiales de desecho procedentes de las minas situadas al sur de Santander, así como por los terrenos artificialmente ganados al mar, ubicados en los alrededores de la bahía de Santander.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

La disposición estructural que presenta la Hoja es el resultado de la actuación de las diferentes fases de la orogenia alpina en sus dos subciclos: Palealpino y Nealpino.

Dado que los afloramientos del Jurásico se encuentran en zonas de fuerte influencia diapírica, para la definición regional de las fases neociméricas hemos de basarnos en los datos suministrados por los sondeos de Matienzo-1 (Valdebro), situado en la Hoja 19-05 (Villacarriedo), muy próximo al área que nos ocupa, y Castro-Urdiales-1 bis (I. N. I.-Coparex) y Monillo-1 (P. Ibérica) de la Hoja 20-04 (Santoña), aprovechando exclusivamente los tramos de serie normal atravesados.

En el sondeo de Matienzo se pasa de un Valanginiense Inferior en facies Purbeck a un Bathoniense calcáreo, estando bien representadas las series inferiores hasta el Buntsandstein, excepción hecha del Muschelkalk.

En los sondeos de Castro-Urdiales y Monillo es dudosa la existencia de Berriasiense en facies Purbeck, siendo segura la presencia de Valanginiense Inferior. El Kimmeridgiense y Oxfordiense Superior están en facies marina, reposando directamente sobre el Bathoniense. La serie continúa sin interrupciones hasta el Hettangiense.

Así pues, las fases neociméricas se han traducido en la aparición de un hiato de carácter regional que afecta al Calloviense y Oxfordiense Inferior; en la existencia local de erosiones y/o falta de deposición durante el resto del Malm y Berriasiense y en la aparición de una discordancia erosiva entre la facies Weald y la facies Purbeck. Sin embargo, se viene observando que en las áreas diapíricas del Keuper la facies Weald descansa directamente sobre el Lias Superior, sobre todo en las zonas situadas a occidente de la Hoja de Santander. Este fenómeno podría ser explicado considerando que durante los primeros impulsos neociméricos se produjeron ya importantes acumulaciones de las masas plásticas del Triásico, creando zonas localizadas de erosión preferente, a modo de pequeños umbrales, en donde los términos comprendidos entre el Lias y el Valanginiense Medio fueron desmantelados.

Regionalmente, las fases neociméricas tienen repercusiones paleogeográficas preferentes, sin que se hayan manifestado en la creación de estructuras de plegamiento, siendo su única consecuencia dinámica patente la movilización local de las masas halocinéticas del Keuper.

Existen movimientos intra-wealdicos, aptienses, albienses y cenomaniense, detectables por cambios bruscos de litofacies y potencia en los sedimentos correspondientes a dichas edades. También ocurren fenómenos semejantes durante el Maastrichtiense y Paleoceno. Las citadas variaciones tienen su causa inmediata en la existencia de umbrales y surcos móviles durante la sedimentación en relación con las acumulaciones previas del Keuper. Localmente son responsables del hiato del Cenomaniense Superior-Turonense y Coniaciense observado al norte de Peña Cabarga.

La inyección final y salida de los diapiros del Keuper debió realizarse, aproximadamente, durante los tiempos correspondientes al Eoceno Superior, como lo demuestran las características faciales del Priaboniense y Oligoceno de la zona de San Vicente de la Barquera (Hoja 17-04, Comillas), que corresponden a sedimentos de cuencas muy inestables, en los que se encuentra abundante fauna resedimentada y ocasionalmente brechas de bloques de materiales mesozoicos con un cemento que contiene fauna del Eoceno Superior (Priaboniense). El plegamiento corresponde a la fase Pirenaica y fundamentalmente a las Sávica y Estaírica.

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

En la zona ocupada por la Hoja existe, evidentemente, un importante despegue entre la tectónica del zócalo (Paleozoico y Buntsandstein) y la de

la cobertera (Jurásico, Cretácico y Terciario), a partir del nivel plástico del Keuper, que durante las fases nealpinas ha penetrado diapíricamente en la serie sedimentaria suprayacente, dando lugar preferentemente a estructuras de fracturación en la cobertera.

En superficie se observan fallas y fracturas de tendencia radial y circular, de claro influjo diapírico (cuadrante NE. de la Hoja, zona de Ajo), existiendo también anticlinales del mismo origen (Ajo, Liermo y probablemente el de Solórzano). Las áreas de afloramiento del Keuper de los alrededores de Santander tienen asociadas importantes fallas y fracturas. La invección salina origina algunos cabalgamientos locales.

La Sierra de Villanueva-Gándara (Peña Cabarga), constituida por una serie monoclin al Aptiense-Albiense, inclinada hacia el norte y flanqueada por los diapiros de Solares y Marina de Cudeyo, presenta inversiones de capas en su zona septentrional, en los alrededores de Solares. En conjunto debe ser considerada, al menos hacia el Este, como un anticlinal volcado norvergente, perforado por el Keuper.

La estructura antes citada es la única que presenta una tectónica violenta en superficie (de forma local); sin embargo, los datos facilitados por los sondeos petrolíferos profundos existentes en la zona, indican una gran complejidad tectónica que no es observable en el campo.

De Sur a Norte, estos sondeos son:

Sondeo de Matienzo-1 (Valdebro). La serie atravesada es normal desde el punto de vista estructural. Su única peculiaridad está en el paso Buntsandstein-Keuper, en el que existe un potente conjunto de limolitas y areniscas con intercalaciones de arcillas y anhidritas que pueden ser interpretadas como una facies Muschelkalk, o bien como una zona de trituración por deslizamiento (migración) del Keuper sobre el Buntsandstein. Este sondeo se sitúa al norte de la Hoja 19-05 (Villacarriedo), muy próximo al límite de la misma con la de Santander.

Sondeo de Liermo-1 (Valdebro). Comenzado sobre la serie arenosa supraurgoniana (Albiense Medio a Cenomaniense Inferior), atraviesa después Albiense Inferior, Aptiense, 60 m. de Keuper, después serie supraurgoniana, Aptiense y finalmente Keuper.

Sondeo de Ajo-1 (Auxini). Comienza en Aptiense-Albiense Inferior y siguen, sucesivamente, Triásico, Cretácico Superior, Albiense Medio a Cenomaniense Inferior (Supraurgoniano), Aptiense-Albiense Inferior (Urgoniano), Triásico, Urgoniano, Triásico, Cretácico Superior (a 3.718 m.) y Supraurgoniano (hasta 4.970 m.).

Los sondeos de Castro-Urdiales-1 bis (I. N. I.-Coparex) y Monillo-1 (P. Ibérica) de la vecina Hoja de Santoña, atraviesan serie normal en su parte más

superior y después Triásico, Jurásico Marino, facies Purbeck, facies Weald, terminando el de Castro-Urdiales en Albiense. La serie en profundidad está invertida y la estructura puede ser interpretada como la de un anticlinal fallado y tumbado probablemente hacia el Norte.

La complejidad de los sondeos de Ajo y Liermo podría estar en relación con la migración de materiales del Keuper de Sur a Norte (probable milonito de arrastre de Matienzo), con acumulación importante de las masas plásticas en la zona costera, a modo de área diapírica «norvergente», con inyecciones laterales, de eje de penetración muy tendido (subhorizontal). Dicha inyección, de fuerte componente horizontal, daría lugar a una tectónica de escamas con cobijaduras importantes, deslizamientos y cabalgamientos hacia el Norte (Cretácico Superior a 3.718 m. en el sondeo de Ajo). Las ideas antes expuestas deben ser tomadas con las debidas reservas, sobre todo teniendo en cuenta que alguno de los sondeos, como el de Ajo, se encuentra en fase de revisión.

Por lo que respecta a las estructuras que se observan en superficie, los pliegues tienen orientaciones generales E.-O., y entre las fallas destacan las de tendencia circular con dirección preferente E.-O. y otras NO.-SE. y SO.-NE.

Se pueden distinguir las siguientes áreas diapíricas:

- Diapiro de la bahía de Santander, que probablemente se continúa en toda la amplitud de la citada bahía, cubierto por marismas y por el mar. Contiene algunos bloques de Lías Superior en la vecina Hoja de Torrelavega. Su inyección ha dado lugar a cabalgamientos de la facies Weald sobre el resto del Cretácico.
- Diapiro de la ría de Solía. Es continuación del de Parbayón (Hoja 18-04, Torrelavega), intruido a partir de una gran zona de debilidad de dirección E.NE.-O.SO. En sus alrededores existen cabalgamientos locales del Aptiense sobre el Santoniense.
- Diapiro de Penagos. Perfora exclusivamente sedimentos de la facies Weald.
- Los diapiros de Marina de Cudeyo y Solares se han inyectado a favor de zonas o áreas de fractura, de dirección E.-O. y otras N.-S. Contienen numerosos asomos de ofitas y bloques de materiales del Jurásico y Aptiense.

Por lo que respecta a las estructuras de plegamiento, se observa que las orientaciones preferentes son E.NE.-O.SO. y NE.-SO., existiendo algunas inflexiones en los pliegues a partir del meridiano de Ajo, hacia el Este, cuyos ejes pasan a tener direcciones O.NO.-E.SE., que son los dominantes en la Hoja adyacente de Santoña. Estas inflexiones probablemente estén en

relación con las zonas preferentes de inyección lateral, citadas anteriormente. Destacan los siguientes pliegues:

- Anticlinal de Ajo. Cuyo eje tiene orientación E.NE.-O.SO. y O.NO.-E.SE., su núcleo se sitúa sobre materiales del Albiense Superior. En realidad corresponde a un repliegue de una estructura profunda de gran complejidad.
- Anticlinal de Liermo. Su núcleo está constituido por materiales del Cenomaniense Inferior terrígeno. Es una estructura de origen diapírico.
- Anticlinal de Solórzano. El eje tiene orientación O.NO.-E.SE. y NO.-SE. y su núcleo se desarrolla sobre sedimentos del Bedouliense. Muy probablemente sea también de origen diapírico.
- Área sinclinal de Ribamontán al Mar. Está situada en la zona central de la Hoja. Se trata en realidad de un suave sinclinorio que afecta a las series del Turoniense-Campaniense, en el que se han distinguido algunas estructuras menores sencillas, de tipo anticlinal o sinclinal. Entre ellas destaca el sinclinal de Cubas-Agüero, de dirección NE.-SO., en cuyo núcleo se sitúan materiales del Terciario.
- También existe un suave sinclinal impuesto sobre Cenomaniense en facies Solórzano, en la zona del Puerto de las Varas.

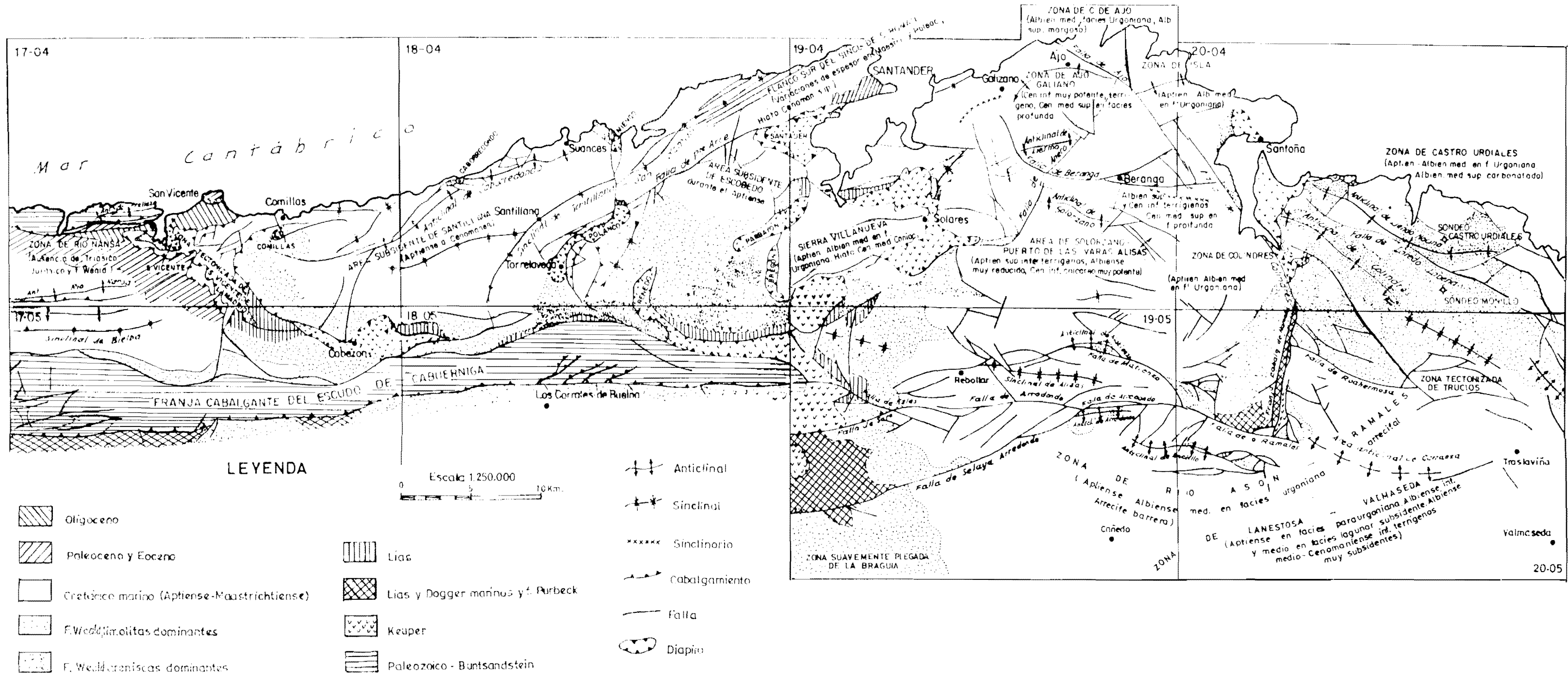
Entre las fallas destacan las existentes en la mitad oriental de la Hoja, sobre todo las de Ajo, Anerio y Beranga, que corresponden a los sistemas radiales y circulares originados probablemente por la inyección de masas diapíricas en profundidad.

