



IGME

335

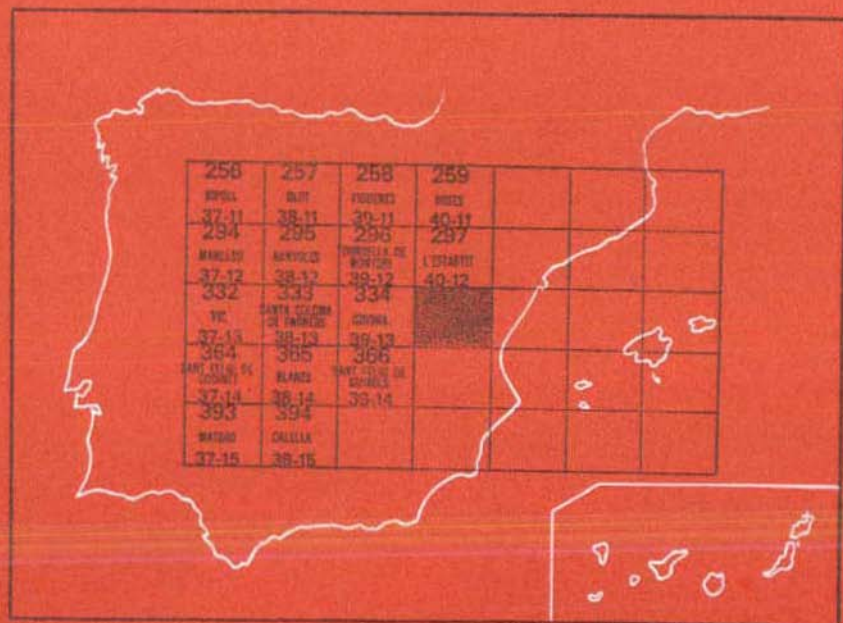
40-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E 1:50 000

PALAFRUGELL

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

PALAFRUGELL

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por Geotecnia y Cimientos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los técnicos superiores siguientes:

En *Cartografía y Memoria*: Jorge Soubrier González, Antonio García Vélez y Alfredo Muelas Peña (GEOCISA)

En *Geología del Terciario*: Luis Palli Buxó (Universidad Autónoma de Barcelona).

En *Estudio petrográfico*: Francisco Martínez (Universidad Autónoma de Barcelona) y Jorge Carreras (Universidad Central de Barcelona).

Supervisión del IGME: Antonio Barnolas.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 37,148 - 1983

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

INTRODUCCION

La Hoja de Palafrugell ocupa un amplio sector de la Costa Brava, que va desde la playa de Pals, al Norte, hasta cerca de Palamós. La población más importante y que da nombre a la Hoja, Palafrugell, es el principal nudo de enlace con todos los núcleos habitados de la costa: Calella, Llafranch, Tamariú, Aiguablava, y a través de Bagur, segunda población importante, con Sa Tuna y Sa Riera, al norte de la Hoja.

Dentro de la presente Hoja afloran materiales del Paleozoico más o menos metamorfizados, y granitoides pertenecientes al ciclo orogénico hercínico que constituyen el denominado macizo de Bagur, el cual ocupa una amplia franja de la costa. Este conjunto forma parte de la Cordillera Litoral Catalana, lo mismo que el bloque de Las Gavarres (Hoja de Gerona) del que está separado por el *Corredor de Palafrugell*, fosa tectónica de edad alpina, a lo largo de la cual aflora la serie sedimentaria del Eoceno afectada por la tectónica distensiva.

En un amplio sector al norte de la Hoja destaca un importante depósito de dunas litorales, actualmente fijadas por la vegetación.

Para el levantamiento de la cartografía se han recopilado trabajos anteriores, entre los que destacan los de SCHRIEL (1929), ASHAUER y TEICHMÜLLER (1935), SOLE SABARIS y LLOPIS (1939), MARCET RIBA (1945 y otros), LLOPIS LLADO (1947 y otros), FONTBOTE (1949, 1954 a y b), FONTBOTE y JULIVERT (1954), PALLI (1972, etc.), MARTINEZ GIL (1972), DONVILLE (1973 a, 1976), y algunos más.

De especial interés es la cartografía geológica Inédita a escala 1:50.000 de la provincia de Gerona, realizada por la División de Geología del IGME (PLAN GERONA). También se citarán a lo largo de esta Memoria otros trabajos que tratan temas o zonas más restringidos.

1 ESTRATIGRAFIA

Dentro de la Hoja de Palafrugell afloran materiales del Paleozoico más o menos relacionados con rocas ígneas y afectados por metamorfismo de contacto y una buena parte del Paleógeno del Bajo Ampurdán.

1.1 PALEOZOICO

El macizo de Bagur está formado prácticamente en su totalidad por terrenos prehercínicos ligeramente metamorizados, a los que se asignan edades entre el Ordovícico y el Devónico.

Hemos diferenciado dos formaciones litoestratigráficas, que describiremos a continuación.

1.1.1 FILITAS ARCILLOSAS Y SILICEAS ($O_{32}S_1^B$)

Son los materiales más antiguos que afloran en la Hoja, estratigráficamente por debajo de las calizas del Devónico Inferior del macizo de Bagur. Se trata de pizarras o filitas de color verde, arcillosas, frecuentemente bandeadas y que hacia techo se hacen mucho más silíceas y duras, además de desaparecerles el bandeo. En las capas basales destaca el color verde de la clorita en una paragénesis de metamorfismo regional suave (facies de los esquistos verdes) con cuarzo, albita, moscovita y clorita. Este tramo se observa preferentemente en toda la zona norte de la Hoja, donde las intrusiones graníticas no han borrado totalmente las características primarias de la serie originaria.

En los alrededores de Bagur encontramos un tramo de esta serie mucho más detrítico, arenoso y duro, que debe corresponder al techo, pues normalmente anuncia además la proximidad de las calizas devónicas.

1.1.2 CALIZAS Y CALCOESQUISTOS ($S_2^B D_1$)

Están mucho mejor representadas en el macizo de Bagur que en Las Gavarres, aparte que su relación con el tramo subyacente es más clara que en la Hoja limítrofe de Gerona, donde se sitúa sobre materiales muy dispares.

Las calizas de Orthoceras de la mayoría de autores afloran en toda la parte septentrional de la Hoja, en los alrededores de Bagur, donde existen numerosas canteras en explotación o abandonadas que permiten su observación. Este tramo está constituido por calizas grises, generalmente poco

recristalizadas, en las que no hemos observado ningún paquete rico en fauna ni siquiera tallos de crinoides. Por último, la potencia aproximada de este tramo, medida en una gran cantera situada al sur de la carretera que une Regencós con Bagur, oscila alrededor de los 100 metros.

1.2 Terciario

Está representado sólo por el Paleógeno, que aflora en el sector septentrional de la Hoja hasta Sa Riera y en el «corredor» o fosa de Palafrugell hasta dicha localidad. El Neógeno continental del Bajo Ampurdán no llega a introducirse dentro del área estudiada, ya que queda al oeste de Peratallada, en el interior de la Hoja de Gerona.

1.2.1 PALEOGENO

Los materiales paleógenos representados en Palafrugell han sido cartografiados según directrices idénticas a las seguidas en Gerona. Aquí afloran las formaciones inferiores del Paleógeno del Bajo Ampurdán con potencias casi siempre inferiores a las citadas en la Hoja limítrofe por el Oeste.

1.2.1.1 Conglomerados, areniscas y arcillas rojas (T_{c1-21}^{A-Ab1})

Se han estudiado sendas transversales del rojo basal en la «Playa de Pals» (fig. núm. 2) y en los «Masos de Pals», con potencias que oscilan entre 15,5 metros y los 21 metros como mínimo, respectivamente. Este nivel rojo está constituido por arcillas, en las que se intercalan paquetes de brechas constituidas por cantos poco rodados del Paleozoico circundante, a los que se añaden más raros elementos graníticos procedentes de áreas probablemente más alejadas. Hacia el techo, en la serie de «Los Masos de Pals» se atraviesan unos niveles calcáreo-dolomíticos. La edad asignada a este tramo basal del Paleógeno incluye al Paleoceno en opinión de la mayoría de investigadores que han trabajado en las series del Ampurdán, y en el ámbito regional llega a todo el Ypresiense y tal vez al inicio del Luteciense, ya que la primera fauna encontrada en el suprayacente (calizas organógenas) corresponde al Luteciense Inferior en sentido estricto.

1.2.1.2 Calizas detríticas organógenas ($T_{21-22}^{Ab1-Ab1}$)

Calizas organógenas grises (biomicrita) que contienen gran abundancia de Miliólidos, Alveolinas y Nummulites, que predominan en este orden de abajo a arriba en la serie. En lámina delgada de una muestra cogida a cuatro metros de la base se ha clasificado la siguiente fauna: *Alveolina fusi-*

formis, *Orbitolites complanatus*, *Epilithon nitidum*, *Lithophyllum*, *Quinqueloculina*, *Idalina*, *Valvulina*, *Gypsina*, *Cibicides praecursorius*, *Tritaxilina pupa* y restos de *Lamelibranchios*, y en otra más, situada a 10 metros de la base, se han reconocido formas de *Nummulites brongiarti*, *N. praefabianii* y *Eorupertia magna*, con *Rotalia*, *Cibicides*, *Gypsina*, *Lithophyllum* y Briozoos, *Lamelibranchios* y Miliólidos. Esta fauna permite asignar a estas calizas, en este sector de la Playa de Pals, una edad Luteciense Superior (Biarritziense).

En la «Playa de Pals» se han medido 14 metros de potencia, y en «Los Masos» se contabilizaron 33 metros, bastante menos que en la Hoja de Gerona, entre 60 y 72 metros en San Clemente de Peralta y Gerona, respectivamente.

1.2.1.3 Arcillas y margas azules ($\begin{smallmatrix} \text{Ab3-Ab1} \\ \text{T}_{21-22} \end{smallmatrix}$)

Constituida por arcillas azules con abundantes pero delgados niveles de limolitas intercalados, que hasta cierto punto comienzan a parecerse a las arcillas de Bañolas, con la salvedad de que aquí abundan más los niveles limolíticos. En la serie de «Los Masos» y a 15 metros de la base, una capa de limolitas calcáreas contienen abundante fauna (Microforaminíferos, Alveolinas y restos de Ostreas y de Equínidos) que no ha sido clasificada, aunque se puede correlacionar perfectamente con el mismo tramo cartografiado en la Hoja de Gerona. En la citada serie de «Los Masos» se ha medido una potencia de 22 metros, con lo que se ve repetidamente la disminución del espesor que encontramos aquí respecto al oeste y al noroeste en todo el Paleógeno.

1.2.1.4 Areniscas glauconíticas y carbonatadas ($\begin{smallmatrix} \text{Ab2-Ab3} \\ \text{T}_{22-23} \end{smallmatrix}$)

Areniscas y areniscas margosas de grano fino a medio, ricas en feldespato y glauconita en la parte alta y de grano grueso, localmente microconglomeráticas en la parte baja. Son de color gris verdoso en la parte basal y de color gris azulado en el techo. Se les intercala a veces algún nivel biomicrítico o margocalcáreo. En la parte inferior es típica y común la intercalación de un nivel más o menos potente de areniscas arcósicas ocreas, de grano grueso y con estratificación masiva.

Esta formación aflora ampliamente en el monte Cremany (al norte de Regencós) y en los alrededores de Pals, donde las potencias deben ser superiores a la medida en la serie-tipo de «Los Masos», de 21 metros solamente, divididos en dos tramos. El inferior de calizas margonodulosas con arcillas en las juntas de estratificación, de color gris azuladas, que incluyen abundantes Alveolinas, Pectínidos, Miliólidos, algunos Briozoos y, en ciertas capas, concentraciones de pequeñas Ostreas y Gasterópodos, con una potencia de 12 metros.

El tramo superior, nueve metros de potencia, consiste en areniscas ocreas de grano grueso y cemento calcáreo abundante, moteadas de verde por la presencia de glauconita en granos grandes. En la base de este paquete se observan Alveolinas. Dentro de la Hoja no se ha hecho un estudio preciso de la microfauna que contienen estos materiales, aunque se ha encontrado la *Alveolina fusiformis*, SOW. (PALLI, 1972) y otra fauna similar a la encontrada en la Hoja de Gerona, entre la que se citan Briozoos, Lithophillum, Lithothamnium, Equínidos, Gasterópodos, Serpúlidos, Ophtalmidiidos y Eorupertia. En la serie tipo que estudia PALLI (1972), encuentra *Callianassa* cfr. *pseudonilotica*, LORENTHEY y *Harpatocarcinus punctulatus*, DESMAREST, que permiten situar esta formación también dentro del Luteciense Superior en sentido amplio.

1.2.1.5 Arcillas y limos con niveles intercalados de areniscas ($\overline{T}_{22-21}^{Ab2-Ac}$)

Se trata de una serie de areniscas, areniscas calcáreas, margas arenosas y arcillas y arcillitas, todas ellas azules o grisáceas. En la parte basal de la serie de Peratallada (Hoja de Gerona), predominan las arcillas y arcillitas azules con intercalaciones de areniscas, mientras que en la parte alta predominan las areniscas calcáreas e incluso intercalaciones calcáreas. Su potencia debe cifrarse en los alrededores de Ullastret (relativamente cerca de la presente Hoja, dentro de la de Gerona) en 237 metros, aunque aquí no llega a aflorar la serie completamente.

Lateralmente pasa en parte a la Fm. Rocacorba. La mayor parte de esta formación debió sedimentarse en una plataforma continental muy proximal en la base; litoral (posiblemente una llanura de marea) en la parte media, y un supramareal con intercalaciones de verdaderos canales fluviales en la superior.

La presencia en la serie de Monells (Hoja de Gerona) de abundantes *Nummulites* aff. *fabianii*, PREVER in FABIANI y *N. cf. praefabianii*, VARENTSOV-MENNER, y en la parte alta de la serie de Peratallada, además, de *N. aff. discorbinus* y *N. «discorbinus Libycus»*, CHECCHIA RISPOLI, permiten datar a estos materiales como pertenecientes al Biarritzense y base del Priabonense.

1.3 CUATERNARIO

Los depósitos recientes están ampliamente representados en la Hoja, recubriendo gran parte de los materiales paleógenos que emergen a manera de islotes y también en el ámbito paleozoico al sur de Palafrugell, faltando en el macizo de Bagur y en casi toda la franja costera donde afloran los materiales metamórficos y granitos asociados.

1.3.1 DUNAS FIJAS (QD₁)

Aparecen en la mitad norte, entre Pals y Bagur, y consisten en depósitos eólicos de arena formados durante el Pleistoceno y actualmente fijados por la vegetación. En algunos puntos llegan a alcanzar más de 20 metros de potencia, siendo objeto de diversas explotaciones.

El principal constituyente de estas arenas es el cuarzo y en menor proporción se observan fragmentos de rocas metamórficas, calizas, feldespatos y micas. El análisis granulométrico indica un tamaño de arena gruesa a media.

1.3.2 DUNAS LITORALES (QD₂)

Aparecen sólo en la playa de Pals, en una franja paralela al depósito de playa. Tiene menor importancia que las dunas fijas, tanto por su escasa potencia como por su restringida extensión. En general, la arena es más gruesa que en aquéllas y su composición es casi exclusivamente de cuarzo y algunos fragmentos de rocas metamórficas.

1.3.3 ALUVIAL-COLUVIAL (Q₂Al-C)

Es un depósito mixto formado por la acción conjunta de cursos de agua de pequeño recorrido y los procesos de alteración de laderas. Son materiales finos, con alguna proporción de elementos mayores, que como producto de arroyada quedan muy definidos, principalmente en los cursos de agua y vaguadas de poca pendiente, donde los detritos (principalmente de tipo coluvial y procedentes del deslizamiento de los depósitos eluviales que recubren las superficies de erosión) por gravedad caen hacia el fondo del lecho fluvial, quedando en la parte inferior los sedimentos más groseros.

1.3.4 MARISMAS (QM)

En el extremo norte de la Hoja se han delimitado dos afloramientos de fangos de color gris oscuro, caracterizados por su alta salobridad, que indica la influencia marina reciente, y por su poca consistencia.

1.3.5 PLAYAS (QP)

Los depósitos costeros adquieren importancia en la playa de Pals, estrecha franja que llega hasta Estarlit, y donde desembocan los ríos Ter y Daró.

Están constituidos por arenas silíceas de tamaño medio. El resto de los depósitos de este tipo corresponden a las numerosas calas que jalonan la costa de extremo a extremo, encajadas en materiales graníticos y constituidos casi exclusivamente por granos de cuarzo de tamaño arena gruesa y muy gruesa.

1.3.6 CUATERNARIO INDIFERENCIADO (Q)

En este apartado se ha incluido un conjunto de depósitos cuaternarios que, aunque distintos en su formación, en la actualidad se encuentran muy ligados, haciendo difícil su separación, así como aquellos otros que reconocen un origen variado, es decir, se han formado por la acción conjunta de procesos diferentes.

Los diversos depósitos aquí incluidos se pueden reunir en dos grupos. En uno se incluirían los materiales que aparecen bordeando los afloramientos precuaternarios y están constituidos por elementos groseros y mal rodados, envueltos en una matriz arcillosa o limosa y se pueden asociar a depósitos de piedemonte y derrubios de ladera. El otro grupo lo formarían los materiales que ocupan una extensa llanura donde predominan los limos arenosos con alto contenido en arena fina, de color gris oscuro, y corresponden a los diversos depósitos de origen fluvial (limos de inundación, aluvial, limos deltaicos, etc.) con un importante desarrollo de suelo. Ambos grupos pueden quedar separados de forma general por la cota topográfica de 18 metros.

2 TECTONICA

La Hoja de Palafrugell está situada en el extremo septentrional de la Cadena Litoral de los Catalánides, en una región que ha sufrido los efectos de las orogenias hercínicas y alpina sucesivamente. La última ha trabajado ya sobre un país semicratonizado, por lo que sólo origina una tectónica distensiva, de separación de grandes bloques, que configuran las actuales comarcas geográficas. Así, el macizo de Bagur queda aislado de Las Gavarres por la fosa o «corredor» de Palafrugell.

2.1 EL CICLO HERCINIANO

El macizo de Bagur se puede definir escuetamente como un fragmento de un antiguo bloque paleozoico plegado y metamorfozido más o menos du-

rante la orogenia varisca, con emplazamiento de batolitos graníticos en la parte meridional, cuya individualización se produjo en las fases póstumas de la orogenia alpina.

La serie paleozoica fue afectada por dos fases de plegamiento, más importantes a partir del Carbonífero Inferior, las mismas que se vienen reconociendo en el Macizo Hespérico. La primera y principal fase compresiva genera pliegues de deslizamiento en la mayor parte de los materiales (pliegues similares) con formación de esquistosidad de flujo o de fractura. Contemporánea con esta fase, se produce (fuera de esta Hoja, en la zona de El Pasteral y Anglés, dentro de las Guillerías) la intrusión de pequeñas masas ígneas ácidas (gneises cuarzofeldespáticos y leucogranitos aplíticos gneísicos), aunque el emplazamiento de las masas principales de granitoides tiene lugar tras la segunda fase compresiva, originando una extensa aureola de metamorfismo de contacto en la serie paleozoica. En una fase póstuma de los movimientos hercínicos, de distensión, se produce el emplazamiento de numerosos diques.

La intensidad del plegamiento alcanzada por los materiales paleozoicos durante la primera fase corresponde a las zonas de esquistosidad de fractura y de flujo del «nivel estructural inferior» de MATTAUER (1976).

La segunda fase compresiva hercínica raramente llega a producir esquistosidad, aunque pliega a la S_1 y es responsable de la disposición actual de las formaciones cartografiadas.

2.2 EL CICLO ALPINO Y EL VULCANISMO NEOGENO

La figura núm. 1, tomada de DONVILLE (1976), esquematiza la estructura del noreste peninsular, preferentemente la zona septentrional de las Cordilleras Costeras de Cataluña. Los principales rasgos estructurales son debidos a la tectónica alpina, con dos juegos principales de fracturas según NE-SO y NO-SE.

Los movimientos compresivos tienen lugar principalmente en el Eoceno y apenas se dejan traslucir en el ámbito de la Hoja, apareciendo estructuras de plegamiento al norte de la misma, de mayor intensidad cuanto más cerca de los Pirineos.

El zócalo hercínico y la cobertera del Eoceno son afectados por una intensa tectónica de distensión, con grandes fracturas de direcciones sub-ortogonales (NE-SO y NO-SE), que compartimentan en bloques a toda la región.

El macizo de Bagur queda entonces separado de Las Gavarres por la depresión de Palafrugell y se hunde hacia el norte bajo los sedimentos paleógenos del Bajo Ampurdán y bajo las dunas y potentes depósitos cuaternarios de la desembocadura del río Ter, ya dentro de las Hojas de Torroella y Estarrit.

Esta serie de fallas normales se formaron a partir del Mioceno y hasta el Cuaternario. Intimamente ligado a las mismas y también a partir del Mioceno, se produjo el volcanismo en toda la provincia de Gerona, con extrusiones de coladas basálticas y volcanismo de tipo explosivo (San Dalmat, en la Hoja de Santa Coloma de Farnés) y aún continúan las manifestaciones póstumadas de esta actividad con las fuentes termales de Caldes de Malavella.

3 HISTORIA GEOLOGICA

La región estudiada posee numerosas características de índole estratigráfica, petrológica y tectónica que le confiere un sello peculiar en el contexto de la península Ibérica.

En la presente Hoja aflora parte de la serie paleozoica de Las Gavarres, intruida por granitoides de composición bastante heterogénea y que origina una aureola discontinua de metamorfismo de contacto. Tras la orogenia hercínica hay un largo periodo de tiempo, en que la zona permanece emergida, hasta el Paleógeno, en que vuelve a sufrir un proceso de hundimiento por efecto de los primeros movimientos de la orogenia alpina habidos más al norte, en la franja pirenaica.

La forma en que es afectada por la mencionada orogenia durante el Neógeno, a base de grandes fracturas de distensión que compartimentan los Catalánides en fosas y umbrales tectónicos y que prácticamente coinciden con comarcas geográficas (Gavarres, La Selva, Ampurdán, Guillerics, Vallés-Penedés, etc.) es otra característica más, así como la intensa actividad volcánica desplegada en toda la zona a partir del Mioceno y, sobre todo, en el Cuaternario.

La historia geológica comienza con la sedimentación de materiales detriticos, eminentemente arcillosos, durante el Ordovícico y Silúrico (con las debidas reservas al asignarles esta edad) y de niveles calcáreos en el Devónico. Según ASHAUER y TEICHMULLER (1935), las áreas de la Selva y Ampurdán constituirían un umbral de sedimentación (Umbral de Gerona) entre las fosas del Montseny y de los Pirineos Orientales, recibiendo toda la cuenca depósitos procedentes del Macizo del Ebro, de manera que la serie estratigráfica paleozoica sería mucho más potente en éstas que en aquél.

Comienza el ciclo orogénico hercínico y la región es afectada por la fase principal, compresiva durante el Westfaliense (FONTBOTE y JULIVERT, 1954; entre el Viseiense y el Westfaliense en opinión de ASHAUER y TEICHMULLER, 1935, y «verosimilmente, después del Westfaliense Inferior», según PUSCHMANN, 1968). La intensidad y estilo de plegamiento son los típicos de las

cordilleras hercínicas del Macizo Hespérico, alcanzando un elevado metamorfismo dinamotérmico en las Guillerías. Al final de este ciclo tiene lugar la intrusión de rocas graníticas, ácidas sobre todo, acompañadas más tarde por un importante cortejo filoniano. Estas intrusiones originan una extensa aureola de metamorfismo de contacto en la roca encajante. CHESSEX et al (1965) han datado los granitos de Palafrugell-Palamós, asignándoles una edad de 270 M. A. (post-Westfaliense).

Desde el Carbonífero, la región ha sido sometida a un largo proceso erosivo junto con todas las cordilleras hercínicas europeas. Se produce por fin el hundimiento e invasión del mar durante el Eoceno, quizá en los primeros movimientos que anunciaban el comienzo del ciclo alpino en los Pirineos. Así, se deposita una serie de materiales, continentales al principio y marinos después, de facies cada vez más profunda y con velocidades de subsidencia y depósito mayores hacia el norte, hacia los Pirineos.

La cuenca sedimentaria en la cual se depositaron los materiales antes vistos, poseía una morfología que había sido impuesta por la tectónica. Se trataba de una cuenca prepaleogénica cuyos límites podríamos situar así: al S, el macizo de Las Gavarres, con relieve poco abrupto, suministraba material detrítico al borde de la cuenca. Al E, un macizo emergido, el macizo del Ampurdán, en pleno Mediterráneo, probablemente en vías de levantamiento y sometido a fuerte erosión y consiguiente desmantelamiento y gran productor de los clastos que se vertían en la zona comprendida entre el mar y la Depresión del Ebro. Los límites O y N quedan imprecisos por falta de afloramientos, aunque no es aventurado suponer que hacia el O enlazara con la actual Depresión del Ebro y hacia el NO llegaría hasta el Océano Atlántico.

Esta cuenca así delimitada correspondería a una gran bahía perteneciente a un golfo o pequeño mar intercontinental, subsidente en gran parte, especialmente en su sector occidental.

A este área subsidente van a parar los materiales de la erosión de los macizos circundantes por medio de torrentes que constituyen en ella los abanicos. Así, se depositaron los materiales rojos infrayacentes. Estos constituyen la base del ciclo geológico eocénico de edad Cuisiense-Luteciense. Es en el Luteciense Inferior cuando se produce la transgresión marina que en su parte transgresiva depositaría las calizas organógenas y las margas azules ($T_{21-22}^{Ab3-Ab1}$). Apartir de aquí se inicia el ciclo geológico del Eoceno Superior con la transgresión de las Areniscas glauconíticas y el equivalente a la Fm. Igualada (T_{22-21}^{Ab2-Ac}) y culmina con el depósito netamente continental de la Fm. Artés, ya al final del Eoceno.

El ciclo alpino afecta de manera peculiar a la zona que enmarca la presente Hoja, es decir, lo único que se observa aquí es una compartimentación en bloques del zócalo paleozoico rígido y de la cobertera eocena, debido a sistemas de fracturas magníficamente evidenciadas en las imágenes de

satélites artificiales (DONVILLE, 1976; SOLE SUGRAÑES, 1978). Por otra parte, la superficie de erosión preeocénica también buza muy suavemente hacia el norte, así como la serie eocénica depositada encima. Más hacia el norte aumenta la potencia de la cobertera cenozoica y también el plegamiento alpino se deja sentir con intensidad creciente, apareciendo grandes pliegues y fallas inversas.

En la depresión de La Selva sólo aparecen sedimentos mio-pliocénicos sobre un sustrato de naturaleza granítica, lo cual se explica bien por un basculamiento de la zona, considerada como prolongación del Vallés (LLOPIS, 1947), que impide, al levantarse, la sedimentación durante la mayor parte del Mioceno, o bien por una individualización de la Depresión durante el Plioceno respecto de los macizos paleozoicos.

En el Bajo Ampurdán, disponemos de dataciones recientes (GIBERT, 1979) realizadas en el Neógeno continental que vienen a confirmar la existencia de Mioceno Superior (Vallesiense-Turolense) apuntada por primera vez por CRUSAFONT (en VILLALTA, 1958). Contemporáneamente al depósito de este Neógeno continental tiene lugar una fase volcánica generalizada en el Vallesiense (DONVILLE, 1976, según dataciones geocronométricas llevadas a cabo en las rocas volcánicas) a lo largo de accidentes según NO-SE o bien NE-SO, que afecta tanto al Alto como al Bajo Ampurdán (hace unos 10 M. A.). El emplazamiento de estas vulcanitas debió originarse como consecuencia del levantamiento del macizo de Las Gavarres, en tanto que el Bajo Ampurdán sufría un proceso de hundimiento irregular de los bloques en que estaba compartimentado el zócalo paleozoico a partir del Mioceno Superior.

Hay después otra fase volcánica, entre 5,12 M. A. y 2,2 M. A., que tiene una representación en los basaltos de Caldes de Malavella, claramente prepliocena o del Plioceno Inferior. Una tercera fase de composición basáltica, está representada por el área volcánica de Domeny, al NO de Gerona, ya en las Hojas de Santa Coloma y Bañolas (volcanismo de Olot-Adri), a la que asigna DONVILLE (1976) una edad de 0,11 M. A. (Rissiense).

4 PETROLOGÍA

4.1 ROCAS PLUTONICAS

Se han separado en cartografía cuatro tipos de composición o textura diferentes. Las granodioritas y granitos biotíticos que predominan en todos los macizos intrusivos de la región, desde aquí hasta las Guillerries; la variedad de las mismas que aparece con textura porfídica; unos pequeños retazos de composición sienítica y aspecto brechoide que también son una variación de las primeras y, por último, un granito aplítico leucocrático con

típica disyunción prismática que tiene su equivalente en el granito de dos micas cartografiado en la Hoja de Gerona.

4.1.1 GRANODIORITA Y GRANITO BIOTÍTICO (${}^b_{c.3}\gamma^3_b$)

Constituyen la masa intrusiva más importante de esta parte de la Cordillera Litoral de Cataluña. Con frecuencia se han englobado en este término rocas que van desde granitos leucocráticos hasta tonalitas. Tienen de común el tamaño de grano, usualmente grueso, y la fuerte alteración a «sauló» que presentan.

Una composición típica en muestra sana tiene plagioclasa (oligoclasa), cuarzo, ortosa y/o microclina y biotita. Los accesorios más comunes son apatito, circón y moscovita, y menos frecuentes turmalina, hematites y minerales opacos.

4.1.2 GRANODIORITA PORFÍDICA (${}^b_p\gamma^3$)

Realmente es la misma masa intrusiva granodiorítica descrita más arriba, sólo que en determinadas zonas aparece con unos grandes fenocristales de ortosa perítica con macla de Carlsbad, de hasta 5 cm. de longitud. Ninguna de las muestras cogidas en este granitoide ha sido clasificada como porfídica, debido precisamente al tamaño de estos fenocristales, al no coincidir en la lámina delgada. En ocasiones esta variedad no ha sido diferenciada de la no porfídica por no permitirlo la escala de trabajo.

4.1.3 GRANITO BRECHOIDE (γ^3_p)

En los alrededores de Armadás, al sur de Palafrugell, y en la carretera nueva de acceso a las playas de Calella y Llafranc afloran unos pequeños retazos de un granitoide de aspecto brechoide o cataclástico con gran cantidad de cristales de un mineral opaco con hábito euhédrico (¿pirita? ¿blenda? ¿scheelita?). Está constituido por albita y feldespato potásico fundamentalmente, que aparecen en lámina como agrupaciones glomeroporfídicas períticas englobando a una masa formada por un intercrecimiento muy fino de cristales de albita. Entre los accesorios se citan cuarzo, clorita, apatito y otros minerales opacos además del mencionado más arriba. El estudio petrográfico define esta roca como una sienita.

4.1.4 LEUCOGRANITO APLITICO (${}^h_{c.4}\gamma^3_m$)

Aflora en la costa entre Alguablava y Tamariú y en varios retazos situados al sur de la Hoja. Se trata de un granito de tendencia leucocrática, de

color rosado y con una disyunción prismática característica: diaclasas netas a través de las cuales se produce una alteración en forma encebollada o concéntrica. Está constituido por feldespato potásico (ortosa y/o microclina), cuarzo y plagioclasa como minerales esenciales, encontrándose siempre moscovita y biotita aunque en escasa proporción, junto con circón, apatito y opacos. Se observa desarrollo de mirmequitas entre el feldespato potásico y las plagioclasas, el cuarzo ha cristalizado tardíamente y corroe a los feldespatos.

Se trata de un granito claramente posttectónico, fácil de separar en campo de las granodioritas por su aspecto sano, color rosado y disyunción prismática. En la Hoja de Gerona aflora un granito de idénticas características, aunque más rico en micas.

4.2 ROCAS HIPOABISALES

Se han diferenciado cuatro grupos de rocas filonianas, entre las que predominan los pórfidos de composición muy ácida.

4.2.1 LAMPROFIDOS (FL)

Son diques de rocas oscuras, casi negras, encajados normalmente en las granodioritas. Su composición más frecuente incluye siempre plagioclasa (oligoclasa-andesina) y hornblenda y/o biotita entre los minerales esenciales, encontrándose entre los accesorios magnetita, cuarzo, esfena y apatito.

En opinión de SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1934) son las rocas más recientes entre las relacionadas con el plutonismo hercínico. MARCET (1948) realizó unas primeras dataciones radiométricas con resultados que confirmaron al primero y, más recientemente, las dataciones efectuadas por CHESSEX et al (1965) llegaron a la misma conclusión: los lamprófidos son los diques emplazados más recientemente, hace unos 185 M. A.

4.2.2 PORFIDOS GRANODIORITICOS Y GRANITICOS (FOγγ)

Son diques poco frecuentes, al contrario de lo que ocurre en el área del embalse de Susqueda y, en general, en las Guillerries, donde se cuentan por centenares. Se trata de rocas de textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa, cuarzo y biotita y matriz cuarzofeldespática con mica blanca. Los fenocristales de plagioclasa son hipidiomorfos a idiomorfos, casi siempre sericitizados, los cuarzos presentan signos evidentes de corrosión magmática; las biotitas están plegadas, a veces con kinks. En la matriz se aprecian ocasionalmente estructuras de flujo.

4.2.3 PORFIDOS CUARCIFEROS, GRANOFIDOS Y FELSOFIDOS (FOqγ)

Se han englobado dentro de estos términos a una serie de diques de composición ácida, usualmente rosados o blancuzcos, con disyunción prismática y de tendencia aplítica.

Presentan texturas porfídica o granofídica con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico (ortosa peritítica) y, en menor proporción plagioclasa. La matriz es cuarzofeldespática, con profusión de texturas micrográficas. Dentro de la pasta se distinguen como accesorios biotita, minerales opacos, hematites, apatito, rutilo, moscovita, etc. Los fenocristales de cuarzo presentan golfos de corrosión magmática; en los de ortosa se observan texturas glomeroporfídicas.

4.2.4 DIQUES DE CUARZO (Fq)

Se han encontrado algunos diques de cuarzo encajados en las granodioritas de la zona sur de la Hoja.

4.3 ROCAS METAMORFICAS

La serie paleozoica de la Hoja de Palafrugell se presenta afectada por un débil metamorfismo regional (facies de esquistos verdes) al que se superpone un metamorfismo de contacto debido al emplazamiento de los granitoides posttectónicos que dominan la mitad sur (CARRERAS y VILADEVALL, 1974).

En los alrededores de Bagur los materiales situados estratigráficamente bajo las calizas devónicas no están afectados por metamorfismo de contacto. En este área predominan las filitas, muy replegadas y deleznales, con abundante clorita, que les confiere el color verde que poseen. Frecuentemente se observa en ellas una estructura bandeada que puede ser primaria, con enriquecimiento de clorita y moscovita en las capas arcillosas y de cuarzo y feldespatos en las arenosas. La paragénesis que caracteriza al metamorfismo regional en la zona incluye cuarzo, clorita, moscovita y albita. En las facies areniscosas situadas a techo de la formación detrítica se puede encontrar feldespato potásico relicto de la paragénesis original de la roca sedimentaria, en tanto que la moscovita parece ser de origen secundario y los cuarzos aparecen recrystalizados.

Al sur de la Riera de Salsesaguas y de Fornells-Aiguablava la serie aflora siempre afectada por metamorfismo de contacto (1), predominando casi

(1) CARRERAS y VILADEVALL (1974) también encuentran un área afectada por metamorfismo térmico en el flanco occidental de la Cala de Sa Riera, en relación con varios diques de rocas filonianas próximos.

siempre las cornubianitas acarameladas, constituidas por moscovita, cuarzo, biotita y plagioclasa (albita) y también, en ocasiones, por andalucita y cordierita (usualmente pinnitizada). Localmente y sobre todo al sur de la Hoja se encuentran corneanas de color negro y muy duras, con grandes cristales aciculares de quistolita sin orientación alguna.

4.3.1 ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS INDIFERENCIADAS (Mγ)

Ha sido necesario utilizar este término cartográfico tan impreciso en varios afloramientos, a veces bastante extensos, donde era imposible su separación a la escala del trabajo. Puede decirse que la superficie de contacto entre los granitoides y la roca de caja coincide casi con la superficie topográfica. La roca intrusiva suele ser un granito muy alterado en muchos metros de profundidad. Las rocas encajantes son esquistos cornubianíticos orientados desordenadamente.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Existen labores mineras abandonadas cerca de Montrás, localidad próxima a Palafrugell, aunque ya en la Hoja de Girona; en ellas se ha explotado galena y baritina (MARCET y SOLE, 1949).

Dentro de esta Hoja se citan, por su importancia, las canteras abiertas en las calizas devónicas, sobre todo las existentes entre Regencós y Bagur, actualmente en explotación para obtener áridos. También se utilizan en construcción como piedra vista en muchas urbanizaciones de la zona, apareciendo numerosas canteras abandonadas en los alrededores de Bagur, que han sido explotadas con este fin.

Las dunas fijas son objeto igualmente de explotación en la misma zona, sobre todo entre la carretera de Regencós a Bagur y la Riera de Salsesaguas, donde se localizan potencias visibles en corta de más de 20 metros de estas arenas de duna, extraordinariamente homométricas.

5.2 HIDROGEOLOGIA SUBTERRANEA

El estudio hidrogeológico del Bajo Ampurdán que realizó MARTINEZ GIL (1972) recoge ampliamente las características de esta Hoja en todos los aspectos relacionados con el agua, dedicando por añadidura un extenso y detallado informe a la Riera Grossa de Pals y la parte norte de la depresión de Palafrugell. Para cualquier interés relacionado con este apartado remitimos al lector a la citada tesis doctoral.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, J. (1976).—«Estudio geotérmico preliminar de Cataluña. *Tesis doctoral*. Universidad de Barcelona, 462 pp.
- ALONSO, F.; PEON, A.; VILLANUEVA, O.; ROSELL, J.; TRILLA, J., y OBRA-DOR, A. (1974).—«Memoria y Hoja Geológica núm. 364 (La Garriga). Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (segunda serie)». IGME. Madrid.
- ASHAUER, H., y TEICHMÜLLER, R. (1935).—«Die variscische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens». Trad. en *Publ. Extr. sobre Geología de España*. C. S. I. C., 1946, t. III, pp. 7-102.
- BATALLER, J. R. (1923).—«Assaig bibliografic de la Geologia de Girona». *But. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 2.^a Serie, III, núm. 1 y 2, pp. 36-55.
- (1954-55).—«Enumeración de las especies nuevas del Eocénico en España». *An. Esc. Sup. Agr.*, vol. 13, pp. 3-50.
- BAUZA, F. (1874).—«Breve reseña geológica de la provincia de Gerona». *Bol. Com. Map. Geol. Esp.*, t. I, pp. 169-175.
- BIJU-DUVAL, B.; LAMPEREIN, C.; LOPEZ, N., y RIVEREAU, J. C. (1976).—«Esquisse photogéologique du domain méditerranéen. Grands traits structuraux a partir des images du satellite LANDSAT-1». *Rev. Int. Franc. du Petrol.*, 31 (3), pp. 365-400.
- CALDERON, S.; FERNANDEZ NAVARRO, L., y CAZURRO, M. (1907).—«Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona». *Mem. R. Soc. Esp. His. Nat.*, IV, pp. 160-489.
- CARANDELL, J. (1942-43).—«El Bajo Ampurdán. Ensayo Geográfico». *Bol. Univ. Granada*, núm. 71-72, p. 183. Granada.
- CARRERAS, J., y VILADEVALL, M. (1974).—«Estudio preliminar del área metamórfica de Sa Riera (Bagur, prov. Gerona)». *Inst. Inv. Geol. Univ. Barcelona*, vol. XXIX, pp. 67-78.
- CAVET, P. (1951).—«Stratigraphie du Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales». *C. R. Ac. Sci.*, t. 232, pp. 743-745 y 845-859.
- (1957).—«Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre (étude stratigraphique et paléontologique)». *Bull. Serv. Cart. Géol. France*, núm. 254, t. 55, pp. 307-518.
- COY-YLL, R.; GUNN, B. N., y TRAVERIA-CROSS, A. (1974).—«Geochemistry of the catalonian Volcanics, Spain». *Acta. Geol. Hisp.*, t. IX, núm. 4, pp. 127-132.
- CHESSEX, R.; DELALOYE, M.; KRUMMENACHER, D., y VUAGNAT, M. (1965).—«Sur l'âge des roches granitiques de la région Palamós-Palafrugell (Costa Brava)». *Bull. Suisse Min. Petr.*, t. 45, núm. 1, pp. 15-17.
- CHIA, M. (1879).—«Apuntes geológicos sobre los terrenos terciarios medio y superior del Bajo Ampurdán». *Rev. de Gerona*, t. IV, p. 342. Gerona.
- DONVILLE, B. (1973a).—«Géologie néogène et âges des éruptions volcaniques de la Catalogne orientale». *Tesis doctoral*. Toulouse.

- (1973b).—«Ages potassium-argon des roches volcaniques de la dépression de La Selva (Nord-Est de l'Espagne)». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 277, pp. 1-4.
- DONVILLE, B. (1976).—«Géologie Néogène de la Catalogne orientale». *Bull. du B. R. G. M.*, núm. 3, Set. IV, pp. 177-210.
- FAURA y SANS, A. (1920).—«Hidrologia fluvia i soterrania del Baix Empordà». *Agricultura*, any IV, pp. 91-96, Barcelona.
- (1923).—«Explicació de la fulla núm. 24 Sant Feliu Guixols». *Servei del Mapa Geològic de Catalunya*, vol. de 88 pp. Mamcomunitat de Catalunya.
- (1925).—«Memoria para el abastecimiento de aguas potables para la villa de Palafrugell». Fascículo de 64 pp. Palafrugell.
- FERRER, J. (1971).—«El Paleoceno y Eoceno del borde sudoriental de la depresión del Ebro (Cataluña)». *Mem. Suisses de Paléontologie*, vol. 90, 70 pp.
- FONTBOTE, J. M., y JULIVERT, M. (1954).—«Algunas precisiones sobre la cronología de los movimientos hercinianos en Cataluña». *C. R. XIX Sess. Congr. Geol. Int.*, fasc. 15, pp. 575-591.
- GICH, M. (1969).—«Las unidades litoestratigráficas del Eoceno Prepirenaico del Ripollés Oriental». *Act. Geol. Hisp.*, t. IV, núm. 1, pp. 5-8. Barcelona.
- GOLPE, J. M. (1974).—«Faunas de yacimientos con suiformes del Terciario Español». *Paleontología y Evolución*, t. VIII.
- GOT, H. (1973).—«Etude des corrélations tectonique. Sedimentación au cours de l'histoire quaternaire du precontinent pyreneo-catalán». *Thèse. Univ. Sci. tech. Languedoc*, p. 294. Montpellier.
- GUARDIA, P. (1964).—«Volcans tertiaries et quaternaires de la province de Gerona et paléomagmatisme de leurs coulées». *Rev. Geol. Phys. et Géog. Dyn.*, 2.^a serie, vol. VI, pp. 201-210. París.
- IGME (1971).—«Mapa Geològic de España a escala 1/200.000. Hoja de Figueras (núm. 25)». *IGME*.
- (1972).—«Mapa Geològic de España a escala 1/200.000. Hoja de Barcelona (núm. 35)». *IGME*.
- (1974).—«Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1/1.000.000». *IGME*.
- JULIA BRUGES, R., y VILLALTA, J. F. (1974).—«El Ampurdán». *Coloquio Inter. Bioestra. Cont. del Neog. Sup. y Cuater. Infer.*, Guía 28.9.
- KROMM, F. (1966).—«L'âge et les conditions de sédimentation des couches rouges de l'Eocène terminal entre l'Ampurdan et le fleuve Ter (province de Gerona. Espagne)». *Act. Soc. Linn. Bordeaux*, t. 103, serie B, núm. 9.
- (1968).—«Notice explicative d'une carte a 1/100.000 des formations éocènes de la zone prepyreneenne (provinces de Barcelone et de Gerone, Espagne)». *Act. Soc. Lin. Bordeaux*, t. 105, Serie B, núm. 8, p. 7. Bordeaux.
- (1967).—«Stratigraphie resumée de l'Eocène du versant sud des Pyrénées-Orientales et de la zone prepyreneenne». *C. R. S. G. F.*, fasc. 7, p. 224.

- LLOPIS LLADO, N. (1947).—«Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides». *Publ. Inst. «Lucas Mallada»*, CSIC, 364 pp.
- (1951).—«Estudio geológico de los alrededores de Caldas de Malavella (Gerona)». *Speleon.*, pp. 103-164.
- MARCET RIBA, J. (1945).—«Los plegamientos variscos póstumos en el Nordeste de España». *Miscelánea Almera. Publ. Inst. G. Dip. Prov. Barcelona*, pp. 139-157.
- (1947).—«Rocas eruptivas de Les Gavarres y de la zona adyacente de la Costa Brava Catalana». *Trab. Mus. C. Nat. Barcelona*, vol. I, núm. 1.
- (1948).—«Edad geológica de los períodos eruptivos de Les Gavarres y de la Costa Brava Catalana». *Mem. R. A. C. Art. Barna*, vol. XXIX, núm. 13.
- (1949a).—«Períodos eruptivos de la provincia de Gerona (Gavarres y Empordà)». *Est. Geol.*, núm. 9, pp. 189-203.
- (1949b).—«Provincias petrográficas gerundenses». *Est. Geol.*, núm. 9, pp. 205-209.
- MARCET RIBA, J., y SOLE, L. (1949).—«Memoria explicativa y mapa geol. España 1/50.000. Hoja núm. 334 (Gerona)». *IGME*.
- MARCET RIBA, J. (1954).—«Estudio estratigráfico del Eoceno de Esclanya (Baix Empordà, Gerona)». *R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, tomo homenaje a Hernández Pacheco. Madrid.
- (1955).—«Síntesis petrográfica y estratigráfica del Eoceno de la zona Palafrugell-Esclanya-Regencós». *C. S. I. C. Anales del I. E. G.*, vol. X, Gerona.
- (1956a).—«Estudio petrográfico y estratigráfico del Eoceno de la zona Palafrugell-Esclanya-Regencós». *Mem. R. A. C. A.*, 3.º Ep., núm. 654, vol. 32, núm. 6.
- (1956 b).—«Sucesión estratigráfica y fósiles del Eoceno de la zona de Palafrugell-Esclanya-Regencós (Baix Empordà)». *Not. y Com. I. G. M. E.*, número 42. Madrid.
- MARTINEZ GIL, F. J. (1972).—«Estudio hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona)». *Memoria del IGME*, núm. 84 (2 vols).
- MOP (1970).—«Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo Oriental, zona Norte núm. 1: Costa Brava (3 tomos) y núm. 2: Zona de la Selva». *Dir. Gen. Obras Hidr., Comisaria Aguas Pir. Oriental, S. G. O. P.*
- PALLI, L. (1972).—«Estratigrafía del Paleógeno del Empordà y zonas limítrofes». *Publ. de Geol. Univ. Aut. Barcelona*, núm. 1, p. 338, Barcelona.
- PALLI, L. (1976).—«Morfología de las terrazas del Ter en Girona». *Anales de la Sección de Cienc. del Coloquio Universitario de Gerona*, año I, número 1, Gerona.
- PALLI, L., y FRIAS, R. (1978).—«Presencia del Paleógeno bajo los sedimentos neogénicos de Vilablareix (Girona)». *An. Sec. Ciencias Col. Univ. Girona*, núm. 3, pp. 27-34.

- PALLI, L.; ROSELL, J., y OBRADOR, A. (1972).—«Interpretación sedimentológica y paleogeográfica del nivel de areniscas eocénicas de Sarria de Ter». *Acta Geol. Hisp., C. S. I. C.*, año VII, núm. 4, pp. 109-112, Barcelona.
- PARIS, C., y ALBERT-BELTRAN, J. F. (1976).—«Sobre la génesis de las aguas carbónicas de la provincia de Gerona». *Acta Geol. Hisp.*, t. XI, núm. 5, pp. 124-128.
- PUSCHMANN, H. (1968).—«Stratigraphische Untersuchungen im Paleozoikum des Montseny (Katalonien/Spanien)». *Geol. Rundschau*, t. 57, pp. 1066-1088.
- REGUANT, S. (1967).—«El Eoceno marino de Vic (Barcelona)». *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXVIII, Madrid.
- RIBERA FAIG, J. M. (1945).—«Sobre el Plioceno Continental del Alto Ampurdán». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XLIII, pp. 41-64. Madrid.
- SAN MIGUEL, M. (1931).—«Resumen geológico-geognóstico de la Costa Brava». *Asoc. Esp. Prog. Cien. Cong. Lisboa*, pp. 1-22, 7 láms., 1 map.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1934).—«L'abastiment d'aigües potables a Girona». *Gráficas Darius Rabola*, pp. 3-25, 18 fots.
- SAN MIGUEL, A., y CARRERAS, J. (1971).—«Relaciones entre metamorfismo y emplazamiento del granito en el área del Cap Gros de Palamós (Gerona)». *Inst. Inv. Geol. Dip. Prov.*, XXVI, pp. 93-117.
- SCHRIEL, W. (1929).—«Der geologische Bau des Katalonischen Küstengebirges zwischen Ebromündung und Ampurdan». Traducido al español en *Publ. Extr. Geol. España*, 1942, pp. 103-168.
- SERRA RAVENTOS, J. (1976).—«Le Précontinent catalan entre le Cap Begur et Arenys de Mar (Espagne): structure et sédimentation recente». *Tesis doctoral Univ. Toulouse*, 215 pp.
- SOLE SABARIS, L. (1936).—«Notes geomorfològiques sobre les Guilleries». *Guía d'Excursions. Inst. d'Estudis Catalans*, pp. 118-129.
- (1946).—«Características hidrogeológicas de los manantiales carbónicos de Gerona llamados *Fonts Picants*». *An. Inst. Est. Gerundenses*, 1, pp. 236-269.
- (1948).—«Observaciones sobre el Plioceno de la comarca de la Selva (Gerona)». *Est. Geol.*, núm. IV, pp. 287-307.
- (1967).—«Empordà et region volcanique d'Olot». *Livret guide de l'excursion aux Pyrénées INQUA. V. Cong. Inter.*, 107 pp.
- (1962).—«Observaciones sobre la edad del volcanismo gerundense». *Mem. R. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, núm. 34, pp. 259-375.
- SOLE SABARIS, L., y LLOPIS LLADO, N. (1939).—«Terminación septentrional de la Cordillera Costera Catalana». *Asoc. Est. Geol. del Medit. Occid.*, t. VI. Estudios geomorfológicos de la Península Hispánica, núm. 1, 87 pp.
- SOLE SUGRAÑES, L. (1978).—«Alineaciones y fracturas en el Sistema Catalán, según las imágenes Landsat-1». *Tecniterrae*, núm. 22, pp. 6-16. Madrid.
- TEIXIDOR, J. (1884).—«Reseña geológica de la provincia de Gerona». *Mem. R. Acad. Cienc. Nat. y Art. de Barna*, núm. 20.

- TOURNON, J. (1968).—«Le volcanisme de la province de Gerona (Espagne)». *Laboratoire de Petrographie de la Faculte des Sciences de Paris. These 3.^{er} cycle*.
- (1969).—«Les roches basaltiques de la province de Gerone (Espagne): basanites à leucite et basanites à analcime». *Bull. Soc. Franc. de Mineralogie et de Cristallographie*, t. 92, pp. 376-382.
- TRILLA, J., y PALLI, L. (1977).—«Vulnerabilidad a la polución como temática hidrogeológica. Aplicación en una zona de los alrededores de Girona». *Cámara Of. de Com. e Ind. Gerona*, 75 pp.
- VIA, L. (1969).—«Crustáceos decápodos del Eoceno español». *Revista Pirineos*, núms. 91-94, 480 pp.
- VIDAL, L. M. (1886).—«Reseña Geológica y Minera de la Provincia de Gerona». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp. Prov. de Gerona*, tomo XIII, cuaderno 2.
- VILLALTA, J. F. (1958).—«Le Neogene de l'Ampurdan». *Bull. Soc. Geol. France*, 6.^a serie, t. VIII, pp. 947-948. París.
- VILLALTA, J. F., y PALLI, L. (1973).—«Presencia del Mioceno continental bajo el cauce del río Onyar en Gerona». *Acta Geol. Hisp.*, t. VIII, pp. 109-110.



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

I.S.S.N. 0573-2096



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA