

# **GEOLOGIA DEL MONTGRÍ**

## **(Girona)**

**POR**

**LUIS PALLÍ BUXÓ\*— CARMEN LLOMPART DÍAZ\*\***

### **RESUMEN**

Este estudio, fundamentalmente estratigráfico, se apoya en la distribución temporal de las faunas que presentan los niveles que constituyen el Montgrí.

La serie estratigráfica puede dividirse en alóctona —mesozoica— y autóctona —paleógena—.

La autóctona, aflorante en el frente de la escama de cabalgamiento, presenta las típicas facies descritas por PALLÍ (1972).

La alóctona está compuesta, de abajo a arriba, por los siguientes niveles:

- Arcillas yesíferas versicolores del Keuper.
- Margas, calizas y dolomías del Lias (Domeriense).
- Dolomías brechoides de color gris supraliásicas.
- Calizas cretácicas con esporádicas intercalaciones de niveles margo-calizos y margas arcillosas nodulosas. En ellas se ha reconocido el Neocomiense, Barremiense (?), Aptiense, Albiense, Cenomaniense, Turoniense (?) y Santoniense.

Estructuralmente el Montgrí forma parte de un manto de corrimiento que ha quedado dividido en tres escamas de diferente edad y desarrollo. Ambas han quedado afectadas por laxos pliegues sinclinales de dirección NE-SW y por fracturas orientadas NW-SE.

Los fenómenos cársticos y los cursos torrenciales de agua, orientados por las fracturas, así como las acciones eólicas, son las principales productoras de las diversas formas del relieve del Montgrí y de su fachada litoral.

\* Departamento de Geodinámica Externa - Universidad Autónoma de Barcelona.

\*\* Departamento de Paleontología - Universidad Autónoma de Barcelona.

## ABSTRACT

This paper, fundamentally stratigraphic, is based on the vertical distribution of fauna in sediments which constitute the Montgri Massif.

The stratigraphic series is composed of two units: one allochthonous (Mesozoic) and a second one autochthonous (Paleogene). The latter crops out in front of the thrust belt and presents the typical facies described by PALLÍ (1972).

The allochthonous part is formed by the following units (from bottom to top):

- variegated gypsiferous shales of Keuper age;
- marls, limestones and dolomites from the Lias (Domerian);
- gray brecciated dolomites: supraliassic;
- Cretaceous limestones with rare interbeds of calcareous marls and nodular shaly marls. In this unit the Neocomian, Barremian (?), Aptian, Albian, Cenomanian, Turonian (?) and Santonian haven been recognized.

Structurally, the Montgri Massif is part of a thrust belt which has been divided into three parts of different development and age. Both parts are affected by ample synclinal folds of NE-SW directions and fractures of NW-SE orientation.

The fractures condition the torrential streams as well as the karstic phenomena present in the Massif. These and the eolian actions are the main causes of the present geomorphology of the Montgri.

## 1. — INTRODUCCION

El Macizo del Montgrí constituye un verdadero isleño calizo que sobresale del Terciario más margoso y arcilloso que le rodea. En él se plasma el límite entre el Alt y el Baix Empordà.

Su identidad geográfica, producto de su peculiar composición geológica, ha justificado la realización de un estudio monográfico de su geología en sentido amplio. Es decir, de los materiales que la constituyen; de la estructura tectónica que deforma estos materiales y ha modificado su posición original de depósito; de su contenido paleontológico y de las formas de relieve que sobre ellos existen modelados.

El estudio que se presenta constituye una aportación al conocimiento del Montgrí y, como tal, resuelve algunos de los problemas que existían sobre su geología, al mismo tiempo que plantea otros nuevos que son tema para futuras investigaciones.

### 1.1. — SITUACION GEOGRAFICA

El macizo del Montgrí corresponde a una alineación rocosa que, de E a W, separa las comarcas naturales del Alt y Baix Empordà en el sector oriental de las tierras gerundenses. Aparece como un relieve aislado en medio de todo el llano ampurdanés por lo que se presenta con una delimitación muy precisa. Aplanado e inclinado en dirección N y W, cae bruscamente hacia el S sobre la llanura aluvial del Baix Ter y forma acantilados verticales en la costa en su extremo E.

El escarpe meridional presenta una serie de individualizaciones montañosas dirigidas en sentido E-W, separadas en dos conjuntos por el Coll de les Sorres. En el sector occidental los relieves más importantes son la Muntanya d'Ullà (309 m), Santa Caterina (306 m) y Puig Pla (313 m); en el oriental, Els Maures-Torre Moratxa (222 m) y Roca Maura (226 m).

Este último sector, o sea el formado por el conjunto de relieves orientales, se continúa hacia el N dando lugar a la Muntanya Gran, vasta planicie que llega hasta las inmediaciones de la Cala Montgó.

A partir de aquí y en direcciones septentrional y occidental, el macizo va perdiendo altura para terminar desapareciendo los últimos afloramientos rocosos en las inmediaciones de Sant Martí d'Empúries, bajo la cubierta de materiales recientes o en la zona de Bellcaire, bajo los sedimentos del antiguo «estany» del mismo nombre.

A levante del macizo propiamente dicho y a una distancia aproximada de 800 m de la Punta de la Barra o Punta Guixera, en L'Estartit, destaca la silueta de las islas Medes, conjunto de pequeñas islas e islotes —Meda Gran, Meda Petita, el Tascó Gros, el Tascó Petit, les Ferrenelles, el Carai Bernat y el Medallot—, la mayor de las cuales no supera las 15 Ha de superficie. (Fig. 1).

## 1.2. — SITUACION GEOLOGICA

El Macizo del Montgrí es una formación con particularidad geológica propia, tanto desde el punto de vista litológico como del estratigráfico y tectónico. Es un isleo de sedimentos mesozoicos de naturaleza carbonática y con gran desarrollo cárstico, que aflora entre otros materiales del Terciario y Cuaternario que lo rodean y que forman los llanos del Alt y Baix Empordà.

Por su situación y estructura, es un área de estudio imprescindible para poder interpretar el Cretácico pirenaico y la tectónica del Pirineo oriental.

Dicho macizo estaría formado por una masa de materiales pertenecientes a la cuenca sedimentaria pirenaica, la cual, en la orogénesis alpídica, formadora del actual Pirineo, habría resbalado hacia el S, aprovechando la gran plasticidad de los sedimentos subaflorantes mesozoicos, y dando lugar a una escama de corrimiento. De esta escama formarían parte además los pequeños afloramientos de Bellcaire, W de Albons, alrededores de Sant Mori y Vilaür, así como las sierras del sector Figueres-Llers-Cistella. (Fig. 2).

Los materiales del Macizo del Montgrí forman parte de la «serie mesozoica pirenaica». Sin embargo, no presentan continuidad en sus

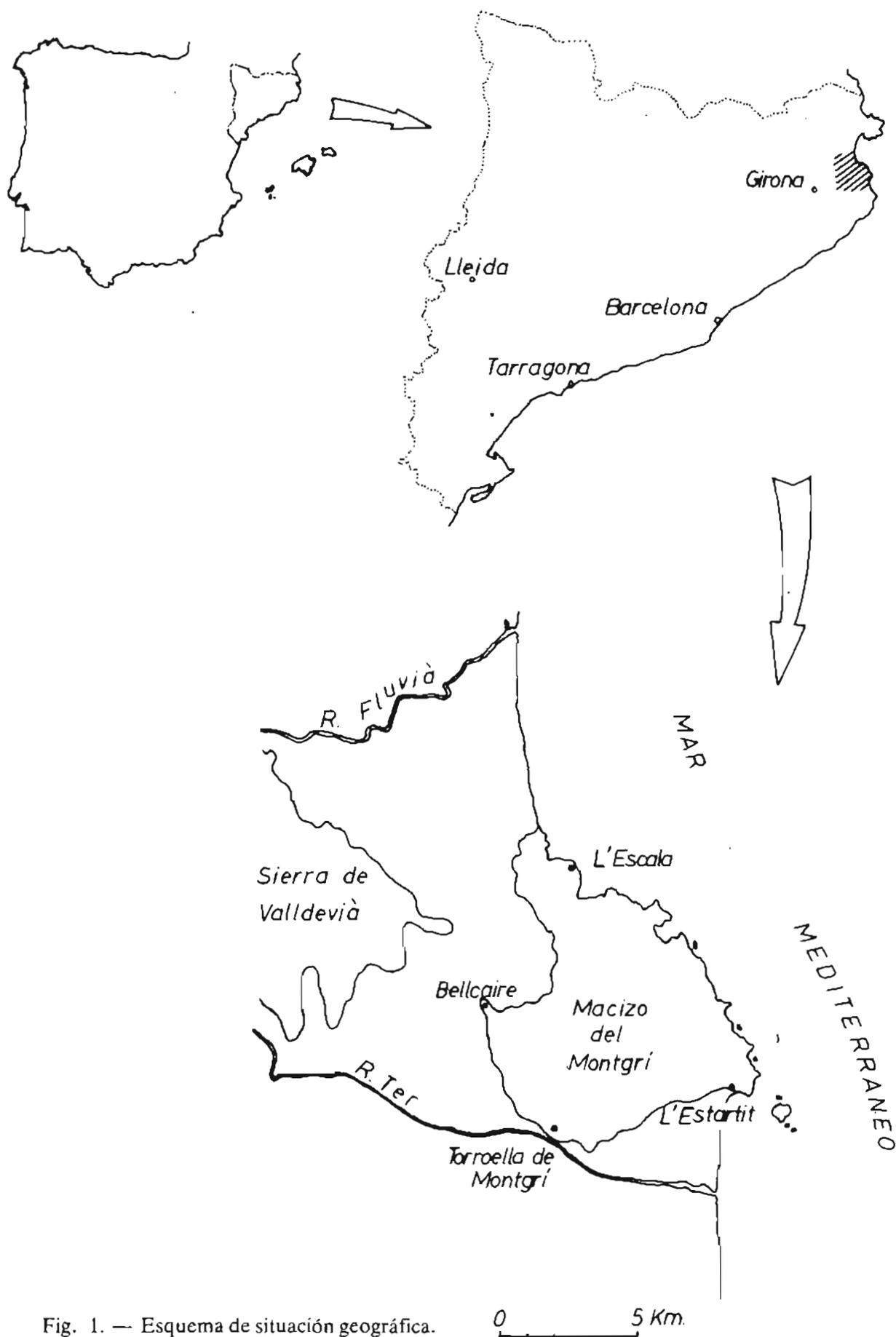
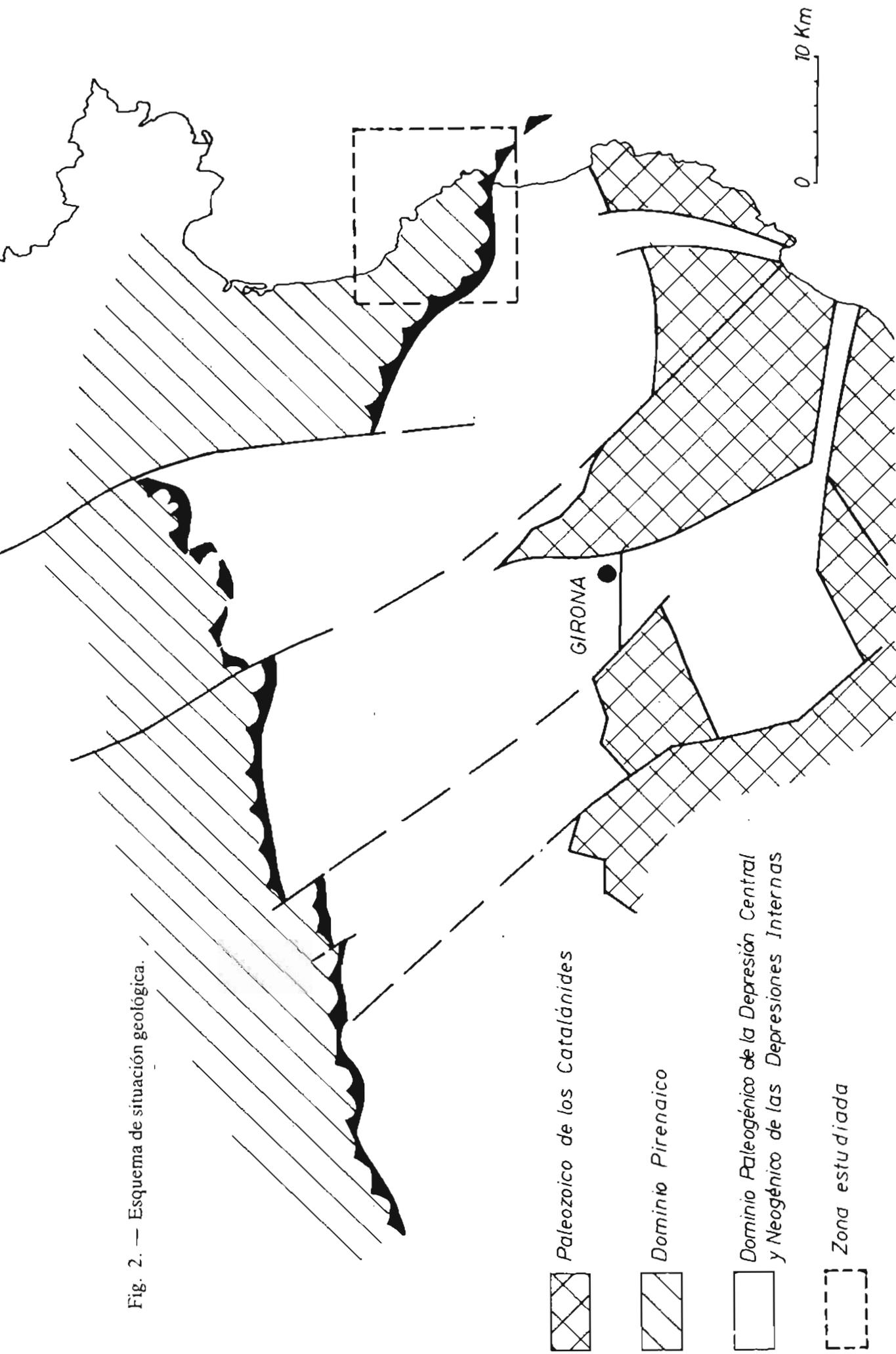


Fig. 1. — Esquema de situació geogràfica.

Fig. 2. — Esquema de situación geológica.



cercanías inmediatas, por cuanto los equivalentes a estos materiales en la vertiente sur del Pirineo, deben buscarse al W de la Conca de Tremp. La estratigrafía del Montgrí posee pues su propia personalidad en el conjunto prepirenaico. Hasta cierto punto puede decirse que es una excepción en la erosión sedimentaria del surco prepirenaico durante parte del Cretácico. Este hecho por sí solo justifica el realizar un trabajo geológico de detalle, y representa una gran ayuda para interpretar más correctamente el Prepirineo.

Así pues, con un mejor conocimiento de las series y con el apoyo de los macro y microfósiles, ya sea con datos publicados ya sea con observaciones propias, se ha pretendido llegar a conocer la estratigrafía del Macizo con detalle, su disposición tectónica y, en parte el por qué de su morfología.

### 1.3. — ANTECEDENTES

Aunque son muchos los trabajos que se han ocupado del Macizo del Montgrí y que han aportado nuevos datos a los conocimientos ya preexistentes, en ninguno de ellos se ha intentado el estudio de detalle de sus materiales. En la mayoría de los casos las investigaciones realizadas, han servido tan sólo como punto de referencia para esta parte del Prepirineo, poco conocido hasta muy recientemente.

El primer trabajo con carácter científico importante lo realiza VIDAL (1886). Describe por vez primera el Macizo del Montgrí y las islas Medes, atribuyendo a las calizas gris claras de la montaña de Santa Caterina y a los bancos margosos y calizos de L'Escala una edad urgo-aptiense. Han de transcurrir más de 40 años para que se reemprendan los estudios sobre el Montgrí. Durante este lapso de tiempo como aportaciones más importantes cabe citar la de FALLOT & BLANCHET (1923) que descubren el Lias medio en las islas Medes y las de CHEVALIER (1926 y 1932) que publica un corte N-S del macizo. La obra de DALLONI (1930) sobre el Pirineo catalán no modifica las ideas expuestas por VIDAL.

Los trabajos considerados como clásicos que marcan el final de una época son los de SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932 y 1933). Dichos autores interpretan el macizo, por vez primera, como formado por un sistema de escamas de corrimiento. Se trataría de una masa de calizas liásicas y cretácicas que habría resbalado sobre el Eoceno, gracias al papel lubricante desempeñado por el Keuper que aflora en la superficie de resbalamiento. Este nivel eocénico correspondería, según ellos, al mismo nivel continental rojizo de los alrededores de Girona.

ASHAUER (1934) evalúa en 90 m de potencia la facies puramente dolomítica del Rético-Jurásico y en 220 m las calizas con nódulos de sílex del Cretácico inferior. Las margas de Santa Caterina, transgresivas sobre

las calizas anteriores, las atribuye al Santoniense. Asimismo y siguiendo al autor, las calizas del Cretácico inferior formarían, en el sector norte de Torroella, una cobijadura dispuesta en forma sinclinal. Estas calizas flotarían sobre los materiales rojo-terciarios que a su vez las rodearían.

La publicación de la Memoria y Hoja n.º 297 del Estartit a escala 1:50.000 por SAN MIGUEL DE LA CAMARA & MARIN (1941) supone una pequeña ampliación de los trabajos realizados por el primero de los autores junto con SOLE SABARIS en 1932 y 1933.

SOLE SABARIS, FONTBOTE, MASACHS & VIRGILI (1955) enlazan las escamas de corrimiento entre Figueres y el Montgrí gracias a los pequeños afloramientos de la zona comprendida entre Sant Mori, Albons y Vilaür. Asimismo, datan como intrabartoniense el avance de la escama mesozoica.

A partir de este trabajo y hasta la década de los 70, los autores que se refieren al Montgrí se limitan a sintetizar los datos de los autores anteriores. Cabe exceptuar a VILLALTA (1965) que estudia la fauna hallada en los depósitos de una cueva de la Meda Gran y le atribuye una edad villafranquiense inferior.

El único documento válido desde el punto de vista morfológico lo constituye la publicación de BARBAZA (1971) sobre todo el litoral gerundense.

La etapa de los estudios modernos y más fructífera sobre el Montgrí comienza con el trabajo de PEYBERNES & BILOTTE (1971). Gracias al estudio micropaleontológico ponen en evidencia dos unidades tectónicas: la escama de Roca Maura de edad neocomiense y la unidad del Montgrí que comprendería materiales desde el Albiense inferior al Santoniense. Estos estudios micropaleontológicos y bioestratigráficos tienen su continuación en MOULLADE & PEYBERNES (1973) que aportan datos al conocimiento del Albiense del Macizo.

Asimismo PALLI (1972) estudia la formación roja infrayacente que soporta la escama del Montgrí, separándola de su homóloga de los alrededores de Girona y colocándola como mínimo en el Priaboniense.

PEYBERNES (1976), siguiendo en parte la ideas que había expuesto en su trabajo anterior juntamente con BILOTTE, cita en el sector de Roca Maura dos escamas: una meridional, de edad neocomiense y otra septentrional cuya base pertenecería al Dogger y cuyo techo, aunque sin identificar, al Dogger-Malm dolomítico. En cuanto al resto del sector del Montgrí, correspondería a una serie de calizas escalonadas que abarcarían desde el Barremiense hasta el Santoniense. Sin embargo dicho autor sólo describe detalladamente hasta el Cenomaniense inferior.

PEYBERNES & CALZADA (1977) estudian la fauna de Braquiópodos procedentes de las calizas albienses de la Cala Montgó.

BILOTTE, CANEROT, PEYBERNES, REY & SOUQUET (1978), citan el Cenomaniense inferior en el Macizo del Montgrí.

La última etapa de los conocimientos del Montgrí finaliza, por el momento, con la confección en el año 1979, de las Hojas del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, números 39/12 y 40/12 correspondientes a Torroella de Montgrí y L'Estartit, respectivamente. Estas hojas han sido realizadas por INYPSA y por el Colegio Universitario de Girona. El interés de esta etapa radica en que, aparte de revisar y sintetizar los conocimientos que hasta entonces se poseían del Macizo, se realiza una nueva cartografía, se levantan nuevas series estratigráficas con un sentido sedimentológico más moderno y se interpreta mejor su tectónica. La escala que se ha utilizado para realizar el trabajo no ha permitido, sin embargo, entrar en detalles, a veces tan necesarios en zonas de fuerte tectónica.

## 2. — ESTRATIGRAFIA

### 2.1. — *SERIE ALOCTONA*

El estudio de la serie estratigráfica de los materiales que constituyen el Macizo del Montgrí presenta grandes dificultades debido a que dichos materiales se hallan parcialmente cubiertos o por vegetación o por depósitos cuaternarios; a la existencia de superficies de erosión que dificultan su seguimiento y sobre todo, al enorme grado de tectonización.

La serie general que aquí presentamos está apoyada en una cartografía detallada y en el estudio de numerosos cortes, que en su mayoría se localizan en los acantilados de la costa y en los escarpes del flanco S del Macizo del Montgrí.

La serie estratigráfica del Montgrí conocida hasta ahora en la literatura es una reconstrucción teórica basada en observaciones puntuales. Nosotros hemos realizado series parciales prestando un especial interés a los niveles con macrofósiles. Estos, unidos al tipo de litología que los incluye, han sido utilizados como criterio de correlación. Una vez correlacionados los diferentes cortes hemos llegado a obtener una serie general o sintética (Fig. 3). Esta serie, muy lejos de ser completa, representa a nuestro juicio, una nueva aportación al conocimiento del Montgrí. Hay incógnitas abundantes que son fruto en su mayoría, como ya se ha indicado, del mal estado de los afloramientos. Los materiales que la forman son de facies muy someras e incluyen faunas muy litorales. Este hecho dificulta, por un lado, el obtener una datación precisa de los materiales, al hallarse la mayoría de

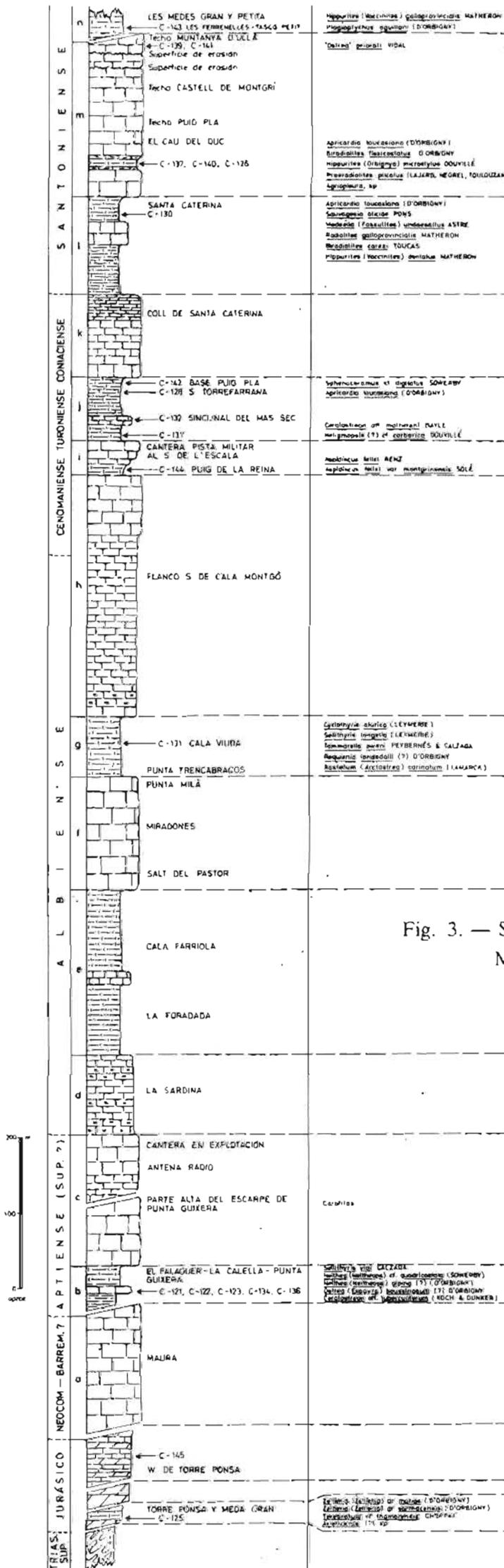


Fig. 3. — Serie del Mesozoico del Macizo del Montgrí.

los grupos fósiles muy condicionados por el medio en que vivieron, y por el otro, la correlación de sus series con otras depositadas en áreas vecinas.

### 2.1.1. — KEUPER

En el frente de las escamas de corrimiento que integran el Montgrí afloran, muy pinzados, los materiales atribuibles al Triásico superior; es decir, los materiales plásticos que han realizado el papel de lubricantes a lo largo de los cuales se han deslizado las masas de calizas del Cretácico. Estos materiales están compuestos por arcillas versicolores entre las que se intercalan abundantes niveles de yesos que incluyen los típicos cristalitos de cuarzo bien conformados. Entre estos materiales es frecuente encontrar, aunque muy bien pinzados y tectonizados, algunos niveles de dolomías grises y de carniolas.

Los afloramientos más notables son el de la Meda Gran en su sector occidental; el de la Punta Guixera, que toma su nombre del yeso que aflora en ella; los del E y W de Torre Ponsa, donde quedan parcialmente cubiertos por el Cuaternario; el de la base del camino que conduce al Cau del Duc; el de las inmediaciones de la cantera situada al N de Ullà; y el situado en las inmediaciones del pueblo de Belcaire, en la carretera que conduce a Albons.

La potencia del Keuper, aunque de difícil evaluación, supera los 40 m.

### 2.1.2. — LIAS

Sobre el Keuper descansan unos tramos margo calizos con fauna de edad liásica.

Son dos los afloramientos que atribuimos, por su contenido faunístico, al Lias. Ambos presentan margas gris azuladas con intercalaciones de calizas algo margosas y nodulosas del mismo color. Poseen siempre una pátina de amarillenta a amarillo verduzca, así como algunas concreciones o costras ferruginosas.

Uno de los niveles, conocido de antiguo (FALLOT & BLANCHET 1923) es el que aflora en la isla Meda Gran, concretamente en el camino que desde el Faro conduce al embarcadero situado en la parte WSW de la isla. El camino cruza las margas y margo calizas con fósiles conocidos desde los tiempos de VIDAL (1886). El afloramiento ya muy degradado, cubierto por vegetación y derrubios es hoy día de difícil observación. Además corre el peligro de sufrir un deterioro más acusado hasta el punto de llegar a ser prácticamente irreconocible. Se ha citado de él *Belemnites* s.p., «*Terebratula*» *jauberti*, «*Terebratula*» sp. Nosotros hemos reconocido una parca fauna indeterminable específicamente, en la que dominan los Braquiópodos, Pectínidos y Belemnites.

También en la Meda Petita afloran los sedimentos liásicos constituidos por un nivel inferior calcáreo y otro superior de margas limolíticas azuladas. Ambos contienen restos de Braquiópodos, Lamelibranquios, Belemnites y Crinoideos. (Fig. 4).

Un afloramiento que se había atribuido erróneamente al Lias es el situado en la base de Punta Guixera (SAN MIGUEL & SOLE SABARIS, 1932). PEYBERNES & BILOTTE (1971) colocan los materiales margo calizos gris negruzcos que afloran en la base del escarpe de la Punta Guixera en un probable Albiense inferior basados en la existencia de Orbitolinas y «*Trocholina*» *lenticularis*. El estudio de la fauna de Ostrácodos contenida en estas margo calizas negruzcas ha detectado la presencia de *Trachyleberidea arta* y *Parapokornyella taxyae*, las cuales, unido a la presencia de *Hensonina lenticularis* nos permite datarlas como del Cenomaniense inferior.

El afloramiento netamente jurásico, en sentido amplio, que consideramos como desconocido hasta la actualidad en la literatura geológica, se halla en el Km 0,5 de la pista que desde L'Estartit conduce a L'Escala, en una curva cerrada antes de llegar a Torre Ponsa. Aunque espacialmente se le puede seguir unos 800 m, se halla en gran parte cubierto por derrubios cuaternarios y vegetación. Es por ello que no nos ha sido permitido obtener una serie y sí tan sólo reconocer los tipos de materiales y la fauna que incluyen. Está formado por margas y calizas nodulosas de coloraciones grisáceas con pátinas que van del amarillo al ocre. Alternan capas más calcáreas con otras más margosas. Las más calcáreas a veces incluyen nódulos de sílex negruzcos. Presentan abundantes restos de Belemnites y de Lamelibranquios, sobre todo Pectínidos. Más raros son los Crinoideos (*Pentacrinus basaltiformis* MILLER) y Braquiópodos: *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *mariae* (D'ORBIGNY), *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *sarthacensis* (D'ORBIGNY), «*Terebratula*» cf. *thomarensis* CHOFFAT, «*Terebratula*» sp. Escasísimos los restos fragmentados de Ammonites lo cual, unido a su deficiente estado de conservación, sólo nos permite determinarlos como *Arietoceras* ? sp. Esta fauna, no obstante, nos los data como del Domeriense.

Atribuimos a este nivel una potencia de alrededor de 20 m.

### 2.1.3. — DOLOMIAS SUPRALIASICAS

Sobre los materiales datados por su fauna como del Domeriense yace un nivel, discontinuo en afloramiento, de dolomías. Estas dolomías son brechoides, grises, de grano grueso y masivas. Afloran en la Meda Gran, en la Meda Petita y desde la Punta Guixera hasta el W de Torre Ponsa. A

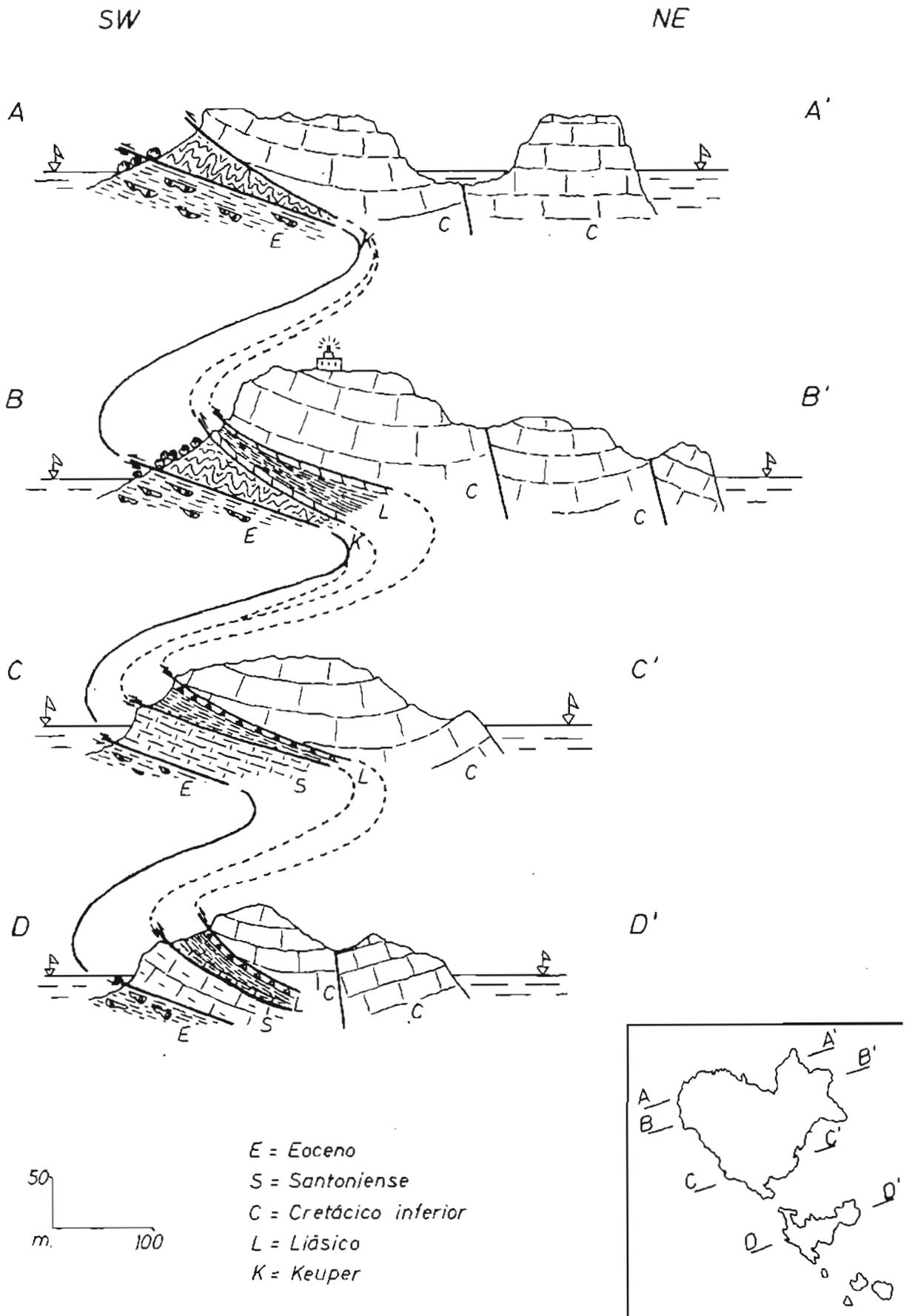


Fig. 4. — Cortes geológicos de las islas Medes.

nuestro juicio, pertenecen a un mismo y único nivel, el cual yace sobre el Lias fosilífero. PEYBERNES (1976), lo atribuye al Malm aunque, como ya indica, no presenta restos fósiles para apoyar esta datación. A pesar de que este nivel de dolomías tenga una potencia muy reducida, unos 50 m, podría compararse con el que en el resto del Prepirineo yace sobre los sedimentos liásicos fosilíferos. Cabe la posibilidad, no obstante, debido a hallarse siempre aflorando en la zona de máximo grado de tectonización, de que existieran dos de estos niveles: uno infra y otro suprayacente al Lias fosilífero, como así parece que ocurre en la Meda Gran y en la Meda Petita.

Al W de Torre Ponsa sobre las dolomías brechoides atribuidas al Dogger descansa un paquete, de unos 60 m de potencia, de calizas gris azuladas con estratificación predominantemente fina, a veces micríticas, que presentan: *Clypeina*, *Saccocoma*, *Trocholina* (grupo *T. elongata*), *Nautiloculina oolithica*, Ostrácodos, Ophthalmidiidae, Textulariidae, fragmentos de Gasterópodos y Bivalvos. Aunque la distribución vertical de estas especies no sea lo suficientemente característica, la coexistencia de *Clypeina*, Trocholinas, *Nautiloculina* y *Saccocoma*, ha hecho que estas calizas tableadas las incluyéramos en el Jurásico superior, aunque cabe la posibilidad de que correspondan ya al Cretácico inferior.

#### 2.1.4. — CRETACICO

En el Prepirineo la serie cretácica está compuesta por dos ciclos estratigráficos bien diferenciados: uno en el Cretácico inferior y otro en el superior. La serie correspondiente a cada uno de ellos está formada por una parte netamente transgresiva seguida de otra con características progresivamente más regresivas. De estos ciclos, es el correspondiente al Cretácico superior el que se halla mejor desarrollado.

En el Montgrí ambos ciclos son difícilmente individualizables. La serie, en conjunto, está formada por una alternancia de niveles margos calizos nodulosos con otros calizos bioclásticos. La calidad de los afloramientos no ayuda a localizar el nivel de separación entre los dos ciclos, es decir el momento de máxima regresión. Aunque no existen criterios claros para asegurarlo, es probable que el nivel de separación de ambos se halle en las capas que afloran en la cantera abandonada junto a la pista militar de L'Escala al Mas Sec (nivel *i*). Creemos que la sedimentación en el Albiense y Cenomaniense es continua y que en el caso de existir una disconformidad entre ellos tendría poco valor temporal. En este caso, al igual que en el Prepirineo, el ciclo superior quedaría mucho más individualizado que el inferior, aunque la separación entre ambos quede muy poco patente.

Es difícil asegurar, por simple geología de campo, cuál es el nivel más inferior aflorado de la serie cretácica.

Asimismo, parece casi imposible evaluar, si es que realmente existió como en gran parte del Prepirineo, la laguna estratigráfica existente entre el nivel de dolomías antes descrito y los materiales más antiguos del Cretácico.

La serie cretácica que proponemos con un espesor total de unos 1750 m está formada de arriba a abajo por:

a) Calizas gris oscuras con Milliólidos y con estratificación de gruesa a masiva. Corresponde al tramo más bajo aflorado y forman la totalidad de la escama de Els Maures. Presentan microfauna, estudiada por PEYBERNES & BILOTTE (1971), de la parte baja del Neocomiense. Los contactos por falla en la base y techo impiden conocer su potencia real aunque puede acotarse alrededor de unos 125 metros.

b) Sobre el nivel que forma Els Maures consideramos que yace el margo calizo y noduloso que denominamos del El Falaguer-Cala de la Calella.

En el Falaguer, este nivel posee una potencia de unos 40 m y está formado por: 1) margo calizas con estratificación fina, muy bioturbadas, gris azuladas y amarillentas por alteración, con abundantes niveles ricos en Ostreidos; 2) margas amarillentas con abundantes moldes de Lamelibranquios; y, 3) margo calizas algo nodulosas con pequeñas concreciones calcáreas y ferruginosas, con una abundante fauna predominando los Braquiópodos (*Sellithyris viai* CALZADA); además Ostreas y, en menor proporción, Equínidos.

Este nivel aflora asimismo en la base del escarpe calizo, junto al mar, en Punta Guixera. Aunque muy tectonizado, parece ser que se halla compuesto por tres tramos: uno inferior margoso; uno intermedio arcilloso con delgadas capas intercaladas de calizas o margas que contienen, en unas, gran abundancia de pequeños Ostreidos, y, en otras, moldes internos de otros Lamelibranquios; y uno superior margo noduloso, gris azulado y amarillento por alteración, todo él muy bioturbado y que incluye una abundante fauna.

c) Nivel de calizas bioclásticas con estratificación masiva y raras veces gruesa que incluyen abundantes nódulos de sílex. La presencia de gran cantidad de fragmentos de conchas de Rudistas permite calificarlas como de facies urgoniana. Existen además algunos tramos que presentan abundantes Orbitolinas. Estas calizas se explotan en la actualidad en la cantera situada al N de la emisora de radio. En la parte alta del escarpe de Punta Guixera aflora un tramo de calizas grises micríticas con abundantes

restos de Carofitas, y que posiblemente, a pesar del grado de tectonización, se halla intercalado en el tercio inferior de estas calizas. La potencia de este nivel supera los 150 m.

d) Entre la calizas masivas (c) y las nodulosas y algo margosas de la Foradada (e) puede individualizarse un nivel de unos 100 m de espesor, con estratificación de mediana a gruesa y caracterizado por una gran abundancia de nódulos arriñonados de sílex. Aflora particularmente bien expuesto en el pequeño entrante denominado de La Sardina.

e) Nivel margo calizo noduloso, de algo más de 200 m de potencia, grisáceo y con pátina amarillenta, que aflora en La Foradada y en la Cala Farriola. Dicho nivel presenta una intercalación, en su parte media, de calizas bioclásticas con estratificación gruesa, que contienen algunas Orbitolinas. Las margo calizas inferiores presentan en la Foradada una acentuada bioturbación. Los restos fósiles son escasos en todo el nivel, aunque hemos podido reconocer Equínidos (*Salenia* sp.), Braquiópodos (Rinchnélidos), fragmentos de Crustáceos y Bivalvos (*Neithea*).

f) Nivel compuesto por 150 m de calizas pardas, masivas y bioclásticas con algunos corales coloniales silicificados que forman el acantilado del sector comprendido entre Cala Formatge-Salt del Pastor y Les Tres Coves-Miradones. Asimismo forma la base de la Punta Milà.

g) Tramo formado por 80 m de calizas algo margosas y nodulosas. Aflora en ambos extremos de la Cala Montgó: al N, en la Punta Trencabraços, donde se asienta una antigua batería militar y al S formando la Punta Milà-Cala Viuda. Aquí las calizas margo nodulosas presentan Orbitolinas, Terebrátulas, *Rastellum*, *Lopha*, Equínidos, Serpúlidos y abundantes nódulos de sílex, alguno de los cuales cabe la posibilidad de que correspondan a Espongiarios silicificados.

h) Al igual que el nivel f, la mayor parte del Cretácico de la mitad oriental del Macizo del Montgrí, y concretamente todo el sector S de Cala Montgó, está formado por un nivel de calizas bioclásticas con estratificación de gruesa a masiva. Estas calizas bioclásticas y con granos (intraclastos) recubiertos, presentan, localmente, laminaciones planares bimodales a mediana escala y, raras veces, una estratificación cruzada planar a gran escala de bajo ángulo. En la parte baja del nivel son particularmente abundantes los nódulos de sílex beige y los Serpúlidos. En la mitad superior es frecuente la inclusión de corales coloniales (*Synastraea*). En algunos puntos existen abundantes Orbitolinas. Dentro de este grueso paquete podríamos establecer una diferencia basada en el color: la parte inferior de beige a amarronado, formaría el ala S de Cala Montgó y la mitad superior,

gris y más dolomítica, aflora entre Cala Montgó y la pista Militar. Su potencia total supera los 300 m.

i) Nivel heterogéneo de 45 m de espesor formado por calizas nodulosas margosas, gris azuladas, con pátina amarillenta que incluyen una gran abundancia de Ostreidos. El contacto con el nivel inferior está parcialmente cubierto por Cuaternario. El barranco por el que transcurre la pista militar que desde L'Escala conduce a L'Estartit se ha abierto aprovechando dicho contacto. Sobre las margosas calizas existen gruesos bancos calcáreos localmente con abundantes conchas de Rudístidos (Requiénidos). Pueden reconocerse fácilmente en una cantera abandonada abierta en el Km 5,5 junto a la pista mencionada. Las capas de la parte alta de la cantera incluyen abundantes Paleoalveolinas.

Posiblemente este nivel corresponde al de *Aspidiscus* del Puig de la Reina aunque ello es difícil de dilucidar por hallarse el yacimiento prácticamente cubierto por vegetación y depósitos cuaternarios.

j) Al SE de L'Escala y dibujando el sinclinal del Mas Sec aflora otro nivel margoso, parcialmente cubierto por depósitos cuaternarios y ocupados por campos de cultivo. Este nivel aflora además al S de Torrefarrana, y en la base del Puig Pla. Le hemos atribuido una potencia de 80 m.

Al W de la cantera de la pista de L'Estartit a L'Escala, en el flanco oriental del sinclinal mencionado, la serie puede reconstruirse a pesar de que los afloramientos son muy reducidos. Está formada, en síntesis, por un tramo inferior de calizas algo margosas y uno superior margoso, ambos separados por un pequeño tramo calcáreo. En la base del tramo calizo margoso inferior, y en el mismo contacto con las calizas subyacentes, existen abundantes corales coloniales que, en algunos casos, llegan a formar pequeños parches arrecifales, en los que además existen Ostreidos de gran tamaño y Requiénidos. En las calizas de separación entre los tramos inferior y superior existen abundantes Paleoalveolinas y Miliólidos y fragmentos de Requiénidos. El nivel superior, netamente margoso, se halla prácticamente cubierto por depósitos cuaternarios de pie de ladera.

k) En el eje del sinclinal del Mas Sec, en el Puig Pla y en el Coll de Santa Caterina afloran las calizas suprayacentes al nivel margoso descrito anteriormente. En el mismo eje corresponden a calizas intraclásticas, masivas, grises y con manchas rojizas y ocreas en la parte más alta aflorada. Presentan Miliólidos abundantes (limonitizados terrosos) y fragmentos de Equínidos y de conchas de Moluscos. En el Coll de Santa Caterina las calizas son bioclásticas y masivas en la base, y, progresivamente, hacia el techo, pasan a tener estratificación mediana, al mismo tiempo que au-

menta su coloración rojiza debida a pequeñas mineralizaciones ferruginosas. El espesor medido es de 110 m.

Entre los pequeños afloramientos del frente de corrimiento que atribuimos a este nivel cabe citar por su fauna el hallado en la base de la serie del Puig Pla, en el que existen restos de Equínidos irregulares y grandes conchas de Inocerámidos (*Sphenoceramus*).

l) En el fondo del valle de la ermita de Santa Caterina se localiza el último nivel margoso importante que aflora en la serie del Montgrí. Corresponde a un nivel margo calizo noduloso gris, con una fauna variada y abundante, al que se le intercala otro de calizas masivas. En su conjunto poseen 125 m de potencia. Creemos que este nivel posee una posición estratigráfica igual al aflorado en la base de las series del frente de corrimiento, entre la Muntanya d'Ullà y el Castell de Montgrí, en contacto con los materiales del Keuper. En la vertiente sur del valle de Santa Caterina y en la parte media de la serie del Puig Pla, hemos reconocido moldes internos de grandes Gasterópodos, Equínidos irregulares tipo *Micraster*, Radiolítidos, *Nautilus*, etc.

m) Coronando la serie aflorada del Cretácico del Montgrí existe un nivel de unos 200 m de espesor fundamentalmente calizo que forma el Puig Pla, el Castell de Montgrí y la Muntanya d'Ullà. En conjunto, está formada por calizas bioclásticas, ya masivas, ya con estratificación a gruesos bancos, sobre todo en la parte alta. Presentan abundantes restos de conchas de Lamelibranquios entre los que se pueden determinar los Hipurítidos.

A esta serie caliza se le intercalan como mínimo cuatro niveles de margo calizas nodulosas. El más inferior aflora en la parte media de la serie del Puig Pla y en la base de las series de la Muntanya d'Ullà con abundante fauna de Apricardias, Hipurítidos y Radiolítidos. Los tres restantes niveles son particularmente significativos y se hallan en la parte alta de las series de la Muntanya d'Ullà; están coronados por superficies de erosión marcadas por costras ferruginosas y acumulaciones de glauconita. Presentan una abundante fauna de Ostreidos y escasos Braquiópodos.

n) En el extremo S de la Meda Gran y en el sudoccidental de la Meda Petita, así como en Les Ferrenelles y en El Tascó Petit, aflora un nivel margo-noduloso, de 20 m de potencia, gris azulado y amarillento por alteración, con gran cantidad de *Lacazinas*. Se localiza en las inmediaciones del frente de corrimiento por lo que se halla profundamente tectonizado. Presenta una muy abundante fauna de Hipurítidos, Radiolítidos y Corales coloniales.

Respecto a la serie general, podría tratarse del nivel más alto aflorado, el cual no lo hemos reconocido en el Macizo del Montgrí propiamente

dicho. No obstante, asimismo, cabe la posibilidad de que estos «parches» de Corales y Rudistas no sean más que una de las intercalaciones margosas de la serie de la Muntanya d'Ullà y del Castell de Torroella.

Llama poderosamente la atención la similitud de facies de este nivel con otros de la misma edad aflorados en el Santoniense del Montsec o en la zona de Collades de Bastús al N de la Conca de Tremp, ambos en la provincia de Lleida.

En síntesis, la serie Cretácica está formada por calizas generalmente masivas a las que se intercalan niveles menos potentes de margo calizas o calizas margosas. Las margas son calcáreo nodulosas y presentan por lo general abundante fauna y con características netamente marinas. Posiblemente se depositaron en una plataforma continental poco profunda, fuera ya del influjo mareal. Las calizas son siempre bioclásticas con estratificación de gruesa a masiva, y raras veces incluyen macrofauna bien conformada, a excepción de Corales coloniales por lo general silicificados. En la mitad superior de estos niveles calizos abundan los Miliólidos y en la mitad inferior las Paleovalveolinas y Orbitolinas. Creemos que todas las calizas se han depositado en una zona poco profunda situada, posiblemente, en el dominio intramareal y tan sólo en raras ocasiones, en el supra e infra-mareal.

## 2.2. — SERIE AUTOCTONA

El flanco sur del macizo mesozoico del Montgrí cabalga sobre materiales del Eoceno medio-superior, los cuales soportan en todo el frente, desde las islas Medes hasta Belcaire, la escama de corrimiento.

Aunque los materiales terciarios quedan fuera de los objetivos de este estudio, por cuanto fueron motivo de atención para uno de los autores (PALLÍ, 1972), su posición con respecto a la serie alóctona hace que convenga señalar, aunque sea someramente, alguna de sus características más importantes.

Así, dichos materiales eocénicos presentan unas veces facies marinas y otras facies continentales. Las primeras están representadas por areniscas margosas grises y arcillas margosas azuladas, amarillentas por alteración, con *Nummulites* cf. *praefabianii* VARENTSOV-MENNER y *Nummulites striatus* BRUGUIERE, *Discocyclina* y fragmentos de Equínidos, Gasterópodos y Lamelibranquios (Fm. Igualada). Afloran en la parte inferior de Roca Maura y en la Punta Guixera. En este último punto aparecen, profundamente laminadas, las calizas con corales (Mb. Coll d'Uria), que coronan la serie marina eocénica en este sector de l'Empordà.

Los niveles con facies continentales están formados por un conjunto de arcillas rojas con canales de areniscas y conglomerados poligénicos del mismo color. Estos niveles que corresponden al Eoceno más alto afloran ininterrumpidamente desde Bellcaire hasta Punta Guixera en L'Estartit. Como novedad cabe citar que en la Meda Gran, en las inmediaciones del embarcadero, afloran los conglomerados y areniscas de este nivel cabalgados por los yesos y arcillas versicolores del Keuper. (Fig. 5).

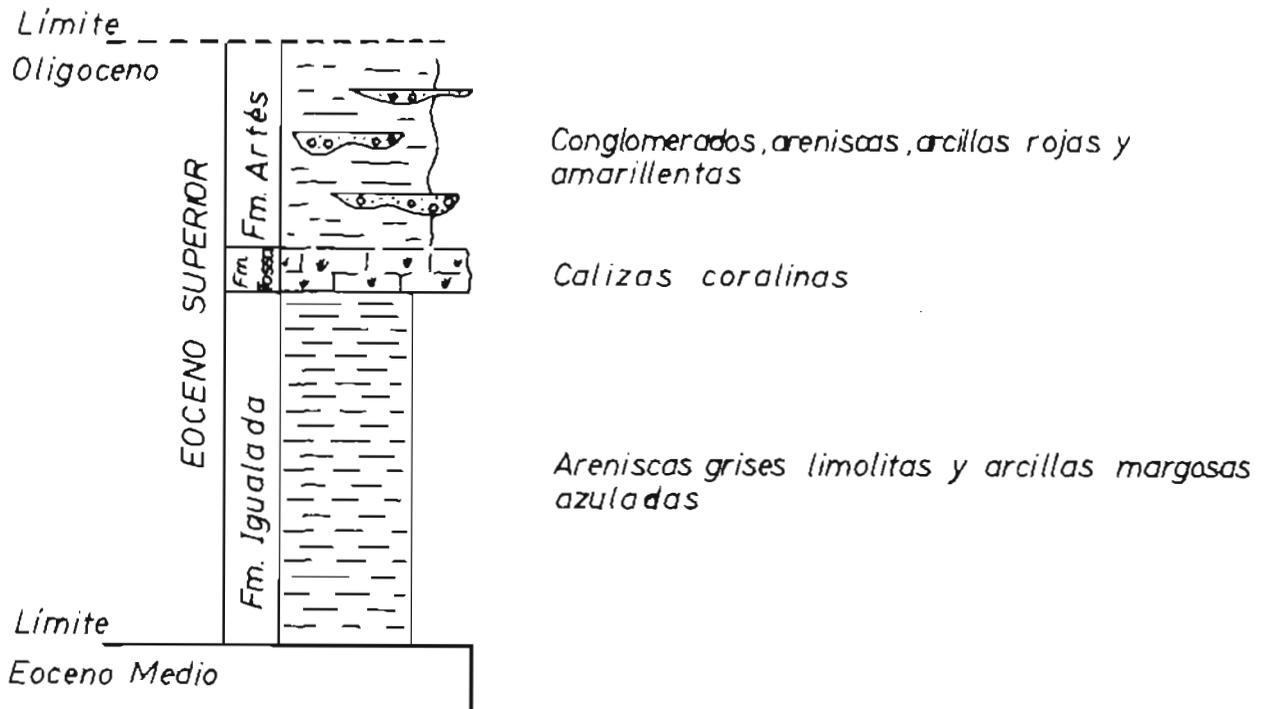


Fig. 5. — Serie estratigráfica del Eoceno del Baix Empordà cabalgado por el Mesozoico del Montgrí.

### 2.3. — CUATERNARIO

Los depósitos cuaternarios pleistocénicos y holocénicos, rodean y enmarcan todo el Macizo del Montgrí y presentan una gran distribución espacial y una variada litología. Cubren, en su sector noroccidental, a la mayor parte de los materiales mesozoicos y en la meridional, a la serie rojiza eocénica.

De más antiguos a más modernos cabe distinguir los siguientes tipos de formaciones superficiales:

1. — *Depósitos brechoides*. Se trata de brechas cementadas y restos de terra rossa que rellenan cuevas y simas. VILLALTA (1965) describe de entre los materiales de una cavidad de La Meda Gran, una fauna de mamíferos, aves y reptiles que atribuye al Villafranquiense inferior.

2. — *Depósitos de llanura deltaica*. Constituidos por limos y fangos arenosos, gris oscuros, con intercalaciones lenticulares de arenas y gravas. Están representados, envolviendo al Macizo, en el llano del río Ter, corredor de Albons y golfo de Roses. Constituyen el antiguo delta ampurdanés que en su día formaron los ríos Ter y Fluviá, desde Roses hasta la Playa de Pals.

3. — *Depósitos palustres*. Los forman unos fangos arcillosos y arenosos negruzcos con abundante materia vegetal ubicados en los antiguos «estany» de Bellcaire y Cinc Claus.

4. — *Depósitos de piedemonte*. Están representados por arcillas y limos ocres con cantos angulosos de materiales provenientes del Macizo; se les intercalan en su interior delgados niveles carbonáticos. Pueden distinguirse a lo largo de toda la falda sur del Macizo, desde Ullà hasta L'Estartit.

5. — *Depósitos de decalcificación*. Se trata de las arcillas rojas (terra rossa), producidas por la decalcificación de las calizas, que se encuentran rellenando las dolinas de la Muntanya Gran.

6. — *Depósitos de derrame*. Formados por arcillas de colores rojizos u ocres las cuales empastan niveles discontinuos de cantos redondeados y subredondeados. Distalmente predominan los cantos sobre las arcillas. Tienen gran desarrollo superficial en las suaves pendientes de Sobrestany.

7. — *Depósitos coluviales*. Conjunto heterométrico de cantos angulosos y subangulosos dentro de una matriz arcillosa. Corresponden generalmente al substrato sobre el cual se apoyan. Tales son los sedimentos, aportados lateralmente, del sector del curso bajo de la riera de Santa Caterina, al SW de Bellcaire.

8. — *Depósitos de marisma*. Constituidos por fangos, limos y arenas grises con gran abundancia de materia orgánica. Se desarrollan según franjas irregulares paralelas a la línea costera, constituyendo zonas encharcadas como la que se observa al S de L'Estartit.

9. — *Depósitos aluviales de cauce abandonado*. Corresponden a las arenas y gravas finas que rellenan los antiguos cursos del río Ter y que han quedado cubiertos por finos limos y arcillas de colmatación, hoy día retrabajados por el hombre y convertidos en campos de labor. Ocupan los cauces abandonados del denominado Ter Vell cuando éste discurría, con trayectoria sinuosa, por el corredor de Albons y desembocaba en Empúries y L'Escala antes de que fuese desviado en 1302 y del posterior recorrido del Ter cuando desembocaba cerca de L'Estartit.

10. — *Depósitos eólicos*. Se trata de arenas de grano medio a fino, subredondeadas, seleccionadas y transportadas por el viento, constituídas

por cuarzo, feldespato, biotita y fragmentos de rocas metamórficas. Se las encuentra desde Empúries hasta el llano de Torroella atravesando todo el Macizo del Montgrí así como, de manera esporádica, en pequeñas depresiones coincidentes con cauces abandonados.

11. — *Depósitos de playas*. Los constituyen arenas finas con restos de conchas y localmente gravas sueltas. Forman los cordones litorales de la Playa de Pals y de las calas Montgó, Riells, así como las comprendidas en el sector de L'Escala y Empúries.

### 3. — PALEONTOLOGIA

Las primeras publicaciones de índole paleontológico, o bien, que de una forma más o menos extensa se dediquen a la Paleontología del macizo del Montgrí corresponden a las notas geológicas de SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932 y 1933), a la Memoria explicativa de la Hoja 1/50.000 n.º 297, ESTARTIT, de SAN MIGUEL DE LA CAMARA & MARIN (1941) y el trabajo de PEYBERNES & CALZADA (1977). Aparte de éstos, por su contribución al avance en el conocimiento de la paleontología del Macizo cabe citar aquellos trabajos de índole bioestratigráfico que han utilizado los microfósiles como único elemento de datación: PEYBERNES & BILOTTE (1971), MOULLADE & PEYBERNES (1973), PEYBERNES (1976), BILOTTE *et al.* (1978). Por ello hemos creído interesante incluir en este estudio un análisis de la paleontología de los macrofósiles, revisando algunos ejemplares ya conocidos del Montgrí, y estudiando otros no citados todavía. Los ejemplares figurados, duplicados o citados se hallan depositados en el Museo Municipal de Torroella de Montgrí y en el Museo de Paleontología del Seminario Conciliar de Barcelona.

#### 3.1. — LIAS

La presencia del Lias es dada a conocer por vez primera en el Macizo del Montgrí (incluyendo las islas Medas) por FALLOT & BLANCHET (1923) y SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932 y 1933). En el primero de los trabajos lo citan en la Meda Gran; en el segundo, en Punta Guixera y en la Meda Petita, al mismo tiempo que verifican el hallazgo publicado en el primer trabajo.

La fauna citada por SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS en Punta Guixera es: *Terebratula punctata*, *Terebratula jouberti* var. *depressa*, *Belemnites* y *Pecten*; y de les Medes: *Terebratula subpunctata*, *Rhynchonella*, *Belemnites* y *Pecten*.

Nosotros hemos podido localizar y explorar el yacimiento, muy cubierto por vegetación y derrubios, de la Meda Gran, en el cual los restos fósiles son escasos. En la Meda Petita, el nivel margoso contiene restos de «*Rhynchonella*» sp., *Belemnites* sp., «*Gryphaea*» sp. y Pectínidos. Las calizas margosas subyacentes presentan *Lobothyris punctata* (SOWERBY), «*Terebratula*» sp., *Pseudogibbirhynchia* (?) aff. *morei* (DAVIDSON), *Tetrarhynchis* (?) sp., «*Rhynchonella*» sp., *Belemnites* sp., *Chladocrinus basaltiformis* (MILLER) y fragmentos de Pectínidos y Ostreidos. Por el contrario, en Punta Guixera los niveles estudiados no dan fauna liásica. Además hemos encontrado un nuevo afloramiento situado junto a la pista que desde L'Estartit conduce a L'Escala antes de llegar a Torre Ponsa.

En este punto hemos reconocido una fauna poco abundante y variada formada fundamentalmente por Braquiópodos, Crinoideos, Lamelibranquios, Ammonítidos, Gasterópodos y Belemnites. Su deficiente estado de conservación sólo nos ha permitido determinar las siguientes formas:

*Braquiópodos*: *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *mariae* (D'ORBIGNY), *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *sarthacensis* (D'ORBIGNY), «*Terebratula*» sp., «*Tetrarhynchia*» sp. y «*Rhynchonella*» sp.

*Crinoideos*: *Chladocrinus basaltiformis* (MILLER).

*Ammonítidos*: *Arieticerias* (?) sp.

*Belemnítidos*: *Belemnites* sp.

*Lamelibránquios*: *Chlamys* (*Chlamys*) sp., *Artica* (?) sp. (moldes internos) y Pectínidos fragmentados.

*Gasterópodos*: *Trochus* sp. y Turritélidos.

#### *Datación del lias*

FALLOT & BLANCHET (1923) y SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932) dataron estos materiales como pertenecientes al Lias medio, sin precisar más. PEYBERNES (1976) los data como del Pliensbachense.

Nosotros, por la presencia de *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *sarthacensis* (D'ORBIGNY) y *Arieticerias* (?) sp. y, comparando la distribución vertical de estas especies con la que poseen en el Pirineo y Cordillera Ibérica, YEBENES, GOY & COMAS RENJIFO (1978), proponemos asignar a dichos sedimentos liásicos, con bastante seguridad, como pertenecientes al Domeriense. La presencia de *Zeilleria* (*Zeilleria*) gr. *mariae* (D'ORBIGNY), «*Terebratula*» cf. *thomarensis* CHOFFAT, (GOY, 1974), COMAS & GOY (1975), GOY & ROBLES (1971) y *Chladocrinus basaltiformis* (MILLER), apoyan a su vez esta datación.

### 3.2. — CRETACICO

La paleontología y bioestratigrafía del Cretácico basadas en los microfósiles han sido motivo de estudios sistemáticos por el laboratorio de Geología de la Universidad de Toulouse. Fruto de ello han sido numerosos trabajos en los que directa o indirectamente se hace referencia al Montgrí (PEYBERNES & BILOTTE, 1971; MOULLADE & PEYBERNES 1973; PEYBERNES, 1976; BILOTTE *et al.* 1978).

Los macrofósiles del Cretácico, por el contrario, han sido olvidados durante muchos años. Desde los trabajos de VIDAL (1886), SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932 y 1933) y ASHAUER (1934), hasta el de PEYBERNES & CALZADA (1977) no existen estudios de la macrofauna del Montgrí.

Quizás el abandono del estudio de los macrofósiles ha sido la falta de una cartografía detallada que sirviera al mismo tiempo para la localización de nuevos yacimientos. Y, el que los niveles fosilíferos conocidos, pudieran localizarse en un punto más o menos exacto dentro de una columna estratigráfica del Cretácico que forma la mayor parte del Macizo.

La macrofauna que presentan sus materiales es bentónica y, al hallarse profundamente condicionada por el medio en que vivió, su interés bioestratigráfico es escaso y las atribuciones cronoestratigráficas basadas en la distribución vertical de las mismas poseen un valor relativo. Ello se traduce en que el límite entre un piso y otro no posee una posición muy fija y definida. BILOTTE *et al.* (1978) consideran, asimismo, que la distribución de los organismos bentónicos depende de las facies, aunque proponen un cuadro de zonaciones (tabla 2, *op. cit.*) entre el Albiense superior y el Cenomaniense inferior que es válida para la serie del Montgrí.

Los niveles macrofosilíferos del Cretácico son más bien escasos. En el Cretácico inferior (parte alta del mismo) cabe citar los margo calcáreos de El Falaguer-Cala de la Calella-Punta Guixera; los de Punta Milà-Cala Viuda y Punta Trencabraços en la Cala Montgó. En el superior, el nivel del Puig de la Reina; los niveles del Mas Sec, Torrefarrana y base del Puig Pla; el de Santa Caterina; los del Puig Pla, Castell de Montgrí y Muntanya d'Uillà; y el de las Medes.

#### 3.2.1. — CRETACICO INFERIOR

##### 3.2.1.1. — Nivel de El Falaguer-Cala de la Calella-Punta Guixera

Está compuesto por margo calizas muy bioturbadas, con abundantes Braquiópodos y Ostreidos. En su conjunto (muestras C-121, C-122, C-123,

C-134 y C-136) hemos determinado la siguiente fauna:

*Braquiópodos*: *Sellithyris viai* CALZADA.

*Lamelibranquios*: *Neithea (Neitheops) cf. quadricostata* (SOWERBY), *Neithea (Neitheops) alpina* (?) (D'ORBIGNY), *Neithea (Neithella) sp.* *Ostrea (Exogyra) boussingaulti* (?) D'ORBIGNY, *Ceratostreon aff. tuberculiferum* (KOCH & DUNKER), *Lopha sp.*, *Flemingostrea* (?) sp. Moldes internos de *Phacoides sp.*, *Arca sp.*, *Nuculana sp.* y *Corbiculidae*. Secciones de Rudístidos (Requiénidos).

*Gasterópodos*: Restos de moldes internos de *Calliostoma sp.*, *Turritella sp.*, Tróquidos y Naticidos.

*Equínidos*: *Holaster, sp.*, *Phymosomatidae* y *Pseudodiadematidae*.

La muestra C-121 presenta abundantes formas determinables de Braquiópodos, las cuales corresponden a *Sellithyris viai* CALZADA, que nos la data como Aptiense superior-Albiense inferior.

En todos los afloramientos hemos constatado la presencia de grandes e inconfundibles *Ostreas*. Su tamaño, unos 15 cm de largo por 9 cm de ancho por término medio, unido a la naturaleza del material envolvente —calizas margosas— hace difícil su extracción, resultando por ello casi todos los ejemplares fragmentados. La capa prismática de la concha está enormemente desarrollada (alcanza los 3 cm de espesor en la zona umbonal de algún espécimen) y formada por largos prismas de calcita, paralelos entre sí y ligeramente curvados. Estas características hacen pensar que se trata de *Flemingostrea*.

Los Equínidos que se han encontrado son escasos y en deficiente estado de conservación, lo cual no nos ha permitido identificar especies y por consiguiente carecen de valor en el momento de la datación. De los tres ejemplares recogidos, uno corresponde a un equínido irregular, *Holaster sp.* juvenil; los otros dos, regulares, pertenecen a un *Phymosomatidae* y a un *Pseudodiadematidae*.

### 3.2.1.2. — Nivel de Punta Milà-Cala Viuda y Punta Trencabraços (Cala Montgó).

En la Cala Montgó, tanto en el extremo N (Punta Trencabraços) como en el S (Punta Milà - Cala Viuda) los materiales albienses presentan un nivel fosilífero. Su contenido faunítico, sobre todo el macrofaunístico, fue estudiado en la Punta Trencabraços por PEYBERNES & CALZADA (1977). Estos autores dataron estos niveles como pertenecientes a la parte alta del Albiense inferior o Albiense medio.

Entre el material recogido y estudiado por nosotros (muestra C-131) cabe destacar la presencia de *Sellithyris longella* (LEYMERIE), *Tama-*

*rella oweni* PEYBERNES & CALZADA y *Cyclothyris aturica* (LEYMERIE).

Esta fauna, dominante, de Braquiópodos va acompañada de:

*Lamelibranchios*: *Rastellum (Arctostrea) carinatum* (LAMARCK), *Ostrea* sp., *Lopha* sp., *Texigryphaea* (?) sp., y *Requienia londsdaalii* (?) D'ORBIGNY.

*Equínidos*: *Salenia* sp., *Tetragramma* (?) sp., *Holactypus* sp. y *Heteraster* sp.

*Serpúlidos*: *Serpula* sp.

### 3.2.1.3. — Datación del Cretácico inferior

El nivel que hemos denominado El Falaguer-Cala de la Calella-Punta Guixera lo podemos atribuir al Aptiense superior-Albiense inferior, por la presencia de *Sellithyris viai* CALZADA.

El nivel de Cala Montgó, por la presencia de *Sellithyris longella* (LEYMERIE), *Tamarella oweni* PEYBERNES & CALZADA, *Cyclothyris aturica* (LEYMERIE) y, hasta cierto punto, *Rastellum (Arctostrea) carinatum* (LAMARCK), lo atribuimos al Albiense medio-superior.

### 3.2.2. — CRETACICO SUPERIOR

Los niveles inferiores del Cretácico superior fueron reconocidos, como ya hemos dicho, por SAN MIGUEL DE LA CAMARA & SOLE SABARIS (1932 y 1933) al estudiar una fauna de *Aspidiscus* procedente del Valle de Santa Caterina, gracias a la cual quedó probada la existencia del Cenomaniense en el Montgrí. Dichos autores suponen también la presencia del Senoniense, por el hallazgo de *Micraster corcolumbarium* y *Alectryonia larva*, sin precisar más.

En los distintos cortes levantados para la realización de este trabajo, hemos encontrado varios niveles más o menos ricos en fauna de Rudistas, cuyo estudio nos permite por vez primera asegurar la presencia del Senoniense en el macizo del Montgrí e islas Medes.

#### 3.2.2.1. — Nivel del Puig de la Reina

En el paraje conocido con el nombre de Puig de la Reina aflora un nivel margoso, muy desmantelado, mencionado ya en algunos trabajos clásicos sobre el Montgrí, el cual incluye corales coloniales pertenecientes al género *Aspidiscus*. En él hemos podido recoger algunos especímenes de *Aspidiscus felixi* RENZ, y *Aspidiscus felixi* var. *montgrinensis* SOLE (muestra C-144). Esta fauna nos permite datar a los materiales como pertenecientes al Cenomaniense.

### 3.2.2.2. — Nivel del Sinclinal del Mas Sec, Torrefarrana y base del Puig Pla.

Al Turoniense, atribuimos, con reservas, el nivel de calizas algo margosas (muestra C-131') y el nivel calizo con Miliólidos, Prealveolinas y fragmentos de Requiénidos (muestra C-132), del sector de la cantera ubicada en la pista militar que desde L'Escala conduce al Mas Sec. La primera está compuesta casi exclusivamente por *Ceratostreon* aff. *matheroni* BAYLE; acompaña a esta fauna *Heligmopsis* (?) cf. *corbarica* DOUVILLE, del cual sólo hemos encontrado un ejemplar.

En Torrefarrana hemos recogido una fauna compuesta exclusivamente por Requiénidos (muestra C-128), entre los cuales hemos podido determinar *Apricardia toucasiana* (D'ORBIGNY), y *Toucasia* sp.

El Coniaciense podría hallarse representado en la base del Puig Pla, en un nivel de margas calcáreas que contienen escasos restos fósiles. Sólo hemos podido aislar un ejemplar de *Sphenoceramus* fragmentado (muestra C-142), que con mucha probabilidad corresponde a *Sphenoceramus digitatus* SOWERBY. Dicha especie se ha atribuido al Coniaciense, aunque cabe la posibilidad de que viviera en el Santoniense. No obstante, en el barranco de Montsor de la Pobla de Segur, en el Prepirineo de Lleida, dicho Inocerámido se halla junto a fauna típicamente santoniense.

Un solo Equínido espatangoide, muy erosionado, *Hemiaster* (?) sp. completa el material recolectado y estudiado de dicho nivel.

### 3.2.2.3. — Nivel de Santa Caterina

En la serie de Santa Caterina existe un nivel margoso que es el que ha proporcionado más fauna (muestra C-130). Se han reconocido las siguientes especies que lo datan como Santoniense.

*Rudistas*: *Apricardia toucasiana* (D'ORBIGNY), *Sauvagesia aliciae* PONS, *Medeella* (*Fossulites*) *undaesaltus* (ASTRE), *Radiolites galloprovincialis* MATHERON, *Biradiolites carezi* TOUCAS, *Biradiolites* sp., *Hippurites* (*Vaccinites*) *dentatus* MATHERON.

Acompañan a estos Rudistas, abundantes restos de otros Moluscos (Gasterópodos, Bivalvos, y Cefalópodos), siempre en estado de moldes internos y casi siempre fragmentados: *Neithea* (*Neitheops*) *faujasi* (?) PICTET & CAMPICHE, *Granocardium* (*Granocardium*) aff. *productum* (SOWERBY), Pectínidos indeterminables, *Nerinea* sp., *Pleurotomaria* sp., *Tylostoma* sp., Cerítidos fragmentados, *Nautilus* sp.

El resto de fauna lo componen: Equínidos (*Holectypidae*), Braquiópodos («*Terebratula*» sp.) y fragmentos de Estromatopóridos.

#### 3.2.2.4. — Nivel del Puig Pla, Castell de Montgrí y Muntanya d'Ullà.

Este último nivel, lo constituyen unas calizas masivas en la base y de estratificación media en la parte alta, a las que se intercalan algunos niveles margosos de alrededor de 1 m de potencia, los cuales han proporcionado fauna. Estos materiales afloran en el Puig Pla, Castell de Montgrí y Muntanya d'Ullà.

En el Puig Pla, uno de los niveles margosos ha proporcionado la siguiente fauna santoniense de Rudistas (muestra C-126): *Hippurites (Orbignya) microstylus* DOUVILLE, *Praeradiolites plicatus* (LAJARD, NEGREL, TOULOUZAN), *Biradiolites fissicostatus* D'ORBIGNY y *Apricardia toucasiana* (D'ORBIGNY). Dos Equínidos irregulares, *Hemiaster* (?) sp., acompañan dicha fauna.

En la parte media de la serie del Castell de Montgrí se han localizado únicamente secciones de Hippurítidos. En la Muntanya d'Ullà, en su sector oriental, y en el nivel margoso noduloso que se corresponde con el antes mencionado del Puig Pla, la fauna de Rudistas es abundante (muestras C-137 y C-140) con predominio notable de *Agriopleura*. Desgraciadamente los ejemplares recogidos son moldes internos y no es posible, por el momento, reconocer con seguridad ninguna especie. Les acompañan restos de *Apricardia*, Estromatopóridos y algún molde interno de Lamelibranquio (*Granocardium (Granocardium) aff. productum* (SOWERBY)). En el sector occidental de la Muntanya d'Ullà y en un nivel margo calcáreo noduloso, intercalado en las calizas en cuestión, se han recogido las muestras C-139 y C-141. Es de notar la ausencia de Rudistas y la gran abundancia de «*Ostrea*» *priorati* VIDAL, citada con anterioridad en el Santoniense en varios puntos de Catalunya y Aragón (BATALLER, 1947). El resto de la fauna lo componen escasos Terebratúlidos (Cancellothyrididae) y Rinchonélidos (*Cyclothyris* sp.) y algunos moldes internos de Cerítidos, Natícidos y Pectínidos.

#### 3.2.2.5. — Nivel de las Medes

En el nivel margoso que aflora en el sector SW de las islas Meda Gran, Meda Petita, Les Ferrenelles y el Tascó Petit se ha podido identificar la siguiente fauna de Rudistas: *Plagiophychus aguilloni* D'ORBIGNY, *Hippurites (Hippuritella) maestrei* VIDAL, *Hippurites (Orbignya) microstylus* DOUVILLE y escasos Radiolitidos indeterminados. Acompañan a esta fauna, Lacazinas, fragmentos de Ostreas y Corales coloniales (*Astrocoenia aff. konincki* EDWARDS-HAIME, *Synastraea* sp.).

### 3.2.2.6. — *Datación del Cretácico superior*

El intento de datación de los niveles del Cretácico superior ha de hacerse fundamentalmente basándose en la fauna de Rudistas que hemos podido determinar, sin olvidar en casos muy concretos a los Corales y a los Ostreidos. Sin embargo no nos ha sido posible una separación neta de los pisos Cenomaniense, Turoniense y Coniaciense. Con reservas los distribuimos de la siguiente manera:

Al Cenomaniense el nivel aflorado en el Puig de la Reina.

Al Turoniense los niveles calizos margosos, que estratigráficamente están situados inmediatamente por encima del nivel con *Aspidiscus* y por debajo del nivel de la base del Puig Pla con *Sphenoceras*. Es posible que este nivel se corresponda con el margoso de Torrefarrana con *Apricardia* y *Toucasia*.

Desde el nivel margoso de la base del Puig Pla con *Sphenoceras* hasta las calizas rojizas con estratificación mediana del Coll de Santa Caterina, incluyendo las masivas de la parte baja del Puig Pla, asignamos una edad coniaciense.

A partir de este punto, los niveles suprayacentes, hasta el techo de la serie estratigráfica del Cretácico del Montgrí, pertenecen con mucha probabilidad al Santoniense. La fauna de Rudistas que nos ha proporcionado dichos sedimentos, aunque a veces escasa y casi siempre en deficiente estado de conservación, debido en su mayor parte a los efectos de la tectónica, nos ha permitido reconocer especies santonienses citadas con anterioridad en el Prepirineo catalán de Lleida (PONS, 1977), Segre-Freser (ASTRE, 1932), Pirineos Norte (ASTRE, 1955) y otros puntos de Catalunya (VIDAL, 1898 y 1921; DOUVILLE, 1893; TOUCAS, 1907).

Dentro del Santoniense, es posible distinguir unos sedimentos que podrían corresponder a la parte basal de dicho piso (niveles de Santa Caterina) por la presencia de *Medeella (Fossulites) undaesaltus* (ASTRE) y otros que podemos considerarlos como de Santoniense medio y quizás superior (niveles del Puig Pla y Muntanya d'Ullà).

### 3.2.3. — SINTESIS DE LA SERIE CRETACICA DEL MONTGRI

La serie cretácica del Montgrí abarcaría casi ininterrumpidamente desde el Neocomiense hasta el Santoniense.

La característica más importante es el estar formada por un conjunto muy potente de materiales litorales, de composición predominantemente calcárea, con fauna bentónica, que abarcaría desde el Neocomiense hasta el Santoniense medio y posiblemente superior.

Lo constituyen dos ciclos: el inferior, poco potente e incompleto, en el cual no hemos hallado niveles con macrofósiles, que finalizaría en el Aptiense, abarcando posiblemente parte del Barremiense y quizás del propio Neocomiense. Y, el superior que se inicia con los depósitos albienses y, pasando por un momento algo regresivo en el límite entre el Cretácico inferior y el superior, finaliza en el Santoniense. La presencia de abundantes superficies de erosión incluídas en la parte alta de los materiales santonienses podría hasta cierto punto, indicar el inicio de la regresión o un definitivo paro sedimentario en la serie del Cretácico superior de este Macizo.

Los datos paleontológicos que hemos obtenido, basados en el estudio de los macrofósiles, corroboran en su mayor parte las conclusiones a las que llegan los geólogos de la escuela de Toulouse basados en el estudio de los microfósiles.

Esta serie, predominantemente caliza y algo margosa, raras veces dolomítica, no posee un equivalente inmediato al N.O. El único punto está detrás de N. sea, no existen sedimentos cretácicos conocidos en el lugar de donde procede la escama de corrimiento que la forma.

#### 4. — ESBOZO DE LA ESTRUCTURA TECTONICA

La interpretación actual sobre la estructura tectónica del Macizo del Montgrí poco difiere de la publicada por SAN MIGUEL & SOLE SABARIS (1932 y 1933) y SOLE SABARIS *et al.* (1955). En estos trabajos se considera al Montgrí como formando parte de un manto de corrimiento de origen pirenaico cuyos vestigios, medio sepultados bajo los materiales terciarios del Empordà, pueden seguirse hasta las sierras de Figueres. En realidad este manto de corrimiento corresponde al manto principal pirenaico y no es más que la continuación hacia el E de las estructuras tectónicas descritas para el Prepirineo Central (SEGURET, 1970).

Está constituido por una gran masa desmantelada de calizas, menos de margocalizas y muy raramente de margas que se han deslizado con preferencia sobre las arcillas y margas, esporádicamente aflorantes, del Keuper. La existencia de estratos margosos en el Lias hace que éstos hayan servido también de niveles de despegue, aunque sean mucho menos importantes que los producidos por el Keuper.

En el frente de cabalgamiento los materiales afectados por éste son del Eoceno superior (Fms. Igualada, Tossa y Artés, cronológicamente). Por lo tanto, la edad de colocación de este manto debe fecharse como más pronto en el Eoceno superior, posiblemente finieocena y, con menor probabilidad, en el comienzo del Oligoceno.

El manto de corrimiento se halla dividido en tres escamas de diferente desarrollo areal: la de Els Maures, la de Torre Ponsa y la del Montgrí. El límite entre ellas viene marcado por los afloramientos ya vistos de arcillas y yesos del Keuper o los de margas del Lias.

La escama de Els Maures forma el sector meridional del Macizo y alcanza desde el frente de corrimiento hasta los bosques situados al S de Torre Ponsa, desapareciendo paulatinamente hacia el E del Salt de l'Euga por acuñamiento. Está formada por terrenos neocomienses y barremienses (?) buzando de 50 a 60° al N.

La escama intermedia o de Torre Ponsa cabalga sobre la anterior y está formada por terrenos liásicos y supraliásicos poco inclinados. Septentrionalmente llega hasta los campos de cultivo de esta masía, siendo su anchura sensiblemente igual a la anterior.

La escama del Montgrí propiamente dicha se extiende en amplitud desde la Punta Guixera o de la Barra hasta Bellcaire y en profundidad hasta el extremo N del macizo, en las inmediaciones de Sant Martí d'Empúries. El frente tiene dirección general E-W aunque en algunos puntos se ve desplazado por fracturas de direcciones diversas. En la parte más oriental el frente inflexiona adoptando un rumbo NW-SE, desapareciendo bajo el mar y poniéndose otra vez de manifiesto en la Meda Petita y en la Meda Gran donde es observable parte de la serie eocénica superior (Fm. Artés) bajo los depósitos arcilloso-yesíferos del Keuper. El cuerpo principal de la escama está formado por terrenos supraliásicos y cretácicos, subhorizontales o ligeramente inclinados, los cuales en sus diversos niveles, se ponen en contacto con el Eoceno. Así en Punta Guixera sobre el Terciario cabalga el Aptiense superior-Albiense inferior mientras que en la base del Castell de Montgrí lo hace el Santoniense.

El conjunto está afectado, debido al despegue de los materiales hacia el S, unas veces, por ondulaciones de amplitud variable y otras por accidentes verticales y por desplazamientos poco importantes. Las ondulaciones consisten en dos grandes pliegues: el del Mas Sec y el del Castell de Montgrí-Muntanya d'Ullà. Ambos corresponden a dos sinclinales de direcciones NW-SE los cuales se inflexionan hasta llegar a tener posiciones E-W en las proximidades del mar en la zona de las Tres Coves, el primero y en el Puig Pla el segundo.

La dirección general de fracturación del Montgrí es NW-SE y en menor proporción NE-SW. La primeras orientan el sentido de la costa y son causa de la división en dos mitades del Macizo y de la aparición del afloramiento traquidolerítico del Mas Ral, en el llano de Torroella de Montgrí. Las segundas son las responsables del hundimiento del pliegue

del Mas Sec y de la desaparición de los materiales mesozoicos bajo los rellenos del Empordà.

Entre otros y como resultado de este trabajo hay que hacer resaltar la existencia de dos problemas importantes: la prolongación del corrimiento del Montgrí hacia el E o sea, la evolución de la continuidad del Cretácico en la plataforma continental bajo las aguas del Golfo de Roses, y la localización de los equivalentes autóctonos del Macizo así, como la distancia recorrida por el manto de corrimiento.

## 5. — MORFOLOGIA

Si bien el objetivo fundamental de este estudio no es la descripción exhaustiva de la morfología del Macizo, incluimos, sin embargo, un apartado que hace referencia a este aspecto. Dicho capítulo atiende y separa, en dos grupos perfectamente delimitados, por una parte el relieve y las formas del Macizo propiamente dicho y por otra la morfología que este relieve da en la costa, o sea en su fachada litoral.

### 5.1. — EL MACIZO PROPIAMENTE DICHO

La gran masa calcárea del Montgrí se halla perfectamente enmarcada. Se extiende sobre una decena de kilómetros de N a S, entre Sant Martí d'Empúries y Torroella de Montgrí, y sobre unos diez kilómetros de E a W, entre el mar y los antiguos «estany» de Bellcaire. Al SSW domina el Eoceno del llano de Pals. Al NNW baja ligeramente hacia el llano del Fluvià.

La parte oriental del Macizo, desde la Cala Montgó hasta L'Estartit, está constituida por una superficie de erosión, la Muntanya Gran, que se inclina regular y muy suavemente sobre una longitud de 4 a 5 km desde una altura de 230-140 m en su sector occidental hasta 100-110 m por encima del mar. La amplia plataforma que se origina rompe los estratos calcáreos cretácicos buzantes en general hacia el N y queda interrumpida hacia el W por el llamado Coll de les Sorres.

El sector occidental del Macizo, igualmente calcáreo y separado del anterior por el «coll» antes mencionado, posee un relieve más vigoroso y más confuso. A pesar de la fuerte disección a que ha sido sometido, se puede reconocer en esta zona un plano inclinado, orientado de SE a NW, desde el Puig Pla hasta 100 m por encima de Bellcaire, que pasaría por la Muntanya de Santa Caterina y por la Muntanya d'Uillà. Este plano queda dividido en dos partes en sentido transversal por la riera profunda y casi rectilínea de Santa Caterina.

En todo el macizo es posible observar un karst, tanto superficial como profundo, desarrollado en las calizas. Son muy abundantes por doquier distintos tipos de lapiaz; asimismo simas y numerosas dolinas, algunas de ellas de grandes dimensiones, cubiertas de arcillas de decalcificación «terra rossa» coincidentes con las grandes direcciones de fracturación. Entre las primeras cabe citar el Pou de la Calella, en la zona de Punta Guixera y el Pou de la Punta Trencabraços; entre las segundas las que ocupan los sectores occidentales de Torre Ponsa y del Mas Sec y la situada en la antena de la radio sobre L'Estartit.

Los cursos de agua tienen carácter torrencial, poco recorrido y siguen líneas de dislocación. Los más importantes en el sector occidental son la riera de Santa Caterina y el torrente de Coma Llovera. Ambos desaguan en el antiguo «estany» de Belcaire y de ahí vierten sus aguas, a través del Canal del Molí, en la playa d'Empúries. En el sector oriental el torrente del Mas Sec desciende desde la cota 173 m, al sur de esta masía, hasta desembocar en la Cala Montgó. Aunque el nacimiento de este curso de agua, está situado tan sólo a 1 km del mar, sigue sin embargo un trazado paralelo a la línea de costa por espacio de más de 4 km. A partir de aquí cambia bruscamente de dirección hacia el E ganando la Cala Montgó por su ángulo NW después de haberla incluso sobrepasado en latitud. Sin duda su primitivo trazado enlazaría rectilíneamente con el pequeño torrente que en la actualidad desemboca en la Cala Riells; sin embargo su curso habría sido modificado por captura debido al hundimiento cárstico y posterior formación de la Cala Montgó con desvío hacia ella de sus aguas.

Los numerosos torrentes que desaguan directamente al mar cortando los altos acantilados costeros quedan influenciados por la lucha entre la erosión torrencial y la erosión marina, con predominio de esta última, debido a las oscilaciones del nivel de base del mar. Así, es posible distinguir las rupturas de pendiente, a alturas generales de 30 a 35 m y de 18 a 20 m s.n.m. que presentan numerosos valles, los cuales van acompañados de un estrangulamiento del perfil lateral del valle en estas cotas. Tal es el caso de los pequeños torrentes que desembocan en la Calella, El Falaguer, Els Estofadors, Còrrec Fondo, Baix de Cols, Cala Montgó, Cala Salpatx y Cala Riells. Otras veces ciertos torrentes están amenazados de captura por evolución de calas vecinas. Así ocurre con el torrente de La Calella que se ve amenazado por el de Els Arquets o en menor escala los torrentes del sector de El Falaguer.

Gran parte de la zona central del macizo, así como los alrededores de L'Escala, está cubierta por arena transportada por la tramontana, viento muy violento en determinadas épocas del año, de componente N con

ligeras variaciones NE o NW. El origen de estas arenas hay que buscarlo en el macizo paleozoico de la Serra de Roda cuyo material ha sufrido una deflacción y ha llegado a su actual posición pasando por diferentes estadios. Estos depósitos eólicos, verdaderas dunas, aunque se han formado en época histórica, hoy día están totalmente colonizados y fijados por vegetación gracias a las acciones de repoblación que se llevaron a cabo a partir del año 1896. Se extienden desde la carretera de L'Escala a Girona hasta l'Horta d'en Reixach, ya en la vega de Torroella de Montgrí, con una longitud total de duna de cerca de 9 km y con una anchura variable, pero máxima en la Muntanya Gran de más de 1 km.

Las formas en que se presentan son variables. Mientras corren paralelas a la costa —sector d'Empúries— se revelan en general como una cadena de lomas o médanos de escasa altura. Desde L'Escala hasta la cima del Coll de les Sorres se distinguen al menos cuatro cerros de arena con la característica y peculiar forma de barjanes. Desde el Coll de Les Sorres hasta el llano de Torroella de Montgrí la duna tiene forma de una colosal media luna, de brazos desiguales, dirigidos hacia el mediodía. La inclinación general es del 9% y la altura media sobre los terrenos colindantes es de 19 m.

## 5.2. — LA FACHADA LITORAL

La dirección general de la costa sigue, desde las islas Medes y la Punta Guixera o de la Barra en L'Estartit hasta la Punta Trencabraços a levante de la Cala Montgó, una marcada orientación NNW. Tal es la dirección de la gran fractura situada entre 1 y 2 km de la costa y cuya deducción ha sido posible gracias a los estudios de la geofísica. A partir de aquí y hasta Empúries la costa inflexiona hacia el WNW.

Las fallas normales observadas en el interior del macizo son las responsables de las calas y barrancos que afluyen al mar, de tal manera que los pequeños detalles del relieve se reflejan fielmente en el contorno litoral.

Todas las islas Medes presentan fuertes acantilados y no existen en ellas verdaderas playas. Tan sólo el afloramiento yesífero-margoso del Keuper en la Meda Gran y los margosos del Santoniense en la Meda Gran y en la Meda Petita, orientados ambos hacia el SW, suavizan un poco la línea de costa. En el primer caso originando un incipiente valle y en ambos dando lugar a acantilados de paredes menos rígidas.

Las islas presentan innumerables cuevas y grutas submarinas sobre todo en la Meda Gran (Cova de la Reina, Cova del Sant y Cova del Dimoni) y en la parte septentrional de la Meda Petita, así como fuertes entrantes basales a nivel del agua. Se distingue además en ellas una

superficie de aplanamiento a los 70-80 m s.n.m., la cual iniciándose en el islote más meridional —Carai Bernat— se continúa por la Meda Petita y la Meda Gran, enlazando con tierra sobre Punta Guixera o de la Barra.

Entre L'Estartit y La Farriola se encuentran, dentro de su escasez, notables calas y entrantes como La Calella, El Catifoll, La Sardina, Cala Pedrosa y la misma Cala Farriola, las dos últimas de características típicas de valles inundados. Asimismo, es de destacar el arco natural de La Foradada debido a la disolución de las calizas por acción del oleaje.

Desde la Cala Farriola hasta la Punta Milà, a poniente de la Cala Montgó, los acantilados forman una pared subvertical de 80 a 100 m de altura sólo interrumpida por pequeños torrentes de corto trazado, la mayoría colgados, que disectan la mole calcárea. La disolución afecta a las calizas las cuales dan lugar a un buen número de cuevas entre las que destacan: Les Tres Coves en el sector de Miradones, las de Baix de Cols y las de Cala Viuda.

Entre la Punta Milà y la Punta Trencabraços se abre majestuosa la Cala Montgó. Sus dimensiones son 800x900 m; es el accidente mayor de la costa del Montgrí. Tiene un contorno simple, redondeado y cerrado por acantilados que se levantan a ambos lados de una playa de arena y cantos. Su amplitud excepcional y su forma redondeada, parecen indicar una antigua dolina, hundida e invadida por el mar el cual la habría engrandado y profundizado. (Ya se ha hecho referencia en el apartado anterior de la posible formación de la Cala Montgó por hundimiento cárstico con desvío y captura del torrente del Mas Sec).

Desde la Punta Trencabraços hasta la Cala de la Clota o Riells, el acantilado va perdiendo altura y en la costa se van haciendo más ostensibles los bajos e islotes. Tan sólo las cuevas de Les Cambres en el sector de Punta Grossa y los grandes huecos en las partes altas de las paredes de los acantilados son los vestigios de la disolución de la roca.

Entre la Cala de la Clota, de poca profundidad y fondo arenoso, y Sant Martí d'Empúries se origina la parte más baja y articulada de la costa del Macizo del Montgrí. En el sector d'Empúries abundan los tómbolos como los de Les Muscleres; en L'Escala son frecuentes las rocas en forma de seta debidas a la erosión circular y basal de los numerosos islotes que allí se encuentran y en menor proporción las rocas horadadas como L'arc del Portixol. Todas estas macroformas van acompañadas por un abundante lapiaz y por cubetas de disolución situadas a distintos niveles por debajo de la superficie de abrasión marina de 3 m de altura.

El contacto entre la roca que forma el macizo y el nivel estacionario del mar presenta viseras de hasta 1,5 m de entrante.

Desde estas líneas expresamos nuestro profundo agradecimiento al Prof. Dr. J. Rosell de la Universidad Autónoma de Barcelona por todas cuantas sugerencias nos ha dado en lo referente a la Estratigrafía. A los Dres. H.P. Luterbacher y J. Ferrer por algunas determinaciones micropaleontológicas. Al Dr. J.M. Pons por la revisión en unos casos y clasificación en otros de la fauna de Rudistas. Al Museo de Geología del Seminario Conciliar de Barcelona por la reproducción fotográfica de la macrofauna. Finalmente, al Sr. J. Vert que ha compartido con nosotros los numerosos recorridos a lo largo y ancho del macizo del Montgrí.

## 6. — BIBLIOGRAFIA

### 6.1. — BIBLIOGRAFIA GENERAL

ASTRE, G. (1932). — Les faunes de Pachyodontes de la province catalana entre Segre et Freser. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. 64, pp. 31-154, 12 figs., 8 pl. 1 mapa. Toulouse.

ASTRE, G. (1955). — Listes stratigraphiques des faunes de Radiolitides Nord Pyrénées. *Bull. Hist. Nat. Toulouse*, n.º 90, pp. 10-14. Toulouse.

BATALLER, J. R. (1947). — Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España. *Real. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona*, 3.ª época, n.º 586, vol. XXVIII, n.º 12, pp. 3-440. Barcelona.

COMAS-RENJIFO, M. J. & GOY, A. (1975). — Estratigrafía y Paleontología del Jurásico de Ribarrodonada (Guadalajara). *Estudios Geológicos*, vol. XXXI, pp. 297-339. Madrid.

DOUVILLE, H. (1890-1897). — Etudes sur les Rudistes. Revision des principales especies d'Hippurites. *Mem. Soc. Geol. France Paléontologie*, n.º 6, pp. 236, 71 figs., 34 pl. París.

GOY, A. (1974). — El Lias de la mitad Norte de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Tesis Doctoral. Universidad de Madrid, 940 pp. Madrid.

GOY, A. & ROBLES, F. (1971). — Resultado de un estudio sobre Braquiópodos liásicos del NE de Guadalajara. *R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. extraordinario. Primer Centenario, 1: pp. 243-255, 2 lám. (editado en 1975). Madrid.

GOY, A. & ROBLES, F. (1974). — El Jurásico de Turmiel (Guadalajara). *Estudios Geológicos*, v. 3, pp. 261-283. Madrid.

PONS, J. M.ª (1977). — Estudio estratigráfico y paleontológico de los yacimientos de Rudístidos del Cretácico superior del Prepirineo de la Prov. de Lérida. *Publicaciones de Geología de la Universidad Autónoma de Barcelona*, n.º 3, pp. 3-105, lám. I-LXXXVII. Bellaterra.

SEGURET, M. (1970). — Etude tectonique des nappes et séries decollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. *Fc. Sc. Montpellier*, 210 pp., 72 figs., 1 l., 1 map., 1 esq. Montpellier.

TOUCAS, A. (1907). — Etudes sur la classification et l'évolution des radiolitides. *Mem. Soc. Geol. France Paléontologie*, n.º 36, 132 pp., 79 figs., 24 láms. París.

VIDAL, L. M. (1878). — Nota acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña, Cámidos y Rudístidos. *Bol. Com. Mapa Geol. de España*, t. 4, pp. 257-372, 11 figs., 7 láms. Madrid.

VIDAL, L. M. (1921). — Contribución a la Paleontología del Cretácico de Cataluña. *Mem. R. Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona*, 3.<sup>a</sup> época, V. 17, n.º 2, p. 89-107, 2 figs., láms. fot. Barcelona.

YEBENES, A., GOY, A. & COMAS-RENJIFO, M. J. (1978). — El Lias en el sector septentrional de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. «Grupo español del Mesozoico». *Guía de las Excursiones al Jurásico de la Cordillera Ibérica*, pp. 1.1-1.29. Univ. Complutense. Madrid.

## 6.2. — BIBLIOGRAFIA DEL MACIZO DEL MONTGRÍ

ASHAUER, H. (1934). — La terminación oriental de los Pirineos. Traducción española por J. M. Ríos en *Publicaciones Alem. Geol. Esp. C.S.I.C.*, 1943. T. II, pp. 203-336, 23 figs., 1 lám. 3 map. Madrid.

BARBAZA, Y. (1971). — Morphologie des secteurs rocheux du littoral catalan septentrional. Mémoires et Documents del C.N.R.S., 145 p., 37 fig., 48 fot., 1 map. París.

BILOTTE, M., CANEROT, J., PEYBERNES, B., REY, J. & SOUQUET, P. (1978). — Associations micropaléontologiques et biozonation au passage Albien-Cénomanién dans les Pyrénées, les Chaînes Iberique et catalane, le Portugal. *Géologie Méditerranéenne*, Tome V, n.º 1, pp. 47 a 54. Toulouse.

CHEVALIER, M. (1926). — Essai sur la physiographie de la Catalogne orientale. *XIV Congreso Geológico Internacional*. Madrid.

CHEVALIER, M. (1932). — Geología de Catalunya II: L'Era Secundària in *Geografia General de Catalunya, València i Balears*. Vol. III y IV. Edit. Barcino, Vol. 17 y 18, pp. 1-268, 62 fig., 27 fot. Barcelona.

DALLONI, M. (1930). — Etude géologique des Pyrénées Catalanes. *An. Faculté Sciences Marseille.*, T. XXVI, fasc. III, 373 pp., 2 lám., 1 mapa. Argel.

FALLOT, P. & BLANCHET, E. (1923). — Observations sur la faune des terrains jurassiques de la region de Cardó et de Tortosa (Tarragona). *Trab. Inst. Cat. de Hist. Natural*. Vol. Trab. 1921-22, fasc. II, pp. 73-260, 13 lám.-fot. Barcelona.

I.G.M.E. (1979). — Memoria Explicativa del Mapa Geológico de España 1/50.000. Hoja n.º 40-12 ESTARTIT (en prensa).

I.G.M.E. (1979). — Memoria Explicativa del Mapa Geológico de España 1/50.000. Hoja n.º 39-12 TORROELLA DE MONTGRÍ (en prensa).

MOULLADE, M. & PEYBERNES, B. (1973). — Etude microbiostratigraphique de l'Albien du massif de Montgrí (prov. de Gerona, Espagne) et description de *Hensonina* nov. gen. (generotipe *Trocholina lenticularis* HENSON, 1947). *Arch. Sciences*, vol. 26, fasc. 2, pp. 173-181, 2 fig., 3 lám. Genève.

PALLÍ, L. (1972). — Estratigrafía del Paleógeno del Empordà y zonas limítrofes. *Publicaciones de Geología. Universidad Autónoma de Barcelona*, n.º 1, 338 pp., 38 cuadros, 82 figs., 2 map. f. t. Bellaterra.

PEYBERNES, B. & BILOTTE, M. (1971). — Données stratigraphiques et tectoniques nouvelles sur le massif de Montgrí (Province de Gerona, Espagne). *Bull. Soc. d'Hist. Nat.*, T. 107, fasc. 3 y 4, pp. 475-482, 2 fig. Toulouse.

PEYBERNES, B. (1976). — Le Jurassique moyen supérieur et le Crétacé inférieur des Pyrénées centrales et orientales franco-espagnoles. Thèse Doctorat. Sc. Nat. Univ. Paul Sabatier, 459 pp., 42 lám. Toulouse.

PEYBERNES, B. & CALZADA, S. (1977). — Braquiópodos albienses del Macizo del Montgrí (Gerona). *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, T. 88-IV, pp. 306-311, 2 figs. Madrid.

SAN MIGUEL, M. & SOLE SABARIS, L. (1932). — Nota geológica sobre el macizo cretácico de Torroella de Montgrí. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, T. XXXII, pp. 243-260, 5 figs., 3 lám. Madrid.

SAN MIGUEL, M. & SOLE SABARIS, L. (1933). — Geología del massís del Montgrí. *Butll. Inst. Catal. Hist. Nat.*, vol 33, pp. 129-145, 5 figs., 3 láms. Barcelona.

SAN MIGUEL, M. & MARIN, A. (1941). — Memoria explicativa del Mapa Geológico de España, 1/50.000, Hoja n.º 297 ESTARTIT. *Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid.

SOLE SABARIS, L., FONTBOTE, J. M., MASACHS, V. & VIRGILI, C. (1955). — Continuidad de las escamas de corrimiento del Ampurdán entre Figueras y el Macizo del Montgrí y edad de su formación. *Universidad de Barcelona. Secretaría de Publicaciones. Tomo Hom. Dr. F. Pardillo*, pp. 145-153, 3 fig. Barcelona.

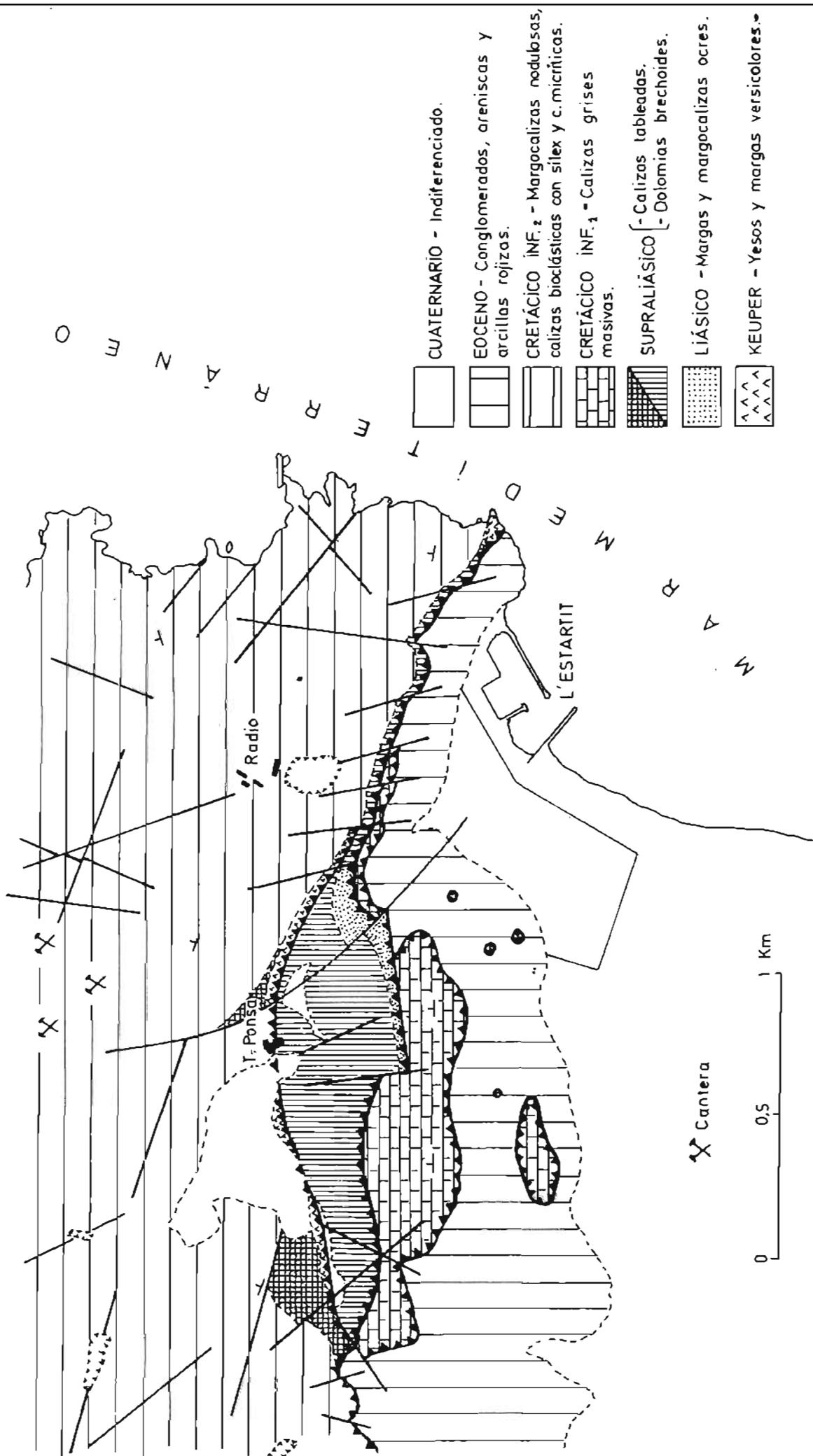
VIDAL, L. M. (1886). — Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona. *Bol. Com. Mapa Geol. de España*. T. XIII, pp. 209-380, 25 fig., 1 mapa. Madrid.

VILLALTA, J. F. de (1965). — Un yacimiento villafranquiense en las islas Medas (Gerona). *Acta IV Congr. Etu. Pyrén.* (1962), T. I, Sect. I, pp. 129-131. Toulouse.

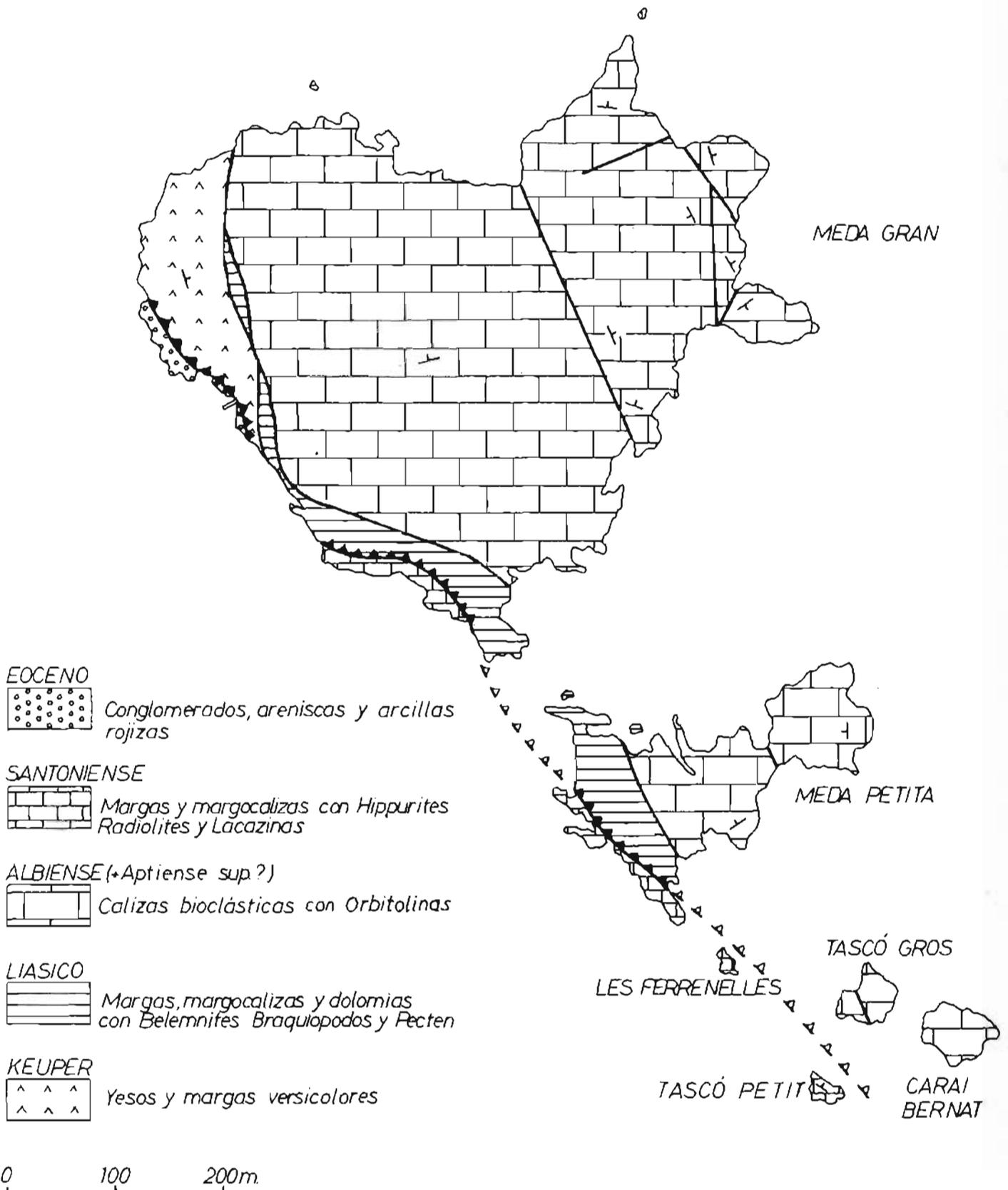
## INDICE GENERAL

### RESUMEN

1. — INTRODUCCION
  - 1.1. SITUACION GEOGRAFICA
  - 1.2. SITUACION GEOLOGICA
  - 1.3. ANTECEDENTES
2. — ESTRATIGRAFIA
  - 2.1. SERIE ALOCTONA
    - 2.1.1. KEUPER
    - 2.1.2. LIAS
    - 2.1.3. DOLOMIAS SUPRALIASICAS
    - 2.1.4. CRETACICO
  - 2.2. SERIE AUTOCTONA
  - 2.3. CUATERNARIO
3. — PALEONTOLOGIA
  - 3.1. LIAS
  - 3.2. CRETACICO
    - 3.2.1. CRETACICO INFERIOR
      - 3.2.1.1. Nivel de El Falaguer-Cala de la Calella-Punta Guixera
      - 3.2.1.2. Nivel de Punta Milà-Cala Viuda y Punta Trencabraços (Cala Montgó)
      - 3.2.1.3. Datación del Cretácico Inferior
    - 3.2.2. CRETACICO SUPERIOR
      - 3.2.2.1. Nivel del Puig de la Reina
      - 3.2.2.2. Nivel del sinclinal del Mas Sec, Torrefarrana y base del Puig Pla
      - 3.2.2.3. Nivel de Santa Caterina
      - 3.2.2.4. Nivel del Puig Pla, Castell de Montgri y Muntanya d'Ullà
      - 3.2.2.5. Nivel de les Medes
      - 3.2.2.6. Datación del Cretácico superior
    - 3.2.3. SINTESIS DE LA SERIE CRETACICA DEL MONTGRÍ
4. — ESBOZO DE LA ESTRUCTURA TECTONICA
5. — MORFOLOGIA
  - 5.1. EL MACIZO PROPIAMENTE DICHO
  - 5.2. LA FACHADA LITORAL
6. — BIBLIOGRAFIA
  - 6.1. BIBLIOGRAFIA GENERAL
  - 6.2. BIBLIOGRAFIA DEL MACIZO DEL MONTGRÍ



Mapa geológico de los alrededores de L'Estartit.



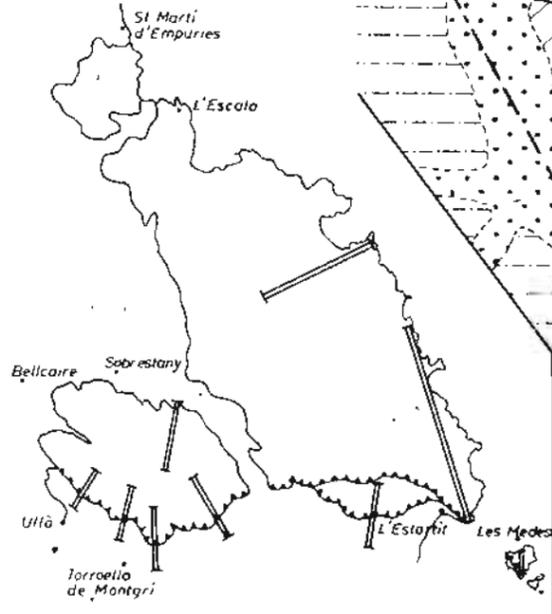
Mapa geológico de las islas Medes.

# MAPA GEOLOGICO DEL MONTGRI

Luis Pallí - Carmen Llompart

1981

## SITUACION DE LAS SERIES

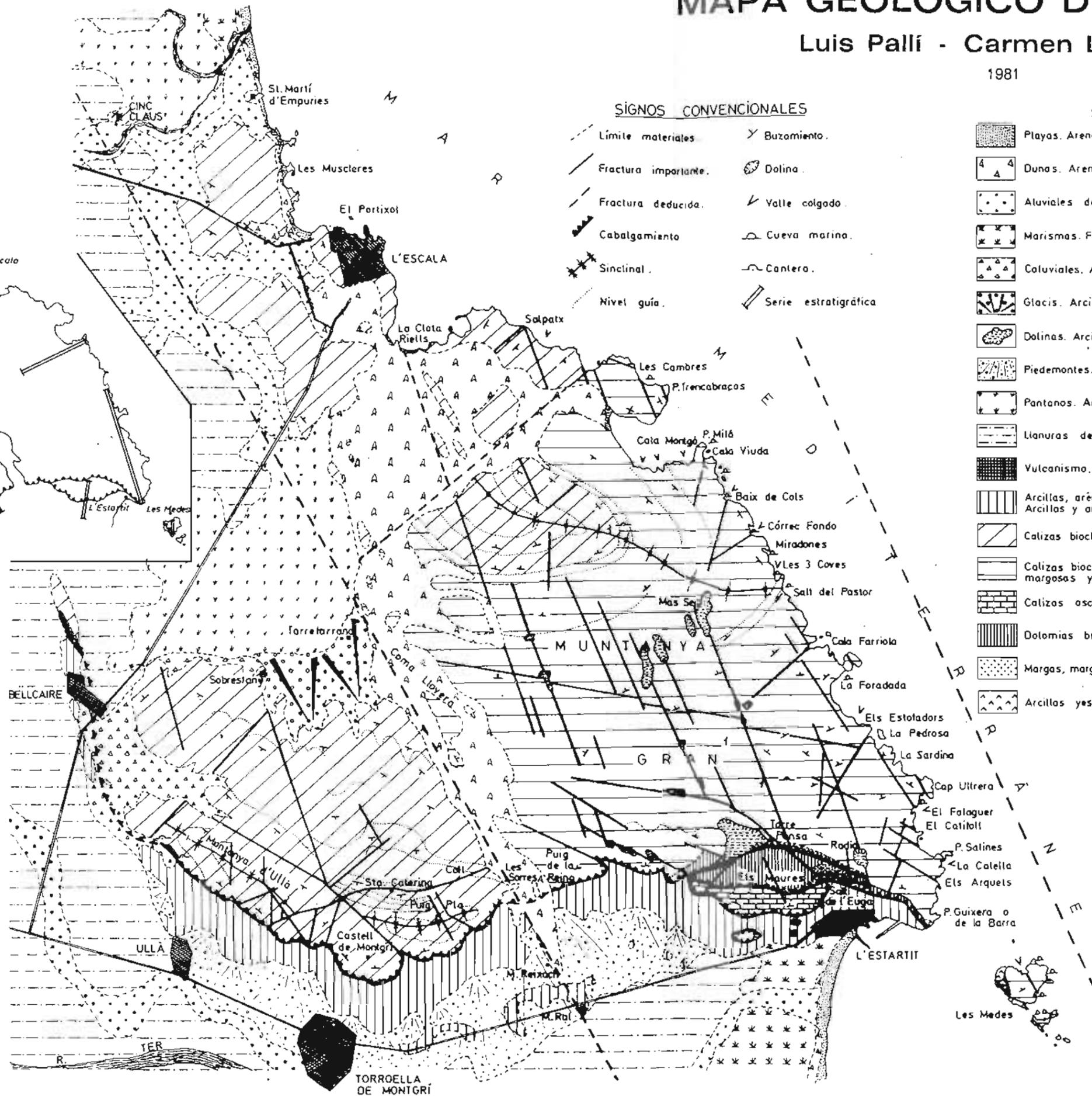


## SIGNOS CONVENCIONALES

- |           |                      |   |                      |
|-----------|----------------------|---|----------------------|
| - - -     | Limite materiales    | Y | Buzamiento.          |
| —/—       | Fractura importante. | ○ | Dolina.              |
| - · - · - | Fractura deducida.   | ∇ | Valle colgado.       |
| —▲—       | Cabalgamiento        | ⌒ | Cueva marina.        |
| —*—       | Sinclinal.           | ~ | Cantero.             |
| — —       | Nivel guía.          | ▨ | Serie estratigráfica |

## MATERIALES

- |           |  |   |                    |
|-----------|--|---|--------------------|
| [Pattern] | Playas. Arenas.  | C<br>U<br>A<br>T<br>E<br>R<br>N<br>A<br>R<br>I<br>O |                    |
| [Pattern] | Dunas. Arenas y limos eólicos.   |   |                    |
| [Pattern] | Aluviales de cauce abandonado.   |   |                    |
| [Pattern] | Marismas. Fangos salobres con materia orgánica.                            |   |                    |
| [Pattern] | Coluviales. Arcillas con cantos subangulosos.                              |   |                    |
| [Pattern] | Glacis. Arcillas con cantos subredondeados.                                |   |                    |
| [Pattern] | Dolinas. Arcillas rojas.   |   |                    |
| [Pattern] | Piedemontes. Arcillas y limos ocre con carbonatos.                         |   |                    |
| [Pattern] | Pantanos. Arcillas y limos negros.   |   |                    |
| [Pattern] | Llanuras deltaicas. Arcillas, limos, arenas y gravas.                      |   |                    |
| [Pattern] | Vulcanismo. Traquidolerita.  |   |                    |
| [Pattern] | Arcillas, areniscas y conglomerados rojos.                                 |   | EOCENO             |
| [Pattern] | Arcillas y areniscas margosas gris azuladas. Calizas corquinas.            |   | CRETÁCICO SUPERIOR |
| [Pattern] | Calizas bioclásticas, margocalizas y margas.                               |   | CRETÁCICO INFERIOR |
| [Pattern] | Calizas bioclásticas con sílex, calizas nodulosas margosas y margocalizas. |   |                    |
| [Pattern] | Calizas oscuras masivas.   | SUPRALIÁSICO  |                    |
| [Pattern] | Dolomias brechoides y calizas con estratificación fina.                    | LIÁSICO   |                    |
| [Pattern] | Margas, margocalizas y calizas nodulosas pardo oscuras.                    | KEUPER  |                    |
| [Pattern] | Arcillas yesíferas versicolores.   |   |                    |



## ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 1,5 2 Km.

Mapa geológico del Macizo del Montgrí.

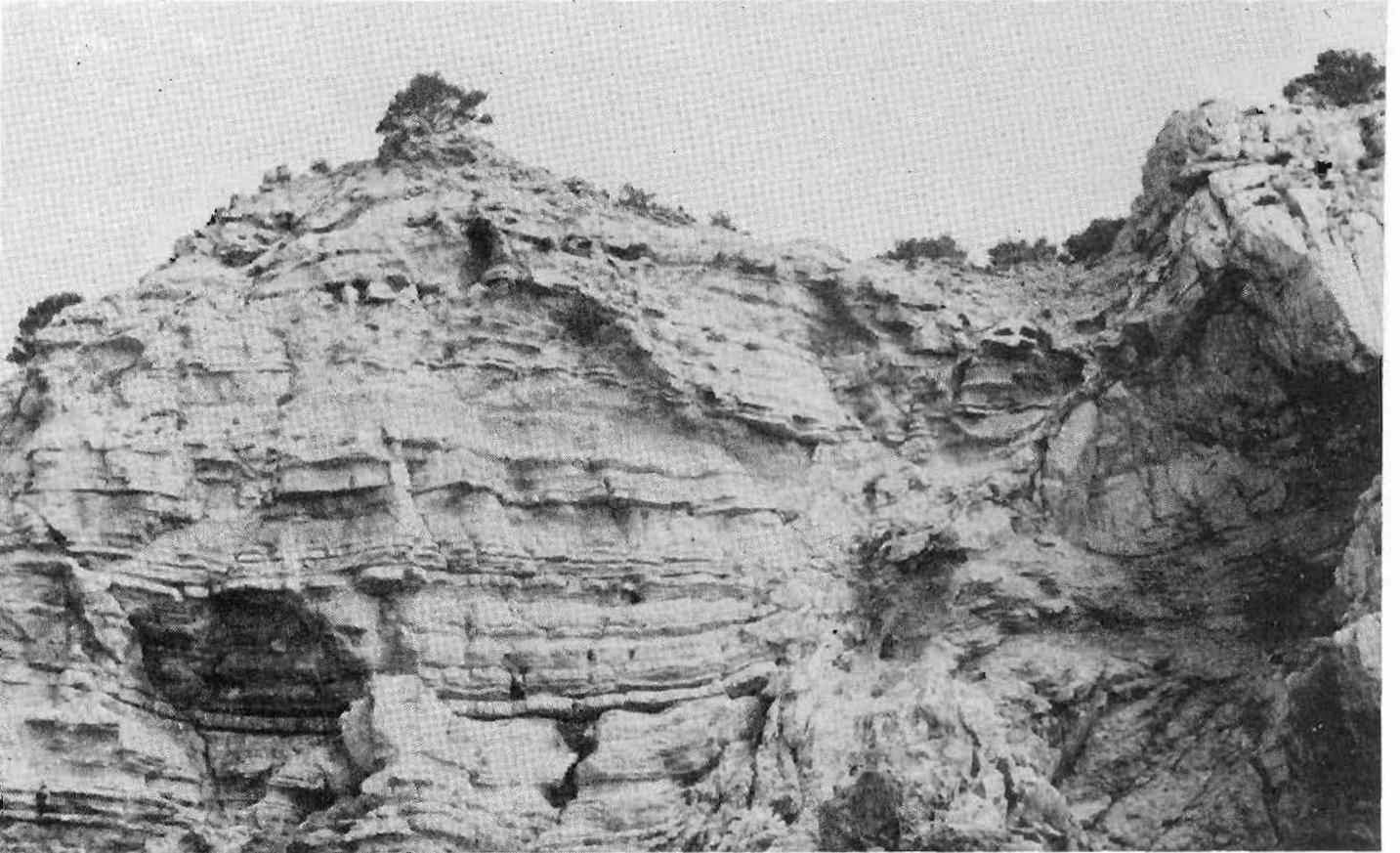
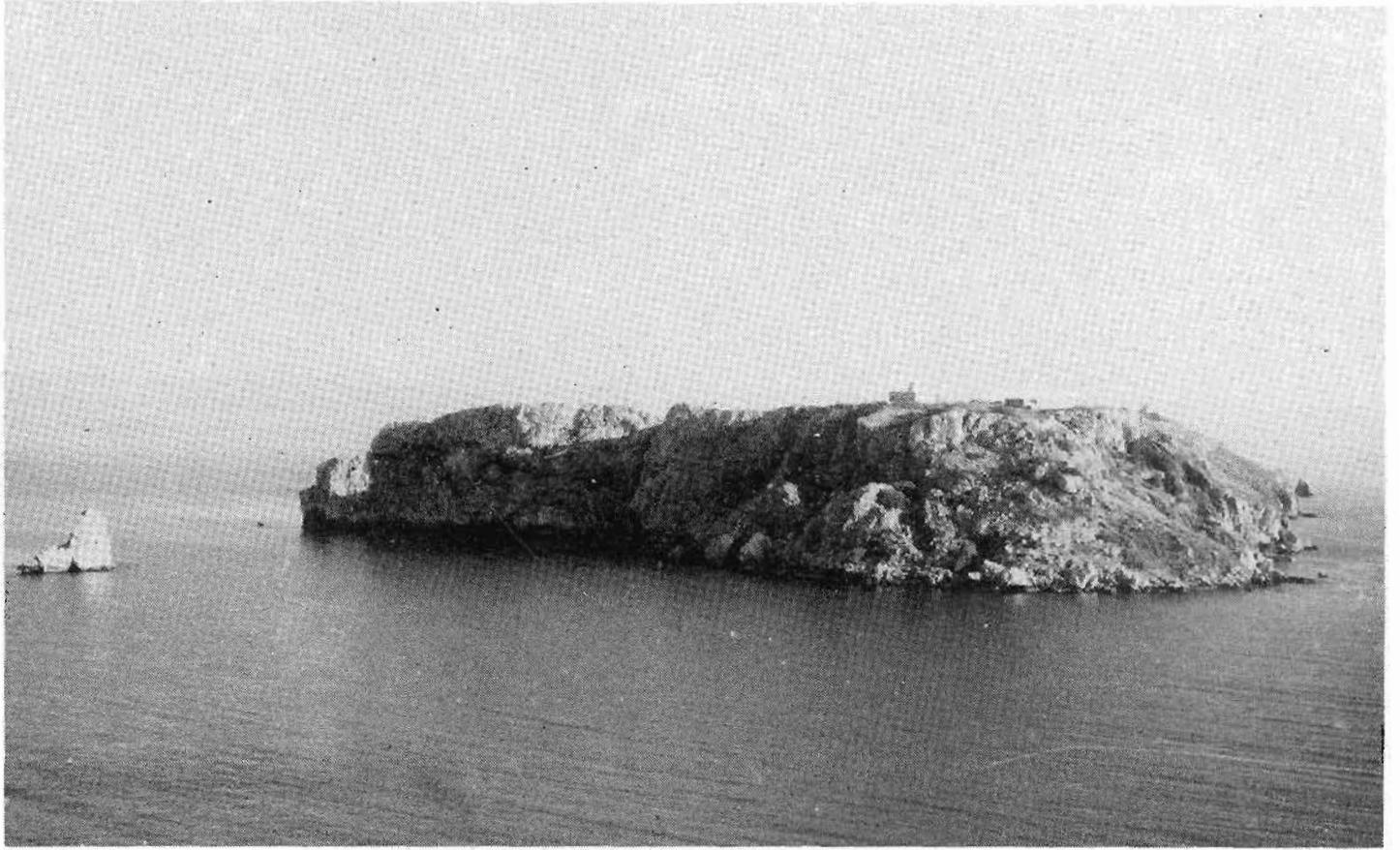


Foto 1. Arcillas yesíferas del Keuper, visibles a la derecha del observador, cabalgadas por calizas del Cretácico inferior. Meda Gran.

Foto 2. Margo-calizas nodulosas aptienses. La Caella.

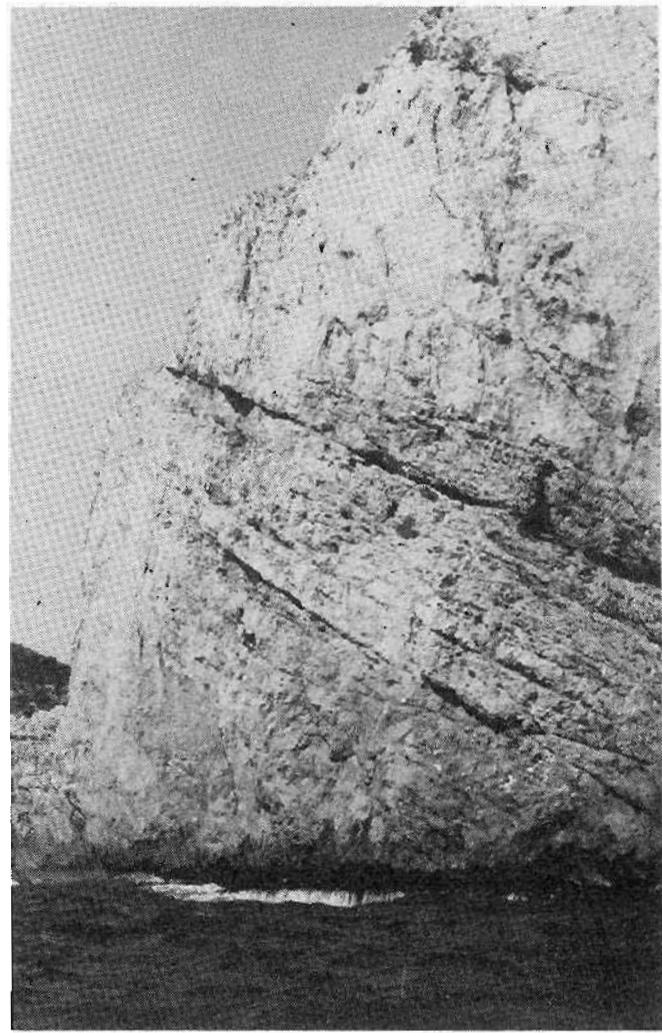


Foto 3. Calizas bioclásicas aptienses con estratificación masiva. Cap Ultrera.

Foto 4. Concentración de nódulos arriñonados de sílex. La Sardina.

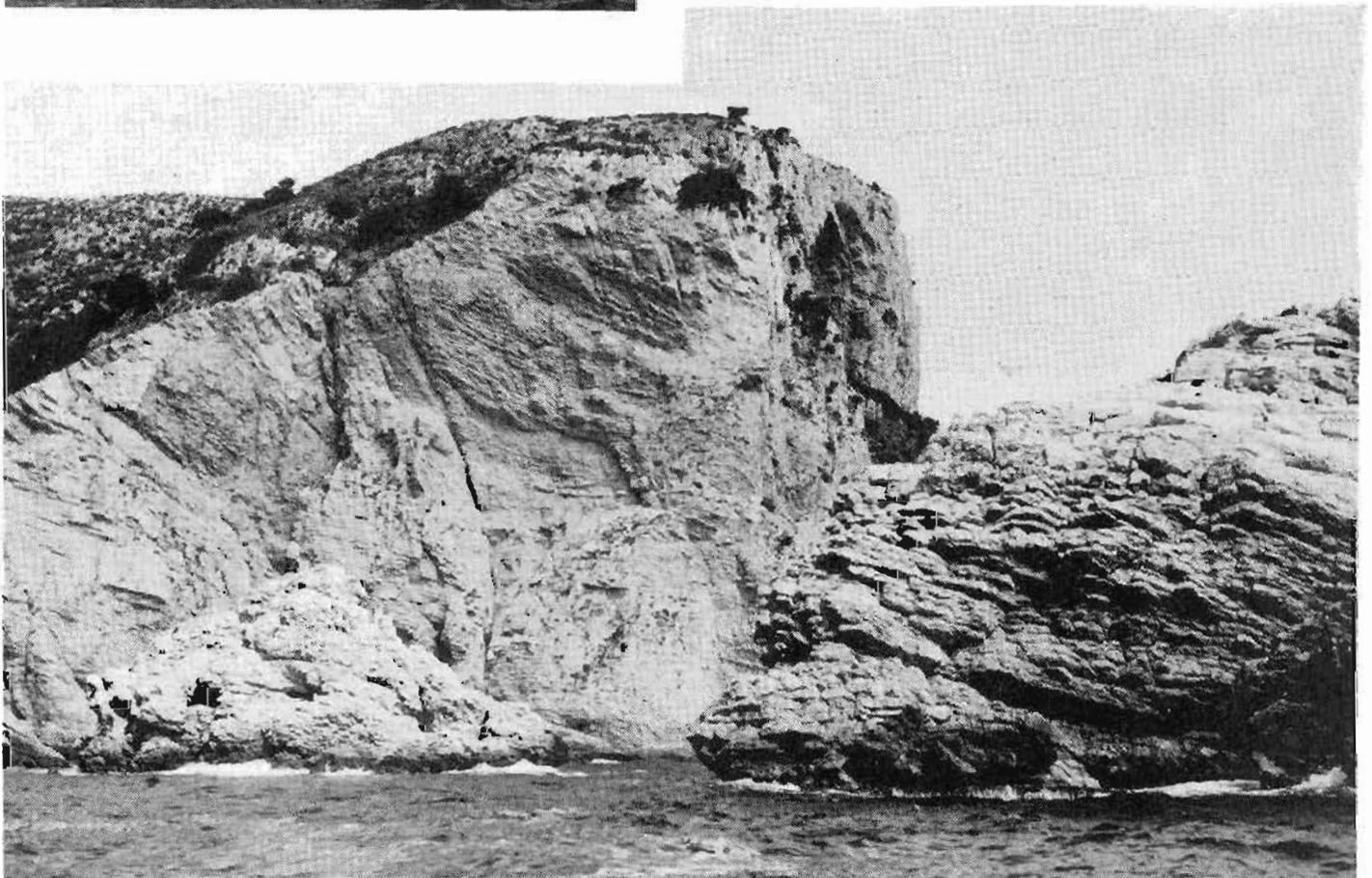
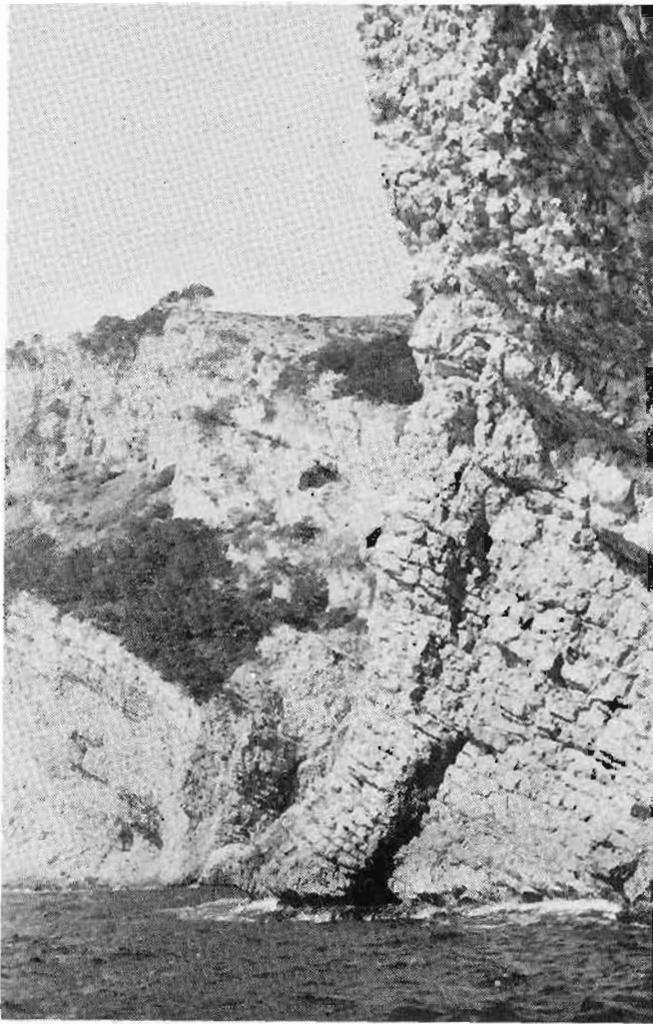


Foto 5. Calizas margo-nodulosas del Albiense inferior. La Foradada.

Foto 6. Calizas bioclásticas con estratificación gruesa intercaladas en las margo-calizas nodulosas. Cala Farriola.

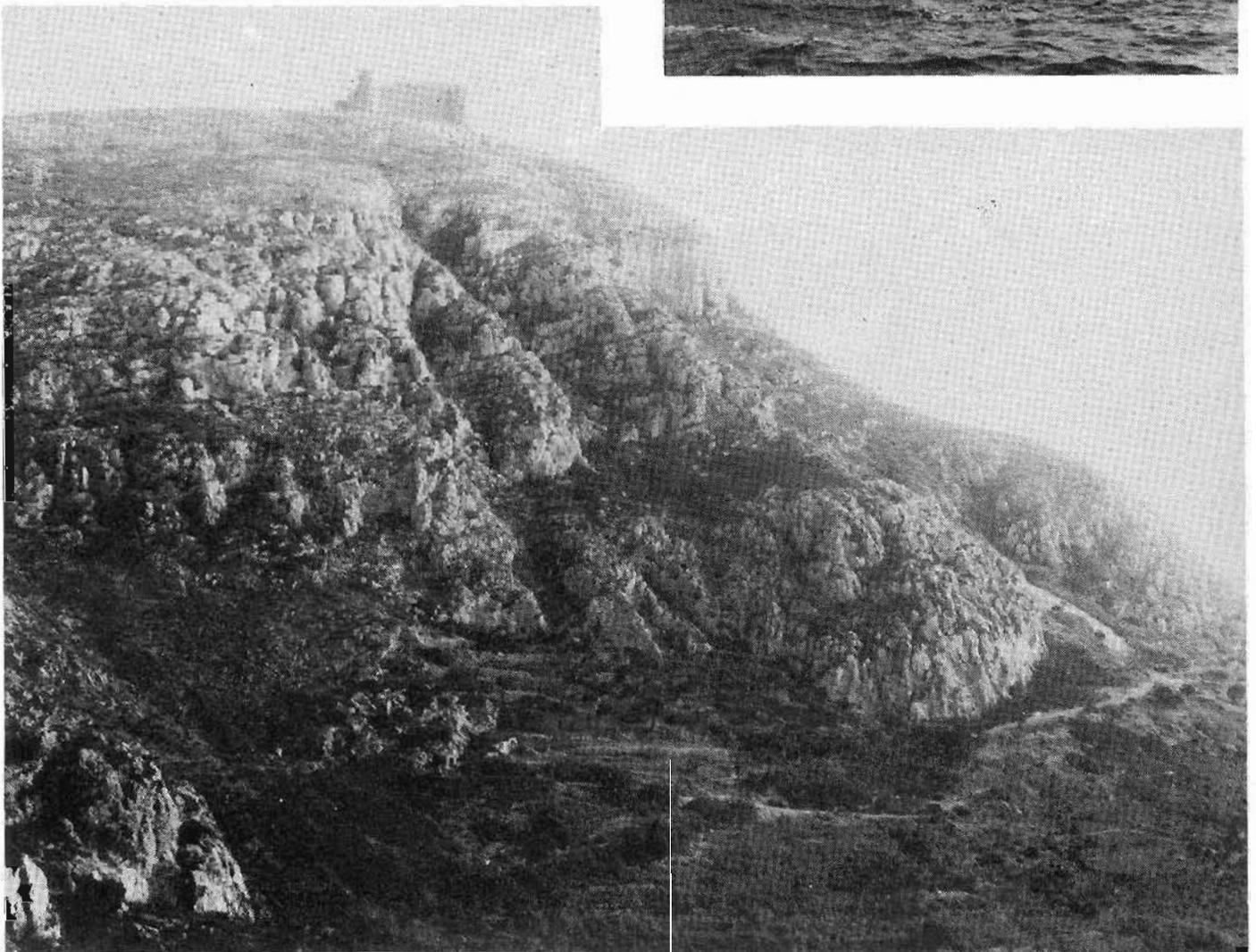
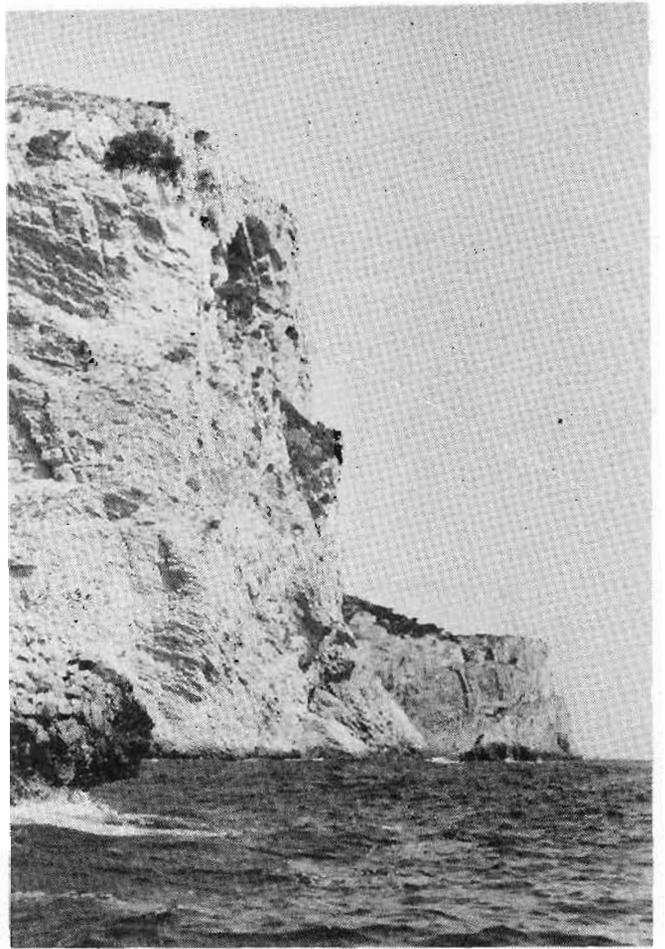


Foto 7. Calizas masivas y bioclásticas de la Cala Formatge. Al fondo el Salt del Pastor y Miradones.

Foto 8. Serie calcárea santoniense. Castell de Montgrí.

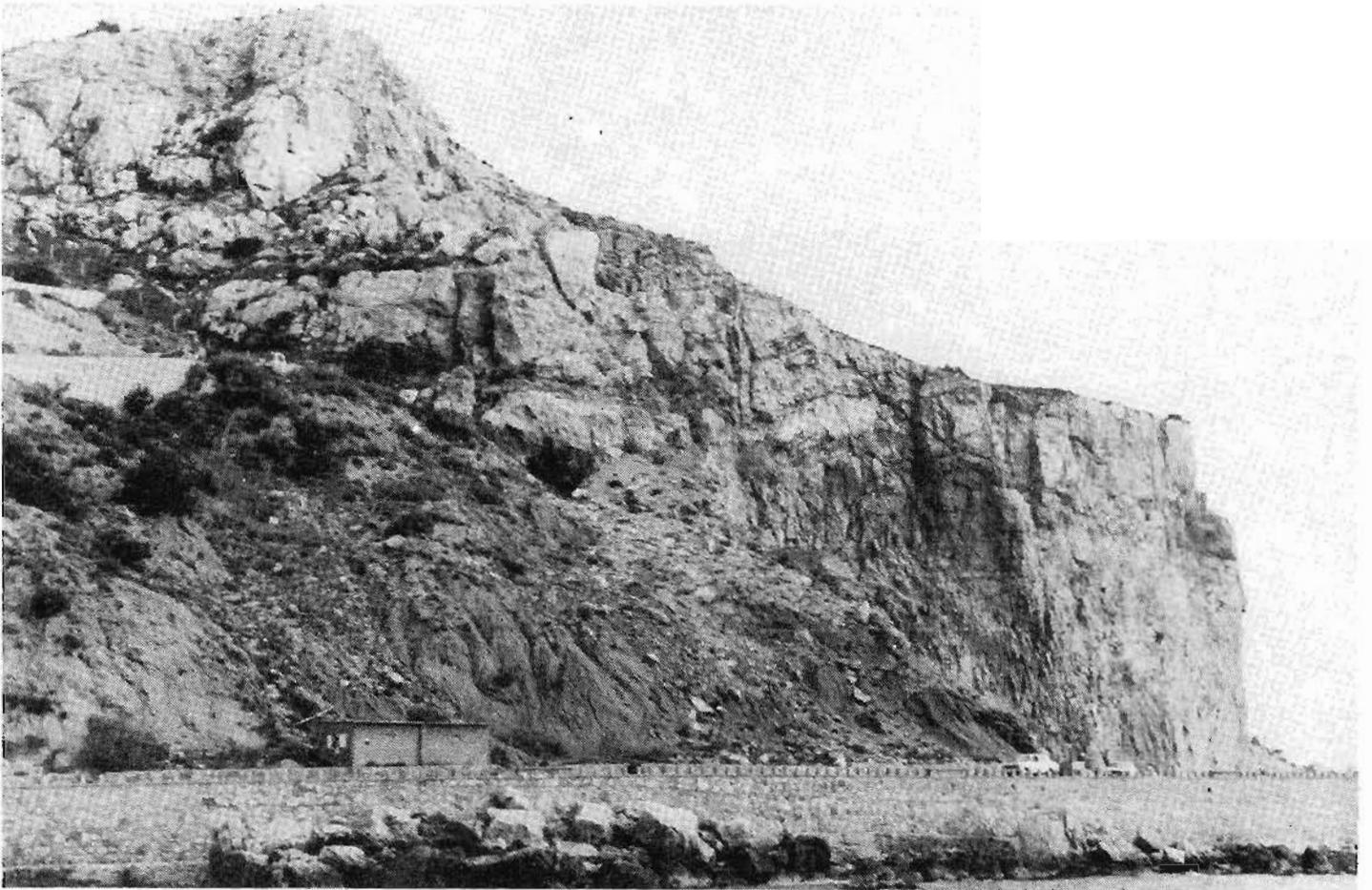


Foto 9. Materiales terciarios cabalgados por yesos del Keuper, dolomías supraliásicas y calizas masivas aptienses. Punta Guixera.

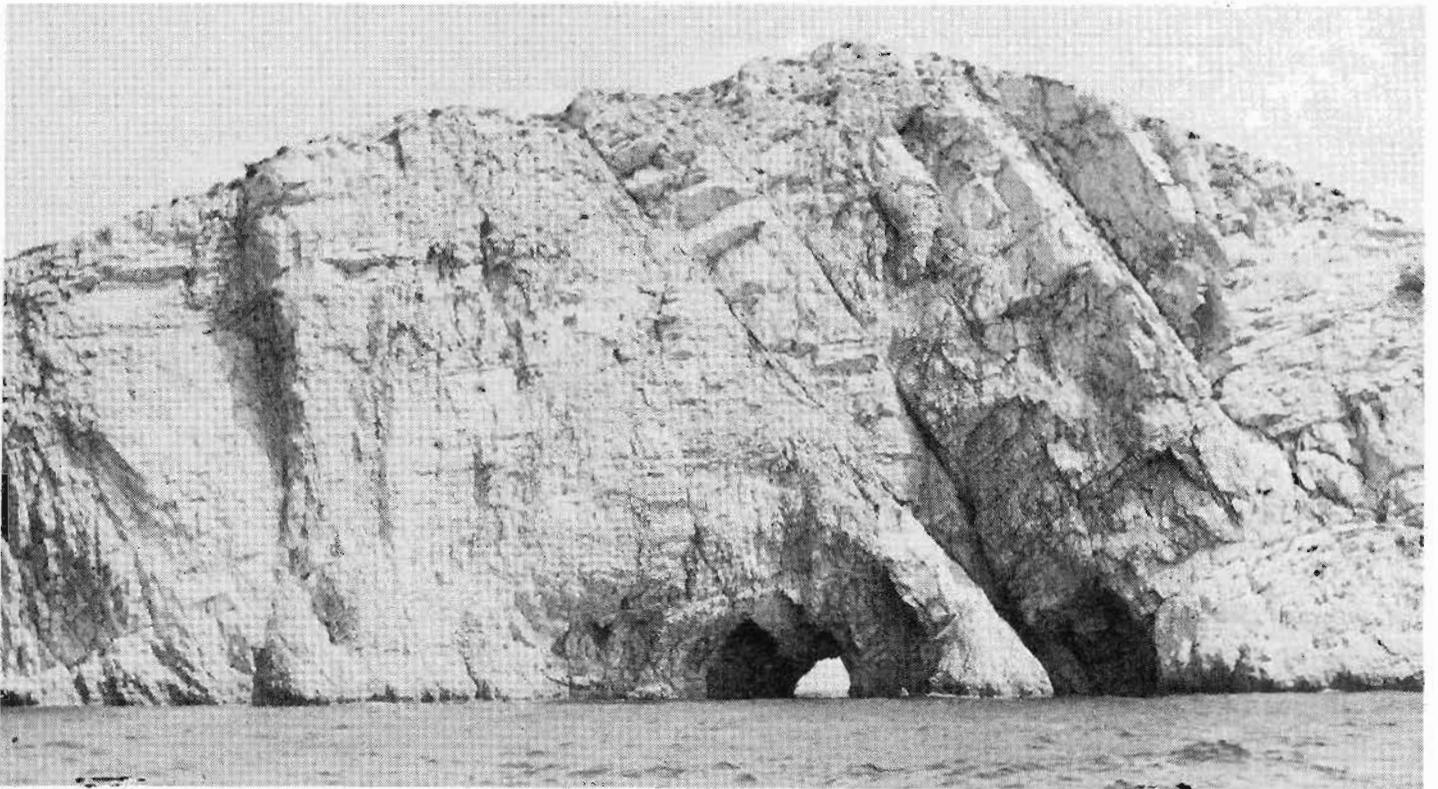


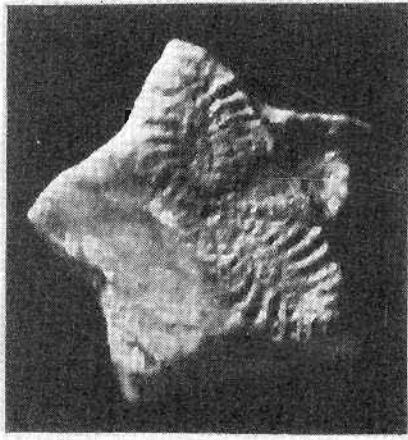
Foto 10. Efecto de la disolución de las calizas con formación de un arco natural. La Foradada.

## LAMINA I

- 1 a,b. *Chladocrinus basaltiformis* (MILLER). Torre Ponsa. (x 5).  
2 a-c. *Zeilleria* (*Zeilleria*) *gr. mariae* (D'ORBIGNY) Torre Ponsa. (x 1,5).  
3 a-c. «*Terebratula*» cf. *thomarensis* CHOFFAT. Torre Ponsa. (x 1,5).  
4 a-c. *Sellithyris viai* CALZADA. Cala de la Calella. (x 1,5).  
5 a-c. *Sellithyris viai* CALZADA. Cala de la Calella. (x 1,5).

Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja

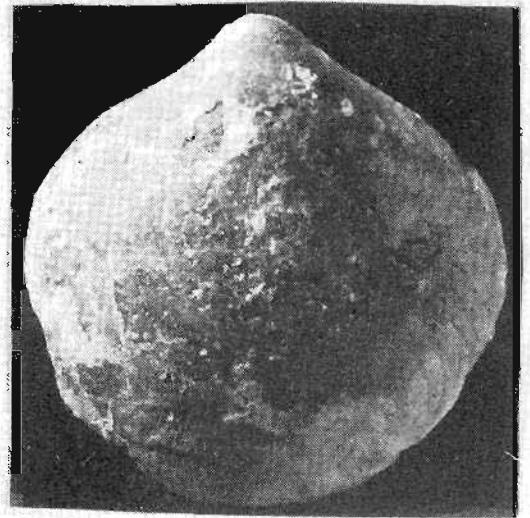
lámina I



1a



1b



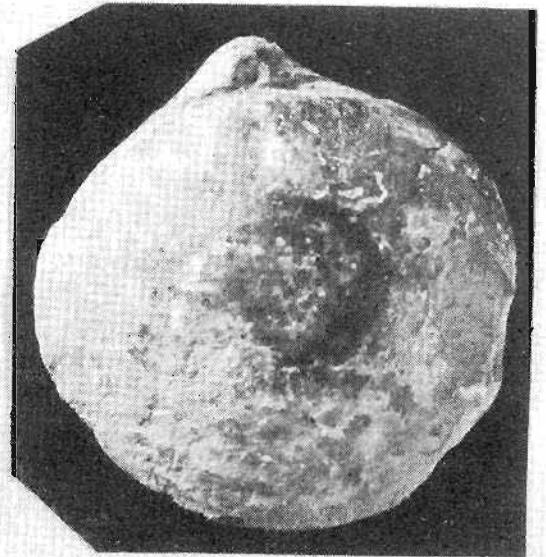
3a



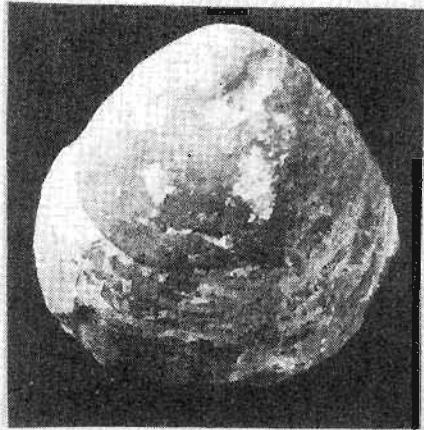
2a



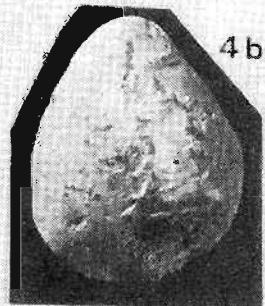
4a



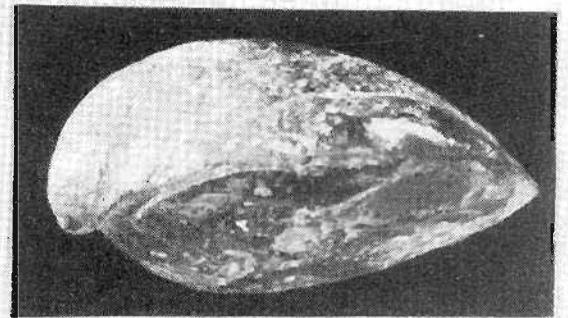
3b



2b



4b



3c



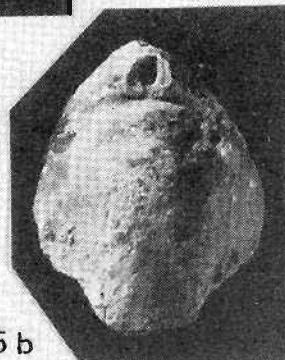
2c



4c



5c



5b



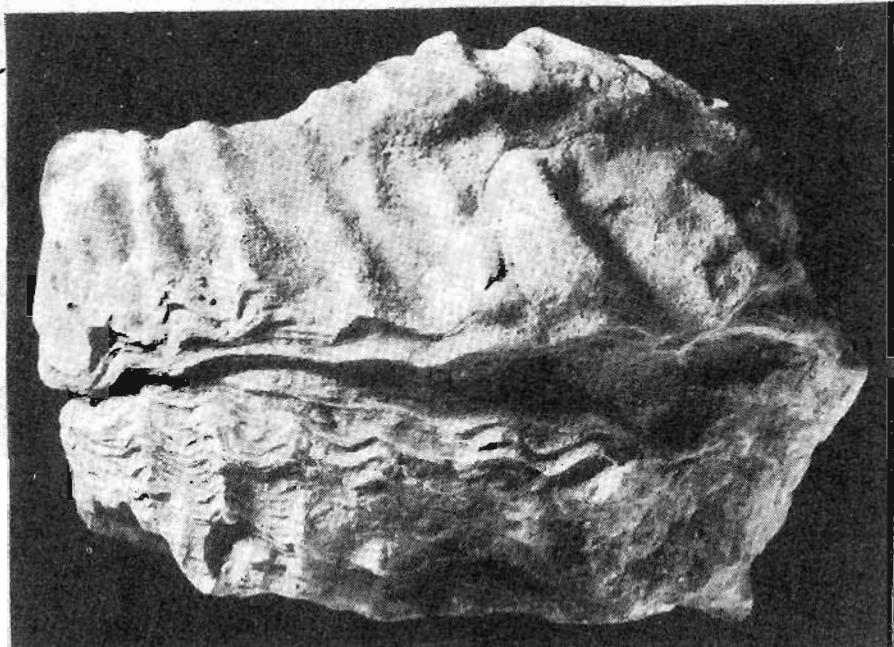
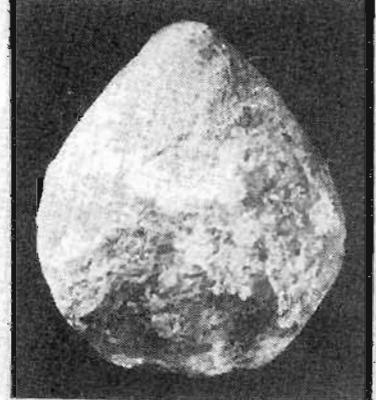
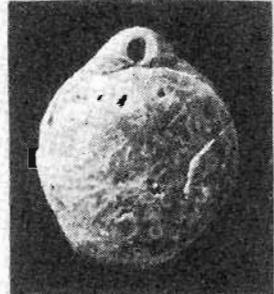
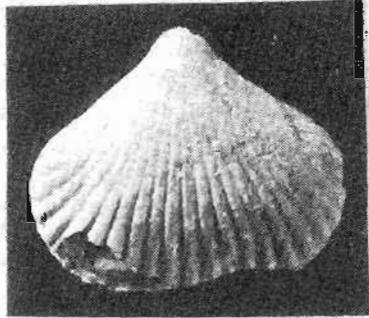
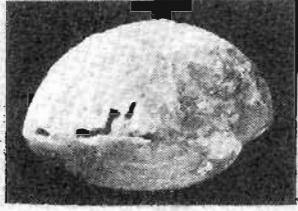
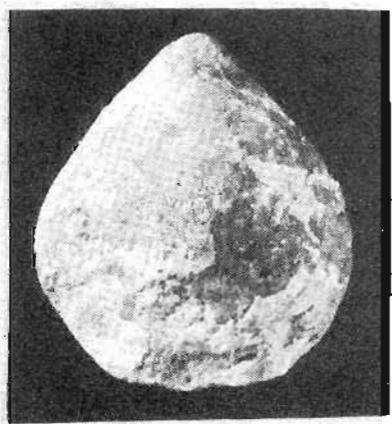
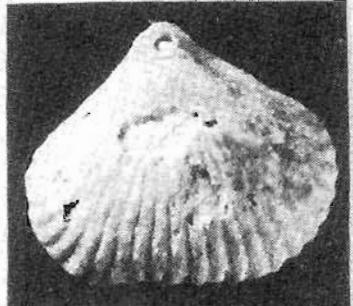
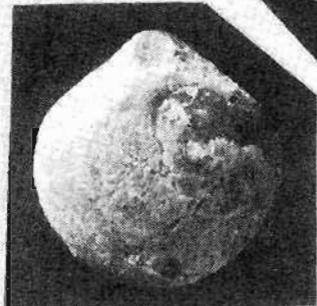
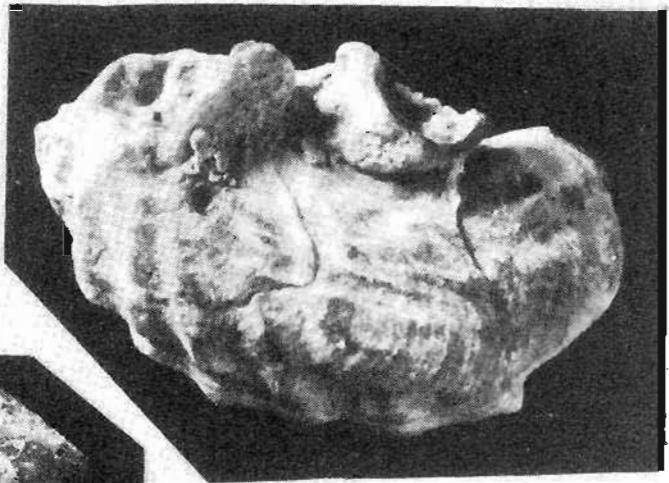
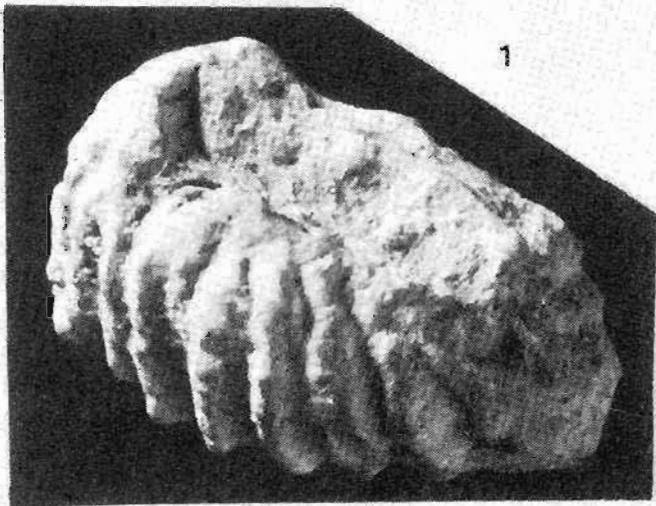
5a

## LAMINA II

- 1 y 2. *Ceratostreon* aff. *tuberculiferum* (KOCK & DUNKER). Cala de la Calella. (x 4).  
3 a-c. *Sellithyris longella* (LEYMERIE). Cala Viuda. (x 1,5).  
4 a-c. *Tamarella oweni*. PEYBERNES & CALZADA. Cala Viuda. (x 1,5).  
5 a-c. *Tamarella oweni*. PEYBERNES & CALZADA. Cala Viuda. (x 1,5).  
6 a-c. *Cyclothyris aturica* (LEYMERIE). Cala Viuda. (x 1,5).  
7. *Ceratostreon* aff. *matheroni* (BAYLE). W de la Cantera de la Pista Militar (L'Escala). (x 1,5).

Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja

lámina II

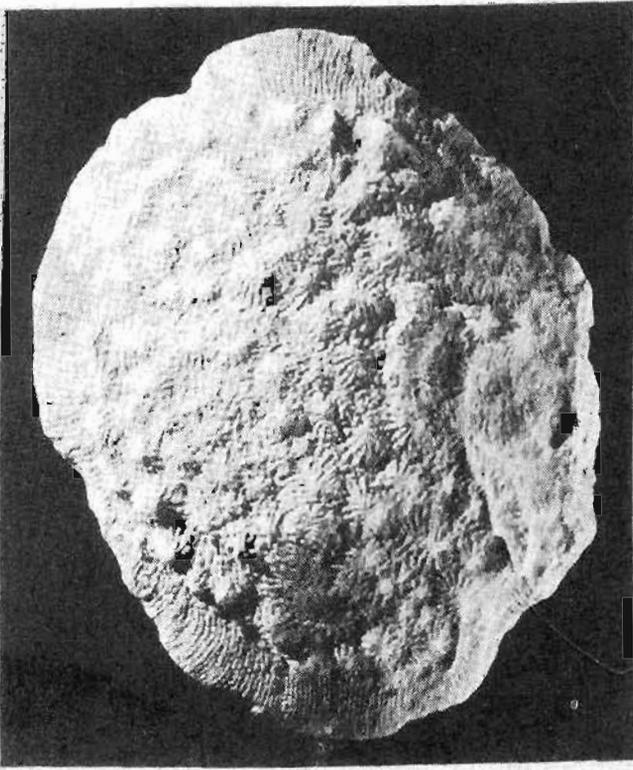


### LAMINA III

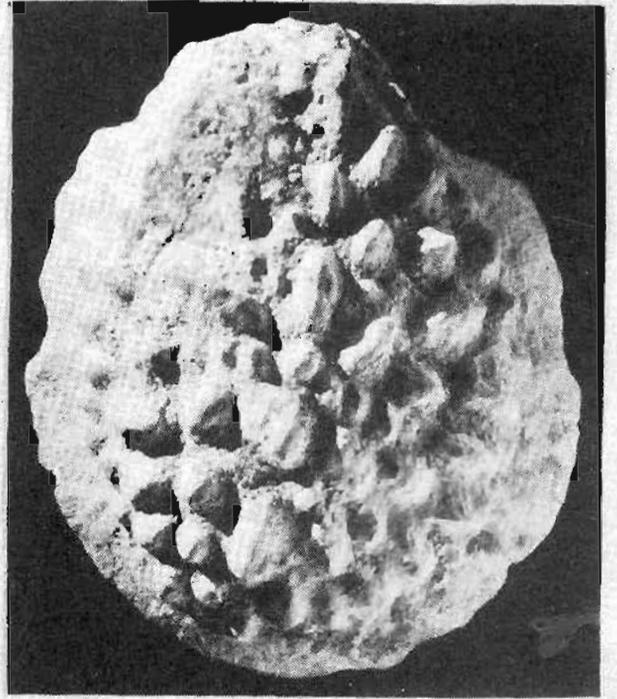
1. *Aspidiscus felix* RENZ. Puig de la Reina. (x 1,5).
2. *Aspidiscus felix* var. *montgrinensis* SOLE. Puig de la Reina. (x 1,5).
- 3 y 4. *Apricardia toucasiana* (D'ORBIGNY). Puig Pla. (x 1,5).
- 5 a,b. *Rastellum (Arctostrea) carinatum* (LAMARCK). Cala Viuda. (x 1,5).

Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja

lámina III



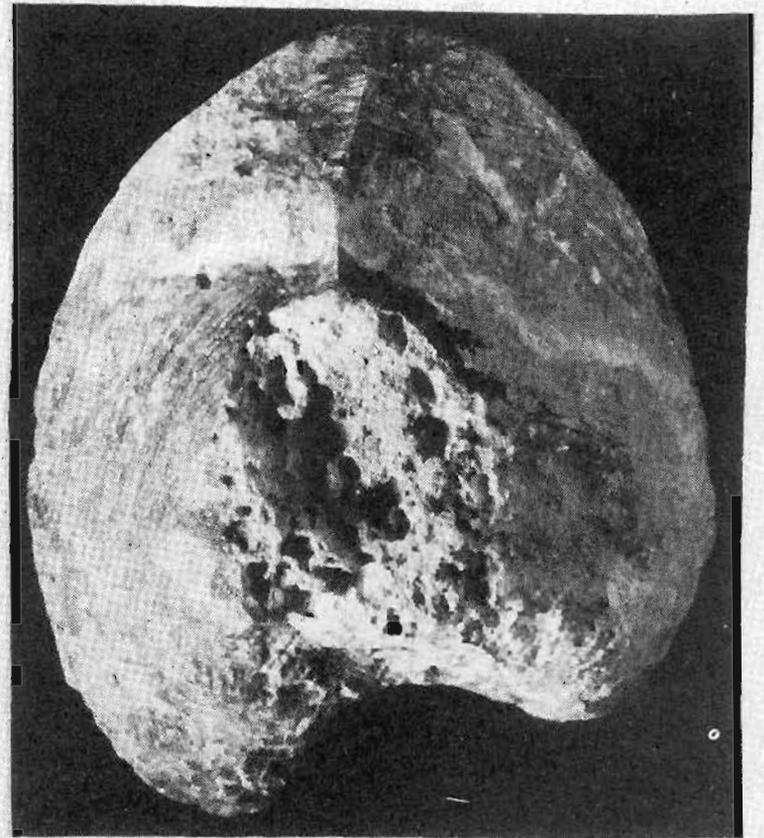
1



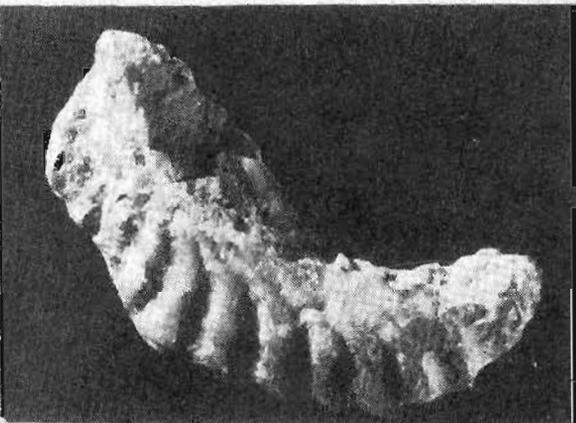
2



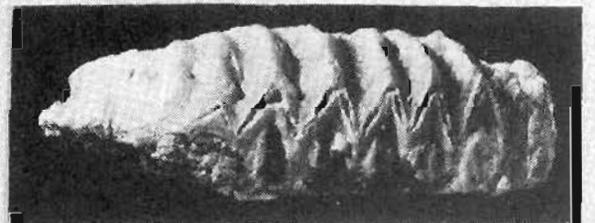
3



4



5 a



5 b

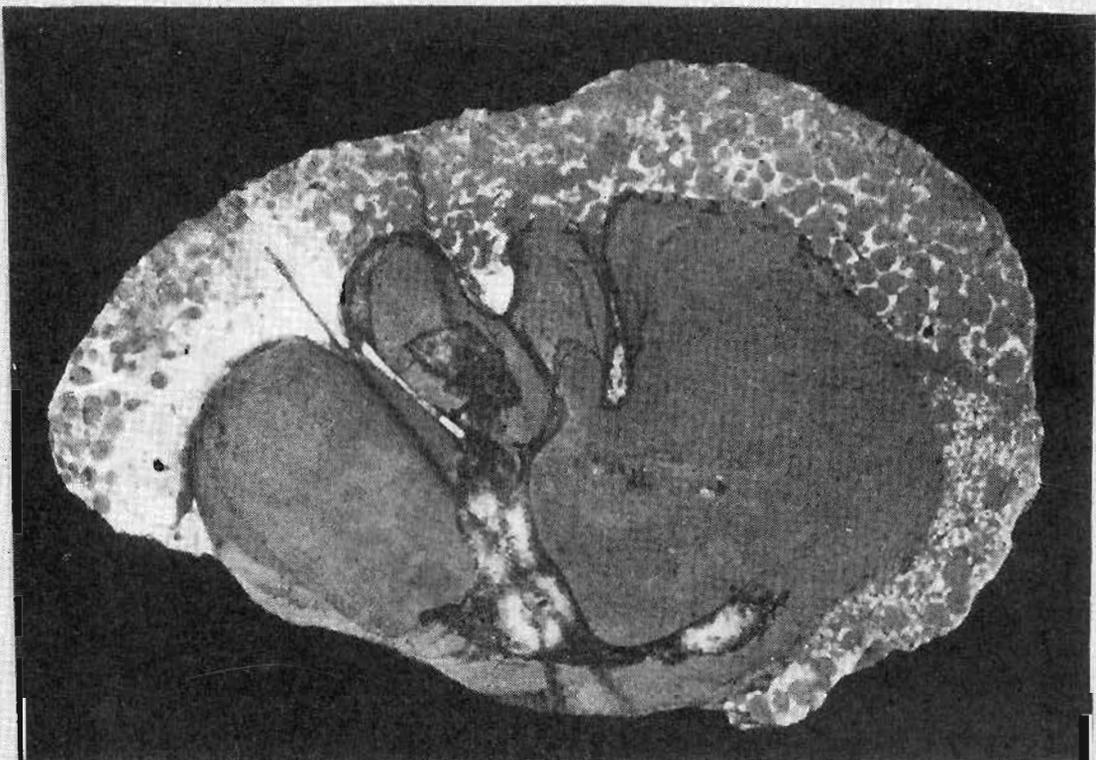
#### LAMINA IV

1. *Praeradiolites plicatus* (LAJARD, NEGREL, TOULOUZAN). Puig Pla. Sección por la valva inferior. (x 1,5).
2. *Hippurites (Vaccinites) dentatus*. MATHERON. Santa Caterina. Sección por la valva inferior. (x 1,5).

Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja



1

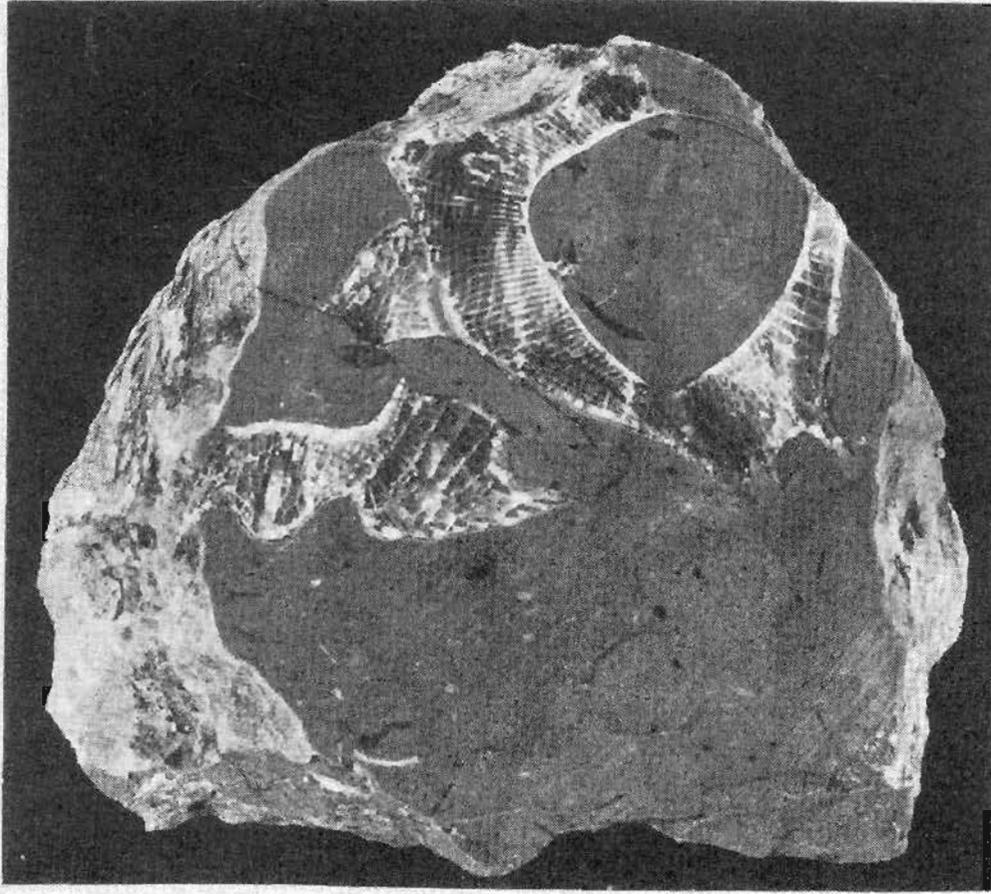


2

## LAMINA V

- 1, 2 y 3. *Biradiolites fissicostatus* D'ORBIGNY. Puig Pla. (x 1,5). 1: Sección por la valva inferior.
4. *Radiolites galloprovincialis* MATHERON. Santa Caterina. (x 1,5). Vista lateral.
5. *Neithea (Neitheops) aff. faujasi*. PICTET & CAMPICHE. Santa Caterina. (x 1,5).

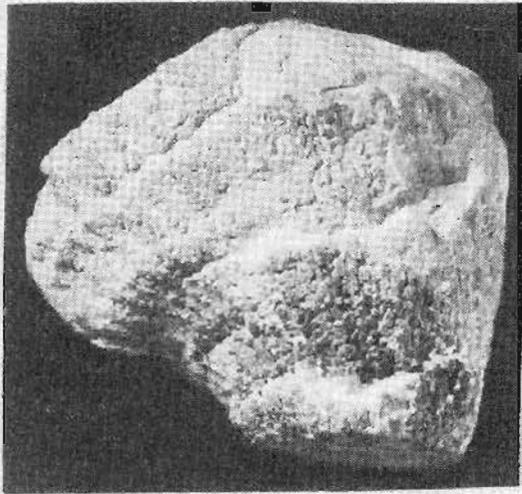
Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja



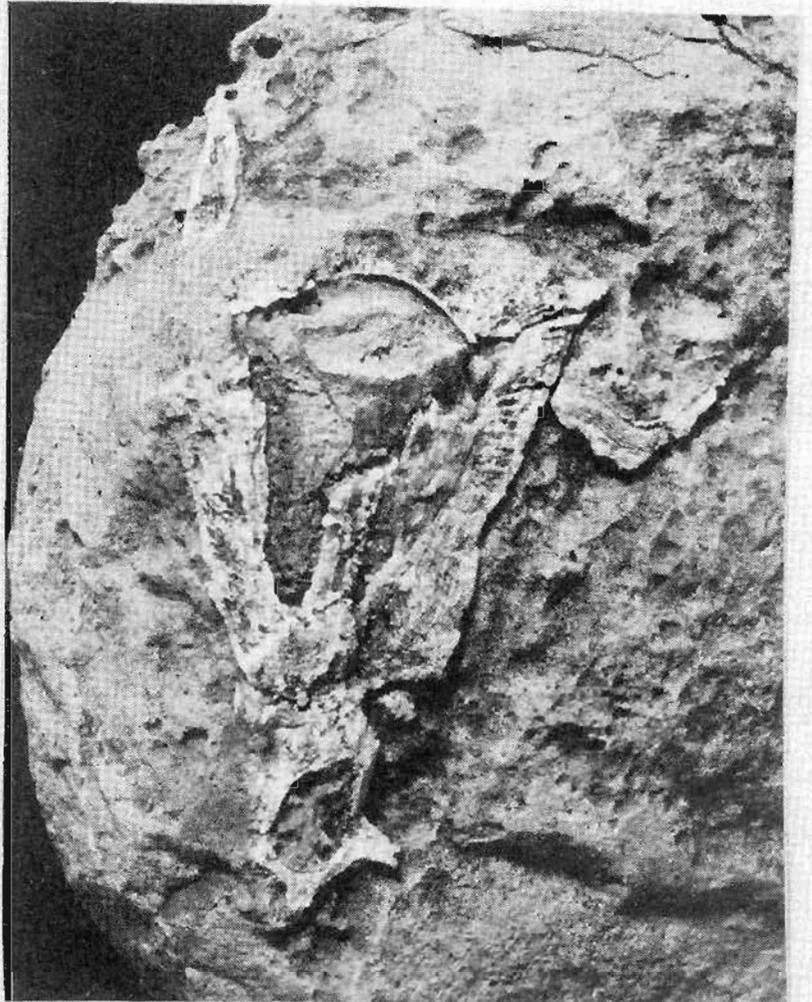
1



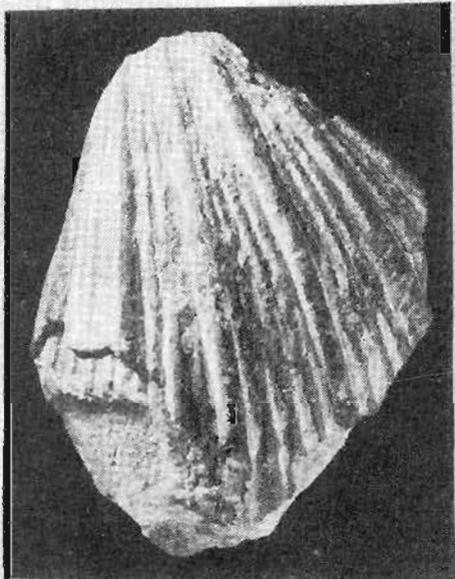
2



4



3



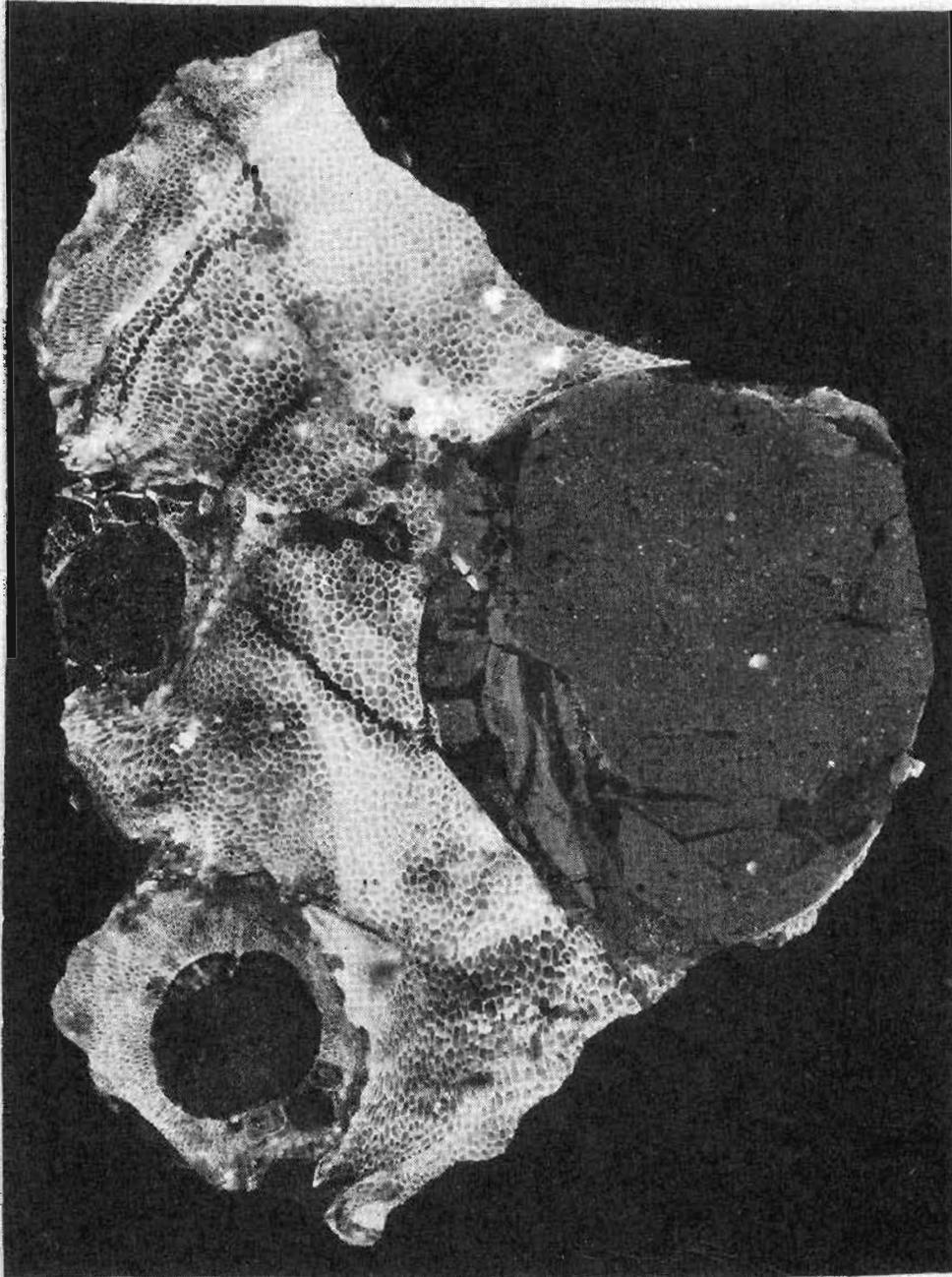
5

## LAMINA VI

1. *Sauvagesia aliciae* PONS y *Medeella (Fossulites) undaesaltus* (ASTRE) (los dos ejemplares más pequeños; izquierda de la fotografía). Santa Caterina. (x 1,5). Sección por las valvas inferiores.
2. *Sauvagesia aliciae* PONS. Santa Caterina. (x 1,5). Vista lateral.
- 3 a,b. *Hippurites (Orbignya) microstylus* DOUVILLE. Puig Pla. (x 1,5). 3a: vista lateral. 3b: sección por la valva inferior del mismo ejemplar.
- 4 a b. «*Ostrea*» *priorati* VIDAL. Muntanya d'Ullà. (x 1,5).

Fotografías: J. M.<sup>a</sup> Moraleja

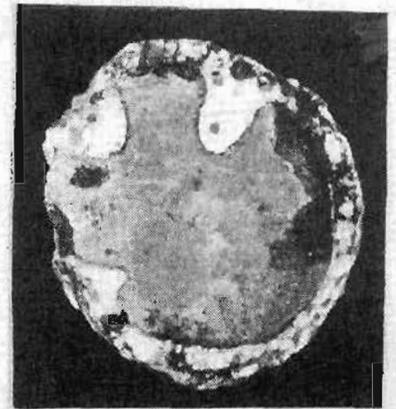
lámina VI



1



3 a



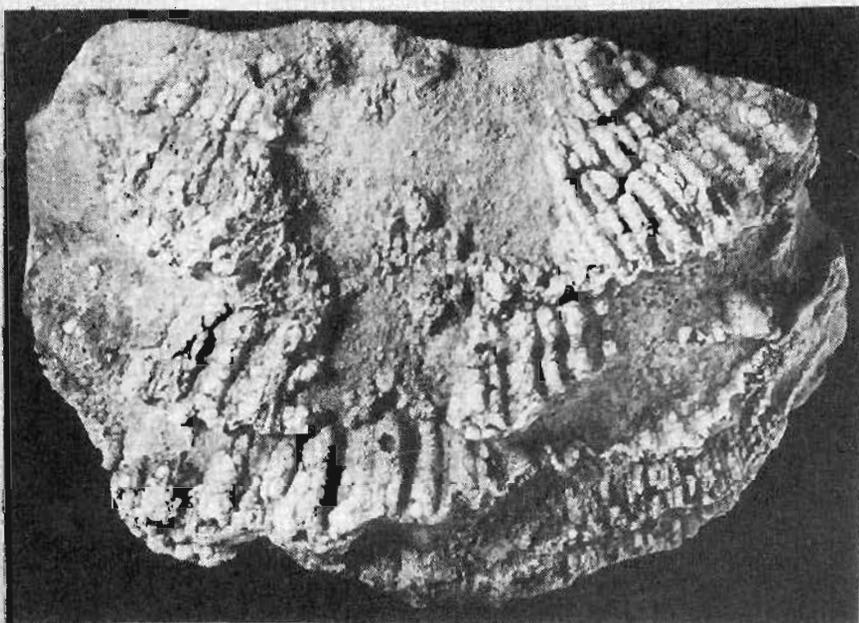
3 b



4 a



4 b



2