4 HISTORIA GEOLOGICA

El área ocupada por una Hoja resulta extremadamente pequeña como para conocer detalladamente, a través de su estudio, los hechos acaecidos en el transcurso de los tiempos geológicos y, sobre todo, para definir los principales rasgos paleogeográficos. Por ello, la historia geológica se basará en los datos obtenidos en el estudio de las Hojas 17-04 (Comillas), 18-04 (Torrelavega), 19-04 (Santander), 20-04 (Santoña), 17-05 (Cabezón de la Sal), 18-05 (Los Corrales de Buelna) y 18-06 (Reinosa), que ha realizado la Compañía General de Sondeos, S. A. (C. G. S.), teniendo en cuenta también los datos disponibles en la bibliografía sobre la región.

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 tanto, la sedimentación paleozoica posthercínica (Pérmico) y en

ESQUEMA ESTRUCTURAL Y PALEOGEOGRAFICO



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) en la parte oriental de la «franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga» y zonas de Santander y Laredo. Localmente, en la zona de río Nansa existió un alto paleogeográfico con falta de depósito y/o erosión de los sedimentos triásicos (Hoja 17-04, Comillas).

Después de la sedimentación triásica se produce un pequeño hundimiento del fondo de la cuenca, que el mar aprovecha para invadir la región y depositar la serie de calizas y dolomías del Lías Inferior.

En el Lías Superior y Dogger debió existir, en la zona de la Hoja, sedimentación marina, posiblemente con espesores menores, así como facies más someras que en la zona meridional, al sur de la «franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga», que constituía un umbral durante esta época.

En dicha zona meridional el espesor del Jurásico Marino (Lías y Dogger) es de unos 800-900 m., espesor que, como se ha indicado, se reduce hacia la zona norte (en el área costera), donde la erosión posterior, que tiene un carácter diferencial, lo ha dejado reducido a los tramos basales del Lías en la Hoja de Comillas. El Lías Superior se conserva en las de Torrelavega y Santander y el Dogger en la de Santoña. De todos modos, los sedimentos del Jurásico presentan, en conjunto, facies litorales a neríticas, con un máximo de profundidad durante el Lías Superior y parte inferior del Dogger, habiéndose depositado en una cuenca relativamente estable, en la que existían pequeñas subsidencias diferenciales.

Normalmente en toda la región faltan los sedimentos correspondientes al Oxfordiense-Kimmeridgiense, como consecuencia de las fases neociméricas. Solamente en los sondeos de Castro-Urdiales y Monillo, ubicados en el extremo oriental de la Hoja de Santoña, se han perforado niveles de esta edad. Se trata de una facies nerítica a litoral, parcialmente arrecifal en el Kimmeridgiense.

En cambio, durante el Portlandiense y Cretácico más Inferior (facies Purbeck), la región situada al norte de la «franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga» debió constituir un umbral, posiblemente emergido, por lo que esta franja fue, probablemente, el borde norte de la cuenca de sedimentación. En dicho umbral no sólo no debió haber depósito de los sedimentos de la facies Purbeck, sino que, además, se produjo una intensa erosión de los materiales del Jurásico Marino. Excepcionalmente se encuentra Valanginiense Inferior-Medio en los sondeos localizados al este de Santander. La erosión se vio, por otra parte, acentuada localmente por los fenómenos halocinéticos, por lo que tiene, como se ha indicado anteriormente, un carácter diferencial.

Los sedimentos de facies Weald tienen, en la zona costera, un espesor

pequeño, en especial en su extremo occidental, a la altura del anticlinal de río Nansa (Hoja de Comillas), donde no sobrepasan los 50 m., mientras que en las regiones meridionales, al sur de la «franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga» alcanzan más de 1.500 m., lo que demuestra, una vez más, la actividad tectónica casi continua de esta franja.

Las facies son terrígenas finas (arcillas y limos dominantes) en las regiones occidentales (Hojas de Comillas y mitad occidental de la de Torrelavega), que se van haciendo más gruesas, con intercalaciones importantes de areniscas, desde el borde oriental de la Hoja de Torrelavega hasta la de Santoña. En esta última Hoja las litofacies son predominantemente de areniscas, las cuales alcanzan mayor desarrollo que las intercalaciones arcillosas y limolíticas. Esta distribución de facies está en relación con la existencia de un fuerte escarpe en la parte occidental de la ya citada «franja cabalgante», que permitiría el depósito de los sedimentos más finos, mientras que los terrígenos gruesos quedarían «represados» y relegados al sur y este de dicha franja. Como consecuencia del mencionado escarpe las series son más incompletas y menos potentes en las zonas occidentales, mientras que en las orientales, donde incluso hay sedimentos del Valanginiense Marino, la sedimentación de la facies Weald ha sido prácticamente continua.

Localmente, en la zona norte de Torrelavega (corte de Cuchía) se encuentran facies lacustres en la parte baja del Weald, que deben interpretarse como de lagunas internas, separadas del resto de la cuenca donde existía sedimentación activa de materiales provenientes del continente.

El ciclo de sedimentación de la serie arenoso-arcillosa constituye la fase que RAT (1959) llama de sedimentación terrígena activa. Durante esta época el Macizo Asturiano y la Meseta Castellana debieron sufrir un rejuvenecimiento y erosionarse activamente, para depositarse la potente serie de sedimentos detrítico-terrigenos, coincidente con una importante variación climática, consistente en hacerse el clima mucho más lluvioso, con el consiguiente aumento de aportes de agua dulce del continente. Todo ello motivó que la salinidad del medio fuera muy baja (se pueden considerar a estos sedimentos de facies Weald como de agua dulce), lo que explica que la fauna sea tan escasa o incluso nula. A medida que se depositaba la serie de facies Weald se producía la colmatación gradual de la cuenca.

Los tramos de areniscas representan depósitos de canales fluviales, siendo las superficies planas de estriague basal consecuencia de la migración lateral de los canales, mientras que las superficies cóncavas son el resultado de procesos erosivos dentro del canal. Las lutitas intercaladas correspondían a depósitos de llanura de inundación.

Después del levantamiento o rejuvenecimiento del Macizo Asturiano y Meseta Castellana, y de la activa erosión de sus materiales, que dieron lugar al depósito de los sedimentos arenosos, limolíticos y arcillosos de

facies Weald, al comienzo del Aptiense tiene lugar una disminución gradual del aporte continuo detrítico-terrágeno, permitiendo la entrada del mar en una amplia plataforma en la que pueden desarrollarse los organismos constructores de arrecifes, produciéndose una sedimentación calcárea, con irregulares aportes terrígenos, más importantes durante el Aptiense Inferior y Albiense Inferior, teniendo continuidad hasta la deposición del Cenomaniense Inferior.

Durante el Aptiense se desarrollan activamente los arrecifes en una cuenca marina de tipo nerítico o epicontinental, con profundidades de unos 30 a 50 m. y condiciones ambientales favorables para el desarrollo de los organismos constructores (Políperos, Rudistas, Algas, etc.). El carácter generalmente micrítico de casi todos los tramos calizos del Aptiense nos indica que el índice de energía del medio no fue muy alto, y la frecuencia de Orbitolínidos nos define un mar cálido y templado. Sólo en el Aptiense Inferior los eventuales aportes de material detrítico-terrágeno interrumpieron localmente el desarrollo de las facies arrecifales. Los fenómenos de dolomitización y recristalización en las calizas del Aptiense son muy frecuentes en toda la región, estando en estrecha relación con las mineralizaciones existentes.

Los espesores y las facies, durante la sedimentación del Aptiense, son muy variables, debido a que el depósito tuvo lugar en una cuenca relativamente inestable, con existencia de surcos y umbrales móviles cuya localización está en estrecha relación con las áreas diapíricas actuales, coincidiendo aproximadamente con los antiguos umbrales. Existen áreas subsidentes (surcos) en Novalles (Hojas de Comillas y Torrelavega), Escobedo (Hoja de Torrelavega), Solórzano (Hoja de Santander) y Orifión (Hoja de Santoña). En cambio, se comportaron como umbrales las áreas de río Nansa (Hoja de Comillas), Casar de Periedo (Torrelavega) y bahía de Santander (Hoja del mismo nombre). Las facies son, como se ha indicado anteriormente, muy variables, principalmente entre la zona diapírica de la bahía de Santander y la falla de Colindres (diapiro de la bahía de Santoña), donde la distribución de los arrecifes, tanto en sentido horizontal como vertical, cambia bruscamente, principalmente por la llegada de importantes aportes terrígenos, que ha tenido lugar de un modo intermitente e irregular. También las facies arrecifales pueden desarrollarse excepcionalmente, hasta el Albiense Inferior-Medio, en aquellas áreas donde los aportes terrígenos no son importantes durante dicho período. Este es el caso de las Sierras de Villanueva y Gándara (Peña Cabarga), en la parte oriental de la Hoja de Torrelavega y occidental de la de Santander; región de Omoño, en la Hoja de Santander, y en toda la extensión de la Hoja de Santoña. En el área de Solórzano (Hoja de Santander), intercalados entre las barras calizas Urgonianas, aparecen tanto en el Aptiense como en el Albiense, tramos de mar-

gas y areniscas finas, es decir, terrígenos relativamente finos, que son los responsables de la interrupción del desarrollo de los organismos constructores, y, por tanto, de las facies arrecifales. Corresponden a depósitos de facies muy peculiar, difícilmente correlacionables, por litología, con los de áreas próximas, y que quedan localizados entre los umbrales de las actuales zonas diapíricas de la bahía de Santander y falla de Colindres (diapiro de la bahía de Santoña). Este área fue relativamente subsidente durante el Aptiense; por el contrario, el Albiense de la misma presenta espesores reducidos, lo que parece indicar que la topografía de la cuenca cambió con relativa brusquedad, dando lugar a inversiones del relieve de aquélla.

Fuera de las áreas antes mencionadas, al comienzo del Albiense se interrumpe el desarrollo de los organismos constructores, y, por tanto, de las facies arrecifales, debido a que los aportes de material terrígeno se hacen muy intensos. Los ríos transportan enormes cantidades de arena y limo. El depósito tiene un carácter, marcadamente molásico con sedimentación parálisa o ciclotemática y formación de lignitos. A partir del Albiense Medio, en la Hoja de Comillas y gran parte de la de Torrelavega, los aportes terrígenos tienen lugar de un modo intermitente, y sobre todo menos intenso, lo que da lugar a la sedimentación de calcarenitas durante el Albiense Medio y Superior. La cuenca tiene ya un carácter marino normal, aunque la profundidad del medio es pequeña (puede estimarse en unos 20-40 m.), aumentando paulatinamente según se asciende en la serie. En general, las calcarenitas se han depositado en un medio de índice de energía moderado a alto, como se deduce de la presencia de intraclastos, así como de la matriz cristalina (intrabiosparitas).

En las áreas donde durante el Albiense Inferior-Medio continuó la sedimentación de calizas arrecifales (Urgoniano), excepto en la cuenca de Colindres, en el Albiense Medio-Superior se deposita una serie de margas con intercalaciones de calizas arcillosas que, en algunos niveles, contienen microfauna planctónica, que por el porcentaje de la misma puede interpretarse como de biofacies nerítica de transición entre las zonas interior y exterior de la plataforma continental, con una profundidad estimada de la cuenca de unos 120 m. o más. Estas regiones se caracterizan al tiempo por ser mucho más subsidentes que aquellas en las que predomina la sedimentación calcarenítica. Otro tipo de litofacies, separado en la cartografía, es el que se observa en la zona de Ajo-Beranga-Colindres (entre las Hojas de Santander y Santoña), caracterizada por predominar las arenas y areniscas, posiblemente de facies litoral a nerítica, que se extienden hasta el Cenomaniense Inferior.

De lo anteriormente expuesto se deduce que durante el Aptiense y Albiense la cuenca fue relativamente inestable, al estar compartimentada por una serie de surcos y umbrales que son los responsables de los importantes

cambios de facies observados, que corresponden a medios de sedimentación diferentes. La configuración de la topografía de la cuenca es debida, por una parte, a la existencia de intumescencias salinas activas que se disponían alineadas según zonas de fracturación preferente, y por otra, al diferente crecimiento de las principales masas urgonianas.

El Cenomaniense Inferior presenta, en la mayor parte de la cuenca, una sedimentación molásica con desarrollo de ciclotemas en los que alternan términos de facies marina con otros de carácter continental fluvial. Es más subsidente en las zonas de Santillana del Mar (Hoja de Torrelavega) y en la de Ajo-Beranga-Solórzano (Hoja de Santander). En esta última zona el medio ambiente del Cenomaniense Inferior es siempre marino, de facies litoral a nerítica, con predominio de Ostrácodos, Foraminíferos arenáceos y Orbitolinas en algunos niveles.

Es a partir de la aparición de *Orbitolina concava concava* (LAMARCK) cuando toda la cuenca presenta un régimen claramente marino, en el que los aportes del continente son poco o nada importantes, depositándose la serie de calcarenitas bioclásticas en régimen nerítico. El hiato del techo del Cenomaniense, como se ha indicado, es característico de la mayor parte 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. Las zonas donde este hiato es menos acusado son las del río Nansa (Hoja de Comillas) y mitad oriental de la Hoja de Santander; es decir, en aquellas áreas donde el Cenomaniense Superior se presenta en facies margosa o de alternancia de margas y calizas, que corresponden precisamente a las facies más profundas, con *Rotalipora* y otros Foraminíferos planctónicos, que se interpretan como de medio nerítico de la zona exterior de la plataforma.

Durante el Turoniense, Coniaciense y Santoniense la cuenca alcanza los máximos de profundidad, depositándose la serie de margas y calizas arcillosas nodulosas en un medio nerítico, correspondiente a la zona exterior de la plataforma y eventualmente a la interior (entre 100 y 180 m. de profundidad aproximadamente). El medio tiene un índice energético muy bajo, como indican las microfacies micríticas (biomicritas o biopelmicritas). El Coniaciense es, como se ha indicado en otros trabajos sobre la Cuenca Cantábrica (RAMIREZ, 1971), el piso del Cretácico Superior de menor profundidad, y representa un episodio de carácter regresivo respecto al Turoniense.

En las zonas de Peña Cabarga (Hoja de Santander) y de Colindres (alrededores de Treto, Hoja de Santoña), y como consecuencia, muy posiblemente, de movimientos halocinéticos de carácter local, que dieron lugar a zonas de erosión y/o sedimentación, faltan gran parte de los términos correspondientes al Turoniense y Coniaciense, y ocasionalmente (Peña Cabarga) también al Cenomaniense Superior.

La cuenca del Campaniense Inferior y Medio es algo menos profunda que en el Santoniense, depositándose calizas arcillosas (localmente dolomitizadas) y margas arenosas en la zona occidental (Hoja de Comillas), y facies semejantes con intercalaciones calcareníticas en las Hojas de Torrelavega y Santander. Se trata de sedimentos neríticos, depositados en la zona interior de la plataforma continental; es decir, menos profundos que los del Santoniense, estando esta reducción batimétrica en estrecha relación con las primeras fases de la orogenia Alpina.

En el Campaniense Superior y Maastrichtiense las litofacies calcareníticas se presentan intensamente dolomitizadas en la Hoja de Comillas, siendo arenosas en la mayor parte de los niveles. Corresponden a sedimentos de carácter nerítico (interior de plataforma), en las Hojas de Torrelavega y Santander, caracterizados por la presencia de abundantes Orbitolíticos, mientras que en Comillas se interpretan como depositados en un medio litoral a nerítico, observándose algunos Ostreidos. En cambio, el Maastrichtiense aflorante en la Hoja de Santoña, de litofacies margo-caliza, presenta una asociación microfaunística muy rica en microforaminíferos planctónicos, que debe interpretarse como de depósitos de la zona exterior de la plataforma, con batimetría próxima a los 200 m. La profundidad de la cuenca aumenta, por tanto, hacia las zonas orientales, si bien se observan cambios bruscos de las mismas, entre puntos no muy distantes entre sí, como ocurre entre los flancos del sinclinal de San Román.

El Paleoceno comienza por dolomías y microdolomías que se han referido al Daniense por su posición estratigráfica y que por la microfacies y por los Gasterópodos mencionados por MENGAUD (1920) parecen haberse depositado en un medio lacustre-salobre. El resto del Paleoceno es de facies marina, litoral o al menos muy poco profunda en la Hoja de Comillas, y nerítico a litoral en las de Torrelavega y Santander. La presencia de *Rotalia*, Políperos y sobre todo de frecuentes Algas Rodofíceas, nos indican medios someros, de aguas cálidas, con tendencia subrecifal.

Las calizas de *Alveolinas* o *Nummulites* del Ilerdiense caracterizan facies neríticas, con profundidades del medio que, como en el Maastrichtiense, aumentan hacia las regiones orientales (Hoja de Santander), donde se encuentran algunos Foraminíferos planctónicos. También las potencias de estos niveles aumentan hacia el Este, aunque, como en el caso del Campaniense-Maastrichtiense, hay grandes variaciones entre puntos relativamente cercanos, como es, por ejemplo, en los dos flancos del sinclinal de San Román, donde en el meridional hay cerca de tres veces el espesor del septentrional.

El Cuisiense Inferior de la Hoja de Comillas, representado por las areniscas calcáreas con *Alveolinas* o *Nummulites* y Ostreidos, debe interpretarse como depósitos de facies litoral a nerítica, en parte arrecifal (las intercalaciones lenticulares de calizas con Corales), mientras que sus correspondientes de las Hojas de Torrelavega y Santander corresponden a facies nerí-

ticas con *Nummulites* y *Alveolinas*. En cualquier caso la influencia del continente es patente, como atestigua el elevado contenido en arena.

Al faltar en la Hoja los sedimentos superiores al Cuisiense Medio, sólo podemos afirmar, basándonos en datos de zonas próximas, que el plegamiento debe corresponder a las fases Pirenaica, Sávica y Estáirica, sin que pueda precisarse la importancia relativa de cada una de ellas.

5 METALOGENIA

De acuerdo con las informaciones suministradas por SANCHEZ, J. B. (Escuela de Ingenieros Técnicos de Minas de Torrelavega), con las ideas de MONSEUR, G. (1961-1962) y nuestras observaciones de campo, podemos indicar que las metalizaciones de sulfuros primarios se encuentran, de un modo regional, asociadas a las dolomías del Aptiense y, preferentemente, a las existentes en los niveles del Gargasiense-Clansayense, distribuyéndose en columnas estratiformes de ancho y dirección variables.

Hoy en día se piensa que son yacimientos de origen singenético, formados en un ambiente reductor que pasaba a oxidante, en el que el azufre procedía de albuminoides queratinosos que no podían oxidarse y los cationes quedarían concentrados por levigación o serían de origen subvolcánico (?).

En la Hoja de Santander existen yacimientos de cinc (blenda), y óxidos de hierro. De modo general, y para toda la provincia, la mayor proporción corresponde a los yacimientos de sulfuros de cinc (del 6 al 15 por 100), de plomo (del 1 al 2 por 100) y de hierro, generalmente asociados a fallas. Estos últimos son más abundantes en la zona de Santander y hacia Vizcaya, donde se explotan actualmente los minerales secundarios provenientes de su oxidación.

La mineralización primaria singenética ha sufrido una removilización importante a partir de aguas cloruradas (removilización hidratogenética de MAUCHER), que se ha concentrado y orientado en gran parte según accidentes tectónicos rígidos, siendo más importante para los sulfuros de hierro.

La marcasita y melnikovita (preferentemente esta última) se han movilizado, llegando a formar grandes masas a lo largo de las fallas. Estos sulfuros de hierro, al oxidarse, dieron lugar a las monteras de óxidos de hierro que constituyen los yacimientos de las Sierras de Villanueva y Gándara y de «El Bosque» y «Despeñadero», en los alrededores de Solares y Santa Marina de Cayón. Las mineralizaciones de la Hoja están, como se deduce de la observación del mapa geológico, en relación con áreas de fracturación importantes (fallas de la parte sur de las Sierras de Villanueva y Gándara, falla de la zona norte de Peña Cabarga, etc.), situadas en zonas de debilidad preferentes, con acumulaciones diapíricas y emisiones volcánicas de ofitas,

en las que aún hoy en día se sitúan surgencias de aguas termales. Las aguas cloruradas pudieron probablemente ser suministradas por las disoluciones de las masas salinas de los diapiros del Keuper citados anteriormente.

En las áreas de tectónica más tranquila (La Cavada) existen yacimientos de blenda parcialmente recrecidos por fracturas de escasa importancia que, como siempre, arman en dolomías del Aptiense.

6 GEOLOGIA ECONOMICA

6.1 MINERIA Y CANTERAS

El presente apartado está basado en datos suministrados por SANCHEZ, J. B. (Escuela de Ingenieros Técnicos de Minas de Torrelavega) y por la Jefatura de Minas de Santander, completados por las observaciones de campo realizadas por los autores de la Hoja.

Los recursos mineros existentes en la Hoja son conocidos desde tiempos muy antiguos. Es muy posible que el hierro existente en las dolomías del Aptiense haya sido explotado en la zona por los primitivos cántabros. El metal existente en Peña Cabarga fue ya citado por Plinio en el libro 34 de su Historia Natural, habiéndose encontrado en el citado paraje viejas galerías romanas, así como utensilios empleados en el laboreo de las minas. Estas labores debieron continuar durante la Edad Media, pues hubo una importante tradición de ferrerías en toda la comarca.

Desde 1622 hasta 1834 existió en La Cavada una fundición que aprovechaba el hierro de Peña Cabarga para la fabricación de material bélico y piezas destinadas a diferentes usos.

En el siglo pasado y en los albores del actual continuaron las extracciones a cielo abierto al sur de la Sierra de Villanueva, en el término de Penagos, y a lo largo de su ferrocarril minero, ya desmantelado, se observan una docena de bocas y escombreras pertenecientes a estas antiguas minas.

Otra concentración de antiguas explotaciones está ubicada en el paraje conocido como El Bosque, cercano a la carretera nacional Oviedo-Bilbao.

Estos óxidos de hierro provienen de la oxidación superficial de la montera de concentraciones de melnikovita y marcasita en las dolomías del Aptiense, movilizadas en zonas de fracturas. Además, existe un filón de oligisto micáceo, asociado a un asomo de diabasas no ofíticas, en Santa Marina de Cayón. En la actualidad se extraen óxidos de hierro en el centro minero de Orconera («Agruminsa»), en las Sierras de Villanueva y Gándara, al borde de Peña Cabarga y sur de Solares. Asimismo, la Sociedad Asturiana de Zinc extrae de sus concesiones de La Cavada (mina «Very Good» y otras) mineral de blenda con un 6 por 100 de Zn. Las metalizaciones se encuentran en las dolomías del Bedouliense.

Recientemente se ha reemprendido la explotación de hierro al este de Solares, en el paraje denominado «Despeñadero», situado en las proximidades del río Miera.

Por lo que respecta a canteras, el grupo más importante de explotaciones actuales se centra en las calizas del Aptiense y/o Aptiense-Albiense Inferior, utilizadas en su mayoría como áridos de trituración. Las situadas en los alrededores de Solares (canteras «Castillo» y «Encina») extraen anualmente (datos de 1973) 125.000 m³ de material, y las que se ubican en las proximidades de Santander, llamadas «Los Hoyos», «San Martín Alto», «Municipal» y «La Arrutafa», suman un total de 31.000 m³ de roca extraída.

Las demás canteras de arcillas, margas y yesos son de carácter intermitente o bien se encuentran abandonadas. Sólo merecen citarse la cantera «Matilde», de donde se extraen anualmente 7.000 m³ de yeso (término de Cudeyo), y la cantera «Trascueto», situada en las cercanías de Maliaño, que explota arcillas limolíticas de la facies Weald, empleadas para la industria cerámica.

6.2 HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico destacan los acuíferos existentes en las potentes masas calizas del Aptiense y/o Aptiense-Albiense Medio, intensamente karstificadas, sobre todo cuando estos conjuntos kársticos reposan sobre unidades impermeables (Keuper). También deben existir importantes acuíferos en la serie areniscosa del Cenomaniense Inferior, que presenta extensas áreas de recarga en el cuadrante nororiental de la Hoja, siendo el punto más favorable para la captación la zona sinclinal de Güemes.

Por toda la Hoja son abundantísimos los manantiales de escaso caudal que corresponden a surgencias de pequeños acuíferos situados en casi todas las formaciones, excepción hecha de las arcillas del Keuper y margas del Albiense Superior y Cretácico Superior.

En la zona de Ribamontán al Mar, en donde afloran extensamente las margas limolítico-arenosas del Turoniense-Santoniense, existen numerosos pozos poco profundos, que aprovechan los acuíferos contenidos en el nivel de alteración, arenoso, de la formación antes indicada, que tiene como nivel de base impermeable las margas no descompuestas.

Son importantes en la Hoja los manantiales de aguas minero-medicinales termales de Solares, Hoznayo y Liérganes, que brotan a temperaturas comprendidas entre 30 y 45 grados y son de aguas radiactivas. Los dos primeros se encuentran industrializados, destacando Solares con una producción de 57 millones de botellas anuales, siendo el caudal suministrado de 40 litros/segundo. El manantial de Hoznayo tiene un caudal de 12 litros/segundo, que le permite envasar 1,7 millones de botellas anualmente. El del balneario

de Liérganes no se encuentra industrializado y suministra un caudal de cinco litros/segundo.

Estas surgencias termales están en relación con áreas generales de fracturación en las que ha penetrado el Keuper y ha existido actividad volcánica importante con emisión de diabasas en tiempos muy antiguos. Dichas zonas de debilidad favorecen la salida de aguas hidrotermales más o menos profundas, que probablemente salgan al exterior mezcladas con otras subterráneas procedentes de la recarga de los acuíferos aptienses y wealdienses.

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 BIBLIOGRAFIA GENERAL

- ADAN DE YARZA, R. (1885).—«El País Vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 8.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- AGUILAR TOMAS, M. J. (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albiense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geol. Hisp.*, t. 6, núm. 4, pp. 92-96.
- [1971].—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica». *Est. Geol.*, vol. 27, núm. 2, pp. 325-334.
- (1969).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324*. [Inédito.]
- (1970).—«Sedimentología y paleogeografía del Albiense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.
- AGUILAR TOMAS, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).—«Observaciones estratigráficas del paso del Jurásico Marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geol. Hisp.*, t. 3, núm. 2, pp. 35-55.
- 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. y 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*.
- ALMELA, A. (1955).—«Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 134, Polientes». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- 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 (4me serie)*, t. 12, pp. 504-515.

- CALDERON, S. (1876).—«Observaciones sobre la geología de una parte de la provincia de Santander». *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 5, pp. 83-84.
- (1877).—«Observaciones sobre la constitución geológica de una parte de la provincia de Santander». *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 6, pp. 17-19.
- (1885).—«Note sur le terrain Wealdien du nord de l'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, t. 14, pp. 405-407.
- CAMPESA (1955).—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campesa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 95, pp. 35-35.
- 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. (1970).—«Geología y posibilidades de hidrocarburos del área noroccidental de la Cuenca Cantábrica (Cabuérniga)». *Ciepsa* (Inédito).
- CARRERAS SUAREZ, F. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).—«Estratigrafía del Cretácico Superior del borde nororiental del Macizo Asturiano (zona de Bielba-Labarces, provincia de Santander)». *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geol. Econ.*, t. 1, vol. 1, pp. 49-72.
- CIEPSA (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Informe interno de Ciepsa*. (Inédito.)
- CIRY, R. (1928).—«La structure de la bordure meridionale du Massif Primaire des Asturies». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 187, pp. 927-988.
- (1936).—«La transgression Crétacée sur la bordure méridionales du Massif Asturien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, pp. 39-41.
- (1940).—«Etude geologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, núm. 74, pp. 1-513.
- (1951).—«L'évolution Paleographique de l'Espagne septentrionale au Cretace Inferieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar*, t. 2, pp. 19-36.
- (1967).—«Etude Paleographique et Estructurale de la region Basco-Cantábrique». *C. R. Soc. Géol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution a l'étude du Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des prov. de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hebert et Haug (Livre Jub. Charles Jacor)*, t. 7, pp. 61-79.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J.; FEUILLEE, Ph.; AMIOT, P.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion Extraordinaire de la Société Géologique de France, des Pyrenées aux Asturies», *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- CUETO, y RUIZ DIAZ, E. (1928).—«Orografía y geología tectónica del País Cantábrio-Astúrico». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 47, núm. 2, pp. 9-109.
- DAHM, H. (1966).—«Stratigraphie und Palaogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, DIVISION DE MATERIALES (1971).—

- «Estudio previo de terrenos autopista del Cantábrico tramo Santander-Bilbao». *M. O. P. Secret. Gral. Técn. Serv. Publ.*, pp. 1-129.
- (1971).—«Estudio previo de terrenos autopista del Cantábrico tramo Unquera-Santander». *M. O. P. Secret. Gral. Técn. Serv. Publ.*, pp. 1-85.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Ammonites du Cenomanien Superieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)». *C. R. des Seances de L'Acad. des Sciences Paris*, t. 256, núm. 4, pp. 974-976.
- (1963).—«Sur l'extension et les faciès du Cenomanien dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cenomanien des Pyrenées basques aux Asturies, Essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France, Nouvelle Serie*, t. 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Présence d'un niveau a *Globotruncana helvetica*, BOLLI (Turonien) dans la region Basco-Cantabrique». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GASCUE, F. (1877).—«Nota acerca del grupo Nummulítico de San Vicente de la Barquera». *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España*, t. 4, pp. 63-88.
- (1875).—«Observaciones sobre una parte del Trías de la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 2, pp. 377-389.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1927).—«Las terrazas y rasas litorales de Asturias y Santander». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 27, pp. 19-38.
- GOMEZ LLUECA, F. (1929).—«Présence du *Cuvillierina vallensis* (RUIZ DE GAONA) dans la région de Damas (Syrie)». *Rev. de Micropal.*, vol. 9, núm. 1, pp. 19-22.
- (1929).—«Los Nummulíticos de España». *Junta Ampl. Est. Inv. Cient. Com. Inv. Paleont. y Prehist.*, t. 36, pp. 1-400.
- GONZALEZ LASALA, J. (1876).—«Areniscas bituminosas y petrolíferas del puerto del Escudo en los confines de las provincias de Santander y Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 2, pp. 235-241.
- GONZALEZ LINARES, A. (1877).—«Descubrimientos de restos de *Elephas primigenius* y de otros fósiles en Santander». *Actas Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 6, pp. 41.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient.*, t. 7.
- HOFKER, J. Jr. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian pasage of nothern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- HOTTINGER, L. (1960).—«Recherches sur les Alveolines du Paleocene et de l'Eocene». *Mem. Suisses de Paleontologie*, vol. 56, pp. 1-243.
- HOTTINGER, L.; LEHMANN, R., y SCHAUB, H. (1962).—«Donnes Actuelles sur la biostratigraphie du Nummulitique Mediterranéen». *Mem. Bur. Rech. Geol. Min.*, núm. 28, pp. 611-652.
- IGME (1971).—«Mapa geológico de España, escala 1:200.000. Síntesis de la

- cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 4 [5-1], Santander». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-22.
- (1971).—«Mapa geológico de España, escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 11 [5-2], Reinosa». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 11-30.
- JIMENEZ DE CISNEROS, D. (1912).—«Relación de algunas especies fósiles del Cretáceo Medio y Superior de Santander». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 12, pp. 307-311.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvarische entwicklung des Cantabro-Asturischen gebirges (Nordwestspanien)». *Publ. Extr. Geol. España (C.S.I.C.)* (Traducción J. G. Llerena, 1946), vol. 3, pp. 103-225.
- AMARE, P. (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrenées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Géol. France*, t. 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LAMBERT, J. (1919).—«Echinides fossiles des environs de Santander recueillis par M. L. Mengaud». *Annales Société linneenne de Lyon*, t. 66, p. 1.
- (1922).—«Echinides fossiles de la province de Santander». *Junt. Ampl. Est. Inv. Cient. Ser. Geolog.*, núm. 28, pp. 1-25.
- LEMOINE, P., y MENGAUD, L. (1934).—«Algues calcaires de l'Eocene de la province de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 66, pp. 171-180.
- LOTZE, F. (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neues Jhrb. Geol. Palaont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MAESTRE, A. (1864).—«Descripción física y geológica de la provincia de Santander». *Junta General de Estadística*, pp. 1-120.
- MAGNIEZ, F. (1972).—«Spiroplectamminoides nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp.*, núm. extraordinario, pp. 179-199.
- MALLADA, L. (1899).—«Explicación del mapa Geológico de España. Sistemas Devoniano y Carbonífero». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 4.
- (1904).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 5.
- (1907).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, t. 6.
- 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'évolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. Géol. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, t. 1, pp. 333-349.
- MANGIN, Ph., y FEYSOT, Cl. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophi-

- tes de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'université de Besançon (Geologie)*, t. 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MARTIN, K. (1891).—«Eine Neve Orbitolina von Santander (*Orbitolina andreae* n. sep.)». *N. Jb. Miner. Geol. Palaont. Stuttgart*, vol. 1, pp. 58-64.
- MAZARRASA, J. M. (1930).—«Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander (criaderos de cinc)». *Bol. Ofic. Min. y Metalurgia*, núm. 11, pp. 529-600.
- (1925).—«Mapa geológico de la provincia de Santander. Reformado por C. I. E. P. S. A.» [Inédito.]
- MENGAUD, L. (1910).—«Tertiaire de la province de Santander». *Bull. Soc. Geol. France (4me. serie)*, t. 10, pp. 30-33.
- (1910).—«Nota acerca del Terciario de la provincia de Santander». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 301-306.
- (1911).—«Note sur le Cretace et le Tertiaire de la cote cantabrique (province de Santander)». *Association Française pour l'avancement des sciences (Congres de Dijon)*, pp. 407-412.
- (1913).—«Contribution a l'étude du Wealdien de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 156, p. 1.279.
- (1913).—«Sur l'Aptien Inférieur marneux de la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 157, pp. 15-19.
- (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Livr. Sc. J. Hermann.*, p. 1.374.
- MONSEUR, G. (1959).—«Observations sur des gisements metalliferes de la region de Torrelavega (Santander)». *Bull. Soc. Geol. Belgique*, t. 83, núm. 6, pp. 209-223.
- (1961).—«Etude metalogenique du secteur central du gisement de cinc de Reocin (Province de Santander, Espagne)». *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 85, núm. 1, pp. 3-70.
- (1966).—«Contribution a l'étude sedimentologique et génétique du gisement plombo-zincifère de Reocin (Espagne)». *Ac. Roy. Sc. outre-mer.*, t. 16, vol. 5, pp. 1-27.
- (1967).—«Synthesis des connaissances actuelles sur le gisement stratiforme de Reocin (province de Santander, Espagne)». *Economic Geology Monograph.*, núm. 3, pp. 278-293.
- NARANJO, F. (1873).—«Paleontología e historia del trabajo subterráneo (Minas de Santander)». *Anales Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 2, pp. 5-10.
- (1855).—«Criaderos de calamina de la costa de Santander». *Rev. Min.*, t. 6, pp. 594.
- OLAVARRIA, M. (1874).—«Datos geológicos mineros recogidos en la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 1, pp. 249.
- PUIG, G., y SANCHEZ, R. (1888).—«Datos para la geología de la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, t. 15, pp. 251-329.

- PUJALTE, V. (1971).—«Litoestratigrafía de la facies Weald (Valanginiense Superior-Barremiense) en la provincia de Santander». *Bol. Geol. y Min. IGME*, t. 85, núm. 1, pp. 10-21.
- QUEROL, R. (1971).—«Relación de las principales actividades para investigación de hidrocarburos llevadas a cabo en España durante 1970». *Indus. Min.*, vol. 123, pp. 5-43.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1969).—«Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del norte de España». (Resumen.) *Acta Geol. Hisp.*, t. 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 Paleogeogr. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.
- (1971).—«Observaciones sobre la estratigrafía y micropaleontología del Paleoceno de la zona de Bielba Labarces (Provincia de Santander)». *Acta Geol. Hisp.*, t. 7, núm. 2, pp. 37-43.
- (1971).—«Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 78, pp. 1-357.
- (1972).—«Algunos datos sobre la estratigrafía y micropaleontología del Aptense y Albense al oeste de Santander». *Rev. Esp. de Microp.*, número extraordinario, pp. 59-97.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Est. Geol.*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, t. 239, pp. 1.820-1.821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sédimentation dans les régions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2eme. Congres. Internat. d'études Pyreneenes*, t. 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers l'ouest du Crétacé Supérieur à Faciès Basque». *Colloque sur le Crétacé Sup. en France. (84 Congr. Soc. Sav. Paris), Dijon*, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Géol. France (7è. serie)*, t. 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabrique (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.

- (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. Min. de España*, núm. 61, pp. 181-184.
- (1962).—«Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne)». *Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, número 4, pp. 2-12.
- (1963).—«Problemes du Crétacé Inferieur dans les Pyrenées 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 Purbeckienne-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min de España*, t. 60, pp. 155-232.
- (1948).—«Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander». *Dir. Gen. de Mi. y Com., Temas Profesionales*, número 9, pp. 1-48.
- (1949).—«Nota acerca de la geología cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del I. G. M. E.*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología cantábrica. (Un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya.)» *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España.*, núm. 27, pp. 278-279.
- SAENZ GARCIA, C. (1932).—«Notas para el estudio de la facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias*.
- SALOMON, J. (1970).—«Essai de division litostratigraphique dans la formation wealdienne de la bordure nord-est du Massif Asturien (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. 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.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1922).—«Nota petrográfica sobre algunas ofitas de la provincia de Santander». *Publ. Fac. Cien. Univ. Barcelona Secc. Cienc. Nat.*, núm. 13, pp. 105-110.
- SANZ, R. (1950).—«Mapa geológico de España, escala 1 : 50.000. Explicación de la Hoja núm. 109, Villarcayo». *Inst. Geol. y Min. de España*.

- (1959).—«Mapa geológico de España, escala 1 : 50.000. Explicación de la Hoja núm. 84, Espinosa de los Monteros». *Inst. Geol. y Min de España*.
- (1963).—«Hoja geológica a escala 1 : 50.000 de Las Rozas (108)». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- SANCHEZ-BLANCO, F. (1876).—«Apuntes geológicos de la provincia de Santander». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3, pp. 279.
- SCHULZ, G. (1846).—«Vistazo geológico sobre Cantabria». *Bol. Of. de Minas (Anales de Minas)*, t. 4, pp. 133-144.
- TERMIER, P. (1905).—«Sur la structure geologique de la Cordillere Cantabrique dans la province de Santander». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 141, pp. 920.
- TOSAL, J. M. (1968).—«Relaciones zócalo-cobertera en el límite de las provincias de Oviedo y Santander». *Breviora Geol. Astúrica*, año XII (1968), número 1.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno cretáceo en España». *Rev. Min.*, t. 3, páginas 339-471.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé Superieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Est. Geol.*, vol. 20, pp. 107-148.

7.2 BIBLIOGRAFIA LOCAL

- BRENNER, P. (1972).—«Levantamiento geológico en los alrededores de Ramales de la Victoria (Santander-Vizcaya)». *Est. Geol.*, vol. 28, núm. 6, pp. 424-444.
- DANTIN CERCEDA, J. (1917).—«Evolución morfológica de la bahía de Santander». *Trabajo Museo Nac. Cienc. (Ser. Geología)*, núm. 20, pp. 1-43.
- FLOR, G. (1972).—«Estudio de las microfacies entre Puente Viesgo y Ontaneda (Santander)». *Acta Geol. Hisp.*, t. 7, núm. 1, pp. 15-17.
- MENGAULD, L. (1910).—«Senonien Superieur des environs de Santander». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 94.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS. 23 - MADRID 28003



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA