



# IGME

394

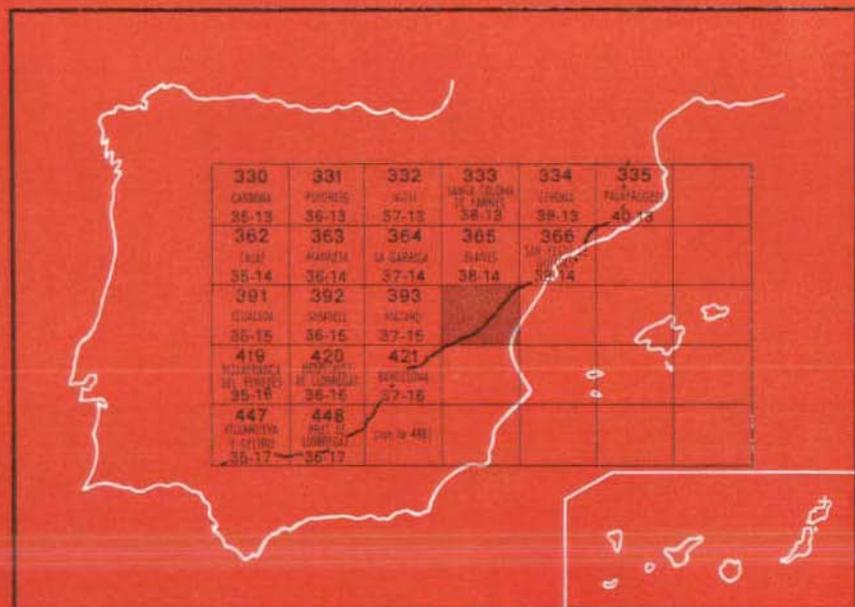
38-15

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# CALELLA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
E. 1:50.000

**CALELLA**

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IMINSA, con normas, dirección y supervisión del I. G. M. E.

**AUTORES Y COLABORADORES:**

*Geología de campo:*

F. ALONSO, A. PEON y O. VILLANUEVA. IMINSA (MADRID).

*Petrología ignea y metamórfica:*

T. RUIZ. GEOPRIN (MADRID).

*Análisis modales:*

A. Estrada (Universidad Autónoma de Barcelona).

*Coordinador:*

ALBERTO PEON (IMINSA).

*Supervisión del I. G. M. E.:*

JOSE MARIA TOSAL SUAREZ.

**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 - 41.653 - 1977

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

## 1 INTRODUCCION

El área de la Hoja queda cubierta en casi su totalidad por rocas ígneas, estando los terrenos sedimentarios relegados casi siempre a las zonas topográficamente más elevadas (véase esquema tectónico). Todas ellas quedan integradas dentro de una unidad (Cordillera Costera Catalana) que se extiende más ampliamente hacia el SO.

En la elaboración cartográfica nos hemos basado en ALMERA (1913 y 1914) para las rocas graníticas y su cortejo filoniano, quedando indicado el método de trabajo en el apartado correspondiente a Petrología. En cuanto a los terrenos sedimentarios y metamórficos, han sido cartografiados totalmente de nuevo.

Durante el transcurso del trabajo se ha contado con la colaboración del Dr. Santanach, de la Universidad Central de Barcelona, quien, con los datos de campo y laboratorio facilitados por IMINSA, ha redactado los apartados de la Memoria correspondiente a Estratigrafía, Tectónica y Petrología.

El trabajo se llevó a cabo en el año 1974 y consta de: Mapa, Memoria y Documentación Complementaria.

### COMPOSICION DE LA DOCUMENTACION COMPLEMENTARIA:

- Mapa de situación de muestras y fotografías.
- Fotografías de campo.
- Muestras representativas (muestras de mano).
- Colección de láminas delgadas.
- Informe petrológico y sedimentológico.
- Informe bibliográfico.

## 2 ESTRATIGRAFIA

Casi toda la superficie de la Hoja está ocupada por los granitos y grano-dioritas tardihercinianos. Los terrenos sedimentarios se encuentran situados casi exclusivamente en las partes topográficamente más elevadas (Sierra del Montnegre, Sierra de Can Carreras, Sierra de Montagut). La mayor parte de los mismos están afectados por el metamorfismo de contacto relacionado con la intrusión de los granitos, lo que dificulta la cartografía.

Se han diferenciado las siguientes unidades:

### 2.1 CAMBRO-ORDOVICICO (CA-O).

Con este nombre se han agrupado todos los materiales pizarrosos y metamórficos situados por debajo de las pizarras con Graptolites, que, en las Cordilleras Costeras Catalanas, caracterizan el Silúrico. Aunque es posible que en la zona estudiada estos materiales pertenezcan en su mayoría al Ordoviciense, adoptamos el término Cambro-Ordovícico debido a la falta de argumentos paleontológicos y con el objeto de coordinar mejor con las Hojas vecinas.

Bajo esta denominación se agrupan fundamentalmente pizarras debidas al metamorfismo regional y a la tectonización herciniana de una serie fundamentalmente pelítica. Estas pizarras fueron posteriormente afectadas por el metamorfismo de contacto y, según su posición respecto al contacto intrusivo, se presentan en forma de pizarras sericiticas, moteadas o nodulosas.

Estos materiales pueden observarse principalmente en el S. del Montnegre y en el S. de Can Carreras. Las pizarras nodulosas se observan muy bien, en la carretera que conduce de Calella a Hortsavinyá, junto al Turó de la Punta de Garbí.

Situamos el límite superior de esta unidad cartográfica en su contacto con las pizarras con Graptolites. Por tanto, de la comparación de esta unidad con las series del Paleozoico de regiones vecinas (Montseny, Hoja de La Garriga, y Montcada, Hoja de Barcelona) se concluye que debe incluir, además de los materiales que allí se cartografiaban como cambro-ordovícicos, las pizarras del Avencó del macizo del Montseny, las cuales corresponden al Ashgill, y que allí, debido a las buenas condiciones (poco metamorfismo), cartografiamos como una unidad independiente.

### 2.2 PIZARRAS CON GRAPTOLITES (S<sub>1-1</sub><sup>A-B</sup>)

Fundamentalmente está constituida por pizarras. En la parte más baja se trata de pizarras carbonosas, de un color negro intenso. Hacia la parte alta, estas pizarras alternan con capas silíceas y luego pasan a pizarras finas

gris-blanquecinas que alternan con lechos de lidas de un grosor de hasta varios centímetros.

Estos niveles afloran bien en las cercanías de Santa Susana, especialmente en el margen izquierdo de la riera, donde recientemente se han abierto numerosos afloramientos con motivo de una urbanización.

Ya ALMERA (1913) cita la presencia de *Monograptus* encima de C. Torrent y en la Sierra de St. Pere de Riu. En la Memoria de la Hoja núm. 394, edición 1941, se cita una fauna de Graptolites en Santa Susana, que se atribuye al Tarannon, y otra en C. Bufi, correspondiente al Wenlock. Así pues, esta serie pizarrosa es atribuible al Silúrico, desde el Valentiense hasta el Wenlock incluido. Al igual que en el Montseny, de momento, no ha podido encontrarse fauna que indique la presencia de Valentiense Inferior.

Por su parte superior estas pizarras presentan alternancias calcáreas y progresivamente pasan a las calizas que constituyen la unidad cartográfica superior. Este paso gradual puede observarse en la vertiente izquierda del Rierot Massue.

Debido a la intensa escamación tectónica, es difícil apreciar la potencia, que debe ser del orden de unos 50 m.

### 2.3 CALIZAS CON ORTHOCERAS (S<sub>2</sub><sup>b</sup>-D<sub>1</sub>)

Pasan a las pizarras con Graptolites de una manera progresiva. Se trata de calizas gris-azuladas, amigdaloides, con una facies de tipo «griotte». En su parte inferior, bien estratificadas, presentan intercalaciones pizarrosas. El cuerpo central de la formación presenta bancos que alcanzan varios metros de espesor, como puede observarse en la riera de Pineda, debajo de St. Pere de Riu, junto al camino. En las partes altas no son tan masivas, y el contenido en arcilla aumenta, quedando los nódulos calcáreos más desligados los unos de los otros.

Los restos fósiles observados están en mal estado. Por analogía con las regiones circundantes (Montseny, Moncada), parece verosímil aceptar que la sedimentación calcárea empezara a finales del Wenlock y se prolongara durante el Devoniano Inferior.

Estas calizas pueden observarse entre Santa Susana y Malgrat, cerca de la carretera nacional, en la riera de Pineda y también al S. de Hortsavinya. En esta última zona predominan las calizas con gran proporción de sedimentos arcillosos, mientras que en la riera de Pineda pueden observarse niveles predominantemente calizas.

En la mayoría de afloramientos, estas calizas constituyen escamas tectónicas, las cuales están englobadas dentro de las pizarras con Graptolites. La potencia evaluada es del orden de unos 40 m, como mínimo.

En esta región no se encuentran las Pizarras con Tentaculites, que en el

Montseny constituyen la continuación de la serie y representan el Devónico Medio y Superior (véase Hoja de La Garriga). Aquí, sobre los materiales calcáreos del Ludlow-Devónico Inferior descansan en discordancia las series del Carbonífero Inferior.

## 2.4 CARBONIFERO INFERIOR MARINO [H<sub>12</sub><sup>Al</sup>]

Con este nombre se han agrupado diversas formaciones de poco espesor que constituyen los niveles inferiores del Carbonífero. Esta simplificación ha sido condicionada por la escala del mapa. Todos los terrenos figurados bajo esta notación tienen como carácter común el ser marinos.

La mejor zona para estudiarlos es el afloramiento que se extiende desde Santa Susana en dirección NE., hasta más allá del cerro Montagut. Aquí pueden observarse las relaciones de estos materiales con los devónicos y silúricos infrayacentes, y en el mismo cerro de Montagut puede obtenerse un buen perfil estratigráfico de los mismos.

- *Liditas y pizarras silíceas*. Las liditas, en la base, se presentan en lechos de hasta 15 cm. de espesor y muy replegadas. Algunos de estos pliegues, caóticos, podrían ser debidos a fenómenos de *slumping*. En estas liditas abundan los nódulos fosfatados de tamaño centimétrico, los cuales dan un aspecto muy característico a estos materiales. Presentan una potencia de unos 15 m. Sobre las liditas siguen unos 3 m. de pizarras silíceas.
- *Calizas y pizarras*. Al tramo silíceo inferior le siguen unos 4 m. de calizas amigdaloides, con un contenido en arcilla bastante elevado y bien estratificadas. Sobre ellas, una serie en la que alternan las pizarras y las calizas, disminuyendo la importancia de estas últimas al ascender en la serie, teniendo en la parte alta un carácter netamente subordinado. La potencia de estas alternancias es de unos 15 m.

Estos dos tramos pueden seguirse bien entre el cerro de Montagut y Santa Susana, en donde puede verse que las liditas descansan discordantemente sobre las pizarras con Graptolites (Montagut) o sobre las calizas con Orthoceras (más al SO.).

El tramo calcáreo se atribuye desde PRUVOST (1912) al Viseiense, y por tanto, las liditas deben corresponder a la base del Viseiense o ser más inferiores todavía. Con los datos que pueden obtenerse en esta Hoja es difícil sugerir una edad para las liditas, debido a la gran laguna asociada a la discordancia infracarbonífera. En el Montseny también existe esta discordancia cartográfica, pero en este macizo está representado todo el Devónico. En este caso, las liditas deben corresponder a la base del Viseiense o a la parte

alta del Tournaisiense, debiendo faltar al menos parte de éste para poder explicar, temporalmente, la discordancia.

## 2.5 FACIES CULM ( $H_{12}^A$ )

Sobre la serie marina de la base del Carbonífero siguen unas alternancias de materiales detriticos, arcillas y areniscas, principalmente, en las que pueden observarse estructuras sedimentarias. También hay intercalados algunos niveles de conglomerados, como sucede, por ejemplo, en la vertiente derecha de la riera de Santa Susana. Estos conglomerados se presentan generalmente en capas delgadas, con cantos pequeños, predominando los de cuarzo y lidita. Los de la vertiente derecha de la riera de Santa Susana presentan mayor potencia y los cantos llegan a alcanzar hasta 10 cm. de diámetro. Es interesante señalar la presencia de algunos cantos de rocas graníticas dentro de estos conglomerados. Recuérdese la existencia de granitos precoces en la cercana región de Les Guillerias (VAN DER SIJP, 1951).

Esta serie de facies Culm ocupa la mayor parte de los afloramientos carboníferos cartografiados y no se observa el techo de la misma.

ALMERA (1913) encontró *Calamites*, *Stigmaria* y *Calamocladus* en la cima del Turó de La Guardia. Esta serie se considera de edad viseiense.

## 2.6 CUATERNARIO

Alcanzan su mayor desarrollo en la franja de la costa. Se han hecho dos diferenciaciones cartográficas.

### 2.6.1 ARCILLAS, ARENAS Y CONGLOMERADOS ( $Q_7$ )

Asociados al pie de los relieves y constituyendo actualmente una terraza alta.

### 2.6.2 TERRAZA BAJA Y ACTUAL ( $Q_{T3}$ )

Tiene su mayor desarrollo hacia el E., en la desembocadura del río Tordera, estando constituido fundamentalmente por lens granítico.

## 3 TECTONICA

### 3.1 HERCINIANA

Las únicas estructuras de plegamiento existentes en esta Hoja corresponden a las hercinianas. Estas se formaron después del Viseiense y antes del Buntsandstein. En efecto, los materiales más modernos, en esta Hoja y re-

giones vecinas, afectados por esta tectónica, son los de la facies Culm del Viseiense, y los terrenos más antiguos que descansan discordantemente sobre los materiales plegados son los conglomerados y areniscas del Buntsandstein. En esta Hoja no afloran estos terrenos, pero sí en la vecina de La Garriga, en la que pueden observarse estas relaciones (Montseny). Por comparación con los Pirineos (FONTBOTE & JULIVERT, 1954), puede pensarse que muy probablemente el plegamiento tuviera lugar durante el Westfaliense. Las dataciones radiométricas de las rocas graníticas aportan nuevas precisiones a este problema (véase apartado de Petrología).

Si bien el plegamiento principal tuvo lugar en el Westfaliense, hay que señalar que antes del Viseiense ya hubo movimientos de una cierta importancia, pues en la zona de Malgrat se observan discordancias angulares entre el Carbonífera Inferior y los materiales silúricos y devónicos. Estos movimientos no pueden datarse con mucha precisión, puesto que en esta zona falta todo el Devónico Medio y Superior. De todas maneras, dado que estos materiales correspondientes a este período existen en el Montseny, es de suponer que estos movimientos tuvieran lugar durante el Tournaisiense.

#### *Fase de plegamiento previseiense*

Esta fase, aunque muy evidente, no fue muy intensa. Durante la misma, muy probablemente se produjeron pliegues de un radio de curvatura bastante grandes, en un nivel estructural bastante elevado sin formación de esquistosidad. Al actuar la erosión sobre estas estructuras, dejó al descubierto las pizarras silúricas y el Carbonífero Inferior se sedimentó sobre las calizas o sobre las pizarras.

Este hecho es importante para comprender la extraordinaria complicación de detalle que ofrecen las estructuras westfalienses al nivel del Silúrico-Devónico.

#### *Estructuras westfalienses*

Para la correcta comprensión de las estructuras que se generaron durante el Westfaliense, hay que tener en cuenta que fue una tectónica polifásica y que el estilo de las estructuras varía según la profundidad y la naturaleza de los materiales afectados.

En la zona comprendida en esta Hoja, el plegamiento tuvo lugar, en su mayor parte, en la epizona. En las zonas más profundas se alcanza la mesozona. Desde el punto de vista tectónico, las estructuras se formaron en su mayor parte en el nivel estructural inferior y, por tanto, adquieren gran importancia las esquistosidades, a menudo las únicas superficies de referencia observables. Hubo una primera fase (Fase 1) con desarrollo de una esquistosidad horizontal y estructuras asociadas, y una fase (Fase 2) con desarrollo de esquistosidades más verticales.

## *Fase 1*

Durante la misma se forman pliegues isoclinales y recumbentes, y paralelamente al plano axial de los mismos se desarrolla una esquistosidad de flujo. No se han observado megaestructuras relacionadas con esta formación.

Las estructuras de esta fase se hacen escasas hacia las partes más superficiales, y en los materiales viseienses apenas existen. No hemos observado ningún pliegue recumbente en estos materiales. En todo caso, hay una orientación de los minerales filitosos paralelamente a la estratificación en los niveles pelíticos.

Se han observado muy pocos pliegues menores y, por tanto, no es posible dar una idea sobre la dirección y vergencia de estos pliegues.

## *Fase 2*

Bajo este nombre se incluyen todas las estructuras que deforman la primera esquistosidad y que son anteriores a los procesos de «kinking» más tardíos.

Al nivel cartográfico, esta fase es la responsable de las estructuras de plegamiento más visibles, que en esta Hoja presentan dos direcciones claras: Dirección SE., como el sinclinal de la riera de Santa Susana, y dirección NE., como el sinclinal de Montpalau. Estos pliegues están constituidos por escamaciones de los materiales calizos (Silúrico-Devónico) y pizarras del Silúrico con los detriticos de la facies Culm. Dada la disposición que tenían los materiales silúrico-devónicos debido a la acción de la erosión sobre los pliegues previseienses (decapitación de anticlinales erosionando las calizas y descubriendo las pizarras), es fácil comprender la predisposición de estos materiales a imbricarse en escamas. Todo ello complica enormemente la cartografía de detalle de estos terrenos. La vergencia de estas escamaciones es en general hacia el N. (escamas al S. de Hortsavinyá, sinclinal de la riera de Santa Susana). Sólo el pliegue orientado al NE. (pliegue de Montpalau) tiene vergencia S. La vergencia N. tan marcada es una anomalía en esta zona de la cordillera herciniana. En general, las vergencias son al S. ASHAUER & TEICHMULLER (1935) hicieron ya esta observación y hablaron de una «Divisoria tectónica del Montseny», al O. de la cual los pliegues presentan vergencia S., y al E. vergencia N.

Al nivel de las estructuras menores, esta fase se traduce en la formación de esquistosidades más verticalizadas que las de la primera fase, generalmente de crenulación. Estas esquistosidades alcanzan niveles más elevados (Carbonífero). Las lineaciones de crenulación o de intersección, esquistosidad de fractura/primer esquistosidad o estratificación, están muy dispersas y es difícil sacar conclusiones a partir de ellas con los datos disponibles.

De todas maneras, la existencia de dos familias de pliegues, posteriores a la Fase 1, es indudable. Es difícil intentar establecer una relación crono-

lógica entre ambos sistemas. Hay que pensar en la posibilidad de pliegues y escamaciones conjugados o sucesivos. Es necesario un estudio microtectónico y cartográfico más detallado para poder formarse una opinión.

#### *Otras estructuras*

Después de estas fases se produjeron todavía procesos de «kinking» comprensivos, dando lugar a kink-bands.

En relación con el emplazamiento de los granitos, postectónicos (como puede apreciarse en el Turó de Gracia y al N. de Malgrat), hay que señalar una fase distensiva con la formación de abundantes diaclasas que se rellenaron con aptitas y pórfidos.

Los lamprófidos de edad triásico-jurásica (véase apartado de Petrología) indican la existencia de una tectónica distensiva de edad triásico-jurásica, probablemente relacionada con la formación de las cuencas de sedimentación secundarias.

## **4 HISTORIA GEOLOGICA**

Debido al metamorfismo de contacto relacionado con la intrusión de los granitos postectónicos que alcanzan hasta los materiales del Carbonífero Inferior se carece de datos paleontológicos sobre las partes más bajas de la serie estratigráfica. Así pues, para reconstruir la historia geológica del Paleozoico Inferior debemos basarnos en datos de Hojas vecinas.

Sabemos que en el Montseny occidental y en la zona de Mataró, la serie estratigráfica empieza con una serie de gneises que representan una sedimentación arcósica, alternante con grauwackas y arcillas que tuvo lugar probablemente en el Cámbrico Inferior. Ello implica la existencia de un zócalo de materiales graníticos no lejos de esta zona que proporcionaría los materiales necesarios para este tipo de sedimentación.

A continuación tiene lugar una transgresión, al principio a pulsaciones, que se traducen en las alternancias de calizas y arcillas, como puede observarse en Gualba (Montseny, fuera de esta Hoja). Esto ocurriría en el Cámbrico Medio posiblemente. Luego se instalaría un régimen marino, de una manera estable, durante el cual se sedimentarían los fangos arcillosos, que luego, gracias a la tectonización y al metamorfismo, darían lugar a la potente serie pizarrosa de la parte superior del Cámbrico y del Ordovícico.

A finales del Ordovícico se producirían ciertas inestabilidades de la cuenca que se manifiestan en algunos episodios detríticos alternantes con otros arcillosos, como el nivel de grauwackas del Caradoc. Durante el Silúrico, no obstante, sigue la sedimentación pizarrosa, y es a finales del Wenlock cuando empiezan a aparecer algunas intercalaciones calcáreas dentro de la serie

de pizarras con Graptolites. Progresivamente, el régimen calcáreo se va imponiendo y perdura hasta finales del Devónico Inferior. Durante este tiempo se sedimentan calizas de facies tipo griotte, de poca profundidad.

En la Hoja, cuya historia se relata, no tenemos restos sedimentarios hasta el Viseiense. Hay, pues, una importante laguna entre el límite Devónico Inferior-Devónico Medio y el Viseiense. El Devónico Medio y Superior que existe en el macizo del Montseny (pizarras con Tentaculites, véase Hoja de La Garriga), no se sedimentó en esta zona, o bien fue erosionado después del plegamiento previseiense.

Debido a esta laguna estratigráfica tan amplia, es difícil precisar la edad de los plegamientos previseienses. Por comparación con el Montseny, podrían situarse en el Tournaisiense.

Al principio de la serie carbonífera, la sedimentación era todavía marina, tal como nos lo indican las capas de lópidos y las de calizas de facies análogas a las calizas de tránsito Silúrico-Devónico. Esta sedimentación ocurre durante el Viseiense, y es entonces cuando bruscamente aparecen las facies continentales, concretamente las facies detríticas del Culm, las cuales dan testimonio de un cambio brusco en las condiciones paleogeográficas. A partir de estos momentos, no lejos de esta región, emergían terrenos capaces de proporcionar los detritos que darían lugar a las acumulaciones de arcillas, areniscas y conglomerados de la parte superior del Viseiense.

Es el preludeo del plegamiento principal, que tuvo lugar durante el Westfaliense:

Primero se produjeron, en las zonas profundas, pliegues isoclinales y recumbentes, y sincrónicamente se desarrolló una esquistosidad de flujo. La continuación de la deformación condujo, en una segunda fase, al plegamiento de las estructuras de la primera fase. Se formaron pliegues de planos axiales más verticales que los primeros, de dirección NE. y vergencia S., y otros de dirección SE. y vergencia N. En este plegamiento alcanzan gran importancia los procesos de imbricaciones, en gran parte preparados por la tectónica previseiense.

Acabados ya los procesos de deformación continua, tuvieron lugar fenómenos de «kinking» e inmediatamente se produjo la intrusión de las granodioritas y granitos, la cual dio lugar a las aureolas de metamorfismos de contacto, que en esta Hoja alcanzan localmente al Viseiense, y a una diaclasación en las rocas sedimentarias por las que se inyectaron los pórfidos y aplitas.

## 5 PETROLOGIA

### 5.1 ROCAS IGNEAS

Si se exceptúan las partes altas de las sierras, casi la totalidad de la Hoja está ocupada por los granitos y granodioritas tardihercinianos y su cortejo filoniano.

La cartografía que de estas rocas se presenta es una adaptación de los mapas de ALMERA [1914]. Se han controlado algunos de los límites de los distintos afloramientos y se han recogido abundantes muestras (véase Información Complementaria) de los distintos tipos de rocas citados por ALMERA, con objeto de poder clasificar y agrupar las rocas presentes según los criterios de clasificación normalizados por el IGME. Una vez estudiadas las muestras, se ha constatado que no siempre afloramientos clasificados de igual manera por ALMERA estaban constituidos por rocas del mismo tipo, según la clasificación hecha para la actual edición. Este hecho planteó un problema en la adaptación de la nomenclatura.

Se ha hecho una clasificación a efectos cartográficos en cinco grandes grupos, cada uno de los cuales incluye afloramientos en los que se sigue la clasificación actual y otros en los que se sigue la terminología de ALMERA.

El lector puede tener un máximo de información objetiva con sólo superponer el mapa de situación de muestras, quedando en ese momento clara la fuente de dicha información.

La clasificación adoptada es la siguiente:

- Filones de cuarzo ( ${}^d_c F_q^3$ ).
- Aplitas y pegmatitas en general ( ${}^d_c FA-FP^3$ ).

Según RUIZ:

- Granófono.
- Leucogranito porfídico.

Según ALMERA:

- Granulito.
- Pegmatita.

- Pórfidos de composición granítica a cuarzdiorítica ( ${}^d_p FO-\gamma-\eta q^3$ ).

Según RUIZ:

- Pórfido granítico.
- Pórfido sienogranítico.
- Pórfido monzogranítico.
- Pórfido cuarzdiorítico.

**Según ALMERA:**

**Pórfido.**

- Pórfidos de composición sienítica a monzodiorítica [ ${}^d_p F_X-14\eta$ ].

**Según RUIZ:**

Sienita.

Micromonzonita.

**Según ALMERA:**

Pórfido sienítico.

Sienita.

- Rocas de composición diorítica, en algunos casos más básica [ ${}^d_c F\eta^3$ ].

**Según RUIZ:**

Diorita.

**Según ALMERA:**

Porfirita.

Porfirita diorítica.

Diabasa.

Todas las rocas graníticas de esta región son posteriores a la tectónica herciniana y en su mayoría pueden considerarse como tardihercinianas. En la zona más oriental de esta Hoja puede observarse, en diversos puntos, las relaciones entre estos granitos intrusivos y las rocas sedimentarias. La intrusión tuvo lugar después del plegamiento, pues corta estructuras y el plegamiento es posviseense, puesto que la serie de facies Culm, la más reciente de las prehercinicas, tiene una edad viseense. Por tanto, los granitos serán posviseenses. Las relaciones entre las rocas graníticas y los materiales viseenses son evidentes cerca de Malgrat, al N. del cerro de Montagut, y en el Turó de Gracia, cerca de Pineda, por ejemplo. Por otra parte, sabemos que estas rocas graníticas son anteriores a la sedimentación del Buntsandstein, como puede apreciarse en la vecina región del Montseny. De todo ello puede concluirse que la edad de los granitos y granodioritas es posviseense y pretriásica. Recientemente, en la región de Palamós —Palafrugell, más al NE. y fuera de esta Hoja, CHESSEX et al. (1965) han datado radiométricamente estas rocas graníticas y han concluido una edad de 270 M.A., es decir, postwestfaliense, para las granodioritas y granitos. El método utilizado en granitos es: Potasio/Argón en biotita.

Las rocas ígneas consideradas pertenecen al gran batolito de las Cordilleras Costeras Catalanas, y en esta zona están constituidas por una masa principal de composición granodiorítica y granítica, en la que se han diferenciado unos pequeños cuerpos de leucogranitos. En el extremo oriental encon-

tramos una extensión no muy grande de rocas graníticas más diferenciadas. El afloramiento de estos materiales se prosigue más allá de los límites de la Hoja, alcanzando considerable extensión. Todo el conjunto está atravesado por numerosos diques y filones. Consideraremos primero los principales tipos de rocas que constituyen el batolito y luego las que forman los diques y filones.

### 5.1.1 GRANODIORITAS ( $d_{\epsilon\gamma\eta^3}$ )

Ocupa la mayor parte de la extensión en las rocas ígneas.

Son bastante homogéneas, tanto por lo que al tamaño del grano se refiere como a la composición. El grano suele ser de tamaño medio. La textura, granuda, más o menos heterogranular, hipidiomorfa de grano medio, que localmente puede ser grueso (Muestra/1003).

Está constituida por plagioclasa, cuarzo, biotita y feldespato potásico. Como accesorios destacan: apatito, circón y opacos.

La plagioclasa es el mineral dominante, aunque en alguna muestra la cantidad de cuarzo es considerable. Se presenta en cristales hipidiomorfos, macrada, y en la mayoría de los casos está zonada. Alterada a sericia y saurita.

El cuarzo aparece en cristales alotriomorfos, y en algunos casos alcanzan gran desarrollo (muestras 2.037).

La biotita suele ser la mica presente. Su hábito es tabular, y con frecuencia presenta inclusiones de apatito y circón. A menudo está alterada a clorita y algunas veces a epidota (muestras 2.057, 2.058, 1.003).

El feldespato potásico se encuentra en cristales alotriomorfos, y en numerosas ocasiones está pertitzado (muestras 2.049, 2.059).

La medida de los análisis modales efectuados es:

	%
Cuarzo ... ..	29,98
Feldespato K ... ..	15,35
Plagioclasa y minerales de alteración ... ..	41,56
Biotita y minerales de alteración ... ..	11,71
Accesorios ... ..	1,09

### 5.1.2 GRANITO

En la cartografía no se ha diferenciado de las granodioritas.

Presentan textura granuda hipidiomorfa de grano medio en general. En algunos casos el grano es grueso y la textura puede considerarse alotriomorfa (muestra 20).

Está constituido por feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa y biotita. En algunos casos las cantidades de feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa son

muy parecidas (muestras 2.070 y 2.074). En otros, hay muy pocos máficos (muestra 5). Como accesorios destacan: circón, apatito y opacos.

El feldespato potásico y el cuarzo son alotriomorfos. El feldespato potásico presenta a veces pertitas (muestra 20), y cuando se trata de microclina está maclado polisintéticamente (muestra 5).

La plagioclasa, generalmente hipidiomorfa, está prácticamente siempre maclada y zonada.

La biotita, tabular, alterada a clorita y a veces a epidota (muestra 2.074).

La media de los análisis modales efectuados es:

	%
Cuarzo ... ..	32,36
Feldespato potásico ... ..	29,06
Plagioclasa y minerales de alteración ... ..	31,93
Biotita y minerales de alteración ... ..	7,96
Accesorios ... ..	0,51

### 5.1.3 COMPLEJOS ACIDOS ( $d_{c\gamma q^3}$ )

Forman pequeños cuerpos diferenciados de la masa de granodioritas y granitos. Son más resistentes a la erosión que las rocas que los circundan, y suelen formar cerros sobresalientes como el de El Corredor. Parece que los contactos entre estas masas y las granodioritas y granitos son bastante verticales, como ocurre, por ejemplo, en el T. de la Font del Sitjá, en la unidad del Corredor (extremo occidental de la Hoja).

Estas masas ácidas están constituidas principalmente por leucogranitos, en algunos casos alcalinos. En ellos no son raros los granófidios ni los afloramientos de aplita y pegmatita. En la unidad de El Corredor se ha determinado también monzogranito.

#### 5.1.3.1 Leucogranito

Presenta textura granuda, alotriomorfa, en general de grano medio. Sólo en contados casos es grueso o fino (muestra 39).

Está constituido por feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa. Como accesorios más frecuentes hay que citar moscovita y biotita. En menor cantidad, opacos y circón.

El feldespato potásico, junto con el cuarzo, es el mineral dominante en la mayoría de las muestras estudiadas, y se presenta en cristales alotriomorfos. Cuando se trata de microclina, ésta presenta a menudo maclas polisintéticas. Son frecuentes las pertitas, y en alguna muestra se ha observado crecimientos gráficos (muestra 1.014).

El cuarzo aparece en cristales alotriomorfos, al igual que la plagioclasa,

que se presenta normalmente maclada y alterada a menudo a sericita y saussurita.

Hay que destacar la escasez de máficos. La biotita se encuentra siempre como mineral accesorio, alterada muchas veces a clorita. La moscovita es un accesorio relativamente abundante.

#### 5.1.4 GRANOFIDO PORFIDICO ( ${}^d_cP\gamma^3$ )

Forma los afloramientos más orientales de las rocas graníticas. Su textura es porfídica micrográfica, pudiendo ser a veces porfídica holocristalina (muestras 2.045 y 2.046). Los fenocristales son casi exclusivamente de plagioclasa, alterada a sericita, y cuarzo. Sólo en una muestra (muestra 2.048) hay fenocristales de feldespato potásico. La pasta está formada por feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo y mica, en su mayor parte blanca. Entre los accesorios, son de destacar los opacos, óxido de hierro, circón y apatito, y en algunas muestras biotita (muestras 2.047 y 2.048).

La pasta es muy característica: está constituida por crecimientos mirmekíticos y gráficos. Los fenocristales de cuarzo, en algunos casos idiomorfos (muestra 2.047), están más o menos corroídos por la pasta, y lo mismo ocurre con los fenocristales de plagioclasas que presentan aureolas granofídicas.

Hay que destacar la escasez de máficos, que en ciertas láminas faltan totalmente (muestra 2.046).

#### 5.1.5 ROCAS EN DIQUES Y FILONES

Como queda indicado al principio de este apartado, se han agrupado en cinco grandes grupos que en el mapa se han representado por cinco colores distintos. Estos grupos son:

##### 5.1.5.1 Cuarzo ( ${}^d_cF_q^3$ )

Se presenta en típicos filones de cuarzo filoniano a todas las escalas.

##### 5.1.5.2 Aplita y pegmatita ( ${}^d_cFA-FP^3$ )

Se han incluido las aplitas y pegmatitas, así como los diques formados por leucogranito y por leucogranito porfídico. Estos se han representado junto con las aplitas y pegmatitas, puesto que en el análisis de muestras de los diques formados por «Granulito» en la terminología de ALMERA, ha mostrado que en gran parte se trataba de aplitas y pegmatitas, pero también algunos de estos diques han resultado estar constituidos por leucogranitos. Así pues, todos los diques que en ALMERA (1914) figuran como «Granulito» se han incluido en este apartado (FA-FP).

#### 5.1.5.2.1 *Aplita y pegmatita*

La aplita presenta textura alotriomorfa de grano fino. Está formada por feldespato potásico, cuarzo y plagioclasa, la cual se halla alterada a sericita. El feldespato potásico es microclina con maclas polisintéticas y los cristales son alotriomorfos. Como accesorios se encuentran moscovita y granates. Faltan los máficos.

La pegmatita presenta textura alotriomorfa de grano grueso. Está compuesta por cuarzo, feldespato potásico, a menudo microclina y plagioclasa, la cual está alterada a sericita. Los feldespatos están maclados, tanto la plagioclasa como la microclina. Como accesorios: moscovita, circón y opacos. Los máficos son muy raros.

Algunos cuerpos pequeños, pero ya cartografiables de estos materiales, se desarrollan junto a la costa entre St. Pol y Calella (muestra 2.063).

#### 5.1.5.2.2 *Leucogranito porfídico y pórfido leucogranítico*

Los primeros (muestras 2.041 y 2.073) tienen textura porfídica microcristalina (muestras 2.068 y 2.020), aunque a veces también la muestran porfídica holocristalina (muestra 2.044). Los fenocristales son plagioclasas, alterada a sericita y saussurita, cuarzo y feldespato potásico. En la pasta se encuentran los mismos componentes. Los fenocristales son en general idiomorfos. A veces los fenocristales de cuarzo idiomorfo están algo corroídos por la pasta, presentando aureolas granofídicas (muestras 2.044 y 2.073).

Algunos fenocristales de feldespato potásico aparecen con inclusiones de cuarzo y plagioclasa (muestra 1.005). Hay que resaltar la escasez de máficos.

#### 5.1.5.3 **Rocas de composición granítica a cuarzodiorítica** [ ${}^d_p\text{FO}\gamma\text{-}\eta_3$ ]

Son muy abundantes. Se han identificado: Pórfido granítico (muestras 1.004 y 17), pórfido monzogranítico (muestras 2.051 y 2.040), y pórfido cuarzodiorítico (muestras 1 y 1.010).

Los filones y diques que ALMERA designa simplemente como pórfidos se sitúan, según las determinaciones realizadas, dentro de esta serie. También ha podido observarse que algunos de los diques que ALMERA designaba como sienitas o pórfidos sieníticos corresponden a pórfidos cuarzodioríticos.

Las rocas más abundantes son:

##### 5.1.5.3.1 *Pórfido monzogranítico*

Presentan textura porfídica, en algunos casos holocristalina (muestras 2.051 y 2.040) y en otros microcristalina (muestra 1.061) o micrográfica (muestra 1.058). Su composición mineralógica es la que sigue: Como fenocristales

están; cuarzo, plagioclasa, biotita, y en alguna muestra, feldespato potásico (muestra 2.051). En algunos la plagioclasa es más abundante que el cuarzo. La pasta presenta los mismos componentes que los fenocristales. Entre los minerales accesorios deben citarse los opacos, apatito, circón y moscovita.

Los cristales de cuarzo presentan, en general, bordes de reacción con la pasta. Las plagioclasas, en general en cristales hipidiomorfos, están mezcladas y muy alteradas a sericita. La biotita presenta hábito tabular y normalmente está muy cloritizada.

En una muestra (muestra 1.058) la pasta está formada por crecimientos gráficos y mirmequíticos y forman aureolas granofídicas alrededor de los fenocristales.

#### 5.1.5.3.2 *Pórfido cuarzodiorítico*

Presenta textura porfídica holocristalina (muestra 1.010) o intergranular (muestra 1), su composición mineralógica es la siguiente: Como fenocristales, plagioclasa (muy alterada a sericita), biotita (cloritizada) y cuarzo. La pasta presenta la misma composición mineralógica, pero el cuarzo es relativamente más abundante que en los fenocristales. Los fenocristales de plagioclasa son hipidiomorfos y están maclados.

#### 5.1.5.4 **Rocas de composición sienítica a monzodiorítica** ( ${}^d_p\text{FO}\chi\text{-}\mu\eta^3$ )

Cuantitativamente son poco importantes. ALMERA señala algunos afloramientos de sienita y pórfido sienítico. Ya se ha indicado que el estudio de varias muestras de este último nos ha conducido a la conclusión de que muchas de ellas deben ser pórfido cuarzodiorítico. No obstante, en el mapa se han representado como pórfidos sieníticos, según ALMERA, los afloramientos no muestreados.

#### 5.1.5.5 **Rocas de composición monzográfica o gábrica** ( ${}^d_p\text{F}\mu\theta\text{-}\theta^3$ )

Se han incluido todas las rocas filonianas más básicas. Hemos podido identificar un dique de pórfido diorítico (muestra 2.081) y alguno de lamprófidio (muestra 1.002).

Dentro de este grupo se han incluido las rocas clasificadas por ALMERA como porfiritas, las cuales suelen tener una composición andesítica.

La cronología relativa de estas rocas fue ya establecida por SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1930). Los más antiguos son los pórfidos graníticos, granodioríticos, monzograníticos y cuarzodioríticos. Posteriormente a los pórfidos se formaron los diques de aplita y pegmatita y, por último, los de porfirita y lamprófidios. Gracias a las dataciones radiométricas de CHESSEX et al. (1965) en la zona de Palafrugell-Palamós, sabemos que los lamprófidios, los diques más modernos, tienen una edad de 185 M. A.

## 5.2 ROCAS METAMORFICAS

En la región correspondiente a esta Hoja se observa un metamorfismo progresivo al acercarnos al contacto con el granito.

Se observan esquistos epizonales a mesozonales, llegando a encontrarse cordierita y andalucita sincinemáticos con la segunda fase de deformación.

El metamorfismo de más alto grado (mesozonal con cordierita y andalucita) se localiza paralelamente al contacto con el granito (Carbonífero al N. de Malgrat, punta de Garbi). Cartográficamente se ve que está relacionado con el granito. Por otra parte, por la evolución estructural se sabe que el granito es postectónico, mientras que el estudio de algunas láminas (muestra 1.044) muestra que estos minerales son sincinemáticos con la fase 2. Quizá podría esto indicar que el flujo térmico relacionado con la intrusión postectónica alcanzó estos niveles estructurales cuando aún tenía lugar la deformación correspondiente a la segunda fase.

## 6 GEOLOGIA ECONOMICA

### 6.1 MINERIA Y CANTERAS

Dentro del ámbito de la Hoja no existen explotaciones de minerales con valor unitario elevado, reduciéndose las extracciones a materiales para la construcción.

Estos últimos son escasos, resumiéndose a áridos gruesos y bloques en las rocas graníticas y calizas devónicas, y arenas en las formaciones cuaternarias transportadas y zonas frecuentemente alteradas del granito.

### 6.2 HIDROGEOLOGIA

La superficie de la Hoja se reparte entre dos cuencas hidrográficas de pequeña extensión, una de las cuales encaja mejor dentro del término de subcuenca (comarca del Maresme). La mayor superficie de la cuadrícula corresponde a esta última, que se drena mediante rieras de corto recorrido y fuerte pendiente con régimen torrencial.

Los ángulos NO. y NE., con canales de drenaje cuyas direcciones no corresponden con las mencionadas, pertenecen a la cuenca del río Tordera. La superficie total de esta cuenca es de 894 Km<sup>2</sup>, por lo que su representación dentro de la Hoja es mínima.

Las condiciones de drenaje dentro de la Hoja son francamente favorables, debido a la acusada topografía.

A efectos hidrogeológicos, los materiales presentes pueden agruparse en

dos tipos: de una parte, las rocas ígneas y conjunto sedimentario antiguo, y de otra, las formaciones cuaternarias, incluidas las zonas de alteración granítica.

Las primeras no dejan posibilidades para la existencia de acuíferos con permeabilidad por porosidad intergranular.

El segundo tipo de materiales está formado fundamentalmente a expensas de las rocas graníticas y constituyen en principio un buen soporte para el almacenamiento de aguas subterráneas, pues es normal que se trate de arenas con granulometría elevada y escasa matriz arcillosa.

Las condiciones de carga pueden considerarse buenas, pero la acusada pendiente del substrato impermeable viene a dificultar las posibilidades de embalse.

Otra característica notable es la proximidad de estas formaciones cuaternarias a la costa, lo que plantea problemas de salinización en el caso de explotación intensiva.

En la zona existe un notable desequilibrio entre recursos hidráulicos y población, muy abundante en la época estival. Esto plantea serios problemas de suministro, llegando a utilizarse para ciertos usos aguas con un elevado contenido salino.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ADAN DE YARZA, R. (1898).—«Rocas eruptivas de la provincia de Barcelona». *Mem. Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, pp. 359-369.

ALMERA, J. (1909).—«Ensayo de una síntesis de la evolución geológica de la comarca de Barcelona». *Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, pp. 41-53.

— (1915).—«Mapa geológico de la provincia de Barcelona, descripción físico-geológica de Tordera y sus Valles». *Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, pp. 365-371.

— (1915).—«Algo sobre las rocas eruptivas del NE. de Barcelona». *Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, pp. 415-452.

— «Otra prueba de la invariabilidad de la fauna silúrica del oeste de Europa en la dirección de NE. a SO.». *Mem. del 1.er Congres. de Naturalistas Españoles*, pp. 1.900-1.909.

— «Indicaciones sobre la invasión del mar en la costa de Levante». *Ac. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 67-1.889.

ALMERA, J., y FAURA Y SANS (1918).—«Enumeración de las especies fósiles del terrenys paleozoics de la provincia de Barcelona».

ASHAUER, H. (1934).—«Die ostliche endigung der Pyreanaen». *Abh. Gess. Wiss. Gottingen Math Phys*, pp. 1.205-1.397.

- (1946).—«Origen y desarrollo de las cordilleras de Cataluña». *Cons. Sup. Invest. Cientif.*, pp. 1-96.
- ASHAUER, H. TEICH (1946).—«Die variszische und alpidische gebirgsbildung Kataloniens». *Abh. Ges. Wiss. Göttingen Math.*, pp. 7-102.
- BARROIS, CH. (1901).—«Note sur les graptolites de la Catalogne et leurs relations avec les tages graptolitiques de France». *Bull. Soc. Géol. France*.
- «Observations sur le terrain devonien de la Catalogne». *Ann. Soc. Geol. du Nord*.
- BATALLER, J. R. (1925).—«Notas mineralógicas de Cataluña». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 368-371.
- «Condiciones generales de las aguas minerales de Cataluña».
- BAUZA, F. (1861).—«Plano geológico de las provincias de Barcelona y Tarragona».
- CALVET, J. (1973).—«Esquema morfológico de la costa catalana». *Act. Geol. Hisp.*, pp. 125-130.
- CAREZ, L. (1910).—«Sur quelques points de vu de la geologie du Nord de l'Espagne». *Bull. Soc. Géol. France*.
- CHEVALIER, M. (1926).—«Sur la physiographie de la Catalogne Orientale les formes topografiques et leurs relations avec la structure geologique». *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, pp. 27-51.
- «Note sur la geologie de la Catalogne pendant l'ere primaire». *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*, pp. 147-176.
- «Tectonique de la Catalogne. Etudes observations geol. sur la Mediterranee Occid.».
- CHESSEX, R.; DELALOTE, M.; KRUMMENACHER, D., y VUAGNAT, M.—«Sur l'age des roches granitiques de la region Palamós-Palafrugell (Costa Brava)». *Bul. Suisse. Miner. Petr.*, pp. 15-17.
- ELIAS, J. (1925).—«Notas geológicas de Cataluña». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 271-282.
- EZQUERRA DEL BAYO (1857).—«Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península». *Mem. R. Acad. Cienc. Madrid*.
- FAURA Y SANS (1909).—«Graptolites citados en Cataluña». *Mem. R. Soc. Esp. Hist.*, pp. 45-65.
- FAURA, M. (1913).—«Síntesis estratigráfica de los terrenos primarios de Cataluña». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 5-202.
- FAURA Y SANS, M. (1919).—«Conditions structurals del terreny en la caracterizacio de les comarques catalanes». *Extret. Bull. C. Ex. Catalunya*, pp. 1-26.
- «Geodinamismo de la costa catalana y efectos del temporal de 20 de febrero de 1920». *Inst. Cat. Hist. Nat.*
- (1922).—«Carte geologique de la Catalogne». *Extrait du compte rendu XIII Congres. Geol. Inter.*, pp. 1.533-1.538.

- (1923).—«Das alter der granissteine Kataloniens». *Zeitschr. Deuts. Geol. Ges. B. D.*, pp. 38-44.
- FONT Y SAGUE (1908).—«Carta geológica de Cataluña».
- «Curso de geología dinámica y estratigráfica aplicada a Cataluña». *Barcelona. Imp. La Neotipia*, pp. 1-370.
- GIRESE, P. (1965).—«Role du continent dans la sedimentation fluviatile et cotiers de la province de Barcelone». *Not. y Com. del I. G. M. E.*, pp. 71-84.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1941).—Mapa Geológico de España 1:50.000, Hoja núm. 394, Calella. Madrid, pp. 1-32.
- (1972).—Mapa Geológico de España 1:200.000, Hoja núm. 35, Barcelona.
- LLOPIS LLADO, N. (1948).—«Sobre la tectónica del granito en las sierras de Levante y Barcelona». *Est. Geol.*, pp. 187-208.
- LLORENS, T. (1920).—«Els minerals de Catalunya». *Treballs Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, pp. 129-357.
- MAESTRE, A.—«Descripción geognóstica del distrito de Aragón y Cataluña». *Bull. Soc. Géol. France*, pp. 193-278.
- (1863).—«Mapa Geológico de España y Portugal».
- MALLADA, L. (1891).—«Sinopsis de las épocas fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*.
- (1892).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*.
- (1895).—«Explicación del Mapa Geológico Español».
- MARÇET RIBA, J.—«Geologie de Litoral catalan et des chaînes cotières qui l'accompagnent». *Geol. Medit. Occid.*
- (1953).—«Las formaciones cuaternarias de la región costera del noreste de España». *Act. 4.º Cong. du Cuaternaire Roma*, pp. 1-7.
- MARIN, A. (1936).—«Bosquejo geológico de la provincia de Barcelona». *I. G. M. E.*
- MASACH ALAVEDRA, V., y DE VILLALTA COMELLA, J. F. (1953).—«Aportación al conocimiento de la cronología de las terrazas fluviales de NE. de España». pp. 73-77.
- MAURETA, J. THOS (1881).—«Descripción física y minera de la provincia de Barcelona». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-487.
- PANZER, W. (1933).—«Die entwicklung der taler Kataloniens». *Geol. Medit. Occid.*, pp. 1-36.
- PRATT (1852).—«On the geology of Catalonia». *Quat Journ of the Geol. Soc. of London*.
- REPARAZ RUIZ, G. DE (1938).—«Essai sur l'hydrologie des cours d'eau catalans». *Revue G. Pyren. et du Sud-ouest Toulouse*, pp. 141-176.
- ROBERT, L. (1934).—«Contribució al coneixement de la fauna ictiológica terciaria catalana». *Trabajos Lab. Geol. Sem. Conciliar Barcelona*, pp. 78-107.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA (1929).—«Resumen geológico geognóstico

- de la Sierra de Levante, de la provincia de Barcelona». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 445-455.
- (1930).—«Catálogo de las rocas metamórficas de la provincia de Barcelona». *Publ. Inst. Geol. Top. de Barcelona*.
- (1930).—«Novedades sobre la petrología en Cataluña». *Mem. R. Acad. Cienc. Arts.*, pp. 219-226.
- (1932).—«Resumen geológico geognóstico de la Costa Brava». *Asoc. Esp. Prog. Cienc. Lisboa*.
- (1936).—«Algunos datos nuevos e interesantes sobre las rocas de los volcanes de Cataluña». *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.*
- SAN MIGUEL MONTOTO (1967).—«Estudio de Petrología y Petrogenética de las rocas graníticas de la Cadena Costera Catalana». *Trabajo inédito*, pp. 1-25.
- (1968).—«Mineralogía de los granitos costeros catalanes». *Publ. Inv. Geol. Dip. Prov.*, pp. 15-42.
- (1970).—«Acción tectónica y transformaciones mineralógicas en rocas graníticas». *Bol. Geol. Min.*, pp. 78-84.
- SCHRIEL, W. (1929).—«Der geologische bau der katalonischen kustengebirge Zwischen Ebromundung und Ampurdan». *Abh. Ges. Wiss. Gottingen. Math Phys*, pp. 103-168.
- SIERRA Y OLDI, A. (1932).—«Nota sobre la tectónica de Cataluña y sus relaciones con probables yacimientos petrolíferos». *Mem. R. Acad. Cienc. y Arts. de Barcelona*, pp. 1-38.
- SOLE SABARIS, L. (1940).—«Superficies de erosión en las cordilleras litorales de Cataluña». *Barc. Imp. Elzeviriana Anales Univ. Barcelona*, pp. 145-158.
- «Geología de los alrededores de Barcelona». *Publ. Direc. Gen. E. M.*, pp. 1-136.
- (1945).—«El mapa geológico de la provincia de Barcelona». *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, pp. 43-62.
- SOLE SABARIS y LLOPIS LLADO, N. (1939).—«Terminación septentrional de la Cordillera Costera Catalana». *Asoc. Est. Geol. Med. Occ.*, pp. 1-83.
- SOLE SABARIS, L., y VILLALTA J. F. DE (1940).—«Sobre la existencia del Siciliense marino en Llevaneras (Barcelona). *Asoc. Est. Geol. Medit. Occid.*
- THOS Y CODINA, S. (1881).—«Descripción físico-geológica y minera de la provincia de Barcelona». *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, pp. 14-487.
- TOSCHI (1845).—«Descripción geognóstica y mineral del distrito de Cataluña y Aragón».
- VIDAL, L. M. (1886).—«Reseña geológica y minera de la provincia de Girona». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-172.
- (1893).—«Geologie a toute vapeur de Port Bou a Barcelona». *Est. Rev. des Pyrenees*.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA