

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA  
CON LA COLABORACIÓN DE LA  
EXCMA. DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE GERONA

---

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

## EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 295

# BAÑOLAS

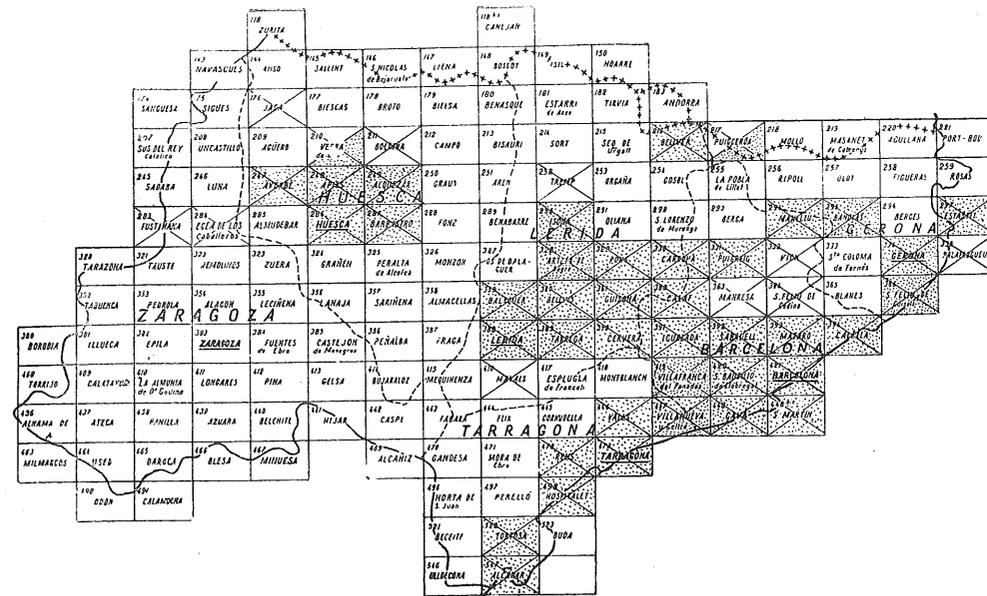
(GERONA Y BARCELONA)

---

MADRID  
TIP.-LIT. COULLAUT  
MANTUANO, 49  
1953

# TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE BAÑOLAS, NÚMERO 295



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por D. JOSÉ MARÍA RÍOS y D. VALENTÍN MASACHS ALAVEDRA.

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la Región, D. FERNANDO DE BENITO.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

 *Publicada*
 *En prensa*
 *En campo*

## PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe .....	D. Fernando de Benito.
Subjefe .....	D. Agustín de Larragán.
Ingeniero .....	D. Antonio Almela.
Ingeniero .....	D. Augusto de Gálvez Cañero.
Ingeniero .....	D. Eduardo Alastrué.
Ayudante .....	D. Gregorio Ramírez Gil.

## ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Rasgos geológicos y antecedentes.....	5
II. Rasgos geográficos.....	13
III. Estratigrafía.....	23
IV. Vulcanismo....	55
V. Tectónica e historia geológica.....	89
VI. Hidrología subterránea.....	99
VII. Minería y canteras.....	113
VIII. Bibliografía.....	119

## I

## RASGOS GEOLÓGICOS Y ANTECEDENTES

### Rasgos geológicos de la Hoja

La Hoja de Bañolas se encuentra enclavada en el punto de unión de la Cordillera Prelitoral Catalana con el Prepirineo.

Por el SO. de la Hoja asoma la primera, con el macizo paleozoico de las Guillerías y materiales terciarios de la cuenca del Ebro que, en parte, lo recubren; hacia el límite norte de la Hoja los materiales aparecen plegados aproximadamente E.-O., según directrices prepirenaicas.

Todo el conjunto de terrenos situados entre las Guillerías y las primeras y suaves estribaciones del Prepirineo aparece fuertemente fracturado en dovelas gigantes por fallas NO.-SE.; la falla cuyo curso sigue el río Brugent, lo mismo que la de San Juan de Fábregas (en la hoja de Manlleu) afecta a las Guillerías y las fragmenta; la falla de Granollers de Rocacorba, aproximadamente paralela a la anterior, también. Estas tres fallas sucesivas van hundiendo el terreno hacia el NE. y constituyen una colosal gradería que debe interpretarse como la terminación septentrional de la Cordillera Prelitoral Catalana, terminación conocida por Sistema Transversal Catalán.

Más al Este de la falla de Granollers de Rocacorba se encuentra la falla de Adri, la cual tanto puede alinearse con las del Sistema Transversal como con el sistema de fracturas periféricas del Ampurdán, de la que es falla maestra la de Bañolas, de dirección N.-S., con derivación luego al SE., y que se presenta en el ángulo NE. de la Hoja. El Ampurdán vendría limitado al Oeste por esta falla y quizá la de Adri, por lo que se extiende por la parte oriental de la Hoja.

Los fenómenos volcánicos han puesto su sombrío tinte en zona tan fractu-

rada, y por el NO. asoma en la Hoja parte de la zona volcánica de Olot, a la vez que la falla del Brugent viene jalonada por dos volcanes, por coladas y una fuente acídula; la de Granollers por los volcanes Puig Moner y Puig de la Banya de Boch, y la de Adri por el volcán de este nombre.

El croquis que acompaña (fig. 1), da cuenta de esta disposición.

### Antecedentes: Geología general

Esta zona en que enclava la Hoja de Bañolas, empezó a atraer la atención de los curiosos, viajeros y hombres de saber, antes que la Geología se empezase a desarrollar como ciencia. Fue motivo de ello el curioso fenómeno de los volcanes de la comarca de Olot, que fueron bien pronto relacionados con los terremotos, con frecuencia intensos, y a veces catastróficos, que sacudieron repetidas veces al país.

La primera obra de conjunto que conocemos es la «Descripción geognóstica y minera del Distrito de Cataluña y Aragón» (66), compuesta por el ingeniero de Minas D. Amalio Maestre, en 1844. Estas «Descripciones» son verdaderas obras venerables de la Geología española, antecesoras de las Memorias provinciales, que iniciadas con la de Madrid, en 1864, constituyeron una serie de brillantes trabajos en los que colaboraron Casiano de Prado, Mallada, Vidal, Palacios, Adán de Yarza, etc., los más ilustres nombres de la Geología española. Son bellos trabajos originales, cuyos materiales hubieron de recoger recorriendo paciente y penosamente las regiones, sin la comodidad que los medios actuales de locomoción nos suministran, por sí mismos, y por hacernos más fácilmente accesibles puntos de base de más agradable estancia que los que ellos tenían forzosamente que soportar. Pero estos geólogos poseían ya, al menos, una herramienta geológica desarrollada. En cambio, en los estudios geognósticos de primerísima época se valían aún de la primitiva clasificación de Werner, más o menos evolucionada. Precisamente en estos mismos años, alrededor de 1847, se publicaba en España la traducción de los «Elements of Geology» de Charles Lyell, hecha por Ezquerro del Bayo, el primer texto universal de Geología y un verdadero clásico de esta ciencia.

Los autores de las primeras descripciones geognósticas de la región las realizaron antes de conocer aquella y, por consiguiente, antes de que la clásica división de los tiempos geológicos, difundida por Lyell, sustituyera rotundamente a las más rudimentarias de Werner y Hutton. Resulta, pues, muy confu-

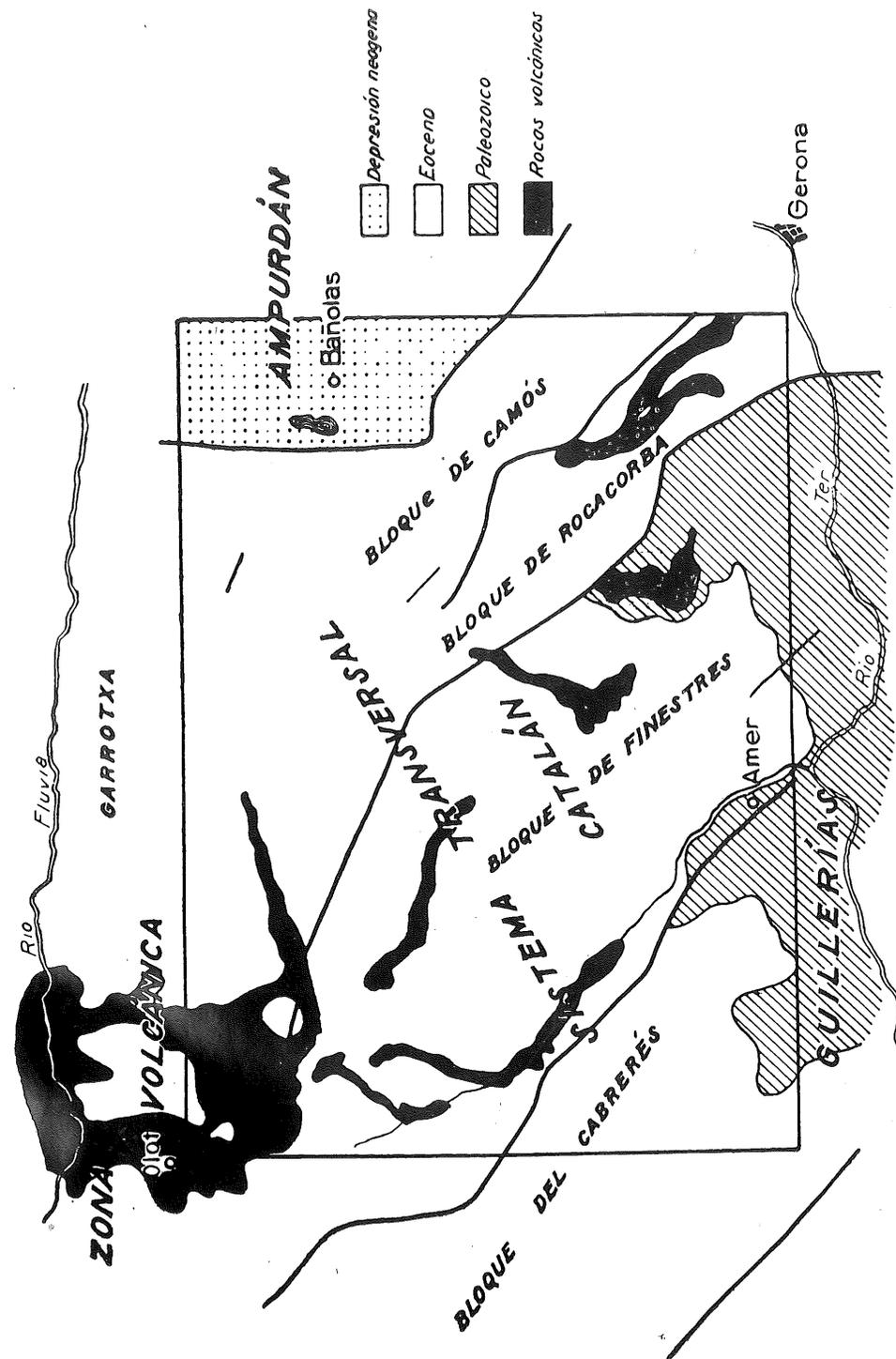
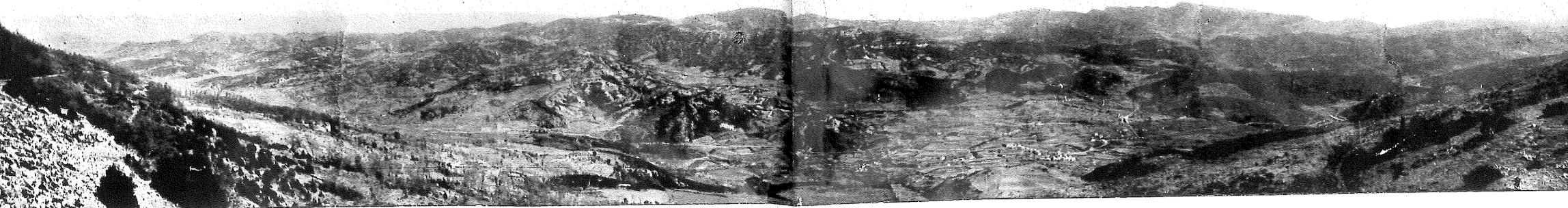


Fig. 1—Grandes unidades geológicas que integran la Hoja de Bañolas.



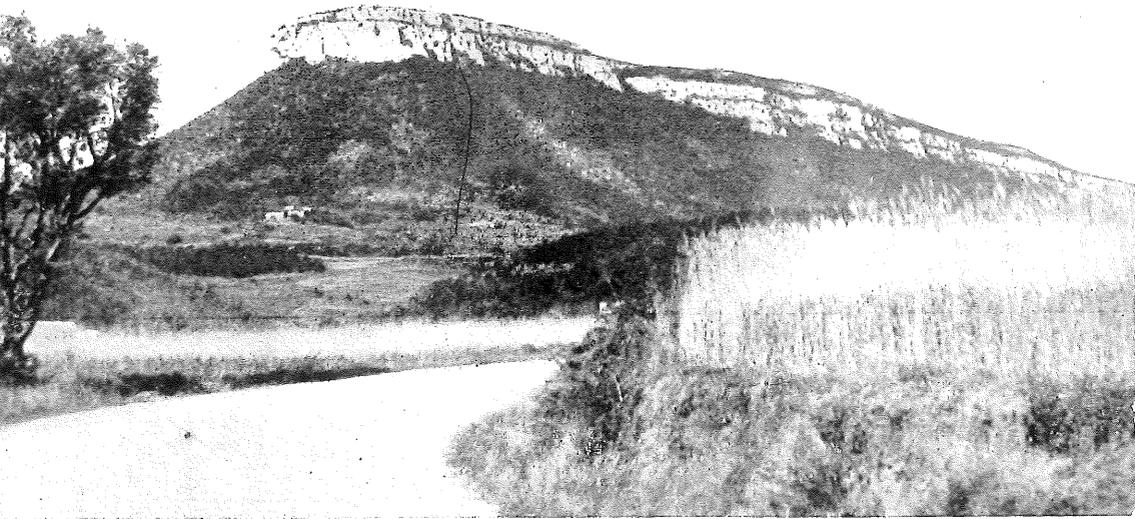
Fot. 1.—Panorámica desde las inmediaciones de La Salud. En el centro, valle del Brugent; en el fondo, cresterías del Corb, Finestras, Rocacorba.

Fot. 2.—Cingles lutecienses del Far; el santuario se halla en la tábula que se prolonga en espolón en el fondo; a la derecha hondonada de la riera de Rupit (Guillerías).



Fot. 3. — Cingles lutecienses de La Guyola.





Fot. 4.—Tábula de Sant Roc; calizas del Luteciense inferior.

Fot. 5.—Rocacorba. Los materiales detríticos luteciense-auversiensés forman el potente cejo.



sa, y al mismo tiempo muy curiosa, la lectura de esta descripción del distrito minero que, con su cabecera en Tarragona, abarcaba Cataluña y la provincia aragonesa de Teruel y partes bajas de Huesca y Zaragoza.

Consideraba Maestre divididos los terrenos pirenaicos en: primitivos, intermedios o de transición, representados por el grupo de la grawaca, y por los secundarios o carboníferos con todas sus rocas accesorias; luego considera el Oolítico, y termina la serie estratigráfica el Cretáceo. Añadía las rocas eruptivas, citando los pórfidos del Carbonífero y las ofitas del Cretáceo, así como los basaltos, desde la época terciaria hasta tiempos muy próximos a los históricos. Es, pues, la división de Werner, ya bastante modificada y evolucionada; precisamente esta mezcla de ideas arcaicas, con otras ya más evolucionadas, es lo que hace más confusa la lectura y discriminación de los datos que aporta.

En los terrenos primitivos, o de no sedimento, incluía los granitos. Cita luego como rocas que siguen inmediatamente al granito, los gneis y las mica-citas y rocas afines. Estudia el caso de las calizas marmóreas, señalando en ellas los efectos metamórficos de temperatura y presión, por contacto con las rocas ígneas, que les suministraron su aspecto cristalino, borrando la estratificación primitiva; es, pues, uno de los primeros seguidores de las ideas expuestas por L. von Buch. En el grupo de transición incluye las pizarras, o capas fosilíferas inferiores (el Cambriano y el Siluriano) y las grawacas (el Devoniano y quizá parte del Carbonífero), así como las formaciones carboníferas. Inicia el grupo cretáceo con la «nueva arenisca roja», el Permiano, o, en nuestro caso, el Permotrias o el Bunt, pero que identifica con la formación de la arenisca verde o segundo término del grupo cretáceo. La confusión es, en todo caso, muy grande, ya que la descripción corresponde bien al Bunt o al Permotrias, pero la alternancia que indica con margas y calizas de *Hippurites*, *Cyclolites*, etc., muestra que la interpretación tectónica era excesivamente simplista. Las calizas fértidas, de cuyas oquedades fluye betún en algunos sitios, y que descansan sobre el grupo de las areniscas verdes, pudieran ser las correspondientes al Cretáceo inferior, pero en el mismo grupo incluye, además, las calizas con *Nummulites* y las margas azules. La inmensa formación de conglomerados que se superpone al conjunto, y que considera como el último término del grupo cretáceo, debe de corresponder a los del Oligoceno. Saliendo del Pirineo, distribuye el resto de las formaciones en: Terciaria marina, que cubre los llanos del litoral y lacustre; y Oligoceno, que es la de todos los llanos del interior. Aquí, con una tectónica sencilla, las descripciones son mucho más claras y precisas. Cita las ofitas, que surgen a la superficie atravesando diferentes formaciones, acompañadas de sal gema, yesos y margas (evidentemente el Keuper), sin que se explique la asociación de rocas tan distintas.

A título de curiosidad, y como muestra de respeto a nuestros más viejos geólogos, he entresacado las anteriores ideas de Maestre. En ellas hay un gran desequilibrio entre los conocimientos petrográficos, exactos y precisos, y los geológicos, pero no olvidemos que estamos aún en 1840, en los albores de la geología española, y que estos hechos geológicos confusos son como aquellos cimientos ya medio borrados de ciclópeas construcciones, sobre los que se constituyeron luego poderosos castillos que han desafiado el paso de las centurias. Es, sin duda, la complicada tectónica, para cuya maraña no había aún clave, la que introdujo la principal confusión, a la que se ha de añadir unos conocimientos estratigráficos aún imprecisos. Son muy interesantes también los datos mineros, y merecería la pena hacer la revisión detallada de ellos, que quizá diera la pista de riquezas caídas en olvido, o de otras, que entonces no lo fueran, y hoy, merced a los adelantos alcanzados en el arte de la preparación de las menas, podrían resultar interesantes. Estos datos mineros son copiosos y precisos.

En realidad, pocas referencias, o apenas alguna, encontramos a puntos precisos de nuestra zona, excepto en los apartados en que trata de los terrenos volcánicos y de las calizas con *Nummulites*. El primero, lo consideraremos en nuestro estudio de los volcanes. Respecto a las segundas, dice que, pasado Sellent (C-1), y continuando la ruta hacia Gerona, concluido el terreno volcánico, se empieza a marchar sobre las capas de caliza de la creta, que contienen *Nummulites*, y poco después se cortan unas colinas de margas azules, de la misma formación, que se continúan por media legua hasta las inmediaciones de la llanura de Bañolas (E-2).

Reseña también que esta llanura es el fondo de un lago terciario de agua dulce, en la que se ha depositado, por lechos, una caliza cavernosa, con impresiones de hojas, muy ligera, que los habitantes de Bañolas denominan «tosca», y que cortada con sierra, como si fuera madera, emplean para la construcción de edificios con infinitas ventajas sobre otros materiales.

Cita la existencia de una fuente sulfurosa, muy cargada de hidrógeno sulfurado libre, la Font Pudosa del actual balneario; y señala el empleo en el país de la caliza con *Nummulites*, como hermosa piedra de construcción.

Treinta años más tarde, en 1874, aparece la publicación de Bauzá (13), en la que se siguen ya las normas de Lyell en cuanto a estratigrafía y se observa —de acuerdo con el estado de la Ciencia geológica en aquella época— la carencia de apreciación tectónica.

En lo que hace referencia a nuestra Hoja, cita las formaciones plutónicas y el Paleozoico de Amer-Anglés-Carós (B-4), en las que identifica granito, pórfi-

dos, porfiritas, pizarras micáceas, arcillosas y silíceas y, además, cuarcitas y calizas marmóreas.

Señala los criaderos de galena, con rumbo aproximado N.-S., del tipo arrosariado, que contienen además: blenda, antimonita, hematites y fosfatos y carbonatos de plomo, con ganga de baritina, cuarzo, calcita o fluorita.

Pasa rápidamente sobre el Nummulítico y no se enfrenta con la cuestión de su división estratigráfica.

Vidal, en 1886, publica su conocida «Descripción física, geológica y minera de la provincia de Gerona» (118), en la que se aprecia su recia personalidad científica y su profundidad y seriedad en el trabajo.

La extensión que le concede, muy superior a la de Bauzá, nos permite hacernos cargo del detalle y valor del mismo.

Vidal se plantea, por primera vez, la cuestión de la estratigrafía del Nummulítico y en él distingue:

1.º Una base constituida por caliza de *Alveolinas* y *Miliolites* con, a veces, algunos *Nummulites*.

2.º A continuación caliza con *Nummulites perforata* y *N. Lucasana*.

3.º Gran espesor de margas con gasterópodos, lamelibranquios y equínidos.

4.º Finalmente, conglomerados equivalentes a la pudinga de Palassou.

Para ilustrar esta división presenta un inmejorable corte de San Clemente de Amer a la ermita de Santa Elena (C-4).

En las margas señala diferentes niveles yesíferos, ya junto a la caliza del muro o al techo de conglomerado, lo que nos muestra la aguda percepción del autor y su falta de prejuicios estratigráficos.

Las capas de *Bulimus gerundensis*, en cambio, las sitúa en el Garumnense, de acuerdo con una publicación anterior suya, y así figura este horizonte en el Cretácico superior.

Considera arcaico el Paleozoico de Susqueda-Amer (B-4), y observa atinadamente cómo no existen en sus contactos con el granito las extensas aureolas gnéissicas típicas del Pirineo. El Paleozoico de las Gavarras lo reconoce, en cambio, como Siluriano.

Es Vidal quien cita los fósiles de Palausacosta, que considera pliocenos, lo mismo que el travertino de Usall (E-1), a la vez que reconoce la edad cuaternaria de la toba del nivel de Bañolas (E-2).

Cita una noticia de Chia sobre la presencia en Sarriá de Dalt (E-4), de hileras con fósiles que considera cuaternarios.

Vidal cierra con magnífico broche la serie de «Descripciones» que afectan directamente a la provincia de Gerona, para abrir paso a los investigadores

posteriores, que han profundizado con ahinco en temas más circunscritos y elaborado un material que permite ya una refundición, dentro del marco provincial, de una suma de conocimientos geológicos capitales.

Una publicación de este tipo — que podría ser la explicación del Mapa 1 : 200.000 — sería el mejor modo de hacer resaltar lo valioso de tal aportación, fragmentada ahora entre las diversas hojas del 1 : 50.000, y apreciar el avance logrado desde los tiempos que Vidal iluminara con sus grandes conocimientos y su fecundo trabajo.

De los trabajos de Vidal pasamos ya a otros más recientes y modernos, y que han sido trazados sobre cartografías más perfectas. Nos referimos a los de H. Ashauer (1934) (5), Ashauer y Teichmüller (1935) (6), Almela y Ríos (1943) (1) y Marcet Riba (1945-1948) (67-71), en que se estudian en conjunto, es decir, regionalmente, problemas estratigráficos y tectónicos de la región en que enclava la Hoja. Éstos son quizá los más salientes entre los que pudiéramos llamar contemporáneos, por ofrecer, como hemos dicho, no temas monográficos, sino exposiciones que abarcan y arrastran cuestiones geológicas de conjunto. Además, hay otros muchos autores que se han ocupado de aspectos parciales y que, aun siendo de gran interés, no podemos analizar aquí detenidamente, pues son tantos los trabajos que afectan a esta región que su análisis resultaría interminable. En el resumen bibliográfico se encontrará cita de la mayor parte de ellos. En cuanto a los que hemos mencionado al principio de este párrafo, tampoco nos pararemos a analizarlos aquí, puesto que se hace referencia a ellos en el texto cuando se ha creído conveniente discutir o subrayar sus afirmaciones.

Pero es preciso que dediquemos atención especial al fenómeno vulcanológico, tan espléndidamente representado en esta región, y que podemos considerar como una cuestión aparte que ha atraído a numerosos y famosos vulcanólogos a su estudio.

### Vulcanismo

Uno de los primeros estudios realizados en la comarca volcánica de Olot por un verdadero geólogo (\*), y éste fue nada menos que sir Charles Lyell,

(\*) El geólogo americano Maclure es el que primero señaló la existencia de los volcanes en 1808 (Journ de Phys. 1808, vol. LXVI, p. 219) (64), citado por Daubeny. «Description of Volcanos», p. 24.

apareció en la segunda edición de sus «Elements of Geology». Nosotros hemos dispuesto para consulta de la 6.ª edición de la traducción francesa, por M. J. Ginestou, publicada por Garnier, en París, sin fecha, pero después de 1864 (61). La 1.ª edición original apareció en 1838. La 2.ª, en 1842. Este gran geólogo visitó la comarca volcánica de Olot durante el verano de 1830. Introduce su descripción con un mapa y una breve reseña geológica. En el mapa aparecen señaladas, en sus líneas más generales, las zonas con coladas basálticas, notándose la omisión del grupo de Granollers-Canet de Adri (C-2, D-3). Un poco presuntuosa resulta la afirmación de Lyell, quien nos asegura que su mapa da una representación exacta de la verdadera superficie volcánica. Respecto de las formaciones en que la erupción ha tenido lugar, cita rocas fosilíferas, constituidas por una arenisca gris y verdosa con conglomerados de cantos rodados de cuarzo, caliza y lidiana, así como por algunos lechos potentes de caliza nummulítica. Señala la zona metamórfica de las proximidades de Amer (B-4), con gneis, micacitas y pizarras arcillosas. La edad del vulcanismo es, según Lyell, post-pliocena o neo-pliocena; asimismo expresa que la geografía física de la región no ha cambiado desde el comienzo de la era de erupciones, salvo en los elementos topográficos, conos de escorias y coladas basálticas, añadidas por el vulcanismo mismo.

Describe luego los conos volcánicos de la zona de Olot, señalando que varios de ellos están tan completos como los de los alrededores de Nápoles o de las vertientes del Etna. De los de nuestra Hoja de Bañolas cita el de Santa Margarita (A-1), el más grande de toda la comarca, con kilómetro y medio de circunferencia y 137 metros de profundidad. Y también señala los depósitos de cenizas entre Olot y Sellent (A, B-1), con su carácter de arrastre y sedimentación eólica. La estructura de las coladas de lava las detalla en Sellent (C-1): sobre las formaciones sedimentarias, inclinadas y sedimentadas, ha caído una lluvia de arenas y escorias volcánicas. Por encima ha discurrido, sin arrastrarla y protegiéndola de la erosión, la colada basáltica, que en la base está dividida en prismas, durísimos y compactos; menos compacta es la capa inmediata que se divide en lajas o placas; más arriba es escoriácea, pero poco porosa y de textura esferoidal; la parte más alta es francamente escoriácea. En la colada que discurre desde Las Planas hasta Amer (A-3, B-4), observa la presencia del Cuaternario en un lecho de varios metros de espesor, comprendido entre las formaciones ígnea y marina, y ese Cuaternario no contiene restos de rocas volcánicas. El corte más hondo que han producido los ríos en las lavas lo observa en San Felú de Pallerols (A-3), frente al Castell de Hostolés. La lava rellena el valle, y el río ha entallado en estas durísimas rocas hasta 30 metros de profundidad, llegando a mostrar la base, de estructura prismático-columnar. Claro es que el Brugent tiene allí carácter torrencial,

pero, de todos modos, un plazo de tiempo considerable ha debido ser necesario para desgastar a tal profundidad una roca tan dura.

Se ocupa también de los famosos «bufadors», u oquedades por las que en verano se escapa una corriente de aire frío. Las explicaciones de los nativos son más o menos fantásticas, pero Lyell da su explicación natural: es el aire frío que escapa de las húmedas y frescas cavernas al calentarse, en los calurosos veranos, el de los valles.

Don Amalio Maestre, el ilustre ingeniero de Minas, dedica (66) seis páginas al estudio de los terrenos volcánicos de la región de Olot. Después de describir la extensión de la zona volcánica, con límites algo exagerados hacia el Sur, explica las características de la formación, compuesta de basaltos azulados, grises y, a veces, negruzcos, muy compactos, duros, sonoros, en cuya masa se hallan cristales de zeolita y de olivino. Unas veces en masas informes, como las que forma la materia fundida de un horno alto al escaparse por un terreno algo inclinado; otras, cristalizados en prismas de cuatro, cinco, seis o siete caras; y de dos, tres o cuatro palmos de grueso; o en bolas que proceden de la descomposición de la roca por los agentes atmosféricos.

Se encuentra también inmensa cantidad de lavas escoriosas, más o menos finas y esponjosas, que a veces lo son tanto que sobrenadan en el agua, y tienen un color negro, que pasa al rojo vivo cuando se alteran por el aire; bolas de la misma materia, compuestas de capas concéntricas de escaso grosor, y cuyo interior suele estar vacío y tapizado de cristales blancos de zeolita, y puzzolanas o cenizas volcánicas de color rojo, gris o negro, dispuestas en capas.

En algunos lugares se encuentran las lavas recubiertas de concreciones calizas, y en otros, diseminados entre las cenizas, aparecen unos cristales negros, al parecer de turmalina, sin duda procedentes de alguna roca granítica fundida en aquellos grandes laboratorios de la naturaleza.

Recomienda la visita a los volcanes de Croscat (A-1) y de Santa Margarita (A-1), como los más grandes, completos y aparatosos. Llama también la atención sobre las curiosas «grederas» de Santa Pau (B-1), y realmente son notables estos sombríos depósitos de escorias y cenizas puzzolánicas. Relata Maestre cómo los carreteros, que traían vinos del Ampurdán, cargaban, de regreso, las «gredas» o cenizas puzzolánicas, como material para una excelente argamasa hidráulica, haciéndola pasar luego como auténtica, traída de Italia. La vendían a precios de hasta ocho y diez reales el quintal.

En el capítulo «Vulcanismo» se hace mención de los trabajos más importantes entre los del presente siglo.

## II

### RASGOS GEOGRÁFICOS

El área representada por la Hoja de Bañolas pertenece casi por entero a la provincia de Gerona, y la ciudad que le da el nombre, Bañolas (E-2), puede decirse que está en el centro geográfico, en el corazón, de esta provincia de irregulares contornos. No obstante, una pequeña porción representada en el ángulo SO. de la Hoja corresponde al entrante que, para incluir a Santa María de Coreó, introduce en cuña la provincia de Barcelona en la de Gerona.

Corresponde a una zona montañosa en general (fot. 1), de acusado relieve, y sus alturas máximas se encuentran en el pico de Finestras (B-2), con 1.023 metros de cota, y en el espolón del Far (A-4), con 1.123 metros de altura. Las cotas mínimas, en el ángulo SE. de la Hoja, con 100 metros de altura, y en las llanadas de la margen Este, en el valle del Terri (E-2), con análoga cota. Sus montañas pertenecen, por una parte, al sistema Pirenaico y, por otra, a la Cordillera Catalana; las estribaciones de ambas cadenas vienen a juntarse en esta Hoja.

Tres comarcas naturales aparecen parcialmente representadas: el Ampurdán, al Este y al Norte; la extremidad de las Guillerías, por el SO., y la comarca de Olot, por el NO.

Los cursos de agua son poco importantes, pero son muy abundantes y casi todos de carácter permanente, aunque torrencial. El de mayor importancia es el Brugent (A-2, B-4), afluente del Ter. Es región abundante en manantiales, fresca y poblada de vegetación. La población se extiende por toda la superficie, repartida en masías y caseríos, además de los núcleos de población asentados en los valles. Un lago de regular superficie se extiende junto al mayor poblado, en Bañolas (E-2). Las vías de comunicación son buenas y abundantes, pero la región no está ligada a la red de ferrocarriles de ancho normal.

Formaciones paleozoicas, eocenas y cuaternarias, integran el suelo de la comarca y existe, además, un asomo granítico con aureola metamórfica. Toda la superficie de la Hoja está plegada, pero salvo el área paleozoica, no con intensidad. No hemos registrado buzamientos superiores a los 40° y aun los que rebasan los 30° son poco frecuentes. Está recortada por un sistema de fallas de gran salto y corrida. El fenómeno geológico más curioso corresponde al sistema de volcanes, geológicamente muy recientes, que con sus coladas basálticas perfectamente conservadas, y con sus aparejos volcánicos, muchas veces casi intactos, constituyen un curioso y ejemplar espectáculo para el geólogo.

### Las montañas

El nervio o relieve principal de las montañas representadas en el área de esta Hoja, está constituido por una sierra que, culminando al Oeste en el pico del Corp (A-1) (situado en el borde mismo de la Hoja, de modo que sus estribaciones pasan a la hoja de Manlleu, contigua por el Oeste), va corriendo hacia el Este con ligera desviación al Sur, y altura media bastante uniforme de 850 metros. A partir del collado de Fontpobre (A-1), se eleva la altura media a los 950 metros, para llegar al máximo en el Puig Sayansa, o Pico de Finestras (B-2), y, con sus 1.023 metros de altura, es el punto más alto de toda la zona norte de la Hoja. Pasado este pico, la sierra, que en aquel trozo se conoce con el nombre de Sierra de Finestras, se dirige más acentuadamente hacia el Sur, y su altura media es más baja, unos 660 metros; en el Collet de Bastarra (C-2) se orienta de nuevo al Este, elevándose hasta los 878 metros del Puig Sas Arcas (D-2), donde hace un brusco recodo dirigiéndose netamente al Sur. Toma entonces el nombre de Sierra de Rocacorba, la cual culmina en el pico del mismo nombre (D-3), con cota de 938 metros, y va disminuyendo luego gradualmente en altura hasta igualarse a las partes más bajas hacia el Este y Sur de la Hoja.

Las vertientes septentrional y meridional de la Sierra tienen caracteres muy distintos. La primera es sumamente escarpada, con un desnivel medio de 300 metros verticales por 500 horizontales para la parte más alta, o sea, más inclinada del escarpe. La pendiente al Sur está más de acuerdo con la inclinación de las capas, así como con su dirección, pero ofrece un relieve secundario originado, en parte por fallitas, en parte por la erosión, la cual destaca numerosas serranías entalladas en la gran masa de las capas que forman el

conjunto de la sierra, dando un relieve movido, irregular y bastante confuso, que no es fácil de comprender hasta que no se conoce la estructura geológica de la región, ya que la diferente consistencia de las capas y su disposición ha influido mucho en la conformación del relieve.

La Sierra de Finestras es la divisoria de las aguas que bajan al Norte hacia el río Sert (B-1, D-1), y de las que discurren en dirección Sur se reúnen en una serie de barrancadas y cursos de agua, cuyos cauces se dirigen con regularidad del NO. al SE. También divide la Hoja de Bañolas en cuatro regiones topográficas con características propias, que son:

El macizo de Finestras y Rocacorba (B-2, D-3), con sus ramificaciones y estribaciones, el cual abarca desde su línea de cumbres altas y escarpadas hasta las orillas del río Brugent, adonde van a sumergirse sus capas con un relieve más suave.

El macizo de la Sierra del Puig del Moro (A-3, 4), que ocupa el ángulo SO. de la Hoja, y del que sólo una parte queda dentro de la misma. Es análogo al anterior, del que queda desgajado por una falla; su topografía viene a coincidir con la topografía geológica, y su inclinación es suave en su flanco meridio-occidental, pero está rodeado de un agudo y altísimo escarpe, que culmina en la cota Almadans (A-3), con 1.152 metros de altura, el punto más alto de toda la Hoja.

La región situada al Norte de la Sierra de Finestras, modelada en capas de margas blandas que forman como un círculo de relieve suave e irregular, rodeado por varios macizos coronados por rocas más resistentes, de los cuales dos o tres son espolones o masas destacadas a modo de islotes o penínsulas por la Sierra de Finestras — Montfalgons (C-2), San Pallari (D-2)—, y cerrada al Norte por las estribaciones de la Sierra de San Juliá, que culmina en la vecina hoja de Olot.

La región situada al Este de la Sierra de Rocacorba (D-3), de carácter parecido al de la zona que acabamos de reseñar, y relieve aún más suave, que se prolonga por la extensión cuaternaria del ángulo NE. de la Hoja.

Puede añadirse todavía el peculiar relieve de la masa paleozoica del monte de Amer (B-4).

Esta breve descripción topográfica quedaría incompleta si no se diera además una idea de la relación que tiene su disposición morfológica con la estructura geológica.

Ya hemos mencionado en la introducción que los accidentes tectónicos que imprimen el carácter a esta zona no son los pliegues, sino las fallas. Las sierras que lo cruzan no corresponden, pues, a relieve creado sobre tumores de plegamiento, sino al basculamiento de dovelas. Tienen estructura tabular, son elementos prismáticos caídos de un lado, levantados por el opuesto. A la mar-

gen levantada, corresponden los riscos, los empinados flancos que miran al NE.; a partir de ella los elementos tabulares descienden regularmente hasta el borde deprimido. Esta estructura sencilla está enmascarada, pero no totalmente desfigurada, por el relieve entallado en la superficie tabular por las escorrentías, barrancos y torrentes, así como por el carácter diferencial con que estas fuerzas erosivas han trabajado materiales pétreos de muy distintas consistencias, creando una serie de serranías, de mesas y depresiones, que constituyen un enrevesado relieve superpuesto a tan sencillo esquema.

### Los cursos de agua

El área representada en esta Hoja de Bañolas no está atravesada por ningún curso de agua procedente de otras áreas. Todos los ríos que la recorren tienen su nacimiento dentro de ella. Los más importantes son los denominados Brugent, Llémana y Sert. Los dos primeros situados en la zona SO.; el tercero, en la norte. Nace el río Brugent en las estribaciones meridionales del Serrat Gros (A-1), extremidad occidental de la Sierra de Finestras, y baja en dirección sur hasta encontrar el escarpé producido por una de las fallas, viéndose obligado a seguir su curso paralelamente a la misma hasta abandonar la Hoja, por cuya razón su trazado es muy rectilíneo. Por su ribera NE. recibe abundantes cursos de agua, procedentes del elemento tabular de la dovela hundida, alguno bastante importante. Por su ribera izquierda sólo recibe los torrenciales barrancos que se despeñan por la fragosa pendiente. Paralelamente al río Brugent se desarrolla el curso del río Llémana. El paralelismo es absoluto, incluso casi en sus inflexiones y detalles.

Nace el Llémana en la collada de Fontpobre (A-1), de la misma Sierra de Finestras; baja, primero, en dirección al Sur para desviarse luego al SE., y esta es la dirección que conserva hasta salir de la Hoja después de haber recogido las aguas de muchas barrancadas tributarias. Ambos ríos son afluentes del Ter, el río de Gerona.

Las aguas de la vertiente norte de la Sierra de Finestras se reúnen en los cursos principales, el río Sert y el Tort. Nace el Sert (B-1), como resultado de la reunión de los dos caudales de una serie de barrancos que se desarrollan entre el collado de Fontpobre y el pico de Finestras, y su curso se desarrolla con dirección ENE. hasta salir de la Hoja, no sin haber recogido antes el caudal de su afluente el río Tort, que nace en el Collet de Bastarra (C-2), en el

fragmento de la Sierra de Finestras conocido con el nombre de Sierra de Trentiyá. El Sert es un afluente del Fluviá, río éste que desemboca en el golfo de Rosas, un poco más arriba de Ampurias.

El frente oriental de la Sierra de Rocacorba da origen a tres importantes torrentes: el Matamós (D, E-2), que pasa junto a Pujarnol (D-2), más al Sur el de Rebardit (D-2, E-3) y el de Riudellecas (E-3, 4); son afluentes del río Terri (E-2). Éste nace en el lago de Bañolas, alimentado por sus aguas sobrantes recogidas en cinco grandes acequias (pues ese lago no es sino un grande manadero, de cuyas curiosas características nos ocuparemos más adelante) y por una serie de barrancos más o menos importantes, entre los que se cuentan los citados anteriormente. El Terri confluye, ya fuera de la Hoja, con el Ter.

Hacemos gracia al lector de la descripción de los restantes cursos de agua, mucho menos importantes ya, y que, como barrancadas de temporada o permanentes, se extienden en infinito número por toda la Hoja. Sólo mencionaremos aún la barrancada de Rupit (A-4), que recoge las aguas que descienden, despeñándose, de los murallones y mesetas altas que rodean el grandioso semicírculo que coronan los riscos de La Guyola y El Far (A-4), en el ángulo SO. de la Hoja, y que, atravesando la mancha granítica y las aureolas metamórfica y paleozoica, se encaja en un estrecho y pintoresco cañón antes de confluir con el Ter.

El lago de Bañolas (E-1, 2) se extiende al pie de las alturas eocenas de Porqueras (E-2), teniendo sus fondos en las margas eocenas. Su emplazamiento es de gran belleza, con un fondo de montañas cubiertas de pinar, entre cuyas manchas asoman las margas azules, y un cinturón de frondosas alamedas. Su forma es en óvalo alargado de Norte a Sur y estrangulado en su tercio septentrional. Su máxima dimensión es de 2.208 metros de largo y la anchura mayor es de 774 metros en el segmento septentrional, siendo de 568 en el meridional y 264 en el estrecho. Su área es de 995.381 metros cuadrados y su perímetro de 5.758 metros.

Hay muchas circunstancias más o menos enigmáticas en este lago, que lo hacen altamente interesante y han motivado estudios, principalmente de Luis Mariano Vidal (120) y de H. Bentabol (14); una de ellas es el origen de sus abundantes aguas, de lo que nos ocupamos en Hidrología.

El fondo es irregular, y las profundidades máximas se encuentran a lo largo del eje N.-S., de 62,5 metros en la cuenca norte y de 42 metros en la sur, según sondeos de L. M. Vidal (120); ambas cuencas están separadas por un umbral de sólo una profundidad máxima de seis metros. Las orillas del lago son en declive más o menos suave, y pantanosas; en ellas aparecen lagos me-

nores, profundos, conocidos con el nombre de «estanyols», que parecen ser restos del antiguo lago, más extenso, parte de los cuales se conservarían por ser punto de emergencia de aguas.

Las aguas corrientes de esta Hoja poseen un régimen de tipo pluvio-nival, determinado por las precipitaciones pluviales dominantes de otoño en la cuenca del Brugent, o de primavera en las depresiones de Olot y Mieras, y por las sólidas invernales propias de toda la región. Se calculan 4,5 días de nieve

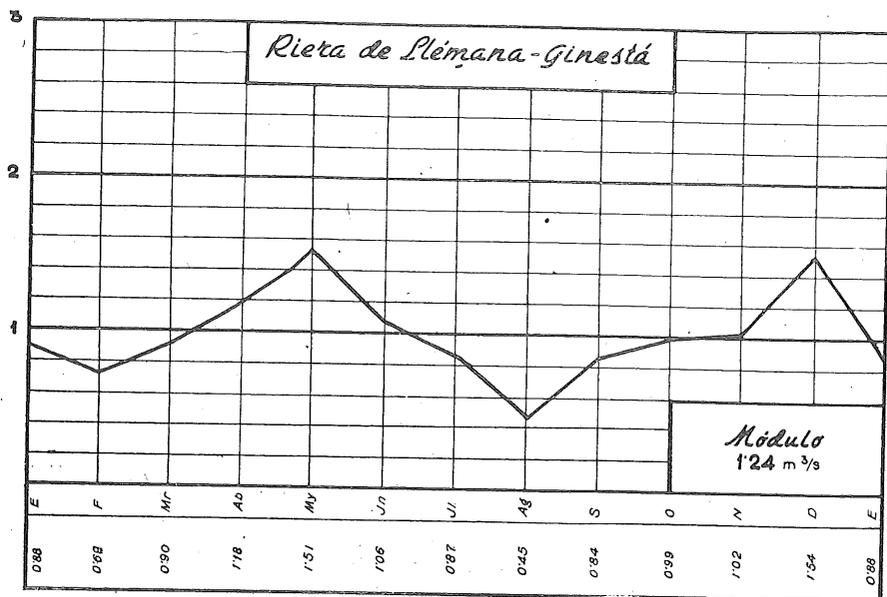


Fig. 2.— Variaciones estacionales de la riera de Llémana, en Ginestá.

en Olot durante el año, con máximo en enero (1,68); 3,8 días en San Feliu de Pallerols (A-3), con máximo (1,1) en febrero; dos días en El Collell (C-1), con máximo (0,56) en enero; 0,92 días en El Pasteral, con máximo en febrero. Estas precipitaciones sólidas son las que dan el ligero matiz nival a tales cursos que, por lo demás, corresponden a un régimen pluvial mediterráneo, como el del Fluviá, en Olot. La Confederación Hidrográfica del Pirineo Oriental tiene una estación de aforos en la riera de Llémana, en Ginestá (D-4), con vistas a una posible irrigación de las amplias llanuras que se abren al Ter; dicha estación ofrece los datos siguientes para el período 1932-42:

Caudal medio del período 1,24 m.<sup>3</sup> seg.

Caudales medios mensuales (Q) y coeficientes (C):

MESES	(Q)	(C)
Enero	1,10	0,88
Febrero	0,86	0,69
Marzo	1,12	0,90
Abril	1,47	1,18
Mayo	1,88	1,51
Junio	1,32	1,06
Julio	1,08	0,87
Agosto	0,56	0,45
Septiembre	1,05	0,84
Octubre	1,23	0,99
Noviembre	1,27	1,02
Diciembre	1,91	1,54

En diciembre de 1932, una crecida alcanzó el caudal medio diario máximo de 64 m.<sup>3</sup> por segundo, lo que representa unas 52 veces el caudal modular. En las famosas avenidas de octubre de 1940, alcanzó sólo los 50,35 m.<sup>3</sup> por segundo.

En septiembre de 1940, señaló el valor medio diario mínimo del período, con sólo 0,225 m.<sup>3</sup> por segundo.

1937 señaló el año de menor caudal medio, con 0,83 m.<sup>3</sup> por segundo, y 1932 el máximo, con 2,03 m.<sup>3</sup> por segundo. De ello se deduce una irregularidad interanual modesta de 2,4. Este valor sólo se explica por abundantes aportes subterráneos del tipo de la Font d'en Dansa (D-4) o regulados por los mantos basálticos de Sant Aniol (B-2) o del Pla de Sant Joan (D-4).

Con todo, los otros ríos de la Hoja experimentan mayor irregularidad y grandes y desastrosas crecidas cuando los vientos húmedos del SE. se remontan en otoño por las vertientes pirenaicas y descargan sobre ellas verdaderos diluvios.

Son célebres crecidas de este tipo, la de octubre de 1907 y la de octubre de 1940.

Por una rara circunstancia, esta última no provocó en los ríos de la Hoja desastres importantes, si bien los produjeron el Ter y el Fluviá.

En 1907, en cambio, el Brugent se acreditó con una triste fama, digna de mejor causa, al arruinar toda la industria y aprovechamientos de sus orillas en circunstancias trágicas.

### Geografía humana

Esta región está densamente poblada. Aparte de la ciudad de Bañolas, el núcleo más importante de población, y de la villa de Amer, las restantes agrupaciones humanas son pequeños pueblos como San Felú de Pallerols, Las Planas y Mieras, o aldeas y caseríos repartidos por toda el área de la Hoja, con la particularidad de que la población está muy diseminada, y gran número de vecinos habitan masías o casas de labranza repartidas por todos los montes, de modo que no hay zona alguna que pueda considerarse deshabitada.

Para el excursionista, aparte las poblaciones importantes, hay alojamiento en puntos tan interesantes como los santuarios del Far y La Salud (A-4), casa rectoral de Sant Martí Sacalm (A-4), Fontsaveu (D-4), Santuario de Rocacorba (D-3) y Santuario de Finestras (B-2).

Son centros muy aptos como punto de partida Olot, Santa Pau, Bañolas, Gerona, Amer, San Esteban de Llémana y San Felú de Pallerols.

La montaña está cubierta por doquier de bosques espesos, donde abundan las hayas, robles, encinas, y en mucha menor cantidad se encuentran también castaños. Muchas zonas, sobre todo las vertientes orientales de Finestras y Rocacorba, están cubiertas de pinar. Estos montes han debido ser maderados con frecuencia porque, en general, los árboles no alcanzan un gran desarrollo y se multiplican en muchos troncos delgados. Crece entre su maraña una tupida red de zarzas, espinos y malezas, que muchas veces constituyen un serio y desagradable obstáculo a la exploración geológica. Abundan también las sabinas, los tejos y el boj, que se explota en bastante escala para fabricación de utensilios caseros y de pipas, pequeña industria local. La agricultura es muy rica y variada y algunas zonas, especialmente las que obtienen sus productos de las tierras volcánicas, son extraordinariamente fértiles. La abundancia de aguas permite que se obtenga el máximo rendimiento de esta rica región. La producción de ajos y cebollas es muy importante, y especialmente los primeros se producen y exportan en grandes cantidades, constituyendo una fuente considerable de divisas en tiempos normales.

El clima es más bien extremado, pero no excesivamente, y, en conjunto, es sano y agradable.

Es una región bastante industrial, y Bañolas (E-2) cuenta con varias fábricas

cas importantes de yute, chocolate, etc. Los pueblos del Brugent son también industriales, y es en ellos tradicional y activa la producción de embutidos, tanto de fabricación casera como industrial. Existe alguna importante industria textil.

Existen bastantes carreteras, amplias y bien cuidadas, pero las sierras de Finestras y Rocacorba constituyen un obstáculo natural no salvado aún por ningún medio moderno de comunicación, así es que las dos mitades NE. y SO. de la Hoja no tienen comunicación directa, y ésta ha de establecerse por Olot o por Gerona. Existen buenos caminos carreteros, y el acceso y cruce de sus sierras está facilitado, para el peatón, por abundantes senderos y caminos de pastoreo y carboneo, así como para la saca de la madera. Salir de ellos es penoso, por la razón expuesta de la maraña de malezas y matorrales a que ha dado lugar la corta de estos montes que, sin embargo, se repueblan espontáneamente con gran rapidez.

Un ferrocarril de vía estrecha, que sigue el curso del Brugent, liga Olot con Gerona y establece la única comunicación ferroviaria en funcionamiento con que actualmente cuenta la Hoja.

Existe también un pequeño ferrocarril que une Bañolas con Gerona y verifica el tráfico de mercancías.

La región es muy bella y agradable. Son muy pintorescos los alrededores de Bañolas (E-2), con su lago rodeado de frondosas alamedas y por montañas cubiertas de pinar. Gran belleza ofrecen los hayedos espesos y húmedos, con el piso cubierto de suaves y verdes musgos, en cuyas oscuras umbrías apenas penetra el sol, que tan abundantes son en los suelos volcánicos del ángulo NO. Peculiar es el sombrío aspecto de los conos volcánicos con sus coladas basálticas y sus montones de escorias y cenizas, entre los que casi se espera, o se teme, ver surgir de nuevo los ígneos fuegos interiores que no hace mucho tiempo los alimentaron.

Magníficos puntos de vista ofrecen las cumbres enriscadas de Finestras (B-2) y Rocacorba (D-3), desplegando a sus pies esta fértil tierra con sus valles y masías, y como fondo las nevadas cumbres pirenaicas. O las balconadas de la Virgen de la Salud (A-3), el espolón del Far (A-4), o la cumbre de la Guyola (A-4), puntos de vigía sobre las bellas y quebradas extensiones de Las Guillerías, donde entre salvaje maleza abundan los jabalíes; desde donde se divisa media provincia de Gerona, se otea el Ampurdán y se pueden nombrar y distinguir, una por una, las cimas de los gigantes pirenaicos, con sus niveos y albos mantos.

## ESTRATIGRAFÍA

La serie estratigráfica abarca, desde asomos hipogénicos, con una aureola metamórfica que se ha formado a expensas del Paleozoico y formaciones paleozoicas, hasta el Eoceno alto, pero con supresión de todo el Secundario; es decir, el Eoceno avanza en transgresión sobre un macizo paleozoico-granítico en que no existen sedimentos secundarios. Existen, además, formaciones cuaternarias de cierta extensión y diversas coladas volcánicas muy modernas, quizá del Terciario más alto o, más probablemente aún, cuaternarias.

La formación, pues, más extensamente representada, y la más importante también por sus espesores y por su completa serie, es la eocena.

Se inicia (fig. 3) el Eoceno por una formación predominantemente detrítica, de colores rojos, que corresponde al Paleoceno. Encima viene una serie de calizas, en fuertes bancadas, que contienen abundantes *Nummulites* y también *Alveolinas*, y soporta unas blandas margas azules. Las calizas, muy resistentes, destacan por doquier en el paisaje, como crestones cortados en verticales muros, y por encima retroceden, en complicados y suaves relieves, las blandas margas. Estos dos horizontes representan el Luteciense inferior y medio.

Una potente serie de maciños y areniscas, a veces muy calíferas, sucede a las margas, y es la que constituye la mayor parte de las cimas de la Sierra de Finestras (B-2) y Rocacorba (D-3). Intercalada en cuña, que se extingue hacia el Sur, y engruesa rápida y potentísimamente hacia el Norte, tenemos, en tránsito lateral a aquella facies marina, otra continental de carácter más netamente detrítico y de color rojo, que constituye la masa de la Sierra de San Juliá, en la vecina hoja de Olot, al Norte de la nuestra. En una o en otra facies, representa el Luteciense superior y el Auversense, pero en la continental quizá representa, además, otros niveles más altos.

Existen en la zona occidental de la Hoja, y sobre las areniscas y maciños del Luteciense superior, margas azules del Auverssiense y una reducida extensión de calizas arenosas y areniscas del Bartonniense, que coronan, y terminan aquí, la serie eocena.

## ROCAS HIPOGÉNICAS Y METAMÓRFICAS

Las formaciones eocenas reposan, en el ángulo SO. de la Hoja, mediante una marcadísima discordancia sobre rocas graníticas, metamórficas y paleozoicas.

Este afloramiento de rocas antiguas forma parte de un conjunto mucho más extenso que se integra en lo que, tanto geográfica como geológicamente, se denomina habitualmente Cordillera Prelitoral Catalana. Esta cordillera está constituida, en sus líneas esenciales, por un macizo en el que el granito, con otras rocas hipogénicas de intrusión herciniana, aparece metamorfolizando formaciones paleozoicas, entre las que predominan las que se consideran como hercinianas. Transcurre esta cordillera desde Gerona a Amer (B-4) (o sea, que el afloramiento de que tratamos está en su extremidad NO.), y continúa a lo largo de la costa catalana en dirección SO. hasta unirse con la Cordillera Ibérica en Tortosa y Valderrobles, culminando, en masa y altura, en el macizo del Montseny. Constituye el zócalo oriental sobre el que se apoyan las formaciones secundarias, cuando existen, y terciarias de la depresión del Ebro, de la cual, como concepto geológico, forman parte aún las formaciones eocenas que estudiaremos luego.

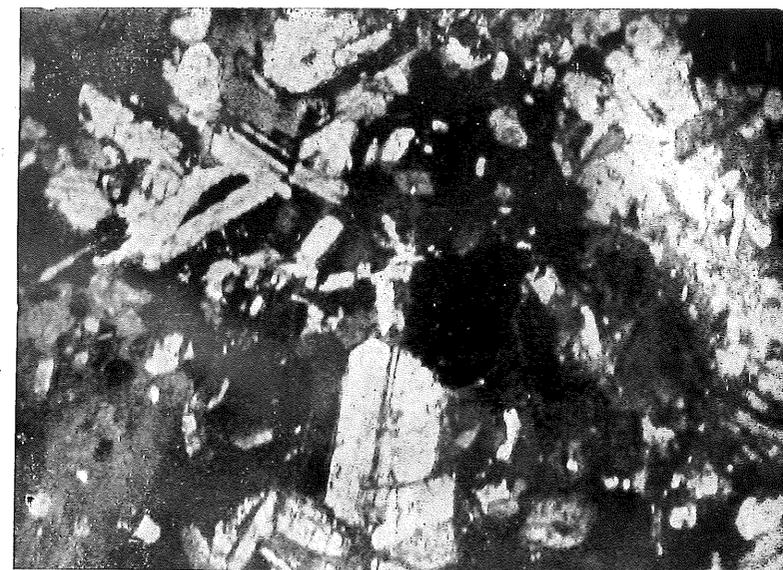
Penetra, pues, este extremo de la cordillera sub-litoral, en la Hoja de Bañolas, por su borde Sur, ocupando un área relativamente pequeña que constituye el monte de Amer (B-4) y las barrancadas o gargantas al pie de La Guyla y El Far (A-4).

El granito, aunque más moderno, aparece sin embargo, dado su carácter intrusivo, en la base de las demás formaciones, incluso de las paleozoicas. Presenta muchas variedades, caracterizadas por su mayor o menor riqueza en mica, y su feldespato es la ortosa, de un bonito color rosado carne, a menudo con fenocristales bien destacados. Su erosión es, frecuentemente, en bolas.

Junto con el granito, en tránsito muchas veces insensible, y cortándolo otras en forma de diques, se presenta una gran variedad de rocas hipogéni-



1. Diorita anfibólica. Susqueda (Gerona). L. ord. 15 d. Plagioclasa, hornblenda común y escasa biotita.

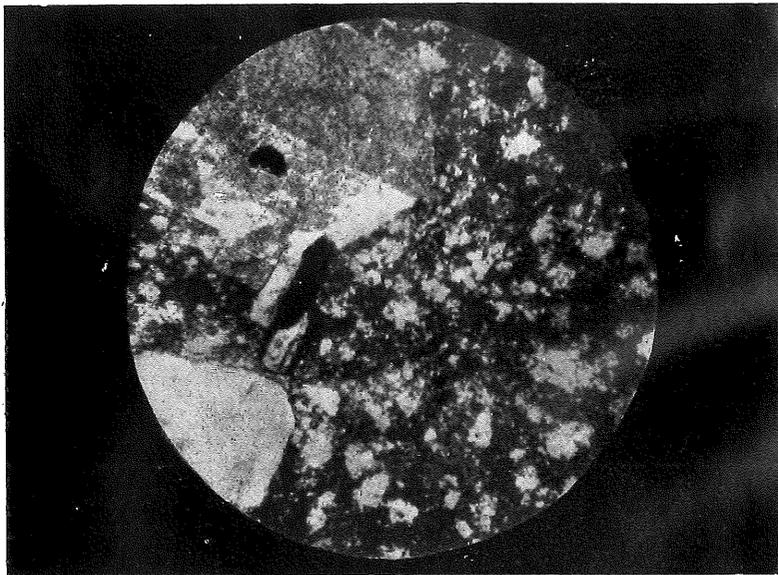


2. Igual roca y localidad. Nicoles cruzados 15 d. Plagioclasa alterada, hornblenda común.

Fot. IV. San Miguel de la Cámara



3. Lherzolita. Adri (Gerona). L. ord. 15 d. Augita diopsídica, enstatita y olivino.



4. Pórfido cuarcífero (granófico). El Pasteral (Gerona). Nícoles cruzados 30 d. Cristales de cuarzo y ortosa, pasta con placas mimequíticas y felsitas.

Fot. M. San Miguel de la Cámara

cas, pues la garganta del Ter, entre Susqueda y Pasteral, poco más allá del borde de la Hoja y fuera ya de ella (de la que forma parte la mancha que estamos describiendo) se considera como una zona clásica para el estudio de rocas hipogénicas y metamórficas, y precisamente por la variedad de tipos y combinaciones de estos fenómenos, ha sido examinada por varios autores.

Se citan granitos de diferentes micas, péggmatitas, hornblenditas, dioritas, pórfidos, diabasas; en fin, la gama entera de rocas de este grupo.

La acción intrusiva de este batolito sobre las rocas paleozoicas circundantes, se ha traducido en la constitución de una complicadísima aureola metamórfica, donde se pasa del tipo de metamorfismo regional al de contacto, la cual se mezcla, por pasos insensibles o bruscos, a los terrenos hipogénicos y primarios, en forma tan confusa, complicada e irregular, que desconcierta.

La aureola metamórfica presenta gneises, micacitas, filitas, anfíbolitas y mármoles metamórficos.

San Miguel (88-89) menciona la existencia en el Pasteral, entre otras, de las siguientes rocas, cuyos detalles pueden encontrarse en la descripción original:

*Granito de dos micas clorítico.*—Color rosa más o menos pálido, granitoideo, de grano medio, bastante tenaz y duro; en apófisis o diques de inyección entre las capas de pizarras cristalinas. Los elementos esenciales son la oligoclasa, ortosa, cuarzo, muscovita y clorita, como resultado de alteración de la muscovita, y ambas, a su vez, de la biotita. Elementos accesorios son los granos de magnetita y apatito.

*Pegmatita.*—Blanca, dura y tenaz, en estrechos diques entre el gneis. De gruesos elementos de feldespato blanco, cuarzo y muscovita muy abundante, en pequeñas escamas y grandes placas. Turmalina negra en prismas alargados.

*Hornablendita.*—Granuda, de grano grueso, color verdoso oscuro, fractura fresca muy brillante, y mate, verde amarillenta, o rojiza, si está alterada. Muy tenaz y tensa; disyunción en bolas. Contiene gruesos elementos de hornablenda, uralita, biotita, anortita y magnetita.

*Porfrita diorítica-clorítica (microdiorita cuarcífera).*—En un enorme dique explotado para la producción de adoquines. Color gris muy oscuro, dura y tenaz, con fenocristales blancos muy brillantes, de brillo vítreo, muy marcado en las caras de exfoliación; cristales porfídicos negros muy brillantes, y otros menos acusados, destacando porfídicamente sobre una pasta gris oscura muy compacta e indefinible a simple vista.

Su textura es porfídica-holocristalina. Tiene fenocristales de plagioclasa zonar y oligoclasa-labrador, en el núcleo; ortosa dudosa, biotita en grandes placas exagonales, clorita de la especie pennina. La pasta se compone de feldespato, con granillos de cuarzo, y de finas agujas de biotita y clorita.

Existen otras muchas variedades, pues es roca poco uniforme.

*Granófidos cloríticos (pórfidos cuarcíferos).*—De tipo variable; es roca compacta, poco porfídica a simple vista; blanco sucio, dura y tenaz; constituida por una pasta blanca, más o menos sucia, en que destacan granos idiomorfos

de cuarzo y dorita verde. Como fenocristales visibles al microscopio contiene cuarzo, ortosa y plagioclasa; biotita más o menos cloritizada y muscovita. La pasta se compone esencialmente de cuarzo y feldespato íntimamente mezclados.

*Diabasa cuarcífera.*—Roca compacta, de color grisverdoso, blanda, apresada en diques entre las pizarras cristalinas. A simple vista se distinguen manchas negras, pequeños granos y prismas de feldespatos y piritas de hierro. Meteorizada, su superficie es parda, sembrada de puntitos negros. La raya y el polvo son de color grisverdoso muy claro. Su textura microscópica es de una trama de estructura ofítica confusa, de feldespato plagioclasa alterado, encerrando en sus mallas diorita, augita violada y cuarzo. Contiene abundante ilmenita y calcita.

*Espilitas.*—De varios tipos. Roca compacta, más o menos afanítica; color verde, muy oscuro o negro; pesada, muy tenaz; fractura irregular-concoidea tendiendo a formar bolos. A simple vista se distinguen, como elementos porfídicos, cristales negros alargados de piroxenos o anfíboles; granos brillantes de piritas, y manchas o granos, blancos sucios, amigdaloides, de calcita. Al microscopio se presenta como una pasta de microlitos muy finos de feldespato y granos de clorita.

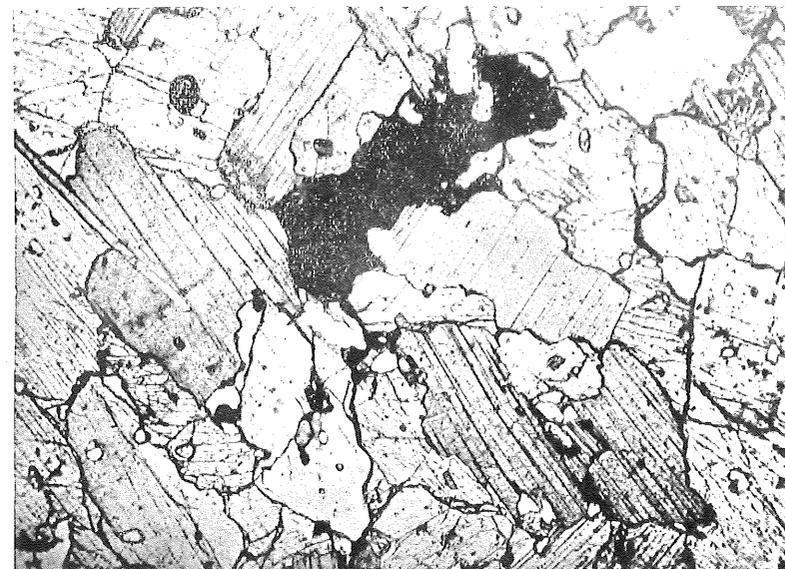
*Gneis clorítico.*—Roca compacto-granuda, de pizarrosidad poco o nada manifiesta, color grisverdoso y bastante pesada. Con escamas brillantes de mica negra, granos verdes de clorita y blancos de cuarzo y feldespatos. Al microscopio su textura es algo fajeada, pero no puede apenas designarse como pizarrosa.

Hay otro tipo de color gris; roca dura y tenaz, con estructura paralela bien manifiesta, aunque no se rompe en lajas ni superficies planas, sino en bloques irregulares. De grano tan fino que, a simple vista, únicamente se reconocen capas gris claras, alternando con otras verdes de clorita. Presenta nidos de cuarzo, o de verdaderas granulitas.

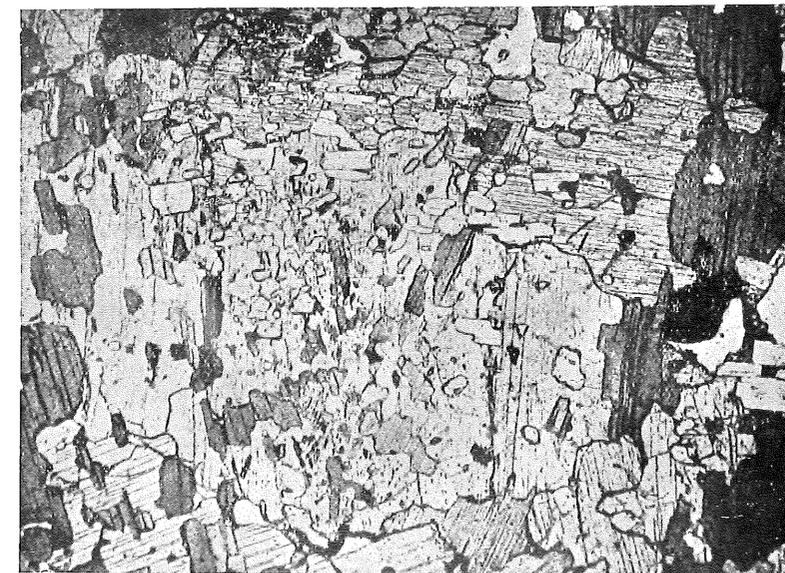
*Gneis compacto micáceo-andalucítico.*—Roca clara, compacta, tenaz y muy dura, de fractura irregular. Cuando está alterada muestra claramente su textura pizarreña, determinada por la alternancia de finas líneas verdes y bandas blanco-sucias. A simple vista sólo se reconoce la mica, y una masa sacaroidea de grano finísimo, sobre la cual destacan porfidoblastos de feldespato y de cuarzo cataclástico. Es un meso-orto-gneis micáceo, compacto.

*Gneis micáceo de dos micas y clorita.*—Con aspecto de micacita, de color grisverdoso, satinado en los planos de pizarra; mate, y de fractura irregular, en los planos normales; fácilmente divisible en hojas. En las secciones paralelas al plano de pizarrosidad, se advierten a simple vista escamas de muscovita, biotita y diorita, siendo éstas las que prestan un color verdoso a la roca; en la transversal las hojas son finísimas y apenas se distinguen las especies minerales componentes.

*Gneis andalucítico de dos micas.*—Roca pizarrosa de color gris oscuro, satinado en el plano de esquistosidad y mate en el normal. A simple vista, y en la fractura paralela, ofrece siempre una capa micácea gris, de brillo sedoso y de notable suavidad al tacto; en ella se distinguen dos clases de mica, una negra, biotita, y otra blanca, muscovita. Al microscopio denota estar compuesta de

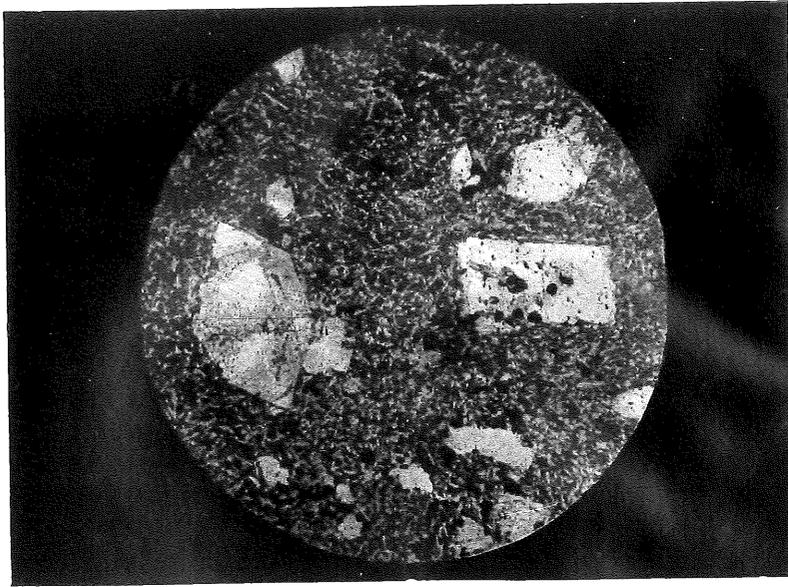


5. Piroxenita micácea. Volcán de Roca Negra, Santa Pau (Gerona).  
L. ord. d. Biotita (rubelana), augita diopsídica, enstatita, magnetita.

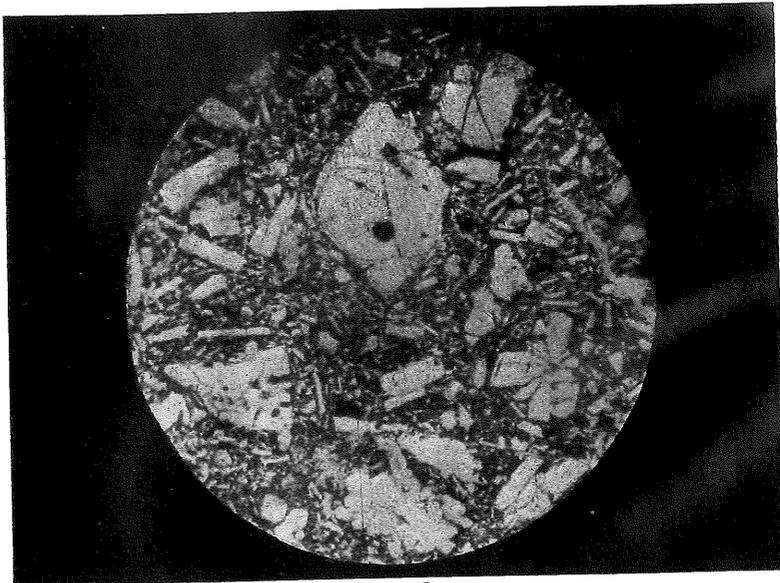


6. Igual roca y localidad. L. ord. 15 d. Grandes placas de piroxeno con incrustaciones de biotita (rubelana).

Fot. M. San Miguel de la Cámara



7. Basalto plagioclásico. Olot (Gerona). L. ord. 30 d. Fenocristales de olivino y augita; microlitos de labrador y granos de augita, olivino y magnetita.



8. Basalto plagioclásico. Canteras de Santa Margarita, Amer (Gerona). L. ord. 30 d. Fenocristales de augita y olivino; microlitos de labrador y granos de augita, olivino y magnetita.

Fot. M. San Miguel de la Cámara

cuarzo, feldespato, andalucita, biotita, muscovita y productos ferruginosos. Es un meso-paragneis micáceo andalucítico.

*Gneis de inyección feldespática o aplítica.*—Roca pizarreña de color oscuro con matices verdosos, brillante en todas las fracturas. A simple vista, y en la fractura paralela del plano de pizarra, aparece una capa de biotita; en sus fracturas transversales, además de las hojas de mica y las bandas de feldespato y cuarzo, se ven anchas capas blancas de una verdadera aplita interestratificada con el gneis. Las capas de inyección tienen estructura granoblástica de grano medio; se componen de cuarzo, oligoclasa y albita; biotita, apatito, turmalina y algo de rutilo.

*Anfibolita plagioclásico-zoisítica.* - Roca negra, muy dura; tenaz y muy densa; de textura pizarrosa, fractura irregular; las secciones paralelas al plano de pizarra se muestran de color negro, brillantes y fibrosas, entrecruzándose en todos sentidos las fibras de hornablenda; las fracturas normales a la pizarrosidad se muestran claramente pizarrosas, mates y de color negro, con manchas blancas. Al microscopio se muestra compuesta de un apretado tejido nemastoblástico de fibras verdes de hornablenda común verde clara, cuyos huecos rellena un cemento blanco, menos abundante, de albita muy limpia y oligoclasa o plagioclasa turbia. La zoisita se encuentra como granos incoloros alargados. Contiene, además, finísimas agujas de anfíbol, abundante magnetita y algo de biotita y cuarzo, dudoso por ser difícil de distinguir, si existe, de la albita, dada la gran limpidez de ésta.

*Mármol con serpentina.*—Roca compacta sacaroidea; de grano grueso y color blanco, con grandes manchas y vénulas verdes de serpentina. A simple vista se distinguen calcita, serpentina y pirita. Este mineral, triturado y dejado en digestión durante veinticuatro horas en ácido clorhídrico frío y diluido, se disuelve totalmente, dejando polvo finísimo de sílice.

*Mármol.*—Metamórfico, de color blanco; grano grueso de calcita y algún cristal - idiomorfo - de cuarzo.

El granito se presenta en el fondo de la depresión rodeada por la Guyola y el Far (A-4), descarnado por la erosión, de modo que el afloramiento se verifica a ambas laderas de la riera de Rupit, y sobre todo por la izquierda. Concéntricamente, está dispuesta la aureola metamórfica, cuando el contacto es con el Siluriano. Pero por el lado NE. la transgresión eocena ha arrasado el conjunto paleozoico-granítico, llegando a descansar sobre el granito, por ablación del Paleozoico, que aparece hacia el SE., gradualmente y cada vez con mayor espesor visible.

## PALEOZOICO

## SILURIANO

Con toda probabilidad las rocas paleozoicas presentes en esta Hoja pueden atribuirse todas al Siluriano. Donde los efectos del metamorfismo ya no se hacen notar, aparece aquella formación con características uniformes, dentro de ciertos límites, y con la composición que vamos a describir inmediatamente, advirtiendo que los plegamientos a que ha estado sometida son tan intensos que, en general, aparece triturada y tiene más bien el carácter de una milonita de aplastamiento.

El elemento petrográfico principal lo constituyen pizarras, que pasan de compactas a hojosas, y en color, de los tonos rojos quemados oscuros, a rojos más vivos y verdes.

Es una típica pizarra paleozoica con el aspecto que presentan en España las cambrianas o silurianas. Están muy plegadas, y en general ofrecen aún vestigios más o menos remotos del metamorfismo a que han estado sometidas. Aparecen cruzadas de filones y asomos hipogénicos, al menos en la proximidad de la zona metamórfica, y presentan superficies suaves y satinadas. No hemos encontrado en ellas ningún fósil, y creemos que aún no han sido determinadas nunca paleontológicamente, pero los geólogos que las han estudiado con detalle las consideran como silurianas.

Se presentan en nuestra Hoja estas pizarras silurianas como dos manchas aisladas, pero que se unen en seguida poco más al Sur, fuera ya de ella.

Una de ellas, la del monte de Amer (B-4), es la que por estar en contacto más inmediato con el granito que asoma en la riera de Rupit (A-4), está más intensamente metamorfozada, soporta la base del Eoceno que ha transgredido erosivamente y que lo rodea en orla casi en toda su periferia. Una de las grandes fallas corta esta mancha siluriana, poniéndola ocasionalmente en contactos anormales con terrenos eocenos más altos que el que sustenta.

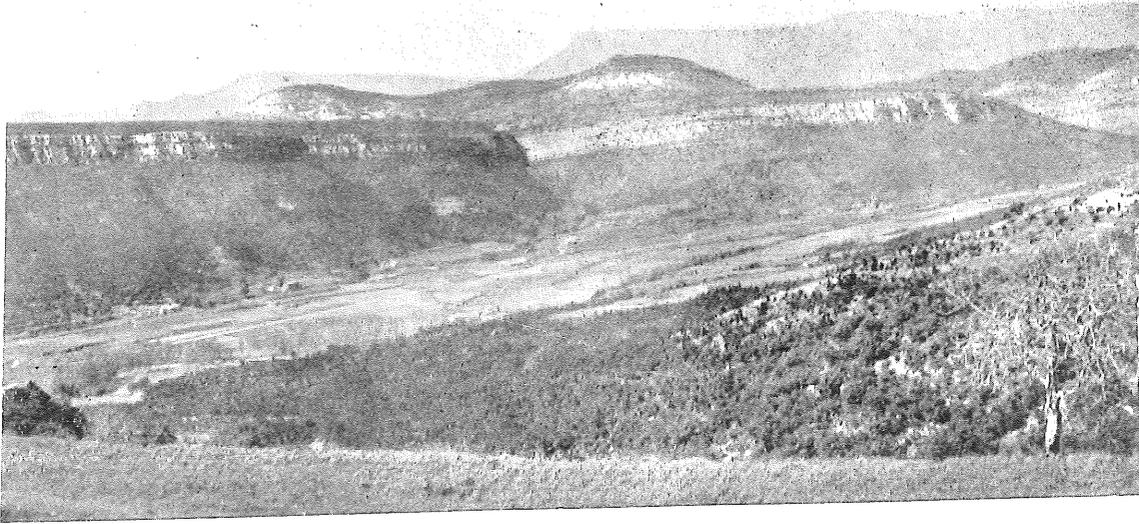
La segunda mancha se extiende al Este de la primera (C-4). Soporta igualmente el Eoceno inferior, pero una segunda falla la taja por el NE., poniéndola en contacto anormal con tramos eocenos mucho más altos. Estas manchas, han sido atribuidas, en el mapa de Ashauer y Teichmüller (7), al Ordoviciense, pero en el texto no hacen referencia directa a ellas.



Fot. 6.—Depresión de Mieras; en primer término, margas de Bañolas; al fondo, el tramo rojo intermedio constituye los cerros.

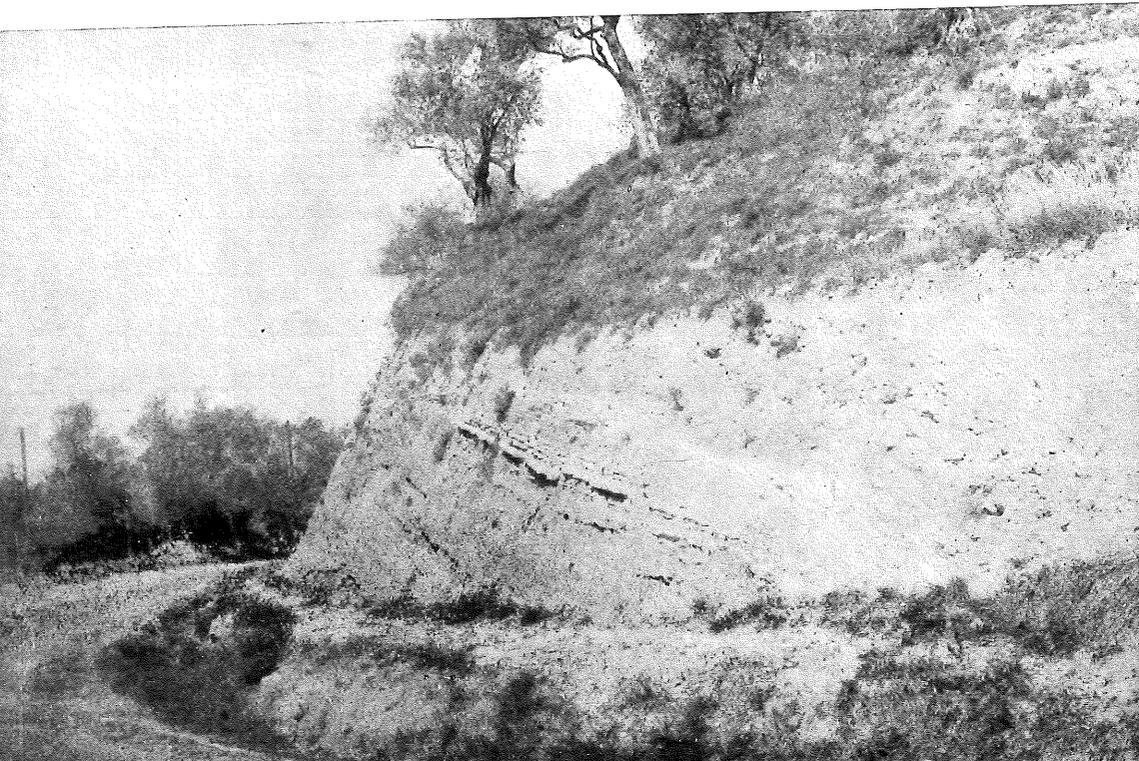
Fot. 7.—Lago de Bañolas. En primer término, relieves en las margas del Luteciense (margas de Bañolas). Cuaternario al otro lado del lago.





Fot. 8.—Panorámica desde el Puig de la Banya del Bosch. En la lejanía el perfil de frente de falla del Brugent, con el Far y la superficie de erosión de Sant Martí. En el centro, acantilados lutecienses de Sant Roc, recubiertos por las margas de La Barroca, sobre el Paleoceno, a cuyo pie se extiende el Cuaternario de Sant Martí de Llémána.

Fot. 9.—Km. 16-17 de la carretera de Bañolas a Besalú; margas y travertinos de Espoya-Usall, fracturados y basculados.



## EOCENO

### PALEOCENO

Hemos dicho que el Eoceno avanza en transgresión sobre el conjunto granítico —metamórfico— paleozoico, arrasándolo en su avance, de modo que puede descansar sobre cualquiera de sus elementos. No sabemos qué profundidad alcanzaría antes en dirección al mar la transgresión, es decir, dónde se situaba la costa eocena en dirección al Este, pero actualmente los cortados de la Guyola y del Far (A-4), y los picos Roc y Tres Rocs, de San Clemente de Amer (C-4), constituyen el borde o límite de las formaciones eocenas en dicha dirección.

La base de la serie eocena está constituida por una formación; cuyos caracteres más generales se expresan diciendo que es detrítica y que su color de conjunto es rojo, destacando por esta razón vivamente en el paisaje, cualidad que permite separarla con gran facilidad. Aparece al pie de los grandes «cingles» o farallones que rodean, amurallando, a las extensiones paleozoicas.

Su constitución petrográfica es la de una serie de hiladas alternantes, en las que predominan, en gran manera, las de arenisca de grano mediano a grueso y color rojo vivo o verde. Contienen estas areniscas con frecuencia cantos rodados de cuarcita, y gravillas y granos de cuarzo, de pórfidos y de granito. Están formadas estas capas a expensas inmediatas del conjunto granítico-paleozoico que tienen debajo, como lo demuestran, no sólo sus elementos integrantes, sino el hecho de que en la base, sobre todo, los elementos son muy bastos, de bordes quebrados, y de angulosos fragmentos y lascas de pizarras paleozoicas. Es evidente que el arrastre que han experimentado ha sido muy escaso, hasta el punto de que es difícil establecer con exactitud el punto de separación entre las últimas capas de Siluriano desmenuzado y las primeras del Eoceno, hecho *in situ* a expensas de él. Estas capas son verdaderas areniscas, y faltan en ellas los elementos o componentes arcillosos o calizos.

Alternan estas areniscas con capas de pudingas de los mismos elementos y colores, y con capas de arcillas y margas de vivo color rojo.

Su aspecto es predominantemente continental, y como se ve por su descripción recuerda el Bunt, o el Oligoceno. En capas de parecido carácter, y situadas al SO., se ha encontrado el *Bulimus gerundensis*, pero presentan la peculiaridad, sobre todo en la parte que se desarrolla al pie del Far (A-4), de

ofrecer intercalaciones de margas grises hojosas, e incluso calizas en bancos duros, que presentan abundante fauna de *Alveolinas*. Estos bancos margosocalizos los hemos visto intercalados, entre las capas rojas, aproximadamente hacia la mitad del espesor de la formación, o un poco más hacia la base.

El asomo más importante por su extensión, es la franja que partiendo del pie de Guyola (A-4), en el ángulo SO. de la Hoja, va bordeando la formación paleozoica hasta el pie del Far (A-4), y, desde aquí, hasta la falla del Brugent (A-3, B-4). En este segmento es en el que presenta su potencia máxima, y también su máxima variedad petrográfica, ya que es allí donde hemos visto las calizas de *Alveolinas*. La falla del Brugent corta las capas sin interrumpir la formación, que pasa al otro lado del río, después de cambiar el sentido de su buzamiento. Bordea rodeándolos casi completamente, los cingles de Tres Rocs y San Roc (C-4), y continúa, al pie de la Sierra Cónica, hasta Granollers de Rocacorba (C-3), donde, por recubrirla en parte una colada volcánica, aparece ficticiamente como varias manchas discontinuas. Allí queda bruscamente tajada por una nueva falla, por la que se pone en contacto con formaciones eocenas más altas. Se trata de otra dovela basculada, bajo cuyo labio oriental, levantado, reaparece de nuevo, en la base del Eoceno, en un diminuto afloramiento al NO. de Adri (D-3). Más al Este y más al Norte ya no vuelve a aparecer.

Su edad exacta es indeterminada, y por eso la denominamos Paleoceno, puesto que tiene encima capas del Luteciense inferior, determinadas por medio de fósiles. Tiene un espesor máximo de unos 200 metros al pie de los cingles del Far (A-4), que disminuye ligera y gradualmente a ambos lados.

Hay que decir, finalmente, que esta formación está afectada, en general, de inclinaciones pequeñas, que no suelen rebasar los 15°, excepto en la proximidad inmediata de las fallas, donde, afectadas por estos accidentes tectónicos, pueden llegar incluso a la vertical, pero en forma completamente accidental y accesoria.

Las especies que se citan en estas formaciones son la *Alveolina subpyrenai-ca* Leym. y, en zonas próximas, la *Alveolina sphaerica* Fortis cfr. var. *haverii* Osimo y el *Bulimus gerundensis* Vidal.

## EOCENO MEDIO

### Luteciense inferior. Calizas nummulíticas

En el borde sur de la Hoja, superpuesta concordantemente al Paleoceno, y bordeando siempre su contorno, se presenta una formación con espesor máximo de 160 metros en los cingles del Far (A-4), que disminuye ligera y gradualmente a uno y otro lado, y que constituye, por su firmeza, las paredes casi verticales de los acantilados o cingles, varias veces mencionados, que caracterizan el paisaje de la zona meridional de la Hoja.

En toda la corrida que va desde Roca Llarga, por la Guyola, el Far (A-4) y San Roc (C-4), hasta Granollers de Rocacorba (C-3), presenta, en líneas generales, la siguiente composición: Son capas compactas y consistentes, reunidas en gruesos bancos, predominantemente calizos, pero cuyo carácter petrográfico varía bastante, por pasar con mayor o menor intensidad a margas calizas, tanto vertical como horizontalmente. Su color es más bien blanquecino, si se aprecia a distancia, y gris, en fractura. Las capas basales se cargan de granos de arena silíceas, hasta convertirse en areniscas silíceas, de cemento calizo y color blanquecino, que reposan directamente sobre el Paleoceno rojo, y constituyen un tránsito entre ambas formaciones. Estas capas basales, detrítico-calizas, parecen estériles.

Las capas intermedias, calizo-arenosas, contienen profusión de *Nummulites atacicus* y *subatacicus*.

Las capas superiores, propiamente calizas o pasando a calizas margosas, de color gris, contienen una fauna variada y abundante, especialmente en el mismo contacto con las margas que sustentan, con las que la comparten. Contienen una abundancia extraordinaria de *Nummulites*, entre los que predomina la asociación *N. aturicus-rouaulti*, de equínidos, algunos gigantes *Velates*, *Cerithium* de gran tamaño, moldes de otros gasterópodos y lamelibranquios, espículas de *Cidaris*, etcétera.

Destacan, tanto por su personalidad litológica como paleontológica, estos niveles calizos, duros, de la parte superior, tan ricos en fósiles que constituyen a veces una verdadera lumaquela de *Nummulites*, y que por su consistencia constituyen, precisamente, las aristas de los acantilados.

Por su original aspecto, se ha usado esta roca, durante siglos, para todas las construcciones notables y suntuarias de la región, como, por ejemplo, las

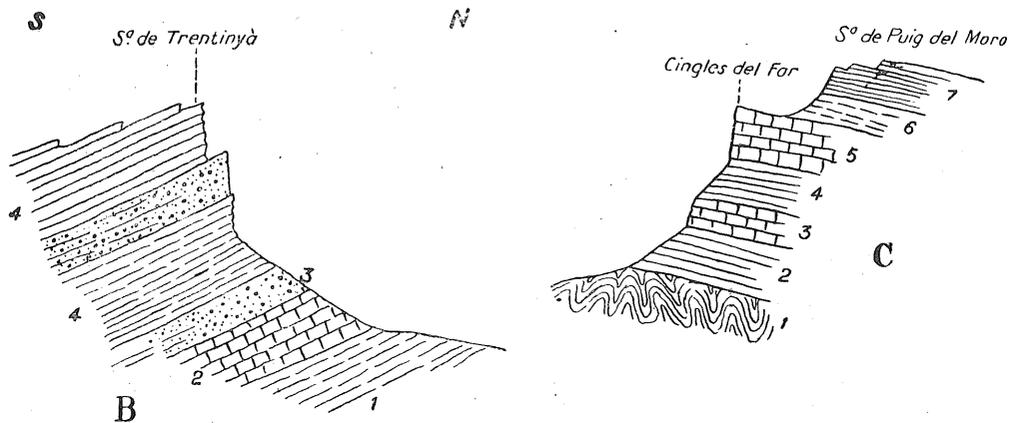
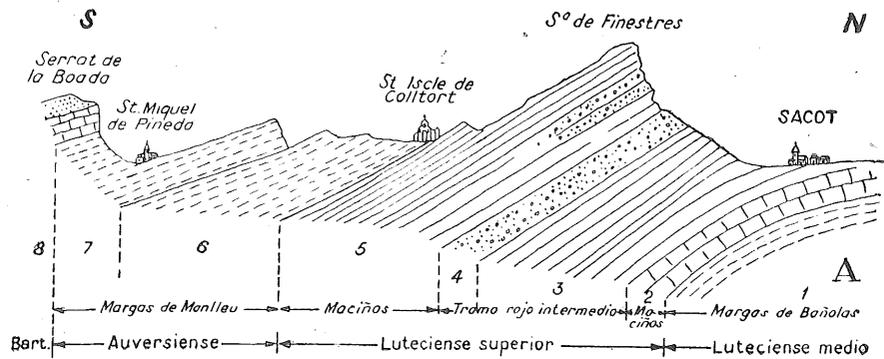


Fig. 3.—Tres cortes esquemáticos típicos de las formaciones principales de la Hoja de Bañolas.

Cortes A y B: 1, Margas azules de Bañolas. 2, Maciños calíferos con *Nummulites*. 3, Margas y areniscas rojas estériles (tramo rojo intermedio). 4, Maciños y areniscas con tramos de pudinga. 5, Maciños verdosos con alguna pudinga. 6, Margas sucias con *Pecten*. 7, Margas con *Discocyclina* y briozoos. 8, Calizas con corales.

Corte C: 1, Paleozoico. 2, Paleoceno: Tramo detrítico rojo. 3, Paleoceno: Bancos calizos con *Alveolina*. 4, Paleoceno: Tramo detrítico rojo. 5, Lut. inferior: Calizas con *Nummulites*. 6, Margas de Bañolas: Lut. medio. 7, Lut. superior: Maciños.

catedrales de Gerona y Vich, y gran cantidad de palacios, fuentes, monumentos, etcétera.

Esta formación constituye los escarpes de la Guyola (A-4), luego va contorneando el perímetro paleozoico, en una cresta ininterrumpida coronada por unas estrechas planicies o mesas, que como un gran mirador dominan todo el hundido valle de Rupit (A-4), y cuya mayor extensión está en la altiplanicie de el Far (A-4). La falla del Brugent corta esta corrida sin interrumpirla y las capas pasan al otro lado del río. Pero debido a la conformación topográfica, que es a su vez consecuencia de la falla y del basculamiento de la dovela oriental, la formación retrocede en dirección a San Felú de Pallerols (A-3). Al otro lado del Brugent forma los cingles de Tres Rocs y San Roc (C-4), cruza el río Llémana, entre San Martín (C-4) y San Esteban (C-3), y va a estrellarse, pasando bajo la colada basáltica del volcán de Granollers (Puig Moner) (C-3), contra la segunda falla, la cual coloca estas calizas del Luteciense inferior en contacto anormal con areniscas eocenas más altas. Es este el borde occidental de una dovela hundida de este lado, levantada del opuesto, de modo que en él aparecen de nuevo, puestos de manifiesto por una tercera falla, los niveles más bajos del Eoceno, hasta el Paleoceno inclusive. Sobre éstos aparecen, entre Biert y Adri (D-3), las calizas nummulíticas de que nos estamos ocupando, en una mancha relativamente extensa, que se estrella de nuevo contra la tercera falla, quedando una vez más en contacto anormal con las areniscas altas. La potencia máxima la hemos visto en el Far (A-4), con 160 metros.

En este tramo podemos citar los siguientes fósiles:

- Nummulites perforatus* Den de Monf.
- *aturicus-rouaulti* D'Arch. y Haim.
- *atacicus-subatacicus* Leym.-Douv.
- *laevigatus* Brug.
- *brogniarti* D'Arch.
- Alveolina elongata* D'Orb.

En sus niveles más altos, de tránsito al Luteciense medio (margas de Bañolas) las calizas comparten su fauna con éstas y contienen muchos de los fósiles que se citan en la lista de las margas de Bañolas.

#### Luteciense medio. Margas de Bañolas

Damos el nombre de margas de Bañolas a las características hiladas de margas azules, denominadas en el país «xalions», que descansan sobre las calizas nummulíticas de los cingles, por la gran extensión y típico aspecto que

tienen en esta Hoja de Bañolas, y también en las cercanías de la población. Este nombre lo hemos usado ya en publicaciones anteriores, y lo empleó Almela en su descripción de la hoja de Manlleu (núm. 294), contigua por el Oeste a la que es objeto de este estudio.

Se presenta sobre la última formación descrita, y concordante con ella, pero así como los espesores de los tramos eocenos, descritos hasta ahora, venían siendo bastante uniformes, el de éste varía entre límites muy grandes, pasando de pocos metros, menos de 50 en algunas localidades, hasta varios centenares, llegando a ser muy potente y extensa en diversas zonas.

El aspecto de estas margas es bastante diverso, dependiendo de la consistencia de sus capas. En general, son éstas deleznable, a no ser en cortes recientes o tajos verticales, como presentan a veces los recodos de los ríos. Son muy sensibles a la acción de los agentes atmosféricos, que desagregan sus bancos, borrando la mal marcada estratificación, y dan lugar a formas de erosión redondeadas, donde es difícil, no ya el obtener medidas, sino incluso adivinar la disposición de los lechos.

En el paisaje son masa de color azulado o grisazulado, descompuestas en pizarrillas, o pequeñas masas curvo-poliédricas, lo que da como resultado típicas formas de erosión, redondeadas, sin cumbres agudas ni aristas. Los fragmentos expuestos a la meteorización se desmenuzan fácilmente con la mano. En general son limpias, pero cuando se ensucian y son algo arenosas, tienden a la textura tabular u hojosa, y sus tonos son, entonces, amarillentos.

Son un ejemplo típico de las margas azules, tan abundantes en todo el Eoceno sub-pirenaico.

Presentan manchas y granos aislados de óxidos de hierro, a veces grandes, nodulares, que pueden llegar a alinearse en hiladas, bien en las superficies de estratificación o en las de fractura. También son abundantísimas las vetillas de calcita en las numerosas diaclasas, que como consecuencia de infinidad de fallitas que afectan a las margas, las cortan en todas direcciones. A veces se presentan con tal regularidad que pueden llegar a enmascarar la estratificación.

La distribución de fósiles es muy irregular, de manera que entre extensas manchas estériles se presentan nidos de fósiles con extraordinaria riqueza y variedad. Las capas basales son las más regularmente fosilíferas, y comparten su fauna con las calizas. Las capas intermedias, de margas azules más limpias, son casi siempre estériles.

Y de nuevo las capas superiores pueden ser, a corros, extraordinariamente fosilíferas.

Hemos visto en estas margas los siguientes fósiles:

*Nummulites perforatus-rouaulti* Den. de Mont.

— *laevigatus* Brug.

— *aturicus* Brug.

— *aticicus* Leym.

*Opissaster* aff. *gregoriei* Cott.

*Spantangus* sp.

*Terebratula* sp.

*Ostraea plicata* Sol.

*Gryphaea defrancii* Leym..

*Ostraea moussolensis* Astre.

*Ostraea simplex* Nob.

*Panopaea intermedia* Sow.

*Cardita dufrenoyi* D'Arch.

*Tellina rostralina* Nob.

*Tellina donacialis* Lam.

*Arca margaritula* Desh.

*Arca bournesi* D'Arch.

*Venus bouryi* Cossm.

*Chlamys mitis* Desh.

*Corbula vidali* Cossm.

*Natica cepacea* Lam.

*Calyptaea lissa* Desh.

*Sycum bulbiformis* Lam.

*Pyrula* sp.

*Cypraea elegans* DeFr.

— *granti* D'Arch.

— *funiculigera* Cossm.

*Lyria glacialis* (?) Staadt.

*Turritella lamarcki* DeFr.

— *adulterata* Desh.

— *cilindracea* Cossm.

*Velates schmideli* Chemn.

*Cerithium giganteum* Lam.

*Serpula spirulaea* Lam.

*Neptunus hungaricus* Lor.

Entre los citados abundan extraordinariamente, aparte de los *Nummulites*, los *Opissaster* y los fragmentos de *Ostraea*, sobre todo la especie *simplex*.

En la zona meridional, las margas se superponen a las calizas todo a lo largo de su recorrido; por su blandura, muy grande en relación con la de las calizas, la erosión las ha hecho retroceder más o menos lejos de los escarpes, dejando todo alrededor de ellos una plataforma continua, constituida por el nivel superior de caliza, desnudo, o más o menos cubierto por detritus y restos de las margas, donde son abundantísimos los fósiles.

Siguen, pues, el mismo trayecto, recorrido e incidencias que las calizas y

el Paleoceno, y habiendo sido descrito ya, por dos veces, hacemos gracia al lector de una tercera descripción.

Pero además surgen, en forma normal, bajo el elemento tabular de la Sierra de Rocacorba (D-3), de modo que afloran al pie de su flanco septentrional (C-2), y hasta el meridional de la de San Juliá, en la zona septentrional de la Hoja. Allí se extienden constituyendo el fondo de la depresión de Mieras, (C-1, 2) (fot. 6). Por el Oeste llegan hasta el Collet dels Archs (B-1), en el camino viejo de Santa Pau y de Olot; luego se desarrollan hacia el NE. llegando hasta El Torn (C-1), donde de nuevo encontramos los maciños superiores. La Ermita de Loreto (D-1), en el río Sert, está en el mismo contacto con las margas y maciños. El Collet de Guixeras (D-1), está en margas, y éstas pasan hacia el Este, bajo la cobertura de maciños del monte de San Miguel de Campmajor (D-1), y se extiende hasta las inmediaciones de Bañolas (E-2) (fot. 7) y orillas del lago, perdiéndose luego confusamente bajo el Cuaternario de la llanada de Bañolas-Fontcuberta (E-1). El monte de San Patllari, o de Pujarnol (D-2), está culminado por los maciños, pero bajo él se extienden las margas a uno y otro lado hacia Miánegas (E-2) y extensión cuaternaria de Bañolas, o bien de nuevo a esconderse bajo la Sierra de Finestras, o hacia la depresión de Mieras.

Estas margas se cortan también en la carretera de Bañolas a Gerona (E-2), ya fuera de la Hoja, pero un pequeño rincón de esta mancha queda entre La Mota (E-3) y la margen oriental.

En conjunto su aspecto es muy uniforme, pero por otra parte las variaciones locales de textura son tantísimas, y tan poco consistentes, que no merece la pena, ni sería factible, reconocer características locales.

El espesor que presentan es mínimo en la zona SO. de la Hoja, con unos 60-80 metros en la Sierra del Puig del Moro (A-3, 4), al SO. de Las Planas (A-3). Van engrosando gradual y lentamente hasta el E. y el N., pasando de los 120 metros a la altura del Llémana. Continuando en esa dirección, y en las vertientes orientales de la Sierra de Rocacorba, miden ya 550 metros. Superior a los 600 metros es también el espesor que alcanzan en la depresión de Mieras, donde su disposición es cupuliforme.

En la zona meridional, las margas no sólo tienen espesores más reducidos, sino que además están siempre estrechamente comprendidas entre formaciones muy compactas. Por esta razón, y por formar parte de elementos de disposición tabular, no presentan accidentes o repliegues accesorios. Pero en la zona septentrional, tanto en la depresión de Mieras como en la de Bañolas, por ser el espesor mayor, ya no están defendidas por las formaciones más compactas de arriba y de abajo. Allí, aunque las presiones no han sido muy intensas, las margas, por su blandura, han reaccionado en una infinidad de replie-

gues, fallitas y accidentes accesorios, que no tienen apenas significación local, pero que enmascaran la sencilla disposición tectónica de conjunto.

### Luteciense superior-Auversense: Complejo detrítico de facies marinas fosilíferas y facies rojas continentales.

Sobre el tramo de margas de Bañolas se desarrolla un complejo estratigráfico, de gran heterogeneidad por la gran variedad de características paleontológicas y litológicas, cuyo denominador común son su carácter calizo detrítico, o maciñoso, y su equivalencia cronológica, puesto que son coetáneas, pasando lateralmente las unas a las otras. La mayor variedad se presenta hacia el NO., donde una poderosa cuña de formaciones detríticas de color rojo, y carácter continental, se intercala entre otras típicamente marinas, de varios caracteres. Hacia el S. y E. el tramo rojo, que denominamos en una publicación anterior «intermedio», denominación que seguiremos utilizando en ésta, se acuña rápidamente, hasta desaparecer por entero, por pasar sus tramos lateralmente a las formaciones marinas. El tránsito total tiene lugar no lejos, al SO. de la altura de las cumbres de la Sierra de Finestras. Al Sur de esta línea, las formaciones se han homogeneizado y ya no es posible hacer aquella separación en el conjunto. El complejo del Luteciense superior-Auversense alcanza en esta Hoja una extensión superficial bastante mayor que cualquiera de las restantes formaciones, y su potencia es considerable también, ya que cuando está completo rebasa los 1.500 metros.

En las zonas meridional y central de la Hoja, allí donde no existe la facies roja, está constituido este complejo por una sucesión de capas que, descrita en sus características generales, presenta la siguiente composición:

En la base, de carácter bastante detrítico, existen unas pudingas, o mejor dicho, unas areniscas bastas, cuyos elementos pasan de grano grueso a gravillas, y contienen lentejones de pudingas de canto menudo; es un horizonte bastante, aunque no absolutamente, constante en su presentación, y cuyo espesor medio viene a ser de unos 10 metros, pero su importancia varía dentro de ciertos límites. Se desarrollan por encima bancos potentes de maciños, cuyo grano a veces es fino, pero más generalmente es basto y anguloso. Son bancos compactos, duros al martillo, grises o amarillos en superficie, grises verdosos en fractura, siendo este color verde debido a la abundancia de glauconia. Con frecuencia aparecen cuarteados por finísimas diaclasas o grietas casi imperceptibles, que tienden a dividirlos en bloques paralelepípedicos.

Por estos finísimos intersticios penetran capilarmente las aguas meteóricas, oxidando hasta donde las pueden penetrar en el bloque, y la consecuencia es la formación de una aureola amarillenta que rodea al núcleo verde inalterado, paralelamente a las superficies limitantes, planas. Son poco fosilíferas, aunque contienen *Nummulites* y escasos fragmentos, indeterminables, de *Pecten*. Su potencia viene a ser de 290 metros.

Por encima viene una potente formación, en general de carácter más margoso, y por ende más blando e inconsistente, aunque nunca faltan intercalaciones de duros bancos de maciños. Las margas son sucias y arenosas. Son equivalentes al tramo que Almela ha denominado como margas de Manlleu, en la contigua hoja de este nombre. Allí sus características y límites, muy bien marcados, han permitido separarlas perfectamente; son allí muy fosilíferas y su edad es netamente auversienne. Esta separación no ha sido factible en esta Hoja de Bañolas, donde su carácter margoso es mucho menos neto, por ser margas sucias y arenosas.

Son arenosas, de color grispardusco, presentan a menudo lisos y contienen abundantes fósiles, tanto más cuanto más altas son. Las capas más bajas son ricas en péctenes, equínidos y foraminíferos, entre los que destacan las *Operculina*. En las capas más altas, además de los fósiles citados, abundan las *Discocyclina*.

Corresponde al grupo basal, es decir, a las pudingas y maciños pobres en fósiles, la banda que desde el monte San Patllari (D-2) corre hacia el SO., por Pujarnol (D-2), monte de Camós (E-3), Palol de Rebardit (E-3), Montcalp (E-4) y La Mota (E-3), hasta salir de la Hoja por Sarriá de Dalt (E-4) y ángulo SE.

Forma parte de un elemento tabular, inclinado hacia el SO. y cortado por una de las grandes fallas. El otro lado de la falla se eleva considerablemente, de modo que aparecen las formaciones más bajas, incluso el Paleoceno, y cubriéndolas, tenemos de nuevo el complejo luteciense-auversienne, con parecidos caracteres, que constituyen la masa de los macizos de Rocacorba (A-3) y Boratuna (fot. 5) (D-4). Es ésta una de las dovelas cortadas al SO. por una nueva falla, la cual interrumpe la continuidad de las formaciones.

Al otro lado de ella continúan los maciños del Luteciense superior, los cuales constituyen la masa de las sierras Cónica (C-3), Pelada (B-3) y Oliveras (B-4); éstas forman parte, con la Sierra de Finestras, de una gran dovela, la cual tiene la particularidad de que, como las capas de esta última buzan al Sur, mientras que las de las primeras buzan hacia el Oeste, forman una cubeta o depresión, cuyo fondo geológico está al Oeste de San Miguel de Pineda (A-2), en el borde oeste de la Hoja. Es allí, por consiguiente, donde se encuentran las capas más altas, en sentido estratigráfico. Si avanzamos por la carretera de Gerona a Olot encontramos, una vez rebasado Olot y el Paleozoico, primero

los tramos rojos del Paleoceno, luego las calizas del Luteciense inferior, las margas tipo Bañolas, y en seguida las pudingas basales y maciños del Luteciense superior; conforme avanzamos, y una vez pasado Las Planas (A-3), entramos en los horizontes más altos y margosos correspondientes a la división auversienne de este tramo, es decir, al equivalente, aquí mucho más sucio y arenoso, de las margas de Manlleu. Estas capas presentan ya, más allá de San Felú de Pallerols (A-3), capas de *Discocyclina*, correspondientes al Auversienne más alto, de que hablamos antes, presentes también en todo el recorrido de San Miguel de Pineda (A-2) y Coll Bas (A-2), hasta pasar a la contigua hoja de Manlleu.

Se puede pues decir, de manera general, que el equivalente en la Hoja de Bañolas de las margas de Manlleu consiste en el relleno margoso-arenoso de la cubeta geológica, cuyo fondo corresponde al Serrat de la Boada y Collet de Miranda (A-2), en el borde oeste de la Hoja, y cuyo perímetro, muy indeterminado, viene señalado por las poblaciones de San Acisclo de Colltort (A-2), Sant Aniol de Finestres (B-2), Las Ansías (B-3) y Las Planas (B-3).

Todo el bloque está hundido al SO. y limitado por una de las fallas. Al otro lado de ella se alza el frente de otra dovela, cuyo margen levantado constituye la Sierra del Puig del Moro (A-4). Allí aparece de nuevo el tramo de maciños del Luteciense inferior con sus pudingas basales, en una mancha que por el Oeste se interna en la hoja de Manlleu. Y en esta hoja, y muy cerca del borde de la nuestra, se presenta bien caracterizada la división auversienne de las margas de Manlleu.

Así pues, en la zona meridional de la Hoja, el complejo luteciense superior-auversienne puede separarse en varias divisiones de desigual categoría y límites imprecisos, pero que, reducidas a un común denominador de sus características más generales, consisten de abajo a arriba en: capas basales de escasa potencia y bastante detríticas, que a veces son conglomerados; en una sucesión de bancos de maciños más o menos compactos, y luego, correspondientes ya al Auversienne, en unas margas sucias, con intercalaciones de maciños, bastante fosilíferas, y que en los horizontes más altos contienen abundantísimas *Discocyclina*.

Ahora bien, si cortamos esta serie por cualquiera de los senderos que desde las cumbres de la Sierra de Finestras (B, C-2) descienden a la depresión de Mieras (C-1, 2), observamos que, bajo los maciños del Luteciense inferior, aparecen unas capas detríticas de colores rojos, que representan una facies muy distinta de las descritas, y bajo ellas otros maciños muy calizos y muy fosilíferos, que tampoco tienen una equivalencia en el corte antes mencionado. Estudiando estas nuevas facies, se ve que el tramo rojo engruesa rapidísimamente hacia el Norte, alcanzando una gran potencia, y hacia el Sur se acuña.

La disposición de las capas, y el examen de los contactos, muestra que, tanto la formación roja como los maciños fosilíferos, constituyen tránsitos laterales, singularización de facies, dentro de los niveles del Luteciense superior.

Las capas, por medio de las cuales los maciños de la falda septentrional de la Sierra de Finestras descansan sobre las margas de Bañolas de la depresión de Mieras, se caracterizan por contener intercalaciones margosas, y sobre todo por ser extraordinariamente fosilíferas. Este carácter tienen los niveles bajos del Luteciense superior en todo el contorno de la depresión de Mieras, cuyo fondo, como sabemos, está constituido por las margas de Bañolas. Así, por ejemplo, si avanzamos desde Mieras hasta Sallent (C-1), por la carretera, una vez abandonadas las margas en el Km. 14, nos encontramos con una serie de capas todavía muy margosas, que pasan indistintamente a aquéllas, pero que tienen intercaladas capas duras, más calizas y arenosas, verdaderos maciños. El aspecto margoso se atenúa cada vez más, conforme avanzamos, acentuándose el carácter, bien calizo, bien arenoso, según las hiladas. La característica más notable es la enorme abundancia en nummulítidos, que llegan a constituir verdaderas lumaquelas.

Los esqueletos calizos están en tan íntimo contacto, que los caparazones dejan su huella, por compresión, en los contiguos. Abundan, además de gasterópodos, ostreidos y otros lamelibranquios. Su potencia allí es de 200 metros.

Así pues, estas capas basales se individualizan de las margas de Bañolas por su carácter de maciños, que nos obligan a incluirlo en esta división, a la que, además, pasa lateralmente. De los maciños, en cambio, por su riquísimo contenido paleontológico.

Estas capas están bien individualizadas en la periferia de la depresión de Mieras. Corren, a partir de Sellent, hacia el ENE., constituyendo las serretas de Bosch de Mas Vilá y Bosch Major (C-1), siempre con enorme cantidad de *Nummulites*, pero al llegar al Riu Tort (D-1) pasan lateralmente a maciños menos fosilíferos, que se encuentran ya al Este de la Ermita de Loreto (D-1). La serreta al Este de San Miguel de Campmajor (D-1), por no ser tan fosilífera, se ha agrupado también con los maciños de tipo normal; igualmente la Sierra de San Patllari, al Norte de Pujarnol; pero, al pie de la Sierra de Portellas (C-2), esas capas son bastante fosilíferas, y lo continúan siendo a todo lo largo de la Sierra de Finestras hacia el Oeste, hasta el Collet dels Arcs (B-1), y luego, de nuevo, hasta Sellent (C-1).

El tramo rojo intermedio se extiende en la zona septentrional de la Hoja, apoyándose sobre los maciños con *Nummulites* que acabamos de describir. Falta en casi toda la depresión de Mieras, salvo pequeños cerros testigos, por haber sido arrastrado por la erosión, pero se extiende al Norte y al Sur, rodeándola, además, por el Oeste (fot. 6). Al Norte tiene un gran espesor y llega

hasta el borde de la Hoja, sin sustentar formaciones más altas; al Sur, este espesor se reduce rapidísimamente, por pasar lateralmente a los maciños del Luteciense superior. El mayor avance alcanzado por esta formación en dirección sur, queda algo más bajo que la mitad del espesor total de los maciños, y se manifiesta como una franja de rojas capas que corre de un extremo al otro de la Sierra de Finestras, a mitad de la altura de la falda septentrional. Su avance máximo hacia el S. no se sabe a dónde alcanza, por quedar oculto bajo formaciones más altas, pero dado el rápido ritmo de su adelgazamiento en dirección al S., no puede quedar muy lejos de los afloramientos citados.

Por el E. se extingue lateralmente, estando representado por los maciños; por el O. y por el N. alcanza grandes extensiones y espesores en las contiguas hojas de Manlleu, Olot y Ripoll.

Estas capas se habían designado siempre, por su aspecto, como oligocenas, o supranummulíticas, pero Bataller señaló su posición netamente eocena, lo que queda netamente comprobado en estos estudios de detalle, pues si bien en las zonas septentrionales no soportan sedimentos más altos, tanto en esta Hoja como en la contigua de Manlleu, sobre sus rojas capas descansan potentes series de estratos eocenos de variado carácter con abundancia de fósiles característicos.

Si cruzamos el río Sert en las proximidades de Sellent (C-1), y ascendemos hacia el N. por la formación de maciños con foraminíferos antes descrita, alcanzamos unas capas de color rojo que rápidamente se hace cada vez más vivo, y una vez desaparecidas las intercalaciones, que todavía representan del tramo anterior, nos hallamos en una formación compuesta de una alternancia irregular de capas de margas de color rojo vivo o coloraciones abigarradas de tonos rojos y amarillos, con areniscas rojas y bastas. Existen lentejones de pudingas, del mismo color, con canto hasta del tamaño del puño, raras veces mayor, o de gravilla, las cuales son más abundantes a medida que ascendemos en la formación. No hemos visto en estas formaciones otros fósiles que huellas como de fucoides, en los lisos de las capas margosas.

La formación, dentro de su uniformidad general, presenta, sin embargo, variedad de composición en lo que se refiere al predominio de uno u otro tipo de roca, pero normalmente está constituida por potentes bancos de areniscas con intercalaciones menos importantes de margas. No se puede hablar de verdaderas pudingas, puesto que éstas se presentan de manera muy discontinua y secundaria, y no es, desde luego, la roca que da carácter a la formación. Culminan en el vértice de San Julián, en la hoja de Olot, pero junto al mismo borde norte de esta Hoja, y se extienden por su ángulo NO. recubiertas en extensas zonas por las coladas basálticas, o por las extensas grederas de la importante zona volcánica de Olot. Se aprecia perfectamente su existencia en

Sacot (A-1), y sigue hacia el Oeste al pie de la Roca Lladra y del Corp (A-1), pasando a la contigua hoja de Manlleu. En el camino que sube desde Sacot al collado de Fontpobre (A-1), se puede observar perfectamente cómo esta formación está recubierta por maciños eocenos. Hacia el Este va recorriendo por la ladera de Finestras (B-2) y sierras que siguen, pero ya con una potencia mucho menor, pues se ha reducido desde los varios centenares de metros, que mide en la zona septentrional, hasta escasamente 100 metros. Tiene por encima y por debajo las capas de maciños, y, recubierta frecuentemente por la frondosa vegetación o por pedregales de ladera, su continuidad no es comprobable, pero está registrada en muchos puntos por la viva coloración roja de los suelos. El punto más oriental donde la hemos observado netamente está en Rourè Gros, al pie del Puig Sas Arcas (D-2).

En la Sierra de Rocacorba (D-3) (fot. 5), se pierde esta formación, al menos con su típico carácter, pero aún al Sur del Santuario los maciños se tiñen de rojo, en espesores y extensiones grandes e irregulares, acercándose, sin llegar al carácter auténtico de la formación roja, lo que ha hecho que ese área se designase, en algunos trabajos, como supranummulítica.

En esta formación luteciense superior-auversense podemos citar los siguientes fósiles:

*Nummulites perforatus rouaulti* Den. de Mont.  
 — *striatus* Brug.  
*Operculina alpina* Douv.  
*Discocyclina pratti* Mich.  
 — *archiaci* Schlumb.  
*Cidaridites* sp.  
*Ostraea moussolensis* Astre.  
 — *plicata* Sol.  
*Spondylus* sp.  
*Chlamys* sp.  
*Turritella* sp.

Completaremos los datos paleontológicos anteriores con la siguiente lista de fósiles, existentes en el Museo de Martorell y que proceden de diversas localidades de la Hoja de Bañolas, comunicada atentamente por el Dr. Solé Sabarís:

SANTA PAC:

*Nummulites perforatus* Denys de Mont.  
*N. lucasani* Defr.  
*N. atacicus* Leym.

Observación: Procederán seguramente de Santa Llúcia,

ADRI:

*N. perforatus* Den. de Mont.  
*N. atacicus* Leym.  
*Hemiaster (Opissaster) Pellati* Cott.  
*Periaster (Linthia) Heberti* Cott.  
*Cardita Viguesneli* D'Arch.  
*Cardium* sp.  
*Pholadomya* sp.  
*Corbula* sp.  
 Briozoos.

BAÑOLAS:

*Spondylus asperulus* Munst.  
*Cardita Viguesneli* D'Arch. (Puig Suriol).  
*Voluta* sp. (Puig Suriol).

LAS ANSÍAS:

*Nummulites perforatus* Den. de Mont. (Camino de Amer a Las Planas).

LA BARROCA:

*Nummulites Brongniarti* D'Arch.  
*Hemiaster Pellati* Cott.  
*Natica* sp.

SANTA ELENA DE AMER:

*Operculina granulosa* Leym.  
*Assilina spira* De Roissy.  
*Nummulites Brongniarti* D'Arch.  
*N. Guettardi* D'Arch.  
*Cidaridites Taramellii* Cott.  
*Coelopleurus equis* Agass.  
*Hemiaster Pellati* Cott.  
*Ostraea multicosata* Desh.  
*O. Brongniarti*.  
*O. heteroclita* Defr.  
*Ostraea* sp.  
*Spondylus asperulus* Munst.  
*Mytilus* sp.  
*Pinna* sp.  
*Cardita Viguesneli* D'Arch.  
*Crassatella* sp.  
*Lucina* sp.  
*Cardium* sp.  
*Cyprina* sp.  
*Venus* sp.  
*Cytherea coustongensis* Leym.  
*Cytherea* sp.

*Donax* sp.  
*Tellina* sp.  
*Pholadomya Puschii* Goldf.  
*Turritella sulcata* Lam.  
*Terebellum* sp.  
*Ovula* sp.  
*Cassis* sp.  
*Voluta* sp.

## AMER:

(Sin mayor precisión; posiblemente de Santa Elena).

*Nummulites perforatus* Den. de Mont.  
*N. Brongniarti* D'Arch.  
*N. globulus* Leym.  
*Coelopleurus equis* Agass.  
*Euspatangus ornatus* Agass.  
*Spondylus bifrons* Munst.  
*Cardita obliqua*.  
*Natica cepacea*.  
*Natica* sp.  
*Rostellaria (Rimella) fissurella* Lam.  
*Cypraeovula* sp.

El P. Luis Vía ha clasificado crustáceos procedentes de Santa Elena de Amer y San Julián de Ramis, de las especies:

*Neptunus hungaricus* Lorenthey.  
*Pagurus* nov. sp. Vía.

## EOCENO SUPERIOR

## Bartoniense. Calizas coralígenas

Al referirnos a la división auversense margosa del tramo de maeños, hemos dicho que dada su posición tectónica en cubeta, los tramos más altos se encuentran en el fondo de ésta, que está situado en la margen occidental de la Hoja, entre Coll Bas y Coll d'Uria (A-2). Topográficamente está constituido por una serie de alturas o serretas (Serrat de la Boada) (A-2), que culminan en las cumbres de La Calsina y Gatónera, situadas en la contigua hoja de Manlleu, pero en su mismo borde, de modo que sus laderas orientales quedan representadas en ésta.

Aparecen coronadas estas sierras por unas bancadas coralígenas, calizas de pequeña pendiente y escaso grosor, pero de gran personalidad paleontológica y litológica. Aún soportan niveles margosos. En la hoja de Manlleu alcanzan gran extensión y constituyen un importante nivel y contienen aún *N. perforatus* (de gran tamaño) y *rouaulti*. En la Hoja de Bañolas no hay más aforamiento que el citado. A los coralaros acompañan abundantes *Nummulites* y lamelibrancios y equínidos. Estas calizas tienen encima, pasado el Coll de Miranda (A-2), entre éste y el Coll Bas (A-2), capas areniscosas, de margas arenosas amarillentas y, culminando, areniscas de nuevo, en bancos firmes que constituyen el más alto Eoceno de la zona.

Del Coll d'Uria, podemos citar las siguientes especies:

*Leptastraea geometrica?* Mich.  
*Hydnophilia profunda* Mich.  
*Cardita perezi* Bell.  
*Chlamys hopkinsi* D'Arch.  
 — *fabrei* D'Arch.  
*Spondylus asperulus* Munst.

Almela, en la hoja de Manlleu, cita los siguientes foraminíferos:

*Nummulites contortus-striatus* Brug-Desh.  
 — *perforatus-rouaulti* D. de M. D'Arch.  
 — *fabianii* Prev.  
 — *bouillei* Harp.  
 — *brongniarti* D'Arch.  
*Operculina alpina* Douv.

## PLIOCENO Y CUATERNARIO

De aluviones de poca importancia en espesor, corrientemente inferior a un metro, de materiales coluviales y suelo resultante de la labor de cultivo, existen manchas extensas e irregulares, de edad cuaternaria. Esto ocurre en las zonas de blandas margas azules del tipo de las de Bañolas. Este Cuaternario está constituido a expensas de un substrato inmediato o muy próximo, en parte artificialmente, y presenta dos grandes manchones en Mieras (C-1) y San Miguel de Campmajor (D-1,2), formando el fondo de las depresiones; también entre La Mota (E-3) y Sarriá de Dalt (E-4) aparece tal tipo de forma-

ción que permite, en sus frecuentes soluciones de continuidad, tomar ángulos de buzamiento de las margas subyacentes.

Salvo en la zona oriental de la Hoja, y en algunos casos particulares, los cursos de agua que la atraviesan, con régimen torrencial, no han dado lugar a la formación de depósitos cuaternarios apreciables; cuando éstos existen, si se presentan encima de corrientes lávicas, nos hemos abstenido de representarlos en el mapa, por cuanto enmascararían la presencia del basalto.

Con todo, si bien no lo representamos, creemos conveniente hablar de este Cuaternario en cuanto tiene relación con las formaciones volcánicas.

Es conocida, y se indica ya en el capítulo de Vulcanología, la presencia de formaciones cuaternarias, si bien no fechadas paleontológicamente todavía, debajo de los basaltos que rellenan algunos valles. Estas formaciones son de gran interés para el fechado del fenómeno volcánico, pero no las podemos representar, cubiertas como están por basalto.

Otro Cuaternario hay por encima de las coladas basálticas y alcanza un espesor entre uno y cuatro metros; es particularmente bien apreciable encima de la corriente basáltica de San Acisclo de Colltort (A-2), en la corriente del Traiter (A-2), en la del valle de Hostoles —de modo especial junto al Km. 26 de la carretera, encima de las canteras de Miró y Trepát (B-3)—, en la parte terminal de la corriente del Puig Monner (C-3, 4), en el Pla de Sant Joan (D-4), en la corriente del Puig de Adri (E-4), en los alrededores de Santa Pau (B-1).

Este Cuaternario post-volcánico presenta el aspecto de una tierra arcillosa de color rojizo, con abundantes fragmentos escoriáceos reducidos a pequeños tamaños, mezclados a la arcilla. A él atribuimos la epigenia que permite a los cursos excavar profundas gargantas en el duro basalto, cual la de Sant Felú de Pallerols (A-3), la de Santa Pau (B-1), la cascada de Santa Margarita (B-3) (fot. 12), por ejemplo, desdeñando el curso más fácil por el contacto de la colada con las formaciones sedimentarias.

En las coladas que rellenan el fondo de los valles, esta capa cuaternaria es muy constante y forma amplias llanadas cultivadas, inconfundibles, en medio de un Eoceno circundante que suele constituir ásperos cerros desnudos de depósitos recientes.

La finura general del depósito nos lleva a admitir para él un origen mixto, en parte *in situ* por meteorización de la parte superior de la corriente basáltica y en parte de arrastre lento —coluvial— desde las vertientes inmediatas.

Dentro del mismo tema, es de observar cómo la gran colada viscosa de Sacot (A-1) no posee en su superficie Cuaternario alguno comparable con la formación indicada. Si bien consideramos esta colada posterior a las otras más flúidas, no juzgamos por ello que se deba a tal hecho la falta, en su superficie, del manto cuaternario, sino que esta potente colada no forma, como

las demás, la parte profunda del valle, sino que se eleva en el centro del mismo en abombado dorso de más de 30 metros de altura sobre el fondo, por lo que el Cuaternario queda relegado a los dos bordes del valle. El surco meridional al pie del Corb (A-1) conserva este manto cuaternario, y por cierto con bastante espesor.

En relación también con las coladas, pero originadas sin duda por el represamiento de las aguas tras los muros basálticos que invadieron los valles, aparecen formaciones detríticas, en general potentes, que han sido luego excavadas al ritmo del profundizamiento del umbral basáltico por la corriente. Tales parecen ser el amplio Cuaternario del Brugent, al NO. de San Felú de Pallerols, y el potente de Sant Martí de Llémána (C-4).

Este último alcanza un espesor de unos 20 metros y forma una terraza de esta altitud sobre la riera de Llémána; terraza en la que, a su vez, se ha encajado otra de unos seis metros sobre el curso de agua.

La coordinación de los diversos niveles de terrazas —por cierto escasas— a lo largo de estos cursos de agua, se hace altamente difícil, por cuanto cada corte del valle por el basalto forma un sistema de acumulación primero y de vaciado después, que evoluciona en función de la dificultad que tiene la corriente en abrirse paso, de modo independiente de los de aguas arriba y afectando a los de aguas abajo en términos no bien conocidos, lo que impide la sincronización.

Además de estas formaciones, debemos hacer mención de las notables tobas calizas que aparecen en el valle de Cogolls (A, B-2) y en Llorá (D-4), relacionadas una y otra, respectivamente, con los interesantes manantiales de Fontanils y d'En Dansa. De este último hablamos con cierto detenimiento en el capítulo de Hidrología.

\* \* \*

Donde la formación cuaternaria tiene gran importancia es en la zona oriental de la Hoja. Al Este de Bañolas (E-2) existe una extensa y potente formación bajo la cual es imposible discernir cuál sea el substrato.

En el llano de Bañolas (fig. 4), al pie del escarpe occidental de falla, aparece una formación detrítica constituida por bloques redondeados de maciño eocénico principalmente, la cual a su vez es recubierta por formaciones arcillosas rojizas bastante sueltas o por toba travertínica.

Esta formación grosera inferior va disminuyendo el tamaño de sus elementos a medida que se aleja del escarpe, y va siendo cada vez más difícil distinguirla de los materiales que se le superponen.

Tal formación aparece en la primera curva de la carretera de Bañolas a Figueras, a partir de su empalme con la de Besalú, y también en el Km. 1 de la propia carretera (E-1); allí los cantos alcanzan unos 0,50 m. de diámetro. Se observa también en la base occidental del cerro de Miánegas (E-2), en forma de caos de grandes bloques —que Alsius interpretó como cantos erráticos— empastados por un cemento calizo-arenoso rojizo. El subsuelo frente al establecimiento de la Font Pudosa (E-2), según nos ha mostrado un pozo en perforación, presenta análogos cantos de maciño, más o menos rodados, empastados en una marga rojiza. En la ermita de Santa Magdalena (E-2) el caos de bloques alcanza notables proporciones y está constituido por maciños y conglomerados terciarios entre limos rojos. Parecidamente, pero con cantos

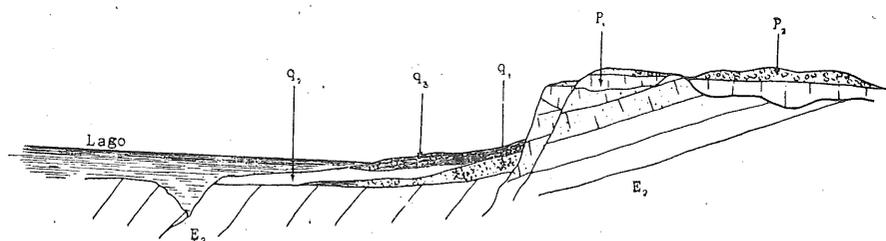


Fig. 4.—El Cuaternario y el Plioceno en Bañolas.

*P*<sub>1</sub>, Travertino de Espoya. *P*, Cantos de Santenys. *q*<sub>1</sub>, Cuaternario de elementos bastos. *q*<sub>2</sub>, Travertino del lago. *q*<sub>3</sub>, Cuaternario superior turboso. *E*<sub>2</sub>, Luteciense.

más reducidos, aparece esta formación en los relieves del Serrat de Vilarnau, Gruanyes (E-2) y Santa María de Camós (E-3). Esta formación, en este trecho un poco apartado del escarpe, es finamente detrítica, con areniscas blandas amarillentas y arcillas compactas rojas con travertinos en nódulos; en el kilómetro 5, pasado Santa María de Camós, en el escarpe mismo, encontramos nuevamente los grandes bloques de maciño, recubiertos, como en todas partes, por un limo rojo bastante suelto. Béntabol (14) señala la formación detrítica grosera bajo el travertino en la propia ciudad de Bañolas. Un kilómetro al SE. de Santa María de Camós, en la curva del camino carretero junto al cerro 170 (E-3), observamos arcillas rojas compactas a las que se sobreponen unas ocho capas de ceniza volcánica, con un total de 40 cm., rematado todo ello por unos dos metros de limo rojo cuaternario.

Indudablemente, la formación que reseñamos es un depósito detrítico marginal correlativo de un mayor desnivel en el escarpe de la falla de Bañolas; el tamaño de los elementos en puntos donde el Cuaternario reciente es muy

fino, nos lo atestigua y nos hace pensar en una fecha muy retirada para tal formación, Cuaternario antiguo o quizá Plioceno. De ser conocida la edad de las cenizas volcánicas, podríamos resolver esta cuestión, pero desde luego la formación es anterior al Cuaternario medio, y tomamos para su edad la fecha de Cuaternario antiguo a manera de hipótesis de trabajo.

El Cuaternario más reciente, que recubre esta formación, se presenta con dos aspectos diferentes: lacustre y subaéreo.

El Cuaternario lacustre recubre una extensión muy superior a la que presenta el actual lago de Bañolas; además de constituir el suelo de las inmediaciones, forma el de su natural prolongación al Sur —el llano de l'Estanyell (Vilauba) (D, E-2)—, el del Pla d'en Vicens, el del curso del Matamós, desde el Poadó hasta el Terri, el de Mata, Bergoñá y Puigimá, siendo el Terri su límite NE. (todo en E-2).

Del fondo de este antiguo lago emergían algunas islas, de las que la principal fue el cerro Miánegas-Santa Magdalena (E-2).

Este Cuaternario lacustre está formado por toba travertínica con abundantes impresiones vegetales, bien estratificada, cavernosa, conocida por «turo» por los naturales y empleado en la construcción por sus particulares condiciones para ello. En algunos puntos, según Alsius, alcanza una potencia de hasta 30 metros. Esta toba está recubierta por una capa de turba que aflora a lo largo del arroyo de las Estunas (E-2) y que contiene, según Teixidor (111), fragmentos de dicotiledóneas y conchas de *Cyclas*, *Ancylus*, *Succinea*, *Planorbis*, *Limnaea*, *Clausilia*, *Torquilla*, *Pupa*, *Bulimus* y *Helix*.

A su vez, está ésta recubierta por una capa de limo rojo suelto, de potencia variable, pero generalmente superior a un metro.

En el Pla de la Formiga (E-1, 2)— no en las Estunas, como se ha dicho—, próximo al antiguo cementerio de Bañolas —hoy desaparecido—, cerca del lago, fue hallada en el travertino la célebre mandíbula humana en la que Obermaier y E. Hernández-Pacheco (57) apreciaron netos caracteres neanderthaloides, que permitirían datar esta formación como musteriense. Boule cree que determinados caracteres la separan del Neanderthal, tipo, a saber: un rudimento de mentón, la posición más vertical de las ramas ascendentes, la posición más interna de los cóndilos en relación con la cara externa de dichas ramas y la inserción de los digástricos en la cara interna de la región de la sínfisis en vez del borde mismo, abogan por una edad algo más moderna del fósil, pero se reserva el dictamen definitivo hasta tanto haya podido estudiar el fósil por su cara interna, lo que no ha sido hecho todavía por cuánto sigue empastado en el travertino, cual lo dejó Alsius.

Con todo, parece que una atribución al Cuaternario medio de esta forma-

ción travertínica está bien establecida. La turba y los limos superiores son posteriores, y quizá del Cuaternario superior.

Al Norte de Bañolas, y separado del lago por un desnivel de unos 65 metros, existe un conjunto de materiales, posiblemente pliocenos, que discrepan notablemente de los que hemos indicado en la parte sur de la llanura.

Se trata (fig. 4) de una plataforma travertínica —pero de un travertino muy distinto— recubierta por un manto detrítico fino en ciertos puntos, verdaderos aluviones de gran potencia en otros; es la plataforma Espoya-Usall (E-1).

La morfología y la constitución de este conjunto nos lleva a admitir para él una edad más antigua que la de las formaciones de Bañolas.

Ya el modo abrupto como queda colgada sobre el lago dicha plataforma, es prueba de un hundimiento que debía trocar la fisonomía de la zona; la fractura citada, que afecta a los travertinos de la alta plataforma entre los kilómetros 16 y 17 de la carretera a Bésalú (E-1) (fot. 9), hundió la parte meridional. Así el travertino de Espoya-Usall, que antes formaba el fondo de una cuenca lacustre a la que acudía el agua de los alrededores y de emisarios sublacustres —manantial de Espoya (E-1)—, quedó elevado respecto al área meridional hundida que recogió el agua; quedó en seco el antiguo lago y se formó el gran lago de Bañolas, inmediato antecesor del actual. Las dos masas de travertinos no son, pues, sincrónicas; la de Espoya-Usall es anterior a la de Bañolas.

Hay diversos argumentos que demuestran esta mayor antigüedad y tienden a concretarla algo; el principal es el paleontológico.

Los travertinos de Bañolas pertenecen al Musteriense, es decir, al Würm, de acuerdo con la mandíbula en ellos hallada; los travertinos de Espoya-Usall están recubiertos por una formación en la que Alsius encontró varios huesos, dos molares, un canino y un incisivo de *Hippopotamus antiquus*, a 10 metros de profundidad; ello acredita que los travertinos de Usall-Espoya son por lo menos anteriores al tercer interglaciar (Riss-Würm), en el que todavía aparece *Hippopotamus*.

Por otra parte, el hombre paleolítico habitó las cuevas fraguadas en la masa del travertino de Espoya-Usall por la carstificación consiguiente a su cambio de fondo lacustre a alta plataforma, y dejó en ella restos de industria Auriñacense (Cueva del Reclau-Viver); puesto que el carst de esta plataforma es muy extenso y dio lugar a formas de emisión bastante grandes, hay que admitir un lapso de tiempo muy notable para llevarse a cabo la carstificación reseñada que estaba muerta ya al fin de la glaciación del Würm, todo lo cual nos conduce a fechas muy retiradas, quizá pliocenas, para la dislocación y la formación del travertino de la plataforma, que es anterior a ella.

Estos travertinos se presentan, además, mucho más compactos y cristali-

Fot. 10 — Mandíbula de *Hippopotamus antiquus* de Bañolas.



nos que los del lago, carstificados, habitados por el hombre paleolítico y fracturados fuertemente ya sobre el lago, ya sobre el Fluviá.

Por la parte que da al lago se infraponen a los travertinos unas arcillas azuladoamarillentas de paso a los mismos, fracturadas con ellos, que tienen un aspecto muy poco cuaternario y mucho más plioceno; fuera de la Hoja hemos hallado por bajo la propia formación sobre el Fluviá, las propias arcillas plegadas y falladas con el travertino en la carretera que conduce a las obras del abandonado pantano de Crespiá y descansando sobre los potentes conglomerados, posiblemente miocénicos, del Congosto.

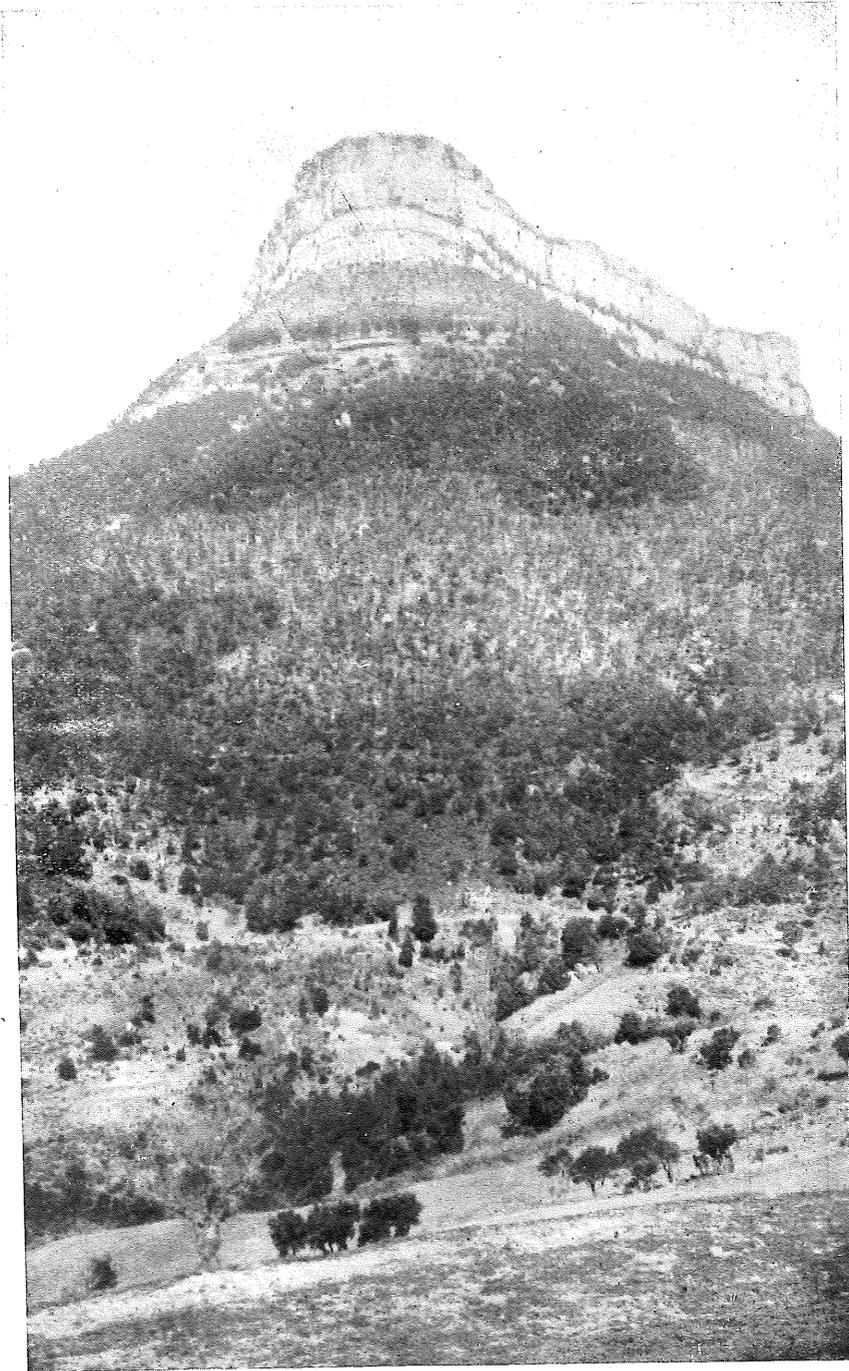
La formación que recubre al travertino hemos visto que, sin duda, era anterior al Würm por su fauna, y posterior al travertino, pero no tenemos tampoco datos para colocarla a conciencia en el Plioceno superior o en el Pleistoceno inferior, aunque por su posición la suponemos, asimismo, pliocena.

En el centro de la plataforma consta de limos rojos arenosos; en el borde oriental de la misma, en Santenys (E-1), de un espesor muy notable de aluviones muy rodados que alcanzan hasta Foncuberta (E-1). Su origen, dado lo bien rodado de los mismos, y su carácter poligénico —cantos de cuareita, caliza, pizarra, caliza nummulítica y maciño—, parece ser lejano y se nos antojan aluviones antiguos del Fluviá. Hay también en estos aluviones bloques de maciño que serían arrancados a relieves marginales más próximos. Hemos buscado en estos aluviones cantos de basalto, pero sólo hemos hallado uno, poroso, poco rodado, en posición superficial; suelto, en el cerro 271 —ángulo NE. de la Hoja— junto a una masía. Un hallazgo tan precario no nos dice nada sobre un posible sincronismo, tan interesante, de esta formación con las volcánicas.

De Farás (E-1), al Sur y al SE., todo el relieve se halla empastado en un manto detrítico que le confiere formas suaves. Los cerros llevan orientación paralela al Terri y parecen constituidos por alineaciones salientes de materiales eocénicos orientados así, posiblemente por causas tectónicas. Estas alineaciones están recubiertas por una delgada capa detrítica que se inclina según la pendiente del terreno, y que nos inclinamos a creer cuaternaria; en el Puig Ramal de Mata (E-2), se ve bien esta disposición, puesto que se ven aflorar los materiales terciarios.

Hacia el fondo de los valles el terreno de acarreo se acumula y forma grandes espesores que no han sido todavía cortados por los torrentes hasta su base. El torrente de Garrumbert (E-1, 2) ha modelado en este relleno una terraza a 25 metros y otra a los 6 metros.

Solé Sabarís (106) ha especulado sobre la posible edad de las formaciones



Fot. 11.—El cingle del Far, desde Sant Martí Sacalm; calizas lutecienses sobre el Paleoceno con *Alveolinas*.

modernas de esta zona y admite, basándose en estudios generales de morfología del Ampurdán, que la superficie a 200 metros sobre que se apoyan sería pre-pliocénica, lo que hace verosímil una edad pliocénica para las mismas, supuesta también, si bien sin mayores argumentos, sólo por el aspecto y posición, por Vidal (113) y Chevalier (31).

\* \* \*

En el ángulo SE. de la Hoja se extiende otra amplia formación cuaternaria que se presenta por debajo y por encima de la corriente basáltica de Canet de Adri (E-4), y que en los bordes de la misma llega a alcanzar grandes espesores, como puede verse en el hectómetro 5 de la carretera a Canet, a su izquierda.

La corriente lávica se desliza por una depresión del terreno, cubierta de detritos, que por el lado occidental se apoya sobre el Eoceno medio y por el oriental sobre el Paleozoico.

La colada está recubierta (fig. 5), por espeso cuaternario limoso rojizo, con cantos de basalto y materiales de proyección; a su oriente surge, en la cresta que sigue el camino de San Medin a Gerona, un potente cuaternario formado

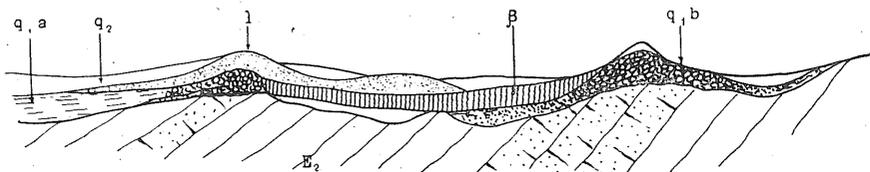


Fig. 5. — El Cuaternario de Canet de Adri y Cartellá.

β, Basalto. 1, Lapilli. q<sub>1</sub>a, Arcillas prevolcánicas. q<sub>1</sub>b, Cantos de maciño prevolcánicos. q<sub>2</sub>, Arcillas postvolcánicas. E<sub>2</sub>, Luteciense.

a base de cantos paleozoicos-cuarcitas, rocas intrusivas, pizarras maclíferas, pegmatitas, etc., no bien rodados, que indican la presencia inmediata del substrato paleozoico que, en la loma de Can Murtra, más al Este (E-4), adivinamos ponerse en contacto por falla con los maciños de Cartellá y Sarriá de Dalt (E-4). Este Cuaternario nos ha, pues, permitido conjeturar el recorrido de la falla de Adri.

En las proximidades del volcán hemos visto descansar las grederas — camino de Adri a Montcalp — sobre arcillas rojas compactas que llevan consigo bloques de maciño, y encima de las grederas limos rojos más sueltos. Los

bloques de maciño parecen estar aquí en un relieve prevolcánico como formas de descomposición de los afloramientos de tal material, de modo como en la figura sintetizamos nuestra concepción. Quizá sean sincrónicas estas arcillas con bloques de maciño con las análogas de Bañolas infrapuestas al «turo» del lago.

Aún más al Este, en el fondo de las profundas entalladuras que en los maciños de Sarriá de Dalt ha causado la riera de Riudellecas — Junclá — se encuentran notables espesores de formaciones arenosas rojizas, que no representamos en el mapa por su discontinuidad. De la riera de Junclá, Vidal (118) ha señalado dos metros de tierras rojas que cree procedentes de la meteorización de los basaltos — Can Guilana — y que contienen *Lymnaea*, *Helix*, *Cyclostoma*, *Planorbis*, *Ancylus* y *Unio*.

Solé Sabarís (106) considera pliocena esta formación y análoga a la de Falousacosta.

Supuesto real este Plioceno, el lugar del yacimiento estaría plenamente de acuerdo con el relleno pliocénico de la amplia llanura del Ter frente a Gerona, invocado por Solé Sabarís (106) para explicar por epigenia el congosto que dicho río se ha labrado en San Juliá de Ramis, a través del Paleozoico de las Gavarras, desdeñando las blandas formaciones eocénicas inmediatas.

Entonces sería de gran interés comprobar la supuesta constitución derivada de materiales volcánicos, de los sedimentos en que aparecen los fósiles, en orden a la determinación de la edad del basalto de Can Guilana.

## IV

### VULCANISMO

#### ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO DEL VULCANISMO GERUNDENSE

Sin repetir los datos referentes al conocimiento antiguo de estas manifestaciones volcánicas, que se exponen en el capítulo de «Antecedentes», es pertinente hacer una ligera revisión crítica del conocimiento más moderno que se tiene de las mismas con objeto de ver las modificaciones que pueden introducirse en el mismo.

Empieza este moderno conocimiento con la expedición de la Real Sociedad Española de Historia Natural y la obra publicada por la Comisión en 1907 (25), bajo las firmas de Calderón, Cazorro y Fernández Navarro. Es ésta, obra fundamental y punto de partida de investigaciones posteriores.

Son jalones a un mejor conocimiento de la zona volcánica, el indispensable levantamiento topográfico que fue llevado a cabo, por sus propios medios, por Chevalier en 1921, con una aproximación muy notable; levantamiento que es publicado en su obra de 1926 (31) y es utilizado para el mapa de la Guía de la Excursión C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional (97).

Chevalier publica, en 1926, un trabajo muy interesante titulado «Essai sur la Physiographie de la Catalogne orientale», en el *Butletí de la Institució Catalana de Historia Natural* (31), en el que intenta resolver una serie de cuestiones relacionadas con el volcanismo y del más alto interés. Es trabajo que podrá ser discutido, pero nunca silenciado.

San Miguel y Marcet Riba, autores del capítulo de volcanismo de la Guía de la Excursión C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional, nos dejan también una obra de mucho interés, que resume buena parte de los conocimientos adquiridos acerca de este volcanismo.

San Miguel, en 1927, publica su Catálogo de los volcanes de la provincia de Gerona (93), donde ordena y describe los volcanes de la provincia, breve pero claramente, trabajo que llena una gran laguna que se observaba en el conocimiento de estas formas volcánicas.

Posteriormente a esta obra, y aun antes, han aparecido trabajos de índole más parcial que han ido aportando su grano de arena a la interpretación, más perfecta cada vez, de estas formaciones.

La obra de Calderón, Cazorro y Fernández Navarro, es la primera que, con puntos de vista modernos, trata amplia y profundamente del vulcanismo que afecta a la Hoja de Bañolas. En sus partes —General, Descriptiva y Petrográfica— abarca las cuestiones más interesantes que pueden plantearse respecto a esta zona volcánica. El peor contratiempo de esta obra es la carencia de un levantamiento topográfico adecuado; los mapas que la acompañan apenas permiten reconocer la posición de media docena de volcanes, por cuanto todos los demás, y muchos puntos de referencia, están colocados de tal manera que son completamente irreconocibles sobre el terreno; así, por ejemplo, la posición de los volcanes de Puig Safont, Martinyá, Pedra Aguda, del poblado de Sa Cot, etc. (todo en A-1).

Este defecto topográfico viene posteriormente corregido por Chevalier y se representan los volcanes y coladas con una exactitud suficiente para su correcto reconocimiento sobre el terreno, lo que representa un notable adelanto.

El propio Chevalier da un esquema tectónico de la región, muy fracturada por cierto, en el que la tritura materialmente a fallas, la mayor parte de las cuales son de pequeña importancia, o irreconocibles, o basadas en un erróneo conocimiento estratigráfico de la región.

Marcet Riba, en la Guía, presenta, también sobre topografía de Chevalier, una profusión tal de fallas que casi supera a su antecesor. Al considerar estas fallas y compararlas con las señaladas por Chevalier, se observa cómo, aparte algunas fundamentales y otras basadas sólo en los conceptos estratigráficos erróneos, cual el considerar Oligoceno o Ludense la facies continental del Luteciense, las demás tienen un recorrido tan distinto que nos sirven para apoyar nuestra convicción de que la gran mayoría de estas fallas no han sido vistas, y sí solamente inducidas con un criterio de interpretación bastante libre, pasándose los autores del campo de las observaciones sobre el terreno al de una interpretación fantástica.

El autor de la parte tectónica de esta Hoja ha preferido ceñirse a los hechos claramente visibles sobre el terreno, y no aventurar hipótesis demasiado atrevidas y nada justificadas por la observación.

San Miguel da en su Catálogo, no solamente una lista de nombres de vol-

canes, sino, además, las características generales de cada uno de ellos, lo que es un resumen de sumo interés.

Sin embargo, echamos de menos una revisión del conjunto y cada uno de los volcanes gerundenses. No estamos nosotros en condiciones para efectuarla para todos ellos, pero sí nos hemos propuesto hacerla para los de la Hoja, a base de relacionar entre sí los datos dados por Gelabert (54), la Comisión de la Real Sociedad Española, Marcet y San Miguel, e incidentalmente otros autores, principalmente en lo que hace referencia a la identificación y características de cada aparato, añadiendo además las consideraciones que estimamos convenientes, vistos nuestros datos de campo, cada vez que éstos amplíen o ayuden a un mejor conocimiento de los mismos.

#### REVISIÓN DE LOS VOLCANES INCLUIDOS EN LA HOJA DE BAÑOLAS

Utilizamos para la misma la obra descriptiva de Gelabert, tan conocedor del país, «Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona», 120 páginas, 82 figuras, un mapa, en 8.º, impreso por Octavio Viader, San Felú de Guixols, 1904; la de Calderón, Cazorro y Fernández Navarro, y el Catálogo de San Miguel, de acuerdo con el que numeramos los volcanes, haciéndose mención de otros autores cuando el caso lo requiere.

#### *Grupo de Sacot*

**CRUSCAT** (A-1), núm. 22.

Sinonimia: Croscat (San Miguel).

GELABERT (p. 16-18; dos fotos): Le concede 780 m. de altura absoluta y 160 m. sobre la base. Cráter desbrechado al Oeste de la cumbre a la base. Aislado, cónico. Con lavas amarillentas en la vertiente norte y negras en la base.

CAZURRO (p. 184-186; una foto): Da los mismos datos que Gelabert y añade que Bolós y Teixidor lo han descrito señalando los bancos de calizas y areniscas eocenas que asoman en el mismo por el SE. Señala la torre óptica que existe en su cima. Atribuye la brecha del cráter a la erosión, pero cree adivinar un cráter orientado de ONO. a ESE. con un diámetro transversal de 350 metros. Cita la presencia de lapillis y escorias abundantes, de diversos colores y

tamaños. Admite la salida de una corriente de lava por la base occidental del cono, que forma hoy una colina de roca compacta recubierta de abundantes bombas y escorias. Señala otra corriente de lava por el lado norte, de tonos amarillentos (compárese con Gelabert). Indica la presencia de abundantes grederas en su pie, entre cuyo lapilli aparecen cantos grandes de arenisca. Cita, por fin, la sonoridad del Pla Sas Vigas (B-1) y lo atribuye a la exfoliación en lajas del basalto. Cazorro considera al Cruscat como el rey de los volcanes de Sacot, al que habría subordinados algunos conos parásitos.

**SAN MIGUEL** (p. 9): Lo sitúa a cinco kilómetros de Olot, a la izquierda de la carretera de Santa Pau, a 200 m. sobre el llano de Masandell y 780 sobre el mar. Da abreviadamente las mismas características citadas por Cazorro en cuanto a forma, materiales que presenta, disposición del cráter. Cita del mismo varias erupciones estrombólicas, con lapilli, enormes bombas y potentes coladas. La última, excéntrica, salió al Oeste y cruza la carretera por el Km. 4. La anterior, lateral, siguió la propia dirección. La última forma un malpaís con hornitos.

A nosotros nos cumple añadir que, indudablemente, es debida en gran parte a erupciones de este volcán la gran colada del Bosch de Tosca (A-1). El mapa topográfico señala para este volcán una altitud de 786 m., y el trazado de las curvas de nivel no permite apreciar la huella del cráter visto por Cazorro y del que se hace eco San Miguel.

#### **SANTA MARGARITA** (A-1), núm. 26.

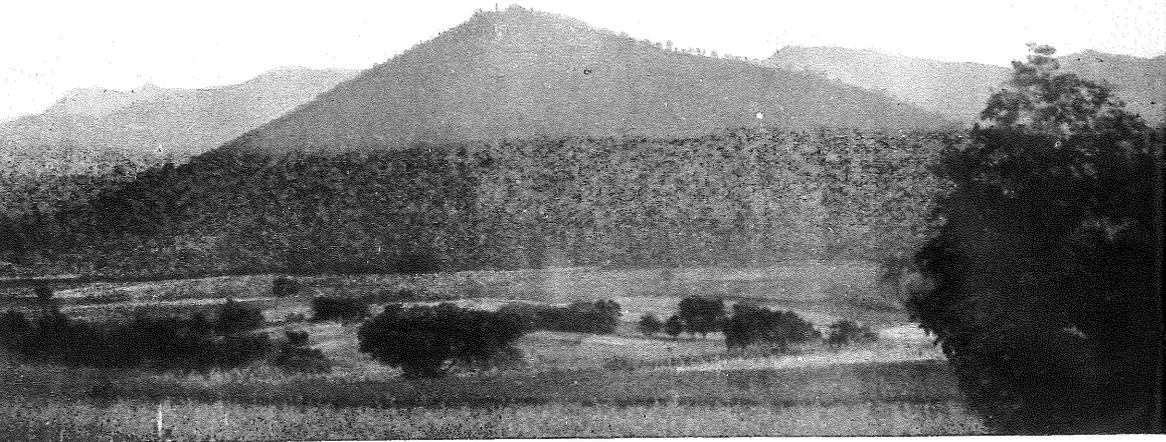
El más grande de los volcanes después del Cruscat, y de cráter más espectacular.

**GELABERT** (p. 20 y 21; un dibujo): Concede al cráter 50 m. de profundidad, dos kilómetros de periferia y un área en el fondo de  $80 \times 40$  metros. Señala fenómenos de subsidencia de aire frío y húmedo en el cráter. Admite para el mismo una altitud de 760 m. y, por el Este, 200 m. de altura relativa. Señala la presencia de puzzolana negra en la vertiente norte, parte de la este y de la oeste. La vertiente sur la considera formada por arenisca y caliza. En la vertiente sudeste cita arcilla, lava, basalto y pudingas. Encuentra también lavas en la base N., NE. y Este.

**CAZURRO** (p. 186 a 191; una foto y dos dibujos): Lo sitúa a seis kilómetros de Olot, a la derecha de la carretera a Santa Pau, y lo erige sobre las calizas y areniscas eocenas inferiores y por debajo de la caliza nummulítica de Santa Llúcia. Cónico. Le concede 220 m. de altura absoluta y 100 m. relativos por el Norte. Perímetro del cono 1.500 m. (Teixidor, 1.315 m.). Elipse del borde superior del cráter,  $400 \times 300$  m. en los ejes; del fondo,  $90 \times 50$  m. o poco menos.



Fot. 12.—Cascada de Santa Margarita, por la que el Brugent atraviesa una colada basáltica.



Fot. 13.—El Cruscat, desde el Pla de Masandell.

Fot. 14. —Cráter del Puig Rodó de las Medas.



Profundidad, 50 m. —Lyell (61), 137 m.; Teixidor (112), 153; Vidal (118), 47; Gelabert (54), 50 metros—. Cita las calizas, areniscas y pudingas, buzantes al Sur, que aparecen por el O. y el S. del cono, y acompaña un esquema. Transcribe la hipótesis de Sapper (98), que hace intervenir el viento del SO. para explicar la forma y orientación del cráter, a la vez que la falta de lapilli en el lado de barlovento. Cita que en algunos puntos aflora basalto compacto.

SAN MIGUEL (p. 10 y 11): Lo sitúa a siete kilómetros de Olot, a la derecha de la carretera a Santa Pau, y le concede 781 m. de altura absoluta y 150 m. de altura relativa, Dimensiones del cráter, las de Cazorro. Cita la misma distribución de materiales con los distintos rumbos. Admite para el volcán varias erupciones: algunas centrales, con poca lava y mucho lapilli. Una, por lo menos, excéntrica, con colada que se dirige a Santa Pau, que se ve al pie del volcán, en Mosquera.

Se advierte fácilmente la falta de unanimidad de los autores en cuanto se refiere a las dimensiones de este aparato volcánico. Los datos que se desprenden de la topografía oficial son los siguientes: profundidad del cráter, 77 metros hasta el punto más alto del borde; 60 m. término medio; altura del fondo del cráter, 689 m.; altura máxima, 766 m.; perímetro del cono, 3.700 m.; ídem del borde superior del cráter, 1.100 m.; ídem de la parte inferior al nivel de la cota 700, 700 m.; forma del cono en su planta, circular; planta del borde superior del cráter, elíptica; eje mayor al NO.-10°-N., 400 m.; eje menor al NE.-10°-E., 300 m.; ídem del borde inferior, 250 × 200 m., con la propia orientación, perpendicular, por cierto, a la dada por Cazorro. Altura relativa del cono, por el NO., 150 m.; por el N., 125 m.; por el E., 206 m., y por el S. sólo 85 metros.

Las dimensiones del cráter en relación a la escasa altura relativa del volcán, sus paredes cortadas a pico, sugieren o una explosión final de gran envergadura, de la que se echa de menos el material correspondiente, o bien un hundimiento general del cráter, contemporáneo con la gran emisión de lava que se aprecia al E. hacia el llano de Santa Pau y que partió de la base del mismo, y que constituiría seguramente su último espasmo. Desde luego que el hundimiento supuesto podría ser también posterior y de fecha indeterminada, pero entonces no hallamos para él un hecho que nos permita considerarlo como causa de tal fenómeno.

#### PUIG JORDÁ (A-1), núm. 19.

Sinonimia: Puig Jordá de Sa Cot (Gelabert).

GELABERT (p. 23): Lo sitúa a seis kilómetros de Olot. Aislado, hemisférico, con dos cráteres; uno al Este y otro al Oeste. Le concede 590 m. de altura absoluta y 60 m. de altura sobre el llano.

CAZURRO (p. 194): Repite los datos de Gelabert e indica no pudo visitarlo.

SAN MIGUEL (p. 8 y 9): Lo sitúa al pie del Corb, en el lado sur del llano. A cinco kilómetros de Olot y cerca de la carretera de Santa Pau. Y a continuación transcribe casi literalmente lo que Cazorro dice del Puig de la Costa, haciendo constar al final que en su cima hay una ermita dedicada a San Miguel y San Jorge. Es muy fácil imaginar un error de composición al editar el Catálogo, puesto que al hablar del Puig de la Costa transcribe, entonces, los datos de Gelabert sobre el Puig Jordá, si bien modificando la altura absoluta, que fija en 717 metros.

Nuestra visita, sin embargo, nos ha llevado a la conclusión de que el Puig Jordá tiene nada más que un solo cráter, orientado al ONO.; que el cono es de lapilli y tiene forma de herradura. Marcet y San Miguel, en la Guía, lo mismo que Chevalier, lo figuran también como de un solo cráter, y los primeros, además, lo dicen textualmente.

La topografía oficial le concede 607 m. de altura absoluta y 47 m. sobre el llano, sin que de su representación cartográfica pueda deducirse su morfología, al igual que ocurre con el Cruscat.

#### PUIG DE LA COSTA (A-1), núm. 20.

Sinonimia: De la Costa de Sa Cot, o de San Miguel (Gelabert). De San Miguel y San Jordi, de Sa Cot, Puig Moret (Cazorro).

GELABERT (p. 21 y 22): Lo sitúa en el Pla de Sa Cot y le atribuye 640 m. de altitud y 100 m. sobre el llano. El volcán levantó las areniscas y formó un cono del que ha quedado sólo el flanco oeste. Opina que la loma que se extiende a lo largo del antiguo camino de Santa Pau, desde Can Bastans a Coll de Casellas y el Puig de Casellas, son parte de las vertientes N. y NE. del volcán. Señala un segundo cono en el fondo del cráter (Roureda de la Olivera, núm. 21) formado de puzzolana y de una altura relativa de 70 metros.

CAZURRO (p. 184): Señala su contorno en arco con concavidad al NE., y lo considera resto de un antiguo cráter destruido, haciéndose eco de una observación del Dr. Aulet. Cita lapilli en Can Bastans y basalto en la cumbre. Da las mismas alturas que Gelabert y cita la capilla dedicada a San Miguel y San Jorge. Señala asimismo el cono de La Roureda, núm. 21.

SAN MIGUEL (p. 9): Por el error de composición antes citado, dicho autor, en su Catálogo, nos habla, por lo menos en parte, del Puig Jordá, dando datos de Gelabert. En realidad nos habla del Puig de la Costa al describir el Puig Jordá, y señala el cráter abierto al NO., la presencia de basalto compacto en la cima y da los valores de altitud que Gelabert atribuye al Puig de la Costa. Cita la ermita.

La Roureda de la Olivera, núm. 21, la cita aparte como volcán independiente y le concede los 70 m. que le atribuye Gelabert.

Según la topografía oficial la cima del volcán alcanza los 721 m., y 100 metros sobre Can Formiga, así como 80 sobre Sacot. De la misma no alcanza en modo alguno a deducirse la morfología del volcán, tan interesante.

De nuestras observaciones personales se deduce que el aparato presentó un gran cráter al NE., del cual es borde toda la cima en arco del cerro. Posteriormente otro cráter se abrió en la falda SO. del cono primitivo y, posiblemente, se edificó a la vez el nuevo cono de La Roureda en el interior del gran cráter inclinado del Nordeste. Se aprecian, pues, magníficamente, por lo menos dos periodos sucesivos de erupción que dieron lugar a un aparato compuesto, ejemplo no único en esta región.

#### PUIG CABRIOLÉ (A-1), núm. 16.

Sinonimia: Puig de Cabridé (Gelabert).

GELABERT (p. 23): Lo sitúa al O. de Puig Jordá y le atribuye 560 m. de altitud absoluta y 30 relativa. Cita en la cumbre un cráter de dimensiones casi iguales a las del Montsacopa.

CAZURRO (p. 194): Transcribe a Gelabert y dice que no lo pudo visitar.

SAN MIGUEL (p. 8): Lo sitúa a tres kilómetros de Olot, entre el cerro de Pujou y la sierra del Corb. Le atribuye 500 m. de altura absoluta y 30 relativa. Cita el cráter circular de más de 100 m. de diámetro, bien conservado. Señala que se levanta sobre la colada del Bosch de Tosca y está formado por escorias y lapilli.

Nuestras observaciones sitúan al Puig Cabriolé en el borde meridional del Bosch de Tosca. El cráter, circular, cultivado, de unas dimensiones del orden de las citadas por San Miguel, llama la atención por hallarse al nivel medio del Bosch de Tosca, de modo que no hay prácticamente que subir ningún repecho para hallarse en él, viniendo desde el Norte. Por el Sur, en cambio, hay que ganar todo el espesor de la formación lávica, que no baja de 35 metros. El cráter del Puig Cabriolé, tiene al SE. una parte del borde del antiguo cono, constituido por un cerro de lapilli que tiene continuidad inmediata con otra acumulación de materia fragmentaria, en arco y que mira al Sur, que debe ser considerado como otro cráter de explosión, de modo que el Puig Cabriolé sería también un volcán compuesto de dos bocas, lo que parece desprenderse de modo más o menos claro, también, de las representaciones gráficas de Chevalier y la Guía.

Altitud oficial máxima del cono, 581 metros.

**PUIG ASTROL (A-1), núm. 23.**

Sinonimia: Pujastrol (Gelabert, Cazurro).

GELABERT (p. 15): Lo sitúa a 5 ó 6 kilómetros de Olot, en la pendiente sur de Batet, muy cerca del Pujalós y dependiente de él. Es diminuto, bien conservado; se eleva 6 metros por el Oeste y 30 por el Sur. El cráter tiene 125 metros de circunferencia y 3 de profundidad. Se halla formado de lava roja. Está a 606 metros sobre el mar.

CAZURRO (p. 180): Lo considera el menor de los volcanes de la zona. Se levantaría de 8 a 10 metros por el Oeste y 25 ó 30 por el Sur. El diámetro del cráter sería de 35 metros y 5 su profundidad. No hay gredera. Lo considera un cráter accesorio, a no ser que la concavidad fuera debida sólo a un hundimiento.

SAN MIGUEL (p. 10): Lo sitúa a unos cuatro kilómetros de Olot, al pie de la vertiente sur de Batet. El cráter, circular, tendría 40 m. de diámetro y cinco de profundidad. Su altitud absoluta 630 m., la relativa 30. Cita del mismo, al contrario de los otros autores, lapillis y escorias, y lo cree colocado en la colada basáltica que descende del Puig de la Garsa. También Chevalier lo relaciona con esta colada.

En realidad es un cono muy completo y menudo, y parece ser algo más que una sencilla ampolla explosiva de la corriente lávica, por lo que el papel de cono adventicio de efímera actividad es quizás el que más se aviene a sus caracteres; sus exiguas dimensiones no permiten que con cotas de nivel de 20 m. quede prácticamente registrado en una hoja topográfica al 1:50.000, y así no aparece en la misma.

**CA DE BOSCH DE SACOT (A-1).**

No lo señalan Gelabert ni Cazurro.

SAN MIGUEL (p. 8): Lo sitúa algo al NE. de Puig Cabriolé. Es un pequeño cerro de 15 a 20 m. de altura, constituido por lapilli y escorias. Se eleva sobre el basalto del Bosch de Tosca. No tiene cráter visible.

**CA DE BOSCH DE BATET (A-1), núm. 18.**

Sinonimia: Ca de Bosch (Gelabert y Cazurro no distinguen el de Sacot).

GELABERT (p. 23): Sitúa en él dos bocas, una al Este y otra al Oeste. Le concede 35 m. de altura relativa y 500 m. absolutos. Señala el malpaís y hornitos inmediatos al aparato.

CAZURRO (p. 181): Lo sitúa al SO. de Puig Astrol; a la izquierda de la carretera a Santa Pau, frente al Cruscat. Cita los datos de Gelabert.

SAN MIGUEL (p. 8): Lo sitúa junto al Km. 4 de la carretera, en su inmediata

proximidad y al NE. Lo considera análogo al Puig Cabriolé, pero con dos cráteres mal conservados. Presenta escorias, bombas y lapilli. Tiene 625 metros de altitud absoluta.

De nuestras particulares observaciones se deduce una topografía de detalle complicada, en la que parece apreciarse la existencia de un gran cráter abierto al SE., que habría dejado un alto borde de lapilli en arco por el NO. Este gran cráter es apenas reconocible a causa de la erosión y de las bocas que posteriormente se abrieron en su propio borde interno; la más inmediata a la carretera muestra un cráter en media luna, limitado al Oeste por el borde del gran cráter anterior, sobre el que localmente se habrían acumulado los lapillis expulsados por esta boca, constituyendo el cerro acotado 622 m. Siguiendo al NE. el borde del gran cráter baja a 610 y menos metros, para elevarse en su extremo NE. a 625 m. en una nueva boca de características parecidas a la anterior, pero de cráter elíptico orientado aproximadamente de Este a Oeste. Se trataría de un nuevo ejemplo de periodicidad en las erupciones.

**LA POMAREDA (A-1).**

San Miguel no la cita como volcán en su Catálogo; tampoco Gelabert.

CAZURRO (p. 181): Lo sitúa entre Puig Astrol y el Cruscat y las vertientes de Batet. Lo identifica como un cerrito de 8 a 19 m. de altura relativa formado por lavas escoriáceas negruzcas.

Sin embargo, en la Guía de la Excursión C-4 es citado como volcán, si bien no es representado en el mapa.

Nosotros no lo hemos visitado.

**LA GINEBRED A (A-1).**

Habla de él solamente CAZURRO (p. 194) y dice que es un pequeño cerro volcánico detrás de las Ascomas; no lo describe. Del mapa de situación que acompaña la obra no puede deducirse la ubicación de tal volcán por cuanto está casi por completo equivocado.

No hemos podido reconocerlo.

**CAN FEIXAS (A-1).**

También sólo CAZURRO (p. 194) lo cita detrás de las Ascomas, y por lo que parece deducirse sólo lo vio de lejos, lo mismo que el anterior.

No hemos podido reconocerlo.

**EL TORRENTS (A-1).**

No lo citan Gelabert, Cazorro, ni San Miguel en su Catálogo.

MARCEY lo figura en la Guía de la Excursión C-4, junto al caserío de este nombre, al SO. de Sacot y SE. del Santa Margarita.

CHEVALIER ya lo figura en su trabajo del Boletín de la Institució Catalana de Historia Natural, si bien no lo nombra, ni señala en el cráter, al revés de lo que hace Marcey.

No lo hemos visitado, si bien de tratarse de un verdadero volcán sería de muy escasa entidad. Sospechamos, por su situación, pueda tratarse de alguno de los citados por Cazorro y no identificados posteriormente.

**MARTIÑÁ (A, B-1), núm. 25.**

GELABERT (p. 19): Lo sitúa junto a las grederas de Santa Pau, que se deberían a su actividad. Presenta sólo lapillis y habría tenido, a juzgar por las grederas, hasta 43 fases eruptivas. Le atribuye 630 m. de altura sobre el mar y 50 m. de altura relativa. Supone que los lapilli de este volcán atravesaron la Sierra de Santa Lucía y se mezclaron con las del Santa Margarita, o sea a la inversa de lo que supone Cazorro.

CAZURRO (p. 183): Lo sitúa junto al manso Martiñá y encima de las grederas. Cita las dimensiones que le atribuye Gelabert.

SAN MIGUEL (p. 10): Lo sitúa a siete kilómetros de Olot, junto al manso Martiñá. Le atribuye 670 m. de altitud y 50 sobre el llano. Hemisférico, con cráter central. De él partieron coladas al llano de las Forcas (A-1) y al torrente de Mascou (B-1).

**PUIG SAFONT (A-B, 1) núm. 24.**

Sinonimia: Puig Sa Font (Gelabert y Cazorro).

GELABERT (p. 19): Lo sitúa al lado del de Martinyá y le atribuye 620 metros absolutos y 60 metros relativos. Tiene cráter central con lavas amarillentas y negras.

CAZURRO (p. 183): Da los mismos datos que Gelabert.

SAN MIGUEL (p. 10): Al NE. del Cruscat, en el borde oriental del llano de Masandell, a 7 kilómetros de Olot. Con cráter elíptico. Formado de escorias, bombas y lapilli. Emitió lavas hacia Masandell (A-1) y torrente de Mascou (B-1). Altitud absoluta 660 metros; relativa, 60 metros.

Nuestras observaciones nos hacen reunir a los volcanes de Martinyá y Puig Safont en un solo aparato compuesto, de desarrollo longitudinal, en el que se aprecian un amplio cráter elíptico, al Este de Can Pla del Torn, y un cráter en

el extremo norte, al pie del cerro de Safont, elíptico también pero orientado de Norte a Sur, y otro en el extremo Sur, en la cima de un montículo constituido por lapilli y bombas, encima de las grederas de Santa Pau. Indudablemente, estos dos cráteres extremos corresponden a los volcanes señalados, pero a excepción de Chevalier, que figura tres cráteres, parece ser que nadie ha reconocido el central, que no es notablemente mayor que los demás, pero no situado en ninguna cima, sino más bien en una amplia depresión al Este de Can Pla. Seguramente se trata de una línea eruptiva en la que es difícil, sin un examen muy minucioso del terreno, pronunciarse por el orden de las erupciones que dieron origen a los cráteres; si bien parece deducirse la existencia de un gran cráter, del que el de Can Pla sería la supervivencia, y del que habría quedado el alto borde oriental de lapilli, mientras el occidental está casi al nivel del llano de Masandell. El borde oriental está en arco, abierto al Oeste, como se deduce bien del mapa topográfico, y en sus extremos se habrían abierto las bocas de Safont —en un borde del cráter antiguo— y de Martinyá, en el extremo sur, encima mismo de dicho borde.

Se alcanza la máxima altitud en el cerro de Puig Safont, con 682 metros. Por el lado oeste, el máximo desnivel es de 62 metros, y por el Este, 120 metros. Efectivamente, la línea Puig Safont-Santa Margarita determina una divisoria de aguas muy suave hacia el Oeste, pero muy abrupta al Este, lo que puede atribuirse a tectónica oculta por el manto de lavas. La línea eruptiva tiene en la cima una longitud de cerca de 600 metros y una anchura máxima de 250.

*Grupo de la vertiente sur de Batet***LA BARRACA (A-1).**

Sinonimia: Can Barraca (San Miguel).

GELABERT (p. 16): Boca volcánica al S. de Batet, poco importante. Tiene lavas rojas. Altura absoluta, 600 m.; relativa, 60 metros.

CAZURRO (p. 180): Lo sitúa al nivel del Km. 2,5 de la carretera de Sta. Pau, a su izquierda, como un pequeño cerro pegado a las vertientes de Batet. Sin cráter claro. Lavas rojas escoriáceas. Cita las alturas dadas por Gelabert.

SAN MIGUEL (p. 5): Lo sitúa como Cazorro y da los mismos detalles. No emitió, o muy poca, lava.

No lo hemos visitado, pero de la representación que da Chevalier de los

aparatos volcánicos de esta zona, parece deducirse que se trataría de una tumefacción final de una rama de la corriente lávica del Pujalós.

Marcet, en la Guía, lo figura como volcán de proyección y así lo nombra, si bien no figura cráter alguno tampoco.

**PUJALÓS** (en la hoja de Olot; inmediato al límite norte de la de Bañolas, por A-1).

Sinonimia: Puig Gelós o Pujailós (Cazurro).

GELABERT (p. 14): Lo sitúa a dos kilómetros al E. de la iglesia parroquial de Batet, en lo más alto de la cuesta. Su primera erupción habría corrido hasta el pie de Olot, a lo largo de un desnivel de 300 metros. La colada es de escaso espesor. La altura absoluta, 780 m.; la relativa, 150.

CAZURRO (p. 181-182): Transcribe lo que cita Gelabert.

Es chocante que después de decir que la colada llegó al pie de Olot, diga que la corriente se deslizó en dirección ENE. A la descripción de Gelabert añade que es hemisférico, de lava y lapilli, y que tiene en la cima un ligero rrellano que quizá fuera el cráter. Señala abundancia de lágrimas volcánicas con núcleo de piroxeno.

SAN MIGUEL (p. 5): Lo sitúa a seis kilómetros de Olot, 800 m. sobre el mar y 125 de altura relativa. En la cima cráter de poca anchura y profundidad. Lo considera una acumulación de bombas, escorias y lapillis. La colada fue al Fluvíá.

**PUIG DE LA GARSA** (en la hoja de Olot, inmediato al límite norte de la de Bañolas, por A-1).

Sinonimia: Puig Cogul (Gelabert).

GELABERT: Habla de él sin situarlo y sólo cita su altura absoluta, de 775 metros, y relativa de 180. En la base de su cono está abierto el barranco de Garrofás, abundante en piroxenos, recubiertos de una ligera capa de lava roja. Tiene cráter en el flanco occidental. Tuvo una erupción basáltica seguida de otras de lavas y lapilli, que construyeron el cono sembrado de bombas y lágrimas nucleadas.

CAZURRO (p. 182): Lo sitúa al O. inmediato del Pujalós, cuando en realidad está al E. y así figura en su propio mapa. Señala el gran parecido con aquél. Da los mismos datos que Gelabert y habla de la existencia en su cono de tobos de compresión y trozos de toba y arenisca entre sus lapillis.

SAN MIGUEL (p. 5): Lo sitúa al ESE. del Pujalós, a siete kilómetros de Olot. Cita del mismo una colada lateral al llano de Masandell y no aporta otra novedad.

### Grupo de Santa Pau

**PUIG DE MARCH** (B-1), núm. 30 (fig. 6).

Sinonimia: Pedra Aguda (Cazurro).

GELABERT (p. 19): Lo sitúa en el extremo E. de la sierra de Sta. Llúcia.

CAZURRO (p. 183): Atribuye los lapillis que se ven en la colina de Sta. Llúcia al Puig de March, situado en Pedra Aguda, cuya cima se halla a 630 m. absolutos y 80 relativos.

SAN MIGUEL (p. 12): Lo sitúa frente al Km. 8 de la carretera de Sta. Pau y a su izquierda. La carretera corta los lapillis y la colada. Da las mismas alturas que Cazurro. Dice que es irregular, sin cráter visible. Emitió colada hacia Santa Pau.

Nuestras observaciones confirman la localización de San Miguel, y la carencia de cráter conservado. En la carretera, en el Oratorio de San Pelegrí, aparece la colada basáltica acompañada de abundante gredera que recubre el

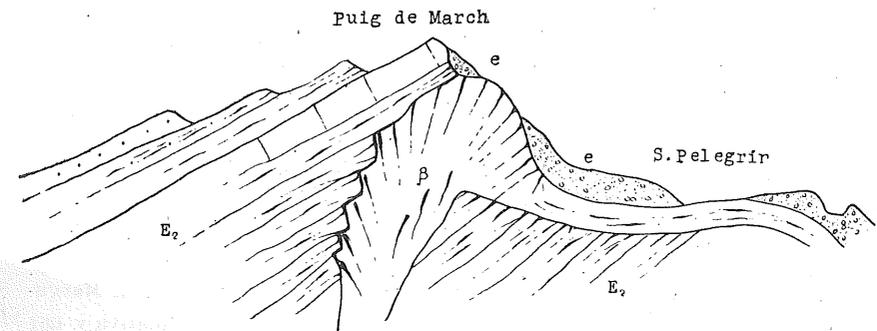


Fig. 6.—El volcán de Puig de March.

basalto. El volcán sale de la falda meridional de la Sierra de Sta. Llúcia en emisión lateral, según esquema. La cima de Pedra Aguda, donde se halla un oratorio actualmente destruido, no está formada por el volcán, sino por calizas lutecienses cuajadas de grandes *Nummulites*; dichas capas aparecen abombadas ligeramente por la acción del volcán, que se ha abierto paso a sus pies, por entre los estratos inferiores. La corriente basáltica ha tenido su origen en la ladera, a unos 630 metros de altitud, y se aprecia bien su relieve en la topo-

grafía y en la curva a que obliga a la carretera para atravesarla en un pequeño lazo.

**PUIG SUBIÁ** (B-1), núm. 28.

Sinonimia: Escomas (Gelabert), Ascomas (Cazurro), junto con el Roca Negra.

GELABERT (p. 20): Lo sitúa detrás del Roca Negra. Altitud 640 m.; sobre el llano 140 m. Cráter desfigurado abierto lateralmente al NE.

CAZURRO (p. 193): Lo define igual que Gelabert.

SAN MIGUEL (p. 11): Lo sitúa al Sur del Roca Negra y unido a él por su base; es algo más alto que aquél y del mismo tamaño. Está formado de lapilli y escorias y abundan en él pequeños cristales de augita. Tiene dos cráteres pequeños, uno al Este y otro al Oeste, que vertieron dos coladas; una al NE., que se une a la del Roca Negra, y otra, muy corta, al Oeste.

Nuestras observaciones señalan un cráter bien visible, abierto de arriba abajo en la falda occidental del cono; en cuanto al cráter del NE., en que los distintos autores coinciden, es de más difícil reconocimiento; topográficamente, desde luego es muy confuso. El cono se eleva a 713 m. y unos 120 m. sobre la base.

**ROCA NEGRA** (B-1), núm. 27 (fot. 16).

Sinonimia: Pujalet (Cazurro), Ascomas (junto con el Puig Subiá).

GELABERT (p. 19-20): Tiene cráter roto por el Este; 630 m. de altura y 70 metros sobre el llano. Notable por los cristales de piroxeno y otros productos.

CAZURRO (p. 191): Hemisférico; unido al Puig Subiá. Cráter al Este abierto hasta la base. Da para él las mismas alturas que Gelabert. Exalta la clase de los productos emitidos por el volcán, que son, según él, testimonio de fases eruptivas anteriores.

SAN MIGUEL (p. 11): Lo sitúa en el llano de Sta. Lucía, al E. del Sta. Margarita, a ocho kilómetros de Olot. Hemisférico, de 70 m. de altura relativa y 661 absolutos. Formado por lapilli y escorias que contienen feldespatos y nódulos de peridotita y gneis. Cráter desbrechado en herradura al NE. Colada al ENE.

**CAN SIMON** (B-1), núm. 29.

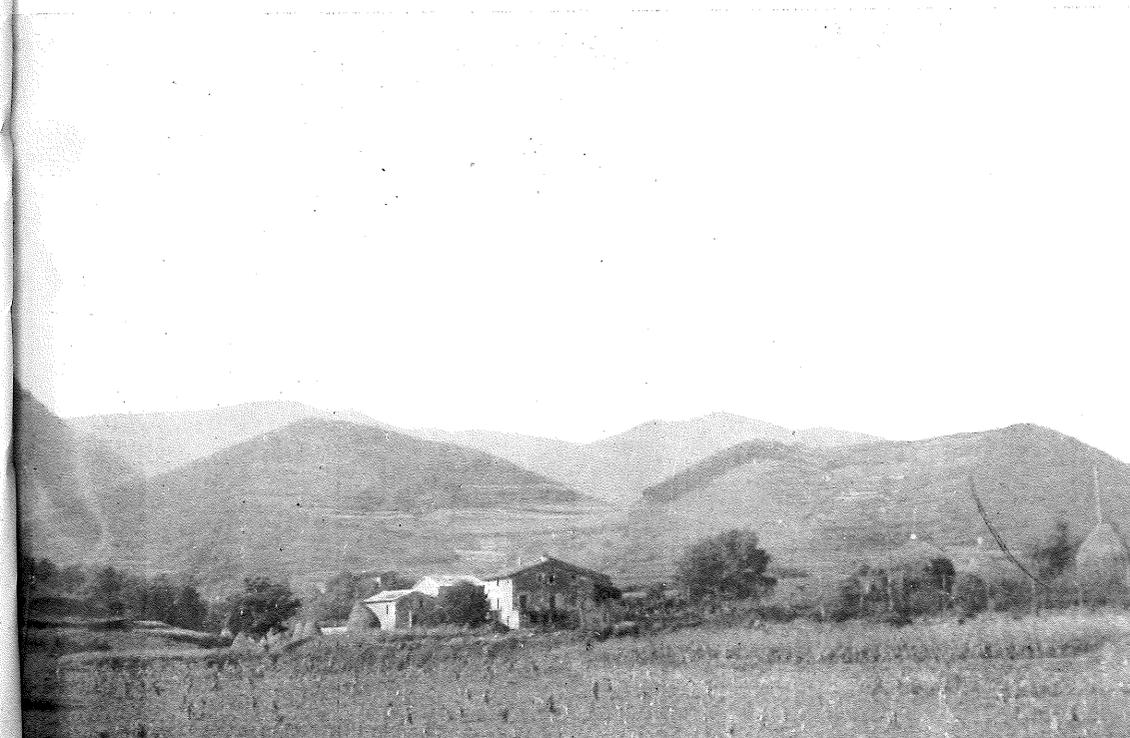
No lo citan Gelabert ni Cazurro.

SAN MIGUEL (p. 12): Lo sitúa al S. de Santa Páu, muy cerca del pueblo, es un cerro de lapilli y escorias. Mide 50 m. de altura y 575 sobre el nivel del mar. Sin cráter; emitió lavas por su base, al Oeste.



Fot. 15.—Cráter del volcán de Santa Margarita.

Fot. 16.—Volcanes de Las Ascomas. El Puig Subiá, a la izquierda; el Roca Negra, a la derecha.





Fot. 17.—El Puig de Adri, desde el camino viejo de Llorá.

Fot. 18.—Cráter oriental del Puig de Adri.



Nuestras observaciones confirman la situación y morfología. Se abre en el collado que separa el Vehinat de Font con el cerro 584, al SSO. de Santa Pau. Se halla en el trayecto de una falla visible de rumbo NO.-SE., que parece prolongarse por el collado de Santa Llúcia por un lado y la casa del Pont por otro. No parece que esta falla sea de gran salto ni que se salgan sus dos labios de una misma formación, por lo menos en este trayecto. El cráter, de haber existido, está irreconocible; todo el volcán está en el lado oeste del collado y abierto en canal por la erosión; a su pie se encuentra la colada.

#### **PLAÇA RIBERA (B-1).**

Volcán no señalado todavía por ningún autor y descubierto en nuestras excursiones.

Se halla al Sur mismo de Santa Pau, en la ladera de la Sierra de Finestras, entre el cerro de San Jordi y la Sierra de Grau.

Su posible cráter no ha podido todavía ser determinado, por hallarse el punto de origen del basalto en un intrincado y espeso hayedo, que no permite vistas de conjunto, aunque parece hallarse a nivel de la cota 720. Hay muy escaso material de proyección, pero la colada, en cambio, es bien visible a lo largo del torrente que circula al Este de Santa Pau. El basalto es algo alveolar, de color azulado claro y con grandes cristales de augita y feldespato. Es posible que la fuerte pendiente en que se halla instalado este aparato haya determinado la destrucción total del cráter por la erosión. Lo apellidamos de Plaça Ribera, por la primera masía que se encuentra a sus pies, en el sendero que conduce a Finestras.

### *Grupo de Fontpobre*

#### **FONTPOBRE (A-1), núm. 31.**

Sinonimia: Fageda d'en Basols y Roureda de Colltort (Gelabert).

GELABERT (p. 24): Señala bosque de hayas en la vertiente norte y de robles en la sur, lo que hace que se le conozca por los dos nombres señalados en la sinonimia. La cima del volcán es conocida por Pla d'Ayats. El manantial que da nombre al volcán, Fontpobre, se halla en la gredera de la vertiente norte, al pie de la acumulación de lapilli. El cráter se halla rajado hasta la base por el SO. Lava porosa cubrió las vertientes S. y SO.; algo la del N. en la Fageda y Fontpobre, hasta cerca de Les Fages. Los labios del cráter tienen grandes bloques lávicos. Altura, 800 metros sobre el mar; relativa, 370 metros (desde

luego no es ésta la altura del cono, sino de la sierra sobre la que se asienta).

CAZURRO (p. 205 y 206): Lo sitúa al N. de Can Tiá y dice que no se observa cráter claro. Lo describe, sin embargo, como Gelabert. Sitúa el Pla d'Ayats a 920 metros.

SAN MIGUEL (p. 12): Lo sitúa en la Sierra de Fontpobre, a 920 metros de altura y 10 kilómetros de Olot. Es un cerro de lapilli y escorias con cráter desbrechado al Oeste. Tiene una plataforma en su cima que podría ser un antiguo cráter relleno de escorias y lapilli. Del cráter visible partió una colada hacia San Felú de Pallerols. Del otro, posiblemente, otra más pequeña que habría salido por su base hacia el Este.

Nuestras observaciones nos llevan a admitir en Fontpobre la presencia de dos bocas volcánicas, de las cuales Gelabert describió en realidad sólo la más occidental, aunque cita el Pla d'Ayats, que pertenece al borde de la más oriental, mientras que Cazurro y San Miguel citan sólo la boca oriental.

La boca occidental está realmente abierta al SO., de arriba abajo, con grandes bloques lávicos en el borde del cráter, como dice Gelabert, y de ella parte una corriente lávica que se vierte hacia San Acisclo de Colltort. La boca oriental está abierta al Oeste y tiene en su borde un amplio llano de escorias y lapilli, en que vegetan unos cuantos robles; la boca está también rajada hasta la base y de ella partió una corriente, asimismo hacia San Acisclo, que se unió luego, en el valle, a la de la boca occidental y a la del volcán inmediato de Can Tiá. No hemos visto la probable colada hacia el Este.

#### CAN TIÁ (A-2), núm. 32.

GELABERT (p. 25): A 880 metros de altura absoluta y 100 metros de altura relativa. Cráter circular de 168 metros de diámetro y 60 metros de profundidad. Dio lavas hacia San Acisclo y San Miguel de Pineda (A-2), para juntarse más abajo de San Felú con las del Traiter (A-2). En realidad, no se juntan las coladas.

CAZURRO (p. 205): Se halla junto a la masía de Can Tiá, a media ladera, 840 m. de altura absoluta. Cráter circular de 140 m. de diámetro, limitado de NO. a SE. por la alta divisoria de aguas. El resto mira al valle de San Acisclo con un ligero reborde de lavas. Vertió colada hacia San Acisclo y San Miguel de Pineda, con 12 y 15 m. de espesor hasta las Rocas Negras, en el valle de Hostoles.

SAN MIGUEL (p. 12): Al S. del Fontpobre, en la cabecera del torrente de San Acisclo y al lado de Can Tiá: 850 m. absolutos y a 10 Km. de Olot. El cono es inferior al terreno circundante y está formado de lapilli y escorias. Cráter cir-

cular de 125 m. de diámetro y 25 de profundidad. Vertió por el SO. una colada por el valle de San Acisclo hacia el de San Felú, que arrastró grandes bombas.

Las observaciones por nosotros practicadas hacen coincidir la descripción con la dada por San Miguel. De los tres cráteres de esta cima, el de Can Tiá es el único bien conservado y está adosado lateralmente a la sierra, cosa nada rara en los volcanes de esta zona; su altura es de unos 830 m. y une su colada a las de las bocas de Fontpobre; la colada así originada sigue el valle de San Acisclo hasta San Miguel de Pineda, y según nuestras observaciones termina en el Km. 33,800 de la carretera, sin alcanzar a unirse con la de Traiter, por lo que llegamos a sospechar en un error de Gelabert, que repiten Cazurro y Chevalier.

#### PUIG RODÓ DE LAS MEDAS (B-2), núm. 34.

Sinonimia: Puig Rodó, Puig de las Toscas (Gelabert y Cazurro).

GELABERT (p. 25 y 26): Sitúa el cráter a 870 metros de altura absoluta y concede 200 metros de altitud al cono. El cráter rodeado de tres colinas: Puig de l'Abelló o Tremoleda, Comas o Castañeda y de la Creu. Considera el cráter mayor que el del Montsacopa y de unos 50 metros de profundidad. Por el lado de Cogolls hay lavas que descansan con muy poco espesor sobre areniscas y se extienden hacia San Aniol. El cono está formado de puzzolana, escorias y bombas.

CAZURRO (p. 207): Al cerro de la Creu le llama Puig Rodó de la Tosca. El cráter dice ser llamado Camp de Lacunagra (hace hipótesis sobre su etimología) y cree tiene 160 metros de diámetro por más de 30 de profundidad. Los cerros marginales se levantan más de 40 metros sobre el borde. El borde a 850 metros sobre el mar. Señala las tobas travertínicas del valle de Cogolls y las cree formadas por fuentes carbónicas resto de volcanismo; en ellas están las cuevas dels Fontanils (A-B, 2).

SAN MIGUEL (p. 13): A la izquierda de la cabecera del torrente de Cogolls, a 13 kilómetros de Olot. Irregular, con tres cerros que cierran el cráter circular de 150 metros de diámetro por 30 de profundidad. Altitud 850 metros. Tuvo erupciones estrombólicas arrojando lapillis, escorias y una colada al Este, hacia San Aniol (B-2), en una longitud de 7 u 8 kilómetros.

La topografía del Mapa Topográfico Nacional a 1:50.000 sitúa el punto más profundo del cráter a 805 metros, los tres cerros de escoria que lo limitan a 853, 853 y 839 metros, respectivamente. El cráter es ligeramente elíptico, y su diámetro mayor, orientado Este a Oeste, alcanza los 200 metros. La profundi-

dad máxima es de 48 metros y la media de 25 metros; el borde tiene un suave tránsito, con el fondo del cráter cultivado.

**TRAITER (A-2), núm. 33.**

Sinonimia: Volcán de la Codina (Gelabert).

GELABERT (p. 26 y 27): Lo sitúa en el valle de Vállach o Aiguavella. Tiene dos bocas, una en la cima y otra en el lado oriental. El fondo del primer cráter tiene unos 30 metros de diámetro por otros tantos de profundidad. El segundo cráter se halla 40 metros más bajo y tiene en sus labios un diámetro de 160 metros y 33 en el fondo. Altura absoluta del aparato 710 metros; relativa, 160. Parece haber un tercer cráter por el Sur, junto al Manso Estanyol D'Amunt; una capa de puzzolana se extiende por la llanura del pie del citado manso y se insinúa por el valle de Cogolls. Una corriente de basalto corre por el Vállach hasta San Felú de Pallerols.

CAZURRO (p. 203 y 204) (1 figura): Al cráter bajo le llama «de Can Codina» y lo sitúa al Este y 70 metros más bajo que el superior. Dice que el aparato es sedimentario por el Norte, Sur y Oeste. Tiene 780 metros de altura absoluta. El fondo del cráter superior 715 metros y 100 de diámetro. Por el Sur y el Este tiene un borde de basalto compacto, formando un muro que lo separa del cráter inferior, desde el que se pasa al superior por una brecha situada al NE. El cráter inferior tiene un diámetro de 90 a 100 metros, a 670 metros de altitud.

SAN MIGUEL (p. 13): Lo sitúa a dos kilómetros al SO. de Can Tiá y 12 kilómetros de Olot, en la parte alta del torrente de Aiguavella. No forma cono ni destaca como tal en el paisaje. Lo describe aproximadamente como Cazurro.

Nuestra observación nos muestra estas descripciones como muy cuidadas, y a este aparato como uno más de los compuestos. El cráter inferior se halla al NE. del superior, al S.-10°-E. de Cal Traité, y está acotado su punto más bajo en 673 metros. El punto más elevado de todo el aparato, que es el cerro eocénico del Oeste, está acotado en 771 metros, y el cerrito volcánico que por el Este limita el cráter superior, en 749 metros. Los dos cráteres se alinean NE.-SO. y determinan una línea de emisión de unos 450 metros de longitud.

**ANTIGUES ROGES (A-3), núm. 35.**

Sinonimia: Puig Roig (Gelabert), San Marcos (Cazurro).

GELABERT (p. 27): En la base de la Sierra de la Salud; su colada la cortó el Brugent u Hostoles, separándola del Puig de les Forques. Tiene todavía un resto de cráter en hemicírculo con altura máxima de 590 metros absolutos y 130 relativos. Las lavas son de un color rojo subido. En el llamado Clot d'Ayano cree ver los restos de un segundo cráter.

CAZURRO (p. 201 y 202): Describe el volcán parecidamente a Gelabert y hace constar la presencia de grandes grederas y que la lava maciza y escoriácea se limita a la cima, a 585 metros de altitud, formando una plataforma ligeramente escotada que sería el resto del borde del antiguo cráter, hoy destruido por el torrente que desciende del monte. Cree que las lavas del Turó de les Forques, por ser 20 m. más altas que las de la derecha del río, no proceden del Artigues Roges, sino del Traiter.

SAN MIGUEL (p. 13 y 14): Lo describe como Cazurro y lo sitúa a 15 kilómetros de Olot.

Nuestra observación coincide con la descripción de Cazurro, si bien la topografía oficial sitúa la cima del cono a 577 m. sobre el mar.

**PUIG ROIG (A-3), núm. 36 (fot. 23).**

GELABERT llama así al de las Artigas Roges, y para él es un sinónimo, o sea que desconoció la existencia de este aparato.

CAZURRO (p. 202): Lo sitúa aguas abajo de las Artigas Roges y al mismo lado del Brugent. Lo considera una grieta de emisión tranquila, por cuanto no tiene materiales explosivos y sí sólo una masa de basalto en la que se abrió cantera.

SAN MIGUEL (p. 14): Dice de él aproximadamente lo mismo que Cazurro, pero lo considera un «neck» volcánico, habiendo sido desmantelado el cráter y arrastrados los productos de explosión.

Nuestra observación ha ido encaminada a averiguar esta cuestión. La disposición del basalto en la cantera no nos ha permitido decidir la cuestión, puesto que no aparece claramente una disposición prismática por cuya orientación pudiera deducirse alguna cosa. Sin embargo, no hemos visto por los alrededores inmediatos materiales fragmentarios que pudieran ser originados por tal aparato, además de que no se explicaría bien cómo el Artigas Roges, tan inmediato que sólo es separado del Puig Roig por un barranquito, se muestra tan abundante en materiales de proyección cuando faltado de ellos el cerro que comentamos y sus inmediaciones. Así, ante la dificultad de explicar una diferencia de estado erosivo tan notable para dos volcanes que podemos creer son sincrónicos o separados por poco lapso de tiempo en su formación, y que se hallan situados en condiciones análogas, creemos, hasta nueva visión, en una emisión tranquila lávica por el Puig Roig, mientras que por el Artigas Roges tendrían lugar aparatosas erupciones estrombolianas, lo que no es, precisamente, ninguna novedad; hoy en día ocurre en el nuevo volcán de la isla de La Palma,

*Grupo de Rocacorba, Adri y Llorá***PUIG MONER** (C-2), núm. 37.

Sinonimia: Barolesch (Bolós).

GELABERT (p. 28): Dice que hay siete kilómetros de la parroquia de Granollers de Rocacorba al volcán (en realidad no alcanzan a cinco). La boca se abre de NE. a S. y está bastante destruída. Atraviesa el cráter el torrente de Rocabeyera. Tiene 930 m. absolutos y 550 sobre Granollers (desde luego no son todos de cono). Cerca de la cumbre existe la pequeña llanura llamada Pla Suau. El terreno es poco volcanizado por el Sur. Sus lavas llegan hasta la parroquia de San Esteban de Llémana. Hay lavas negras y rojas.

CAZURRO (p. 215 a 217; un esquema): Alcanza en su cumbre 850 metros. Al subir, de los 650 hasta los 720 aparece una faja de arenisca eocénica. A los 800 m. se encuentra el Pla Suau o dels Teixons, que quizá fue el antiguo cráter, convertido hoy en un llano circular de unos 200 m. de diámetro. Por el N. es dominado por una eminencia areniscosa que alcanza los 850 metros.

SAN MIGUEL (p. 14): Lo sitúa al NE. de Granollers, 900 m. de altitud absoluta y 500 relativos. Es en gran parte sedimentario y muy degradado. Cree que el Pla Suau es el cráter. Su colada va a la riera de Llémana.

Nuestras observaciones lo sitúan al N. 10° E. del castillo de Granollers de Rocacorba, en el cerro acotado en 844 metros. Por el SO. escasos productos de proyección, principalmente bombas, es cuanto indica actividad volcánica, aun junto a la cima; lapilli en abundancia aparece en Pla Suau, acotado en su punto más elevado 764 m.; al E. de este punto se ve lava en abundancia; por el NE., con vertiente ya hacia Mieras, la masa de escorias está fuertemente abarrancada y muestra un espesor muy notable de lavas negras lustrosas, que emerge del lado oriental de la cima. Según esto, parece como si el Pla Suau, con su fino lapilli, fuera nada más que el borde meridional del cráter, cuyo borde norte habría desaparecido por la acción de los empinados barrancos que dan al torrente de Sayol y cuya acción erosiva se ve sobre el terreno fresca y potente. La colada sale al SE. y se dirige en seguida al S. por una pendiente singularmente abrupta, que hace que tenga poco espesor y en algunos puntos se rompa en cascada dejando ver el substrato. Dicha colada está constituída por abundancia de lavas cordadas y arrastra grandes bombas. Algunos productos de explosión se sobreponen a la misma donde la erosión los ha respetado, A

unos 80 metros sobre el castillo, la colada desvía hacia el Este para descender ya por el torrente de la Plana.

**PUIG DE LA BANYA DE BOCH** (C-D, 4).

GELABERT (p. 28 y 29): Lo sitúa a 5 Km. aguas abajo de la parroquia de San Esteban de Llémana. Tiene en la cima tres promontorios: Puig de la Banyia de Boch, Rasos de Llorá y Las Planas. El cráter se halla entre estas colinas, orientado de NO. a SE. El Puig dels Rasos tiene materiales volcánicos sólo por el Norte y el Oeste; el resto está constituído por pizarras. Los otros dos cerros son volcánicos. El basalto que emitió se encuentra en el Pla de Sant Joan. Señala la presencia de puzzolana bajo la corriente de basalto. Emitió lavas rojas y negras, con bombas.

CAZURRO (p. 213 a 215): Señala el Puig de la Gloria o del Hortolá por el SO., en gran parte sedimentario. También la aparición a trechos del substratum de pizarras al ascender al Puig de la Banyia de Boch. Señala el cráter en la hondonada denominada «El Recó», al que considera elíptico, de 1.000 por 600 m. El fondo del cráter estaría a unos 400 metros sobre el mar; el Puig de la Banyia de Boch a 480; el de las Planas a 510. Deja entender que emitió una corriente hacia el torrente de Fontsaveu y otra al Sur, al llano de Sant Joan. Señala el lapilli del torrente de Fontsaveu; las coladas no alcanzan la confluencia.

BOLÓS (p. 39 y 40): Dice que el cráter se halla en un paraje llamado «La Palomera». Es erróneo, por cuanto la Palomera está en el Coll de este nombre, en el Serrat de Boratuna, en pleno Eoceno.

SAN MIGUEL (p. 15): Lo sitúa al Norte de Llorá, a 15 Km. de Gerona, sobre el Paleozoico y el Eoceno. Cita los tres cerros y da para el cráter las mismas dimensiones que Cazurro, si bien lo sitúa a 600 metros sobre el mar. Señala la presencia de lapillis y escorias y de erupciones terminales, indicando que la lava salió por tres pasos. La colada termina en el valle de Llémana, al SO. de Llorá (D-4).

Nuestra observación muestra una descripción muy afinada por parte de Cazurro; realmente, el Puig de la Banyia de Boch tiene tan poco de volcánico como el dels Rasos de Llorá; la boca volcánica «El Recó» se abrió al NE. del Puig de la Banyia de Boch y sus proyecciones pusieron una pequeña montera de materiales explosivos a este cerro, a la vez que edificaron por completo el de Las Planas o de la Castañeda, del Recó, que no tiene más de 700 metros por 300, partió la lava hacia el SO. y Pla de Sant Joan, y por el collado entre el cerro de Las Planas y dels Rasos hacia el torrente de Fontsaveu, donde no llegó a alcanzar el Hostal. En el mapa, el cerro de Las Planas está acotado.

508 metros; el de la Banya de Boch, 455, y el dels Rasos, 424. La representación del cráter es sumamente defectuosa.

#### LES ROQUETES (D-4).

Incluimos aquí este afloramiento basáltico, a reserva de una inspección posterior.

GELABERT (p. 47): Habla del Turó de les Roquetes, en término de Ginestar, como parte de la colada del volcán del Puig de la Banya de Boch.

CAZURRO (p. 211 y 212): Lo sitúa al NE. de Port Sa Creu, todavía en término de Ginestar, al lado de la riera de Llémána, conocido también con el nombre de Turó del Centinela. Es sedimentario en su base y basáltico a partir de su mitad, en una altura de 40 metros. Tiene 210 m. absolutos. El basalto es muy compacto, parecido al de Can Guilana; pero no se observa cráter, no ha originado corrientes, ni tiene material de proyección. No se define más, sin embargo, sobre su carácter.

Nosotros hemos pasado con demasiada prisa por él, pero la falta absoluta de afloramientos basálticos desde el Hostal hasta el Turó de les Roquetes, a lo largo de dos kilómetros del valle de Llorá, no tiene satisfactoria explicación en el supuesto de que el afloramiento de les Roquetes sea un resto de la colada del Puig de la Banya de Boch; por cuanto no es verosímil que las aguas de la riera de Llémána hayan arrastrado nada menos que dos kilómetros de colada en duro basalto de un espesor superior a los 25 metros, sin dejar rastro alguno, y en fecha que permitiría todavía la deposición en el fondo de los notables travertinos de la Font d'En Dansa que, por las entalladuras de la erosión que presentan, no son precisamente actuales. Esta circunstancia nos hace optar por un afloramiento basáltico de emisión al estilo del del Puig de Can Guilana, y tenemos a favor de esta opinión la constitución física del basalto, muy compacto, no alveolar, muy parecido al del citado Puig, y el hecho de que el afloramiento se encuentra en la misma falla de Santa Afra que pone en contacto el Silúrico con el Eoceno medio; falla que más al NO. ha dado paso a la emisión del Puig de la Banya de Boch y a la del Puig Moner.

#### PUIG DE ADRI (D-3), núm. 38.

Sinonimia: Monteal (Bolós, Gelabert y Cazurro).

GELABERT (p. 28 a 31): Le concede cuatro grandes bocas en la parte superior (en la pág. 6 de la propia obra dice cinco). La mayor oblonga, de 650 metros por 250. Las otras tres, poco menores. Potentes grederas en las que, por la parte del torrente del Gárrep, se cuentan hasta 27 capas. Por el Sur aparecen lavas con hermosos peridotos y bombas. Cita grandes cantos de arenisca como

emitidos por el volcán. Señala la presencia al E. de puzzolana negra, que alcanza hasta la Mota. Cree que esta puzzolana se encuentra bajo los estratos calizos y areniscosos en un trayecto de 12 a 15 Km. (!); 330 m. absolutos y 130 relativos.

CAZURRO (p. 217 a 221): Lo sitúa entre Adri y Canet, a 380 metros absolutos y 150 relativos. Tiene un doble cráter. Las dos bocas separadas por un altozano. Los cráteres son oblongos y uno de ellos es mayor y orientado de Este a Oeste (trae fotos y corte). Señala una escotadura por el Este del cráter mayor, y un alto pico constituido por lavas en su SE. Este pico forma el verdadero Puig y se eleva unos 60 metros sobre el cráter. Al Oeste, la erosión ha abierto profundas zanjas. Los lapillis abundan en el E. y SE. y se encuentran aún en la Mota, lo que explica por la hipótesis de Sapper. En las vertientes interiores del volcán alternan basalto poroso y brechas. Hay grandes masas de olivino, bombas y fragmentos de arenisca. Supone el manto basáltico consolidado antes de formarse el cono.

SAN MIGUEL (p. 14 y 15): Lo sitúa igual que Cazurro y le atribuye las mismas alturas. Dos cráteres abiertos al Este, uno de ellos más grande y más antiguo que el otro. Señala los productos y cita las bombas con núcleos de peridoto. Da para la colada las mismas dimensiones que Cazurro.

Nuestras observaciones señalan dos claras bocas oblongas abiertas al NO., de las cuales es la mayor la más oriental, que es la fotografiada por Cazurro y por nosotros; al Oeste, parece dibujarse otra boca, pero la erosión puede haber dado lugar a tal apariencia. Estas bocas han emitido abundantes lavas hacia el NO., originando el alto collado que separa el cono del cerro eocénico del Pou; estas lavas alcanzan el torrente de Esparraguera a kilómetro y medio al NO. del cono. La topografía oficial no deja interpretar en absoluto la topografía del cono, quizá, en parte, debido a ser inadecuado a su representación el intervalo entre las curvas de nivel. Los bloques de maciño que aparecen en la base de los lapillis, es muy posible no hayan sido expulsados por el volcán, como se ha venido creyendo, sino que formen parte del Cuaternario subyacente, como se ve en Bañolas, por ejemplo, cuando éste recubre crestones de maciño terciario; algunos podrían haber sido más o menos removidos por el volcán al romper éste la película cuaternaria que recubría las formaciones eocenas. La colada no sólo se aprecia a lo largo en los torrentes del Gárrep y Pedrola, sino que aparece en toda su magnificencia a lo largo de la orilla izquierda de la riera de Canet, donde reposa sobre una capa de lapilli, hasta la unión de las carreteras en Pal de Canet (D-4). La cima del Puig de Adri está acotada en 348 metros, por lo que el cono se eleva 100 metros sobre la iglesia de Canet, acotada en 241 m., y 45 m. solamente sobre la de Adri, acotada 303 m. Es otro ejemplo de volcán compuesto.

*Grupo de Gerona***PUIG DE CAN GUILANA** (E-4), n.º 40.

GELABERT (p. 51): No lo cita como volcán, sino como un resto de una colada del Puig de Adri. Dice que se encuentra a un kilómetro de Sarriá de Dalt. Presenta lavas compactas, sin cráter, y muestra sobre la riera unos 60 ó 70 metros de altura y 200 sobre el mar.

CAZURRO (p. 223 a 225): Le concede 210 metros sobre el mar y 60 sobre la riera de Riudellecas. No tienen cráter y su base está rodeada de areniscas y margas azules del Eoceno. Su basalto es muy compacto, oscuro, de grano fino, con pequeños granos de olivino; encontró en él un enclave de granito. Llama la atención una brecha volcánica que se halla en la base del monte, atravesada por una sustancia blanca. Lo considera un volcán homogéneo, sin productos de expulsión algunos.

SAN MIGUEL (p. 15): Lo sitúa a cinco kilómetros de Gerona, 210 m. sobre el mar y 69 de altura relativa. Es un cerro cónico, sin cráter, constituido por basalto. Se trata de un cúmulo volcán, si no es testigo de una colada fragmentada.

Nuestras observaciones nos conducen a admitirlo como un volcán; las canteras abiertas en su cima, al poner en descubierto la disyunción del basalto, lo acreditan como un «neck» (véanse fotografías); la brecha volcánica que se cita al pie, hace creer en una fase explosiva del volcán; en ella hemos encontrado algo de escoria. Las grederas habrían sido arrastradas por la erosión, dada la proximidad del Ter. El supuesto de que sería un testigo de colada, adolece del defecto de que falta encontrar el aparato emisor, que no puede ser el Puig de Adri, por la falta de testigos intermedios y por la muy distinta calidad del basalto; además, las canteras abiertas en la cima zanzan la discusión y las dudas.

## APÉNDICE

Luis Mariano Vidal, en su trabajo titulado «Investigación de hidrología subterránea en la comarca de Bañolas», publicado en las Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, en 1908 (120), señala la presencia,

en San Vicente de Falgons (C-2), entre Finestras y Rocacorba, a unos tres kilómetros de San Miguel de Campmajor, de una erupción basáltica.

No hemos podido visitar la localidad, por lo que no podemos definirnos sobre la misma, y más sin haber ninguno de los autores posteriores recogido la cita.

Quede para un reconocimiento posterior.

## CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL VULCANISMO DE LA HOJA

El fenómeno de las erupciones ocurrió, sin duda, recientemente, y de la determinación de su edad nos ocupamos luego; la evidencia de la juventud de tales manifestaciones es que las coladas discurren a veces sobre sedimentos cuaternarios, como se observa en el valle de Hostoles, frente a la Fábrica Dussols-Sacrest (B-3), o en el valle de la riera de Canet (D-4).

El vulcanismo es aquí un fenómeno que no ha modificado la estructura geológica de la región, y sólo muy a la ligera su fisonomía. Realmente el sistema de avenamiento actual estaba ya determinado y ampliamente desarrollado cuando tuvieron lugar las erupciones, puesto que las coladas se extienden a lo largo de valles preexistentes que son los mismos por los cuales fluye actualmente el agua. En los puntos en que el basalto interrumpió el paso de las aguas, se formaron balsas temporales hasta que los cursos se fraguaron paso entre la masa de basalto y la orilla primitiva, lo que es muy frecuente observar; pero hay que ver cómo en algunas circunstancias los cursos de agua atraviesan y se encajan en el basalto, lo que nos lleva a admitir un trazado epigénico sobre el mismo. Esta epigenia se manifiesta claramente por la abundante cobertera de tierras cuaternarias, que casi por todas partes cubren las coladas basálticas y que constituyen los más fértiles predios de la zona. A favor de esta capa, que en algunos puntos alcanza y aun supera los dos metros de espesor, creemos se han desarrollado estos casos de epigenia, cual observamos en el Sert, entre el kilómetro 12 de la carretera de Santa Pau (B-1) y Sellent y en la cascada de Santa Margarita (B-3), en el valle del Brugent. La edad, pues, de las manifestaciones volcánicas fue posiblemente intracuaternaria y, desde luego, preactual.

El vulcanismo de esta zona tiene un interés grandísimo como localidad clásica para el estudio de los fenómenos volcánicos, si bien ya hemos dicho que en el aspecto geológico este vulcanismo es de menor cuantía; dado que no

ha modificado la estructura geológica de la región y tan sólo ha introducido ligeros retoques en la morfología.

Los aparatos volcánicos son, en general, rudimentarios, con un «neck» o cuello que rasga el Eoceno o el Paleozoico, la colada lávica que fluye generalmente de la base y el cono de acumulación — de los que los hay simétricos y otros que no lo son —, pero siempre de poca altura. La persistencia de los conos se explica por su juventud, si bien los hay ya fuertemente erosionados, lo que depende en parte, por lo menos, de la situación topográfica de los mismos. Las cenizas forman potentes depósitos eólicos en algunos puntos, conocidos con el nombre de «grederas» y que se utilizan para material de mortero.

Respecto de su origen, es evidente que los volcanes, en su génesis, están relacionados con las fallas, pero no de forma tan inmediata como a menudo ha sido expuesta. Las fallas son anteriores al vulcanismo. Muchos volcanes están fuera de las grandes fallas y equidistantes entre ellas. Otros están en las proximidades, y relativamente pocos son los que están sobre la propia falla.

Hemos estudiado varios de los primeros, por ejemplo, el grupo situado alrededor de San Acisclo de Colltort. Recorridos periféricamente no han mostrado los estratos eocenos circundantes dislocación ni trastorno alguno, sin el menor indicio de falla, grande ni chica. Los estratos son perfectamente continuos, homogéneos y tendidos. Los cuellos de estos volcanes parecen como practicados con sacabocados, circunstancia que no constituye, por cierto, niuguna novedad en Vulcanología. Así pues, los volcanes son resultado de las líneas de fractura, debilidad y descomposición originadas por las fallas, pero, de manera sorprendente, la mayor parte no las siguen, sino que se sitúan entre ellas. Un fenómeno depende de otro, pero éste no rige fundamentalmente aquél. Si otra cosa ha parecido, y se ha pretendido demostrar, es porque en otros estudios se ha razonado a base de un círculo vicioso; las fallas no han sido localizadas estratigráficamente, sino que reconocida su existencia por otros motivos, han sido trazadas luego uniendo líneas de volcanes. En mapas topográficamente imperfectos esto ha dado como resultado una serie de alineaciones rectilíneas cruzadas, una verdadera maraña o red de fallas, que no existen, pues sólo hay un sistema de fallas paralelas dirigidas de NO. a SE. Luego se ha obtenido fácilmente la consecuencia de que los volcanes están situados en la intersección de las fallas.

\* \* \*

Como ya otros autores han hecho observar, los conos de esta zona se mantienen, por regla general, en buen estado de conservación; prueba de lo reciente de su erección.

Con todo, observamos estados distintos de conservación, que atribuimos, en parte por lo menos, a la posición topográfica del aparato de proyección, lo que determina una mayor o menor facilidad para el ataque de la erosión.

Los conos adosados a una abrupta pendiente son los más rápida y fuertemente atacados por la erosión; así lo observamos en el volcán de Plaça Ribera, en el que se hace muy difícil distinguir los restos del cono, y en el Artigas Rojas, núm. 35, altamente deteriorado, situados, el primero, al pie de la Sierra de Finestras, al SE. de Santa Pau, y el último al pie de la Sierra de la Salud. Los conos situados en altas divisorias, al tener asimismo junto a sus flancos grandes desniveles, han sido también fuertemente batidos por los elementos destructores; tales los dos de Fontpobre, n.º 31, y Puig Moner, n.º 37, casi irreconciliables en su morfología. El Puig Rodó de las Medas, n.º 34, está también notablemente degradado, si bien no del aparatoso modo como lo son los volcanes anteriores.

El Pujalós y el Puig de la Garsa muestran en su forma hemisférica, sin casi restos de cráter, un estado de denudación bastante suave, pero no menos evidente, relacionable con su situación en las cimas de Batet.

Los aparatos situados en el llano, o entre relieves de escasa importancia, son los que aparecen mejor conservados, y se encuentran en este caso los volcanes de Sacot, del llano de Santa Pau y, en una medida intermedia, el Traiter, n.º 31; el Puig de la Banya de Boch, n.º 39, y el Puig de Adri, n.º 38.

Con todo, en los volcanes del fondo de los valles hallamos también diferencias sensibles en el estado de conservación, que quizá, en parte por lo menos, puedan ser atribuidos a una supervivencia mayor o menor de las respectivas emisiones. Quizá pueda atribuirse a ello la extraordinaria frescura de formas del Santa Margarita, n.º 26, ante la mayoría de conos algo más desgastados por las fuerzas erosivas.

En muchos conos podemos comprobar, y en otros es verosímil, que han emitido lavas y materia fragmentaria. Las emisiones de lava parece ser que raramente se han efectuado por el cráter. Este tipo de emisión lo hemos observado, sin embargo, en el Puig de la Banya de Boch, n.º 39, y en el Puig de Adri, n.º 38. Es muy posible lo hayan tenido también el Roca Negra, n.º 27, y el Cruscat, n.º 22, a juzgar por su morfología. En la apreciación de estos casos interviene la duda de si el desbrechamiento que se observa es debido al derribo del anillo pericrateriano por el empuje de la lava, o bien a la erosión. La vegetación, el cultivo, el estado avanzado de destrucción del cono, como es el caso de los volcanes de Fontpobre, dificultan extraordinariamente el despeje de la incógnita. Los volcanes de Fontpobre, abiertos por entero en canal por el tercer cuadrante, no permiten una aseveración en ese sentido, aunque

la boca occidental posee en el borde del cráter grandes masas lávicas consolidadas que nos llevan de la mano a sospechar una emisión terminal.

Las más frecuentes de las emisiones lávicas parecen, con todo, haber sido las laterales por la base del cono, por cuanto son varios los conos con borde intacto, y de cuyo pie arranca larga colada; así, el Santa Margarita, n.º 26, el Puig Rodó de las Medas, n.º 34, el Traiter, n.º 33, el de Can Tiá, n.º 32, Pujalós, Puig de la Garsa, Martinyá, n.º 25, Puig Safont, n.º 24, por ejemplo. Es posible que, a su vez, la mayoría de conos con cráter desbrehado lo deban simultáneamente a una emisión basal, sobre la que se habría derrumbado una parte del cono de materia fragmentaria, no o poco consolidada.

Vista esta disposición en la emisión de las lavas, y dada la carencia de conos adventicios, llegamos a la conclusión de que estos aparatos, a pesar de haber emitido basaltos flúidos y lapilli, tienen más, en lo que a su cono respecta, el carácter de volcanes de acumulación que el de volcanes estratificados. Evidentemente, la lava puede formar parte del zócalo del volcán, pero está ausente de las paredes del cono, en las que no existe andamiaje alguno de esta materia, o casi. Se trata, pues, de conos de ceniza, si bien en transición a los volcanes estratificados.

Estos conos de ceniza acumulados alrededor de la chimenea de proyección, han tenido un período de actividad efímero, según lo atestiguan sus modestas dimensiones.

Durante su breve período eruptivo, la chimenea de emisión no cambió de lugar en algunos de los aparatos, y con ello se originó un tipo de aparatos —monoáxicos— con un cono regular de una sola boca, cual el del Santa Margarita, n.º 26, el Puig Rodó de las Medas, n.º 34, el de Can Tiá, n.º 32, el Pujalós, el Puig de la Garsa, el Puig de la Banya de Boch, n.º 39, el Roca Negra, n.º 27, el Puig de March, n.º 30, el Puig Astrol, n.º 23, y, posiblemente, el Cruscat, n.º 22.

Otros aparatos hubo en que la chimenea de proyección varió de lugar en el transcurso de las erupciones —aparatos poliáxicos— generándose así varios cráteres en un mismo aparato compuesto. Tan sólo en uno de estos casos —el Puig de la Costa, n.º 20—; se observan conos anidados («Nested craters»); en dicho aparato el cono de la Roureda de la Olivera, n.º 21, aparece en el interior del gran cráter del NE. Los otros casos ofrecen cráteres en los flancos del cono, por ejemplo el grupo de Fontpobre, n.º 31, los del Puig Cabriolé, n.º 16, los de Can de Bosc de Batet, n.º 18, los cráteres SO. y NE. del propio Puig de la Costa, n.º 20, el Traiter, n.º 33, el Puig de Adri, n.º 38. En un único caso hemos creído apreciar un aparato con tres cráteres en línea recta: es el complejo Puig Martinyá, Can Pla y Puig Safont, núms. 24 y 25.

Los aparatos compuestos, con más de un cráter, son muy poco a propósito para poder comparar sus formas con las que se deducen de los estudios de Milne, Becker o Linek, o para establecer relaciones entre el diámetro de la base, del cráter y la altura del cono.

Para tal objeto son aptos solamente los volcanes uniáxicos, poco o nada denudados y además regulares, de modo que los accidentes del substrato no influyan visiblemente en la forma general.

Entre los aparatos de algún tamaño, sólo el Santa Margarita y, en cierta medida, el Cruscat son aptos para tal comparación.

Ambos se muestran con una altura inferior al diámetro de su base; en el Cruscat el diámetro basal es de 950 m., la altura de 186 m. y la relación de altura a base es de 0,19; en el Santa Margarita el diámetro basal es de 1.300 metros, la altura máxima de 166 m. y la relación de 0,12. Estas relaciones corresponden a conos de acumulación de ceniza y no a volcanes estratificados en los que la armazón lávica permite una relación notablemente mayor, frecuentemente mayor que la unidad. El perfil de las vertientes es ligeramente cóncavo, correspondiendo a una curva exponencial.

El cono del Santa Margarita es más aplanado que el del Cruscat —relación 0,12 frente a 0,19— y por las dimensiones del cráter se acerca sensiblemente a la morfología de los «Wallberge». Así, la relación entre la altura media del borde crateriano y el diámetro del cráter es, para el Santa Margarita, de 0,32; para el Monte Nuovo, de 0,12; para el Astroni de 0,118 y para el Hverfjall de 0,15. Así, si bien no es el Santa Margarita un «Wallberg típico», se acerca notablemente a ellos, por cuanto el diámetro del cráter rebasa ampliamente la altura del cono.

No nos es posible hacer semejante comparación para el Cruscat por la posición excéntrica del cráter y su deficiente estado de conservación.

Las grandes dimensiones del cráter del Santa Margarita y lo escarpado de sus paredes interiores hicieron que fuera comparado a los «Maare», pero, ya lo señala Calderón (25), esta comparación es de todo punto insostenible a causa de la falta de fragmentos de profundidad en la parte superior del cono, y, añadimos nosotros, por razones de morfología.

La presencia de cráteres grandes para conos de poca altitud es típica de los conos de acumulación y es lo corriente entre los volcanes de la región.

\* \* \*

Calderón (25), hace hincapié en el hecho de que en el vulcanismo de esta zona tuvo lugar primero una emisión flúida de basalto a través de las grietas del terreno, y una posterior fase explosiva que edificó los conos.

De todos modos señala que, en ciertos casos, hay formación de brechas, depósitos de tobas y fragmentos cuya proyección ha precedido o acompañado a la emisión de la masa flúida, si bien indica que en la provincia de Gerona son sumamente escasas estas rocas.

Chevalier (31, 33), en cambio, cree que hubo en un principio una fase explosiva con formación de conos, de los que emanaron las primeras lavas muy calientes y flúidas, que formaron los grandes mantos basálticos; siguió luego una fase de reposo, alterada a continuación por diversas manifestaciones de actividad, explosivas (caso del Puig de la Costa) o efusivas y explosivas a la vez (caso del Cruscat), dando origen a nuevas coladas, pero esta vez de lava más fría y viscosa que originó malpaíses.

San Miguel y Marcet, en las páginas 55 y 56 de la Guía de la Excursión C-4, so oponen a la concepción de Calderón, manifestando que existe visible relación entre los aparatos volcánicos y las corrientes de lava.

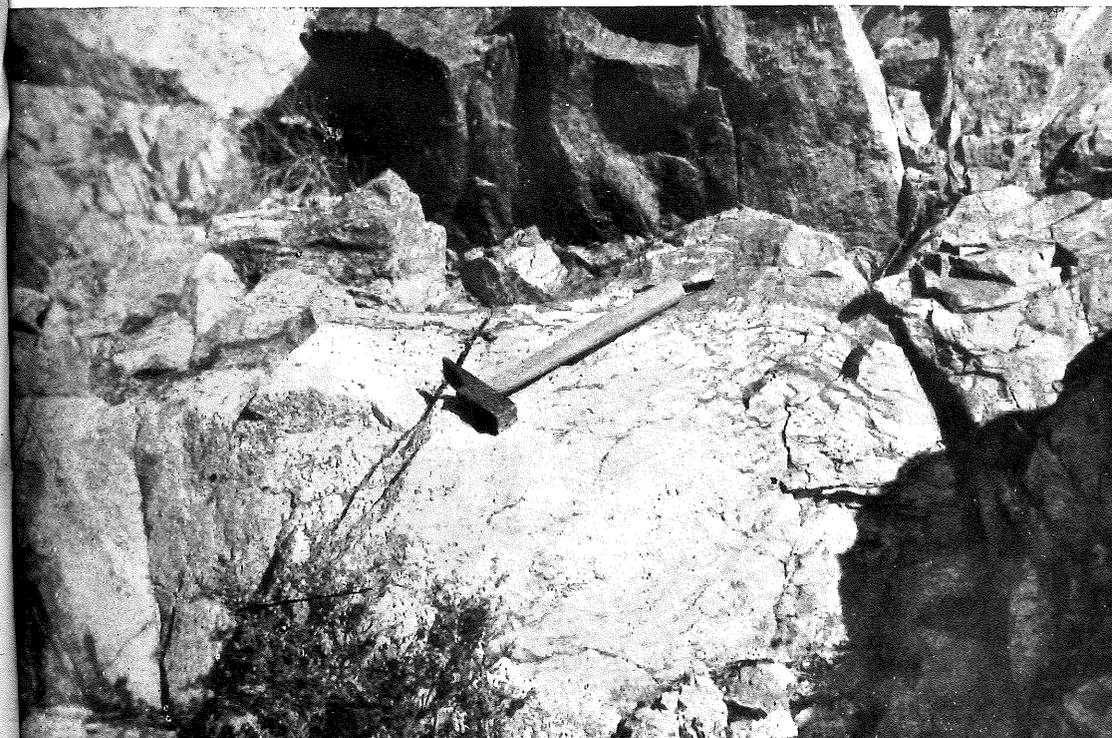
Nuestras particulares observaciones nos llevan a no admitir los conceptos de Calderón, por lo menos para los volcanes de la Hoja. No hay más que contemplar el mapa geológico para reconocer la estrecha relación entre coladas y conos, y a éstos como los puntos iniciales de las corrientes basálticas. Así, la gran colada de los llanos de Canet y Domeny (E-4), que por sus grandes dimensiones pudiera dar pábulo a la emisión homogénea linear, aparece magníficamente encabezada por el gran volcán de Adri (D-3), del que se ve proceder. Aparte este caso, es evidente la paternidad de sendas corrientes lávicas, de no escaso desarrollo, en los volcanes Puig de la Banya de Boch, número 39, Puig Moner, n.º 37, Puig Rodó de las Medas, n.º 34, volcanes de Fontpobre, n.º 31, Can Tiá, n.º 32, Traiter, n.º 33, Artigas Rojas, n.º 35, Puig Roig, n.º 36, Pujalós, Puig de la Garsa, Plaça Ribera, Puig de March, n.º 30, y de Can Simón, n.º 29. Los aparatos situados en el fondo del llano de Santa Pau o en Sacot, aparecen entre un mar de lavas en las que es más difícil distinguir el origen; pero su acumulación puede explicarse perfectamente por reunión en el fondo del valle de lavas de distinta procedencia. Parece, con todo, fuera de duda que las del llano de Sant Martí proceden del Martinyá n.º 25, y el Puig Safont, n.º 24; que las del barranco de Roca Negra proceden del Roca Negra, n.º 27, y el Puig Subiá, n.º 28; que las del pie de la ermita de Santa Lucía proceden del Santa Margarita, n.º 26, y, finalmente, se ve originarse en la cara occidental del Cruscat, n.º 22, la gran corriente de lava viscosa que ha dado origen al malpaís recubierto por la deleitosa Fageda d'en Jordá (A-1).

Con Chevalier (31) admitimos la existencia de dos tipos de coladas, un tipo de lava flúida («fladenlava» o lava «pahoe-hoe») y otro de lava viscosa («Block-lava» o lava «Aa») que forma malpaíses.



Fot. 19.—Cantera en la cima del Puig de Can Guilana. Obsérvese la disposición de los prismas de basalto.

Fot. 20.—Contacto del granito de la riera de Rupit con el Paleozoico. Reducidos fenómenos de anatexia.





Fots. 21 y 22.—Contacto del granito de la riera de Rupit con el Paleozoico.  
Reducidos fenómenos de anatexia.



En los puntos por nosotros observados la corriente de lava viscosa es siempre posterior a la de lava fluida y se le superpone en una fracción del recorrido.

No en todos los aparatos ha tenido, sin embargo, lugar esta emisión posterior de lava viscosa; no hemos visto tal, por ejemplo, en la gran colada de Canet de Adri, como tampoco en el Puig Moner, núm. 37, y otros. En cambio se aprecia bien en el llano de la Fageda d'En Jordá y Bosch de Tosca, en el gran conjunto lávico de Sacot (A-1) y en el valle de Hostoles (A-3). En otros puntos no lo hemos podido determinar con precisión por cuanto el notable espesor de Cuaternario aluvial lo dificulta.

La colada viscosa que da origen al malpaís de la Fageda d'En Jordá y Bosch de Tosca (A-1), origina en su frente, en la Poyaca, a su salida al valle de Olot, entre el cerro del Pujou y las vertientes de Batet, un abrupto muro de por lo menos 30 m. de elevación; el borde meridional de la misma se eleva asimismo en semejante paredón sobre el Cuaternario del pie del Corp.

La colada viscosa del valle de Hostoles origina el malpaís conocido por el Junqué, en las inmediaciones de Las Planas (A-3), y se detiene junto a la fábrica Sacrest Dussols, por medio de un paredón parecido, si bien de dimensiones inferiores, al de la Fageda d'En Jordá.

En la Fageda d'En Jordá se señalan multitud de hornitos, de los que Gelabert (54) dio un esquema de distribución. No hemos visto formaciones semejantes en las otras corrientes de lava viscosa.

Hemos reunido algunos datos sobre la estructura de las coladas.

En el puente del Km. 12 de la carretera de Olot a Bañolas (B-1), por Santa Pau, junto a Sellent, se observa el siguiente corte (fig. 7): Al muro, caliza nummulítica y margas azules. Luego material de proyección, basalto columnar, basalto en lajas, basalto columnar y nuevamente basalto en lajas.

Bajo Can Peredalta (C-4), junto a la riera de Llémana, en la colada del Puig de la

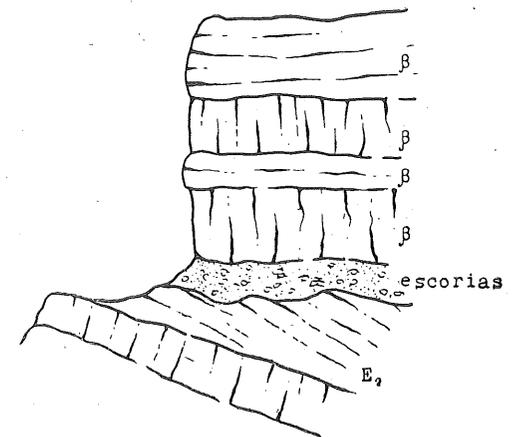


Fig. 7.—Corte de la colada basáltica del Sert en el puente de Sellent.

Banya de Boch, núm. 35, se observa un corte total en el que se ve el basalto descansar sobre un buen espesor de lapilli.

Son de interés estos dos casos, porque, por lo menos para ellos, se pone en evidencia que a la emisión de lava fluída ha precedido una fase explosiva mayor o menor y, por lo tanto, la formación de conos, por lo que no dudamos a admitir que la emisión de lavas se debió a erupciones de tipo central con fase explosiva.

También Gelabert (31) apreció estas circunstancias.

Las rocas componentes de las coladas basálticas y aun del material fragmentario, han sido estudiadas química y mineralógicamente por diversos autores (25, 41, 59, 85, 96, 108, 113, 123, 124).

Pertenecen todas al grupo de los basaltos y son los más abundantes los basaltos feldespáticos, los que por aumento de vidrio y disminución de feldespato y piroxeno pasan en las escorias a aspecto limburgítico, o bien por aparición de nefelina pasan a tefritas nefelínicas con olivino, según unos autores, o basanitas, según otros. Hay algunas traquidoleritas.

Rocas puramente vítreas son raras en las manifestaciones volcánicas que consideramos; Lucas Fernández Navarro (25) cita una taquilita y un vitrofro.

El lector puede conocer al detalle esta parte petrográfica acudiendo a las obras de Fernández Navarro (25), Washington (123, 124) y San Miguel (96), principalmente.

\* \* \*

El tema de la edad de las emisiones volcánicas ha sido dado por resuelto desde hace mucho tiempo a base de la determinación hecha por Carez de unos fósiles hallados por F. de Bolós en el valle de Vianya, admitiendo que su yacimiento era inferior a las coladas. Según ello, al sobreponerse los basaltos a formaciones con *Elephas primigenius*, las emisiones habrían sido posteriores o cuando más simultáneas al Cuaternario medio.

Pero, en 1925, A. de Bolós (17) en el «Butlletí de l'Institutió Catalana d'Historia Natural», manifiesta sus dudas sobre el yacimiento de este fósil y sus relaciones con las coladas volcánicas. De la argumentación que expone se alcanza la convicción de que es muy conveniente una cuidadosa revisión de las circunstancias y lugar de yacimiento para despejar la cuestión.

Tenemos entendido que San Miguel halló molares de *Equus* bajo una corriente basáltica de Sant Felú de Pallerols; aunque *Equus* no es una forma muy a propósito para determinaciones cronológicas finas, sin embargo, sería de interés una clasificación meticulosa de tales restos y ver si son capaces de alguna indicación de edad.

El propio A. de Bolós (17) cita el hallazgo de fósiles en la cimentación del estribo izquierdo del Pont de Ferro sobre el Fluviá, en la carretera de Las Presas, a la entrada de Olot. El hallazgo efectuado por R. de Bolós en 1888, durmió una serie de años sin que tuviera difusión.

Se hallaron en la excavación en barro turboso, bajo capas de aluviión, arena y lapilli, y encima de basalto, molares de *Rupicapra aeuropaea* Cuv., *Bos taurus* L., *Equus caballus* L., *Sus* sp. y *Capra hircus* L., fósiles determinados por Carez y revisados por Harlé y que considera desde luego del Cuaternario superior y verosímilmente representando el Magdalenense.

Si consideramos que bajo el nivel superior del basalto de la estación paleontológica sobre el que se apoyan los fósiles hay más de 30 m. de basalto en coladas sucesivas, según se desprende del corte del pozo de la fábrica de don Narciso Agustí, cercana, se puede suponer que el yacimiento fecha la terminación de la actividad volcánica o casi. Decimos casi porque el espesor de lapilli que se superpone al yacimiento es prueba evidente de que no había terminado dicha actividad, y además, porque tenemos nuestras sospechas sobre las relaciones que pueda haber entre la colada viscosa del Bosch de Tosca (evidentemente la última de los alrededores) y los basaltos de debajo el yacimiento. Es idea de Chevalier (36) que la colada del Bosch de Tosca (A-1) descansa sobre el Cuaternario turboso del llano de las Presas, si bien él no cree en la presencia de otras coladas por bajo del mismo. El Pont de Ferro y el pozo a que nos hemos referido evidencian la presencia de las mismas, pero evidentemente no dicen nada respecto al Bosch de Tosca, situado más alto topográficamente. Nosotros creemos que es muy posible que esta colada descansa sobre el barro turboso cuaternario, y nos parecen indicios atendibles la composición análoga de este Cuaternario a uno y otro lado de la colada, y la evidente desviación del Fluviá contorneando esta última corriente y excavando el depósito. De más peso sería conocer la presencia de basaltos o lavas escoriáceas en los aluviones que recubren al yacimiento, y podría ser definitivo conocer el corte de los pozos que pueda haber establecidos en el borde de dicha colada, ya en las proximidades de las Presas, si bien el de Canlanya, con sus 28 m., no revela Cuaternario en su base (A. Bolós, 18).

Según esto, es muy posible que las erupciones persistieran en sus últimas manifestaciones durante el Magdalenense, y sin que podamos definirnos, por ahora, definitivamente, sobre la época de su comienzo, que Chevalier (36), a base de sus erróneas suposiciones, atribuía al período inmediato al Riss.

El propio Chevalier (31) extiende sus consideraciones de relación entre las coladas y los materiales fluviales a toda la zona volcánica y pretende así establecer una cronología de las erupciones. A la vista está lo delicado de tales determinaciones, basadas únicamente en la morfología, además de que existe

el hecho por nosotros claramente observado de que la obstrucción de secciones de valle por las coladas volcánicas lleva consigo una profunda alteración en la disposición de los materiales cuaternarios y en la forma y altura de las terrazas fluviales, además de que el sincronismo de las terrazas aluviales no puede establecerse con el carácter simplificador y general que dicho autor utiliza comparando las terrazas del Fluviá con las del Valira, por ejemplo, y relacionándolas con determinadas glaciaciones pirenaicas, cuando en realidad todo esto es todavía objeto de activa investigación y controversia.

Todo ello nos lleva al conocimiento de que sólo puede ser llevado a cabo tan interesante propósito a base de estudios muy detenidos, minuciosos, y contando con puntos de apoyo paleontológicos suficientes, lo que no se tiene todavía.

Tal tarea es, por lo demás, superior a lo que permite la actual redacción de la Hoja, por lo que debemos considerar como no alcanzada todavía la cronología de las manifestaciones volcánicas de la misma.

\* \* \*

Para otros aspectos del volcanismo, de importancia más secundaria, como la distribución de las grederas e importancia del viento en la misma, manifestaciones sísmicas, papel de la falla del Brugent como foco linear de tales manifestaciones, los hornitos del Bosch de Tosca, sismicidad histórica, manantiales carbónicos (fuera de la Hoja), etc., remitimos al lector a la bibliografía (10, 11, 12, 25, 45, 46, 73, 77, 83, 97, 98, 105, 107).

## V

# TECTÓNICA E HISTORIA GEOLÓGICA

## TECTÓNICA

### Tectónica del Paleozoico

El Paleozoico que entra a formar parte de la Hoja, constituye el extremo nordeste del macizo de las Guillerías.

Constituido, como sabemos, por pizarras en las que no han sido hallados fósiles, tiene singular parecido, por su aspecto, con el Ordoviciense bien fechado de otros puntos de la región catalana, y como tal es considerado.

Son pizarras arenosas en las que hemos encontrado, al Sur de La Humá (A-4), hiladas de conglomerados, vistas también, según comunicación verbal, por el Sr. Fontboté, quien las consideraba análogas a las del típico Caradoc fosilífero pirenaico.

Estas hiladas pudingiformes atestiguan un carácter más detrítico de este material que el que le atribuyen Ashauer y Teichmüller (7).

Estas pizarras aparecen replegadas y afectas por una emisión granítica, el conocido batolito granítico catalán.

Todos estos accidentes son arrasados por la superficie de erosión preeocena, y en el Montseny por la pretriásica, por lo que, por analogía, debemos ponerlos fechados entre el Siluriano inferior y el Trías.

En las Gavarras, fragmento del propio macizo paleozoico catalán, separado de las Guillerías por dovelación, aparece, además, el Devoniano y, en el Montseny, el Culm, afecto también de plegamiento y metamorfismo, por cierto en discordancia con aquél, lo que señala la presencia de la fase bretónica de plegamiento. La falta de sedimentos superiores al Culm, hace que no poda-

mos precisar ninguna otra fase y tengamos que contentarnos con saber el plegamiento y la intrusión granítica, hercinianos.

Como efecto de estas acciones hemos observado en el cauce de la riera de Rupit (A-4), en las inmediaciones de la confluencia del torrente de l'Om, por una parte, y en las de la confluencia del torrente de Sant Martí Sacalm, en la casa Gravalosa y alrededores, la presencia de sendas cúpulas graníticas con su aureola metamórfica, entre las que se intercala un septo de cornubianitas micáceas en posición casi vertical, de un espesor de unos 750 metros. En el contacto se aprecian fenómenos de digestión, con ligeros enclaves enalógenos y formaciones de endomorfismo, y de inyección del magma granítico entre las capas de micacitas, capas finamente onduladas, presentando el conjunto, si bien muy limitadas en extensión, claras facies de anatexia.

Por encima de las cúpulas graníticas continúa apreciándose, en las proximidades del contacto, la presencia de cornubianitas micáceas y micacitas, que a cierta distancia pasan a flitas nodulosas y sericíticas, y luego, finalmente, a pizarras no afectadas de metamorfosis.

Así, se aprecia cómo el septo intermedio a las dos cúpulas es una raíz de cobertera empotrada en el macizo granítico.

La dirección general de las capas pizarrosas es al ENE., y su buzamiento viene localmente condicionado por el batolito granítico subyacente, que parece concordante con ellas.

De nuestras limitadas observaciones no podemos deducir el carácter de las relaciones tectónicas entre el batolito y el material pizarroso, pero en otros puntos de esta masa paleozoica ha sido considerado post-tectónico.

En el Paleozoico de Les Serres (C-4) observamos una dirección general de la foliación de las pizarras, análoga; el macizo granítico está allí a notable profundidad por cuanto apenas se aprecia su acción metamórfica, sin que aparezcan apófisis graníticas de ningún tipo en superficie.

Con posterioridad a esta acción, en el Paleozoico que nos ocupa, se ha originado un sistema de grietas NO.-SE. y ENE.-OSO., que ha sido rellenado primero con magma granítico con facies aplíticas y con pórfidos cuarcíferos. Hay además algún filón de porfrita, abundantes pequeños filones de cuarzo y algunos filones metalizados, cual el de la mina «Rosita», el del Hort d'en Bernat y el de la desembocadura del torrente de l'Om. En ninguno de ellos hemos observado una predilección por tal o cual sistema de diaclasas.

La carencia de sedimentos posteriores impide comprobar, en el Paleozoico de la Hoja, las distintas edades que para estas emisiones filonianas han sido postuladas.

El Paleozoico de Amer (A, B-4) y Les Serres (C-4) merece, en cuanto a morfología, un comentario aparte.

Constituye la base de las dovelas en que viene dividido el territorio, y en este aspecto está integrado en la tectónica alpídica de tipo germánico que condiciona los rasgos generales de la morfología de la Hoja, y que asimismo afecta a los materiales de cobertera.

Pero el Paleozoico estuvo sometido a las acciones tectónicas hercinianas, con inclusiones de macizos circunscritos de granito, que han dejado profunda huella en sus materiales, pero de la que apenas se revela nada actualmente en la morfología.

Este Paleozoico ha sido puesto a la luz por la acción combinada de los esfuerzos tectónicos, de edad probablemente sábrica, que originaron la fragmentación del territorio, y de la erosión que ha seguido a este estado de cosas.

En los extremos sudorientales levantados de las dovelas aparece, en la base de los otros materiales, el Paleozoico en Amer (B-4), Les Serres (C-4), Llorá (D-4) y aun se adivina bajo el Cuaternario del término de Cartellá (E-4).

En la zona de Amer y Les Serres, donde está particularmente bien conservado, observamos, en la proximidad del contacto con el Eoceno inferior, la existencia de una superficie plana que decapita todas las estructuras de los materiales paleozoicos. El Eoceno inferior está formado por un espesor de restos detríticos de dicho Paleozoico, en el que vemos intercalarse, en Sant Martí Sacalm (A-4) y junto al propio contacto lentejones de caliza de *Alveolinas*.

Tal superficie es una superficie de erosión magnífica (fot. 24) y fue citada por Solé Sabarís (101, 102, 103, 106) de Sant Martí Sacalm, al pie de Far (A-4), siendo posible apreciarse al pie de los cantiles que por Guyola se introducen en la hoja de Manlleu, hacia San Juan de Fàbrega, donde una falla la disloca fuertemente.

Se observa además en la arista que sigue el camino de Les Serres a Sant Grau, hasta el Turó de Campasol (D-4), sobre la riera de Llémana, puesto que no es otra cosa que un fragmento de la superficie de Sant Martí, separado de la misma por la gigantesca falla del Brugent, que lo hunde unos 750 metros.

La conservación de esta superficie en las inmediaciones de la cobertera se debe a lo reciente de su exposición a las acciones erosivas; pero donde la exposición es más antigua la erosión ha fraguado profundas barrancas en un material que se comporta de modo bastante isótropo a tal acción.

Las barrancadas de la riera de Rupit (A-4) y afluentes (fot. 27) son singularmente salvajes y fragosas y sorprende al excursionista que se zafa de su maraña ascendiendo, la vista de la amplia llanura superior, más o menos cultivada; este tipo de superficie plana que se desarrolla sobre material herci-

niano es conocido en el país —con indudable intuición morfológica— *calma*, *calm*, *cauma* o *caum*, de donde el nombre Sacalm, muy frecuente.

En cuanto a su génesis, la perfección del arrasamiento y la presencia de calizas de *Alveolina* en la cobertera inmediata al contacto, parecen indicarnos se trata de una plataforma de abrasión marina, la cual podría haber actuado, desde luego, sobre una dilatada penillanura desarrollada durante el Mesozoico y de la que la abrasión representaría sólo un retoque final a cargo de la transgresión eocénica. Tal superficie de erosión es *pre-eocénica*.

En las profundas barrancadas abiertas por los afluentes del Ter, en el material paleozoico se observa una erosión diferencial entre el granito —más meteorizable— y la aureola metamórfica y pizarras —más resistentes—, si bien los cursos de agua cortan indistintamente uno y otros.

En el material pizarroso se observan rellanos a 60 y 160 m. sobre la riera de Rupit, como si se constituyeran epiciclos. No insistimos, sin embargo, sobre su observación cíclica, puesto que tal interpretación requiere investigaciones en zonas mucho más extensas que las que hemos recorrido.

### Tectónica post-paleozoica

La zona representada en la Hoja de Bañolas corresponde a la de extinción en dirección Sur de los plegamientos pirenaicos, que todavía muy violentos inmediatamente al Norte, en la contigua hoja de Olot, son ya poco intensos en la zona septentrional de la Hoja y pierden aún intensidad hacia la meridional.

Son en cambio, rasgos tectónicos importantísimos, las fallas, grandes fracturas de descompresión alpina que, viniendo de lejos, penetran en nuestra Hoja como un sistema de fallas paralelas de dirección NO.-SE., las cuales segmentan las formaciones en una serie de dovelas caídas hacia el SO. y levantadas hacia el Nordeste.

Los fenómenos de compresión son muy violentos ya en la hoja de Olot, la contigua por el Norte, y tienen una directriz tectónica dirigida del OSO.-ENE., es decir, respondiendo a empujes del NNO.; los accidentes son de violencia tal que han volcado los pliegues hacia el Sur, y muchos de ellos están rotos y son cabalgantes. Es precisamente al Sur de la línea de separación de las hojas de Olot y de Bañolas donde los plegamientos han perdido ya las características que permiten clasificarlos como violentos; y más especialmente hacia el Este, donde ya sólo quedan reflejos de la intensa actividad orogénica.

Un sinclinal, cerrado por el E. en cubeta, se reparte entre las hojas de Olot

y Bañolas. Es bastante simétrico: su eje viene a coincidir con el contacto de ambas hojas, es decir, con el borde norte de la nuestra, y pasa por las cumbres de la Sierra de San Julián; se hunde hacia el Oeste, o sea hacia Olot, pasando al Sur de la población; pero allí queda recubierto por las extensas coladas volcánicas, que lo sustraen a la observación. Su continuación está en la hoja de Manlleu y queda cortado, pero no interrumpido, por la gran falla de Hostalets. Al otro lado de ella, y considerablemente más alto, continúa este sinclinal en la línea de Vidrà-Sora.

En la Hoja de Bañolas arma principalmente en el tramo rojo intermedio, y por el Oeste queda casi totalmente recubierto por las coladas volcánicas de Olot, pero entre ellas afloran maciños marinos que sustituyen al tramo rojo intermedio en el eje del sinclinal, ya que como consecuencia del hundimiento de su eje, hacia el Oeste, va soportando tramos cada vez más altos; en cambio, hacia el Este, van surgiendo, por el contrario, y por la misma razón, los tramos inferiores; este sinclinal, debido a su ligera inclinación ENE., sale de la Hoja por su borde norte, aproximadamente por donde lo hace el río Sert.

Al Sur de esta estructura tenemos un anticlinal cuyo flanco septentrional está constituido por el flanco meridional del sinclinal que acabamos de describir. Su flanco meridional arma las sierras de Finestras, Trentinyá, Portellas, etc. (B, C-2). Bastante agudo por el Oeste y también bastante simétrico (39° al Sur del flanco meridional, 34° al Norte del flanco septentrional), se hace mucho más suave, amplio, hacia el E. como consecuencia del debilitamiento de los empujes y, tendido, da lugar a la cúpula de Mieras (C-1, 2); al estar ésta desmantelada hasta el tramo de las blandas margas azules, origina, en la topografía actual, una cuenca o depresión. Los repliegues accesorios y secundarios de poca categoría son, sin embargo, tan abundantes en las margas que enmascaran su sencilla disposición, la cual está, no obstante, perfectamente registrada en las formaciones periféricas más duras, y no afectadas por estos plegamientos accesorios.

La terminación oriental de este pliegue es indecisa; sus flancos han ido divergiendo rápidamente, y en la línea de San Patllari-Collet de Guixerres (D-1, 2) aparece ya como una cosa muy indefinida; al E. de esta línea se pierde; las capas levantan hacia el E., y a la indecisión anterior se une la ocasionada por anegarse las margas bajo la extensa cobertura cuaternaria de Bañolas-Fontcuberta (E-1). Por el Oeste, en cambio, y ya en la contigua hoja de Manlleu, el anticlinal, tras de desaparecer momentáneamente en la extensión cuaternaria del Fluviá al S. de Olot, y de ser cortado por la falla de Hostalets, aparece magníficamente marcado, y muy elevado, al otro lado de ella, donde continúa por Joanetes, cruzando toda la Hoja de E. a O. y saliendo de ella por el Oeste.

El resto de las formaciones eocenas se puede decir que están apenas ple-

gadas. Su distribución es tabular en sus rasgos más generales, y si bien es cierto que los arrumbamientos de sus capas no son coincidentes a lo ancho de toda la superficie, las variaciones no son nunca muy grandes; tanto estas variaciones, como los plegamientos suaves y locales que presentan, pueden muy bien ser atribuidos al reajuste de las formaciones a la disposición creada después del hundimiento de las dovelas.

Únicamente en la parte occidental de la Hoja, en su mismo borde, puede decirse que existe un sinclinal muy breve, pero bien marcado, y es aquél en cuyo fondo están las formaciones bartonienses más altas de toda la zona, las cuales constituyen el Serrat de la Boada, entre el Coll Bas y el Coll d'Uria (A-2). Su estructura sinclinal se reconoce igualmente en la contigua hoja de Manlleu, pronto interrumpida al Oeste por la falla de Hostalets, pero al otro lado de ella se prolonga por la gran depresión sinclinal de Torelló-Sobremunt.

La edad de estos plegamientos no podríamos fijarla a partir sólo de las observaciones en la Hoja de Bañolas, de la que únicamente podemos deducir que son post-eocenos, pero en la contigua de Manlleu, el Eoceno y el Oligoceno están plegados en conjunto; así pues, los pliegues principales son post-oligocenos.

El conjunto de fallas que disloca la mitad SO. de la Hoja corresponde a un fenómeno tectónico importante. Es una zona típica de descompresión, donde las dovelas paleozoicas de fondo, al ceder las compresiones alpinas, han basculado, originando el hundimiento de las formaciones terciarias que tienen encima. Por la longitud de las fallas, y por la extensión superficial que afectan, se puede considerar como un fenómeno tectónico de primera magnitud y muy interesante. Estas fallas son sensiblemente paralelas, y están arrumbadas de NO.-SE. En ellas, el labio oriental está siempre hundido con respecto al occidental, constituyendo de esta manera una serie de escalones en cuyas tesas aparecen sucesivamente los terrenos de la serie estratigráfica eocena. La consecuencia de la regularidad de los hundimientos es que ha dado lugar a una serie de estructuras monoclinales, en que en general las direcciones y buzamientos cambian poco, y, cuando lo hacen, es de una manera suave, para dar lugar a amplias estructuras en cubeta, como resultado de la adaptación a las nuevas posiciones.

Las fallas tienen enormes recorridos. Pasan de las hojas de Ripoll y de Manlleu, ya con largos trayectos en ellas, a la de Bañolas; la atraviesan en sentido diagonal y aún continúan hacia el Sudeste. Los saltos a lo largo de ellas distan de ser uniformes; hay recorridos en que el descenso puede llegar a los 500 m. y luego atenuarse rápidamente, hasta llegar a ser apenas perceptible, para ofrecer más allá de nuevo saltos considerables. Parece como si la masa eocena se hubiera, a trozos, despegado del yacente paleozoico y hubiera que-

dado acuñada sin acompañar al descenso. Quizás a nuevos reajustes sea debida la gran actividad sísmica y aun vulcanológica que ha mostrado la región en todo tiempo, incluso en los recientes.

Describiéndolas de NE. a SO. nos encontramos, primero, con la falla de Adri. Quizá nace ya en la depresión de Mieras (C-1, 2), pero allí, en las margas, sería imposible localizarla. En cambio es perceptible en la collada de Can Roure Gros (D-2), y hay otra fallita paralela entre esta collada y Pujarnol. El borde de la dovela occidental ha quedado elevado, y bajo los maciños surgen las margas azules de Bañolas, las calizas de *Nummulites* y el Paleoceno, estando estas formaciones en contactos, anormales, con los maciños al otro lado de la falla. En Adri (D-3), de nuevo las margas de Bañolas están en contacto con los maciños. Más allá se extiende el Cuaternario, pero la falla aún se localiza, porque a un lado de ella los restos cuaternarios se forman a expensas del Eoceno, al otro lado a expensas del Paleozoico. La falla sale de la Hoja para continuar, al parecer, en la contigua. La segunda falla que encontramos, una de las mayores, penetra en la Hoja por su ángulo NO. procedente de la de Olot. Oculta primero bajo las efusiones basálticas, esta falla, a la que denominaremos de Granollers de Rocacorba, tiene primero el salto cambiado, es decir, es la parte occidental la que se ha hundido con respecto a la oriental, como puede verse por el contacto anormal entre los Km. 7 y 6 (A-1) de la carretera de Olot a Bañolas. A lo largo de la falla los maciños nummulíticos, a la derecha de ella, están en contacto con la formación roja, que es más alta estratigráficamente, es decir, es el lado oeste el que está hundido. Al Sur de Santa Pau (B-1) la falla se manifiesta por trastornos y medidas anormales en las capas, pero queda siempre dentro de la misma formación; no hay apenas salto. Al Norte del pico de Finestras ya es la dovela occidental la que está elevada, y la oriental la hundida: los maciños altos están en contacto con los bajos. Luego, la falla se interna, siempre con saltos reducidos, en los maciños de la Sierra de Finestras, y una vez en ellos no es fácil localizarla, aunque anomalías en los medidas hacen suponer que prosigue. En el Collet de Bastarra (C-2) el salto es ya grande. Bajo los maciños, aparecen sucesivamente, en la dovela occidental, las margas azules y las calizas nummulíticas, en contacto anormal y muy rectilíneo con los maciños altos al otro lado de la falla. Luego son el Paleoceno y, finalmente, el Paleozoico los que están en contacto con los maciños, a lo largo de una línea casi recta, de falla de gran salto. La falla sale de la Hoja por el borde SE. y parece continuar. La tercera falla procede de la hoja de Ripoll, atraviesa el ángulo NE. de la de Manlleu (falla de Hostalets) y entra en la de Bañolas por el Coll d'Uria (A-2). En Hostalets su salto era más grande y ponía en contacto el Auversense (margas de Manlleu) con las calizas nummulíticas del Luteciense más bajo. En el Coll d'Uria ha disminuído mucho,

y es el Bartonense el que está en contacto con los maciños del Luteciense superior.

Más al Sur del Coll d'Uria el hundimiento ha dado origen a los imponentes y pintorescos farallones de La Salud, Sierra del Puig del Moro y del Far (A-3, 4) (fot. 8) cuyas cumbres constituyen una meseta con buzamientos muy suaves hacia el Oeste. Al pie de los cingles, en el valle, están las mismas capas que constituyen las cumbres, y aún otras más altas. Probablemente la falla se desdobra en otras dos paralelas, quedando en medio un estrecho bloque. Así llegan a quedar al descubierto no sólo el Paleoceno sino aun el Paleozoico. Al otro lado, NE., de la falla, las capas tienen una estructura monoclinial con buzamientos suaves y regulares. No obstante, al caer un bloque tan grande, han debido ceder en forma regular constituyendo a modo de cubeta, lo que origina un cambio gradual de buzamientos, que de O. pasaría a SO. Quizás esta gran masa de margas y maciños está también fallada. Lo más probable es que existan pequeñas fallas, que no serían otra cosa que grietas originadas por la dificultad de adaptación, pero al ser de pequeño salto y no causar contactos anormales, serían muy difíciles de percibir en las monótonas masas de maciños. Una cuarta falla nace en Can Toni Gros, en la hoja de Manlleu (falla de San Juan de Fàbregas), y sale por su ángulo SE. pero sin llegar a entrar en la de Bañolas.

En un estudio publicado con Almela (1), acerca de la edad de los yesos del Eoceno de esta región, dimos nuestra opinión acerca del sistema de fallas, complicadísimo, establecido por Chevalier (30). Decíamos allí, que aparte de las grandes fracturas que hemos señalado, no hemos visto otra cosa sino roturas locales; nuestra observación indica, contrariamente a lo establecido por Chevalier, que entre las grandes fallas las formaciones son muy continuas. Las roturas, muy accesorias, incluso donde son más aparentes, como ocurre en la gran mancha de margas de Bañolas, del valle de Mieras, son de carácter local y, además, muy difíciles de sistematizar. Existan o no las que señala Chevalier, su representación en conjunto sería, en todo caso, muy defectuosa, ya que no hace resaltar la diferencia fundamental de categorías entre uno y otro orden de fracturas. Tampoco estamos conformes, por consiguiente, con el estilo de repetidas fracturas que señala en sus cortes. Las fallas importantes, que nosotros hemos señalado, fueron indicadas por primera vez por Bentabol (14), que las determinó por contactos anormales o razones estratigráficas muy evidentes. Los demás sistemas nos parecen muy dudosos por basarse en razones morfológicas poco seguras o en la posición de los volcanes, que a su vez encuentran explicación en las fallas. Schriel (99) es el primero en señalarlas en su importancia y magnitud, sin que su imagen venga oscurecida por otras de mucha menor categoría y quizás inexistentes.

Se observa, no en esta Hoja, pero sí en las contiguas de Olot, Ripoll y Manlleu, que los pliegues de edad sálica quedan cortados por las fallas, luego éstas son posteriores, como era lógico suponer. Han sido producidas por una tensión de dirección NO.-SE., que ocasionó la rotura y escalonamiento de las capas eocenas en épocas probablemente recientes. Choca la disposición renegante de los accidentes de compresión, de dirección OSO.-ENE., con la de los accidentes de tensión, de dirección NO.-SE., pero mientras que aquéllos obedecen a la estructura pirenaica, éstos, aunque se manifiestan superficialmente en formaciones eocenas, tienen su raíz y causa en formaciones hercínicas, y las direcciones de descompresión deben obedecer a motivaciones de esta edad, y no de la pirenaica. Ahora bien, a falta de formaciones más modernas que las eocenas, salvo las cuaternarias, sólo podemos decir que estas fracturas son posteriores al final del Oligoceno y anteriores al Cuaternario. Quizá se han producido durante el Plioceno.

## HISTORIA GEOLÓGICA

Dado que en esta Hoja no se presentan formaciones paleozoicas, sino en muy pequeña extensión, es muy arriesgado conjeturar la historia prehercínica. Los plegamientos hercínicos originaron la emersión de una cordillera compuesta de depósitos paleozoicos de distintas edades, en esta zona probablemente silurianos, a los que acompañó una intensa actividad de intrusión granítica originante de un metamorfismo, ya de contacto, ya regional, que dio lugar a una aureola de rocas de tipo estrato-cristalinas. Permaneció emergida durante toda la era secundaria, formando un zócalo firme, que fue presa de la erosión; donde no hubo depósitos marinos, secundarios; o si acaso éstos fueron tan poco potentes, de tipo de mar epicontinental, que fueron totalmente erosionados antes de finalizar el Cretáceo.

Al comienzo del Terciario, y como consecuencia de los primeros movimientos pirenaicos ocurridos al NO. de nuestra zona, se produjo un hundimiento general, lento y gradual, que originó una transgresión eocena. Son primero sedimentos continentales, procedentes de la erosión de las cordilleras recién levantadas, los que se van depositando en la nascente depresión, pero ya algunas invasiones marinas pasajeras (calizas con *Alveolina* del Paleoceno) anuncian el régimen netamente marino a que se va a ver rápidamente sometida la región. Por ahora son aún sedimentos detríticos de facies lacustre, poco rodados en la base, y cuyos materiales, constituidos al principio a expensas inme-

diata del Paleozoico, subrayan su carácter transgresivo. Es el Paleozoico rojo con *Bulimus*. La costa se extendía por el SE. y por el E.; por el N. la base del Eoceno es ya marina.

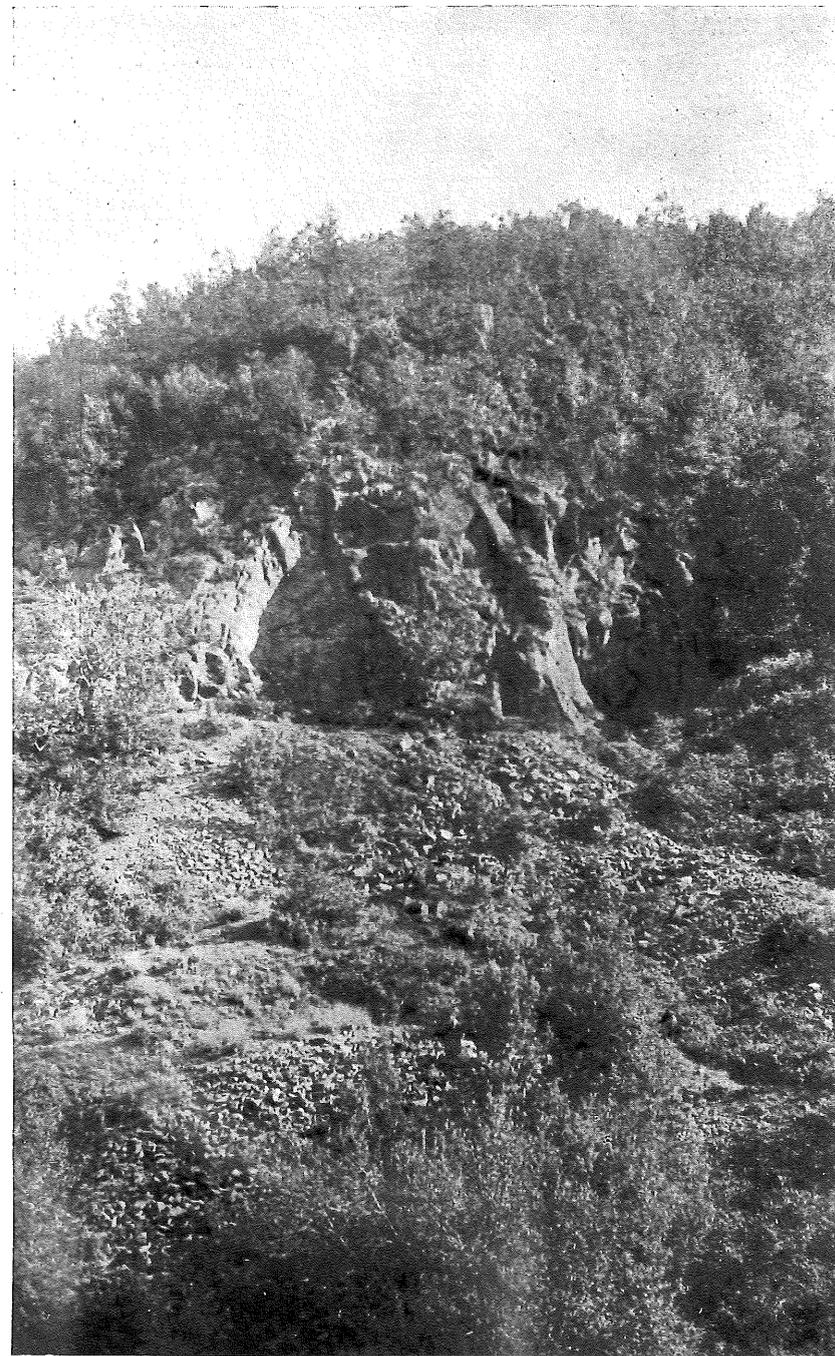
La transgresión se acentúa durante el Luteciense inferior; los mares avanzan hacia el SE. y E., adueñándose de toda la región. En los mares, poco profundos al principio, pululan los nummulítidos. Se profundizan aquéllos más tarde, dando lugar a margas azules, muy puras y limpias en algunas zonas.

Movimientos intralutecienses originan de nuevo aportaciones más detríticas, que constituyen luego los maciños, y dan lugar, en las zonas septentrionales, a emersiones más o menos locales donde se depositan las facies rojas de tipo continental (tramo rojo intermedio). Hacia el SO., sin embargo, y ya durante el Auversense, los mares se profundizan, y es este geosinclinal, siempre en descenso, lo que origina que los espesores sedimentarios sean grandes, se depositan en él margas más o menos limpias (margas de Manlleu). Ya no se interrumpe el régimen marino durante todo el Eoceno, coronado por las calizas con coralaris y las areniscas con *Nummulites* del Bartonense. En esta Hoja faltan los sedimentos oligocenos. Es posible que no existieran nunca; pero existen más al O. de la hoja de Manlleu, en concordancia al parecer con el Eoceno. No hay, pues, manera de situar la línea de costa, que indicaría, con la ausencia aquí de sedimentos de esa edad, una emersión debida a movimientos anteoligocenos.

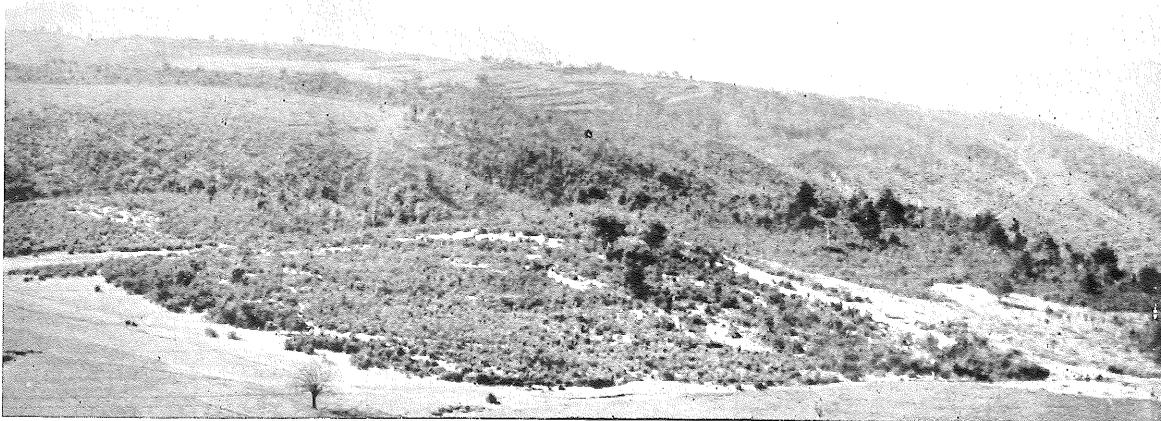
Los plegamientos sávicos que actuaron a finales del Oligoceno originan el surgimiento de una cordillera de violenta tectónica, que llega hasta el mismo borde norte de nuestra Hoja, y cuya extinción se efectúa dentro de ella, de modo que la mitad SE. está apenas plegada.

Posteriormente, quizá durante el Plioceno, al ocurrir la descompresión, se hunden en la mitad SO. una serie de dovelas paleozoicas que arrastran en su caída los sedimentos eocenos. Éstos quedan fragmentados en una serie de elementos tabulares, cuyos bordes, levantados y deprimidos a lo largo de las fallas, dan lugar a las directrices de la topografía actual. Fijan las líneas de cumbres y los cursos de los ríos. Las fuerzas eruptivas los modelan, y ya en tiempos casi históricos, el vulcanismo pone la nota sombría de sus negras rocas en el paisaje ya creado. Terremotos ocurridos en épocas históricas y aun recientes son las últimas huellas de estos fenómenos volcánicos.

El lector que desee seguir con mayor detalle la evolución paleogeográfica de la región, podrá hacerlo en las obras de Ashauer (6), Ashauer y Teichmüller (7) y Marcet Riba (68), donde buscando y analizando los antecedentes regionales se llega a expresar con la posible precisión el desarrollo geológico de dicha región; razonamientos que no caben en el margen de la descripción de una hoja del mapa a 1 : 50.000.



Fot. 23.—El Puig Roig y su cantera de basalto.



Fot. 24.—Superficie de erosión de Sant Martí Sacalm; desde la casa rectoral, hacia La Humá.

Fot. 25.—La Guyola y la superficie de erosión del Montroig, desde Sant Martí Sacalm. Se aprecia la desnivelación provocada por la falla de San Juan de Fàbregas.



## VI

### HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

#### HIDROLOGÍA

Los factores climáticos, litológicos y tectónicos que intervienen en la distribución de aguas subterráneas en el área de esta Hoja, son los siguientes:

Esta región es de una pluviosidad notable, que Bentabol considera, en su trabajo de 1909 (14), como una de las mayores de la Península y sólo sería superada por las zonas de la costa N. y NO. de la Península.

Los datos actuales hacen atravesar la isohieta de los 900 mm. de NO. a SE. a través de la Hoja, siguiendo la orientación de los máximos relieves; la parte llana y oriental tendría una precipitación del orden de 800 mm.; la zona de Rocacorba, Finestres, Corp, entre 900 y 1.000, según altura y exposición; el máximo de lluviosidad se encontraría en la hoya de Olot.

De los trabajos de Joaquín Febrer (48) hemos entresacado los datos que siguen:

	OLOT 465 m.		EL COLLELL 300 m.		S. FELIU DE PALLEROLS 470 m.		EL PASTERAL 160 m.	
	Precipitación		Precipitación		Precipitación		Precipitación	
	Mm.	Días	Mm.	Días	Mm.	Días	Mm.	Días
Invierno .....	169,6	14,2	171,7	11,5	214,7	15,2	145,4	14,3
Primavera .....	264,5	30,2	252,9	23,6	217,6	26,7	229,6	27,6
Verano .....	225,3	22,5	185,7	18	332,5	21,1	177,8	20,5
Otoño .....	246,5	20,7	185,9	16,3	239,5	16	230	21,9
	905,9	87,6	796,2	69,4	904,3	79,0	782,2	84,3
Días de nieve .....	4,4		2,0		3,8		0,92	
Máxima nieve .....	Enero: 1,7		Enero: 0,56		Febrero: 1,1		Febrero: 0,38	
Máxima precipitación mensual. ....	Mayo: 113,9		Abril: 96,1		Septb: 95,8		Octbre: 86,1	
	Junio: 103,6		Mayo: 87,6		Mayo: 92,5		Abril: 80,6	

Las estaciones Olot y El Pasteral son inmediatas a la Hoja.

El tipo de precipitación es de máximo de primavera en el Norte, acercándose a la lluviosidad estival pirenaica, y de otoño en el Sur, carácter ya más mediterráneo. La nieve acentúa la característica montañosa de la región.

La lluviosidad, pues, puede asegurar un buen caudal subterráneo donde las circunstancias petrográficas y tectónicas sean adecuadas.

Las zonas O., SO., SE. y centro de la Hoja presentan, con su alternancia de bancos de areniscas y margas, numerosos horizontes acuíferos. Las areniscas recogen las aguas que son canalizadas entre los horizontes margosos, hasta que su emergencia es permitida en partes más bajas, por afloramientos de las capas o por alguna de las grandes fallas que cortan las formaciones. Por lo general, salvo alguna excepción singularmente relacionada con la tectónica, no se trata de manantiales de gran caudal, pero, en cambio, son numerosos y de gran repartición superficial.

La zona NE., con sus grandes extensiones de margas, es la menos favorecida; pero aun así, las numerosas fallitas que la cortan permiten la existencia de algunos manantiales.

No ayuda poco a la abundancia de manantiales, la de las formaciones volcánicas, que tienen todo un sistema hidrológico subordinado a las mismas; Bentabol subraya que los numerosos cráteres volcánicos son excelentes vasos de recepción de aguas, y la porosidad de los materiales que forman los conos y coladas facilitan su distribución, repartiéndola entre multitud de manantiales que alimentan los torrentes y arroyos de la región.

Hidrológicamente tiene una fisonomía muy singular la zona de Bañolas (E-1, 2), con su lago de alimentación de fondo, y las porosas tobas calizas que

dan origen a multitud de manantiales y muestran las huellas de una antigua circulación cárstica hoy casi por completo en seco. Los manantiales intermitentes de Espoya (E-1), que afloran en estos travertinos, son también un fenómeno hidrológico de la mayor importancia.

De los casos notables relacionados con la tectónica o con el volcanismo hablaremos después con mayor detención.

Examinados los datos suministrados por los Ayuntamientos enclavados en la Hoja, y recogidos por la Sección de Aguas del Instituto, resulta que las aguas son casi sin excepción de buena calidad.

El término de Las Planas (A-3), como corresponde a la constitución geológica de la zona en que se enclava, es abundante en manantiales, alguno de ellos —Fontanils de Cogolls (A-2)— llega a los 30 litros por segundo, y es el más caudaloso de los allí reseñados. Alguno surge a lo largo de la gran falla que de NO. a SE. corre al Sur de la población. El promedio, sin embargo, es de 1 a 2 litros por segundo.

Tomando a Sant Aniol de Finestres (B-2) como tipo de la zona central, se reseñan no menos de catorce manantiales medidos, y es de suponer que sólo se mencionan los más cercanos a lugares habitados. El más caudaloso alcanza 46 litros por segundo, en su máximo caudal.

En San Martín de Llémána (C-4), de parecida constitución geológica, se citan doce. El caudal medio es de 2,5 litros por segundo.

En Canet de Adri (D-4), siempre en las mismas formaciones, hay reseñados ocho manantiales con caudal máximo, en alguno de ellos, de 20 litros por segundo.

Si, en cambio, consideramos los Ayuntamientos enclavados en las zonas de margas azules, encontramos una escasez de agua manantial mucho mayor. Del término de Mieras (C-1, 2), que con el de San Miguel de Campmajor (C-1, 2; D-1, 2) se reparten la extensa mancha de margas azules del NE., sólo citan tres manantiales, muy poco caudalosos por cierto, pues ninguno llega a los dos litros de promedio. El de San Miguel de Campmajor no registra manantial alguno en su totalidad. Bañolas (E-2), por circunstancias tectónicas, constituye una excepción, a pesar de estar enclavado en las margas azules, y es la localidad más rica en aguas, con mucho, de toda la Hoja.

En lo que se refiere a la hidrología de las formaciones volcánicas debemos resaltar el especial comportamiento de los campos de basalto y lavas escoriáceas en cuanto a la infiltración y conducción subterránea del agua.

Todas las formaciones basálticas carecen de avenamiento superficial organizado. Se observa muy bien este fenómeno en la Fageda d'En Jordá (A-1), en el Pla de Sant Joan (C, D-4) y aun en buena parte de la llanura de Cartellá (E-4)

En tales extensiones, el agua de lluvia se infiltra rápidamente y se carece de manifestaciones hídricas de superficie. Los cultivos aprovechan poco tiempo del agua de lluvia, pues la infiltración a profundidades superiores a las alcanzadas por las raíces es muy rápida.

En tales puntos, las corrientes lávicas, ya por la porosidad natural de ciertos tipos escoriáceos, ya por la intensa diaclasación, en lajas o prismas, de los basaltos, constituyen magníficos conductos subterráneos que afloran en los bordes o extremos de las coladas, donde dan origen a abundantes manantiales. El caso de la Fageda d'En Jordá, que no es más que una parte del Bosch de Tosea, es típico; en toda su extensión domina la topografía de malpaís, sin que la red de avenamiento superficial haya hincado en ella sus cabeceras ni establecido sistema alguno conexo; abundantes son los puntos en que el terreno, dispuesto en hoya, no tiene avenamiento alguno, y, en cambio, no hay retención alguna de aguas. Pero al final de la colada, hacia el llano de Olot, en la hoja contigua, el número de manantiales que brotan del frente de la misma es muy grande — Las Deus — y convierten el llano de Olot en grato centro de veraneo por la cantidad y calidad de las aguas que manan entre las frondas del hayedo.

El Pla de Sant Joan es de reducida extensión para poder apreciar en él, de un modo tan claro, la emisión de las aguas en él infiltradas.

La llanura del Castell de Cartellá, que se extiende sobre la colada del Puig de Adri, está limitada a occidente por la riera de Canet, que recibe por manantiales al pie de los acantilados basálticos buena parte de las aguas infiltradas en aquélla. Por la propia llanura circulan los torrentes del Gárrep y de Pedrola, encajados en basalto y en seco casi todo el año, con excepción de los días de fuerte lluviosidad. Representan una ligera incisión en la masa de basalto, sin apenas cuenca vertiente visible, y nacen al pie de las vertientes de lapilli del Puig de Adri, alimentándose circunstancialmente con las aguas ofrecidas por las escorias del imponente cono. La extremidad de esta colada, sobre el Ter, no nos ha sido posible visitarla con suficiente detalle para dar cuenta de la mayor o menor importancia de los manantiales de la misma.

En cuanto a manantiales de los conos, se pueden citar, dentro de la Hoja, la Font del Roure, al SE. del cráter del Santa Margarita, núm. 26; los manantiales del Puig de la Banya de Boeh, núm. 39, que originan el torrente de Fontsaveu, en su ladera de la Castanyeda, y el manantial de Fontpobre, en las gredas de los volcanes de Fontpobre, núm. 37, en lo alto del collado del mismo nombre, en su vertiente que da al barranco de Roca Negra. La fuente de la Salud, en Santa Pau, se encuentra asimismo al pie del volcán de Can Simón, núm. 29, y entre sus materiales de proyección.

Un estudio detallado, a gran escala, permitiría multiplicar los ejemplos de

ambas clases y el conocimiento preciso de la hidrología subterránea de los terrenos volcánicos de la zona, aquí sólo apuntada.

La relación de los manantiales con la tectónica es evidente en toda la Hoja; grandes fallas de mucho salto, de dirección aproximada NO.-SE., separan grandes bloques de buzamiento general al Sudoeste. La superficie de éstos bloques se inclina suavemente, por lo general, en el sentido del buzamiento de sus capas; el frente de falla de los bloques es, en cambio, abrupto; las aguas son conducidas por las capas permeables siguiendo el buzamiento hasta la falla del bloque posterior, si antes no han aparecido a la superficie por intersección de la capa conductora con la superficie topográfica debida a la erosión. Así, se determina que la mayoría de manantiales aparezcan en el dorso de los grandes bloques en que se halla fragmentado el terreno, o bien en las propias fallas, siendo escasos, en cambio, los manantiales en el frente de falla.

Los manantiales que aparecen en el dorso de los grandes bloques no tienen otra relación con la tectónica que la facilidad ofrecida a su emergencia por el buzamiento de las capas y la repetición de bloques debida a la fracturación.

Los manantiales más directamente relacionados con la tectónica son los que afloran en las propias fallas. Dejando aparte los manantiales de aguas minerales, son de interés el lago de Bañolas (E-1, 2), el manantial intermitente de Espoya (E-1) y la Font d'En Dansa, en Llorá (D-4).

La Font d'En Dansa es un caudaloso manantial que aparece en la Casa En Dansa, en el flanco SO. del Serrat de Boratuna, al NO. de Llorá, a cosa de 20 minutos del pueblo; se llega fácilmente a dicha casa desde el propio Hostal de Fontsaveu, en tiempo parecido. El agua, captada de muchos años, es ascendente y mana de entre maciños terciarios que se hallan ligeramente recubiertos por una capa de lapilli del volcán del Puig de la Banya de Boeh, en su vertiente de la Castañeda; inmediata a la fuente transcurre la falla de dirección NO.-SE. que pone en contacto los maciños del Eoceno superior de la región de Rocacorva con el Paleozoico del torrente de Fontsaveu. Los maciños buzan unos 20° al SO. y son los conductores del agua que, interceptada por la falla, asciende. El agua arrastra consigo en su movimiento ascensional notable cantidad de fina arena, constituida por los mismos elementos que componen el maciño.

El caudal de este manantial es notable. Su actividad en otros tiempos fue de tal categoría que ha dejado un potente depósito travertínico que cubre toda la ladera y, en la carretera, se extiende desde el Hostal de Fontsaveu hasta el pueblo de Llorá, que está edificado sobre una potente masa de este material, en una longitud por lo menos de un kilómetro. Actualmente el agua sale por un orificio vertedero de unos 30 cm. de diámetro, que soporta, cuando el máximo caudal, una lámina de agua de unos 10 cm. sobre el borde superior

del edificio, lo que le da entonces un caudal de unos 120 litros por segundo; en el momento de nuestra visita (abril de 1949) el caudal sería sólo de unos 30 litros por segundo. El agua de la Font d'En Dansa es utilizada de antiguo para el riego de las huertas de Llorá, y tal aprovechamiento ha dado lugar a una ordenación tradicional en la que se da la curiosa paradoja de que el propietario de la fuente es el que menos derechos tiene, entre los regantes, sobre el agua de la misma.

Mucho más notable como fenómeno hidrológico, el lago de Bañolas (E-1, 2) es, en realidad, un recipiente tectónico, alimentado por grandes manantiales ascendentes. L. M. Vidal (120) descubrió dos en el fondo lacustre.

El lago de Bañolas jalona la gran falla en arco que deja al Este la mayor parte de las grandes formaciones cuaternarias de la provincia, y que Llopis Lladó (62) considera una de las fallas circulares del hundimiento del Ampurdán.

Las investigaciones de Luis Mariano Vidal (120) dieron a conocer la topografía sublacustre y la presencia de dos grandes depresiones en el fondo del lago, de las que ascendía el agua a una temperatura constante de unos 17° C. El aforo del lago dio un término medio de 53.800 m.<sup>3</sup> al día, que son vertidos al Terri, emisario del lago, por cinco acequias que atraviesan la población y por las que se aprovecha el agua. Dado el hecho cierto de que el avenamiento de la cuenca superficial receptora del lago no puede proporcionar a éste más de 1.800 m.<sup>3</sup> al día, resulta para el lago una alimentación sublacustre de 52.000 m.<sup>3</sup> diarios.

La pregunta inmediata que se han hecho los geólogos, L. M. Vidal (120), N. Font y Sagué, Bentabol (14), San Miguel y Marcet (97), etc., ha sido el origen de este caudal, equivalente a 600 litros por segundo. L. M. Vidal apuntó la posibilidad de que las aguas procediesen del Ter, en cuyo río, entre Ripoll y San Quirico de Besora, en terreno fuertemente fracturado, había observado una pérdida de aguas de este orden. A la concepción de L. M. Vidal se oponen una serie de hechos puestos ya en evidencia por Bentabol, por lo que hacemos gracia al lector de su repetición y lo enviamos al trabajo de dicho autor; solamente destacamos de entre ellos el de que ni la estructura geológica, ni la topografía permiten que dichas aguas supuestas infiltradas acudan al lago de Bañolas, por cuanto los pliegues que entre el Ter y Olot existen orientados al ENE. se hunden hacia el OSO., por la presencia de la gran falla de Puigsacalm, que corta transversalmente esta estructura; porque la superficie topográfica corta el plano de carga en diversos puntos donde el agua debiera salir a la superficie. N. Font y Sagué apuntó la posibilidad de que las aguas procediesen de filtraciones del Fluviá en el paraje de Castellfullit de la Roca; a tal idea se

opone la estructura geológica, que conduciría las aguas hacia el ENE. y no hacia el lago.

Bentabol cree en una alimentación subterránea a base de las aguas infiltradas en las zonas de Rocacorba, Llorá y Adri; a este respecto hay que señalar que el buzamiento de las capas es, precisamente, en sentido opuesto al lago, lo que hace algo difícil que las aguas, en esta zona precipitadas, puedan alcanzar el recipiente lacustre; las fallas, además, paralelas al rumbo de las capas determinarían el afloramiento del agua (Font d'En Dansa), o bien la conducirían hacia el curso del Ter en la zona de San Gregorio a Domeny.

Los autores de la Guía C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional (97) admiten como campo de alimentación el espacio limitado entre las sierras de Finestras-Trentinyá, Portellas-Gall de Camós, y la alineación de Sant Juliá del Mont —divisoria entre el Sert y el Fluviá—, y suponen la conducción por la charnela de esta zona anticlinal, intensamente fallada, según una dirección longitudinal que conduce directamente al lago.

Nuestras observaciones nos llevan a parecida conclusión. Admitiendo tan sólo 850 mm. de precipitación anual para el conjunto de esta área, y se supone una infiltración del orden de un 25 % —baja, dado el carácter lento y largo de las precipitaciones en la zona y la frecuencia de nieves en las cimas—, resulta para la circulación subterránea un total de más de 60.000 m.<sup>3</sup>, que puede explicar perfectamente la alimentación del lago y manantiales. En cuanto a la conducción, puede muy bien verificarse a lo largo del anticlinal que desde el volcán de Santa Margarita hasta el lago discurre con eje casi horizontal. En cuanto a las fracturas que puedan recorrer esta charnela anticlinal, sin adherirnos por completo al sistema de fallas tan profuso que en la Guía mencionada se representa, no hemos dejado de ver algunas fracturas de poco salto en dirección longitudinal, que puede coadyuvar a la conducción de las aguas. Ésta se efectuaría, según esta hipótesis, por la capa de caliza nummulítica luteciense, más o menos fracturada, infrayacente a las margas, y aun por las margas mismas, cuyos tramos yesíferos disolvería el agua a su paso, dando lugar a los fenómenos hidrológicos de los «estany» de San Miguel de Campmajor (C-D, 1), que actuarían así, a manera de chimeneas de presión, en el punto en que la corriente subterránea estaría rozando la superficie topográfica. Las aguas así conducidas hallarían su camino ascendente por la falla transversal de Bañolas, que corta el pliegue, poniendo en contacto las calizas con las margas suprayacentes del bloque hundido en que se asienta el receptáculo lacustre.

Esta explicación pondría dentro del marco comarcal el problema de la alimentación del lago de Bañolas que, por su régimen, es el único que le cuadra.

La propia explicación podría dar cuenta del régimen de funcionamiento

de los manantiales ascendentes del Clot d'Espoya (E-1), que emergen en la alta terraza travertínica de Usall, a 45 metros sobre el nivel de las aguas del lago. Estos manantiales constituyen una fuente intermitente de gran caudal que emerge de una muy ligera hondonada en la alta terraza travertínica citada. Estando como está este travertino cuajado de conductos y cavidades en toda su masa —residuos de un carst fenecido que aprovechó el hombre primitivo para viviendas (Cueva del Reclau)— no puede admitirse una saturación de la terraza como condición de emisión del agua en el Clot d'Espoya, porque en este caso sería más fácil el desagüe sobre el Sert, Serinyadell y el Fluviá, corrientes sobre las que se halla suspendido, formando típicas cornisas, el banco travertínico, y del que proceden manantiales del tipo normal muy inferiores en caudal al de la fuente intermitente.

Podemos imaginar, en cambio, que una emergencia ascendente, directa, procede de la falla recubierta por el manto travertínico. El propio manto sería debido a las aguas emergidas en otro tiempo de este emisor, el cual no sería actualmente otra cosa que un recuerdo, de funcionamiento intermitente, del aparato hidrológico sublacustre, creador de esta alta terraza.

Al existir ahora un nivel más bajo de emisión, el del lago, el conducto del manantial del Clot d'Espoya funcionaría solamente cuando la abundancia de aguas subterráneas hiciera insuficientes las secciones de los aparatos alimentadores del lago, a la manera de un «trop plein», para después de evacuado este exceso remitiera de nuevo en su funcionamiento.

Así, este manantial de Espoya, enigmático para Vidal, podría tener una aceptable explicación.

La hidrología subterránea muerta tiene en esta Hoja algunos representantes, si no importantes por las dimensiones de sus aparatos, unos de ellos de interés por los restos arqueológicos y paleontológicos que han proporcionado.

Las formaciones en que más comunmente se presentan las cuevas son los travertinos tobáceos, las calizas nummulíticas en bancadas potentes, cual las del Far o Sant Roc, y los potentes maciños y conglomerados.

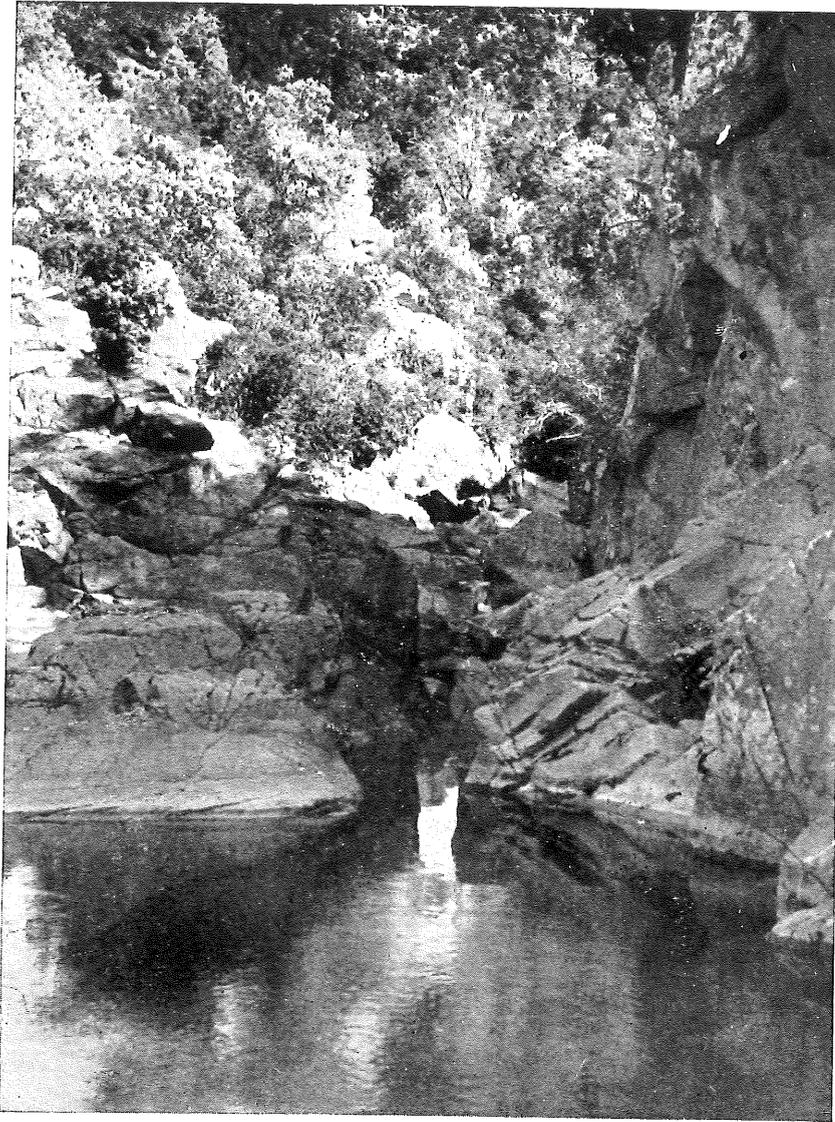
En los travertinos de la alta plataforma de Espoya-Usall hay desarrollado un carst que los ha acribillado de conductos, la mayor parte obturados en sus orificios de absorción por arcilla de decalcificación y un manto finamente detrítico superpuesto; pero cuando se rompe la roca aparecen muy frecuentes cavidades interiores, si bien, en general, estrechas, a manera de grietas ensanchadas después por disolución. Los orificios de emisión, en el contacto con las arcillas grises infrapuestas, han alcanzado dimensiones suficientes para ser habitables por el hombre. Las cornisas que sobre el Serinyanell, el Sert y



Fot. 26.—Paleozoico del Turó de Campasol; superficie de erosión inclinada a la derecha. En el centro, Pla de Sant Joan, colada basáltica del Puig de la Banya de Boch.



Fot. 27.—La riera de Rupit, entallada en el Paleozoico en abrupta barrancada.



Fot. 28. - Confluencia del torrente del Om con la riera de Rupit; activa erosión en granito.

el Fluviá dibujan las tobas travertínicas citadas, aparecen jalonadas por las muescas de tales aparatos. Han alcanzado nombradía solamente aquellas que, por haber sido habitáculo del hombre antiguo, han sido objeto de especial atención y excavadas.

En la propia Hoja, sobre el Serinyanell, en su margen derecha, entre el hito del Km. 19 de la carretera y la casa El Castell, en el acantilado, se hallan dos de estas aberturas, las cuevas del Reclau (E-1). Una de ellas, la del Reclau-Viver (fot. 29), ha proporcionado restos paleolíticos típicos de mucho interés, de los períodos Auriñacense, Solutrense y Magdaleniense, habiendo continuado la ocupación de la cueva hasta la edad de los metales. En ella han sido hallados, además, dracmas griegos. Una fauna en estudio se mezcla abundantemente con los restos de industria lítica. Dicha cueva tiene el techo hundido en parte y damos de ella una fotografía desde la zona hundida hacia el vestíbulo.

Fuera de la Hoja ya, sobre el Fluviá, junto a Esponellá, hay otra abertura del propio tipo en la misma formación; es la cueva de Les Encantades, citada por Font y Sagué en 1897 (49).

En el travertino inferior de Bañolas, junto al lago, existen las cuevas de Las Estunas (E-2), que en realidad son amplias grietas abiertas por fenómenos sísmicos en la masa tobácea, con ligeros desplazamientos en dovelas, y ampliadas luego por disolución. Llegan a alcanzar hasta un metro de anchura y varios de profundidad, entrecruzándose repetidas veces y dando lugar a una disposición laberíntica, en buena parte a cielo abierto, en lugar frondoso y ameno cerca de la población, lo que hace que el paraje sea muy visitado. Se hallan junto al Km. 31,200 de la carretera a Santa Pau, por el lado opuesto al lago. Font y Sagué, en 1897 (49), y Faura y Sans, en 1907 (43), consignan que dichas cuevas se hallan en margas nummulíticas, cuando en realidad arman en la toba travertínica inmediata al lago.

Font y Sagué (49) cita también unas llamadas cuevas de Bañolas, en travertino, donde dice que Alsius encontró *Cervus tarandus*; Faura y Sans cita con el mismo nombre unas cavidades exploradas, de poca importancia, en caliza nummulítica. No hemos logrado identificar tales formaciones y posiblemente sean una misma cosa.

En el extenso travertino originado por los manantiales de Cogolls (A-2) han sido también señaladas algunas cuevas.

En la base misma del pueblo se hallan las cuevas dels Fontanils, constituidas por grietas y canales en la toba, estrechos y de poca profundidad, de los que gotea el agua en las inmediaciones del manantial.

Más abajo, al pie del molino, se hallan las llamadas cuevas del Molí (A-3),

en una amplia cavidad, por delante de la cual se despeña el agua que transcurre por encima de la toba y cuyo borde salva en hermosa cascada.

En las potentes calizas lutecienses aparecen, lo mismo en los acantilados que del Far se extienden hasta la Guyola, que en los de San Roc, diversas cavidades de emisión en el contacto con el material detrítico del Eoceno inferior, sin que sepamos de su importancia ni que ninguna de ellas haya sido citada.

En la superficie de las calizas del Far se observan profundos lapiaz, en parte preactuales y algunas pequeñas formas de absorción disimuladas bajo tierra vegetal.

En los maciños y conglomerados que se superponen a las margas de Bañolas, y aun en los de facies roja, se señalan también algunas formas huecas, derivadas en buena parte de la diaclasación favorecedora de la disolución de los elementos calizos.

Se señalan en ellos la fuente y cueva de Rocacorba, cerca del santuario (D-3), de escasa importancia. La cueva de Boratuna (D-4), en los altos de la sierra de este nombre, que ha ofrecido restos del hombre prehistórico. No la hemos visitado, pero su nombre nos habla de la presencia de formaciones travertínicas.

También se halla en esta clase de terrenos la Vora Gran d'En Carreras, célebre cueva de Serinyá inmediata a la Hoja, explorada por Harle, Vidal, Aلسius, Cazurro, etc.; tiene abundante industria magdaleniense y fauna con reno. Tiene en la boca 11,5 metros de abertura y 11 m. de longitud. No nos detenemos en su estudio por cuanto no pertenece a esta Hoja.

Finalmente, Faura y Sans (1911) (47), describe las cuevas de Rocafesa, en San Martín de Llémána (C-4). Se trata de cuevas de hundimiento, de las que da planta y alzado.

## AGUAS MINERALES

Son de interés extracomarcal la Font Picant de Amer (B-4) y la Font Pudosa de Bañolas (E-2).

La primera está situada entre Amer y Las Planas, en una dislocación satélite de la gran falla del Brugent (fig. 8), en un punto donde son yuxtapuestos los materiales detríticos del Eoceno inferior con las pizarras silúricas meta-

morfizadas. La captación está hecha en las pizarras paleozoicas, por debajo de un cono de derrubios que proceden del Torrent del Colomé, y a una altura no superior a 1,50 m. sobre el río Brugent inmediato. En la propia ribera del río, en diversos puntos, aflora el agua acidula cuando el río baja de nivel. El caudal del manantial aumenta con las crecidas del río y disminuye con el estiaje, lo que tiene su fácil explicación en el juego de las presiones hidráulicas. Las grandes avenidas, a pesar de lo amplio del cauce en este punto, logran

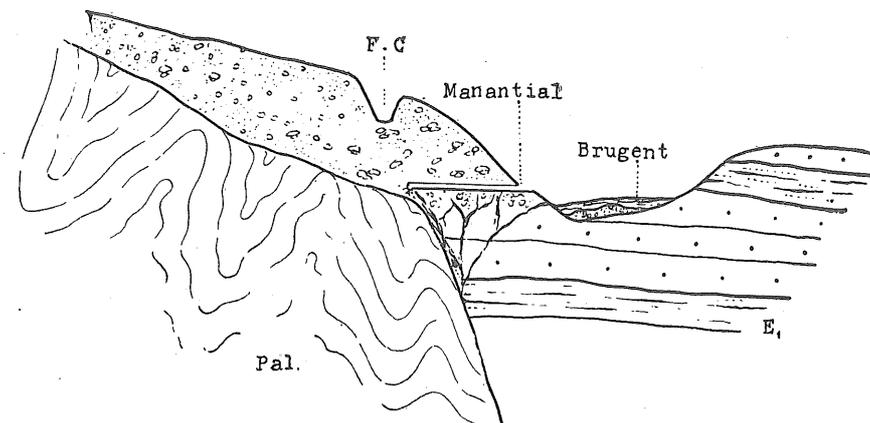


Fig. 8. — Font Picant de Amer; circunstancias geológicas de emergencia.

entrar en la mina de captación, por lo que la cámara de captación está protegida contra tal eventualidad por un tabique.

La interpretación geológica de este manantial la damos en la fig. 8.

El agua de este manantial se expende embotellada como agua carbónica con el nombre industrial «Amer Palatin», y se da de ella el siguiente análisis:

Bicarbonato cálcico .....	0,163988 gr. en litro	
Id. magnésico .....	0,011520	—
Id. sódico .....	0,012690	—
Sulfato cálcico .....	0,015000	—
Id. magnésico .....	0,031900	—
Cloruro sódico .....	0,041000	—
Sílice .....	0,010000	—
Alúmina .....	0,098000	—
Hierro .....	indicios	
Materia orgánica .....		
Residuo insoluble y pérdidas .....	0,006000	—
Gases disueltos:		
Anhidrido carbónico .....	500 cm. <sup>3</sup>	
Oxígeno .....	4	—
Nitrógeno .....	16	—
Radioactividad .....	152 voltios-hora-litro	

El análisis fue practicado por el Dr. Calvet, director del Laboratorio Químico Municipal de Barcelona, y la determinación de radioactividad por el doctor Oliver Rodés, de la Academia de Medicina y Cirugía de Barcelona. El caudal aforado, 5,45 litros por minuto.

Otros manantiales acídulos, de importancia solamente local, se encuentran en las proximidades de la Hoja, cuales el de San Gregorio, junto a la población de este nombre, en la prolongación de la falla de Llorá. Las de Lloret Selvatge y del Pasteral, en la zona de la fractura del Brugent. Y la de Sarriá de Ter, que pertenece ya al grupo de Gerona.

La Font Pudosa de Bañolas (E-2) es un manantial de aguas sulfurosas situado en las inmediaciones de la población, a orillas del lago, junto al Km. 32 de la carretera a Mieras.

Tiene montado un establecimiento de baños y es posible que la fama de este manantial fuera el que diera nombre a la villa.

La temperatura del agua es de 17°; el caudal medio, algo inconstante, es calculado en unos 4 litros por segundo. Son estas aguas calificadas de sulfurado-cálcicas frías.

Vidal, L. M. (120), publica el siguiente análisis:

Sulfuro cálcico .....	0,0228 gr. en litro	
Cloruro cálcico .....	0,0813	—
Cloruro magnésico .....	0,0151	—
Bicarbonato cálcico .....	0,1152	—
Bicarbonato magnésico .....	0,0536	—
Sulfato magnésico .....	0,1183	—
Sulfato cálcico .....	0,3429	—
Borato sódico .....	0,2416	—
Sílice .....	0,1157	—

Los autores (25, 12, 97, 120) se han planteado la cuestión del origen de estas aguas, creyendo algunos en su carácter de vulcanismo residual; sin embargo, otros observan la presencia de la inmediata capa de turba del fondo del lago y admiten la reducción de los sulfatos en que son ricas las margas del Luteciense medio —yesos— por dicha turba, aduciendo en favor de ello los caracteres especiales organolépticos del agua. A favor de esta interpretación está el hecho del vulcanismo básico de la región y el que el otro ejemplo más próximo, enclavado en plena zona volcánica, el de la fuente sulfurosa del camino de la Font de Sant Roc (Olot), posea también una capa de turba subyacente y margas selenitosas en las proximidades.

Otros manantiales sulfurosos de poca importancia se citan junto a la iglesia de Porqueras (E-2) y en Sant Felú de Pallers (A-3).

## MINERÍA Y CANTERAS

Al formar parte de esta Hoja una tan singular variedad de terrenos —volcánicos, filonianos, de profundidad, metamórficos y sedimentarios—, forzosamente deben haber sido señaladas gran número de especies minerales, ubicándolas en localidades sitas en la misma.

La mayor parte de estos minerales carecen de importancia económica y la minería está, en realidad, escasamente desarrollada. Se trata de ejemplares de museo que han sido recogidos en ocasiones diversas por el Dr. Cazorro, el Sr. Folch, Lorenzo Tomás, D. Salvador Calderón, D. Lucas Fernández Navarro, o bien señalados por D. Luis Mariano Vidal.

El conjunto de minerales que han sido señalados podemos considerarlos distribuidos entre las rocas volcánicas, intrusivas y filonianas, metamórficas y sedimentarias.

### Minerales citados de las rocas volcánicas

*Olivino*.—Se presenta en masas de hasta 25 cm. de diámetro en el volcán de Adri, núm. 38; una masa de estas características se conserva en Can Genet de Adri. Se halla también, en ejemplares de dimensión no corriente, en los basaltos emanados de Puig Moner, núm. 37, y Puig de la Banyà de Boch, núm. 39.

*Hialosiderita*.—Lorenzo Tomás (114) considera tal los granos porfídicos de un basalto de Sant Feliu de Pallerols.

*Picotita*.—Señalada por Calderón (24) en un olivino del volcán de Adri.

*Augita*.—Bellos cristales de esta especie se hallan en casi todos los volcanes de la Hoja; pero se citan especialmente el Puig de Sant Jordi, núm. 20; Santa Margarita, núm. 26; Puig Moner, núm. 37; Roca Negra, núm. 27; Fageda d'en Bassols, núm. 31; Pujalós y alrededores de Santa Pau y Sant Felú de Pallerols.

*Titanita*.—Entre los materiales del volcán Roca Negra, núm. 27.

*Sanidina*.—En el propio Roca Negra, núm. 27; Cruscat, núm. 22, y en Santa Pau, Sant Felú de Pallerols y Cogolls; en nódulos bastante grandes.

*Nefelina*.—Basaltos nefelínicos se señalan en el Puig de la Banya de Boch, núm. 39, donde dicho mineral se presenta en masas redondeadas, pequeñas.

*Apatito*.—En cristales verde claro, incluídos en la sanidina.

*Hauyina*.—Señalado en el volcán Roca Negra, núm. 27.

*Titanomagnetita*.—En el propio Roca Negra, núm. 27, y en los basaltos de Santa Pau que, en gran parte, proceden de dicho volcán.

*Rubelana*.—Asociada a la augita, la cita Calderón del volcán Roca Negra, núm. 27, tan pródigo en especies minerales.

*Hornblenda*.—Lucas Fernández Navarro (25) ha descrito importantes ejemplares de hornblenda basáltica procedentes del Roca Negra. Se señala también, enclaves, en el basalto de Sant Felú de Pallerols (A-3).

Aunque menos estrictamente volcánicos, se han citado de los basaltos de la Hoja:

*Oro*.—En pequeños puntitos en el basalto de Sant Aniol de Finestres (B-2), según Lorenzo Tomás (114).

*Hierro*.—En granos en el basalto de Sellent, en Can Formiga (C-1).

Y constituyendo productos de relleno de las cavidades amigdaloides de diversos basaltos:

*Calcita*.—En los basaltos de la riera de Amer.

*Aragonito*.—En los mismos.

Ninguno de los minerales citados presenta, en el ámbito de la Hoja, interés económico alguno.

#### Minerales de rocas filonianas

*Pinita*.—En pórfidos del Pasteral ha sido señalada por Calderón.

*Baritina*.—Ha sido señalada de Santa Afra (en el conjunto paleozoico de San Clemente de Amer) (D-4), de Susqueda — parte de cuyo término municipal

viene incluído en la Hoja — (A, B-4), y es objeto de explotación en la mina «Rosita» del término de Amer, inmediata a la Hoja.

*Galena*.—Ha sido citada de Sant Felú de Pallerols (?), por Lorenzo Tomás. Nosotros la hemos reconocido en la mina «Rosita» citada.

*Esteatita*.—En yacimiento, al parecer filoniano, ha sido citada de San Clemente de Amer (C-4).

*Pirita*.—Asociada a la *Esteatita* de que se hace mérito hallada en San Clemente de Amer (C-4).

Nosotros hemos hallado en afloramientos metalizados en el término de Susqueda (A, B-4), dentro de la Hoja, *Pirrotina*, *Erubescita*, *Calcopirita*, *Galena* y *Pirita*, minerales todos ellos citados ya por Lorenzo Tomás (114), con localización en Susqueda, a los que añade *Siderosa*, *Anquerita*, *Blenda*, *Baritina*, *Cerusita* y *Magnetita*.

#### Minerales de rocas intrusivas y metamórficas

Aparte los minerales petrográficos corrientes, se ha citado la *Lepidolita*, en Sant Felú de Pallerols (Lorenzo Tomás) (114), extrañándonos algo la localidad, puesto que no conocemos rocas intrusivas ni metamórficas en todo el término municipal citado.

De Susqueda, sin más detalles, cita el propio autor *Andalucita*, *Enstatita* (en fuerte filón, citado por vez primera en 1905 por D. Lucas Fernández Navarro), *Dialaga*, *Actinota* y *Granates*.

#### Minerales de las rocas sedimentarias

Tienen un cierto interés la *Calcita*, que en masas calizas tobáceas se presenta en Bañolas (turo) (E-1, 2) y en otras tobas de Cogolls (A-2) y San Aniol (B-2), aparte de los grandes bancos de caliza nummulítica, principalmente luteciense, y que originan los típicos «cingles» de «pedra de pinyó i d'almetlla».

El *Yeso*, que se explota en Coll de Guixeres (D-1), en el Luteciense.

La *Turba*, que se ha señalado en Bañolas (E-1, 2), en las capas del fondo del otrora extenso lago.

\* \* \*

La minería no tiene, en esta Hoja, importancia.

Se ha desarrollado algo en el ángulo SO. a favor de los filones que arman en la masa paleozoica metamórfica de los términos de Amer y Susqueda (A, B-4).

En el resto de la Hoja sólo canteras para la explotación de piedra para la construcción, ornamentación, adoquinado, yeso y cemento.

En labores subterráneas, la mina «Rosita» es (fig. 9) la única en explotación y aun está en un borde de la Hoja. Se halla situada al SO de Amer, a 500 metros encima de la población y con vistas al río Brugent, inmediatamente debajo del Coll del Bou. Es de seis pertenencias.

Se explota en ella la *Baritina*, la cual se somete a molienda en Amer.

El filón presenta abundantes enclaves de *Galena*, y constituye un filón arrosariado orientado próximamente NO.-SE. y con buzamiento fuerte al Nordeste.

El filón había sido antiguamente explotado por socavones que se observan en el afloramiento y que dan ahora agua a la mina. Ésta consta de una gale-

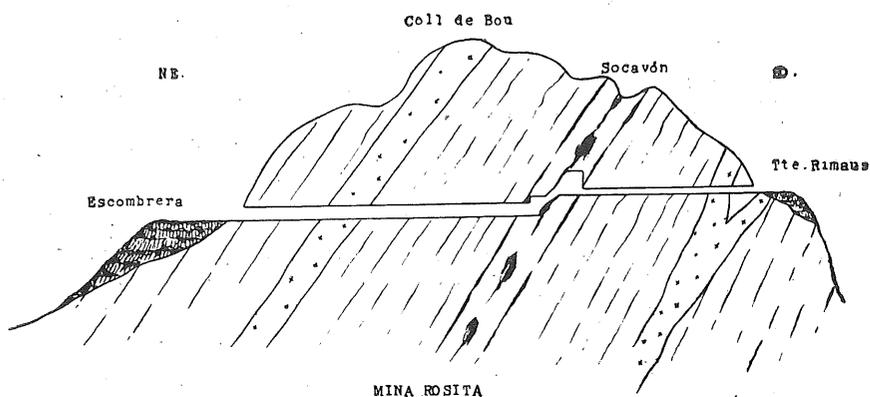
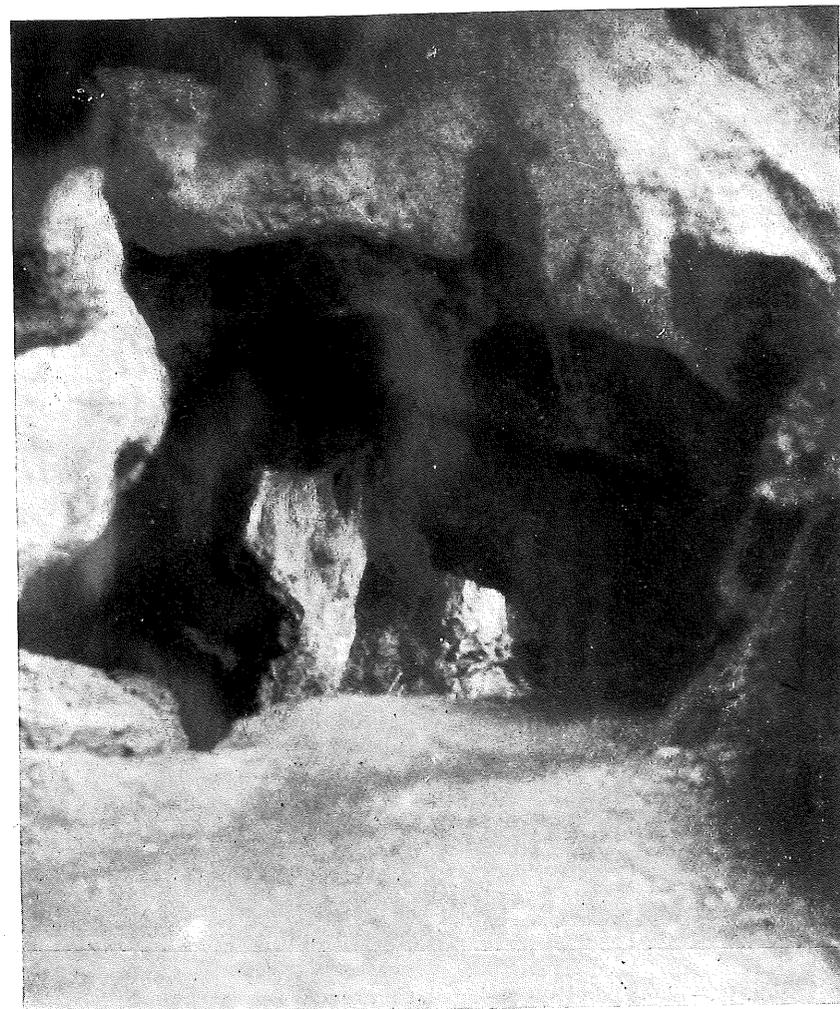


Fig. 9.—Disposición del filón y galerías de acceso de la mina «Rosita».

ría transversal al filón, que parte de la vertiente que da al Brugent y corta al filón, en el que desarrolla una galería en dirección y otra a un plano más alto, que partiendo de la vertiente del torrente de Rimaus alcanza el filón y se une a la primera por un plano inclinado que corta mena.

El filón arma en las pizarras metamórficas y tiene además caliza, y en las salbandas cuarzo milonitizado. Las pizarras de las proximidades del filón son atravesadas paralelamente a aquél por diques graníticos, en uno de los cuales se emboquilla la galería del torrente de Rimaus.



Fot. 29.—Cueva del Reclau-Vives.

En el propio metamórfico hay catas abandonadas en un filón plurimetallizado, y algún otro afloramiento sin señales de investigación.

\* \* \*

Entre las diversas canteras que se señalan en la Hoja merecen destacarse las abiertas en basalto, que se trabajan temporalmente para la obtención de adoquines. De ellas hay una en el pitón volcánico del Puig Roig, núm. 36, (fot. 23), al SE. de Sant Felú de Pallerols; otras a orillas del Brugent, en la colada de dicho río, a lo largo del Km. 26 (B-3) de la carretera, al SE. de la fábrica de Saerest-Dussols, conocidas también por canteras de Santa Margarita, exhiben una magnífica columnata basáltica; otra se halla en la cima del cerro del Puig de Can Guilana (E-4) (fot. 19), donde se beneficia temporalmente un basalto muy compacto.

Ninguna de estas canteras estaba en actividad cuando nuestra visita.

En caliza, debe señalarse la gran cantera abierta en la espesa capa de travertino duro de los llanos de Espoya (E-1), (fot. 30), junto a la bifurcación de carreteras a Figueras y a La Farrés, así como la situada en las propias resurgencias del Clot d'Espoya (E-1) en las que se trabaja sólo ocasionalmente.

En el travertino blanco o «turo» del nivel del lago de Bañolas se han abierto al través de los tiempos multitud de canteras para aprovechar piedra tan ligera y fácil de trabajar cual este travertino cavernoso. Al NE. del lago, en el Pla de la Formiga (E, 1-2), donde apareció la mandíbula humana, se observan antiguas canteras convertidas hoy en campos de cultivo. Lo mismo sucede en las inmediaciones urbanas y en el Pla d'En Vicens (E-2), al SSE. de la población, donde hay todavía bastantes tajos en actividad.

En arenisca, una gran cantera en actividad se sitúa al pie de la carretera a 1,5 kilómetros de Palol de Rebardit (E-3). Otra se halla en el cerro del Cementerio de Bañolas (E-1). Otra en la base oeste del cerro que sustenta el vecindario de Miánegas (E-2), si bien no se trabaja ahora en ella. En general, las canteras situadas en areniscas o maciños se encuentran sólo en las inmediaciones de grandes poblaciones y al pie de comunicaciones fáciles.

En yesos, se explotan las canteras del kilómetro 26,3 de la carretera de Olot a Bañolas, y han sido objeto de explotación más o menos intensa en las proximidades del Colell (C-1) y en el Collet de las Guixeras (D-1). Los tres afloramientos que se citan se encuentran en el Luteciense, y son indudable-



Fot. 30.—Llanos de Espoya-Usall. Cantera en el travertino.

mente fragmentos de una misma formación alrededor de la depresión de San Miguel de Campmajor.

Al pie occidental del cerro del Cementerio de Bañolas (E-1), junto a la carretera de Besalú, existe una cantera de margas con un horno para cemento natural, que actualmente no está en actividad. Las fábricas ahora en actividad se hallan en la inmediata hoja de Gerona, al pie de la carretera de Gerona a Bañolas, en las inmediaciones del kilómetro 1, y por esto no hacemos su descripción.

Se explota mármol en cantera al O. de Amer (B-4), junto al atajo que conduce a la casa del Mon, en vecindad inmediata a la captación de aguas de dicha población. Es un mármol muy blanco, sacaroideo, dispuesto en un lecho orientado SE.-NO. que arma en pizarras metamórficas.

## VIII

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALMELA, A., y RÍOS, J. M.: *Las edades de los yesos del Eoceno catalán y algunas observaciones sobre la estratigrafía del mismo*.—Bol. del Inst. Geol. y Min. de España. T. LVI, 61 págs., 3 fotos, mapas y cortes. Madrid, 1943.
2. ALMERA, A.: *Descripción geológica y génesis de la Plana de Vich*.—Mem. de la Real Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona. 3.ª época, vol. V, n.º 20, 55 págs., 1 mapa. Barcelona, 1906.
3. ALSIUS, P.: *Notas sobre los volcanes del valle de Hostoles y edad de los volcanes de Gerona*.—La Renaixensa. Gerona, 1874.
4. — *Estudios geológicos sobre la región central de la provincia de Gerona*. Revista de Gerona, año IV, núms. III y IV, 20 págs. Gerona, 1879.
5. — *Efectos del volcanismo en la provincia de Gerona*.—Revista de Gerona. Tomo IX, pág. 65. Gerona, 1895.
6. ASHAUER, H.: *Die oestliche Endigung der Pyrenäen*.—Abh. der Gess. der Wiss. zu Göttingen, 1934. Traducción española de José María Ríos en «Publicaciones extranjeras sobre Geología de España». Tomo II, páginas 203-336, 23 figs., 4 láms. Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas. Madrid, 1943.
7. ASHAUER, H., y TEICHMÜLLER, R.: *Die Variscische und Alpidische Gebirgsbildung Kataloniens*.—Abh. der Gess. der Wiss. zu Göttingen, 1935. Traducción española de José María Ríos en «Publicaciones extranjeras sobre Geología de España». Tomo III, 100 págs., 48 figs., 7 láms. Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas. Madrid, 1946.
8. BATALLER, J. R.: *Assaig bibliogràfic de la Geologia de Girona*.—Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural. 2.ª serie, vol. III, núms. 1-2, págs. 36-55. Barcelona, 1923.

9. BATALLER, J. R.: *Mamífers fòssils de Catalunya*.—Arxius de l'Institut de Ciències. XII, 48 pp., 15 lám. Barcelona, 1924.
10. — *Les eaux thermo-minérales de la Catalogne*.—Laboratorio de Geología del Seminario. Publ. n.º 7, 19 pp. Barcelona, 1933.
11. — *Condiciones geológicas de las aguas minerales de Cataluña*.—Laboratorio de Geología del Seminario. Publ. n.º 8, 90 pp., 11 fig., 8 lám. Barcelona, 1933.
12. — *Estudio geológico sobre las aguas minerales de Cataluña*.—Ibérica. Vol. XLI, pp. 8-16, 40-44, 56-63, 152-157, 184-189. Barcelona, 1934.
13. BAUZÁ, F.: *Breve reseña geológica de la provincia de Gerona*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España. Tomo I, pp. 169-175. Madrid, 1874.
14. BENTABOL, H.: *Hidrología subterránea y superficial de la provincia de Gerona*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España. 2.ª serie, tomo X, pp. 129-208. Madrid, 1909.
15. BILLY, M.: *Notice sur les volcans éteints des environs d'Olot*.—Annales des Mines. Serie 2.ª, tomo IV, 37 pp. París, 1828.
16. BIROT, P.: *Recherches sur la géomorphologie des Pyrénées Orientales franco-espagnoles*.—Bailliére et fils. 318 pp., 65 fig., 6 lám., 16 fot. París, 1937.
17. BOLÓS, A. DE: *La estació paleontológica del Pont del ferro i algunes consideracions sobre el volcanisme olotí*.—Butll. de la Institució Catalana de Història Natural. 2.ª sèrie, vol. V, pp. 112-120. Barcelona, 1925.
18. — *L'estructura del Pla d'Olot*.—Géologie de la Méditerranée Occidentale. Vol. II, 4.ª parte, n.º 20, 1 pág., 1 gráf. Barcelona, 1931.
19. BOLÓS, F. DE: *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot*.—Memoria de Agricultura y Artes de Barcelona. 46 pp. Barcelona, 1820.
20. — *Noticia de los extinguidos volcanes de la villa de Olot y sus inmediaciones hasta Amer*.—84 pp., 1 mapa. Barcelona, 1841.
21. BOLÓS, R.: *Itinerario de Olot y su comarca*.—Barcelona, 1895.
22. BOWLES, G.: *Introducción a la Historia Natural*.—3.ª edición, pág. 210. Madrid, 1789.
23. CALDERÓN ARANA, S.: *Los volcanes de España. Ensayo de bosquejo sintético*.—Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat. Tomo V, pp. 335-342. Madrid, 1905.
24. — *Los minerales de España*.—Publicaciones de la Junta de Ampliación de Estudios. 2 vol. Madrid, 1910-1916.
25. CALDERÓN, S., CAZURRO, M., y FERNÁNDEZ NAVARRO, L.: *Formaciones volcánicas de la provincia de Gerona*.—Mem. de la Real Soc. Esp. de Historia Nat. Tomo IV, pp. 160-489. Madrid, 1907.
26. CARANDELL, J.: *El Bajo Ampurdán. Ensayo geográfico*.—Bol. Universidad de Granada. Núm. 71-72, 183 pp. Granada, 1942-1943.
27. CARBONELL Y BRAVO: *Noticias acerca de las observaciones de Bolós sobre te-*

- rrenos volcánicos de Olot*.—Mem. Agricultura y Artes de Barcelona. Barcelona, 1820.
28. CAZURRO, M.: *El cuaternario y las estaciones de época paleolítica en Cataluña*.—Mem. R. Acad. Cienc. y Artes. 3.ª época, vol. XV, n.º 3, 74 pp., 14 lám. Barcelona, 1919.
29. CELLES, A.: *Noticia y aplicación de los materiales vulcanizados de la villa de Olot a ciertas construcciones*.—Barcelona, 1820.
30. CHEVALIER, M.: *Note préliminaire sur la Géologie de la Catalogne Orientale*.—Bull. de la Soc. Géol. de France. 4.ª ser., t. XIV, pp. 157-178. París, 1914.
31. — *Essai sur la physiographie de la Catalogne Orientale*.—But. Institut. Cat. d'Hist. Nat. 2.ª ser., vol. VI, pp. 27-51, 1 mapa. Barcelona, 1926.
32. — *Tectonique de la Catalogne*.—Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale. Vol. II. 1.ª parte, n.º 3, 24 pp., 8 fig., 4 lám. Barcelona, 1931.
33. — *Contribution à l'étude du volcanisme en Catalogne*.—C. Rendus du XIV Congrès Géologique International. T. IV, 42 pp. Madrid, 1927.
34. — *El paisatge de Catalunya*.—Editorial Barcino. 197 pp., 32 láminas. Barcelona, 1928.
35. — *La Tectónica de Cataluña*.—Ciència. Núms. 24 y 27, 34 pp. Barcelona, 1928-29.
36. — *Les terrasses quaternaires des environs d'Olot*.—Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale. Vol. II, 4.ª parte, n.º 21, 4 pp., 2 fig. Barcelona, 1931.
37. — *Sur les fossiles eocènes de Santà Lluïcia, près de Santa Pau*.—Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale. Vol. II, 4.ª parte, n.º 22, 4 pp., 4 fig. Barcelona, 1931.
38. — *Sur la tectonique de la region d'Olot*.—Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale. Vol. II, 4.ª parte, n.º 23, 2 pp. Barcelona, 1931.
39. DALLONI, M.: *Étude géologique des Pyrénées Catalanes*.—An. Faculté Sciences de Marseille. T. XXVI, fasc. III, 373 pp., 2 lám., 1 mapa. Argel, 1930.
40. DE BUEN, O.: *Acerca de la extensión y carácter de la región volcánica de Olot*.—Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo I, pp. 291-294. Madrid, 1901.
41. EZQUERRA DEL BAYO, J.: *Basaltos*.—Semanao pintoresco español. Pág. 68. Madrid, 1844.
42. — *Notas en el Boletín del Ministerio de Fomento*.—T. I. Madrid, 1848.
43. FAURA Y SANS, M.: *Recull espeleològic de Catalunya*.—Sota Terra. 176 pp. Barcelona, 1907.
44. — *Mamífers fòssils descoberts a Catalunya*.—Butll. Inst. Cat. Hist. Nat. 2.ª época, año V, n.º 2, pp. 19-25, 3 fig. Barcelona, 1908.

45. FAURA V SANS, M.: *Un terremoto en Cataluña (Olot, 6 abril 1909)*.—Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat. Tomo IX, pp. 109-111. Madrid, 1909.
46. — *Un nuevo terremoto en la región volcánica de Olot*.—Bol. Real Soc. Española de Hist. Nat. Tomo IX, pp. 234-237. Madrid, 1909.
47. — *La espeleología de Cataluña*.—Mem. Real Soc. Esp. Hist. Nat. T. VI, n.º 6, pp. 425-592, 17 lám. Madrid, 1911.
48. FERRER, J.: *Atlas pluviométric de Catalunya*.—Fundació Patxot. 403 pp., 54 lám. Barcelona, 1930.
49. FONT Y SAGUÉ, N.: *Catàlech espeleològich de Catalunya*.—But. Centre Excursionista Catalunya. Año VII, Barcelona, 1897.
50. — *Los movimientos sísmicos del NE. de Cataluña*.—Bol. Real Soc. Española Hist. Nat. T. III, pp. 205-209. Madrid, 1903.
51. — *Catàleg espeleològic de Catalunya*.—Geografía de Catalunya. Tomo I, pp. 258-279. Barcelona, 1909.
52. FONTBOTÉ, J. M.ª: *Estudio morfotectónico de las sierras de Bellmunt, Milany y Puig Sa-Calm*.—Miscelánea Almera. 1.ª parte, pp. 189-212. Barcelona, 1945.
53. GARCÍA FARIA, J.: *Las inundaciones de octubre de 1907 en Cataluña*.—96 pp. Madrid, 1908.
54. GELABERT, J.: *Los volcanes extinguidos de la provincia de Gerona*.—120 pp. San Feliu de Guixols, 1904.
55. — *Guía ilustrada de Olot y sus valles*.—200 pp. Barcelona, 1908.
56. HARLE, E.: *La grotte de Serinyá, pres Gerone*.—Materiaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme. Vol. XVII. 1882.
57. HERNÁNDEZ-PACHECO, E., y OBERMAIER, H.: *La mandíbula neanderthaloide de Bañolas, Gerona*.—Publicaciones del Museo Nacional de Historia Natural. 42 pp. Madrid, 1915.
58. LANDERER, J. J.: *Los volcanes de Olot*.—Ilustración Española y Americana. Pág. 913. 1885.
59. LOEWINSON LESSING: *Quelques considerations sur les laves basaltiques de la région volcanique d'Olot*.—Assoc. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale. Vol. II, n.º 24, 3 pp. Barcelona, 1931.
60. LYELL, CH.: *Principles of Geology*.—T. III, pp. 183. Londres, 1842.
61. — *Elements de Géologie*.—6.ª edición francesa, trad. de M. Ginestou. Garnier Frères. 2.º tomo, pp. 378-389. París, sin fecha.
62. LLOPIS LLADÓ, N.: *Sobre la geología de la Garrotxa y estructura del borde occidental del Ampurdán*.—Anales de la Universidad de Barcelona. Memorias y Comunicaciones, pp. 213 a 240. Barcelona, 1942.
63. — *Los movimientos corticales intracuaternarios del NE. de España*.—Estudios Geológicos. N.º 3, pp. 181 a 236. Madrid, 1946.

64. MACLURE: *Notas científicas publicadas en el Journal de Physique*.—Tomo 66, p. 219. Año 1808.
65. MAESTRE, A.: *Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península*. Bol. Oficial de Minas, p. 147. Madrid, 1844.
66. — *Descripción geognóstica y minera del Distrito de Cataluña y Aragón*. Anales de Minas. Tomo III, pp. 193-278. Madrid, 1845.
67. MARCET RIBA, J.: *Los plegamientos variscos póstumos en el NE. de España*.—Miscelánea Almera. 1.ª parte, pp. 139 a 157. Barcelona, 1945.
68. — *La evolución paleogeográfica del NE. de España y de las Baleares*.—Memorias de la Real Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona. 3.ª época, tomo XXVIII, n.º 9, 121 pp. Barcelona, 1945.
69. — *Edad geológica de los periodos eruptivos de las Gabarras y de la Costa Brava catalana*.—Mem. R. Acad. Cienc. y Artes. 3.ª época, vol. XXIX, n.º 13, 58 pp., 7 lám. Barcelona, 1948.
70. — *Periodos eruptivos de la provincia de Gerona. Provincias petrográficas gerundenses. Mudanzas magmáticas gerundenses*.—Estudios Geológicos, n.º 9, pp. 189-217. Madrid, 1948.
71. MASACHS ALAVEDRA, V.: *El régimen de los ríos peninsulares*.—Inst. «Lucas Mallada», de Investigaciones Geológicas. 590 pp. Barcelona, 1948.
72. MASCARÓ, J. M.: *Topografía médica de Bañolas*.—420 pp. Gerona, 1915.
73. MENGEL, O.: *Aperçu sur la tectonique et la sismicité des pays catalans*.—C. R. Assoc. Française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Clermont Ferrand, 1908. 13 pp. París, 1909.
74. — *Continuidad de las terrazas antiguas de 100, 225 y 280 metros en las dos vertientes del extremo oriental de los Pirineos*.—Mem. Real Acad. de Cienc. y Artes, vol. XVI, n.º 4, 6 pp. Barcelona, 1920.
75. — *Étude de séismotectonique dans les Pyrénées et les Alpes Orientales*.—Thèse. Publ. B. C. Seism. International. B. 3er. fasc., pp. 1-78. Estrasburgo, 1929.
76. MIR, N., GUASCH, P., y FONRODONA, F.: *Zona petrolífera del Pirineo catalán*. Bol. Of. de Minas y Metalurgia, núms. 49 y 50. Madrid, 1921.
77. MOUCHKETTOFF, D.: *Rôle et valeur de la région volcanique catalane dans la conception de la tectonique du littoral de la Méditerranée Occidentale*.—Assoc. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale, vol. II, parte 4, n.º 26, 7 pp. Barcelona, 1931.
78. NEKLIÁVZ, N.: *La sanidine du volcan Puig de Mar, des environs de Santa Pau (Olot)*.—Geol. des Pays Catalans, vol. II, part. IV, n.º 27. Barcelona, 1931.
79. PALASSOU: *Notice sur les volcanes éteints des environs d'Olot*.—Ann. des Mines, 2.ª ser., vol. IV, p. 181. París, 1828.

80. PALUZIE, E.: *Olot, su comarca, sus extinguidos volcanes*.—132 pp. Barcelona, 1860.
81. PERICOT, J.: *Exploraciones arqueológicas en Serriá, Gerona*.—Pirineos, n.º 1, pp. 89-95, 6 fig., 2 lám. Zaragoza, 1945.
82. PUIG Y LARRAZ, G.: *Cavernas y simas de España*.—Bol. Com. Mapa Geológico de España, tomo XXI, pp. 1-392. Madrid, 1896.
83. REY PASTOR, A.: *Sismicidad de las regiones litorales españolas del Mediterráneo*.—I. *Región catalana*.—Ass. pour l'étude géologique de la Méditerranée Occidentale, vol. III, n.º 1, part. VI, 19 pp., 2 lám., 17 fig. Barcelona, 1935.
84. RIBERA FAIG, J. M.: *Sobre el Plioceno continental del Alto Ampurdán*.—Boletín R. Soc. Esp. Hist. Nat. En.-feb. 1945, pp. 41-64. Madrid, 1945.
85. ROSEMBUSCH: *Elemente der Gesteinslehre*.—Stuttgart, 1910.
86. RUBIO, E., y CINCÚNEGUI, M.: *Sinopsis de las rocas hipogénicas de España*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, T. LIII, pp. 221-268. Madrid, 1933.
87. SALVAÑA, J. M.ª: *Descripción de la comarca de Olot*.—An. de la Soc. Esp. de Hist. Nat. T. XVII, pp. 76-83. Madrid, 1888.
88. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Rocas de la garganta del Ter entre el Pastoral y Susqueda*.—Mem. de la Real Acad. de Cienc. y Art. de Barcelona. T. XIII, pp. 45-60. Barcelona, 1916-1918.
89. — *Estudios sobre las rocas de la garganta del Ter*.—Arxius de l'Institut de Ciències. Any IV, n.º 5. Barcelona, 1917.
90. — *Der Vulkanismus in Spanien*.—Deutsche Zeitschrift für Spanien. 11 Jahr. (4 artículos). 1917.
91. — *El vulcanismo en España* (extracto de una conferencia).—Bol. de la Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona. 3.ª época, vol. 4, n.º 3, pp. 244-255. Barcelona, 1919.
92. — *Bibliografía de la región volcánica de la provincia de Gerona*.—Bulletin Vulcanologique. Union Geodésique et Géophysique Internationale. 16 pp. Nápoles, 1927.
93. — *Catálogo de los volcanes de la provincia de Gerona*. Bulletin Vulcanologique. Union Geodésique et Géophysique Internationale. 16 pp. Nápoles, 1927.
94. — *Resumen geológico-geognóstico de la sierra de Levante de la provincia de Barcelona*.—Mem. de la Soc. Esp. de Hist. Nat. Tomo de homenaje a Bolívar. T. XV, n.º 21, pp. 513-530. Madrid, 1929.
95. — *Notas petrográficas*.—Treballs Museu de Ciències Naturals. T. VI, n.º 6, pág. 7. Barcelona, 1932.
96. — *Estudio de las rocas eruptivas de España*.—Mem. Acad. Cienc. Exactas, Físicas y Naturales. T. VI, 660 pp. Madrid, 1936.

97. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., y MARCET RIBA, J.: *Región volcánica de Olot*. Guía de la excursión C-4 del XIV Congreso Geológico Internacional. 100 pp. Madrid, 1926.
98. SAPPER, K.: *Die Katalonischen Vulkane*.—Zeitschrift der Deutsche Geologische Gesellschaft. T. 56, pp. 240-248. Berlín, 1904.
99. SCHRIEL, W.: *Der geologische Bau des Katalonischen Küstengebirge zwischen Ebro-mündung und Ampurdan*.—Beiträge zur Geologie der Westliche Mediterranen Gebiete n.º 2. Abhandlungen der Geshellschaft der Wissenschaft zu Göttingen. 1929. Traducción española de M. San Miguel de la Cámara en «Publicaciones extranjeras sobre Geología de España». Instituto «Lucas Mallada» de Investigaciones Geológicas. T. I, pp. 103-168, 29 fig., 11 lám. Madrid, 1942.
100. SOLÉ SABARÍS, L.: *Fauna coralina del Eoceno catalán*.—Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. T. XXXIII, pp. 433 a 456. Madrid, 1933.
101. — *Notes geomorfològiques sobre les Guilleries*.—Publicado por la Institució Catalana d'Hist. Nat. 12 pp., 6 fig. Barcelona, 1936.
102. — *El relleu del Montseny i les Guilleries*.—Butll. del Centre Excursionista de Catalunya, núms. 501-502, 19 pp., 4 fig., 8 fot. Barcelona, 1937.
103. — *Superfícies de erosión en las cordilleras litorales de Cataluña*.—Anales de la Universidad de Barcelona. Memorias y Comunicaciones, pp. 145-158, 4 fig., 3 lám. Barcelona, 1940.
104. — *Fauna coralina del Eoceno catalán*.—Mem. R. Acad. Cienc. y Artes de Barcelona. T. XXVI, n.º 9, 183 pp., 10 lám. Barcelona, 1942.
105. — *Características hidrogeológicas de los manantiales carbónicos de Gerona, llamados «Fonts Picants»*.—Instituto de Estudios Gerundenses, 34 pp., 6 fig. Gerona, 1946.
106. SOLÉ SABARÍS, L., y LLOPIS LLADÓ, N.: *Terminación septentrional de la cordillera costera catalana*.—Asociación para el estudio geológico del Mediterráneo Occidental. T. VI, n.º 1, 86 pp., 22 fig., 1 mapa. Barcelona, 1939.
107. SOLÉ SABARÍS, L., y MARCET RIBA, J.: *Hoja geológica de Gerona, a escala 1:50.000*.—Inst. Geol. y Min. de España (en publicación).
108. SORIANO GARCÉS: *Determinación de unos nódulos feldespáticos de las escorias volcánicas próximas a Santa Pau, Olot*.—Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. T. XXXIV, pp. 423-431, 3 fig. Madrid, 1934.
109. STUART-MENTEATH, P. W.: *La région volcanique d'Olot*.—Bulletin de la Société Ramond. Toulouse, 1869.
110. — *Observations sur la région volcanique d'Olot*.—Bulletin de la Société Géol. de France. 3.ª serie, tomo XXVI, p. 68. París, 1898.
111. TEIXIDOR COS, J.: *Reseña geológica de la provincia de Gerona; indicación de*

- algunos terrenos volcánicos.*—Mem. de la R. Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona. 2.ª época, vol. I, n.º 20, pp. 257-352. Barcelona, 1883.
112. — *Noticia de fenómenos volcánicos en Cataluña.*—Mem. de la R. Academia de Cienc. y Artes de Barcelona. 2.ª ép., vol. I, n.º 26, pp. 461-529. Barcelona, 1884.
113. TOMAS, L.: *Un basalt amb hornblenda de la regió volcànica de Girona.*—Butlletí de la Inst. Cat. d'Hist. Nat. Vol. IX, pp. 97-99. Barcelona, 1909.
114. — *Els minerals de Catalunya.*—Treballs de la Institució Catalana d'Hist. Nat. Any 1918, pp. 129-357. Barcelona, 1918.
115. VARIOS: *Abastecimiento de aguas potables a la ciudad de Bañolas.*—49 páginas. 1929.
116. VÍA, L.: *Los cangrejos fósiles de Cataluña.*—Bol. del Inst. Geol. y Min. de España. T. LV, pp. 55-127, 11 lám. Madrid, 1941.
117. VIDAL, J.: *L'estany de Banyoles.*—Gerona, 1925.
118. VIDAL, L. M.: *Reseña geológica y minera de la provincia de Gerona.*—Boletín Com. Mapa Geol. de España. Serie 1.ª, tomo XIII, pp. 209-380, 25 figuras, 1 mapa. Madrid, 1886.
119. — *Compte rendu de l'excursion de Gerona à Olot et à San Juan de las Abadesas.*—Bull. Soc. Géol. France. T. XXVI, pp. 674-678. París, 1898.
120. — *Investigaciones de hidrología subterránea en la comarca de Bañolas.* Mem. R. Acad. de Cienc. y Artes. 3.ª época, vol. VII, n.º 5, 19 pp., 4 fig. Barcelona, 1908.
121. — *La faz de la tierra en Cataluña durante varias épocas geológicas.* Mem. Real Acad. de Cienc. y Artes de Barcelona. T. XIII, pp. 61-74. Barcelona, 1916-1918.
122. VIDAL, L. M., y STUART MENTEATH, P. W.: *Excursiones verificadas durante la reunión de la Sociedad Geológica de Francia en Barcelona, en septiembre y octubre de 1898. De Gerona a Olot y San Juan de las Abadesas. Observaciones acerca de la región volcánica de Olot. El Cretácico superior del valle de la Muga.*—Bol. Com. Mapa Geol. de España. T. XXVII, serie 2.ª, pp. 89-95. Madrid, 1900.
123. WASHINGTON, H. S.: *The Catalan Volcanoes and their rocks.*—American Journal of Science. T. 24, pp. 217-242. 1907.
124. — *Titaniferous basalts of the West Mediterranean.*—Quart. Journal Geol. Society of London. T. 63, pp. 69-79. Londres, 1907.
125. ALMELA, A. (\*): *Explicación de la Hoja núm. 294. Mapa geológico de España a escala 1:50.000.*—Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1946.

(\*) Esta Hoja no se pudo citar en su lugar debido, a causa de la limitación impuesta a su distribución; limitación que fue levantada cuando esta Memoria estaba ya totalmente terminada.