

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Sumario

Observaciones geológicas sobre el macizo del Mencal y sus alrededores (Granada), por P. FALLOT †, A. FAURE-MURET y J. M. FONTBOTÉ.—Pág. 3.

A propósito de dos nuevas aportaciones al conocimiento del Numulítico español (pirenaico y subpirenaico), por SALVADOR REGUANT.—Pág. 73.

Lavas almohadilladas (*pillow-lavas*) en los afloramientos volcánicos de la transversal Iznalloz-Jaén (Cordillera Subbética), por J. M. FONTBOTÉ e I. QUINTERO.—Pág. 85.

Fotogeología, por MANUEL MARÍA DE ALVARADO Y ARILLAGA.—Pág. 91.

Sobre la caracterización del Vallesiense, por M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. TRUYOLS SANTONJA.—Pág. 109.

El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica, por M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. TRUYOLS SANTONJA.—Pág. 127.

Los vertebrados del Cretácico español, por J. R. BATALLER.—Pág. 141.

Las rocas eruptivas filonianas de Ifni, por el DR. J. MARCET RIBA.—Pág. 165.

La doble calcimetría y el perfil cálcico (calcilog), por CH. BERGER.—Pág. 189.

Presencia de una nueva fase tectónica *Leoniense* de edad Westfaliense D en el Nor-Oeste de España, por M. ROBERT HERMAN WAGNER.—Pág. 221.

El precámbrico de España, por FRANZ LOTZE.—Pág. 227.

Finalidad de la evolución geológica, por ANTONIO DUE ROJO.—Pág. 241.

Memoria acerca de la organización y resultados logrados en el Sexto Campamento para Prácticas de Geología «Pantocosa-Hecho 1960», por JOSÉ M.^a RÍOS.—Pág. 259.

La cartografía de las aguas subterráneas, por J. M. LÓPEZ DE AZCONA.—Pág. 283.

Notas de un viaje por las minas del sur y centro de Noruega, por S. DE LA CONCHA.—Pág. 289.

Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja número 14 del mapa 1:400.000, 5.^a edición, por J. M. R. G.—Pág. 301.

Noticias.—Pág. 311.

Notas informativas.—Pág. 339.

Notas bibliográficas.—Pág. 345.

Instituto Geológico y Minero de España.—Pág. 373.

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO

DE

E S P A Ñ A

NÚMERO 60

CUARTO TRIMESTRE

MADRID

1960

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.

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

Deposito Legal M. 1.882.-1958

C. BERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 33 06-19.—MADRID

Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España. N.º 60. Año 1960 (3-72).

P. FALLOT †, A. FAURE-MURET y J. M. FONTBOTÉ (*)

OBSERVACIONES GEOLOGICAS SOBRE EL MACIZO DEL MENCAL Y SUS ALREDEDORES (GRANADA)

SUMARIO: Resumen.—Résumé. Abstract.—Introducción.—Cap. I. El Mencal y los macizos calzos vecinos. A. La serie estratigráfica del Mencal. 1. Calizas inferiores. 2. Margocalizas con slex. 3. Calizas con braquiópodos. 4. Capas del Morrón de la Mesetas. 5. El Malm. 6. El Senonense. 7. Recapitulación. B. Comparación con los macizos calzos de los alrededores del Mencal. 1. Baños de Alicán. 2. Serreta de Leiva Romeral. 3. Peña del Fraile.—Cap. II. Las inmediaciones del Mencal. 1. Barranco del Sudoeste. 2. Valle del Río Fardes. a) Albense b) Cenomanense. c) Cenomanense-Turonense. d) Turonense-Senonense detrítico. e) Capas rojas del Senonense-Eoceno. f) Paleoceno-Eoceno inferior. g) Eoceno medio y superior. h) Oligoceno. 3. Norte y Nordeste del Mencal. a) Región de Pedro Martínez-Los Cocones. b) Macizo de la Serreta de Leiva. c) Peña del Fraile.—Cap. III. Vista de conjunto y problemas.—Cap. IV. Conclusiones. Obras citadas. Índice de figuras.

RESUMEN

El Mencal es un monte isla que emerge de los depósitos detríticos pliocenos y cuaternarios de la «Formación de Guadix», entre los relieves subbéticos de la Sierra del Oree, al Este, y de la Sierra Arana, al Oeste. Mide 4,5 kilómetros de Este a Oeste; 3,5 de Norte a Sur. Culmina a los 1.447 metros de altitud, mientras que la serie de colmatación que lo rodea no alcanza más que hasta unos 950 metros.

Se presenta como un potente conjunto de calizas liásicas plegadas en domo. Un estudio breve ha puesto de manifiesto en él, rasgos insospechados. En efecto, esta pequeña unidad orográfica ha revelado: una serie bastante potente de un Lias indeterminado, probablemente inferior; un Lias medio con terebrátulas multiplegadas, atriluidas a formas plienbachenses; capas, todavía mesoliásicas, que contienen, a falta de fósiles corrientes, microorganismos variados (*Coskulinopsis*, *Polygonella*, *Cayeuxia*, etc.), que permiten útiles correlaciones; un Lias supe-

(*) Estando en prensa este trabajo se recibe la triste noticia del fallecimiento del Prof. FalLOT.

rior posible, pero no seguro; y, sobre todo, unas capas de potencia limitada en las cuales se ha revelado un Malm acompañado por margocalizas grises con Calpionellas, junto con radiolarias pertenecientes al Titónico superior y al Berríasense.

En una depresión cultivada situada en el centro del macizo aparecen, por debajo de unos derrubios, margocalizas de facies «capas rosas», en las cuales no se hallan más que rosalinas senonenses. Su interpretación tectónica no puede ser definitiva. Localmente, al NW. del Mencal y al SE. de Pedro Martínez afloran aún «capas rojas» que pertenecen al Maestrichtense-Paleoceno, las cuales no entran visiblemente en contacto con el Lías.

En los alrededores del Mencal, debajo del Cuaternario y de la Formación de Guadix, aparecen otros materiales completamente extraños a la serie liásica, pero sus contactos respectivos están enmascarados por los derrubios y aluviones antiguos que rodean al macizo.

No obstante, en las cercanías del Mencal emergen algunos relieves de calizas jurásicas que fueron objeto de reconocimientos. Al N., es el crestón de la Serreta de Leiva, que se continúa hacia el NW. por el del Romeral. El Lías del Mencal, especialmente las calizas con microorganismos, no ha sido identificado aquí. En cambio, existe un Dogger con «filamentos» y un Jurásico con *saccocómidos* y *Globochacte*. El Romeral queda cortado por el encajado valle del río Fardes; la Peña del Fraile, que parece ser su continuación y que desaparece debajo de la Formación de Guadix, está formada por calizas análogas. Finalmente, al Sur de los Baños de Alicún se yuerge un paquete de calizas que desaparece al Este debajo de la serie de colmatación y se encuentra, al Oeste, en contacto anormal con una serie margosa del Cretáceo superior. La base de estas calizas ha proporcionado microorganismos como los del Mencal, el cual no dista más que 5 kilómetros.

Lo más interesante de este sector es la serie que aflora localmente debajo del Cuaternario, en el valle del río Fardes, que encajado más de 200 m. roza el borde Sudeste del macizo. En lugar de presentarse formaciones jurásicas relacionadas con las del Mencal, sólo encontramos en ella una serie margosa afectada por dislocaciones y perturbada por la solifluxión. En estos materiales quedan incluidos mecánicamente algunos paquetes de Trías de tipo germanoandaluz.

Abundantes microfauas han revelado la presencia, en dicha serie, de: un Gault superior-Cenomanense pelágico; un Turonense-Senonense inferior detrítico, de interpretación delicada; luego, un complejo de «capas rosas» muy potente que se extiende desde el Senonense superior al Luteciense superior, con una intercalación de capas grises, bien datadas, del Paleoceno. A las «capas rosas» lutecienses siguen unas margocalizas grises que representan al Eoceno superior. Otras capas, rojas también, del Oligoceno, ocupan una posición ambigua en el extremo oriental del Romeral. Las litioclinas que contienen prueban un régimen sedimentario más nerítico.

Esta serie predominantemente pelágica fue reconocida en la cuenca

de la rambla de Olivares, entre la Serreta de Leiva y el Mencal, luego al Norte y al Noroeste de éste, donde las «capas rojas» están hendidas por los barrancos afluentes del río Fardes.

Los macizos de la Serreta de Leiva, del Romeral, de la Peña del Fraile y de la Raja, cerca de los Baños, sugieren contados anormales locales con la serie pelágica, pero la extensión de las formaciones recientes impide generalizar esta noción. Con mayor motivo, sería tendencioso el imaginar todos esos retazos calizos y la gran masa del Mencal como parte de un conjunto jurásico flotante, más o menos fragmentado. En efecto, por una parte se ha visto que todos los contactos periféricos del Mencal están enmascarados; por otra, entre Pedro Martínez y la Serreta de Leiva septentrional se halla un Oligoceno calizo, de facies de poca profundidad, cuya significación queda por precisar.

Quedan todavía planteados varios problemas de tectónica local y de estratigrafía, cuya resolución requerirá una cartografía muy detallada. De todos modos, el presente trabajo, aunque incompleto, aporta algunos resultados de interés general:

1.º El estudio microscópico de muchas calizas prácticamente estériles de Lias y del Jurásico suministra datos que pueden utilizarse y generalizarse en otros sectores de la zona subbética.

2.º La presencia en el Mencal de un Titónico margocalizo carente de calizas nodulosas rosadas es un rasgo particular que se repite en algún sector de Sierra Arana, pero que se relaciona con las observaciones de Y. Peyre sobre la región subbética occidental. Allí, las facies del Titónico parecen estar repartidas en tres subzonas más o menos paralelas; solamente la más interna y la más externa (Cabra, por ejemplo) contienen la célebre facies nodulosa roja, mientras que la zona intermedia no presenta más que facies margocalizas, quizá más pelágica. Es a este último tipo que debe corresponder la serie del Mencal.

3.º La serie cretáceo-nummulítica predominantemente pelágica de la zona subbética era conocida, con una continuidad vertical semejante, al Sudoeste de Caravaca y en el sector de Estepa, 300 kilómetro más al Oeste. El jalón del valle del río Fardes, aunque no constituye una prueba concluyente, invita a pensar que este tipo de serie sedimentaria es propio de la zona subbética.

RÉSUMÉ

Le Mencal est une montinsule qui émerge des dépôts détritiques plio-quaternaires de la «Formation de Guadix» entre les reliefs subbétiques de la Sierra de Orce à l'Est de la Sierra Arana à l'Ouest.

Il mesure 4,5 Km. d'Est en Ouest, 3,5 du Sud au Nord. Son sommet cote 1.447 m. alors que la série de remblaiement qui l'entoure en plan est aux alentours de 950 m.

Il se présente comme un puissant ensemble de calcaires liasiques plissés en dôme. Une brève étude y a fait apparaître des traits insoupçonnés. En effet cette montagne a révélé une série assez épaisse de Lias in-

déterminé, probablement inférieur: du Lias moyen à Térébratules multipliées, rapportées à des formes pliensbachéennes; des couches encore médio-liasiques comportant à défaut de fossiles courants des micro-organismes variés (*Oskmolnopsis*, *Polygonella*, *Cayena*, etc.) qui permettent d'utiles raccords: un Lias supérieur possible mais non certain et surtout des couches d'extension limitée où s'est révélé du Malm accompagné de marno-calcaires gris à Calpionelles assortis de radiolarites qui appartiennent au Tithonique supérieur et au Berriasien.

Dans une dépression cultivée au centre du massif appaissent sous des éboulis des marno-calcaires du faciès «couches rouges» où ne sont apparues que des Rosalines sénoniennes. Leur interprétation tectonique n'est pas au point. Localement, au Nord-Ouest du Mencil et au Sud-Est de Pedro Martínez apparaissent encore des «couches rouges» qui sont du Maestrichtien Paléocène et qui ne sont pas en contact visible avec le Lias.

Aux alentours du Mencil, apparaissent sous le Quaternaire et la Formation de Guadix, des dépôts tout à fait étrangers à la série liasique, mais les contacts des uns et des autres sont partout cachés par les éboulis et alluvions anciennes drapant le massif.

Aux alentours de la montagne, toutefois, émergent quelques massifs de calcaires jurassiques qui furent l'objet d'une reconnaissance. Au Nord, c'est le chaînon de la Serreta de Leiva qui se continue vers le Nord-Ouest par celui du Romeral. Le Lias du Mencil, notamment les calcaires à micro-organismes n'y a pas été identifié. En revanche, il y existe du Dogger à «filaments» et du Jurassique à Saccocornues et à *Globochæta*. Le Romeral est coupé en cluse par le Río Fardes, et la masse de la Peña del Fraile, qui paraît le continuer et disparaît sous la Formation de Guadix, est constituée par des calcaires analogues. Enfin au Sud des Bains d'Alicun se dresse un paquet de calcaires qui disparaît à l'Est sous la série de remblaiement et se trouve à l'Ouest en contact anormal avec une série marnreuse du Crétacé supérieur. La base de ces calcaires a fourni les microorganismes du Mencil qui n'en est distant que de 5 Km.

L'intérêt majeur de la région réside dans la série qui affleure localement sous le Quaternaire et que coupe la vallée du Río Fardes encaissée de plus de 200 m, et effleurant le bord Sud-Est du Massif.

Au lieu d'y observer des formations jurassiques en rapport avec celles du Mencil, on n'y trouve qu'une série marnreuse affectée de dislocations et troublée par la solifluction. Des paquets de Trias germano-andalou y sont insérés mécaniquement.

Des microfossiles abondantes y ont révélé: le Gault supérieur Cénomaniens, pélagique, un Turonien-Sénonien inférieur détritique et d'interprétation délicate; puis un très puissant complexe de «couches rouges» s'étendant du Sénonien supérieur au Lutétien supérieur, avec une passade de couches grises bien datées du Paléocène. Aux «couches rouges» lutétiennes font suite encore des marno-calcaires pélagiques gris représentant la fin de l'Éocène. De l'Oligocène encore en couches rouges occupe au pied est du Romeral une position ambiguë. Des Lépidocyclines y témoignent d'une sédimentation moins profonde.

Cette série à dominante pélagique fut reconnue dans le bassin de la Rambla de Olivares, entre la Serreta de Leiva et le Mencil, puis au Nord et au Nord-Ouest de celui-ci où les «couches rouges» sont entamées par des ravins affluents du Río Fardes.

Les massifs de la Serreta de Leiva, du Romeral, de la Peña del Fraile et de la Raja, près des Bains semblent témoigner de contacts anormaux locaux avec la série pélagique, mais l'extension des formations récentes interdit de généraliser cette notion. A plus forte raison serait-il tendencieux d'imaginer que tous ces Lias ainsi que celui du Mencil font parti d'un ensemble jurassique flottant plus ou moins fragmenté. En effet, d'une part on a vu que tous les contacts périphériques du Mencil son masqués, d'autre part il règne entre Pedro Martínez et la Serreta de Leiva septentrionale un Oligocène calcaire de faciès peu profond dont la signification est encore à préciser.

En dehors des problèmes de tectonique locale et de stratigraphie qui restent à étudier sur la base de levés de grand détail ce travail, même incomplet, apporte quelques constatations de portée générale:

1.º L'étude microscopique des calcaires, pratiquement stériles, du Lias et du Jurassique fournit en zone subbétique des données utilisables, et devra être généralisée dans ces domaines si pauvres en macro-faune.

2.º La présence d'un Tithonique marno-calcaire et sans formations noduleuses roses, dans le Mencil est un trait particulier, qui se retrouve dans certaines parties de la Sierra Arana, mais qui se relie à des observations de Y. Peyre faites dans le Subbétique occidental. Là, les faciès du Tithonique paraissent se répartir en trois zones grossièrement parallèles. La plus interne et la plus externe (Cabra par exemple) comportent, seules, le célèbre faciès noduleux rouge, alors que la zone médiane ne comporterait que des faciès marno-calcaires, peut être plus pélagiques. C'est de ce dernier type que relèverait la série du Mencil.

3.º La série crétacée-nummulitique à dominante pélagique du Subbétique était comme avec une continuité verticale semblable au Sud-Ouest de Caravaca et dans la région d'Éstepa, 300 Km, plus à l'Ouest. Le jalon du Río Fardes, sans suffire à le démontrer, incite à penser que ce type de série sédimentaire est bien lié à la zone subbétique.

ABSTRACT

The Mencil is a «inselberg» rising out of the plio-quaternary detritical deposits of the Guadix Formation, between the subbetic mountains of the Sierra de Orca, to the East, and of the Sierra Arana, to the West.

It measures 4,5 Km, from East to West and 3,5 from South to North. Its height rises to 1.447 m, whereas the level of the surrounding Guadix Formation is about 950 m.

It appears as a mighty mass of liassic limestone folded in the slope of a dome. A brief study has shown unexpected features. In fact this small mountain disclosed a rather thick series of undifferentiated Lias, probably inferior: Middle Lias with multi-folded Terebratulas brought back

to plensbachian forms; other beds of still medio-liassic age, comprising, instead of the usual fossils, diverse micro-organisms (*Coskinolinopsis*, *Polygonella*, *Cayeuxia* etc.) which enable to make useful connections; Upper Lias, possible but not certain; and finally Malm, in a limited exposure in the Barranco de la Pila. This Malm is represented by grey marno-calcareous beds, with various forms of *Calpionella*, followed by radiolarites. The levels which have been defined belong to the Upper Tithonian and to the Berriasian.

In a little depression at the center of the massif one finds marno-calcareous beds of the type of the «couches rouges», where only senonian Globotruncanas has been found. The tectonic interpretation of this outcrop is not yet to the point.

Locally, to the North-West of the Mencil, and to the South-West of the village of Pedro Martínez, another outcrop of «couches rouges» has been found, but he has provided Foraminifera from the Maestrichtian and from the Paleocene. Their relations with the liassic beds of the mountain are concealed by the Quaternary.

Other little mountains appear in the neighbourhood of the Mencil rising also out of the Guadix Formation. They have been rapidly surveyed. To the North, the link of the Serret de Leiva is prolonged by the Romeral chain. The Lias of the Mencil, the level with micro-organisms have not been identified there. On the other hand Dogger with the so called «algal filaments» and Jurassic containing Saccocomidae and *Globochaeta* have been found. The Romeral is separated by the Rio Fardes valley from the Peña del Fraile which seems to prolong it, and disappears to the South-East under the Guadix Formation; this Peña is made up of similar limestones as the Romeral.

Lastly, to the South of the Baños de Alicun the Raja represents another little mass of Lias which disappears also eastwards under the Guadix Formation. The Raja limestones have provided the same micro-facies as the middle Lias of Mencil, which is only 5 km to the South-West.

The principal interest of the region resides in the series which crops out locally under the Guadix Formation and which is cut by the valley of Rio Fardes, over 200 m. deep, and cropping out of the South-East border of the Mencil.

Instead of observing jurassic formations there, in connection with those of Mencil, one finds only a marnous series affected by tectonic dislocations and by superficial solifluxion. Various masses of «germano-andalusian» Trias are inserted mechanically in the marls which have revealed abundant micro-faunas of upper albian and cenomanian age. They are followed by a detritic series of Turonian and lower Senonian of tricky interpretation, and by a very thick complex of pelagic «couches rouges» stretching from the Upper Senonian to the Upper Lutetian, with a 40 m thick grey intercalation, well dated of Paleocene. The pelagic lutetian «couches rouges» are followed by marly limestones of the Upper Eocene. Oligocene appears locally, again in the form of «couches rouges»,

in which a Lepidocycline fauna shows more neritic eceanographic conditions.

This series, where pelagic conditions prevails, was identified in the basin of the Rio Olivares, between the Mencil and the Serreta de Leiva, afterwards North and North West of the Mencil where the «couches rouges» have been cut away by the tributary ravines of the Rio Fardes.

The massifs of the Serreta del Romeral, Peña del Fraile, and La Raja suggest abnormal contacts with the pelagic cretaceous and tertiary formations, but the extension of recent detritic deposits hinders to generalise this view. It would be all the more tendencious to imagine all these Lias masses as well as that of Mencil as belonging to a tectonic «nappe» more or less fragmentated. In fact on the one hand one has noticed that all peripheric connexions of Mencil are hidden by the recent deposits, on the other hand there prevails between Pedro Martínez and the Serreta de Leiva a calcareous Oligocene of neritic type meaning of which has yet to be defined.

Outside the problems of local tectonic and stratigraphy which are stills to be studied, on a base of very detailed mapping, this paper even though incomplete provides some findings of general scope.

1. Microscopic study of the limestones almost sterile as far as Lias and Jurassic are concerned supplies useful data in the subbetic zone and must be generalised.

2. The presence of marno-calcareous Tithonian, and without pink nodular formation (Cabra facies), is a special feature which is found again in certain parts of the Sierra Arana but is connected up to observations of Y. Peyre made in the Western subbetic zone. There, the repartition of the tithonian deposits seems to draw roughly three parallel zones. The most internal and most external zones (Cabra for instance) include of themselves the famous red and pink nodular type, whereas the intermediary zone is said to include only marno-calcareous sediments, perhaps of more pelagic nature. It is with this latter type that the Mencil series would be comparable.

3. The cretaceous and nummulitic series under pelagic conditions was known with a similar vertical continuity in the South-West of Caravaca, and in the neighbourhood of Estepa, 300 km more to the West. The landmark of Rio Fardes, though not proof of this, makes one inclined to think that this type of sedimentary series is really connected to the subbetic zone.

INTRODUCCIÓN

Una vasta serie de colmatación neógena y cuaternaria, cuyos tramos superiores se encuentran hacia los 1.000 m. de altura, se extiende de Este a Oeste, desde la parte oriental de Cortes de Baza hasta los alrededores

de Guadalhortuna hacia el Oeste. En la transversal de Gor, tiene 35 km. de ancho. El río Guadiana Menor y sus afluentes se encajan profundamente en estos mate-

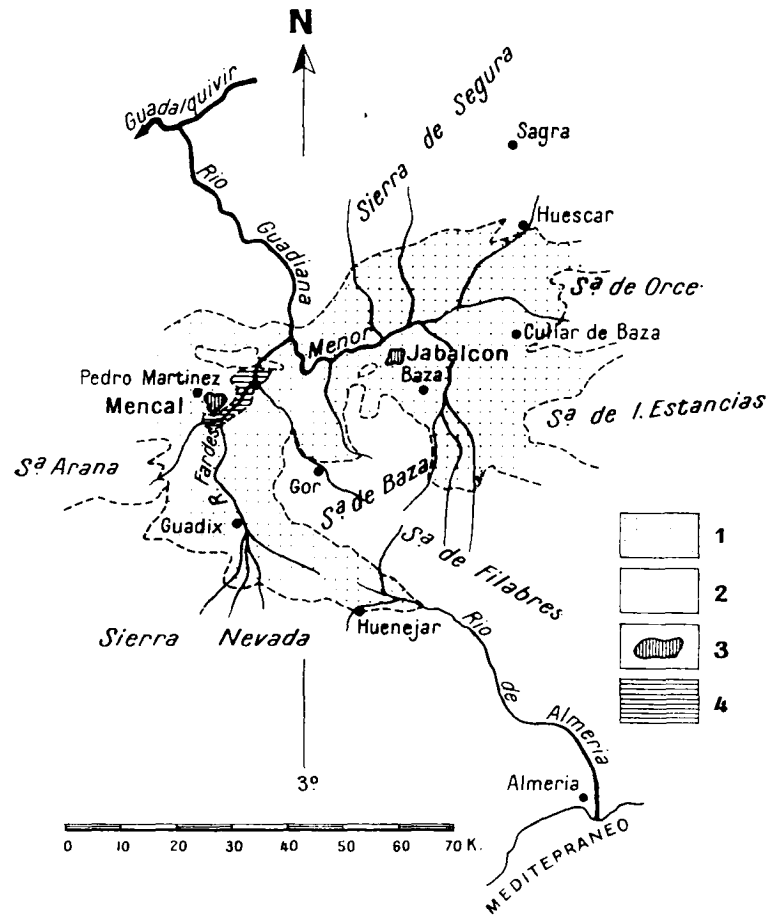


Fig. 1.—Situación del Mencal con relación a las cadenas vecinas. 1. Formación de Guadix. —2. Montañas periféricas. —3. Montes isla del Jabalcón y del Mencia. —4. Serie margosa cretácea y nummulítica del Río Fardes.

riales. Estos ríos vierten sus aguas al Guadalquivir. Al Oeste del curso inferior del Guadiana Menor se levantan los macizos complejos y vigorosos de los alrededores de Jaén, que pertenecen en parte al Prebético epi-

continental, homólogo del de la Sierra de Cazorla, y en parte al Subbético de facies pelágica.

Las formaciones recientes del Guadiana Menor están dominadas al Sudeste por las avanzadas de la Sierra de Baza, entre esta ciudad y Guadix. Hacia el Oeste reina el poderoso macizo de la Sierra Nevada, en cuya periferia domina el Triás alpino. El borde septentrional de este macizo montañoso está constituido por la Sierra Arana. Esta unidad se interpreta como formando parte del borde interno del Subbético, afectado por la progresión bética. Alargándose del Sudoeste hacia el Nordeste, la Sierra Arana se hunde en esta última dirección a la altura del Darro y al Sur de Huélago, donde su última culminación dolomítica y caliza, la Atalaya, emerge de los depósitos recientes transgresivos del borde de la cuenca del río Guadiana Menor.

Entre los crestones seguramente subbéticos del Perea y la Sierra de Orce, al Este, y la terminación oriental de la Sierra Arana, la distancia, aproximadamente 75 km., la ocupan las formaciones recientes, salvo en su borde Sur, en el que mueren los relieves de la Sierra de Baza.

Pero éstos, atribuidos al Bético, están formados por el Triás y pizarras metamórficas corridos antes del depósito de Neógeno.

De esta larga extensión de terrenos recientes aún poco conocidos, pero terminados por el Cuaternario, emergen solamente dos macizos. Uno, el Jabalcón, está situado a 4 km. del frente bético, al Noroeste de Baza. El otro, el Mencia, domina los depósitos recientes a 10-11 km. al Noroeste de Huélago (fig. 1).

El Jabalcón fue estudiado por Blumenthal, luego por Jansen, y finalmente por Solé Sabarís y Fallo. La serie secundaria se inicia con unas dolomías, a las que siguen calizas estériles que forman el macizo en su mayor parte

y en las que se encuentran restos de ammonites que sugieren el Lias. Sin que el Dogger y el Malm inferior se encuentren definidos paleontológicamente, la serie caliza termina con un Titónico rosado, con restos de ammonites y calpionelas, conservado solamente en algunos pocos puntos.

Además de estas formaciones resistentes, y encima de ellas, hubo otras más delgadas, que por ahora sólo se conocen en las regiones donde los dispositivos tectónicos las protegieron. Hay un Neocomiense bien definido muy delgado (5-6 m.), un posible Albense y un Senonense triturado.

En otras palabras, sobre las dolomías que representan el Trías o probablemente el Lias inferior, domina una serie caliza que comprende, con o sin lagunas, el resto del Jurásico y se termina por un Titónico de facies pelágica, semejante al de las falsas brechas típico del dominio subbético. El Cretáceo inferior evoca una sedimentación posiblemente pelágica; está triturado y en él parecen existir lagunas, debidas más probablemente a omisiones o abrasiones submarinas que a emersiones. En cuanto al Senonense, de margocalizas rojas con rosas, indica un régimen pelágico. Ignoramos si la pequeña potencia de la serie se debe a causas tectónicas o a la erosión. Hoy día se reduce a casi nada. No se conoce todavía Nummulítico en este pequeño macizo.

Las características que acabamos de resumir son poco más o menos las de la serie estratigráfica de la zona subbética.

Al pie del Jabalcón, en su parte Norte, no lejos de la orilla del Guadiana Menor, encajado profundamente en la serie de colmatación, se halla la emergencia de la fuente termal de los Baños de Zújar

En la Sierra Arana, aunque se han identificado el Ju-

ásico, el Titónico, el Neocomiense, y muy localmente el Senonense, en aquel momento (Blumenthal y Fallot, 1933) el estudio de las microfacies y de las microfaunas, no estaba suficientemente avanzado para que se hubieran empleado estos métodos en el estudio stratigráfico. A simple vista parece que el Titónico se asemeja más al de Cabra, y que el Neocomiense tenga una facies margocaliza más común en la zona subbética que en el Jabalcón. El Senonense se identificó sólo por deducción, gracias a sus «capas rojas» y algunas escasas preparaciones en lámina delgada; y debajo del Luteciense transgresivo, con grandes nummulites, no apareció entonces ninguna formación atribuible al Paleoceno, aunque hoy parezca interesante ir en su busca.

Para compararlas con las calizas jurásicas del Mencal, hemos examinado las que corta la carretera de Guadix a Jaén, al Norte del Darro. Del Picón sale un espolón en dirección hacia la Atalaya, donde las calizas dolomíticas se explotan en cantera. Son estériles. Entre estas dos cimas, a la altura del km. 132, aparece una colina, que no figura en el mapa topográfico, formada por una brecha caliza fina, de elementos pseudoolíticos y cemento poco abundante. No aparece en ellas ningún microorganismo. Un poco más al Norte, hacia el km. 131,7 las calizas tienen el microscopio un aspecto granulado y presentan restos orgánicos rellenos de calcita. Se observan foraminíferos arenáceos, y algas de red poligonal que recuerdan la *Cayeuxia*, así como también una forma parecida a *Coskinolinos*. Un poco más al Norte todavía, en el km. 131,5 los bancos son de una caliza organógena, con restos dudosos de políperos y espongiarios. También se encuentran aquí formas del tipo *Cayeuxia* y *Coskinolinos*.

Estos restos de dudosa atribución los encontramos idénticos en el Menca!, como veremos más adelante.

Aunque el Menca! no sea un eslabón propiamente dicho entre la sierra Arana y el Jabalcón —porque se encuentra ligeramente hacia el exterior, tectónicamente hablando— de esta alineación, era interesante conocer la composición de este macizo que figura en los mapas como enteramente jurásico.

De hecho, se ha revelado tan complejo estratigráficamente como difícil de interpretar, y del mismo no podemos dar aquí más que una visión preliminar. Su área, aunque sea muy reducida, está partida por el mapa topográfico 1/50.000, de manera que pertenece a las Hojas Huelma (970), Freila (971), Moreda (992) y Gor (993).

Después de una excursión efectuada al mismo Menca! por dos de nosotros en 1956, P. F. y J. M. F., se iniciaron en 1957 las investigaciones (P. F. y A. F. M.) en el barranco de la Pilica y en el valle del río Fardes.

Aisladamente se estudiaron después las regiones al Oeste del Menca! (J. M. F., 1957) y se completaron diversos cortes de la región del Romeral (P. F., 1957). La reagrupación de estas observaciones es el objeto de esta nota preliminar.

El Menca! se compone, como se verá más adelante, de una serie casi esencialmente jurásica, mientras que los terrenos que lo rodean son más recientes. Sin embargo, hacia el Este reaparecen masas calizas, sobre todo en las cercanías de los Baños de Alicún, en el pequeño macizo de la Peña de Fraile y la Serreta de Leiva, todavía más compleja.

Con vistas a su estudio estratigráfico y tectónico, vamos a examinar ligeramente sus particularidades.

CAP. I. EL MENCAL Y LOS MACIZOS CALIZOS VECINOS

La superficie media de la serie de colmatación tiene una altitud de 980 a 1.000 m. Esta superficie está hendidada por el río Fardes unos kilómetros aguas arriba de su confluencia con el Guadiana Menor. Aquel río discurre en meandros encajados hacia la cota 700.

El macizo del Menca!, típico monte isla, se yergue sobre los depósitos terciarios inmediatamente al Este del pueblo de Pedro Martínez, cuya iglesia está situada en la cota 1.042. Mide 4,5 km. de Este a Oeste, y 3,5 de Norte a Sur. Sus dos cimas principales son la cota 1.409 a 3 km. al Este de la iglesia, y el Menca! por antonomasia, cota 1.447, a 4,5 km. El macizo está, pues, alargado de Este a Oeste pero sus directrices estructurales —o sus alabeamientos porque no parece afectado por pliegues regulares— se orientan más bien Oestesudoeste-Estenoeste.

El aspecto de este pequeño macizo se deduce del croquis figura 2. Algunos barrancos hieden las peñas calizas: de uno, el de la Pilica, orientado hacia el Nordeste, hablaremos más adelante por los datos estratigráficos que nos aporta. Otro tiene su origen en el centro del macizo, donde avana una región cultivada situada entre el Menca! y la cota 1.409. El cortijo del Cerro, centro de la explotación, se beneficia de un pozo, único en toda la montaña. Al salir de los campos el valle se orienta hacia el Sudoeste, y como todos los demás barrancos se encaja en las calizas blancas.

En general, las capas cuya estratificación es poco clara, buzan periclinalmente hacia el exterior, pero sus contactos con las que les rodean son invisibles y están en-

mascarados por doquier con derrubios. Se puede alcanzar fácilmente la parte central del macizo, sobre todo por el sendero que desde Pedro Martínez conduce al Cerro. El Mencil propiamente dicho domina desde el Este los cultivos, con un escarpe que se rodea fácilmente por el Sur. Las capas calizas que lo forman presentan también allí la disposición periclinal muy suavizada.

Las indicaciones de la figura 2 hacen resaltar la forma en que se reparten los buzamientos.

A. La serie estratigráfica del Mencil

Hasta ahora no hemos hallado ningún ammonites en las formaciones geológicas del Mencil, y los braquiópodos son escasos. Algunos jalones estratigráficos son, en cambio, ricos en asociaciones de microfauna, que los Sres. Durand Delga y Lanteaume han definido. A ellos se debe todo lo que aquí aportamos a este respecto y les quedamos por ello muy agradecidos.

Excepto en algunos niveles excepcionales como el Títonico y Valanginense estos datos no permiten todavía precisar las delimitaciones y no autorizan más que una pequeña aproximación.

Los tramos que hemos observado los enumeramos más abajo en el orden ascendiente:

1. Calizas inferiores

A primera vista el conjunto del Mencil aparece formado por calizas claras bien estratificadas en bancos de 0,50 m., pero en las que se distinguen, sin ley aparente, unas masas más compactas formando resaltes. Una de ellas domina al Este la entrada del sendero en la Cañada del Tesoro, barranquillo por el cual se inicia la subida

hacia el Cortijo del Cerro. Otras masas compactas culminan más al Oeste y forman el espolón en el que se asienta una antigua torre vigía. Idénticos materiales se encuentran en todas las zonas escarpadas del macizo.

Esta serie caliza no ha proporcionado ni fósiles ni microfauna.

2. Margocalizas con sílex.

Subiendo por la Cañada del Tesoro se pasa por calizas estériles sobre las que se extienden los derrubios. El sendero tuerce hacia el Este, pasando entre las cotas 1.372 y 1.524.

Alcanza, por encima de las calizas compactas muy bien estratificadas, una formación más blanda y cultivada, que está constituida por bancos margocalizos con sílex muy gruesos. En algunos bloques calizos aislados, aparecen secciones de grandes bivalvos, que recuerdan los *Opisoma* o las *Pinna* y trozos de belemnites.

Las capas con sílex aparecen estratigráficamente superpuestas a las calizas bien estratificadas. En lámina delgada no muestran ningún microorganismo. Por su facies y sus secciones de grandes pelecípodos, nos evocan el Lías medio.

3. Calizas con braquiópodos.

El sendero, una vez atravesada la zona de cultivo, encuentra de nuevo las calizas bien estratificadas y luego alcanza los campos del Cortijo del Cerro, situados en la depresión central del macizo.

Estos campos se extienden sobre derrubios, margocalizas y calizas bien estratificadas. Algunos bancos, situados en el borde de los cultivos, nos proporcionaron alguna sección de gasterópodos, pero aquí no aparecen ni grandes bivalvos ni ningún otro resto orgánico.

En el límite oriental de estos campos, es decir, al Sur de la cota 1.324 en la base Oeste de los acantilados del Mencal, las margocalizas se separan, mediante una falla, de calizas compactas siempre de grano fino y de tonalidades bastante claras. A las margocalizas se asocia aquí un banco bastante silíceo, que contiene terebrátulas casi imposibles de extraer. De un bloque en bruto, el canónigo Sr. Dubar ha podido extraer y determinar las formas siguientes, de las cuales reproducimos los comentarios de este investigador.

«1.º Dos ejemplares que recuerdan a los *Hesperithyris* (*H. renierii* (CAT.) in ZITTEL «Central Appeninen», lám. XV (3) fig. a-c) (teniendo en cuenta que el original de Zittel, en Munich, era mucho menos regular que el representado).

Las características internas parecen justificar este nombre genérico. La forma exterior es la de ciertos *H. renierii* de los Alpes, con el gancho mucho más desarrollado que en la mayor parte de los *Hesperithyris* de Marruecos. En resumen, esta especie no parece poder asimilarse a las de Marruecos, sino más bien a las alpinas.

2.º Una terebrátula multiplegada *fragmentaria*, del grupo de *Ter. dresnayi* COLO (?). La concha es demasiado fina para tratarse de *Hesperithyris*.

3.º Pequeñas formas, algunas de las cuales se relacionan con lo que G. DI STEFANO llama «*Terebrátula rotzoana* var. *plicata* Tausch» (G. DI STEFANO «Lias medio di San Giulano» lám. IV fig. 3-5): No he podido encontrar ejemplares suficientemente bien conservados, para decidir si son «enanos» de especies grandes o una especie distinta. Todavía me queda un fragmento de roca para tratar, en el que podría hallarse algún ejemplar (¿de este grupo?).

4.º Hay que añadir que al tratar las rocas se han

aislado fragmentos de Lamelibranquios, que recuerdan mucho al *Gervillia spinicosta* LEPSIUS, como las que encontré en Beni-Tajjit. El borde ligamentario no se ha conservado en éstos.

Esta fauna sería del Lias medio (1).»

En los campos vecinos afloran calizas finamente oolíticas, y entre este yacimiento y el cortijo aparecen en

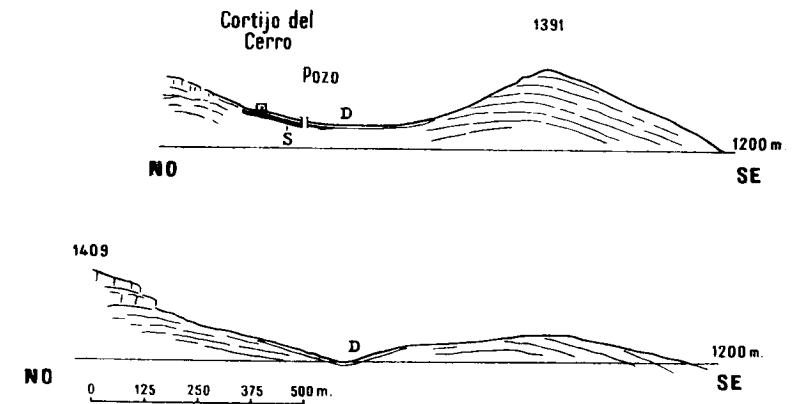


Fig. 3.—Cortes geológicos a través de la parte central del Mencal indicando con relación a las capas del Lias, la posición de las «capas rojas» senonenses (S) tapadas por los derrubios (D).

lámina delgada organismos que han sido estudiados por el Sr. Durand Delga (fig. 3).

Se trata de foraminíferos con espiras laberínticas, altas en cordones y probablemente *Cayeuxia* sp., forma que es característica del Lias y más generalmente del Lias medio. Aunque entre el banco de braquiópodos y estas capas no hay más relaciones que las de vecindad, interinamente podemos considerar que una parte de la

(1) Los ejemplares estudiados y preparados por el canónigo Dubar se conservan en el Laboratorio de Geología de la Universidad de Granada.

depresión del Cortijo del Cerro está constituida por diversos horizontes del Lías medio.

La superposición de éste, respecto a las calizas claras, no es visible, porque la región está afectada por pequeñas fallas. Es probable que estos afloramientos del Lías medio estén encajados en una pequeña fosa tectónica.

En los alrededores de estas capas con braquiópodos se recogen algunos indicios de fósiles en las calizas. A 500 m. al Este del Cortijo del Cerro, un banco muestra una roca con nódulos muy gruesos, en la que subsisten restos orgánicos: *Valvulinella jurassica*, *Hauronia* sp., lituólidos, foraminíferos arenáceos, restos de moluscos. Microfacies y microfaunas que evocan, según el profesor CUVILLIER, el Aalenense de Marruecos (l. d. 165/56) (2).

También se observan algunos microorganismos en una muestra procedente del Sudeste de la cota 1.345 (Noroeste del Mencil), o sean *Coskinolinopsis* sp., *Textularia* sp., *Valvulina*, así como una alga que se parece a *Polygonella incrustata*.

Las calizas bien estratificadas afloran en el borde Norte de los campos 500 m. más abajo del Cortijo del Cerro. Muestran al microscopio una caliza zoógena, que contiene foraminíferos arenáceos, restos de grandes textularíidos, miliólidos, orbitolínidos y solenoporas ramificadas, y probables coprolitos de crustáceos (l. d. 167/56).

Por lo tanto, es posible creer que, en el techo de las calizas blancas estériles, el Lías medio y quizá el superior, si se tienen en cuenta las analogías señaladas por el profesor Cuvillier, corresponden al complejo de cali-

(2) Las letras l. d. significan «lámina delgada», siguiendo los números de su clasificación.

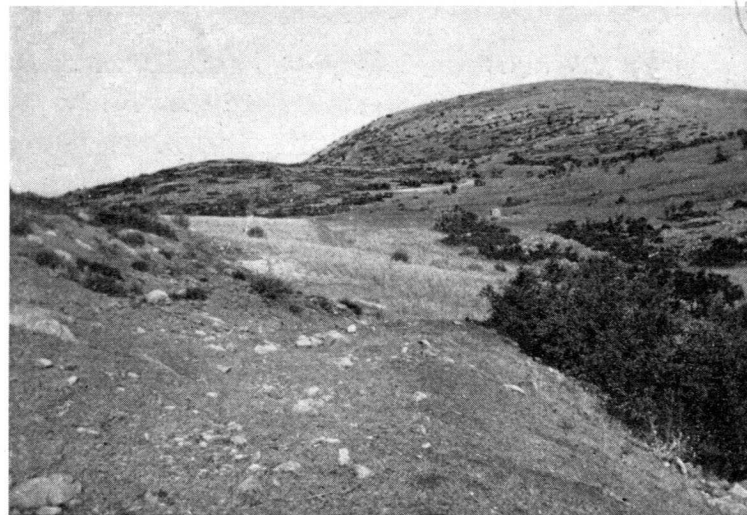


Fig. 4.—Los campos del Cortijo del Cerro. El pozo explota por debajo de los derrubios el nivel acuifero determinado por el Senonense. En último término, el Mencil. T. el yacimiento de las terebrátulas.



Fig. 5 —La depresión del Cortijo del Cerro vista desde el espolón al Sudoeste del punto de cota 1409. Nótese a la izquierda del campo una zona blanca. Se trata de Senonense cubierto por una costra caliza. En el resto del valle no se ha podido dar con ningún asomo de Cretáceo superior.



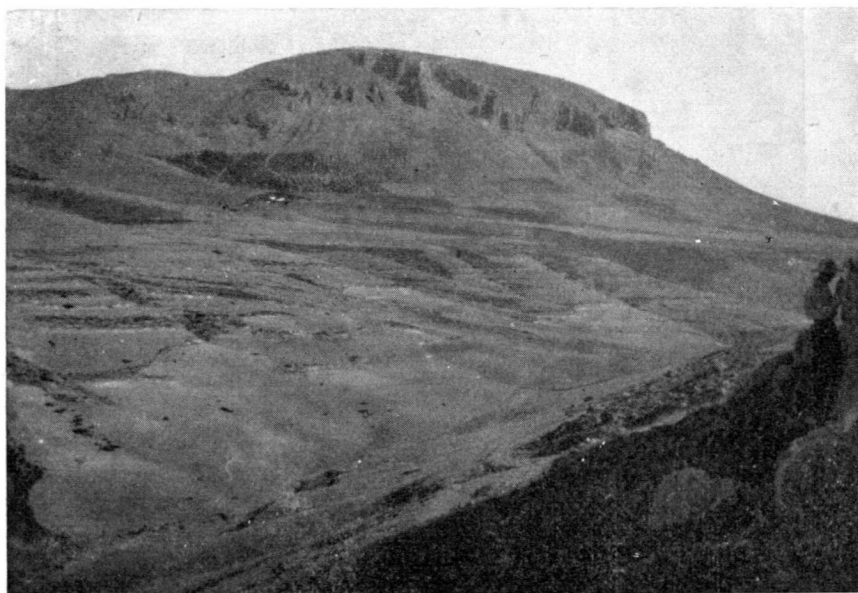


Fig. 6.—El Mencil visto desde el Morrón de la Meseta. Al pie de los acantilados, los cultivos y el cortijo de los Panaderos se hallan sobre los derrubios.

zas y margocalizas, unas con braquiópodos, las otras con microfaunas, de los alrededores de los cultivos del Cortijo del Cerro.

Un nivel análogo se encuentra de nuevo en el barranco de la Pilica, hacia 1.100 m. de altitud, en el que la preparación 168 revela una caliza grumosa, llena de foraminíferos arenáceos, grandes textuláridos, de miliólidos, nodosarios, orbitolínidos, con *Globochaete* n. sp., *Pseudocyclammina* cf. *virguliana* Koechlin, algas del tipo de *Polygonella*. Hay que añadir aquí ostrácodos, restos de conchas de gasterópodos, bivalvos, gasterópodos y —cosa que hay que tener en cuenta para futuras investigaciones—, embriones de ammonites.

La parte culminante del Mencil, domina de unos 120 m. el extremo oriental de los campos del Cortijo del Cerro. Está constituida por calizas claras, bien estratificadas, que aparecen en grandes bancos del tipo de las calizas inferiores. No hemos hallado ni macro ni microfauna.

Su masa buza un poco hacia el Sur, el Este y hacia el Norte, como si dibujasen una amplia cúpula. Hacia el Oeste, un accidente las separa del Lías del Cortijo del Cerro. Al Norte, en el barranco de la Pilica, se halla un Jurásico más alto, que debe estar en contacto anormal con las calizas de que hablamos y del que se hablará más adelante.

4. Capas del Morrón de la Meseta.

Al Sur del macizo del Mencil, y separado de éste por un portillo cubierto de derrubios, una colina rócica se individualiza: el Morrón de la Meseta. Está formado por calizas bien estratificadas aparentemente lásicas, que buzan al Nordeste (fig. 6).

No hemos hallado en ella macrofauna, con excepción

de un horizonte lumaquólico, del que no se ha podido extraer nada.

Los bancos de calizas dominan al Sur un barranquillo excavado en unas formaciones detríticas, que relacionamos hipotéticamente con la Formación de Guadix, pero parecen descansar en bisel sobre un horizonte claro de aspecto harinoso, sin fósiles (banco 3, fig. 7).

Hacia el Sudoeste, dominan conglomerados que suponemos miocenos —a no ser que pertenezcan también a la Formación de Guadix— y, después de ellos reapare-

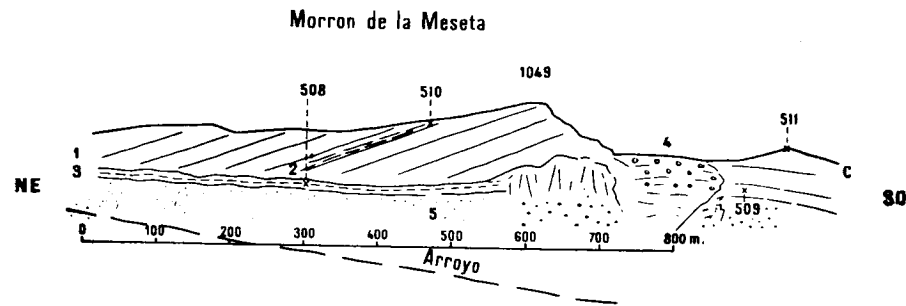


Fig. 7.—El Morrón de la Meseta visto desde el Noroeste, es decir, desde los contrafuertes meridionales del Mencal —1. Calizas bien estratificadas. —2. Nivel lumaquólico intercalado. 3. Banco de caliza harinosa estéril (l. d. 508/53). —4. Conglomerado de grandes elementos mal cementados; Neógeno dudoso. —5. Depósitos detríticos perteneciendo tal vez a la formación de Guadix. C. Calizas jurásicas. Los números 508-511 localizan los puntos de procedencia de las láminas delgadas estudiadas.

cen las calizas bien estratificadas que buzan suavemente al Sudoeste (toma de muestras 509).

De las muestras del punto 508 se ha deducido que se trata de calizas finamente oolíticas con cemento cristalino, que contienen foraminíferos arenáceos, textuláridos, miliólidos, preorbitolínidos, *Globochaete* n. sp., una forma vecina de *Polygonella* sp., algas en cordones, solenóporas ramificadas vecinas de *Cayuxia*, así como restos de equinodermos (l. d. 170 y 170 bis).

Las calizas del punto 509 presentan oolitos finos asociados a pseudoolitos soldados por un cemento finamente cristalizado. En él se encuentran fragmentos de cuarzo y de turmalina. Los organismos que se identifican son: *Globochaete* sp., *Clypeina* cf. *jurásica*, textuláridos y miliólidos (l. d. 169). Estas capas, con sus diversas facies parecen, pues, indicar también un conjunto del Lías medio.

Las capas superiores (l. d. 510) corresponden a una asociación de microfauna análoga, a la que hay que añadir formas que recuerdan los oftalmídeos, los orbitolínidos o preorbitolínidos y ostrácodos, restos de conchas de braquiópodos, bivalvos y gasterópodos, así como celdas iniciales de ammonites. Se trata probablemente del Lías todavía: quizá para ser más prudentes deberíamos hablar de un Jurásico indeterminado.

El contorno del Morrón está cubierto por depósitos detríticos recientes, bajo los cuales, al Sur y al Este, pequeños barrancos hienden las margas del Senonense.

Al Norte y bajo los derrubios que descienden del Mencal, domina un horizonte rojo, prácticamente horizontal, que pertenece a la serie continental reciente de colmatación.

El Jurásico del Morrón de la Meseta aparece geológicamente y tectónicamente como dependiente del macizo del Mencal.

5. El Malm.

Las calizas del Mencal son probablemente básicas en su mayor parte, pero en el barranco de la Pilica aparecen formaciones margocalizas. Se ha demostrado que son más recientes.

El barranco de la Pilica (fig. 1), avana el macizo del Mencal en dirección Nordeste, para desembocar al Su-

doeste del cortijo de Olivares, en un cono de deyección deprimido. Es fácil remontar el barranco. Al cabo de un kilómetro, más o menos, se divide en dos ramas; una desciende del portillo entre el Mencil y la cota 1.324; la otra, más occidental, nace entre esta última y la cima caliza, cota 1.372.

En la vertiente Sudoeste del barranco principal, la morfología subraya el paso de una franja de rocas más blancas que las calizas, pero de la que sólo aparecen entre la broza y los derrubios, algunos puntos aislados (figura 8). Las capas que corresponden al substrato de este horizonte contienen Lías como el mencionado más arriba. En 1957, dos de nosotros (P. F. y A. F. M.), han recogido las muestras 1, 2 y 3 descritas más abajo.

Estas capas no parecen prolongarse hacia el barranco oriental, sino más bien pasar al occidental, que está ocupado por campos de labor y tierra vegetal, que impide cualquier observación concreta sobre las relaciones entre los tramos. Los dos cortes (fig. 8^b y 8^c), sitúan las muestras 4 y 5 recogidas en estos parajes. Las capas blancas parecen estar al Norte en contacto, mediante falla, con los tramos calizos de la cota 1.372, de donde procede la caliza pisolítica con *Caryoceria*, mencionada más arriba. De la misma manera, se realiza, mediante una falla, el contacto de estas margocalizas con las calizas que las limitan al Sur, y en cuyo techo se situaría el yacimiento de braquiópodos del Lías medio.

Toda esta franja del barranco de la Pilica muestra unos términos estratigráficos más elevados que los del Lías. Las determinaciones del señor Durand Delga nos permiten datarlas de la siguiente manera:

Vertiente derecha (oriental) del barranco de la Pilica (figura 8 c):

L. d. E. 5-57. Muestra 1. — Caliza organógena gru-

mosa con miliolas (*Biloculina*). *Coskinolinopsis*, *Polygonella incrustata* Henson, *Pseudolyammina* cf. *virguliana*. Esta asociación indica el Jurásico superior s. lat.

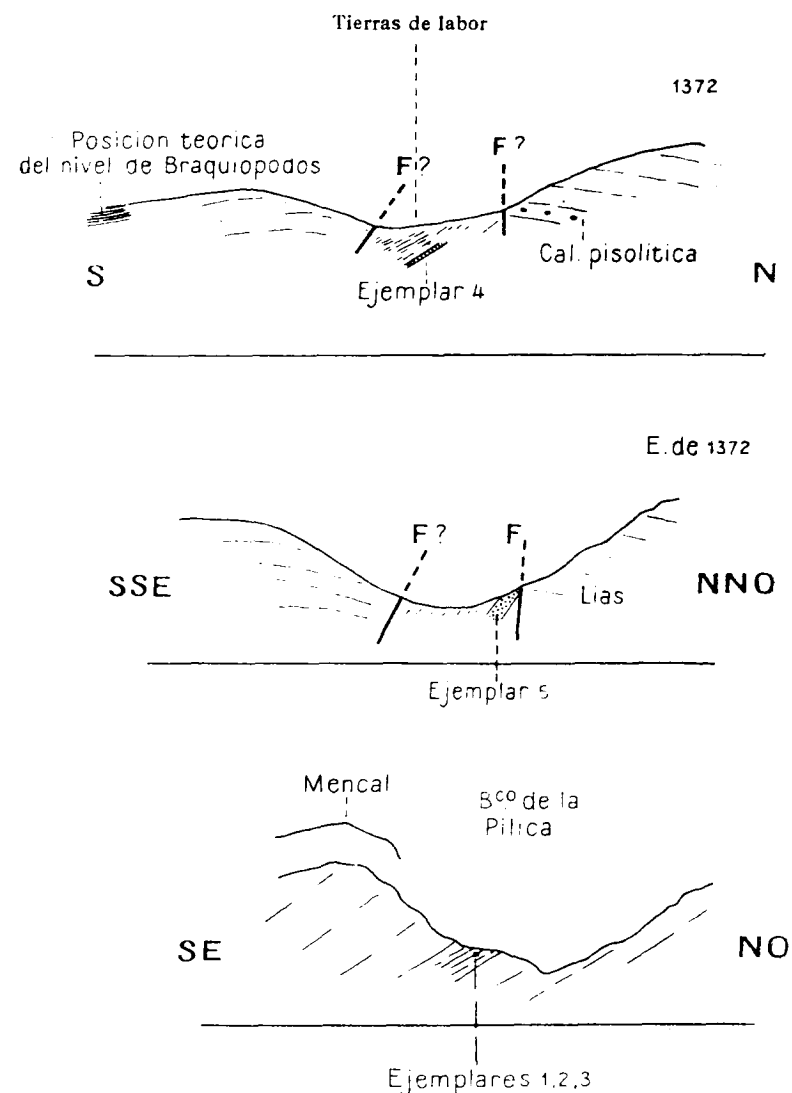


Fig. 8.—Cortes a través del barranco de la Pilica.—a. Parte media, aguas abajo de la bifurcación.—b. Corte de la rama occidental, parte de aguas abajo.—c. Corte de la rama occidental, parte de aguas arriba.

L. d. E 4-57. Muestra 2.—Caliza con calpionelas.

Globochaete alpina.

Calpionella alpina. Muy frecuente.

Calpionella elliptica. Bastante frecuente.

Calpionella massutiniana. Muy escasa.

Calpionella intermedia. Bastante escasa.

Tintinopsella carpathica, M. E.

Stenosellonopsis hispanica, B. E.

Stomiosphere minutissima, P. F.

Además se observan diversos arenáceos (M. E.), fonicularios (M. E.), ostrácodos (M. E.), sacocómidos (E.), radiolarios (B. E.), así como restos de *Aptychus* (M. E.) y de equinodermos (B. F.).

Se trata, por tanto, de *Titónico superior-Berriasense*.

L. d. E 6-57 Muestra 3.—Arcilla calcárea con radiolarios, conteniendo escasos oolitos.

Sacocómidos, M. F.

Radiolarios (Espumeláridos y naselarios).

Filamentos (Halobia?).

Fragmentos de *Aptychus* y de equinodermos.

Fragmentos incluidos de ftanita con fantasmas de radiolarios.

Este horizonte puede pertenecer tanto al Malm superior como al Titónico.

Vemos, por tanto, aparecer aquí el Malm superior y el Titónico-Berriasense, con una facies imprevista, no existiendo aquí, según lo que hemos observado, el tipo noduloso rojo o verdoso tan clásico en el Subbético.

Es de interés notar que en la Sierra Arana, por lo menos en el Norte de la Hoja «La Peza», Fontboté y Quintero no hallaron tampoco las llamadas «falsas brechas» con ammonites. Sin embargo, allí existen calizas blan-

cas algo nodulosas con ammonites realizándose un tipo aún distinto del del Mencal.

Peyre admite que en un trozo bastante más occidental de la zona subbética se distinguen una subzona meridional y otra septentrional (Cabra, p. ej.), con la característica facies de faja brecha roja, mientras en la subzona intermedia no se hallan más que margocalizas y margas sin ammonites, de tipo sin duda más profundo. Será preciso ver si no sería precisamente este último el que reina en el Mencal.

Volvamos al Barranco de la Pilica.

Las muestras recogidas en el alto valle, al Sur de la cota 1.372 (fig. 8):

Nivel 1: L. d. E-8/57.—Radiolarita gris con cemento calcítico arcilloso: espumelarios forman la roca casi en su totalidad.

Nivel 2: L. d. E-9/57.—Radiolarita con cemento más abundante que la precedente: espumelarios muy abundantes, escasos Naselarios, espículas de espongiarios.

Nivel 4: L. d. 11/57.—Caliza fina con radiolarios. Escasas laminillas de muscovita, granos de cuarzo detrítico y de plagioclasas de neoformación macladas. Los organismos reconocidos son Radiolarios esféricos (M. A.), Naselarios (E.), *Nannoconus gr. steinmanni* (A.), Ostrácodo (una valva).

Nivel 8: L. d. E-12/57.—Marga con radiolarios, cargada de arcilla con óxido de hierro, siendo los radiolarios de calcedonia. Espumelarios formando esencialmente la roca; Naselarios abundantes. Ningún otro resto orgánico.

Fuera de la capa de *Nannoconus*, ningún microfósil característico permite datar con precisión estas formaciones. Las únicas muestras que se hallan en los campos son las Radiolaritas; se conservaron por su resistencia

mayor frente a la de las margas o margocalizas, con las que están indudablemente asociadas.

Como quiera que pertenecen a la prolongación de la banda de la Pílica, y por la presencia en ellos de los *Nannoconus*, provisionalmente se pueden considerar como Neocomiense inferior.

6. *El Senonense.*

Hemos visto que la parte alta de los campos del Cortijo del Cerro se encuentra parte sobre el Lías medio, parte sobre derrubios (fig. 3).

Pero al Sudeste de la casa hay un pozo en una situación que resulta incomprensible, si en esta región pedregosa no existe un nivel margoso o arcilloso.

De hecho, los materiales extraídos del mismo nos proporcionaron margocalizas blancas de facies «capas rojas». Estas no afloran en los alrededores inmediatos del pozo, pero los campos de labor están localmente teñidos de rosa. lo que indica la extensión de esta formación. Además, en las cercanías del ángulo Norte de la casa hay una excavación que corta unas margas calizas blancuzcas, cuya extensión se traduce también por la coloración de los bordes de las tierras de labranza.

Las láminas delgadas de ejemplares procedentes de las capas blancas o rojas han proporcionado *Globotruncana* en muy mal estado, aparentemente *G. Umci*.

En ninguna parte, en sus cercanías, hemos hallado ni Neocomiense ni Titónico.

La explicación de su posición exige dos hipótesis: o bien estas formaciones se han conservado en una pequeña fosa tectónica, o bien aparecen, ya como ventana anticlinal, ya por el juego de una imbricación local.

Ni una ni otra de estas interpretaciones son satisfactorias.

En efecto, ninguna falla importante aparece en los bordes de este compartimento. La observación a partir de las cercanías de la loma, cota 1.409, indica que las calizas que rodean los campos las cortan también transversalmente, como si estuvieran en continuidad con los de la vertiente de la cota 1.391. Parece, pues, que la película de margas rosas sea muy delgada y en contacto directo con las calizas bien estratificadas del Lías. Ahora bien, éstas no representan el tramo más alto del Jurásico. De lo que se deduce que este Senonense de facies pelágica sería transgresivo sobre el Lías o mejor sobre el Jurásico profundamente erosionado.

La segunda hipótesis evitaría estas dificultades locales y debería considerarse que el Senonense aparece en ventana, bajo las calizas bien estratificadas.

De todas formas, nos parece imprudente proponer esta hipótesis sin ulteriores observaciones.

No aparece ninguna viruta del Triás, ni de dolomías ni de carniolas, que pueda ser interpretada como jalón un contacto de anormal. Esta disposición no está, de todas formas, excluída totalmente, puesto que la caída de las calizas bien estratificadas del macizo, es muy clara a la vez hacia el Sudeste, el Sur y el Sudoeste.

Hemos escudriñado en el barranco que desciende de los campos del Cortijo de la Sierra en dirección al Sudoeste; la morfología podría ser el reflejo del paso de una banda de terrenos blandos, pellizcados bajo una imbricación que formara la cima que culmina en la cota 1.391. No hemos hallado huellas de las margocalizas cretáceas que buscábamos ni en el barranco ni en su desembocadura. El problema, pues, sigue en pie. La parte occidental del macizo no ha proporcionado ningún dato notable.

Al Oeste de 1.409, se alarga un espolón de calizas claras sobre el que se asienta una antigua torre. Aquí, de

nuevo, las capas, completadas hacia lo alto por bancos macizos, buzan hacia la llanura que dominan desde un escarpe, bajo el que se encuentran calizas bien estratificadas, buzando al Sudoeste. El pie de la montaña está recubierto de derrubios.

En la parte de afuera y en la occidental del espolón de la torre, aparecen otra vez capas rojas en las afueras del Cortijo de la Erilla.

Allí nace una fuente, no lejos del contacto entre las capas rojas y los derrubios. Un barranquillo, situado al Nordeste de la fuente, muestra el corte de la figura 9.

Las capas rojas están muy trituradas y son esquistosas. Alternan con margocalizas blancas o rosas, que buzan al Nornordeste. Este buzamiento las situaría por encima de la serie caliza. Excepto porque están trituradas, nada permite suponer que aparezcan bajo un Jurásico corrido, pues no se pudo observar contacto alguno.

Ahora bien, algunas de estas capas contienen Rosalinas: las demás, formas que recuerdan las *Globorotalia*. Se trata, pues, del Senonense más alto, pasando ya al Paleoceno.

7. Recapitulación.

Así pues, los diversos tramos estratigráficos reconocidos en el Macizo del Mencal están en sucesión discontinua y algunos en posiciones tectónicas aparentemente anormales.

La mayor parte del conjunto corresponde a calizas que parecen formar parte del Lías inferior y medio. Las margocalizas con sílex serían un tramo estratigráfico más alto, quizá domerense, pero sus relaciones con las calizas de resultas de las fallas, son difíciles de precisar.

Es posible que existe el Lías superior en los mismos parajes del Cortijo del Cerro, pero el indicio represen-

tado en la muestra l. d. 166-66 habría que verificarlo de nuevo.

No hemos identificado el Dogger. El Malm, seguido por el Titónico-Berriasense no ha sido reconocido hasta hoy más que en el Barranco de la Pilica, donde aparece coronado por una escama a la que pertenecería la misma cima del Mencal. Es, sin duda, gracias a esta disposición, que se han conservado las capas blancas

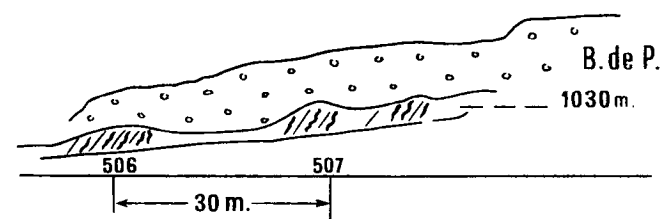


Fig. 9.—Posición de las «capas rojas» en el pequeño barranco situado al Norte de la fuente del Cortijo de la Erilla. 507, 508. Capas rojas y situación de donde provienen las láminas delgadas estudiadas. B. d. P. Brecha de pendiente.

En cuanto al Senonense rosa, su posición hacia el Cortijo del Cerro es completamente ambigua, ya sea que esté transgresivo sobre el Lías medio, ya sea porque aparezca en ventana. En fin, el Maestrictense-Paleoceno de la fuente del Cortijo de la Erilla, muy transtornado pero con un buzamiento Oeste análogo al de las calizas de la serie del Mencal, no parece subordinado a éstas. En este caso existiría una laguna entre el Lías inferior y el Senonense

B. Comparación con los macizos calizos de los alrededores del Mencal

Con excepción del Senonense del Cortijo del Cerro, está el macizo del Mencal formado por calizas jurásicas.

Conviene examinar, para compararlos, la constitución de las series calizas que afloran localmente en los alrededores.

1. *Baños de Alicún.*

La masa de calizas compactas del Cerro de la Roja se eleva en escarpe inmediatamente al Sudeste de los Baños de Alicún, donde las corta un estrecho desfiladero, por donde pasa el torrente de la Rambla de Berra. Estas calizas compactas pasan hacia lo alto a calizas estratificadas que buzan al Sudeste y desaparecen por debajo de la formación de Guadix. Las fuentes termales, que no hemos estudiado, surgen próximas al desfiladero.

Como las anteriores, estas calizas nos han parecido estériles. Al microscopio, la muestra examinada, surcada por numerosos filoncillos de calcita, aparece como una caliza organógena con, sobre todo, algas vecinas de las *Caryocia*, *Polygonella* sp. y foraminíferos, de entre los que hay algunas formas laberínticas no determinables, y restos de gasterópodos.

Se trata con seguridad del Jurásico y probablemente del Lías, muy parecido, por otra parte, al del Macizo del Mencal, distante unos 4-5 km.

2. *Serreta de Leiva-Romeral.*

La plataforma que se extiende al Este de Pedro Martínez y del Mencal, está limitada por un crestón calizo alargado del Nornoroeste al Sudsudeste, formado por calizas jurásicas. Estas afloran con una anchura de 1 km. al Norte y más ampliamente al Sur, donde forman el macizo del Romeral. Los acantilados orientales del Romeral dominan el río Fardes, aguas arriba de Vi-

llanueva, frente a otra masa caliza que corresponde a la Peña del Fraile.

La carretera de Pedro Martínez a Villanueva de las Torres, corta esta barra al Sur de la cima de los Cocones, siguiendo la vertiente izquierda de la rambla de la Alcantarilla, cuya corriente se vierte en el Fardes 2 km. al Sudoeste de Villanueva. A la salida del trayecto rocoso se encuentra un cortijo, que fué antaño un parador, y lleva todavía este nombre.

Al Sur del desfiladero, el crestón calizo está jalonado por un mogote rocoso de cota 1.024 y culmina en la Serreta de Leiva (1.138).

Veremos que contiene Nummulítico. Pero aquí no se tratará más que de las calizas secundarias que forman el esqueleto del crestón.

Al Norte de la cota 1.024 y entre este punto y El Parador, afloran las calizas oolíticas con microscópicas agujas de sílice. El Sr. Durand Delga ha observado en ellas (113-58) girvanelas apelonadas y texturarios dudosos. En los oolitos y en pequeños nódulos angulosos se encuentran restos de braquiópodos y de miliólidos. Todo lo que se puede decir de ellos es que se trata del Jurásico.

Al Sudeste del crestón, unas calizas margosas con sílex buzando al Este-Nordeste, forman una faja que parece superior a las calizas y en las que se apoyan las formaciones detríticas recientes que dominan hasta Villanueva, y todavía más allá.

No lejos del paso donde el camino del Tesorillo —que une el llano del Terterón a Villanueva— corta el crestón calizo las margocalizas con sílex que parecen formar la prolongación de esta base. Se muestran al microscopio como calizas con lechos silíceos, con restos angulosos de cuarzo y granos de fosfato y otros más o

menos ovalados y unos filamentos alargados (M. F.), espículas silíceas (E.). Se trata ya del Jurásico superior (l. d. 128/58).

La masa de calizas forma al Sudeste del camino citado una serie de cimas de cotas 1.058, 1.053 y 1.043. En su vertiente Sudoeste está en contacto anormal con formaciones más recientes, de las que hablaremos. En su parte oriental se prolonga en el Macizo del Romeral (1.001), en el que sus capas, bastante potentes están alabeadas y dominan en acantilados el valle del río Fardes.

Al Nordeste de la cota 1.053 (Romeral), hemos recogido una caliza semioolítica, con bellos oolitos, granos de cuarzo y de glauconia, ligados por un cemento de calcita ampliamente cristalizado.

Los organismos escasean en esta caliza: miliólidos, restos de equinodermos. Existen «filamentos de algas», en pequeños nódulos angulosos (gravelas) (l. d. 126/58).

Al Norte del Romeral, debajo de las calizas, aparecen unos lechos margocalizos y margosos. Estos niveles calizos (l. d. 127/58) contienen oolitos más o menos soldados. Los niveles de caliza arcillosa contienen fragmentos de cuarzo anguloso y de fosfato de cal (l. d. 128/58). Este complejo es casi estéril. Se encuentran algunos miliólidos, *Sphaeroides* calcíticos (E.), «filamentos» (*Halobia*) (E.) y restos de crinoides. Las margas que acompañan a las calizas de la muestra 127 han sido lavadas, pero han resultado azoicas.

Estos pobres indicios, y de entre ellos los «filamentos» que evocan el Dogger, llevan al Sr. Durand Deïga a atribuir a estas capas una edad de jurásico media a superior dudosa.

Una muestra de margocalizas asociadas a capas con

silex situadas un poco más al Norte, también resultó estéril.

Así pues, la serie del crestón de la Serreta de Leiva-Romeral, contiene quizá Lias, pero más probablemente el Dogger y el Malm.

Estas dos formaciones no han sido todavía indentificadas con esta facies en el Mencal.

3. *Peña del Fraile.*

Limitada al Noroeste por los altos escarpes calizos que forman la vertiente derecha del río Fardes, frente al Romeral, esta masa rocosa se extiende poco hacia el Sudeste, donde está recubierta por formaciones detríticas de la formación de Guadix. En su borde Sudoeste, la masa caliza entra en contacto anormal con formaciones terciarias. Pero además se divide en dos abombamientos (cotas 855 y 782) alineados hacia el Nordeste y separado por un collado ocupado por el terciario.

Las calizas presentan un aspecto jurásico, pero no hemos podido recoger elementos de microfauna. Aparecen como el homólogo probable de los del Romeral, del que sólo lo separan 800 m.

II. LAS INMEDIACIONES DEL MENCAL

El monte isla del Mencal emerge de una plataforma cubierta en gran parte por depósitos recientes, que enlazan con la serie terminal de la potente formación que colmata la depresión de Guadix y que se ha llamado «Formación de Guadix». ¿Es una pequeña cúpula autóctona, o bien pertenece a una masa en posición anormal?

La cubierta de derrubios que rodea su pie alcanza a los depósitos de colmatación de los alrededores y enmas-

cara todos los contactos. Pero nos ha parecido interesante reconocer los barrancos de los alrededores donde deberían encontrarse las prolongaciones laterales de la serie jurásica. Un estudio rápido nos ha mostrado unas formaciones totalmente extrañas y en su mayor parte cretáceas y nummulíticas.

Las examinaremos, en primer lugar, en los alrededores del Arroyo de Piedra Horadada, que desciende de las inmediaciones de Pedro Martínez hacia el arroyo de Huélago y pasa a uno o dos kilómetros al Oeste del Mencil. Los estudiaremos después en el valle del río Fardes, que se alarga en dirección Sudeste-Nordeste, al Sureste del Mencil. Las seguimos, en fin, en la cuenca de la Rambla de Olivares, que se encaja al Nordeste del monte isla y desemboca en el valle del río Fardes, aguas abajo de los Baños de Alicún. Este corte está dominado al Nordeste por el crestón parcialmente jurásico de la Serreta de Leiva. Al Noroeste y Norte del macizo del Mencil la plataforma hendida por los valles se encuentra a una altura de 1.000 a 1.100 m. Aunque muy recubierta de depósitos detríticos recientes, deja aparecer sugestivos afloramientos que examinaremos en último lugar.

1.º Barranco del Sudoeste-Arroyo de Piedra Horadada

La cabecera del barranco de Piedra Horadada hiende, debajo los terrenos detríticos recientes, las «capas rojas» del Senonense-Paleoceno. Dominan al Sur de la Ermita y del cementerio de Pedro Martínez y al Sudoeste del Cortijo de Vilches, donde se dibuja en las «capas rojas» una clara charnela de pliegue vergente hacia el Noroeste.

Al Este, este mismo Senonense-Paleoceno se reconoce a la cabecera de un barranco que pasa hacia el Cortijo de la Erilla y en el que (cap. I) hemos encontrado

las «capas rojas» del Senonense con *Globotruncana*, y del Paleoceno con *Globorotalia*.

Dos kilómetros aguas abajo del Cortijo, estas formaciones desaparecen debajo de las series de colmatación, en las que está encajado el arroyo afluente del de Piedra Horadada. El barranco de la Erilla deja ver en su vertiente Este un doble paquete de calizas jurásicas, que parecen fijadas en las capas rojas. Aunque estén separadas, en superficie, de los contrafuertes del Mencil por

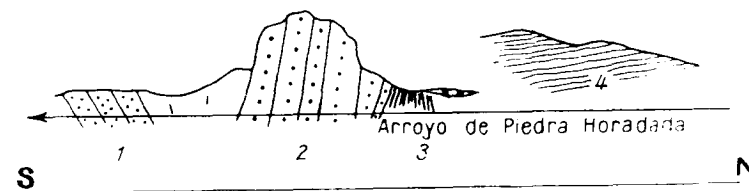


Fig. 10.—Corte de la cresta rocosa hendida por la Rambla de Piedra Horadada (Explicación en el texto).

derrubios y aluviones, dependen probablemente de éstas, si bien pueden pertenecer a un paquete desprendido de la ladera.

A unos dos kilómetros más o menos del Cortijo de Vilches, la Rambla de Piedra Horadada, que se encaja también aquí en formaciones recientes, deja aparecer una cresta rocosa transversal, cuyas capas muy levantadas se alargan de Este a Oeste. El arroyo que la ha cortado permite obtener el corte figura 6

Estas formaciones, cuya facies evocaría el Neógeno, contiene las microfaunas siguientes:

Niv. 1. Areniscas molásicas con *Bolivina*, *Globigerinoides triloba* (Oligoceno).

Niv. 2. Calizas zoógenas finamente detríticas que no muestran en lámina delgada ningún organismo característico.

Niv. 3. Margas grises con Globigerinas (terciarias) *Cassidulina Astracolus*, *Pullenia* (Oligoceno superior, Chattense-Aquitaniense).

Niv. 4. Margas claras, Oligoceno superior probable, según Magné.

Sobre las margas grises que empastan los antiguos relieves reposan los depósitos terrígenos bien estratificados, subordinados al cuaternario terminal, que se enlaza con el del flanco Oeste del Mencil. Las relaciones de las capas 1 con el Senonense rosa, atacado aguas arriba por el mismo barranco, no son aparentes.

Esta cresta que aparece a menos de dos kilómetros del borde del Mencil, parece serie estructuralmente extraña. Su prolongación invisible bajo los terrenos de acarreo no parece poder articularse con el Jurásico calizo, cuyas capas buzan al Sudeste.

Si consideramos el conjunto del Mencil (supuesto que sea autóctono), más estas areniscas, y queremos hacer recobrar a estas últimas su horizontalidad primitiva, hay que admitir que en aquel momento las calizas del Mencil estaban trastornadas por una dislocación preoligocena que hubiera sido borrada después, por los esfuerzos orogénicos posteriores. No conocemos ninguna evolución tectónica análoga. Pero si no la queremos admitir, hay que imaginar que los dos elementos estructurales son independientes, es decir, que el Oligoceno vertical pasa por debajo de las calizas de la cúpula. A menos de admitir que, entre dicha cresta y el Mencil, exista alguna falla de desgarre postoligocena, de la cual no hemos hasta ahora encontrado la menor prueba.

En la primera interpretación, el Mencil puede ser autóctono.

En la segunda, el Mencil pertenecería a una unidad corrida, bajo la cual pasaría el Oligoceno levantado.

2.ª Valle del río Fardes

Este valle hiende profundamente la serie de colmatación llamada Formación de Guadix, cuyas capas terminales forman la gran superficie que se extiende al Este de esta ciudad, por todo alrededor de la sierra de Baza y hasta Cúllar de Baza.

El estudio de estas formaciones recientes está casi por completo por hacer. Pero, por debajo de ellas, al menos en la parte que nos interesa, el río descubre un conjunto imprevisto de formaciones geológicas, que son por completo extrañas a la serie del Mencil.

La superficie de colmatación se encuentra en las cercanías de la cota 950.

El río Fardes, en su confluencia con el arroyo de Huélagó, transcurre hacia 700 m., lo que nos proporciona un corte de 250 m. La cima del Mencil a 1.447 m. de altitud domina, pues, desde más de 700 m. el fondo del valle, del cual no dista al Noroeste más que unos 4 km. En cuanto al borde SE. de estas formaciones calizas, sólo 2 km. lo separan del Morrón de la Meseta. Y 2.500 m. a la altura en la terminación oriental del macizo.

En la ladera, enteramente margosa, se han excavado una infinidad de barranquillos, que muestran amplios afloramientos de capas rojas, localmente atravesadas por láminas del Triás, así como otras formaciones margosas siempre muy dislocadas y a menudo afectadas por deslizamientos del terreno.

Un estudio detallado de estas formaciones necesitaría una cartografía a la escala 1:10.000, que nosotros no hemos podido emprender. El inventario de los principales horizontes nos permite, de todos modos, hacernos una idea de la constitución de la serie estratigráfica. Lo

reproducimos aquí según una nota preliminar firmada por uno de nosotros y de los señores Sigal y Magné, que han tenido la amabilidad de determinar las muestras recogidas (Fallot, Magné y Sigal, 1951)

El Triás abigarrado inyecta las capas rojas de la vertiente Noroeste del valle en las cercanías del Cortijo del Abad y del Molino del Abad. Además forma, completado por las dolomías, parte de la vertiente oriental, sobre todo en los escarpes del Atascadero. Aparte del Triás, el horizonte más antiguo que aparece en estas regiones es el Cretáceo medio.

a) *Albense*.

En la vertiente derecha del río Fardes, frente al Molino del Abad, afloran unas margas de un color gris verde, con zonas oscuras que recuerdan, por sus tonos, ciertos aspectos de las margas del Keuper. Su microfauna ha proporcionado al Sr. Magné:

Ticinella roberti, *Biticinella breggiensis* (= *Anom. breggiensis*), *Glomospirina charoides corona* y *Ammodiscus* sp. *Trochammina* sp., muy numerosos. Todo ello permite definir el Albense inferior o medio. El lavado de estas margas ha hecho resaltar una gran abundancia de fragmentos y cristales de baritina y de yeso de neoformación, así como innumerables pajitas de una pizarra oscura de aspecto paleozoico. Su dimensión varía de una a algunas décimas de milímetro. Se puede imaginar que la variación en su proporción es la que provoca las partes oscuras o claras de los afloramientos. Su procedencia y la razón de su asociación en elementos angulosos apenas rodados, con estas margas de fauna pelágica, plantean un problema del que todavía no entrevemos la solución.

b) *Cenomanense*.

Cuatro kilómetros más abajo de este Albense, la carretera de los Baños de Alicún corta en las cercanías del punto de cota 700, al límite Norte de la Hoja de Gor (993) y al Sur de la de Freila (971) unas margas oscuras verdosas de aspecto parecido. El Sr. Sigal ha encontrado en ellas una microfauna bastante abundante, en la que figuran entre otras:

Rotalipora apenninica, *Thalmaninella* sp., *Rugoglobigerina* sp., *Planomalina buxtorfi*, *Parella* (*Ossangularia*?) cf. *Chenourensensis*, *Tristix* sp. *Cornuspira* sp. *Gyroidina* sp. (pequeñas), asociación que indica el Cenomanense inferior.

Unas margas idénticas aparecen a tres kilómetros al Noroeste de este yacimiento, en la cresta que separa el Barranco de La Teja de la Rambla de Olivares.

En la parte de arriba de esta última, inmediatamente más abajo de su confluencia con el barranco de los Pilonos, las capas claras de granos bastante grueso habían proporcionado en 1956 una microfauna estudiada por el Sr. Sigal, quien la consideró cenomanense.

En el mismo valle del río Fardes parecen seguir a estos tramos margosos unas margocalizas grises bien estratificadas, cuyo aspecto recuerda el Flysch, a la altura del Cortijo del Gallego, e incluso formaciones más detríticas que aparecen en la cresta de La Teja, al Este del río Fardes.

La primera de estas formaciones, corona el crestón del Cortijo del Gallego, y sus capas, buzando hacia el Norte, están, en apariencia volcadas sobre «capas rojas» del Senonense-Paleoceno, que constituyen más al Oeste la loma del Gallego.

Las preparaciones que proceden de estas capas grises

bien estratificadas no han revelado al Sr. Durand Delga más que grandes Globigerinas de concha delgada, espiculas silíceas y *Pithonella* cf. *sphaerica*. Parece ser Cenomanense muy superior o bien Turonense inferior.

A unos dos kilómetros al Noreste del Cortijo, la carretera corta unas margocalizas un poco nodulosas, atravesadas, 300 m. más al Sudeste de la cota 700, por una lámina de yeso. Se prolongan en la vertiente izquierda del río Fardes, en el crestón de cota 1.060.

Su microfauna contiene *Globotruncana* sp., *Rotalipora apenninaca*, *Fissurina* sp., *Pithonella ovalis*, *P. sphaerica* y globigerinas grandes. El Sr. Durand Delga que ha determinado estas formas, señala que se acompañan de numerosos restos de glauconia. Por los alrededores de la carretera, los bancos de este conjunto son afectados por disarmonías de plegamiento. También parecería ser Cenomanense.

c) Turonense.

Unos depósitos mucho más gruesos aparecen en la misma transversal, hacia lo alto de la vertiente derecha del río Fardes, bajo la serie detrítica reciente. Se trata de conglomerados que se desarrollan, sobre todo, hacia el Oeste de la cresta SS2 (Norte de La Teja) y admiten intercalaciones de margocalizas. El Sr. Durand Delga ha identificado en las preparaciones: *Globotruncana*, *Pithonella conoidea*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella sphaerica*, *Rotalina cayeuxi*, *Globigerina* sp., *Rugoglobigerina* sp., así como textuláridos y otros arenáceos. Esta asociación pertenece quizá al Cenomanense superior, pero más probablemente al Turonense.

Parece, pues, que el Cenomanense superior tiende en estos parajes hacia un tipo detrítico que se realiza a partir del Turonense. Bajo su forma conglomerática no se en-

cuentra por los bordes de la carretera, donde por lo demás, los terrenos están mezclados y deslizados por solifluxión, y más al Norte, una vez pasada la cota 700, la carretera sigue una zona de aluviones durante unos 100 a 150 m. Llega después hacia los 1.800 m. al Sur de los Baños de Alicún, a un conjunto de capas buzando 35° al Nornoroeste. Las más inferiores de éstas pertenecen al Senonense (fig. 11, capas 13-14) y su serie está invertida. Empearemos por ellas nuestro corte, remontando de Sur a Norte.

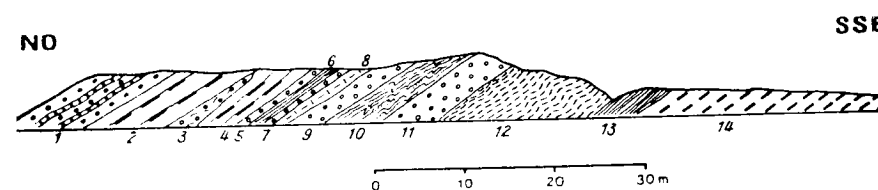


Fig. 11. - Corte parcial del Cretáceo, 1.800 m. aguas arriba de la bifurcación del Cortijo de la Raja. Descripción en el texto.

La sucesión es la siguiente (A. F. M. y P. F.) (de terminación de J. Siga.):

14. Margocalizas bien estratificadas, 25 m.
13. Margas violáceas con *Globotruncana linnei*, *gl. lapparenti*, *Gl. stuartiformis*, *Gl. fornicata*, *Gl. arca*, *Globigerina cretacea*, *Discorbis*; Campanense superior probablemente removido, 8 m.
12. Margas y margocalizas grises replegadas, con globigerinas de gran tamaño, *Globotruncana angusticarinata*, *Gl. linnei*, *Gl. sigali*, y var. *cónica*, *Gl. convexa*, *Gl. lapparenti*; Coniacense bastante elevado, 10 m.
11. Conglomerados en bancos irregulares, 4 m.
10. Margas verdes replegadas con un lecho detrítico irregular. La microfauna es pobre y en mal

estado: *Globigerina* sp., *Globotruncana coronata*, *Gl. sigali*. Se trataría del Senonense inferior.

9. Conglomerados, 2 m.
8. Margocalizas grises, 1,50 m.
7. Conglomerados, 1 m.
6. Margocalizas y margas verdosas: Este horizonte, muy rico, ha proporcionado al Sr. Sigal: *Globotruncana helvetica*, *Gl. sigali* y su var. cónica *Gl. coronata*, *Gl. angusticarinata*, *Gl. convexa*, *Gl. linnei*, *Globigerina* sp. (grande) y radiolarios. Se trata del Turonense alto, o mejor del Coniacense inferior, 1,10 m.
5. Conglomerados de elementos pequeños, 1,50 m.
4. Margocalizas bien estratificadas, con bancos violáceos y lechos de sílex, 2 m.
(Esta formación ha resultado estéril).
3. Conglomerados con estratificación cruzada, 1,70 m.
2. Margocalizas bien estratificadas con lechos de sílex oscuro. Excepto en Radiolarios muy abundantes, que recuerdan las formas del Vraconense, esta formación ha resultado estéril, 4,50.
1. Conglomerados y cantos poco rodados alternando con lechos de margocalizas, 5 m.

La parte alta de la serie desaparece bajo terrenos deslizados que empastan toda la ladera del valle, hasta la bifurcación de la carretera. Por muy incompletas que sean nuestras muestras, sobre todo en lo que se refiere a los niveles 14 y 15, nos indican que la serie invertida contiene un Turonense muy detrítico y conglomerático, seguido por un Senonense de tendencia más margosa. Las condiciones de sedimentación que se habían inicia-

do en el Cenomanense superior se acentúan al menos hasta el principio del Senonense (3).

En el transcurso de nuestros reconocimientos no hemos podido observar relaciones directas entre este Senonense parcialmente detrítico, con las capas de facies pelágica que vamos a mencionar bajo el término global de «capas rojas» y que contienen Cretáceo superior.

d) «Capas rojas» del Senonense-Paleoceno.

Designamos bajo este nombre de «capas rojas» un complejo margocalizo con pintas blancas, cuyo aspecto macroscópico es idéntico al de las formaciones llamadas «capas rojas» en la región de Priego de Córdoba, hacia Montejaque, hacia Vélez-Blanco, y de una manera general en la zona subbética como en los Prealpes, donde fueron bautizadas. Pero debemos señalar desde ahora que esta facies engloba aquí más horizontes estratigráficos que de costumbre. En efecto, en las localidades citadas, las «capas rojas» han resultado del Senonense. El Sr. Durand Delga ha demostrado recientemente que en algunos puntos pueden incluir el Paleoceno. Vamos a mostrar aquí que su extensión vertical puede ser más grande todavía:

Las «capas rojas» dominan ampliamente en la vertiente izquierda del río Fardes. Entre el Budeo, que domina al Cortijo del Abad y la Loma del Gallego, donde están debajo del Cenomanense del cortijo de este nombre. Están directamente denominadas por la masa del Mencal, pero sin que bajo los derrubios y el Cuaternario aparezca su relación. Algunas láminas de Triás abigarrado están inyectadas en ellas.

(3) Los deslizamientos de margas modifican rápidamente los asomos. El corte descrito fue observado en 1957. En 1960 se hallaba ya parcialmente tapado por este fenómeno.

Por su facies estas capas se habían considerado sin más del Senonense-Paleoceno, pero es necesario verificarlo mejor.

Vertiente derecha, frente al Molino del Abad, aparecen «capas rojas» análogas. Pertenecen el Campanense superior-Maestrichtense, con *Globotruncana laparenti*, *Gl. fornicata*, *Gl. stuarti*, *Gl. stuartiformis*, *Gl. evata*, *Gl. arca*, *Gl. contusa*, *Ventilabrella eggeri*, *Gumbelina plumerac*, *Gumbelina excolata*.

De un Nummulítico vecino de estas capas y cuya posición tectónica es dudosa se hablará más lejos.

Si las «capas rojas» no aparecen más en la vertiente derecha del río Fardes, aguas abajo de este punto, en cambio en la vertiente izquierda continúan hasta la cuenca de la Rambla de Olivares, que ocupan casi exclusivamente (4).

En esta cuenca de la Rambla de Olivares, donde hemos notado la existencia de margas verdosas oscuras del Albense-Cenomanense inferior, las «capas rojas» se extienden ampliamente y están a la vez poco deformadas.

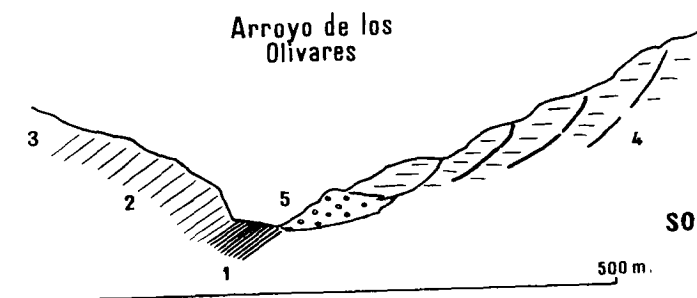
Inmediatamente después de la confluencia de la Rambla de Olivares y del Barranco de los Pilonos, levantamos (P. F. y J.-M. F.) en 1956 el perfil figura 12.

Hacia la base del nivel 2 (M. 512/56 Prep. 171/56. 7 preparaciones), el Sr. Sigal ha encontrado en una caliza oolítica, con cemento muy cristalino, *Globotruncana* monocarenadas prismas de *Inoceramus*, restos de equinodermos, que nos hacen presumir de que se trata de una edad senonense. En la roca se observan restos de ftaní-

(4) Desgraciadamente, cuando reconocimos este sector (A. F. M. P. F.), la lluvia nos impidió recorrer estas colinas llenas de barro y fán-donos en la idea de que se trataba, en su mayor parte, del Senonense, no hicimos la recogida de muestras necesaria.

, calizas, calizas con *Fissurina ovalis* y gravelas con lídidos.

Esto nos permite pensar que las «capas rojas» que están encima de este nivel y dominan casi horizontales hasta la cima (donde los depósitos recientes las recubren), pertenecen, por lo menos en parte, al Senonense. Estas «capas rojas» se prolongan hacia el Sur, debajo los depósitos recientes y de los derrubios que las cubren del pie del Mencal, y hacia el Sudeste, bajo el cerro de Olivares. Después de la interrupción provocada



12.—Corte geológico a través de la Rambla de Olivares, aguas abajo de confluencia con el barranco de los Pilonos.—1. Margocalizas oscuras carbonosas.—2. Alternancia de margas sabulosas coloreadas y de lechos finamente zoógenos.—3. Margocalizas rojas del tipo de las «capas rojas».—4. Capas en vía de soliflucción.—5. Conglomerados de edad indeterminada.

por el afloramiento del Albense-Cenomanense mencionado en el apartado b), las «capas rojas» se encuentran por nuevo en la parte inferior del Barranco de Olivares, donde se extienden hasta el río Fardes, frente a los Baños de Alicún.

Estas capas están cortadas, por una parte, por la Rambla de Olivares, por otra más al Sur por los barranquillos, donde se encuentra el camino de herradura de Pedro Martínez al Barranco de Alicún.

Entre estas dos depresiones, una cresta jaconada por la continuidad de colinas, termina con las cimas 800, 810, 809

y 803, que dominan el río Fardes, frente al cortijo de la Raja de Arriba.

No podemos más que suponer que toda esta formación sea Senonense. Pero esta suposición se apoya en el hecho siguiente: En la vertiente septentrional de las colinas citadas anteriormente se extienden capas grises, que parecen coronarlas, buzan al Norte y se prolongan hacia el Este. La carretera las cruza al pie del crestón formado por los travertinos de los Baños.

e) *Paleoceno-Eoceno inferior.*

Estas capas grises bien estratificadas, con aspecto de FLYSCH, pero prácticamente desprovistas de areniscas, miden unos cuarenta metros por lo menos y están constituidas por dos series bien estratificadas de margocalizas arenosas (a, c), separadas por un banco de aspecto de arenisca de 0,50 m. (b fig. 13).

La capa inferior a) ha proporcionado una microfauna paleocena con *Globorotalia membranacea*, *Gl. compressa*, *Truncorotalia gr. angulata*, *Tr. sp.*, *Globigerina lozanoi*, *Gl. cf. aspensis*, *Gl. pseudobulloides*, *Gl. triloculoides*, *Globigerina sp.*, *Valvulineria sp.*, *Lenticulina sp.*

El banco b) corresponde a una caliza finamente detritica que contiene con las *Globorotalia sp.* una asociación de globigerinas, unas de concha delgada, otras de concha gruesa y gran abundancia de fragmentos de *Microcodium*. En cuanto al conjunto superior, contiene: *Globorotalia membranacea*, *Gl. compressa*, *Truncorotalia velascoensis*, *Tr. gr. angulata*, *Tr. crassata* var. *aequa*, *Globigerina lozanoi*, *Gl. cf. aspensis*, *Gl. pseudobulloides*, *Gl. triloculoides*, *Valvulineria sp.*, *Cibicides sp.*, *Gyroidina sp.*, y debe ser atribuido aún al Paleoceno.

Los meandros del río Fardes, cuyos aluviones tienen aquí de 400 a 500 m. de ancho, no permiten observar la se-

rie continuación de este corte. Pero al Oeste del río, estas capas del paleoceno se insertan en la baja Rambla de Olivares, debajo de otras capas. Al principio pensamos (A. F.-M., P. F.) que se trataba del núcleo de un sinclinal del que las «capas rojas» septentrionales representarían el flanco Norte volcado.

Parece que, en realidad, las «capas rojas» superpuestas a las capas grises en la vertiente septentrional del

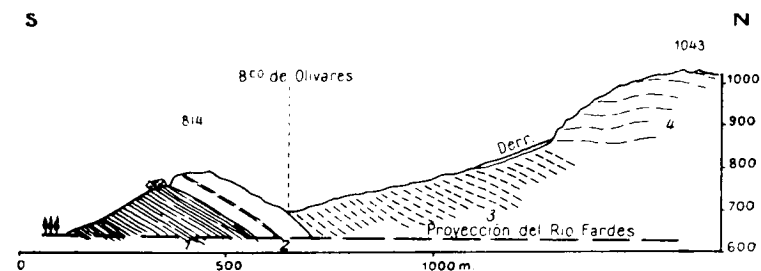


Fig. 13.—Disposición de las capas rojas y del nivel gris paleoceno al Oeste del río Fardes frente al espolón tobáceo de los Baños de Alicún.—1. Capas rojas del Senonense.—2. Capas grises del Paleoceno. El conjunto consta de un nivel inferior margoso b, de un nivel más resistente y c, de un nivel gris superior. 3. Capas rojas del Eoceno inferior y medio.—4. Jurásico del macizo de la Serreta de Leiva y del Romeral.

Barranco de Olivares, se prolongan en perfecta continuidad al Noroeste de la confluencia del río Fardes y del río Gor, y que continúan en la vertiente izquierda del río principal hasta más arriba de la casa designada en el mapa 1/50.000 con el nombre de El Cortijo. Ahora bien, ahí, a 200 m. de la casa, las «capas rojas», lavadas por el Sr. Magné, han proporcionado: *Truncorotalia aragonensis*, *Tr. cf. nausi*, *Globigerina finlayi*, *Globig. sp.* Este nivel que sólo nos ha dado formas planctónicas, pertenece al Eoceno inferior.

Los 40 m. de capas grises paleocenas nos parecen, por lo tanto, intercalarse en una serie de «capas rojas».

cuya parte inferior es probablemente senonense y cuya parte superior alcanza el Eoceno superior.

Antes de continuar este corte, conviene resaltar que 7,5 km. más al Sur, unas capas grises análogas, aunque un poco más gruesas, aparecen en el crestón rocoso que domina el cortijo de Almida, al Norte de la confluencia del río Huélago y del río Fardes. Su microfauna es muy rica (l. d. 133/58) y contiene (J. M.):

Globorotalia membranacea, *Truncorotalia velascoensis*, *Tr. gr. de crassata*, *Tr. cf. acuta*, *Tr. cf. naussi*, *Globigerina aspensis*, *Globigerina gravelli*, *Globig. stainforthi*, *Globig. cf. soldadoensis*, característicos aún del Paleoceno. Es un conjunto de formas esencialmente pelágicas de edad ypresense. Sus relaciones con las «capas rojas» que dominan en la vertiente de la Almida no se han precisado.

Subiendo en la ladera se observa además el corte figura 14.

Por debajo del nivel 1, y sin aparecer en el corte, aparece un nivel de capas rojas con delgados lechos de caliza blanca, midiendo de 3 a 5 cm. Es el Maestrichtense con grandes Rosalinas monocarenadas, robulídeos, «rotalina» cayeuxi (l. d. 437/59).

El nivel 1, figura 14, viene encima del anterior (l. d. 438/59). Sus calizas blanquecinas aparecen muy trituradas y cuajadas de fragmentos de *Microcodium* con *Globigerinas* de concha gruesa. Se trata, pues, de Paleoceno o de Eoceno inferior.

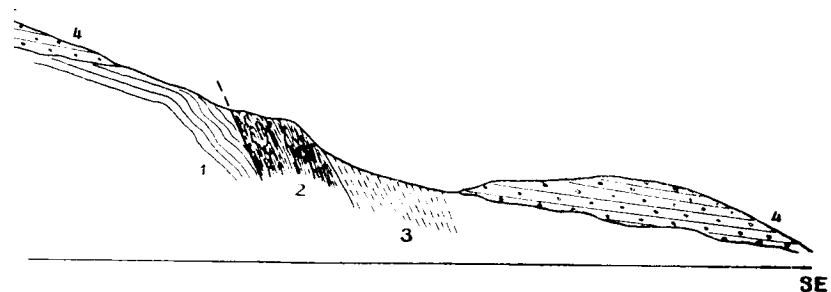
Las capas 2 corresponden a «capas rojas» típicas, pero con delgadísimos lechos contorneados de caliza blanca. Estos contienen según Mme. Neumann: *Num. aturicus*, *Assilina cf. mamillata*, *Actinocyclus radians*, *Asterodiscus sp.*, *Discocyclus sella*; alveolinas del grupo *Cuellerina sp.*

Las capas grises 3, al lavade, resultaron estériles.

Para la Sra. Neumann, las capas calizas del horizonte 2 contendrían una mezcla de formas removidas; el conjunto sería de edad luteciense superior.

Trataremos de este perfil en nuestras conclusiones, pero convenía evocar aquí a propósito del Paleoceno y de las capas de *Microcodium*.

Podemos suponer, pues, aunque con la prudencia que



—Corte del espolón que se extiende entre La Almida y la cota 883.—1. Caliza gris en elgados, de tacto áspero.—2. Capas rojas muy trituradas con lechos contorneados de *orthobryamina*.—3. Margas grises de aspecto cretáceo, pero sin microfaunas.—4. Formación de Guadix.

imponer un reconocimiento incompleto, que el Paleoceno-Eoceno inferior debe estar representado en toda esta parte de valle del río Fardes, por capas bien estratificadas de un gris apagado de un espesor de 30-40 metros. No se ha podido identificar ningún Dano-Montiense característico, por falta de muestras suficientes, pero se sabe ahora donde buscar este piso intermedio, que probablemente está representado.

1) Eoceno medio y superior.

Volvamos a la parte baja del río Olivares. Las «capas rojas» del Eoceno inferior hacia el Cortijo dominan

la vertiente recorrida por el camino de las Astaquillas. Este remonta hacia el Oeste y pasa inmediatamente al pie de los escarpes jurásicos de la cresta 1.053-1.043 que prolonga la serreta de Leiva, de la que ya estudiamos las calizas. No lejos del contacto, la parte más elevada de las «capas rojas», 150 m. sobre el fondo del valle, (Muestra 116/58) ha proporcionado al Sr. Magné: *Truncorotalia spinulosa*, *Tr. wilcoxensis*, *Tr. crassata*, *Tr. crassata* var. *densa*, *Globorotalia lehneri*, *Globigerina dissimilis*, *Glob. yeguacensis*, *Glob. linaperta*, *Globigerinoides orbiformis*, *Hantkenina liebusi*, *H. dumblei*, *H. gr. mexicana*, etc. El bentos se reduce a algunos individuos de *Cibicides cushmani*, *Cibicides* sp., *Uvigerina* sp., *Anomalina* sp., *Pseudoparella*, etc. Hay que añadir además algunas rosalinas y gumbelinas del Senonense removidas. Esta microfauna esencialmente pelágica, indica un Luteciense alto.

Así, pues, la serie roja superpuesta a las capas grises nos parece que comprende no solamente el Eoceno inferior, sino el Luteciense.

En la vertiente izquierda del río Fardes, a estas «capas rojas» las domina la masa jurásica del macizo de la Serreta y del Romeral. Las siguen hacia el Norte unas capas grises, cuya relación con las anteriores no se ha precisado, y que en las zonas de alteración superficial nos dan margas, pero que en su estado original corresponden a una formación margocaliza bien estratificada, bastante dura. La carretera de Villanueva corta los bancos hasta llegar al frente de la Peña del Fraile. Por su aspecto externo recuerdan el Cretáceo superior. La recogida de muestras ha revelado, por el contrario, un Luteciense superior-Bartonense pelágico datado por: *Globigerina dissimilis* muy abundante, *Gl. rotundata* var. *jacksonensis*, *Gl. cf. wachitaensis* var. *senilis*, *Globoro-*

talia lehneri (escasa), *Hantkenina dumblei* (escasa) y por sus formas bentónicas numerosas como *Cassidulina subglobosa* *Cibicides cushmani*, *C. cf. allenii*, *Sphonodosaria spinca*, *Gyroldina* sp.

Las «capas rojas» de El Cortijo se alargan hacia el Este, donde en la vertiente derecha del río Fardes y hasta su confluencia con el río Gor, desde los 860 m. de altura tienen superpuesta la serie reciente que culmina en el Puntal Blanco (908).

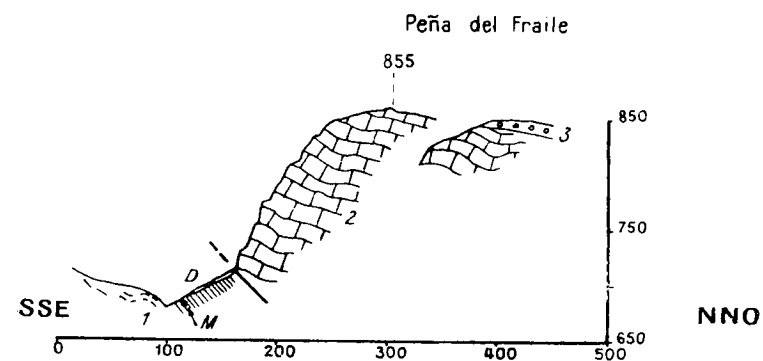


Fig. 15.—Contacto del Jurásico de Peña de Fraile con el Nummulítico que reina al Norte del Puntal Blanco. — 1. Margas y margocalizas grises del Eoceno superior. M. punto de procedencia de la microfauna indicada en el texto. 2. Calizas jurásicas — 3. Formación de Guadix. —D. Derrubios.

Hacia el Norte se intercalan capas de un gris verdoso, que después de algunas alternancias dominarán solas hasta el pie de los escarpes de la Peña del Fraile, por donde corre un barranquillo tributario del río Fardes (fig. 15).

Las capas grises, aquí margosas, buzan hacia el Norte y parecen en contacto anormal con el Jurásico caído de la Peña del Fraile. Cerca de este contacto, las margas han proporcionado: *Hantkenina alabamensis*, *Cribrorhantkenina cf. dawillensis*, *Globorotalia cocacensis* y *Discocyclina* sp. Se trata, pues, también aquí del Eoceno su-

perior, probable prolongación del que corta la carretera 1 km. más al Oeste.

g) *Oligoceno*.

Inmediatamente más abajo de este punto el valle se estrecha. Está dominado al Este por la Peña del Fraile, cuyas calizas alcanzan el fondo del valle a lo largo de más de dos kilómetros. Al Oeste, su vertiente, dominada por el Jurásico del Romeral, está constituida por «capas rojas» y margocalizas del Eoceno superior. Estas capas blancas están muy dislocadas y las corta una gran lámina de Trías abigarrado y yesoso, orientada Sudeste-Noroeste. Inmediatamente al Nordeste de ésta vuelven a aparecer unas «capas rojas» cuya parte superior se entremezcla con delgados lechos claros finamente detríticos.

Se reconocen al contacto del Trías en una caliza orgánica (129-58), con restos triturados de abundantes lepidociclinas, nummulites, rotalías pustulosas, operculinas, así como restos de escafópodos y equínidos, que definen indudablemente el Oligoceno. En cuanto a las «capas rojas», coronadas de plaquetas claras que las siguen, no contienen más que *Globorotalia* de paredes gruesas, globigerinas de concha gruesa, así como formas senonenses removidas como *Globotruncana* sp. y globigerinas de concha fina. No podemos, pues, precisar su posición en el Terciario.

Así, en el valle del río Fardes, y en la cuenca de la Rambla de Olivares, encontramos una serie en parte pelágica del Gault al Cenomanense, y casi enteramente pelágica del Senonense superior al Eoceno superior. Casi, decimos, porque si este carácter parece general al Norte de la línea Cortijo de Olivares-Baños de Alicún, se impone una restricción más al Sur. En efecto, hemos señalado la existencia del Senonense-Maestrichtiense pe-

lágico, en la vertiente derecha del río Fardes, frente al Molino del Abad. Pero más arriba, en la ladera, se encuentra Luteciense con nummulites, por lo tanto de facies poco profundo. Está definido por la asociación *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., rotalías pustulosas, miliólidos y melobesias. A estas formas se añaden diminutos fragmentos de Jurásico con sacocómidos, oolitos aislados y granos de glauconia.

Ignoramos las relaciones exactas entre este nummulítico y el senonense. Quizá se trata de escamas tectónicas distintas, pero no sabemos nada de ello y no podríamos generalizar sin imprudencia la noción de una sedimentación pelágica desde el Senonense al Eoceno superior, aunque parezca válida para la parte Norte del sector estudiado.

Antes de comentar estos hechos y de examinar su significación tectónica nos queda para examinar la plataforma que se extiende desde Pedro Martínez hasta el Oeste de la Serreta de Leiva.

3.º Norte y Nordeste del Mencal

a) Región de Pedro Martínez-Los Cocones.

Hacia el Norte, la plataforma ondulada no está recubierta uniformemente por el Cuaternario. Unos relieves suavizados corresponden a unas colinas que se alargan entre el cortijo de las Hazadillas, la Majada (1.008), y más al Noroeste el Reventón (1.112), separando la región de Pedro Martínez de la cresta de la Serreta de Leiva. Hay un poco más de 6 km. en línea recta, desde el pueblo hasta este eslabón jurásico que, orientado Noroeste-Sudeste, no está, al llegar a la misma Serreta

de Leiva, más que a 3,8 km. del Mencil. Pero en esta última transversal no se encuentra casi el Cuaternario más que, en una finísima película, en los Llanos del Torterón, porque corresponde ya a la parte media de la cuenca del río Olivares, que ya hemos visto estaba excavada en las «capas rojas».

Aunque con afloramientos escasos, este Senonense-Paleoceno, puede ser todavía jalonado en los campos situados entre la cabecera del barranco y el Cortijo de la Erilla, gracias a algunas laboras que han roto la capa de cuaternario travertínico y detrítico. De esta suerte se puede admitir que son capas de dicho nivel las que dominan desde la cuenca alta del arroyo de Piedra Horadada hasta la Rambla de Olivares. Ignoramos, sin embargo, cómo se hace el contacto entre las «capas rojas» y el Lías del Mencil. La cubierta de derrubios enlaza por todas partes con el Cuaternario, y oculta una orla que no por estrecharse a unos pocos centenares de metros deja de impedir toda observación útil.

Hacia el exterior de la zona donde asoman las «capas rojas» emergen de vez en cuando calizas de bastante extensión, de entre los terrenos de formación reciente. Se observan alrededor mismo de Pedro Martínez, y al Nordeste del pueblo donde los corta la carretera de Villanueva, y finalmente en las colinas de las Hazadillas, donde a primera vista se tomarían como del Lías. Pero ya a 1 km. de Pedro Martínez, un atento examen nos hace ver pequeñísimas anfisteginas. Las preparaciones estudiadas por los Sres. Durand Delga y Lanteaume, contienen: *Lepidocyclina*, *Pellatispira*, *Amphistegina*, *Spirocyclus*, *Operculina*, globigerinas, gipsínidos y briozoos en una matriz en la que se incluyen cantos rodados muy pequeños de una caliza arcillosa con *Globorotalia*.

Se trata, pues, del Oligoceno, que contiene, sin duda,

algunos restos del Eoceno removidos. La carretera nueva de Villanueva de las Torres pasa al pie de la colina de la Majada, que está formada por calizas y margocalizas que parecen continuar estos bancos.

Hacia el km. 11 de la carretera, las calizas contienen *Lepidocyclina* cf. *bella*, *Amphistegina*, *Rotalia*, *Asterigerina*, *Operculina*, así como gipsínidos, miliólidos, globigerínidos de aspecto oligoceno, y restos de equinodos. Se trata, pues, aún de Oligoceno.

Mediante este eslabón se llega a los alrededores del crestón calizo que se prolonga al Norte de la Serreta de Leiva por la loma caliza de la Majada del Tío Rumbo (1.132 m.). La vertiente Sudoeste de los Cocines ha proporcionado: *Amphistegina* sp., *Nummulites* sp., *Asterogerina* sp., *Operculina*, cibicidos (?), gipsínidos, miliólidos y globigerínidos, litotamínidos, y se encuentran gravelas con *Pithonella ovalis*, englobadas en la caliza.

Se puede, pues, considerar como oligocenas, la mayor parte de las colinas que se hallan al Norte de la carretera.

El reconocimiento del terreno no nos ha proporcionado ninguna traza de Eoceno, y el Oligoceno parece transgresivo, pero sin conglomerados de base notables. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que sólo hemos realizado un único y rápido reconocimiento de este sector.

b) Macizo de la Serreta de Leiva.

Hemos visto en el capítulo I, ap. b2, que este crestón está constituido por Jurásico, probablemente Dogger-Malm en lo esencial.

Sin embargo, también allí existe el Nummulítico, y aunque no hayamos podido precisar sus relaciones con el Jurásico, a lo menos hemos podido observar en los

barranquillos de la vertiente Norte de La Rambla de la Alcantarilla, al Sudeste del Parador, unas calizas con *Lepidocyclinas* sp. (en restos), rotálidos, grandes globigerinas y melobesias con pequeñas globigerinas de concha fina, y globotruncanas, mono y bicarenadas removidas. Estas capas buzan al Sudeste y parecen subordinadas al Jurásico.

Al Sur de la garganta de La Rambla, el mamelón de cota 1.024 nos muestra calizas y margocalizas. Unas son jurásicas. Pero en la vertiente Sur de la colina afloran, entre los campos y las zarzas, calizas con *Nummulites*, *Amphistegina* sp., *Sphaerogypsina* sp., con Operculinas, Globigerinas, Rotálidos restos de equinidos y de escafópodos. Esta asociación no permite (l. d. 114 y 115/58) decidir si se trata de Eoceno o de Oligoceno, pero por su proximidad con las que son ciertamente del Oligoceno, es probable que resultarán iguales.

Nuestra conclusión será pues, que al Norte y Nordeste del Mencal el Oligoceno es probablemente transgresivo sobre el Cretáceo: que esta formación existe también en la cresta de la Serreta de Leiva, pero que allí no conocemos sus relaciones con el Jurásico.

Es posible que el Oligoceno esté superpuesto a las calizas en discordancia. De todas formas, fuera de los alrededores de la cota 1.024, que quedan por estudiar, no lo hemos encontrado ni en la vertiente Nordeste de este crestón, ni sobre el Jurásico del Romeral. Es de notar que no está excluída la posibilidad de un cabalgamiento de la masa del crestón calizo.

Este problema deberá, pues, ser estudiado hasta más al Norte, en la Majada del Tío Rumbo.

c) *Peña del Fraile*.

En apoyo de la primera de estas posibilidades debemos retener una observación realizada en la Peña del Fraile, en el paso que separa la cota 855 de la cota 732.

Es probable que por allí pase un accidente; además unos conglomerados pertenecientes a la Formación de Guadix subsisten y se deshacen por la pendiente Sur, haciendo difícil la observación. Pero aparecen localmente unas areniscas con micro-organismos y unas margas gris verdosas.

Las preparaciones (l. d. 25/27 y 26/57) y un lavado de margas nos han proporcionado datos que sólo concuerdan aproximadamente, pero que indican de todas maneras que existe aquí el Nummulítico.

Las preparaciones contienen *Lepidocyclina* sp., *Asterigerina*, *Gypsina*, *Amphistegina*, *Spiroclypeus* o *Heterostegina*, *Globorotalia* sp. rugoglobigerinas, melobesias, briozoos, restos de equinidos, a los que se añaden formas removidas, tales como pequeñas globigerinas, *Gumbelina*, *Globotruncana* bicarenadas. Este conjunto parece oligoceno. Pero además, en las margas el Sr. Sigal ha determinado *Globorotalia centralis*, *Globorotalia dissimilis*, *Gl. washitensis*, *Gl. mexicana*, que según él, indicarían ya el Eoceno superior.

Sea lo que sea esta cuestión de detalle, y teniendo en cuenta que quizá pasa un accidente por este portillo, podemos suponer que, probablemente, la serie jurásica soporta aquí el Oligoceno transgresivo.

CAPÍTULO III. VISTA DE CONJUNTO Y PROBLEMAS

El macizo del Mencal está formado casi principalmente por el Lias, calizo en su base, mejor estratificado

y margosocalizo luego. Se han podido identificar el Loringiense, otros términos del Lías medio y el Lías superior dudoso. El Dogger no ha sido identificado. En cambio, subsisten, en el baranco de la Pila Maln superior, Titónico, que pasa al Infravalanginense, pero sin que existan trazas de calizas nodulosas rojas, tan típicas en la zona subbética.

Este Jurásico domina una país cubierto, en parte, por depósitos detríticos recientes, bajo los que se extiende por todas partes una serie completamente diferente, en la cual además del Triás, que se encuentra localmente, hemos identificado el Gault-Cenomanense más o menos pelágico, Cenomanense superior, Turonense-Senonense (localmente muy detrítico), Senonense-Campanense-Paleoceno-Eoceno inferior, y Eoceno medio con la facies pelágica de las «capas rojas», seguida del Eoceno superior igualmente pelágico.

No se puede todavía considerar esta regla como general, pues hay casos dudosos u oscuros:

1) Se ha notado anteriormente que frente al cortijo del Abad se observa muy próximo a una mancha de Maestrichtiense pelágico, Luteciense con nummulites. Si no es anormal el contacto esto indicaría en la misma serie una intercalación de facies nerítica.

2) Recordaremos que cerca del Cortijo de la Almira aparecen «capas rojas» y Paleoceno de facies pelágica, con interestratificaciones calizas cuajada de *Orthophragma* y *Nummulites*, pero removidas. Esto sería conciliable con la noción de una sedimentación pelágica de las margocalizas rojas que las contienen. Pero queda este mecanismo por demostrar.

3) En fin, fragmentos de calizas con *Nummulites* nos aparecieron en la ladera cruzada por el camino de las Estaquillas. Como no se hallaban *in situ*, no recogí-

mos muestras de ellas. Acaso habrán caído de una capa existiendo por encima de las «capas rojas», y pellizcada por debajo del Jurásico cabalgante de la cresta 1.043-1.053. Pero el caso del Cortijo de la Almira subraya el interés que tendría una localización de este nivel.

En resumen hay indicios de la intercalación dentro de la serie pelágica de delgados niveles con fósiles de origen más nerítico. Es posible que estos fósiles sean removidos; pero sólo nuevas investigaciones traerán la confirmación de esta interpretación.

Hay además un problema planteado por la presencia de *Microcodium*.

Hasta la fecha se conocían restos de este tipo aún misterioso de organismos en las afueras de Málaga, y de una manera general en zonas de sedimentación poco profunda. Las capas 2 b (fig. 13 y 1, fig. 14) revelan gran abundancia de fragmentos de *Microcodium* intercaladas en una serie típicamente pelágica. La explicación de esta asociación insólita no nos parece aún posible.

Cualquiera que sea la solución de estos problemas relativos al Eoceno, el conjunto termina con un Oligoceno con lepidociclinas.

Hay, pues, un heteropismo total entre la serie caliza del Mencal y las formaciones que, rodeándolo, afloran a cotas mucho más bajas.

Pero los contactos entre los dos conjuntos son invisibles. Tanto por sus posiciones relativas, como por estas contrastes, hay que preguntarse si el complejo liásico del macizo del Mencal está en *in situ*. La barra oligocena-miocena del Arroyo de Piedra Horadada, cuya posición, difícilmente conciliable con la noción de un Mencal autóctono hemos señalado, añade un argumento en favor del corrimiento. Pero nos parece insuficiente, y las «capas rojas» senonenses y paleocenas del Cortijo de la

Erilla parecen, a la inversa, más conciliables con la autotectonia, sobre todo teniendo en cuenta que en el cortijo del Cerro el Senonense de facies de «capas rojas» parece transgresivo sobre el Lías.

Para buscar datos complementarios hemos examinado las masas calizas de los alrededores.

La Peña de los Baños de Alicún, está formada por un Lías cuya microfacies se asemeja a la del Mencil. Su contacto con la serie roja pelágica es ciertamente anormal, pero nada indica que se trate de un cabalgamiento; la serie de colmatación bajo la cual desaparece el Lías, impide cualquier conclusión.

El crestón de la Serreta de Leiva proporciona datos geométricos más expresivos, aunque su vertiente Nordeste esté cubierta por la serie de colmatación.

Los niveles calizos que hemos identificado por su microfacies en la Serreta de Leiva, no son exactamente los del Mencil. No puede establecerse la presencia del Lías. Las calizas parecen pertenecer o al Dogger o al Malm. No hay, pues, identidad entre los dos Jurásicos, en el estado actual de nuestros conocimientos.

Desde el punto de vista tectónico, la Serreta de Leiva parece dominar y quizá cabalgar la serie, por lo demás mal conocida, del Llano del Torterón. Pero hacia el Sudeste, este cabalgamiento es mucho más claro y ya se ha visto en nuestras descripciones estratigráficas que la base de la serie reposa en contacto anormal sobre las «capas rojas» —aquí del Luteciense alto—, donde pasa el camino de las Estaquillas, al pie de los escarpes jurásicos de las cotas 1.053, 1.043, que dominan por el Norte la baja Rambla de Olivares. La misma superposición anormal parece también prolongarse por la vertiente izquierda del río Fardes, donde el gran paquete de calizas aislado en la vertiente Oeste del cerro del Romeral parece

ser un bloque deslizado desde los cantiles jurásicos que lo dominan. Sin embargo, no hemos alcanzado ni seguido esta parte del contacto.

Hasta el Nordeste del Romeral, las relaciones del Jurásico, de las «capas rojas» y del Eoceno superior, parecen aún resultar de una superposición anormal.

Al Norte del Romeral, las «capas rojas» también podrían estar subordinadas al Jurásico, pero dislocaciones de detalle, así como el paso de la faja del Trias, enredan las apariencias y el conjunto desaparece en las cercanías del camino del Tesorillo, bajo la serie de colmatación. Por tanto, no podemos afirmar nada.

Al Norte de la lámina de Trias, después de una doble serie de terrenos deslizados, aparecen las «capas rojas» que se encuentran algo por debajo de un retazo de calizas jurásicas, bien estratificadas, muy replegadas. Desde el Oeste de la casa situada al borde de la carretera y de la que sólo la mención «Cortijo» indica el sitio, el afloramiento de este retazo de Jurásico se extiende hacia la confluencia de la Rambla del Tesorillo y del río Fardes. Un asomo de Trias marca su terminación. Otro asomo de Trias abigarrado se halla bajo los derrubios, a 200 m. al Norte del Cortijo. Este retazo de Jurásico no se relaciona directamente con las calizas del Romeral. Podría mejor relacionarse con el Jurásico de la Peña del Fraile, cuyos cantiles están, frente a frente, al otro lado del río.

Este último retazo, cuya base tapan los aluviones del río Fardes, no aparece más que en parte, bajo los terrenos recientes. Pero hemos visto (fig. 15) que en su borde Sur, está en contacto anormal con el Eoceno superior de la vertiente septentrional del Puntal Blanco.

Estos elementos jurásicos dispuestos sin continuidad al contacto de las «capas rojas», cabalgando localmen-

te el Nummulítico, y acompañados de asomos triásicos, es posible que no sean autoctonos; pero en el estado actual de nuestros conocimientos no podemos decir si se trata, lo mismo que para las rocas de los Baños de Alicún, de láminas corridas o simplemente de imbricaciones o de escamas parautoctonas.

La forma desordenada de las intersecciones locales nos lleva a creer que se trata de unas láminas imbricadas perteneciendo a un conjunto corrido, pero nada en sus relaciones locales con las capas subordinadas nos permite una conclusión, ni sobre su significación tectónica general ni sobre la dirección de los empujes que hayan sufrido.

Para volver al problema del Mencal, estas particularidades de las masas calizas de sus alrededores, no parecen autorizarnos a unir su abombamiento con el conjunto formado por la Serreta de Leiva y el Romeral, que tienen unos horizontes diferentes. Con dificultades podría relacionarse con las calizas del Cerro de la Raja, al Sur de los Baños de Alicún.

Pero el estilo tectónico de estas calizas evoca unos accidentes tangenciales muy notables. Lo que añade una posibilidad más a la hipótesis de que la masa del Mencal representa no un simple domo jurásico, sino un paquete alóctono flotando sobre la serie pelágica cretácea y nummulítica que lo rodea.

La datación de estos fenómenos orogénicos no se ha precisado aún. Es probable que los hubiera primero (5) al final del Eoceno y antes de la transgresión oligocena. Pero la posición de las capas del Oligoceno-Burdigaliense del arroyo de Piedra Horadada incita a pensar que

(5) Independientemente de las deformaciones de las que es testigo el carácter detrítico del Cenomanense Turonense.

la colocación («mise en place») del Mencal habría sido postburdigaliense, es decir, contemporánea del corrimiento subbético. La orientación de aquel crestón y la dirección indicada por la charnela inscrita en las «capas rojas», al Sudeste del Cortijo de Vilchez permite pensar que el empuje principal debió hacerse en dirección Sudeste-Noroeste.

Tal concepción se podría conciliar fácilmente con las características particulares de las series de la Serreta de Leiva y de la Peña del Fraile, sin relación directa con el elemento del Mencal, por el momento, único en su género.

La huella de los episodios orogénicos posteriores habrá que buscarla en otra parte y probablemente en el valle inferior del río Fardes. Ahí, en efecto, a primera vista, no existen más que localmente series neógenas separadas por discordancias. Su estudio detallado aportará, sin duda alguna, datos completamente nuevos para la historia reciente de la región.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Estas notas resultan especialmente incompletas en la que se refiere a los detalles estructurales del valle del río Fardes. De todas formas, son suficientes para poner de relieve algunas particularidades.

1.º Por debajo de la masa del Mencal, unas formaciones margosas y arcillosas del Cretáceo, presentan un desorden tal, que junto con la inserción de masas del Triás, demuestran grandes complicaciones tectónicas.

El Senonense-Paleoceno que continúa el de la vertiente del río Fardes, se extiende al Norte del Mencal (Rambla de Olivares). Se encuentra al Norte y al Oeste del macizo.

Salvo el Senonense, de «capas rojas», por lo demás en posición ambigua en el Cortijo del Cerro, ninguna formación cretacea o terciaria, ni ninguna traza del Trias abigarrado se encontraron hasta la fecha en el macizo del Mencil. Inversamente, en este trozo del valle del río Fardes, no aparece ningún afloramiento de calizas o de dolomías liásicas que pueda demostrar el enraizamiento *in situ*, de esta masa jurásica.

A pesar de la falta de contactos visibles entre la masa del Mencil y las formaciones pelágicas que lo encuadran, una tal antinomia nos lleva a pensar que el Jurásico de esta montaña está sobrepuesto tectónicamente.

2.º La superposición anormal del Jurásico de la Serreta de Leiva y del Romeral respecto a las «capas rojas», el contacto anormal del borde del Jurásico de la Peña del Fraile con el Eoceno superior, muestran a distancias del orden de 4 a 10 km. al Nordeste del Mencil, cobijaduras por lo menos parciales.

No es posible relacionar entre ellas estas diversas masas de calizas jurásicas, pero las anomalías tectónicas de los conjuntos del Romeral y de la Peña del Fraile, por su naturaleza, confirman la hipótesis de que la masa del Mencil, en lugar de estar enraizada, se hallaría en superposición anormal sobre los terrenos cretáceos y nummulíticos que constituyen sus alrededores. Esta interpretación armonizaría con las observaciones hechas más arriba respecto al crestón de calizas oligomioceanas verticales cortadas por la rambla de Piedra Horadada.

3.º Todo el conjunto estudiado, con sus importantes series de Cretáceo y su Paleoceno, puede atribuirse a la zona subbética. Sin dar una excesiva importancia a la noción del Subbético que el porvenir obligará, sin duda alguna, a matizar más, es evidente que todos los tramos

estratigráficos aquí enumerados, existen en la zona subbética y, en cambio, se desconocen en el Bético de la Sierra de Baza, así como en los macizos de la Sierra de Filabres y de la Sierra Nevada.

Por su posición relativamente interna, estas formaciones no pueden formar parte del Prebético, el cual en las sierras relativamente vecinas de Quesada y Cazorla, contiene un Cretáceo completamente distinto.

Pero hay que hacer resaltar algunas diferencias respecto a formaciones conocidas en el Subbético tal como se define más al Este, tectónica y estratigráficamente.

a) El Titónico-Berriásense muestra en el Mencil una facies margocaliza sin falsas brechas rosas, caracterizado únicamente por las Calpionelas.

La presencia de finos elementos clásticos pizarrosos en el Albense, plantea el triple problema de su edad, de su procedencia y de su significación paleogeográfica. No se conoce, por lo demás, más Gault que el que se encuentra a 150 km. más al Este, en la región de Fuente Farín (Sur de Caravaca), de aspecto batial, que ha proporcionado *Gaudryceras* (Fallot, 1945), así como una microfaua determinada recientemente por el señor Sigal (Fallot, Durand Delga, 1958) y que contiene *Globigerina washitensis*, *Spiroplectina*, ex. *annectens*, *Singulina* sp., *Trocholina* sp. Hay que llegar a la región de Estepa, 150 km. más al Sudoeste, para encontrar aún facies pelágica (Peyre, 1958).

b) El Cenomauense conocido antes, sólo en la Sierra de Crevillente, y en la base de la de la Pila, así como en el Prebético entre Calasparra y Caravaca, donde contiene *Turrilites*, ha sido identificado recientemente al Sudoeste de Caravaca, en el Subbético, donde toma una facies pelágica (Fallot, Durand Delga, 1958). Su presencia es dudosa en las capas trituradas del Jabalcón (Fa-

llet y Solé Sabarín, 1957). Recientemente, la señorita Linares lo identificó en las margas blanquecinas subordinadas a las «capas rojas», 3 km. al Oeste de Alcalá la Real. Contiene gran abundancia de *Rotalipora*. Luego, hay que referirse a la serie pelágica de Estepa para encontrar un nuevo eslabón en el Subbético.

En verdad, el Cenomanense, se conoce desde hace tiempo en lo que se ha convenido en llamar Prebético de los alrededores de Jaén (Douvillé, 1906), bajo las facies con turrilitas y equínidos. Las nuevas observaciones realizadas por el señor Busnardo sobre este tema, aún no han sido publicadas.

Pero hasta en la zona prebética no se conoce la tendencia hacia una facies detrítica, que se realizará del Cenomanense superior al Turonense, al menos en el sector de La Teja. Las formaciones de conglomerados no han dado todavía cantos cristalinos y a primera vista no parecen contener ningún elemento bético. Pero hay que llevar a cabo un estudio detallado de esta cuestión. La estratificación entrecruzada de arenas y gravas con intercalación de lechos margocalizos con *P.thonella* tiene ciertamente una significación paleogeográfica importante. Falta encontrarla.

c) Dejando aparte el corte al Oeste de La Teja, el Senonense inferior es todavía detrítico. El Cretáceo superior está ampliamente representado por las «capas rojas» de tipo pelágico. No conocemos las relaciones entre las dos facies. Pero lo que aparece claramente es, que al menos en el Campanense-Maestrichtense corresponde a una sedimentación pelágica, que se continuará en formaciones idénticas hasta el fin del Luteciense, luego hasta el Priabonense, siendo únicamente nerítico y poco profundo el Oligoceno, probablemente discordante.

Esta continuidad corresponde a la que habían hecho

resaltar los señores Durand Delga, Magné y Busnardo, en la región al oeste de Caravaca, pero con facies pelágica en las que las «capas rojas» no toman casi parte (Durand Delga y Magné, 1958).

Se opone en cambio, por completo, a lo que conocemos en unos alrededores más o menos próximos. En efecto, en el Jabalcón, las «capas rojas» del Senonense son muy reducidas y no alcanzan al Paleoceno. En el Mencal cercano y dominante, hemos visto que las «capas rojas» parecen presentarse solamente en el Senonense. Aun suponiendo que su presencia en esta montaña esté relacionada con dislocaciones tectónicas, no hay ningún indicio con esta facies, de niveles anteriores o posteriores al Senonense. No insistiremos sobre el heteropismo que resulta de estos dos tipos de series, porque es de poco valor en este caso particular.

Se sabe, en efecto, que a menudo las «capas rojas» reposan transgresivamente sobre el Jurásico y que sus condiciones de depósito y extensión siguen en el misterio.

4.º Aunque la Sierra Arana se haya estudiado en un tiempo en el que no se utilizaban todavía los recursos de la micropaleontología y de las microfacies, parece que esta unidad difiere sensiblemente de lo que conocemos en el Mencal y en sus alrededores. El Lías de la región de Barranda y de la Atalaya se parece, como ya se ha visto, al del Mencal. Por el contrario, en la Sierra Arana existe localmente un titónico de facies de Cabra, o por lo menos de facies caliza con ammonites; hay además un Neocomiense con cefalópodos desconocidos en el Mencal o en su substratum.

Blumenthal y Fallot (1935) señalaron, a partir del aspecto macroscópico, «capas rojas» senonenses en la Sierra Arana y también capas rojas más o menos trituradas con plaquetas calizas cargadas de nummulites.

Es preciso rectificar tal atribución por lo menos en lo que toca al territorio de la Hoja «La Peza», pues allí no encontraron J. M. Fontboté e I. Quintero, más que «capas rojas» de edad nummulítica con microfaunas de Ypresense-Luteciense, a las cuales se añaden rosalinas removidas.

El tipo del Nummulítico en capas rosas con plaquetas calizas con nummulites, que existe en la Sierra Arana, no se ha encontrado en el valle del río Fardes. En cambio, una comparación con las capas rosas con plaquetas con nummulites de la Dorsal del Rif septentrional, de las que nunca se han hecho un análisis micropaleontológico, sería también de gran interés.

Volviendo al objeto de esta Nota, es preciso reconocer que mientras estas relaciones y diferencias no se hayan precisado, parece prematuro buscar en el Mencal la prolongación del Subbético de la Sierra Arana. Probablemente, no hay entre ellos una relación directa; pero se puede considerar como hipótesis de trabajo que corresponden a unidades de detalle distintas dentro del gran conjunto subbético.

En cuanto a la serie cretácea y terciaria del río Fardes, no se conoce nada análogo por ahora, ni más al Oeste, en la Sierra Arana, o en la región de Iznalloz, ni más al Norte. Este conjunto pélagico, en su mayor parte, evoca una cuenca de sedimentación extendida.

Apenas podemos hacer suposiciones a este respecto, pero no sería imposible que la prolongación occidental de la serie compleja y dislocada del río Fardes, deba buscarse hacia el Oeste, en profundidad, bajo el Subbético de la Sierra Arana y de la región de Iznalloz.

Para terminar esta exposición, quisiéramos insistir sobre el hecho de que nuestras investigaciones sobre el terreno que resume, no pueden considerarse más que como un

primer reconocimiento. Si hemos intentado coordinar estos resultados, no hay que considerarlos, más que como hipótesis de trabajo. Aunque sólo fuera para rectificarlas o contradecirlas, deseamos que nuestros sucesores encuentren en ellas algo para orientar los reconocimientos en detalle que emprendan.

BIBLIOGRAFÍA

- BLUMENTHAL, M. (1933): *Das Paläozoikum von Málaga als tektonische Leitzone im alpidischen Andalusien*. «Geol. Rundschau», Bd XXIV, Heft 3/4.
- — — y FALLOT, P. (1935): *Esquisse géologique de la Sierra Arana*. «Mem. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XVII, núm. 1, 74 págs., 9 Pl.
- BUSNARDO, R.; DURAND DELGA, M.; FALLOT, P., et SIGAL, J. (1957): *Nouveaux documents sur le Crétacé supérieur des environs de Caravaca*. «C. R. Ac. Sc.», 245, págs. 462-465.
- — — et MAGNE, J. (1957): *Observations stratigraphiques sur le Nummulitique des Cordillères bétiques*. «C. R. Ac. Sc.», 245, pág. 462.
- DOUVILLE, R. (1906): *Esquisse géologique des Préalpes subbétiques*. Thèse Paris.
- DURAND DELGA, M., et MAGNE, J. (1958): *Données stratigraphiques et micropaleontologiques sur le Nummulitique de l'Est des Cordillères bétiques*. «Revue de Micropaléontologie», 1, págs. 155-175.
- FALLOT, P. (1945): *Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*. «Consejo Superior de Investigaciones Científicas», Madrid.
- — — DURAND DELGA, M.; BUSNARDO, R., et SIGAL, J. (1958): *El Cretáceo superior del Sur de Caravaca*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, núm. 50, 283-298, 1 Pl.
- — — MAGNE, J., et SIGAL, J. (1959): *Sur les formations crétacées et tertiaires du Rio Fardes, aux abords du Mencal (Province de Grenade, Andalousie)*. «C. R. Ac. Sc.», t. 248, págs. 2686-2691.
- — — (1959): *Remarques sur la signification de la série du Rio Fardes*. «C. R. Ac. Sc.», t. 248, págs. 2833-2836.
- — — et SOLE SABARIS, L. (1957): *Observaciones geológicas sobre el Jabalcón (prov. de Granada)*. «Mem. y Com. del Instituto Geológico Provincial», t. XVI, págs. 7-18.
- — — COLOM, G.; BIRJET, P. (1950): *Sur l'âge couches de Baza et de la «Formation de Guadix»*. «C. R. Ac. Sc.», t. 231, págs. 504-507.
- FONTBOTÉ, J. M., y QUINTERO, I. (en curso de publicación): *Mapa geológico al 1/50.000 y explicación de la Hoja 1.010 La Peza*. «Instituto Geológico y Minero de Esp.».

- JASEN, H. (1936): *De geologie van de Sierra de Baza en van de aangrenzenden gebieden der Sierra Nevada en Sierra de Los Filabres (Zuid Spanje)*. Tesis, Amsterdam.
- LINARES, A. (1960): *Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo Pérez* «Bull. Sté. Géol. France» (7), t. 2.
- PEYRE, Y. (1958): *Premières observations sur le Cretacé de la région d'Estepa*. «C. R. Ac. Sc.», t. 246, pág. 2137.
- (1959): *Etudes sur les organismes présentant en lames minces l'aspect de «filaments»*. «Revue de Micropaléontologie», t. II, fasc. 2.

SALVADOR REGUANT

A PROPOSITO DE DOS NUEVAS APORTACIONES AL CONOCIMIENTO DEL NUMULITICO ESPAÑOL (PIRENAICO Y SUBPIRENAICO)

RESUMEN

Se confrontan dos trabajos recientes (Mangin, 1959 y Via, 1959), principalmente en lo que se refiere a la evolución paleogeográfica de los Pirineos durante el Numulítico.

Se añaden algunas consideraciones y confirmaciones a las ideas expuestas por los autores, insistiendo en la importancia de las investigaciones paleontológicas y de la tectónica gravitatoria en el estudio de los problemas que se refieren a la formación de los Pirineos.

R É S U M É

On a confronté deux travaux récents (Mangin, 1959 et Via, 1959), surtout en rapport avec l'évolution paléogéographique des Pyrénées pendant le Nummulitique.

On ajoute quelques observations et confirmations aux idées des auteurs, en insistant sur la valeur des recherches paléontologiques et de la tectonique gravitaire dans l'étude des problèmes au sujet de la formation des Pyrénées.

SUMMARY

Two recent works (Mangin, 1959 and Via, 1959), are confronted, chiefly relating to the palaeogeographical evolution of the Pyrenees during the Eocene age.

Some considerations and affirmances are added to the ideas explained by the authors, emphasizing on the value of palaeontological investigations and on gravitational tectonics, to the study of problems relating to the formation of Pyrenees.

El geólogo francés Mr. J. Ph. Mangin acaba de publicar un trabajo en el «Bulletin de la Société Géologique de la France», con el título de *Données nouvelles sur le Nummulitique pyrénéen* (1959), en el cual resume las aportaciones principales de su tesis, *Le Nummulitique sud-pyrénéen à l'Ouest de l'Aragón* (1958), respecto a la estratigrafía, la tectónica y a las hipótesis explicativas del desarrollo histórico-geológico del período Numulítico.

Más reciente aún, el avance de la tesis de L. Vía *Decápodos fósiles del Eoceno español* (1) ofrece, luego de la descripción sistemática y el análisis de la relación de la fauna española con la del Terciario inferior de otros países, un capítulo que se intitula *Contribución a la estratigrafía y paleogeografía del Eoceno de España*.

Ambos trabajos presentan sendas hipótesis acerca de la evolución paleogeográfica del nordeste español, basándose en las observaciones y datos que han constituido el trabajo fundamental de las respectivas tesis. Resulta, pues, interesante intentar dar unas ideas acerca de la relación entre las conclusiones de uno y otro trabajo para ilustrar las posibles coincidencias y divergencias y hacer un análisis de sus razones y causas, todo lo cual puede contribuir a facilitar los trabajos posteriores sobre temas pirenaicos.

Los métodos usados, o mejor, la orientación de las dos tesis es, por lo que puede verse en los resúmenes, francamente diversa. Mangin es esencialmente un geólogo de campo que estudia una zona de terreno desde un punto de vista estratigráfico preferentemente. Intenta dar una cartografía y una interpretación paleogeográfica correcta de la zona en cuestión. Esta interpreta-

(1) «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», t. 70, pp. 331-402, siete láms. Madrid, 1959.

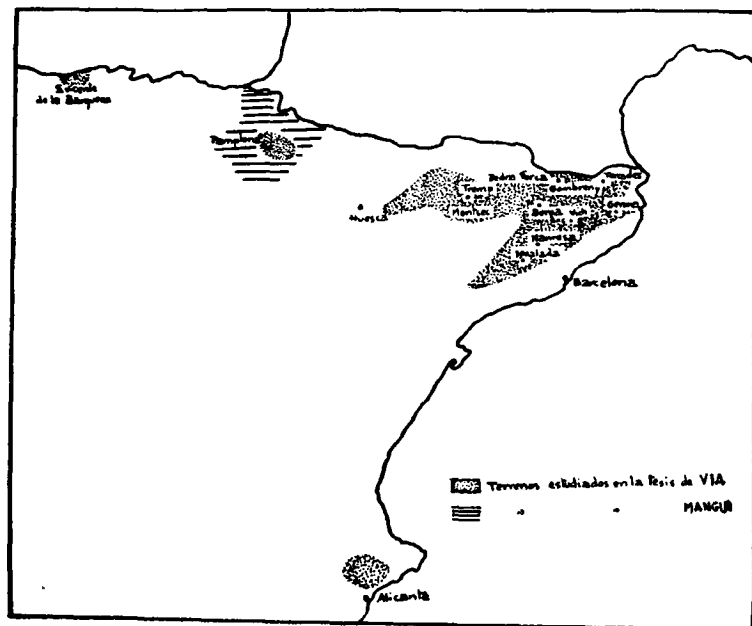
ción es la que le obliga a emitir sus hipótesis, que no quieren tener en cuenta «des interprétations déjà proposées», sino solamente los hechos (Mangin, 1959, página 23). Y aunque «des hypothèses et les idées qui viennent d'être évoqués prochainement certes de l'étude du secteur sudoccidental de la chaîne», «sont appuyées... sur une vue d'ensemble du Nummulitique pyrénéo-aquitain» (Mangin, id., id.). El trabajo hecho en una zona relativamente reducida del Pirineo español, le sirve de base para una extrapolación de los resultados a otras zonas del Pirineo y a la propia cordillera en general.

Vía por su parte, es esencialmente un paleontólogo que, comprendiendo que el estudio de los fósiles no se termina con la sola enumeración y clasificación de las especies, sino con el estudio de las condiciones de yacimiento y el análisis de las tafocenosis con vistas a la estratigrafía, después de hacer una recopilación de datos aportados por otros autores acerca de la estratigrafía y paleogeografía de los niveles fosilíferos, llega a conclusiones nuevas e interesantes, apoyadas en criterios de paleontología estratigráfica.

De hecho, Mangin trabaja en un ámbito cronológico más amplio, ya que extiende sus consideraciones desde finales del Cretáceo hasta el Mioceno. Vía trabaja con más amplitud en el espacio, ya que estudia todos los yacimientos eocénicos de decápodos que van desde San Vicente de la Barquera (Santander), hasta la provincia de Gerona, y trata además del Eoceno catalán más meridional (Igualada, Manresa, Vich) y del Eoceno levantino (2). En el tiempo, no obstante, sus observaciones se refieren solamente al que va desde el Eoceno in-

(2) Cfr. el mapa adjunto en que se señalan los terrenos objeto de estudio de Vía y Mangin.

ferior hasta el Bartonense, no prejuizando nada acerca de los posibles niveles superiores *cocénicos* tan discutidos.



OBSERVACIONES ESTRATIGRÁFICAS

La estratigrafía detallada del Garumnense, que para Mangin contiene el Maestrichtiense, el Daniense, Montsiense y Landeniense, es una aportación positiva al conocimiento de este difícil tramo y concuerda con las ideas de Fontboté, Colom, Linares (1957), que creen que en el Garumnense del Alto Llobregat están representados uno o más pisos del Eoceno inferior hasta enlazar quizá con el Cretáceo superior (ibíd., pág. 100). La potencia del Garumnense en el Pirineo occidental es notable, a juzgar por la serie descrita por Mangin. Asimismo, Almeida y Ríos (1947), afirmando que su espesor es muy

variable en el Pirineo leridano, dan un espesor máximo de más de 1.000 metros en el Coll de Nargó. En el alto Llobregat tiene aún unos 280 metros (Fontboté, Colom, Linares, 1957), pero unos cincuenta kilómetros más al Este (Surroca-Gerona), la potencia es muy reducida (alrededor de los 100 metros).

El Ypresiense de Via (Cuisiense en Mangin) tiene ya una fauna carcínica entre las calizas con Miliólidos y Alveolinas. Estas formaciones se hallan preponderantemente en la banda pirenaica del Eoceno (la fauna carcínica de la serie del Pedraforca y de Terrades), que anteriormente estaba bajo un régimen continental (Garumnense superior). El Ypresiense es, pues, transgresivo en esta zona, no en la zona pirenaica de Huesca, ni en la zona subpirenaica del Montsech o en la zona más oriental y meridional (Manresa, Vich, Gerona). Tiene interés comprobar este hecho porque, en la zona de Vich y Gerona sobre todo, la distancia entre el Eoceno pirenaico y el de la depresión del Ebro es mínima y forma un todo continuo, aunque estratigráficamente aparezcan variaciones. Un estudio serio de su interrelación se da en los cuadros sinópticos de Via, aunque requeriría posiblemente un estudio más detallado y exclusivo. En todo caso, hay que tener en cuenta en un estudio del Numulítico pirenaico, la sedimentación (muy próxima en el Este) en los dos bordes del estrecho pirenaico a los que repetidamente se refiere Mangin, quizá con no suficiente atención a la sedimentación *cocénica* del triángulo Gerona-Igualada-Olona.

El Luteciense presenta para Mangin una ligera discordancia, debido a la existencia de un principio de desmantelamiento. Se puede establecer un paralelismo en la zona oriental del Pirineo con los conglomerados de la serie de Vich, Gerona y de Montserrat (nivel marino-

salobre). La existencia de los estratos discordantes no ha sido notada por otra parte. Las facies marinas se hallan en la serie de Huesca, Tremp, en el Montsech, en el Pedraforca y en la banda pirenaica más oriental (fauna carcínica de San Vicente de la Barquera). A la región más meridional llegaron también las incursiones marinas (calizas de Alveolinas de Igualada, Plana d'Ancosa, San Magin de Brufaganya, etc).

Mangin insiste poco en las variaciones estratigráficas durante el Eoceno. La aportación de Vía es más considerable. La determinación cronológica de ciertos hechos es, por tanto, más exacta. Así en el Luteciense medio se sitúa el hundimiento del umbral del Ampurdán y el principio de la intumescencia del Montsech, que tanta importancia ha de tener sucesivamente en la repartición de faunas.

En el Luteciense superior la facies continental antes desarrollada hacia el W. y el SW. de la cuenca catalana aparece hacia el NE. produciendo en esta zona el llamado tramo rojo o nivel de transición. En la serie de Vich los niveles son más detríticos y en Terrades y Gombreny el tramo rojo viene precedido de una formación *flysch* que es muy visible en otras zonas, como en la serie de San Juan de las Abadesas (cronológicamente algo inferior). En la cuenca de Tremp (Sierra de Montilobar-Crusafont y Villalta, 1954-1955 y Crusafont, Villalta y Truyols, 1956) y en la provincia de Huesca (Capella, Crusafont, 1958), hay formaciones continentales muy interesantes. La fauna coralina se desarrolla bien en varios lugares (Montsech, Collbás, al S. de Igualada) y la formación de yesos sirve de base con frecuencia al tramo rojo (Collell, San Juan de las Abadesas, Campdevanó, Poble de Lillet, etc.).

En el Bartonense, el tramo rojo está aún en la pro-

vincia de Gerona en su parte inferior, abundando en este piso los niveles coralinos desde Oliana hasta la zona de Vich (Sora), Manresa (Navarcles) e Igualada (Castellolí). Más hacia el Oeste y en la banda numulítica axial, se dan con profusión niveles de pudingas marinas o limnicas (Tremp).

La serie suprabartonense no es estudiada por Vía, y en Mangin hay solamente indicaciones someras que se refieren a la colmatación de las cuencas españolas subpirenaicas, formándose sales en abundancia (entre ellos los yacimientos explotados de sales potásicas).

Estas sales potásicas y los yesos, para Mangin corresponden claramente al Oligoceno. Probablemente no es así en los depósitos de Suria-Cardona, de acuerdo con lo afirmado por Masachs, Crusafont y Villalta (1954). Parece que otro tanto puede decirse en relación con los yesos de la serie de Vich (Gurb, Collsespina), aunque el estudio del contacto de la facies marina con la continental al Oeste de la ciudad de Vich está aún por hacer. Las observaciones de Llopis (1952) indican que existen fallas que complican la estructura antes tenida por muy simple. La desaparición brusca de las areniscas (que contienen los yesos de Gurb) inmediatamente al Norte (Sant Bartoméu del Grau) indica también alguna perturbación tectónica, que una vez estudiada podrá dar alguna luz acerca de la edad de estos yesos. Por de pronto, los yacimientos de Sant Martí de Sobremunt, que contienen fauna marina eocénica, no son inferiores a tales yesos. Por tanto, en la zona Este se producen las sedimentaciones salinas bastante antes del Oligoceno. Además, se ha encontrado sobre el Bartonense un Lutense con restos de mamíferos (Hoja de Manresa, 1956).

Las precisiones aportadas por Vía respecto al Eoceno medio y superior, se completan de una manera nota-

ble por el estudio de la fauna carcínica que queda dividida en fauna mediterránea y atlántica. De este modo, los sedimentos marinos que tienen fauna de este tipo quedan determinados por lo que respecta a su posición paleogeográfica, es decir, al mar de pertenencia. Es evidente que esta idea ha de jugar un papel muy importante al hacer el estudio de la historia geológica durante este tiempo.

OBSERVACIONES TECTÓNICAS

El trabajo de Vía no atiende de una manera directa al problema tectónico, al revés de lo que sucede en el trabajo de Mangin. Aunque no es es ningún descubrimiento (Fontboté, Colom, Linares, 1957), posiblemente su insistencia en los procesos de tectónica gravitatoria sean una de las aportaciones más considerables de Mangin en el estudio de la cordillera pirenaica. En todo caso, se pueden observar en el Pirineo Oriental hechos que revelan estructuras típicas de este tipo de tectónica. Así los pliegues en cascada existentes entre Campdevanol y Ribas de Freser (3). Parece ser que el Prepirineo de la cuenca del Ter debería ser estudiado con referencia a estas nuevas ideas.

OBSERVACIONES PALEOGEOGRÁFICAS

La historia de los sedimentos numulíticos de España plegados durante la Era terciaria, ha sido diver-

(3) Estas observaciones han sido realizadas en excursiones geológicas bajo la dirección del catedrático de Geología de Granada, doctor Fontboté. Lo mismo puede decirse con respecto a las opiniones tectónicas que damos aquí. Derivan de conversaciones sostenidas sobre este tema del Eoceno catalán con el propio doctor Fontboté.

MANGIN

CUISIENSE:

Reapertura del estrecho pirenaico.
Depósito sobre el Garumnense.
Aportes reducidos (nulos). Condiciones batimétricas homogéneas.
Levantamiento del fondo que provoca un final detrítico.

Se producen anchas arrugas de dirección pirenaica, seguidas de una rápida abrasión de las partes altas.

LUTECIENSE:

Hay un estrechamiento entre las orillas del estrecho pirenaico.
El dominio continental se agranda al SW y al NE.
El dominio marino se diversifica, debido a que el borde Norte se estabiliza y el borde Sur se hunde. Así tenemos:

- a) En el eje del estrecho: zona de margas y calizas relacionadas con el macizo aquitánico y central formando el alto fondo del Ariège.
- b) Alrededor: fondos subsidentes con sedimentación de margas, *flysch* y las calizas del borde del Continente del Ebro.

Levantamiento de un embrión de la zona axial. La intumescencia la convierte en provincia distribuidora, dando al N. una sedimentación continental y al S. un área marina (estrecho cántabro-catalán).

SUPRALUTECIENSE:

Se da como posible la existencia de plegamientos locales, torcimientos. (Trempe).
Se deposita el tramo rojo.

EOCENO SUPERIOR:

Las margas marinas indican la comunicación entre la cuenca de Biarritz y el estrecho cántabro-catalán, separado en dos partes por el umbral de Trempe.
Se llega a la colmatación mientras se levanta la zona axial que suministra material erosionable.

OLIGOCENO MEDIO:

Se separa el dominio vasco-cántabro del navarro-catalán.

VIA

YPRESIENSE:

Transgresión sobre la extensa zona de sedimentos epicontinentales anteriores.
La transgresión es atlántica (fauna carcínica) sobre el área pirenaica. El golfo de Aquitania forma una escotadura sur-oriental. Al S. y al E. continúa el régimen epicontinental (margas rojas con *Bulimus*).
(No se trata este punto, aunque en la parte oriental no parecen existir discordancias).

LUTECIENSE INFERIOR:

Transgresión atlántica máxima, recubriendo los depósitos epicontinentales del Eoceno inferior-Ypresiense del dominio aragonés y cuenca de Trempe.
Formación de un amplio entrante catalano-aragonés en el extremo sur-oriental del golfo de Aquitania.
Fauna carcínica de San Vicente de la Barquera en Terrades-Gombreny (fauna típicamente atlántica).
Hundimiento del umbral del Ampurdán con posible y probable comunicación entre ambos mares, ya que sobreviene una invasión mediterránea.

LUTECIENSE MEDIO:

Inicio por el E. del levantamiento del umbral axial.
Umbral del Montsech. Queda, pues, aislada la cuenca catalana (golfo mediterráneo nor-occidental).
Diferenciación de faunas:
a) En Cataluña: fauna mediterránea con persistencia de alguna forma atlántica hacia el borde N. de la cuenca.
b) En Aragón y cuenca de Trempe: Fauna totalmente atlántica.
c) En el Montsech: Fauna poco caracterizada.

LUTECIENSE SUPERIOR Y BARTONENSE:

El levantamiento de la zona axial iniciado antes en Cataluña se extiende hacia el W. Por consiguiente separación inicial de las dos dependencias atlánticas aragonesa y aquitánica.
Tramo rojo intermedio.
Desplazamiento de las cuencas marinas hacia el S. La colmatación de estas cuencas ocurre al fin del Bartonense.

samente explicada como puede verse consultando la Bibliografía pertinente. Mangin elabora una serie de hipótesis bajo el epígrafe de *Historia paleógena de la Cordillera pirenaica*, mientras que Vía en siete mapas explicados da la probable evolución paleogeográfica del NE. de España en las sucesivas fases del Eoceno.

Mangin, empezando por el Maestrichtiense regresivo, llega al final del Landeniense con un movimiento epigénico que se inicia. A partir de este punto puede establecerse un paralelo entre las ideas de Mangin y de Vía.

De la observación del cuadro comparativo adjunto, fácilmente se deducen algunas observaciones interesantes.

En primer lugar, la tendencia a subir estratigráficamente los niveles en Mangin. Este autor incluye un mayor número de pisos geológicos hasta la fase de colmatación. Ya hemos insistido en los criterios que deben seguirse en lo que se refiere a la zona oriental pirenaica y catalana más meridional, sobre todo en la datación de las sales potásicas. El mismo tramo rojo pertenece prácticamente de lleno al Luteciense superior, y es puesto en Mangin en el Supraluteciense. También se sitúa en el Supraluteciense el umbral llamado de Trep (umbral de Montsech en Vía), mientras que en Vía se demuestra que se da en el Luteciense medio.

La hipótesis de este umbral es una de las coincidencias curiosas de estos dos trabajos. La separación del Eoceno (a partir del Luteciense medio) aragonés y catalano-oriental, es una idea nueva que confirma la diferencia considerable de las faunas, ya notada anteriormente (4).

(4) El estudio de las faunas eocenas de Aragón da muchas formas inexistentes en la cuenca catalana, y por el contrario, comunes con el Eoceno de Biarritz (Villalta, 1956.)

El límite suroriental del golfo aquitaniense con su entrante catalano-aragonés, queda perfectamente delimitado por Vía. Mangin habla con frecuencia del estrecho pirenaico, aunque no parece que esto quiera ser una afirmación particularmente estudiada referente a la zona del Ampurdán. Sus mapas indican un verdadero estrecho, pero no insisten en ningún lugar sobre este punto. Vía, obligado por la diferencia de faunas atlántica y mediterránea, ha de insistir en la existencia del umbral del Ampurdán, así como en su hundimiento en el momento oportuno. A la vez, la probabilidad de que durante cierto tiempo existiera un verdadero estrecho pirenaico-oriental, se confirma por las interferencias faunísticas halladas en el Luteciense medio y superior. A partir del juego simultáneo de los umbrales axial y del Montsech, el estrecho pirenaico deja de existir. Es por tanto, más correcto hablar de comunicación de la cuenca de Biarritz con el golfo cántabro-aragonés y no con el estrecho cántabro-catalán en el Eoceno superior. A esta comunicación se refiere Vía al indicar que en el Luteciense superior y Bartonense se separa la cuenca aquitánica norpirenaica de la cuenca aragonesa, por levantamiento progresivo hacia el W. de la zona axial.

El interés del cotejo entre las hipótesis de Mangin y Vía, estriba en el hecho de que el trabajo de Vía y el de Mangin se complementan en muchos aspectos. Los datos de Vía se basan en observaciones hechas usando criterios faunísticos, sobre todo en zona no estudiada por Mangin, lo que permite delimitar y definir con más seguridad extremos apuntados por éste. En este aspecto, las conclusiones de Mangin son más hipotéticas, aunque de índole más general y abocadas al estudio geológico total de la Cordillera pirenaica.

Con Vía parece que puede decirse que el estudio mo-

nográfico de varias faunas del Eoceno, con referencias estratigráficas locales, podría solucionar muchos de los problemas que el Numulítico pirenaico y surpirenaico español plantea y, a la vez, ampliando las observaciones y la cartografía geológica de detalle hacia el Este (tal como ha hecho Mangin en Navarra), podrá llegarse, sin duda alguna, a la confirmación de las hipótesis que estén bien fundamentadas, y desecharse las interpretaciones inconsistentes.

Laboratorio de Ciencias
Seminarío Conciliar... Vich (Barcelona)

BIBLIOGRAFÍA

- AMELA, A. y RÍOS, J. M.^a: *Explicación al mapa geológico de la provincia de Lérida. Escala 1:200.000*, I. G. M. E., Madrid, 1947.
- LLIBES LLADÓ, N.: *Sobre la morfotectónica del borde occidental de la plana de Vich*, «Mem. Com. Ins. Geol. Dép. Prov.», págs. 49-50, una figura, Barcelona, 1952.
- MASACHS, V., CRUSAFONT, M. y VILALTA, J. F. DE: *Sur l'âge du gisement potassique de la Catalogne*, «C. R. Som. Soc. Géol. France», número 13, pág. 304-305, París, 1954.
- CRUSAFONT, M. y VILALTA, J. F. DE: «*Almogaver*», un nuevo primate del Eoceno pirenaico, «Estudios Geol.», núm. 22, de Madrid, 1954.
- : *Sobre la verdadera situación sistemática del género «Almogaver»*, «Estudios», núm. 26, Madrid, 1955.
- y TRUYOLS, J.: *Caracterización del Eoceno continental en la cuenca de Tremp y edad de la orogénesis pirenaica*, Actes du II Congrès International d'Études pyrénéennes, Toulouse, 1956.
- VILALTA, J. F. DE: *Los moluscos fósiles del Eoceno pirenaico*, «Bol. Inst. Geol. Min. de España», LXXVII, Madrid, 1956.
- FONTOBÉ, J. M.^a: *Visión de conjunto de la Geología de los Pirineos catalanes* (en dactilostilo), III Curso Intern. de Paleontología, Sabadell, 1956.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa geológico de España 1/50.000, Hoja, núm. 363, Manresa (Barcelona)*, Madrid, 1956.
- FONTOBÉ, J. M.^a, COLOM, G. y LINARES, A.: *Sobre la estratigrafía del Alto Llobregat (Pirineo catalán)*, Curs. y Conf. del Inst. «Lucas Mallada», fasc. IV, Madrid, 1957.
- CRUSAFONT, M.: *Los mamíferos del Luteciense superior de Capella (Huesca) (Nota preliminar)*, NOT. COM. INST. GEOL. MIN. DE ESPAÑA, número 50, Madrid, 1958.

- MANGIN, J. PH.: *Le Nummulitique sud pyrénéen à l'Ouest de l'Aragon*, «Thèse Fac. Scien.», Dijon, 1958.
 — — — *Données nouvelles sur le Nummulitique pyrénéen*, «Bull. Soc. Géol. France», 7 sér., t. 1, 1959.
 VIA, L.: *Decápodos fósiles del Eoceno español*. (Resumen de la tesis doctoral), «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», t. 70, pp. 331-402, 20 figuras., 7 láminas, Madrid, 1959.

Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España. N. 60. Año 1960 (85-90).

J. M. FONTBOFE⁽¹⁾ e I. QUINTERO⁽²⁾.

LAVAS ALMOHADILLADAS (*PILLOW-LAVAS*) EN LOS AFLORAMIENTOS VOLCANICOS DE LA TRANSVERSAL IZNALLOZ-JAEN (CORDILLERA SUBBÉTICA)

RESUMEN

Los autores dan cuenta de la existencia de lavas almohadilladas en varios afloramientos de doleritas, junto a la carretera de Madrid a Málaga, a unos cuatro kilómetros al E. de Montillana. Esta estructura no había sido reconocida anteriormente en España.

Las características de los afloramientos son descritas brevemente. Se avanzan, también, algunas ideas sobre el desarrollo de la actividad volcánica mesozoica en este sector de la Cordillera Subbética.

RÉSUMÉ

Les auteurs rendent compte sur l'existence de laves en coussins en en plusieurs affleurements de dolérites près de la route de Madrid à Málaga, à 4 km environ à l'E. de Montillana. Cette structure n'avait pas été antérieurement reconnue, en Espagne.

Le caractères des affleurements sont sommairement décrits. Quelques idées sur le développement de l'activité volcanique mésozoïque, dans ce secteur de la Chaîne Subbétique, sont aussi avancées.

SUMMARY

Authors give notice of the existence of pillow-lava in several doleritic outcrops near the road from Madrid to Málaga, about 4 km. E. from

(1) Laboratorio de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

(2) Instituto Geológico y Minero de España, Sección de Estudios Geológicos.

Montillana. This structural feature had not been mentioned previously in Spain.

The outcrops are briefly described. Some ideas on the development of the mesozoic volcanic activity in this part of the Subbetic Chain, are advanced also.

La existencia de numerosos afloramientos de rocas volcánicas en el sector central de la Cordillera Subbética, encajadas en el Jurásico *s. lat.*, era conocida desde los primeros reconocimientos geológicos, efectuados por Hausmann (1843). Otros autores han añadido nuevos datos sobre su naturaleza y edad: Gonzalo y Tarín (1881), Bertrand y Kilian (1889), Viennot (1930), Alastrué (1944), Fallot (1945). Esos últimos precisan que se trata de doleritas, con algunas variaciones locales en su textura y en su composición.

En el curso de una campaña para la revisión de la Hoja número 52 del Mapa Geológico Nacional a escala 1:400.000, hemos efectuado nuevas observaciones sobre varios de dichos afloramientos, las cuales nos permiten precisar mejor esa datación. Además, nos han sugerido algunas ideas sobre las circunstancias en que se desarrolló la actividad volcánica.

* * *

Las observaciones que consideramos más interesantes son las relativas a los afloramientos situados junto a la carretera de Madrid a Málaga por Bailén y Granada, unos cuatro kilómetros al Este del pueblo de Montillana. En el propio desmonte de la carretera, junto al kilómetro 382,3, existe un afloramiento dolerítico. La roca volcánica está bastante alterada, pero presenta una típica estructura almohadillada. Un afloramiento mayor, de las mismas características, se halla junto al kilómetro 381,4, cerca de la Venta de Barajas. Hacia el Norte, la estructura almo-

hadillada se pierde, y pasa a ser más maciza. En el kilómetro 381,2, la dolerita maciza termina bruscamente, limitada por brechas de la misma roca, cementadas por caliza, y una capa casi vertical, de veinte a cuarenta centímetros, de cineritas verdosas listadas. Más al Norte aún, se encuentran calizas y margocalizas claras, de grano muy fino, análogas al cemento de la brecha mencionada. Ni en ésta ni en aquéllas hemos encontrado la menor traza de fósiles: sus características litológicas evocan un Lías muy alto o ciertas capas del Dogger de este sector.

En las laderas orientales de la loma Noguerón (cota 1.111), en el lado opuesto de la carretera, por tanto, del valle del arroyo Moro, se observan afloramientos volcánicos más extensos. Unos 200 metros al NW. del Molino de San Antonio (frente al kilómetro 381,8 de la carretera), la roca volcánica aparece de nuevo, interestratificada en calizas y margocalizas, totalmente análogas a las que afloran al S. de Montillana, y han proporcionado una fauna de ammonites del Aalenense (comunicación verbal de la Dra. A. Linares). Aunque estériles aquí, estos bancos parecen ser realmente coetáneos de aquéllos, ya que vienen coronados por otros de margocalizas grises, en las cuales hemos hallado estefanocerátidos y *Posidonomya alpina*, lo que indica su pertenencia al Dogger. La estructura almohadillada, ausente en esta parte, reaparece un poco al Norte, en una pequeña cantera abandonada, frente a la Venta de Barajas (kilómetro 381,4 de la carretera) y también, con singular claridad, en varios puntos de las laderas nortorientales de la misma loma Noguerón. Allí, la roca volcánica está inmediatamente cubierta por las capas del Dogger, fosilíferas.

En otros afloramientos, que hemos reconocido al Sur de Montillana y ya señalados en el mapa de Alastrué (1944), hemos visto vagos indicios de estructuras almo-

hadilladas, pero parecen más generales las macizas. Las rocas encajantes no nos han proporcionado fósiles en su inmediata proximidad, pero, en general, por sus características, evocan el Lias más alto y, en algún punto, quizá el Dogger.

En los afloramientos antes indicados que presentan la estructura almohadillada, la roca volcánica aparece formando bolos de típica forma almohadillada («pillow»), con la disyunción característica de esta estructura, y la no menos característica variación de textura desde el centro a la periferia de cada bolo. Su mayor diámetro mide por término medio unos ochenta centímetros, pero los hay con valores netamente discrepantes. Dejamos para otra ocasión —un trabajo más extenso que proyectamos con la valiosa colaboración del profesor doctor M. Vuagnat, de Lausanne—, el estudio detallado de las variaciones texturales, microestructurales y, eventualmente, químicas y mineralógicas.

Bertrand y Kilian (1889), se inclinaron por una edad toarcense de las erupciones. Viennot (1930) lo afirma más categóricamente, mientras que Fallot (1945) se decide por una edad posttoarcense, pero sin poder señalar su límite superior. Alastrué (1944), apunta incluso que pueda tratarse de erupciones terciarias.

La presencia de las lavas almohadilladas en varios de estos afloramientos prueba el carácter submarino de las erupciones y, a la vez, aporta nuevas precisiones cronológicas. Las observaciones hasta ahora efectuadas permiten precisar que se trata de erupciones ocurridas durante los últimos tiempos del Lias y que quizá se hayan prolongado hasta entrado el Dogger. Sin embargo, no podemos excluir la posibilidad de ensanchar más el lapso de tiempo durante el cual se desarrolló la actividad volcánica, ya que no hemos recorrido todos los afloramientos

existentes en este sector. De todos modos, resulta interesante poder asegurar ya la edad de, por lo menos, una parte de las erupciones.

Para terminar, aún sin desconocer los límites que la prudencia nos impone, creemos interesante presentar aquí dos consideraciones.

En primer lugar, la de la posibilidad de que las ofitas, tan abundantes en el Triásico de facies «germanoandaluza» de este sector sean, en realidad, coetáneas de las rocas doleríticas que son objeto de esta nota. No es nuestro propósito el de plantear aquí de nuevo la controvertida cuestión de la edad de las ofitas. Únicamente haremos notar que en este sector de las Cordilleras Béticas, las diferencias entre unas y otras rocas se atenúan sospechosamente, si se comparan muestras procedentes del interior de los cuerpos eruptivos. Estas diferencias, por lo demás, pueden explicarse perfectamente, dadas las circunstancias diferentes bajo las cuales se debió operar su consolidación, de ser coetáneas sus erupciones respectivas: en el fondo submarino, las doleritas; en el seno de un material sedimentario de características mecánicas y químicas especiales, bajo mayor presión y con enfriamiento lento, las ofitas. No somos los primeros en lanzar esta sugestión, la cual parece indudablemente reforzada por los estudios de Sadran (1958).

En segundo lugar, nos ha llamado poderosamente la atención la coincidencia de las erupciones, en el tiempo y en el espacio, con una notable subsidencia experimentada por la cuenca sedimentaria subbética, en este sector precisamente. Ya Alastrué (1944), señala pertinentemente la enorme potencia que en el mismo alcanza el Toarcense, el cual, por lo demás, conserva y quizá acen-

túa la neta facies pelágica dominante en el Jurásico *s. lat.* subbético. Es seguro que este autor ha atribuido al Toarcense niveles algo más modernos, según van acreditando las faunas fósiles que hemos tenido la suerte de encontrar; pero subsistió el hecho de un importante aumento de potencia que afecta al Lías superior y muy probablemente al Dogger también, en este sector, con respecto a los demás adyacentes, en la misma cordillera. Es interesante notar la coincidencia antes aludida. A nuestro modo de ver, parece indudable una relación causal: las fracturas, que inevitablemente se habrán producido con la progresiva deformación del zócalo siálico de la cuenca sedimentaria en vías de hundimiento, han debido facilitar la ascensión y la erupción de los materiales magmáticos de origen simaico, que han originado las rocas volcánicas observadas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALASTRUÉ, E.: *Bosquejo geológico de las Cordilleras Subbéticas entre Iznacoz y Jaén*. Publ. Instituto «Lucas Mallada», C. S. I. C., 1 vol., 159 páginas, 34 fig., 21 lám., un mapa (1944).
- BERTRAND, M. y KILIAN, W.: *Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Málaga*, «Mém. Ac. Sc. Paris», t. XXX (Mission d'Andalous'e), pp. 378-582, 2 lám. (Se publicó una versión española en el «Bol. Com. Mapa Geol. España», t. XVIII) (1889).
- FALLOT, P.: *Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el río Guadiana Menor*, Publ. Inst. «Lucas Mallada», C. S. I. C., un vol. 719 págs., 284 figs., 11 láminas (1945).
- GONZALO Y TARÍN, J.: *Reseña física y geológica de la provincia de Granada*, «Bol. Com. Mapa Geol. España», t. VIII, pp. 1-99, 35 figuras, una lámina (1881).
- HAUSSMANN, J. F. L.: *Bemerkungen über das Gebirge von Jaen*, «Abh. Königl. Gess. Wiss. Göttingen», I Bd. 1838-1841, pp. 294-304 (1843).
- SADRAN, G.: *Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais*, «Bull. Serv. Carte Géol. Algérie», N. S. núm. 18, 533 páginas, 61 fig., 61 láminas (1958).
- VIENNOT, P.: *Observations géologiques dans la région de Grenade*, «Liv. Jub. Soc. Géol. France», pp. 633-660, 11 fig., 1 lám. (1930).

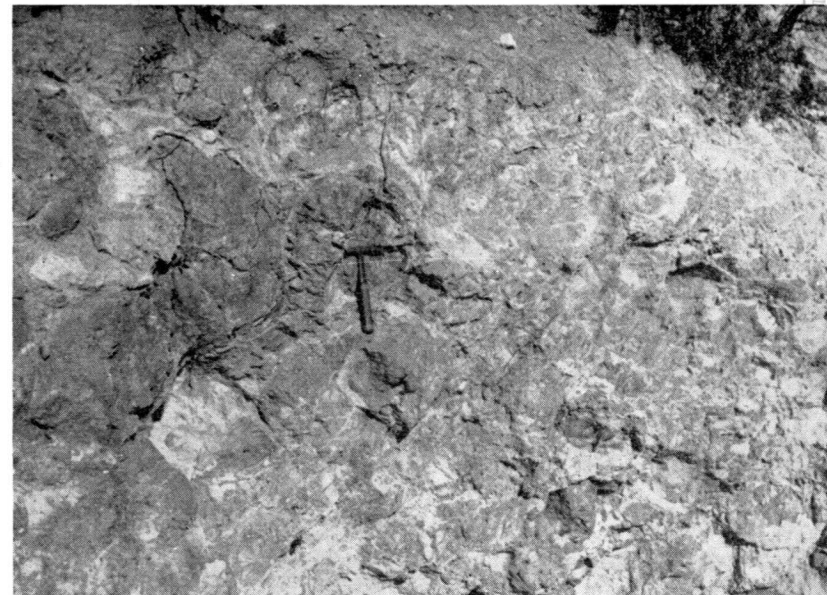


Fig. 1. —Detalle del afloramiento situado junto al km. 382,3 de la carretera de Madrid a Málaga.

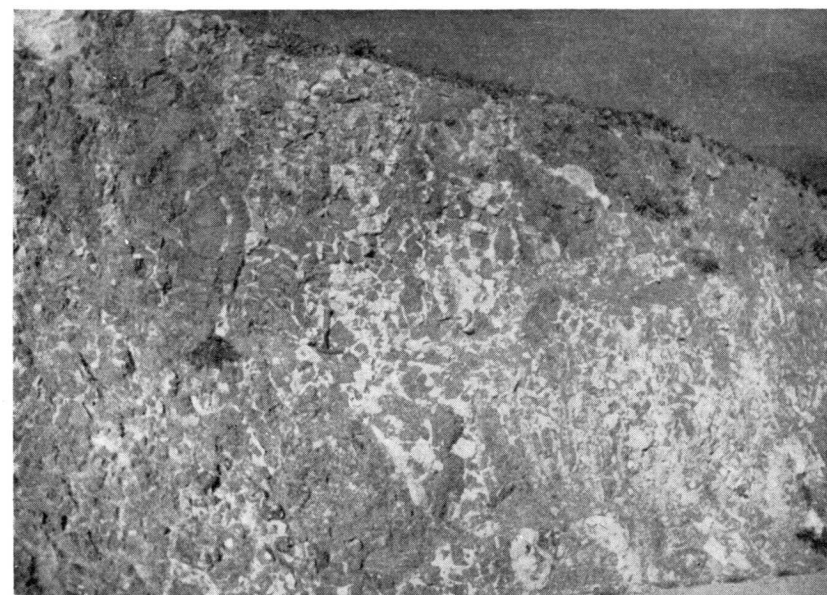


Fig. 2. —Brecha volcánica, cementada por caliza, en el desmorte de la misma carretera, junto al km. 381,2.

MANUEL MARIA DE ALVARADO Y ARILLAGA

FOTOGEOLOGIA

RESUMEN

La realización rápida y barata de medidas con poco error es uno de los objetivos fundamentales de la Fotogeología. La velocidad de este procedimiento y el significado geológico de los datos obtenidos son realmente sorprendentes, comparados con la misma tarea llevada a cabo sobre el terreno. Vamos a explicar aquí la manera de hacer estas medidas y el equipo comúnmente usado.

ABSTRACT

Fast and cheap verification of accurate measurements is one of the fundamental aims of the Photogeology. The speed of this procedure and geologic meaning of the data obtained are really surprising compared with the same job done on the field. Here, we are going to explain the way of doing these measurements and the equipment commonly used.

IV MEDIDAS

La posibilidad de realizar medidas exactas de rumbos, buzamientos, espesores, etc., sobre las fotografías aéreas, infunde a la Fotogeología un vigor extraordinario, haciendo adquirir a esta ciencia una categoría equiparable a la de la Geología de campo. El modelo estereoscópico tiene casi una existencia real, ya que podemos verlo, interpretarlo e incluso medirlo.

Creemos que en general, las medidas verificadas sobre las fotografías tienen mayor valor geológico que las realizadas en el terreno sobre las formaciones, pues

aparte de ser tan exactas como puedan serlo éstas, suelen ser de más significado geológico, ya que al realizarlas fotogeológicamente, tenemos una visión estructural de conjunto y, por tanto, cuando las hicimos es porque importaban para la comprensión de la estructura, de acuerdo con nuestros fines y nuestra escala de trabajo, y tenemos la convicción de que no se trata, como a veces sucede en el campo, de medidas anómalas que después hay que rechazar, correspondientes a una ondulación insignificante o incluso a un bloque no *in situ*.

La verificación de medidas fotogeológicas es completamente diferente, según utilicemos aparatos de proyección doble o estereoscopios sencillos. Con los primeros la operación es simple e inmediata. Según se puede deducir de lo que decíamos en el capítulo III respecto al principio de los anaglifos, para hallar la diferencia de altura entre dos puntos, bastará mover la pequeña plataforma circular blanca hasta que el punto luminoso se pose en el terreno en el punto más alto; a continuación hacemos lo mismo en el punto más bajo y restamos lecturas teniendo en cuenta la escala. Para medir distancias horizontales no hay más que tener en cuenta la escala. Pudiendo calcular distancias horizontales y verticales, cada punto del modelo estereoscópico queda definido por sus tres coordenadas y, en consecuencia, se pueden llevar a cabo toda clase de medidas, como espesores, buzamientos, etc.; no obstante, existen algunos dispositivos para medir buzamientos directamente, como son unas plataformas circulares exactamente iguales a la que aparece en la figura 16, pero susceptibles de inclinarse girando a rededor de un eje horizontal, hasta hacer que el plano formado por una serie de signos de referencia dibujados sobre la

plataforma coincida con el plano de la capa, en cuyo momento leemos el buzamiento directamente.

Cuando en vez de utilizar anaglifos usamos estereoscopios, el problema de las medidas se complica notablemente, y a él vamos a dedicar las siguientes páginas.

Dada la gran cantidad de factores de perturbación que, según veíamos en el capítulo II, afectan al modelo estereoscópico visto a través de un estereoscopio, se comprende que haya que realizar las medidas con gran cuidado y que nuestro propósito sea librarnos de ellos.

Tengamos nuevamente a la vista la figura 1 del capítulo II.

En primer lugar, vamos a calcular la altura Δh de un poste uL ; luego calcularemos la altura de otro poste $u'L$ cuya base esté a la misma cota que la del poste anterior, y restando ambas alturas obtendremos la diferencia de cotas entre dos puntos cualesquiera u' y u .

Proyectando los postes sobre el plano definido por las rectas verticales O_1C_1 y O_2C_2 , dichos postes se proyectarán en su verdadera magnitud, de manera que nos basta hallar la diferencia de sus proyecciones.

Llamando Fl a la distancia focal de la cámara, podemos partir de la siguiente identidad:

$$Fl \cdot m + Fl \cdot u = Fl \cdot m' + Fl \cdot u', \quad (1)$$

ahora bien, los triángulos O_1, ll, lu y O_1, l', lu' son semejantes, de modo que

$$Fl \cdot m = H' \cdot ll'u \quad (a).$$

Los triángulos O_2, rr, rl y O_2, S, L , también son semejantes, así que

$$Fl \cdot u = H' \cdot rur'l \quad (b).$$

Sustituyendo (a) y (b) en [1]:

$$F l \cdot m = F l \cdot u + H' \cdot H l u + H' \cdot r u r l \quad [2]$$

Los triángulos $O_1, C_1, l u$ y u, L, R , también son semejantes, luego

$$F l \cdot m = \Delta h \cdot c_1 l u \quad (c)$$

y los triángulos $O_2, r u, C_2$ y u, S, L , también semejantes, dan lugar a

$$F l \cdot u = \Delta h \cdot c_2 r u \quad (d)$$

Sustituyendo (c) y (d) en [2]:

$$\begin{aligned} \Delta h \cdot c_1 l u + \Delta h \cdot c_2 r u &= H' \cdot H l u + H' \cdot r u r l \\ \Delta h (c_1 l u + c_2 r u) &= H' (H l u + r u r l) \end{aligned}$$

pero

$$H l u + r u r l = \Delta p$$

diferencia de paralajes entre los puntos u y L , luego

$$\frac{\Delta h}{\Delta p} = \frac{H'}{c_1 l u + c_2 r u}$$

ahora bien,

$$c_1 l u = c_1 H' \cdot H l u \quad \text{y} \quad c_2 r u = c_2 r l \cdot r l r u$$

por tanto, sustituyendo queda

$$\frac{\Delta h}{\Delta p} = \frac{H'}{c_1 H' + c_2 r l + \Delta p} \quad \frac{\Delta h}{\Delta p} = \frac{H'}{c_1 c_2 + H r l + \Delta p}$$

Pero $c_1 c_2 = H r l =$ paralaje del punto $L =$ base fotográfica ajustada para el punto $L = a b$; por tanto,

$$\Delta h = \frac{H'}{(a b) + \Delta p} \Delta p \quad (M)$$

Para otro nuevo poste, cuyo punto más alto fuese u' y cuya base estuviese a la misma cota que L , tendríamos:

$$\Delta' h = \frac{H'}{(a b)' + \Delta' p} \Delta' p$$

Restando ésta de (M), para encontrar la nueva Δh diferencia de elevación entre u y u' , tenemos:

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{H'}{(a b) + \Delta p} \Delta p - \frac{H'}{(a b)' + \Delta' p} \Delta' p \\ \Delta h &= H' \left[\frac{A - B}{c_1 c_2 + B} - \frac{A' - B'}{c_1' c_2' + B'} \right] \end{aligned}$$

Es muy fácil demostrar que $A = A'$, así que operando y reduciendo en la fórmula anterior, resulta:

$$\Delta h = H' \frac{(A - c_1 c_2)(B - B')}{(c_1 c_2 + B)(c_1' c_2' + B')}$$

y como

$$c_1 c_2 + A = \frac{F l}{H'}$$

queda

$$\Delta h = \frac{F l \cdot c_1' c_2' (B - B')}{(c_1 c_2 + B)(c_1' c_2' + B')}$$

El haber cambiado el signo no nos importe, pues vamos persiguiendo un valor absoluto. Ahora

$$\frac{F'}{H} = \frac{c_1 c_2 - B}{c_1 c_2},$$

de modo que

$$\Delta h = H \frac{B - B'}{c_1 c_2 - B'}.$$

De acuerdo con la última línea de la figura 1, $\overline{C_1 C_2} - B'$ es el paralaje P_2 del punto u' o la base fotográfica ajustada al punto u' , y $B - B' = P_1 - P_2 = \Delta p =$ diferencia de paralajes entre u y u' , así que sustituyendo

$$\Delta h = H \frac{\Delta p}{P_2} = H \frac{\Delta p}{P_1 + \Delta p}; \quad \Delta h = H \frac{\Delta p}{ab + \Delta p} \quad (A)$$

que es la fórmula generalmente utilizada para obtener la diferencia de altitud entre dos puntos, y en la cual H es la altura de la cámara sobre el punto más bajo, Δp la diferencia de paralaje entre los dos puntos y ab el paralaje del punto más bajo o la base fotográfica ajustada a ese punto.

Si H no es un dato, puede ser calculada si conocemos la distancia focal de la cámara empleada y la escala de la fotografía en las proximidades del punto más bajo, pues ya hemos dicho que en una fotografía existe infinito número de escalas.

Para medir ab y Δp , las fotografías deben ser colocadas reproduciendo la misma orientación relativa que tenían durante el vuelo, es decir, con sus centros y los centros transferidos sobre una misma recta y deben estar situadas debajo de un estereoscopio a una distancia de visión confortable. ab puede medirse con una regla co-

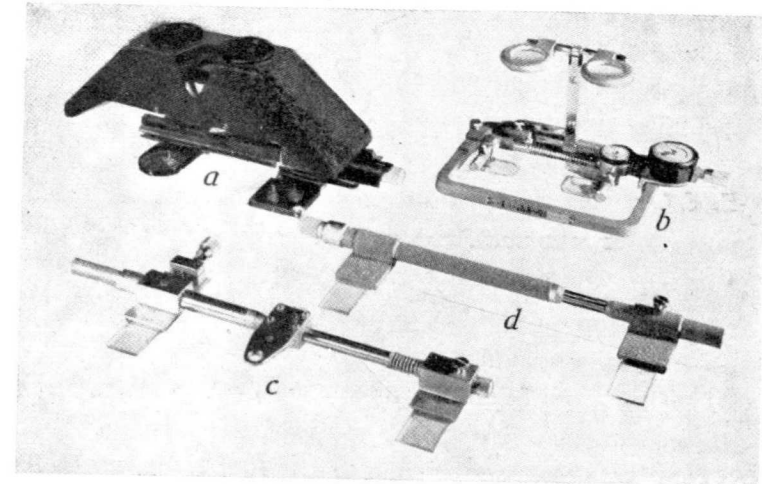


Fig. 19.

riente sin necesidad de emplear visión estereoscópica, restando de la distancia entre los centros de las fotografías la que hay entre las dos imágenes del punto más bajo; en cambio, como la influencia de Δp en la fórmula (A) es de un orden superior, este valor de Δp ha de ser medido con gran cuidado.

Δp es la diferencia existente entre la distancia que separa a las dos imágenes del punto más bajo menos la distancia que separa a las dos imágenes del punto más alto, y estas distancias se aprecian estereoscópicamente con un instrumento llamado estereómetro (c y d de la figura 19), denominado en inglés «stereometer o parallax bar», que en realidad no es más que una barra metálica cilíndrica compuesta de dos cuerpos, uno de los cuales se mete dentro del otro de modo que puede alargarse a voluntad, estando dicho movimiento regulado por un tornillo micrométrico capaz de apreciar desplazamientos de una centésima de milímetro. En los dos extremos de la barra hay dos piezas rectangulares de material transparente con unos signos de referencia, y como cada una de estas piezas está en cada uno de los cuerpos que forman la barra, pueden acercarse o alejarse moviendo el tornillo micrométrico.

Para medir la distancia entre las dos imágenes de un punto, es conveniente colocar las dos fotografías del par en una carpeta especial con dos cuerpos giratorios, de muy fácil construcción en cuero o cartón y que nos ayude a mantener dichas fotos en una posición fija con los centros, y los centros transferidos alineados. A continuación situamos el estereómetro de forma que dos signos iguales (en cada pieza hay varios para elegir) de las piezas de plástico coincidan exactamente uno con cada una de las imágenes del punto. Este ajuste se hace estereoscópicamente, logrando que

el signo de referencia, un punto, un circulito, una cruz, etcétera, se pose sobre el terreno en el punto en cuestión. Al principio, los errores cometidos en la operación son grandes, pero con práctica llegamos a observar perfectamente cómo con pequeños movimientos del tornillo micrométrico, la marca se hunde en el terreno o flota sobre él, y sólo hay un momento en el que coincide con la superficie. Teniendo cierta experiencia, es posible repetir varias veces la misma medida con diferencias menores de $\frac{2}{100}$ mm.

Como las facultades físicas del observador se ponen a prueba en este ejercicio, es necesario disponer de muy buena iluminación, espejos y lentes muy limpios, binoculares de amplificación, etc. Personalmente, creo que el estereoscopio O'd Delft es cómodo y apropiado para este proceso.

La fórmula (A), que da la diferencia de altitud entre dos puntos, es a veces abreviada, utilizándose la siguiente: $\Delta h = \frac{H}{b} \Delta p$, en la cual b es la media aritmética de las bases fotográficas, es decir, de las distancias entre los centros y los centros conjugados en las dos fotografías. En zonas de relieve acusado esta fórmula es generalmente inaplicable.

La verificación de medidas verticales en las fotografías no es más que un paso; para llegar a determinar el buzamiento de una capa o el espesor de una formación, es imprescindible saber hacer medidas horizontales.

Aunque en el capítulo II, al hablar de los factores que afectan al modelo estereoscópico, ya dijimos algo del desplazamiento por relieve, vamos ahora a insistir un poco sobre él, porque es el perturbador, por excelencia, de las medidas horizontales.

Consideremos la figura 20, en la cual $A_1 A_2$ es una banderola vertical situada sobre el terreno, y tomemos como cota de referencia la de C, punto central de la fotografía; O es, como siempre, la posición de la cámara.

En un mapa, la representación planimétrica de los puntos A_1 , A y A_2 debería ser la misma; en cambio, en la fotografía, en virtud del desplazamiento radial no ocurre así, ya que quedan representados por los puntos A'_1 , A' y A'_2 , respectivamente. Por tanto, la imagen de un punto aparecerá en la fotografía en su posición ortográfica correcta únicamente cuando su cota

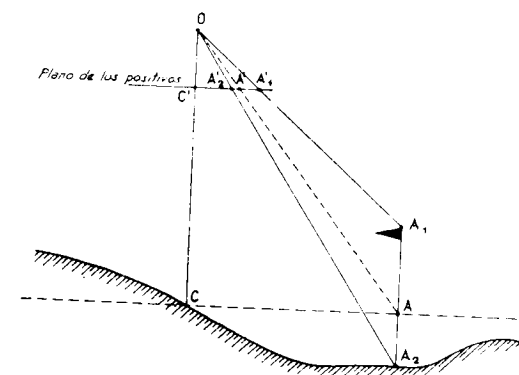


Fig. 20.

sea la misma que la del punto central de dicha fotografía; cuando su cota sea menor, la imagen quedará desplazada hacia el centro, y cuando sea mayor, quedará desplazada en sentido opuesto. La magnitud del desplazamiento por relieve que sufre la imagen de un punto es directamente proporcional a las distancias horizontal y vertical entre dicho punto y el central de la fotografía, e inversamente proporcional a la altura de la cámara sobre este punto central.

Generalmente, al realizar medidas fotogeológicas se desprecian los efectos del desplazamiento por relieve; es, pues, importante conocerlos bien para procurar minimizarlos lo más posible, para lo cual tendremos muy presente la dicho en el párrafo anterior, que se traduce en las siguientes consecuencias:

1.º Los puntos entre los cuales vamos a medir la distancia horizontal, deberán estar lo más cerca posible del centro de la fotografía.

2.º La diferencia de altitudes entre ambos puntos será lo menor posible.

3.º Los dos puntos deben ser tan equidistantes como se pueda del centro de la fotografía, para que los errores introducidos por el desplazamiento por relieve se compensen.

La realización de medidas horizontales exactas es, desde luego, factible, aunque en la práctica no se suelen llevar a cabo. William R. Hemphill da a conocer un método gráfico para lograrlas en el «Geological Survey Bulletin» 1043-C. El procedimiento está basado en el hecho de que el error introducido por el desplazamiento por relieve en la posición de un punto es una longitud en la dirección del radio que pasa por ese punto, de modo que la posición correcta del punto debe estar en la línea que lo une con el centro de la fotografía. También debe tenerse en cuenta que sólo las distancias entre dos puntos situados a la misma cota, aparecen iguales en las dos fotografías.

Consideremos la figura 21, en cuya parte izquierda están representadas las dos fotografías de un par estereoscópico con sus centros C_1 y C_2 y centros conjugados C'_1 y C'_2 alineados. Sean A_1 y A_2 las dos imágenes de un punto alto sobre cada una de las fotografías, respectivamente, y B_1 y B_2 las dos imágenes de un punto

bajo. Vamos a medir la verdadera distancia horizontal entre ambos puntos. Calcaremos en un papel transparente la posición de los puntos A_1 , B_1 , C_1 y C'_2 para poderla superponer sobre la fotografía de la derecha. Trasladamos la fotografía izquierda hacia la derecha con un movimiento paralelo a la línea $C_1 C_2$ hasta que el punto B_1 coincida con el B_2 , y entonces tenemos la situación reflejada en la parte derecha de la figura 21, en la cual B es el punto de superposición de B_1 y B_2 , y AB la verdadera distancia horizontal que íbamos buscando.

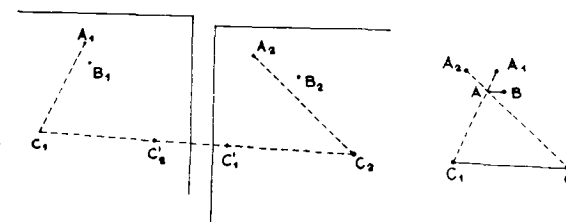


Fig. 21.

En efecto, tomando como cota de referencia la que tiene el punto B sobre el terreno, la posición planimétrica correcta del punto A de su misma cota vendrá definida por las siguientes consideraciones, según explicábamos anteriormente. En la fotografía de la izquierda el punto A deberá hallarse en algún lugar de la recta $C_1 A_1$; en la fotografía de la derecha se encontrará sobre la recta $C_2 A_2$, y, por último, en ambas fotografías las distancias AB_1 y AB_2 deberán ser iguales, así que la construcción gráfica realizada es necesaria y suficiente para cumplir estos requisitos, y AB es la magnitud buscada.

Sabiendo ya medir distancias horizontales y verticales, es evidente que el cálculo de buzamientos, espeso-

res, etc., queda resuelto. Para hallar, por ejemplo, el buzamiento de una capa, elegiremos con el estereómetro dos puntos sobre esa capa, que tengan la misma altura, y así la línea que los una nos definirá el rumbo. A continuación, y sobre una recta perpendicular a ésta, tomaremos dos puntos cualesquiera. El cociente entre su distancia vertical y su distancia horizontal nos dará la tangente del ángulo de buzamiento. Teniendo experiencia y despreciando el desplazamiento por relieve en las medidas horizontales, que es lo normal, se puede hallar el buzamiento de un estrato con error menor de

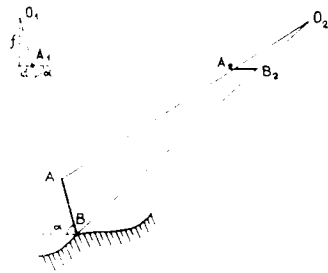


Fig. 22.

1° en menos de cinco minutos. Para obtener buzamientos no es preciso conocer la escala de la fotografía, sino solamente la distancia focal de la cámara, porque si en la fórmula que da la diferencia de alturas sustituimos H por su valor $\frac{F}{s}$, siendo F la distancia focal y s la escala, dicha escala, al entrar en el numerador y en el denominador de la fórmula de la tangente del ángulo de buzamiento, se eliminaría.

Cuando estudiamos capas muy inclinadas, puede presentarse alguna dificultad para hallar su buzamiento, como es el caso de la figura 22, en la cual el poste AB representa la línea de máxima pendiente de un estrato de buzamiento α , y O_1 y O_2 son las dos posiciones de la

cámara al tomar las fotografías del par. Ocurre aquí que en la fotografía izquierda la línea AB queda representada sólo por un punto A_1 (si consideramos la capa completa, la representación sería una línea recta), y en estas condiciones no es posible seguir la marcha normal que indicábamos para calcular el buzamiento.

La estimación aproximada de la inclinación del estrato resulta muy difícil en estas condiciones, porque, como puede observarse en la figura 23, en la que se indica lo que sucede cuando miramos las dos imágenes A_1 y $A_2 B_2$ con un estereoscopio de bolsillo, por ejemplo, y

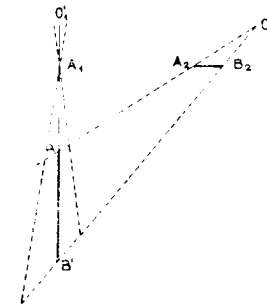


Fig. 23.

los ojos situados en O_1 y O_2 , resulta que cualquier pequeño cambio en la posición del ojo izquierdo provoca un cambio muy importante en el buzamiento aparente de la capa, no sabiendo el observador a qué atenerse.

No obstante, todo ello queda solucionado considerando que $\text{tg } \alpha = \frac{f}{a}$; no hay, pues, más que dividir la distancia focal de la cámara por la distancia de A_1 al centro de la fotografía.

Siempre que las capas afloren lo suficiente, y sabiendo calcular distancias verticales y horizontales, cualquier problema de medidas es factible. Lahee, en su libro «Geología de campo», describe un bonito método gráfico para

obtener el buzamiento de una capa de la cual se conoce únicamente la posición de las proyecciones horizontales de tres puntos y sus alturas. Es fácil de demostrar.

También es muy fácil probar que la potencia «*d*» de una capa de la cual conocemos su buzamiento y dos puntos en el mismo plano vertical, normal al rumbo, uno en el techo y otro en el muro, es:

$$d = b \operatorname{sen} \alpha \pm \Delta h \cos \alpha,$$

siendo α el buzamiento, b la distancia horizontal entre los dos puntos y Δh la diferencia de sus cotas.

Al principiante le ocurre con el uso del estereómetro algo análogo a lo que le sucedió anteriormente cuando miró por vez primera un par de fotografías; mientras otros hacen medidas con un error de $\frac{1}{100}$ mm., él ni siquiera es capaz de ver subir o bajar la marca de referencia, ni hundirse en el terreno, ni flotar en el aire; pero, al igual que entonces, repetimos que no se descorazone; el acostumbrarse a ello es un proceso rápido, a lo sumo de algunos días. Tampoco en este caso se requieren facultades físicas extraordinarias.

Dos observadores con experiencia, pero con distintas características visuales, pueden obtener, al usar el estereómetro, lecturas diferentes entre las dos imágenes de un mismo punto. No importa; la diferencia de alturas que obtengan será la misma.

Además de los estereómetros hay gran cantidad de pequeños instrumentos para realizar medidas más o menos rápidamente y con mayor o menor exactitud; no vamos a describirlos con detalle, porque sería muy largo y no aportaríamos ninguna idea nueva. Citaremos algunos como muestra.

En la figura 19, «*a*» es un estereocomparágrafo y «*b*» un medidor de alturas con dial de lecturas.

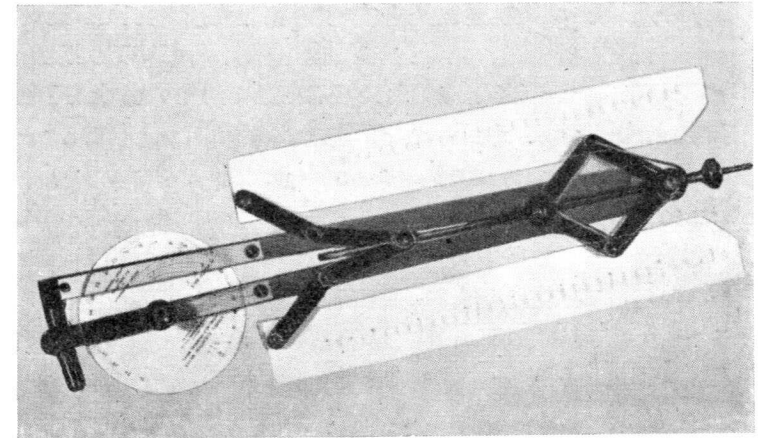


Fig. 24.

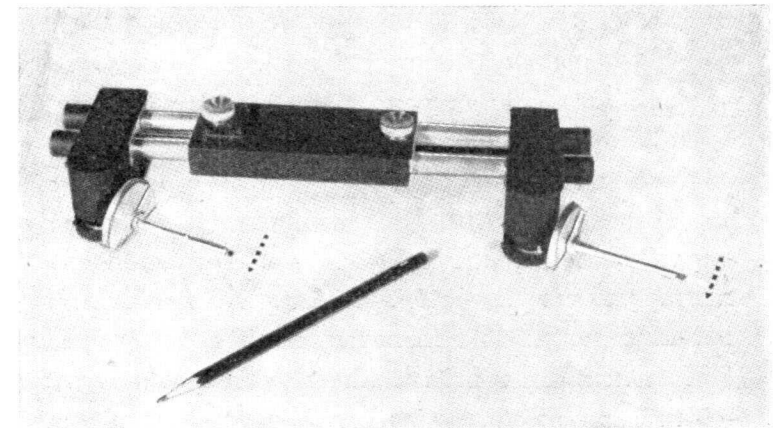


Fig. 25.

En la figura 24 tenemos la escalera de paralajes (Stereo Elevation Meter or Parallax Ladder), en la cual, entrando con la altura de vuelo y la distancia focal, el instrumento da directamente la altura de los puntos. El aspecto del aparato es el de un compás y su tamaño semejante, cuando se usa con estereoscopios de bolsillo. Cuando se emplean estereoscopios de espejos, existen otros modelos mayores.

El comparador de pendientes (Stereo Slope Comparator or Super Duper Dipper) (fig. 25), consta de dos blancos iguales capaces de moverse en el espacio, que hay que superponer estereoscópicamente con la pendiente que estamos considerando, obteniendo así un buzamiento ficticio; luego, por medio de unas tablas que requieren el conocimiento de la base fotográfica, de la distancia focal y de la separación de las fotografías, se consigue el buzamiento verdadero.

Para lograr un plano horizontal flotante en el espacio y comparar puntos de la misma altura, existe un dispositivo que pudiéramos llamar malla flotante (Stereo Grid or Flying Carpet), que es un conjunto de dos placas de vidrio de tamaño análogo al de las fotos y que se superponen sobre ellas. Estas placas transparentes llevan dibujado un reticulado de rayas paralelas y perpendiculares igualmente espaciadas y van montadas en un armazón provisto de unos tornillos que pueden mover a cada una de las placas en dos direcciones perpendiculares.

Finalmente, citaremos el isopachómetro (Isopachometer), esquematizado en la figura 26. Es un instrumento semejante al estereómetro. Consta de dos círculos, O y O_1 , y sobre cada uno de ellos tiene una serie de marcas A y A_1 igualmente espaciadas. Hay dos tornillos A y B para dos movimientos diferentes, uno para

separar los círculos y otro para que ambos giren el mismo ángulo alrededor de O y O_1 en la dirección de las flechas. Si fusionamos estereoscópicamente las imágenes de las líneas definidas por las marcas y dichas marcas tienen la posición que se observa en la figura 26, veremos una línea horizontal, pero si giramos los círculos conservando visión en relieve, observaremos cómo el extremo MM_1 de la línea sube y baja, mientras que el otro extremo OO_1 permanece quieto. Si desplazamos el aparato por el modelo, podemos dibujar curvas de nivel a diferentes alturas, según la marca que consideremos.

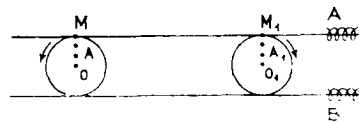


Fig. 26.

Las innovaciones en estos aparatos y los diseños de nuevos modelos son constantes, de manera que los que acabamos de nombrar probablemente serán anticuados dentro de muy poco tiempo y no merecerán más consideración.

Cada uno de estos instrumentos adquiere verdadera eficacia cuando el fotogeólogo tiene experiencia en su manejo, y es también sorprendente lo que mejora con la práctica la capacidad de visión estereoscópica y la finura de observación. El ojo del observador debe llegar a ser capaz de ver pequeñísimas diferencias de elevación en el modelo tridimensional del terreno y la mano debe poder trazar finas líneas de acuerdo con las observaciones. Es preciso también saber visualizar planos, ya horizontales o inclinados y sus intersecciones con la superficie topográfica aparente. Una aptitud importante que

es necesario conseguir, es la de determinar rápida y seguramente la verdadera horizontalidad, en contraste con la aparente, y sin ningún control, y otra habilidad que también es conveniente adquirir es la de dibujar, con rapidez, seguridad y sin control, líneas de nivel de un intervalo dado.

Las compañías de petróleo, en sus investigaciones estructurales rápidas en busca de estructuras almacenadoras importantes, no suelen hacer medidas fotogeológicas de buzamientos, sino que se contentan con estimar dichos buzamientos, dividiéndolos en varios grupos, según los grados de pendiente, por ejemplo en seis cuyos lí-

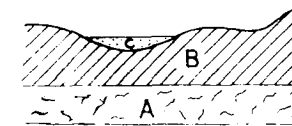


Fig. 27.

mites sean 1° — 3° — 10° — 25° — 45° y dando a cada grupo un signo distinto. Esto, desde luego, ahorra mucho tiempo, y nada tenemos que objetar cuando la índole de la investigación lo justifique, aunque, claro está, el trabajo resulta menos exacto y pueden surgir dificultades cuando algún buzamiento se encuentra en la frontera que separa dos grupos.

La utilidad de lo dicho hasta aquí habrá penetrado ya en el espíritu del lector, pero aún hay algún aspecto más sobre el que vale la pena insistir. La importancia de los mapas de líneas isopacas que reflejan la topografía del subsuelo es bien conocida por cualquier geólogo, pero la rapidez con que pueden conseguirse estos mapas en sitios donde haya buenos afloramientos, con las fotografías aéreas quizá no lo sean tanto. Citando un caso

real (fig. 27), se trataba de tres formaciones A, B y C. En tiempos geológicos pasados sobre la superficie de erosión de la formación B, se estableció una red de drenaje en cuyos cauces se depositó la formación C conteniendo uranio. La realización por procedimiento fotogeológicos de un mapa de líneas isopacas en el que quedaban claramente reflejados los lugares en donde la formación B tenía espesor mínimo, fue un éxito. Evidentemente, con datos de campo se puede obtener un mapa análogo, pero muchas veces el precio y la lentitud de la investigación son prohibitivos.

La superioridad de los anaglifos sobre los estereoscopios simples, que se manifiesta en todos los aspectos, alcanza su cumbre cuando se trata de hacer un número considerable de medidas o de cortes geológicos.

M. CRUSAFONT PAIRO y J. TRUYOLS SANTONJA

SOBRE LA CARACTERIZACION DEL VALLESIENSE

RESUMEN

Se define en este trabajo el Vallesiense como división estratigráfica del Mioceno superior en la sucesión continental del Vallés-Penedés. Se enumera su fauna de mamíferos fósiles, se estudia el carácter de la misma en relación con la fauna del Vindoboniense y con la del Pontiense superior, y se propone finalmente el yacimiento de Can Ponsich (Sant Quirze) como localidad típica. La complejidad de la fauna europea con *Hipparion* sugiere a los autores la posibilidad de introducir la división propuesta en el cuadro estratigráfico de Europa occidental.

RÉSUMÉ

La note présente sert à établir la définition du Vallésien comme division stratigraphique du Miocène supérieur dans la série continentale du Vallés-Penedés, en Catalogne. D'après une énumération des éléments de sa faune de mammifères fossiles, on étudie son caractère en relation avec celle du Vindobonien et du Pontien supérieur et on propose finalement le gisement de Can Ponsich (Sant Quirze) comme localité typique. La complexité de la faune européenne avec *Hipparion* suggère aux auteurs de la note la possibilité d'introduire la division proposée dans le cadre stratigraphique de l'Europe occidentale.

SUMMARY

The term Vallesian like a stratigraphic unit in the square of the Upper Miocene is discussed. Their mammalian fauna is enumerated and their character is compared with those of the Vindobonian and Pontian faunas. There is proposed Can Ponsich (Sant Quirze) like typical locality. The complexity of the european fauna with *Hipparion* suggest to the authors the possibility of introducing this unit in the stratigraphic system of Western Europe.

INTRODUCCIÓN

La excepcional importancia estratigráfica de la cuenca terciaria del Vallés-Penedés (Cataluña, España), reside en la existencia de un conjunto sedimentario de naturaleza continental, que abarca entera la serie miocénica y posee abundante representación faunística (mamíferos fósiles), prácticamente en todos los tramos de la sucesión. En el coloquio sobre el Mioceno francés, celebrado en Aix-Marsella, durante la primavera de 1958, fueron puestas de relieve las excepcionales circunstancias estratigráficas que confieren a la pequeña cuenca española un valor paradigmático en el estudio de las series sedimentarias del Neógeno de Europa occidental.

El hecho más sobresaliente y excepcional de carácter paleontológico que se muestra en la serie miocénica del Vallés-Penedés, lo constituye la existencia de dos faunas pontienses sucesivas de distinto carácter y significación. Por encima de los tramos que contienen el conjunto faunístico vindoboniense (el «tortoniense» tipo La Grive o Neudorf), aparece un paquete sedimentario, en el que concurren las primeras avanzadas de la denominada «fauna de *Hipparion*», asociadas a elementos de carácter arcaico. A este conjunto se superponen niveles que contienen elementos faunísticos también con *Hipparion*, pero de carácter netamente distinto. Si los representantes de la sección inferior manifiestan globalmente un carácter forestado, es decir, corresponden al llamado tipo Epelsheim, los de la parte superior son propios de un ámbito estepario o de sabana, es decir, pertenecen al tipo Pikermi.

Una tal superposición de faunas nos ilustra sobre determinados cambios climáticos o paleobiológicos aca-

cidos en este sector del Mediterráneo occidental, que pasó durante el Pontiense del ámbito continental, húmedo y boscoso, a un dominio subtropical, seco y estepario. Este hecho diferencial, unido a la existencia de fenómenos de supervivencia biológica, de autoctonías y de aparición de formas nuevas, determina la conveniencia de dividir el Pontiense del Vallés-Penedés en dos secciones con valor estratigráfico. De este modo, fueron creados el Vallesiense y el Pikermiense, para designar las subdivisiones estratigráficas, definidas bajo criterio paleontológico, en que queda integrado el complejo del Mioceno superior para la cuenca del Vallés-Penedés.

Ante los problemas de correlación estratigráfica y de concepto que plantea el Pontiense en todo el ámbito mediterráneo, y visto el interés que en el coloquio de Aix se suscitó por la sucesión del Vallés-Penedés, particularmente por lo que hace referencia a la existencia de dos faunas pontienses distintas en clara superposición, hemos creído oportuno insistir sobre las características propias del Vallesiense e indicar, de paso, los elementos necesarios que permitan establecer netamente el «status» legal que pueda darse a esta subdivisión en el marco de la sucesión del Vallés-Penedés.

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

El nombre de Vallesiense como término de expresión estratigráfica apareció por primera vez en una comunicación presentada por uno de nosotros (Crusafont), en el Congreso Geológico Internacional de Londres en 1948. Se enunció en aquella ocasión como equivalente del término Meótico, empleado desde poco antes, para designar los tramos inferiores del Pontiense del Vallés-Penedés: el nombre de Meótico, dada su procedencia del léxico es-

tratigráfico del Mediterráneo oriental, podía suscitar equívocos, y por ello se introdujo el de Vallesiense, que alude al de la cuenca donde fué caracterizado. Sin embargo, solamente desde 1952 —a partir del I Cursillo Internacional de Paleontología de Sabadell, donde se discutió por parte de los asistentes a esta reunión— ha venido siendo utilizado sistemáticamente el término Vallesiense, y aceptado de manera expresa o tácita por numerosos geólogos y paleontólogos especializados en cuestiones referidas al Terciario.

Damos el nombre de Vallesiense a la subdivisión estratigráfica, caracterizada paleontológicamente en el Vallés-Penedés, y comprendida entre el horizonte fosilífero correspondiente a La Grive o a Neudorf —Tortonense— y el de Pikermi—Pontiense superior— con los que se halla en continuidad estratigráfica. Estos horizontes limitantes están representados en la cuenca del Vallés-Penedés por localidades conocidas en la literatura geológica desde hace algunos años y bien situadas en la sucesión sedimentaria: el nivel de La Grive se halla representado por el yacimiento de Sant Quirze (trinchera del ferrocarril), en el Vallés, y por el llamado «yacimiento» de Hostalets de Piérola (niveles bajos), en el Penedés; el de Pikermi, por el yacimiento de Piera, en el Penedés. El paquete sedimentario correspondiente al Vallesiense comprende unos 350 metros de espesor máximo y está constituido por materiales detríticos gruesos, entre los cuales alternan lechos de arenas, margas y arcillas, que siempre suelen presentar restos fósiles de mamíferos. El conjunto atribuido a esta edad representa algo más de una tercera parte de la formación total.

Por no existir apenas diferenciación litológica apreciable entre los tramos continentales del Vallés-Penedés situados por encima de las capas marinas más recientes

—que en esta cuenca son netamente inferiores al nivel de las asociaciones de Sant Quirze y Hostalets—, la separación Vindoboniense-Vallesiense-Pikermiense se ha realizado atendiendo al criterio faunístico. Se han propuesto por ello como vallesienses «dos niveles miocénicos inmediatamente infrayacentes a aquellos en los que aparece la fauna reconocida como típica del Pontiense s. str. o Pikermiense, y en los que aparece un *Hipparion* estructuralmente arcaico (*H. catalaunicum*, Pirlot), asociado a otras formas pontienses, superponiéndose a un fondo faunístico residual del Vindoboniense superior». Así definido, el comienzo del Vallesiense corresponde al momento de la primera aparición de *Hipparion* y su fauna acompañante, constituida por elementos orientales (del Sarmatiense ruso) y centroeuropeos; estos últimos, más abundantes, dan a la fauna un marcado aire forestado. Tales elementos se superponen a un substrato faunístico vindoboniense, que sobrevive a la gradual inmigración de los nuevos elementos. Aparte una cierta proporción de formas autóctonas —siguiendo una constante biológica manifestada en la Península Ibérica desde el Luteciense por lo menos—, no existen realmente formas propias para el Vallesiense, puesto que si unas representan el residuo vindoboniense, otras corresponden a las habituales del Pontiense forestado de Europa media y algunas, escasas, al Pontiense estepario del SE., las cuales toman un incremento decisivo y constituyen los elementos típicos de la fauna al iniciarse el Pikermiense. La aparición brusca de la biota tipo Pikermi es precisamente el hecho que determina el final de nuestro período.

La lista total de formas obtenidas hasta el presente en los tramos vallesienses, es la siguiente:

INSECTÍVORA.

<i>Galeris exilis</i> , Blain.	++
<i>Pseudogalerix stehlini</i> , Gaill.	++
<i>Lantanotherium sanmigueli</i> , Vill et Crus.	+
? <i>Palerimaccus intermedius</i> , Gaill.	+
<i>Palerimaccus (Postpalerimaccus) vireti</i> , Vill. et Crus.	++
<i>Plesiodymylus chantrei</i> , Gaill.	++
<i>Sorex grievensis</i> , Dep., var.	+
<i>Heterosorex sansaniensis</i> , Lartet.	++
<i>Talpa vallesensis</i> , Vill. et Crus.	+

CARNÍVORA.

<i>Indarctos vireti</i> , Vill. et Crus.	++
<i>Ursavus primaevus</i> , Gaill.	+
<i>Ursavus brevirohinus</i> (Hofmann).	+
<i>Metarctos batalleri</i> , Viret.	+
Anficiónido, nueva especie.	+
<i>Mustela delphinensis</i> , Dep.	+
<i>Martes munki</i> , Roger.	+
<i>Promephitis nova</i> sp.	+
<i>Plesiogulo nova</i> sp.	+
<i>Limnonyx sinerizi</i> , Crus.	+
<i>Paralutra</i> , sp.	+
<i>Plesiomeles cajali</i> , Crus. et Viret.	+
<i>Progenetta</i> cf. <i>crassa</i> , Dep.	+
<i>Semigenetta mutata</i> , Filhol.	+
<i>Ictitherium montadai vallesensis</i> Crus.	+
<i>Ictitherium orbigny</i> , Gaudry.	+

<i>Ictitherium robustum</i> , Gaudry.	+
<i>Ictitherium hipparionum</i> , Gaudry.	+
<i>Hyacinctis almerai</i> , Vill. et Crus.	+
<i>Crocota eximia</i> (Roth et Wagner).	+
<i>Pseudaelurus tornauensis</i> , Hoern.	+
<i>Felis antediluviana</i> , Kaup.	+
<i>Machairodus aphanistus</i> , Kaup.	+

RODENTIA.

<i>Sciurus</i> cf. <i>spermophilinus</i> , Dep.	++
<i>Sciuropterus</i> , sp.	+
<i>Xerus grievensis</i> , Major.	++
<i>Cricetodon sansaniensis</i> , Lartet.	+++
<i>Cricetodon deccedens</i> , Schaub.	+++
<i>Cricetodon montis-rotundi</i> Schaub.	+
<i>Cricetodon affine</i> , Schaub.	+
<i>Cricetodon larteti</i> , Schaub.	+
<i>Cricetodon helveticus</i> , Schaub.	+
<i>Cricetodon breve</i> , Schaub.	+
<i>Cricetodon</i> cf. <i>ibericus</i> , Schaub.	+++
<i>Dryomys hamadryas</i> , Major.	+
<i>Progonomys cathalai</i> , Schaub.	+
<i>Monosaulax minutus</i> , Meyer.	++
<i>Stencofiber jaegeri</i> , Kaup.	++

LAGOMORPHA.

<i>Prolagus oenningensis</i> Meyer	++++
<i>Titanomys fontannes</i> , Dep.	++
<i>Lepus</i> , sp.	+

ARTIODACTYLA

<i>?Conohyus simorreense</i> (Lartet).	+
<i>Taucanamo pygmaeus</i> , Dep.	++
<i>Taucanamo</i> cf. <i>sansaniensis</i> (Lartet).	+
<i>?Postpotamochoerus</i> , sp.	+
<i>Schizochocerus vallesensis</i> , Crus. et Lav.	+
<i>Listriodon splendens</i> , Meyer.	+++
<i>Euprox dieranocerus</i> , Kaup.	+++
Cf. <i>Euprox furcatus</i> , Hensel.	++
<i>Micromeryx flourensianus</i> , Lartet.	+++
<i>Capreolus</i> , sp.	++
<i>Dorcatherium</i> , sp.	+++
<i>Protragoceras</i> cf. <i>chantrei</i> , Dep.	+++
<i>Tragoceras</i> , sp.	+++
<i>Miotragoceras</i> , sp.	+
<i>Gazella</i> , sp.	++
<i>Bohlinia spectosa</i> , Wagner.	+
<i>Birgerbohlinia</i> , sp.	+
<i>Palaeotragus</i> , sp.	++
<i>Samotherium</i> cf. <i>eminens</i> , Alex.	+

PERISSODACTYLA

<i>Hipparion catalaunicum</i> , Pirlot.	++++
<i>Tapirus priscus</i> , Kaup.	+
<i>Macrotherium grande</i> , Lartet.	++
<i>Diccerorhinus schleiermacheri</i> , Kaup.	+
<i>Diccerorhinus sansaniensis</i> , Lartet.	++
<i>Accratherium incisivum</i> , Kaup.	+++

PROBOSCIDEA

<i>Dicynotherium bavarcum</i> , Meyer.	++
<i>Deinotherium lacvius</i> , Jourdan.	+++
<i>Trilophodon angustidens</i> (Cuv.).	++
<i>Trilophodon angustidens gaillardi</i> , Osb.	+
<i>Tetralophodon longirostris</i> (Kaup.)	+++
<i>Turicius turicensis</i> (Schinz).	+
<i>Serridanancus</i> sp.	+

PRIMATES

<i>Hispanopithecus laictanus</i> , Vill. et Crus.	++
« <i>Dryopithecus</i> » sp.	+

(Las especies señaladas con + son *raras* en los yacimientos vallesienses; las señaladas con ++ son *poco frecuentes*; las señaladas con +++ son *bastante frecuentes*, y las con ++++ son *muy frecuentes*).

Un examen comparativo muestra que de las 68 especies caracterizadas en la lista anterior —aparte de 16 citas genéricas, que no se han estudiado a fondo todavía—, 42 son supervivencias vindobonienses, 15 son típicas del Pontiense, y 11 formas representan otras tantas especies nuevas para la fauna fósil (autoctonías, endemismos, coroclínes, etc.). Estas cifras equivalen, respectivamente, a 61,8 por 100, 22,1 por 100 y 16,1 por 100, lo cual muestra con extraordinaria claridad el valor dominante del substrato vindoboniense sobre el conjunto faunístico, si bien es verdad que las referencias genéricas de la

lista, una vez debidamente caracterizadas, provocarán seguramente discretas variaciones en las proporciones indicadas.

Lo más sorprendente es el escaso valor de la fracción pontiense en la fauna del Vallesiense catalán. Este hecho es insólito en Europa, donde si existen diversas biotas pontienses que no se hallan despegadas de los términos inferiores de la serie miocénica, en ellas la fauna ha sufrido una total renovación, no hallándose presentes o sólo en grado muy reducido, las reminiscencias vindobonienses que se conservan todavía en el Vallés-Penedés. Como no podemos imaginar que *Hipparion* y su cortejo se hubiesen establecido en el Vallés-Penedés con anterioridad a cuando lo hicieron en el resto de Europa, hemos de explicar la presencia de la fracción faunística arcaica de la cuenca catalana por fenómenos de endemismo, tan comunes en la Península Ibérica, dada su condición de fondo de saco parcialmente cerrado por la barrera pirenaica, cosa comprobada además por el hecho de que muchas de estas especies presentan mutaciones modernas de categoría infraespecífica (transientes).

Durante el coloquio de Aix-Marsella, Hoffstetter destacó el fenómeno de la supervivencia de una gran cantidad de formas preponienses en el Vallesiense, como apoyo paleontológico de su tesis de considerar idealmente el límite Mioceno-Plioceno entre el Vallesiense y el Pikermiense, toda vez que la exacta separación estratigráfica entre los ciclos sedimentarios mioceno y plioceno no puede observarse actualmente en los territorios emergidos del Mediterráneo, por estar recubierta por el mar. La idea de Hoffstetter es realmente muy sugestiva, pero a pesar de ello resulta muy difícil dejar de valorar las relaciones de dependencia del Vallesiense con el Pikermiense. A los ojos del paleontólogo, la aparición de

un hecho nuevo (en este caso, la colonización del Vallés-Penedés por las avanzadillas de la fauna de *Hipparion*) pesa siempre más que la persistencia de reliquias en trance de desaparición paulatina, en el momento de tratar de crear una división estratigráfica, por lo que —siquiera hasta que estudios de conjunto no demuestren lo contrario— seguimos considerando el Vallesiense como Pontiense inferior.

LOCALIDADES TÍPICAS

Cuando en 1943 se publicó el primer trabajo en que se hacía referencia a la existencia en la cuenca del Vallés-Penedés de tramos continentales entre el Vindoboniense y el Pontiense «que realizan el tránsito insensiblemente de uno a otro de los citados pisos» (Villalta y Crusafont), se conocían como pertenecientes a lo que en 1947 se denominó Meótico y más tarde Vallesiense, los yacimientos de Sabadell (subsuelo y Can Llobateres), Tarrasa (Bóvila Segué y Sant Miquel del Taudell), Viladecaballs (La Tarumba, Can Purull y Can Trullás), Hostalets de Piérola (niveles altos) y muy pocos más. Los del grupo de Viladecaballs en el Vallés y los de Hostalets en el Penedés, descritos por Crusafont y Villalta, fueron los que mostraron entonces la existencia de un hecho diferencial situado entre los horizontes vindobonienses y pikermienses.

En el momento de proponer localidades típicas para esta subdivisión estratigráfica, hemos vacilado atendiendo a diversas razones. Si tuviese que darse la prioridad como tales a los yacimientos conocidos de más antiguo, habría que pensar con toda seguridad con el de Sant Miquel del Taudell o con el del subsuelo sabadellense: si a los primeros a los que se confirió valor diferencial,

debería pensarse en la serie de Viladecaballs o en la de Hostalet. Sin embargo, ni unos ni otros reúnen las condiciones deseables para caracterizar una localidad típica: en unos casos el yacimiento se halla alejado del contacto con los pisos vecinos, merced a la presencia de mantos de aluviones cuaternarios; en otros su representación paleontológica es insuficiente o se hallan mal caracterizados como verdaderos «yacimientos».

Pensando en la conveniencia de establecer una localidad típica para el Vallesiense, suficientemente característica y representativa, y en relación de continuidad estratigráfica con niveles bien definidos paleontológicamente, hemos creído oportuno fijar para ello el yacimiento de Can Ponsich, en la zona de Sant Quirze, descrito por los firmantes (1947). Se trata de un yacimiento absolutamente típico, que ha proporcionado por ahora las siguientes especies:

Plesiodimylus chantrei Gaill., *Heterosorex sansaniensis* Lartet, ?*Palerinaccus* sp., *Talpa vallesensis* Vill. et Crus., *Limnonyx sinerigi* Crus., *Machairodus* sp., *Sciurus* cf. *spermophilinus* Dep., *Cricetodon sansaniensis* Lartet, *Cr. decedens* Schaub, *Cr.* cf. *ibericus* Schaub, *Monosaulax minutus* Meyer, *Prolagus oenningensis* Meyer, *Taucanamo* cf. *sansaniensis* Lartet, *Hyotherium* sp., Cf. *Euprox furcatus* Hensel, *Micromeryx flourensianus* Lartet, *Dorcatherium* sp., *Tragoceras* sp., *Paleotragus* sp., *Hipparion catalaunicum* Pirlot, *Aceratherium incisicium* Kaup, *Dicrorhinus sansaniensis* Lartet, *Deinotherium lacinius* Jourdan, «*Mastodon*» sp., «*Dryopithecus*» sp.

Las relaciones estratigráficas de este yacimiento con los del Vindoboniense son bien claras: a poco menos de dos kilómetros hacia el E.-SE. se encuentra el yacimiento de la trinchera del ferrocarril, en las proximidades de la estación de Sant Quirze, con una lista de 37 especies

de mamíferos, que representa un 70,8 por 100 de semejanza con la biota de La Grive, del Vindoboniense terminal. El paquete estratigráfico comprendido entre ambos puntos es de algo más de 30 m. La continuidad sedimentaria es total a lo largo de la vaguada de la Riera de Sant Quirze (lentejones de conglomerados amarillentos alternando con arcillas y margas fosilíferas, que no presentan diferencia entre ambos pisos), de modo que se pasa de manera insensible de los tramos con fauna tortoniense a los que presentan *Hipparion*. Precisamente el estudio cuantitativo de los elementos que constituyen esta biota es bien revelador: el 76,4 por 100 de la fauna viene representado por elementos vindobonienses, el 17,6 por 100 son formas nuevas, y solamente el 5,9 por 100 de sus elementos son típicamente pontienses.

Entre ambas localidades se han descubierto últimamente, gracias a la presencia de una explotación industrial de arcillas, el yacimiento de Poble Nou: su fauna está constituida por una decena de especies de carácter vindoboniense, y aunque no contiene *Hipparion* todavía, la existencia de mutaciones progresivas en formas del Mioceno medio (*Ictitherium montada*) y la impronta pontiense revelada por *Palaeotragus*, absolutamente ausente de los yacimientos vindobonienses del Vallés-Penedés, hace suponer que nos hallamos en la base del Vallesiense.

Todo ello nos parece suficientemente característico para ser empleado como referencia concreta en la sucesión miocénica del Vallés-Penedés. Por ello proponemos el yacimiento de Can Ponsich, como localidad típica del Vallesiense, el corte de la Riera de Sant Quirze, desde la trinchera del ferrocarril hasta Can Ponsich, como perfil típico del paso del Vindoboniense al Vallesiense.

En los últimos meses, un yacimiento del Vallesiense está proporcionando una gran cantidad de materiales a nuestras colecciones paleomastológicas. Nos referimos al yacimiento de Can Llobateres, al E.-SE. de Sabadell, descrito en 1943 por Villalta y Crusafont. Una afortunada explotación para ladrillería ha permitido la revalorización del yacimiento, que ha proporcionado un elevado número de especies, y hoy constituye el más importante de los del Vallesiense de la cuenca. La lista es, por ahora, la siguiente:

Pseudogalerix stehlini Gaill., *Palerimaccus* (*Postpalerimaccus*) *vireti* Vill. et Crus., *Galerix exilis* Blainv., *Sorex grivensis* Dep., *Heterosorex sansaniensis* Lartet, *Talpa vallesensis* Vill. et Crus., *Plesiodimylus chantrei* Gaill., *Indarctos vireti* Vill. et Crus., *Ursavus primaevus* Gaill., *Urs. brevirohinus* (Hofmann), Anticónido nueva especie, *Mustela delphinensis* Dep., *Martes munki* Roger, *Plesiogulo nova* sp., *Paralutra* sp., Mustélido indeterminado, *Progenetta* cf. *crassa* Dep., *Semigenetta mutata* Filhol, *Machairodus aphanistus* Kaup, *Criquetodon brevis* Schaub, *Cr. sansaniensis* Lartet, *Cr.* cf. *ibericus* Schaub, *Sciuropterus* sp., ?*Progonomys cathalai* Schaub, *Monosaulax minutus* Meyer, *Stenofiber jaegeri* Kaup, *Prolagus oenningensis* Meyer, *Tauncanamo pygmaeus* Dep., ?*Postpotamochoerus* sp., *Listrodon splendens* Meyer, *Euprox dicranocerus* Kaup, *Capreolus* sp., *Dorcatherium* sp., *Tragoceras* sp., *Hipparion catalaunicum* Pirlet, *Macrotherium grande* Lartet, *Tapirus priscus* Kaup, *Dicrorhinus sansaniensis* Lartet, *Aceratherium incisivum* Kaup, *Deinotherium laevius* Jourdan, *Tetralophodon longirostris* Kaup, *Hispanopithecus laietanus* Vill. et Crus.

Esta fauna muestra porcentajes análogos a los del conjunto del Vallesiense: 62,5 por 100 de formas de

origen vindoboniense, 21,9 por 100 de formas pontienses y 15,6 por 100 de formas nuevas. Podría haberse tomado, por este motivo, el yacimiento de Can Llobateres como localidad típica del Vallesiense, pero sus relaciones de posición estratigráfica con el yacimiento vindoboniense más próximo (trinchera del ferrocarril, Sant Quirze) son poco fáciles de precisar, debido a la presencia entre ambos puntos de una cubierta de terraza cuaternaria de casi dos kilómetros de extensión, y a la inexistencia de cortes naturales.

Por lo demás, no es de extrañar el cambio de proporciones entre los componentes de ambas biotas: la desaparición de las formas arcaicas vindobonienses es progresiva, a medida que nos elevamos estratigráficamente, mientras aumenta la cuota de formas pontienses. En el yacimiento de Can Purull (Viladecaballs), situado en un nivel más alto de la serie vallesiense, las proporciones se establecen ya de la siguiente manera: 42,8 por 100 de formas vindobonienses, 21,5 por 100 de pontienses y 35,7 por 100 de formas nuevas. La existencia de una menor o mayor fracción de elementos pontienses determinó el que en alguna ocasión se hayan usado los nombres de Vallesiense I y II: por el momento consideramos que su uso no resulta práctico ni necesario.

EL VALLESIENSE EN LA ESTRATIGRAFÍA DEL MIOCENO EUROPEO

Tal como ha sido anteriormente definido, el Vallesiense abarca del punto de vista faunístico un lapso que abarca desde la aparición de *Hipparion* y su fauna acompañante, hasta el conocido horizonte de Pikermi. De acuerdo con los datos estratigráficos del Mioceno del

Mediterráneo oriental (Borissiak, Malik y Nafiz, Ozansoy, etc.), los más antiguos hallazgos de *Hiparion* se sitúan en aquella región en el Sarmatiense superior (sentido oriental del término), concretamente a mediados del Besarabiense. En Europa occidental ha venido comprobándose recientemente (Denizot, Viret, Arambourg, Toubien, Trevisan, etc.) la presencia de *Hiparion* desde el Tortoniense. Es un hecho, pues, bien reconocido, que antes de los clásicos horizontes de Pikermi y Cucuron, existen tramos que ya contienen *Hiparion*.

De acuerdo con lo indicado anteriormente por nosotros, estos tramos podrían asimilarse al Vallesiense. Para la estratigrafía del Mediterráneo occidental, el Vallesiense equivaldría al paquete constituido por la parte superior del Tortoniense, el impropiamente denominado Sarmatiense, y aún quizá parte del que habitualmente se designa como Pontiense. En el cuadro estratigráfico del Mediterráneo oriental, el Vallesiense catalán representaría el paso comprendido entre el Besarabiense superior y el Pontiense *s. str.*, incluyendo, por tanto, el Quersoniense y el Meótico.

No obstante resulta poco fácil delimitar su situación. Las dificultades de reconocer el Vallesiense en Europa dimanar generalmente del hecho de que no es frecuente la superposición de dos faunas miocénicas con *Hiparion*, como sucede en la cuenca catalana del Vallés-Penedés. Ya hemos indicado que en esta zona tal superposición se atribuye a mutación climática, a cambio de dominio biótico de boscoso y húmedo, a estepario y seco. (El *Hiparion* del Vallesiense es una forma estructuralmente primitiva, análoga a la de la formación esteparia de Odesa, y el del Pikermiense es *H. mediterraneus*, la forma típica de Cucuron y Pikermi.) Pero donde no se presenta tal cambio climático, la mera evolución *in loco*

no es suficiente para permitir realizar una subdivisión del Pontiense *s. latu* y la subsiguiente identificación del Vallesiense. Solamente donde la fauna de *Hiparion* está asociada a la transgresión tortoniense o se halla por debajo de ella, puede hablarse con propiedad de Vallesiense. De acuerdo con este criterio, Hoffstetter homologa ya al Vallesiense el nivel de Cabrières d'Aigues, al pie de Mt. Lubéron, donde figura también *Hiparion* asociado a una fauna tortoniense (Denizot), y aun el de Bou Hanifia en Argelia, situado claramente (Arambourg) debajo de la transgresión de esa edad. No obstante, no debe olvidarse que si bien el Vallesiense del Vallés-Penedés presenta un aire forestado, este carácter no debe aparecer necesariamente en las capas del eventual Pontiense inferior europeo. Debe evitarse el tomar el nombre de Vallesiense como indicador de una facies húmeda del Mioceno alto, y precisar su único valor como término de significado estratigráfico.

No hace todavía demasiados años parecía muy aceptable la idea de la existencia de un simple nivel con *Hiparion*, coronando las formaciones miocénicas europeas, esto es, la fauna de Mt. Lubéron superpuesta a la de La Grive. En los últimos años se ha visto que los fenómenos poseían una mayor complejidad. Cabe esperar, sin embargo, que estudios bioestratigráficos afinados de las series miocénicas de Europa, permitan quizá la sincronización de algunos tramos con nuestro Vallesiense, resolviendo de este modo algunos de los problemas de cronología que el Mioceno superior tiene planteados.

Museo de la Ciudad de Sabadell
Sección de Paleontología (C. S. I. C.)

Julio de 1959.

M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. TRUYOLS SANTONJA

EL MIOCENO DE LAS CUENCAS DE CASTILLA Y DE LA CORDILLERA IBERICA

RESUMEN

Los autores resumen los conocimientos actuales sobre la cronoes-
tratigrafía de las diversas cuencas del área de la Meseta castellana y
de la Cordillera Ibérica, insertando las listas faunísticas correspondientes.
Se describen los trazos biogeográficos fundamentales de esta área du-
rante el Mioceno y se destaca el papel jugado por las migraciones de
las faunas de mamíferos para su caracterización.

RÉSUMÉ

On expose ici un résumé des connaissances actuelles sur la chrono-
stratigraphie des bassins placés dans l'aire de la «Meseta» castillane et la
chaîne ibérique, avec l'énumération des listes faunistiques correspondantes.
On décrit les traits biogéographiques fondamentaux de cette aire pen-
dant le Miocène et on remarque le rôle joué par les migrations des faunes
de mammifères en vue de leur caractérisation.

SUMMARY

A summary of our present knowlegde about the chronostratigraphy
of the basins in the castilian «meseta» and the Iberic chain is exposed
here, with the faunal list of mammalian elements. Also the basic bio-
geographical lines of this area with the role of the directional migra-
tions under their characterisation.

LAS CUENCAS

Los paroxismos alpinos determinaron la aparición de
diversas áreas de sedimentación continental durante el

Mioceno, sobre el viejo macizo herciniano de Castilla, recubierto, en parte, por materiales de edad mesozoica. De este modo, tomaron origen varias cuencas, en comunicación unas con otras. Todas presentan un régimen sedimentario análogo y unas características litológicas parecidas. Las tres de mayor importancia son la del Duero, la del Tajo y la de Calatayud-Teruel. La del Duero está situada al Norte del Sistema Central (divisoria principal de la Meseta) y presenta una evaginación hacia el SE., que es la cuenca de Almazán. La cuenca del Tajo —debería denominarse del Tajo y Guadiana, o de Castilla la Nueva— está situada al Sur de la mencionada divisoria. En el interior de la Cordillera Ibérica, en la fosa tectónica longitudinal, se halla instalada la cuenca de Calatayud-Teruel, formada por diversos afloramientos en conexión. Otras cuencas de menor envergadura son las del escudo galaico y Extremadura. Adrede prescindimos de la cuenca inferior del Tajo, situada ya en territorio portugués.

Estas cuencas están en comunicación mutua. En algunos casos existe una total continuidad sedimentaria, como entre la cuenca del Duero y la antigua prefosa del Ebro, en proceso de relleno continental continuo desde el Eoceno superior. En otros casos los contactos han sido parcial o totalmente exhumados, pero sue'en existir afloramientos intermedios que atestiguan aquella continuidad: la de Calatayud-Teruel presenta contactos evidentes con la del Ebro y hasta con la del Tajo y del Duero. También existen relaciones entre la cuenca ibérica y las cuencas de la zona valenciana, donde se presentan tramos marinos del Mioceno inferior y medio.

El yacente de este Mioceno lo constituye frecuentemente el Terciario inferior, formado por un paquete sedimentario poco potente, que recubrió, en gran parte,

el macizo herciniano y se presenta hoy implicado en los plegamientos sajónicos de la Cordillera Ibérica. Localmente ha sido posible fecharlo por restos, no demasiado frecuentes, de fauna continental. En los mapas geológicos se le suele indicar como Paleógeno, de manera comprensiva, y realmente debe abarcar gran parte del Eoceno y del Oligoceno, incluyendo con seguridad el Aquitaniense.

En discordancia con este Paleógeno se establece la serie continental miocénica.

ESTRATIGRAFÍA MIOCÉNICA Y FAUNAS

Los geólogos de la escuela castellana han mostrado que el Mioceno de este ámbito está constituido típicamente por tres tramos característicos: uno inferior arcilloso, con presencia de niveles detríticos, de color generalmente rojizo; un tramo medio de coloración gris, formado por margas yesosas, y uno superior constituido por margas y calizas blanquecinas o amarillentas de naturaleza lacustre, las denominadas «calizas de los páramos», que constituyen superficies tabulares de gran desarrollo, absolutamente típicas del paisaje castellano. La subdivisión de la sucesión terciaria en tres series fue reconocida a mediados del siglo pasado por Ezquerro y por Prado. Cortázar consideraba (1877) como del Mioceno el tramo superior calcáreo. Sin embargo, la cronoestratigrafía de las cuencas no pudo ser establecida hasta 1914. Gracias especialmente al hallazgo de la fauna de Palencia, Hernández-Pacheco fijó la edad de los tres tramos de la serie en Tortoniense, Sarmatiense y Pontiense, respectivamente. Todos los autores posteriores han venido aceptando básicamente el esquema de Pacheco

co. adoptado por Sampelayo en el Mapa Geológico Nacional. Sin embargo, la idea de hacer coincidir facies litológicas con términos estratigráficos parecía demasiado simple, especialmente habida cuenta de la escasez de documentos paleontológicos convincentes en el llamado Sarmatiense. La primera modificación la introdujo Royo (1929) al seccionar el tramo yesoso «sarmatiense», para colocar parte de él en el Potiense, cuando descubrió en el mismo la fauna de Portillo.

Los numerosos hallazgos de mamíferos fósiles en las tres cuencas principales obligaron a revisar, bajo el criterio estrictamente paleontológico, la edad de la sucesión miocénica. En 1954, Crusafont y Villalta proponían, en un ensayo de síntesis, la caracterización de los pisos Burdigaliense, Vindoboniense y Pannoniense (= Pontiense), con unos límites independiente a los que correspondían a las tres facies litológicas mencionadas.

Realmente una estratigrafía fundamentada sobre los tres tramos clásicos resulta demasiado simplista. Si bien tales tramos aparecen constantemente, aunque con ligeras variaciones, en el centro de las cuencas principales, las zonas marginales presentan características litológicas distintas. Algo muy diferente sucede con los horizontes fosilíferos. Hallazgos de importantes yacimientos han permitido estudiar particularmente determinados niveles, que hoy día son suficientemente conocidos como para permitir sentar consecuencias biogeográficas sobre los mismos.

El nivel más bajo entre los representados desde el punto de vista paleontológico en las diversas cuencas, excepción hecha de la serie portuguesa del Tajo inferior, corresponde al tránsito Burdigaliense-Vindoboniense. El Vindoboniense está bien representado, y asimismo lo está el Pontiense en varios tramos. El conjunto sedi-

mentario debe comprender del Burdigaliense, como máximo, en algunos puntos, hasta el Pontiense superior.

En la cuenca del Tajo, los tramos más bajos deben pertenecer al Burdigaliense, aunque no posean representación paleontológica. En el tránsito Burdigaliense-Vindoboniense se hallan los yacimientos inferiores de la serie del Manzanares, en Madrid (Hidroeléctrica, etc.) con:

Listriodon lockarti Pomel, *Lagomeryx meyeri* Hoffm., *Tricromeryx pachecoi* Vill., Crus. et Lav., *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Tr. angustidens minor* Berg., Zbysz. et Crouz., *Tr. olisiponensis* Zbysz., *Zygalophodon pyrenaicus aureliancensis* Osb., *Anchitherium aureliancense* Cuv.

Y otras localidades como Alcalá de Henares (Cerro del Viso), con *Lagopsis Peña* (Royo).

Al Vindoboniense inferior y medio deben pertenecer los yacimientos de la parte alta del Manzanares (San Isidro, etc.), de Puente de Vallecas y de Paracuellos de Jarama, éste último inédito todavía. En proceso de revisión varios de ellos, insertamos las listas de los tramos altos del Manzanares y de Puente de Vallecas. De la serie del Manzanares hay:

Hispanotherium matritense (Prado), «*Rhinoceros*» *hispanicus* Dantín, «*Rhinoceros*» sp., *Anchitherium aureliancense esquerrae* Meyer, *Dicroceras elegans* Lartet, *Dicroceras* sp., *Micromeryx* sp., *Listriodon splendens* Meyer, *L. lockarti* Pomel, *Sus palaeochoerus* Kaup, *Trilophodon olisiponensis* Zbysz., *Tr. angustidens* (Cuv.), *Tetralophodon longirostris* Kaup, *Zygalophodon pyrenaicus* Osb., *Serridentinus* sp.

Del Puente de Vallecas insertamos la lista siguiente:

Harpalacocyon sansaniensis (Lartet), *Amphicyon major* Blainv., *Pseudaelurus lorteti* Gaill., *Ps. quadridentatus* Blainv., *Machairodus* sp., *Cricetodon larteti* Schaub.

Prolagus oenningensis Meyer, *Anchitherium aurelianense* Cuv., «*Rhinoceros*» sp., *Listriodon lockarti* Pomel, *Hyo-therium simorreense* Lartet, *Heteroprox larteti* (Filhol), *Palaeomeryx* cf. *garsonmini* Mayet, *Lagomeryx parvulus* Roger, *Eotragus* sp., *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Tr. angustidens minor* Berg., Zbysz. et Crouz., *Zy-golophodon pyrenaicus* Osb.

Al Pontiense pertenece el yacimiento de Cendejas de la Torre-Matillas, en La Alcarria, con:

Decennatherium pachecoi Crus., *Hipparion* sp., *Diccerorhinus* sp., *Tetralophodon longirostris* Kaup, *Turicius turicensis* (Schinz).

Y el de la Puebla de Almoradier, en La Mancha, con:

Crocota eximia (Roth et Wagner), *Gazella deperdita* Gerv., *Hipparion rocinantis* Pach.

En el Mioceno de la cuenca extremeña ha podido caracterizarse recientemente la presencia del Vindoboniense inferior o medio por el hallazgo de *Hispanotherium matritense* (Prado), hallado en análogos niveles de la serie del Manzanares y de Portugal.

En la cuenca del Duero faltan los tramos burdigalienses, o por lo menos no están representados paleontológicamente, así como los que forman el tránsito con el Vindoboniense. Los niveles más bajos proceden del Vindoboniense inferior de Valladolid (Canal de Castilla), donde se ha citado *Zy-golophodon pyrenaicus aurelianensis* Osb. y *Serridentinus lusitanicus* Berg., Zbysz. et Crouz. El horizonte más rico pertenece al Vindoboniense medio, que en Palencia (Otero del Cristo) ha proporcionado:

Palaeomeles pachecoi Vill. et Crus., *Prolagus oenningensis* Meyer, *Diccerorhinus sansaniensis* Lartet, *D. simorreensis* Lartet, *D. hispanicus* Dantin, *Anchitherium*

aurelianense Cuv., *Listriodon splendens major* Roman, *Dorcatherium crassum* Lartet, *Palaeoplatyceros hispanicus* Pach. *P. palentinus* Pach., *Deinotherium laevius* Jourdan, *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Tr. angustidens major* Berg., Zbysz. et Crouz., *Tetralophodon longirostris* (Kaup).

En los alrededores de Valladolid (La Cistérniga, Fuensaldaña, etc.) ha suministrado:

Listriodon splendens major Roman, *Diccerorhinus sansaniensis* Lartet, *D. simorreensis* Lartet, *Anchitherium aurelianense* (Cuv.), *Deinotherium laevius* Jourdan, *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Serridentinus lusitanicus* Berg., Zbysz. et Crouz., *Tetralophodon longirostris* (Kaup).

Posiblemente al Vindoboniense superior deba referirse la asociación de Saldaña:

Listriodon splendens Meyer, *Anchitherium aurelianense* Cuv., *Tetralophodon longirostris* (Kaup), *Stegolophodon saldanensis* Berg. et Crouz.

Al Pontiense corresponde el yacimiento de los Valles de Fuentidueña, el más importante de este piso en la Meseta castellana:

?*Palerinaceus* sp., Anficiónido indeterminado, *Indarctos vireti* Vill. et Crus., *Eomellivora hungarica* Krets., *Progenetta* cf. *gaillardi*, *Grivasmilus jourdani* Vill. et Crus., *Machairodus aphanistus* Kaup, *Stencofiber jaegeri* Kaup, *Monosaulax minutus* Meyer, *Prolagus* sp., *Cricetodon* sp., ?*Hyo-therium* sp., *Microstonyx crymanthius* (Roth et Wagner), *Dorcatherium jourdani* Dep., ?*Euprox* sp., *Decennatherium pachecoi* Crus., *Diccerorhinus* sp., *Hipparion* sp., *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Tetralophodon longirostris* (Kaup).

El de Saldaña (niveles superiores) Reka, de menor importancia, contiene:

Lycyaena chaerctis Gaudry, *Hipparion* sp., *Dicerorhinus* sp., *Decennatherium pachecoi* Crus.

En la cuenca de Calatayud-Teruel los yacimientos más bajos pertenecen al Vindoboniense medio-superior (Ademuz, Villafeliche, Murero), que en conjunto presentan la siguiente fauna:

Trochictis sp., *Prolagus oenningensis* Meyer, *Listriodon splendens* Meyer, *Palacomeryx bojanii* Meyer, *Anchitherium aurelianense* Cuv., *Dicerorhinus* cf. *sansaniensis* Lartet, *D.* cf. *simorreensis* Lartet, *Macrotherium grande* Lartet, *Trilophodon angustidens* (Cuv.).

A este mismo nivel pertenece el importante yacimiento de coprolitos de mamíferos de Calatayud.

Pero los horizontes mejor representados en la cuenca son los del Pontiense, con los yacimientos de Nombrevilla y de los alrededores de Teruel. El de Nombrevilla contiene la fauna siguiente:

Amphicyon sp., *Lycyaena chaerctis* Gaudry, *Machairodus* sp., *Palacomys castoroides* Kaup., *Prolagus oenningensis* Meyer, *Euprox dicranocerus* Kaup., *Tragoceras amalthea* Roth et Wagner, *Gazella* sp., *Decennatherium pachecoi* Crus., *Anchitherium sampelayoi* Vill. et Crus., *Hipparion* cf. *gracile* Kaup., *Ancylotherium pentelici* Gaudry et Lartet, *Dicerorhinus* sp., *Tetralophodon longirostris* (Kaup), *Trilophodon angustidens* (Cuv.), *Tr. angustidens minor* Berg., Zbysz. et Crouz., *Tr. angustidens gaillardi* Osb., *Turicius turicensis* (Schinz).

La zona de Teruel es una de las más ricas de España en restos de mamíferos mioecénicos. El horizonte más bajo corresponde al yacimiento de Los Algezares, con:

Prolagus oenningensis Meyer, *Enhydriodon luccai* Vill. et Crus., *Tragoceras amalthea* Roth et Wagner, *Gazella deperdita* Gerv., *Hipparion* sp., «*Mastodon*» sp.

A horizontes superiores corresponden los yacimientos

de Los Mansuetos y La Fontana, entre otros. El de Los Mansuetos contiene:

Galerix exilis Blainv., *Talpa minuta* Blainv., *Sorex* sp., *Indarctos* sp., *Enhydriodon luccai* Vill. et Crus., *Canis cipio* Crus., *Machairodus aphanistus* Kaup., *Castor nova* sp., *Dipoides problematicus* Schlosser, *Ruscinomys schaubi* Crus et Vill., *Sciurus spermophilinus* Dep., *Parapodemus nova* sp. I, *Parapodemus nova* sp. II, *Prolagus oenningensis* Meyer, *Euprox* sp., *Gazella deperdita* Gerv., *Tragoceras amalthea* Roth et Wagner, *Hipparion* sp., *Dicerorhinus* sp., «*Mastodon*» sp.

La lista actual de La Fontana es la siguiente:

Sivaonyx sp., *Lycyaena chaerctis* Gaudry, *Crocota eximia* (Roth et Wagner), *Machairodus aphanistus* Kaup., *Dipoides problematicus* Schlosser, *Prolagus oenningensis* Meyer, *Sus palacochoerus* Kaup., *Microstonyx erymanthus* (Roth et Wagner), *Euprox* sp., *Gazella deperdita* Gerv., *Tragoceras* sp., *Hipparion pariafricanum* Vill. et Crus., *H. gromovae* Vill. et Crus., *H. rocinantis* Pach., «*Rhinoceros*» sp., *Turicius turicensis* (Schinz), *Zygodon* sp.

A un nivel análogo pertenece el famoso yacimiento de Concul, conocido ya desde el siglo XVIII. La fauna de este yacimiento comprende:

Talpa minuta Blainv., *Proscapanus sansaniensis* Lartet, *Hyaenarctos* sp., *Canis cipio* Crus., *Sivaonyx* sp., *Herpestes guerini* Vill. et Crus., *Ictitherium* sp., *Crocota eximina* (Roth et Wagner), *Machairodus aphanistus* Kaup., *Dipoides problematicus* Schlosser, *Prolagus oenningensis* Meyer, *Sus palacochoerus* Kaup., *Microstonyx erymanthus* (Roth et Wagner), *Dicroceras* sp., *Capreolus concudensis* Pach., *Micromeryx flourensianus* Lartet, *Tragoceras amalthea* Roth et Wagner, *Gazella deperdita* Gerv., ?*Leptobos concudensis* Ezq., *Birgerbohli-*

nia sp., *Hipparion mediterraneus concudensis* Pirlot *H. penaffricanum* Vill. et Crus., *H. gromovae* Vill. et Crus., *Ancylotherium pentelici* Gaudr. et Lartet, *Dicrorhinus schleiermacheri* Kaup, *Tetralophodon longirostris* (Kaup), *Choerolophodon pentelici* (Gaudry et Lartet), *Tyrcius turicensis* (Schinz).

CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS

La fauna más antigua de las series miocénicas de la Meseta, aparte la correspondiente al sector portugués, pertenece al tránsito burdigaliense-vindoboniense. Los elementos de juicio que poseemos para su caracterización biótica son relativamente escasos, y el conjunto se nos muestra muy ligado al que a lo largo de todo el Vindoboniense colonizó las diversas cuencas ibéricas, con la excepción de alguna evidente autoctonía (*Triceromyx*) y de algunos arcaísmos panibéricos (*Lagopsis peñai*).

El Vindoboniense presenta una manifestación paleontológica mucho más extensa y característica. Aunque desde el punto de vista cronológico las biotas existentes no son exactamente contemporáneas, la fauna vindoboniense de Castilla y Cordillera Ibérica se nos aparece como un conjunto de una gran uniformidad. Esta fauna contiene un cierto grado de endemismo con presencia de formas autóctonas, como *Hispanotherium*, *Geisotodon* y *Palaeoplatyceros*, pero en conjunto posee un marcado carácter paneuropeo. Sin embargo, ofrece caracteres diferenciales con respecto a la importante fauna vindoboniense del Vallés-Penedés, atribuibles a la existencia de condiciones ambientales distintas. El análisis cuantitativo de ambos conjuntos muestra una semejanza más acusada de la fauna castellana con la de Sansan, mientras que la del Vallés-Penedés ofrece mayores ana-

logías con la de La Grive. Esto parece indicar, pese a la existencia de determinadas autoctonías, un cierto carácter atlántico para la fauna vindoboniense castellana, común con la de las faunas de Aquitania y Orleanés, mientras la del Vallés-Penedés presenta relaciones con la que colonizó el valle del Ródano.

El Pontiense presenta ciertamente una mayor complejidad. Sus faunas, instaladas en distintos niveles estratigráficos, presentan además caracteres faciales diferentes. Algunas biotas manifiestan un carácter forestado que recuerda el tipo Eppelsheim, otras en cambio presentan un carácter estepario evidente. Este hecho parece sugerir la idea de la posibilidad de una disyunción del Pontiense castellano, de modo análogo a lo que tiene lugar en la pequeña cuenca catalana del Vallés-Penedés. Pero no siempre las diferencias de facies se corresponden con distintas posiciones estratigráficas de las biotas.

Algunas asociaciones faunísticas del Pontiense castellano manifiestan un carácter centroeuropeo muy acusado. El yacimiento de Los Valles de Fuentidueña posee efectivamente una facies forestada; de las doce especies que se han caracterizado en el yacimiento, solamente una es propia de Pikermi. Otras asociaciones revelan, en cambio, una mayor proximidad a la fauna oriental esteparia: así el yacimiento de La Puebla de Almoradier, dentro de lo que permite lo reducido de sus elementos, muestra un típico aire pikermiense. Algunas biotas ofrecen una mayor complejidad, como las de la zona de Teruel, donde concurren, no sólo formas de ambos dominios ecológicos pontienses, sino hasta algunos que parecen preludear la fauna pliocénica de Europa occidental.

Si aceptamos como perteneciente al Pontiense superior el conjunto más elevado de la serie miocénica, re-

presentado por la llamada «caliza de los páramos» y tramos margosos asociados a la misma, que forma un horizonte prácticamente continuo en las cuencas del ámbito castellano-ibérico podríamos asimilar a este piso los yacimientos de La Puebla de Almoradier y Cendejas de la Torre, y hasta quizá el de Relea (de posición no determinada con total seguridad) y el de Los Valles de Fuentidueña. Y si consideramos el resto de los tramos con *Hipparion* como del Pontiense inferior (es decir, homologables estratigráficamente con el Vallesiense catalán), todavía un número importante de yacimientos (de la cuenca de Calatayud-Teruel, en especial) recaerían en él. Aceptado este criterio, nos encontraríamos con un Vallesiense y con un Pikermiense (Pontiense superior) en la Meseta, no del todo análogos a los de la cuenca catalana.

El Pontiense inferior de la Meseta poseería un carácter bastante menos forestado que el Vallesiense catalán. El yacimiento de Nombrevilla muestra, junto a endemismos típicos, una equidistancia entre el dominio forestado y el estepario. En cambio, los del grupo de Teruel mostrarían una máxima divergencia facial con respecto al tipo centroeuropeo. Efectivamente, si bien se presenta en estos yacimientos una serie de formas de innegable filiación europea, la mayoría corresponde a especies mediterráneas que dan un sello estepario evidente. Hay que destacar, al lado de endemismos de importancia, presentes en las biotas de Teruel, el importante papel que representa *Hipparion* para la fauna de esta zona, tanto por lo que hace referencia al número de especies existentes (hasta tres formas nuevas se han caracterizado por ahora en esta área) como al número de individuos, singularmente extraordinario.

También el Pontiense superior discrepa del Pike-

miense del Vallés-Penedés. Si bien la fauna de La Puebla posee, como hemos indicado, un aire propio de la de Pikermi, y la de Cendejas semeja, modernizada, la de Nombrevilla, en cambio la de Los Valles de Fuentidueña recuerda con bastante fidelidad la fauna de bosque de Europa central (Eppelsheim), existente en el Vallesiense catalán. Todo ello nos muestra los peligros de la imbricación de los conceptos de facies ecológica y de piso al comparar las faunas de diversas asociaciones pontienses. Los yacimientos de Teruel, por ejemplo, poseen una facies mucho menos forestada que el de Los Valles de Fuentidueña, cuya posición estratigráfica le sitúa, sin embargo, en un nivel más moderno que el de aquéllos. Sin embargo, la dificultad existente en la sincronización de los yacimientos pontienses de la Cordillera Ibérica con los de la Meseta, no autoriza a extraer conclusiones demasiado rápidas sobre este particular.

No obstante, podemos ya imaginar en el Pontiense castellano una primera etapa, en la que la fauna estaría compuesta por los elementos siguientes: *a*) reliquias de origen vindoboniense; *b*) formas de procedencia oriental (especialmente abundantes en la zona de Teruel); *c*) algunas formas de origen centroeuropeo; y *d*) elementos preplasencienses (exclusivos del área de Teruel). La segunda etapa comprendería una fauna típicamente esteparia, originada, en parte, por migración oriental; excepcionalmente, la asociación de Fuentidueña mostraría, en cambio, una perduración del régimen forestado de origen centroeuropeo. Durante la primera etapa, la influencia oriental (que apenas se dejó sentir en el Vallés-Penedés) marcó su impronta en las faunas castellanas. Durante la segunda, la influencia fue mayor todavía, a favor posiblemente de un cambio climático general. Sin embargo, en áreas aisladas, la influencia de la fauna cen-

troeuropea perduró largamente, aun en pleno Pontiense superior.

Las migraciones faunísticas poseen, por tanto, un papel muy importante para poder caracterizar las diversas zonas biogeográficas de las tierras de Castilla y de la Cordillera Ibérica durante el Pontiense.

*Museo de la Ciudad de Sabadell
Sección de Paleontología (C. S. I. C.)*

Julio de 1959.

J. R. BATALLER

LOS VERTEBRADOS DEL CRETACICO ESPAÑOL

RESUMEN

Trata de las investigaciones llevadas a cabo sobre este grupo taxonómico en España, que se reduce casi a la cita de formas genéricas, comprendiendo sólo peces y reptiles; se hace destacar la meritoria labor de nuestros investigadores, en el Maestrazgo primero y en la cuenca de Tremp recientemente. Se indica también otros estudios complementarios, como son los de la flora que del Wealdense posee el Instituto Geológico.

RÉSUMÉ

Note sur les recherches de cet groupe taxonomique réalisées dans l'Espagne que comprennent seulement des formes génériques des poissons et reptiles; on mentionne des travaux méritoires des nos savants, dans le Maestrazgo anciennement et dans le bassin de Tremp récemment. S'occupe aussi des études complémentaires sur la flore que du Wealdien possède l'Institut Géologique.

La fauna de vertebrados cretácicos de España es sumamente reducida, comprendiendo sólo peces y reptiles, que no llegan a cuarenta las formas citadas, en su mayoría sólo genéricas y aún no muy precisas, contrastando con la fauna que se conoce del Jurásico superior de España, que abarca peces, anfibios, reptiles y aves procedentes todos de un mismo yacimiento.

De los peces se citan hasta 15 formas de Cretácico; en la clase de los reptiles, los más numerosos son los dinosaurios que llegan a las dimensiones pasmosas que tienen en otras regiones europeas y sobre todo america-

nas; de ellos se han reconocido hasta 9 formas; siguen luego los cocodrilos con 8 y las tortugas con 5. En estos últimos tiempos se han realizado numerosas exploraciones en los niveles superiores del Cretácico. Hace casi unos cuarenta años, Royo Gómez llevó a cabo fructíferas investigaciones en los niveles inferiores de la zona levantina, habiéndose iniciado las primeras exploraciones hace casi cien años por el profesor Vilanova y Piera, en Morella y Utrillas.

Con el hallazgo de reptiles en las inmediaciones de la presa de Tremp-Talarn por Bartolomé Castell en 1927, se inicia un nuevo período de investigaciones sobre estos vertebrados, en la que han tomado principalmente parte el Rvdo. Albert de Lapparent y el P. Aguirre, con sorprendentes hallazgos, no sólo en esta zona, sino dentro de la Meseta en la provincia de Soria. No puede silenciarse la labor realizada en esta cuenca de Tremp (Lérida), por el Conde de Peñaforida, por el año 1940, con ocasión de dirigir las investigaciones petrolíferas en el sondeo de Sutterraña, aportando a las colecciones del Instituto Geológico las primicias de estos restos. La continuación de estas formaciones con las mismas características en las vertientes del Noguera Ribagorzana se han confirmado con los hallazgos de Rosell, quien además este mismo año ha encontrado en los tramos de *Cyrena* del barranco de la Posa en Isona, restos bien manifiestos de los frecuentes huevos de dinosaurios: estos hallazgos en el nivel inmediato a los lignitos y junto con los rudistos, legitiman la atribución al Maestrichtiense (Garumniense de Vidal), los dinosaurios que comúnmente se situaban en el Daniense, que tiene unas afinidades terciarias.

Hace seis años se dió una noticia por Talens sobre el descubrimiento de vertebrados realizada por Walter

Kühne en la zona de Valcebren; los vertebrados se encontraron sólo de una manera esporádica, siendo el paraje más propicio en Tuni; de una capa de 50 centímetros se pudieron tratar más de 300 Kg., obteniendo una flora interesante, escamas y huevos de peces, algunos moluscos, dos de ellos conservando la coloración primitiva. Las fructificaciones en las plantas fósiles eran muy frecuentes y bien conservadas; los materiales recogidos eran de gran valor para el estudio de la cuenca y la determinación de su edad, según reseña en *Estudios Geológicos*, J. Talens. Indudablemente, estos hallazgos tienen gran interés científico, pues, de flora del Cretácico superior en España no se conoce casi nada y la presencia de vertebrados en esta cuenca sincrónica de la de Tremp, constituye un hecho sumamente interesante, por haber sido esta región repetidas veces estudiada por el valor industrial de sus lignitos y haber publicado numerosos trabajos nuestros más destacados geólogos, entre ellos L. M. Vidal, cuyo primer trabajo científico publicado en la «Revista Minera», así como su Memoria sobre el Garumniense aparecida en el primer volumen del Boletín del actual Instituto Geológico, tratan con profusión de detalles de un asunto que ahora quieren volver a determinar la edad.

Hemos dado referencia de los hallazgos de flora; puede que más interesante sea el descubrimiento que de la misma hizo en Ortigosa de Cameros (Logroño), el maestro nacional don Melchor Vicente. A pesar de los miles de kilómetros de extensión superficial que tienen las facies wealdicas en España y del extraordinario interés científico que tienen los numerosos vertebrados en ellas descubiertos, hoy podemos también añadir a dichos materiales el hallazgo de diversos vertebrados con predominio de peces como *Lepidotus*, *Hybodus*, *Sphaerodus* y otros.

El estudio de flora de Ortigosa, con ejemplares del Instituto Geológico y del Museo del Seminario, ha sido publicado recientemente por el canónigo Depape, de la Universidad Católica de Lille, y con anterioridad Grekoff hizo el estudio de los crustáceos de agua dulce, que a miriadas pululaban en sus aguas juntamente con los moluscos.

Una exploración metódica de la facies wealdiense en las zonas peninsulares puede dieran grandes sorpresas, como aconteció en la zona levantina y en esta zona de Logroño.

Todas estas asociaciones faunísticas wealdienses ofrecen destacadas afinidades con la fauna wealdiense del norte de Francia, Bélgica y norte de Alemania e Inglaterra, mientras que nuestro Cretácico superior, desde Soria a Transilvania, a través de Francia y Austria, nos presenta una fauna idéntica de grandes reptiles, así como de moluscos y un *Cardium Duclouxi* del garumniense de Serchis, forma parte de la fauna sincrónica del S. O. de Transilvania en Rumania, según Macovei.

En la lista de formas que citamos luego en cada especie, damos unos números que corresponden al autor del trabajo, según la *Bibliografía del Cretácico de España*, publicada en el primer número de *Estudios Geológicos de Madrid*; luego se indica la localidad y algún dato sobre los restos encontrados, dando finalmente el nivel estratigráfico.

P I S C E S

El grupo de peces de la fauna de vertebrados cretácicos en las formaciones españolas, es el más numeroso y variado en formas comparativamente con los restantes vertebrados: sin embargo, casi sólo se conocen seláceos y

ganoideos: las determinaciones, dado la escasez de los restos, son poco precisas y algunos de estos elementos son de reducido interés: tal acontece con las escamas atribuidas ya a esferodóntidos, ya a lepidosteidos. Sólo una forma ha sido descrita como nueva. Los seláceos comprenden géneros que son muy frecuentes en los tiempos terciarios y aún actualmente. En el Catálogo de Mallada, del Cretácico, cita una sola forma del nivel inferior y dos del superior.

S E L A C H I

Lamnidae

Lamna acuminata Agassiz.

493.—Cantera del Vetago-Valdeмосilla (Hoja de Villaviciosa de Odón). Figura en el capítulo de paleontología un diente atribuido con duda por Gálvez Cañero y Jordana a la forma dada por Agassiz. Nivel estratigráfico: Cretácico superior.

Lamna elegans Agassiz.

4-698-699. Al Este de S. Vitoriano y en el Senoniense inferior, se han reconocido por Adán de Yarza unos dientes de pez placoide que Egozcué indica pertenecer a *Lamna elegans* Agassiz, especie frecuente en la arcilla de Londres, caliza parisiense y que Leymerie cita en el Garumniense superior del alto Garona. Figura en el Catálogo de Mallada con el núm. 2.578 y se coloca en el *Turoniense*.

Scapanorhynchus (Odontaspis) raphiodon Agassiz.

699.—Segovia a Zamarramala. Se ha reconocido en las arcosas unos dientes atribuibles a esta especie. Nivel estratigráfico: Cenomaniense.

Oxyrhina macrorhiza Pictet.

314.—Especie citada por Fallot, procedente de Son Muntaner (Mallorca. Nivel estratigráfico: Albiense.

Corax pristodontus Agassiz.

855.—Olazagutía (Navarra). El P. Ruiz de Gaona, en 1943, cita y figura de dicha localidad un ejemplar que identifica con la lámina 1, figura 56, de la obra de L. Agassiz; presenta forma triangular más ancha que alta con borde denticulado. Nivel estratigráfico: Maestrichtiense.

HYBODONTIDAE

Acrodus.

848.—Del Tejar de Cuevas de Vinromá (Castellón de la Plana). Cita este esculso Royo Gómez. Las formas de este género se desarrollan principalmente en el secundario. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Hybodus polybrion.

Atribuimos a esta forma unos dientes sueltos, cónicos, estriados, de los que destaca un denticulo central y otros más bajos en número de 1 ó 2 por lado, semejantes a los figurados por Duker, lám. XV, fig. 22-23;

han sido recogidos por Melchor Vicente en Mojón Alto de Ortigosa de Cameros. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

GANOIDEI

Pycnodonti

Coelodus Solei Bauzá (1948).

1.128.—Coll de Garrigás-Torroella de Montgri (Gerona). Única especie nueva en España, de la que se da su descripción y figura por J. Bouzá. Nivel estratigráfico: Cretácico medio (Cenomaniense).

Pycnodus complanatus Agassiz.

698-699-1.039.—Mirambel (Teruel). Citado de una caliza margosa del Monte de San Cristóbal, cerca de Cincorres (Castellón de la Plana). Ha sido figurado por Vilanova en lám. III, fig.1, consistente en un vomer. Nivel estratigráfico: Aptiense.

173-478-698.—Procedente de Congostrina (Guadalajara) fue recogida esta misma especie por Calderón; consta en el Catálogo de Mallada con el núm. 2.577. Nivel estratigráfico: Turoniense.

SPHAERODONTIDAE Wagner

Lepidotus palliatus Agassiz.

165-857.—Benageber (Valencia). Ha sido determinada esta especie con numerosos dientes procedentes del tramo calizo, por Royo Gómez. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Lepidotus Mantelli Agassiz.

848-849.—Morella a Cincorres (Castellón de la Plana). Cita Royo Gómez dientes, escamas y huesos craneales, así como (857) de Los Caños (Soria). Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Lepidotus cf. *Mantelli* Agassiz.

450-835-857.—Morella (Castellón de la Plana). Determinado por Royo Gómez. Mora de Rubielos (Teruel). 856.—Benageber (Valencia). Numerosos dientes recogidos por Catalá. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Lepidotus sp.

81.—Bataller da cuenta del hallazgo en el Plá dels Moros en Beniganim (Valencia) (1922) de numerosos restos, especialmente escamas de diversas magnitudes y partes del cuerpo, juntamente con algún huesecito imposible de determinar (acompaña una lámina). Con posterioridad han sido recogidos numerosos fragmentos palatinos, que han sido reconocidos por Mr. Cassier, del Instituto R. de Ciencias Naturales de Bruselas, insuficientes para una determinación específica, que han de colocarse en el Cretácico superior.

853-861.—Morella (Castellón de la Plana), Castrillo de la Reina (Burgos), Los Caños (Soria), río Huerva (Zaragoza), Beniganim, Requena, Chelva, Utiel (Valencia), San Vicente de la Barquera (Santander), reconocido por distintos geólogos, citados en los trabajos de Royo Gómez.

856.—Chelva, Utiel, Caudete (Valencia). Restos recogidos y determinados por Royo Gómez, consistentes en placas craneales, dientes y escamas.

857.—Castrillo de la Reina (Burgos). Recogido y determinado por Royo Gómez.

858.—Morella (Castellón de la Plana). Escamas y placas determinadas por Royo Gómez, recogidas con la intervención del P. Bordás. Benageber (Valencia), dientes recogidos por Olagué y Vallés.

868.—Tosos-Huerva (Zaragoza). Numerosas escamas por Clemente Sáenz.

870.—Los Caños-Golmayo (Soria). Hallazgo de un paladar y escamas esmaltadas halladas por Clemente Sáenz, así como en Castrillo de la Reina (Burgos) y Torrelapaja. Los hallazgos de Los Caños datan de 1917.

888.—San Miguel (M.). Cita del Cretácico inferior de Castrillo de la Reina (Burgos) en capas de arcillas rojas y abigarradas con escamas, dientes y huesos de un lepidosteido probablemente del género *Lepidotus*; recogidos conjuntamente por el P. Saturio González, O. S. B., y el farmacéutico del pueblo.

1.903.—Clemente Sáenz da cuenta en parte de los hallazgos que realizó con ocasión de su informe sobre el Pantano de las Torcas en el río Huerva, consistentes en escamas de *Lepidotus*, dientes de peces, huesos de reptiles y coprolitos.

En Ortigosa de Cameros (Logroño) son abundantes diversos restos dentarios y de escamas de una forma relativamente pequeña, que no puede compararse ni con el *Lepidotus Mantelli* ni con el *L. Fittoni*, como tampoco con las especies descritas por Sauvage *L. palliatus* ni *L. maximus*. Las particularidades de esta forma española, abundantemente reconocida por nosotros y su descubridor Melchor Vicente, son entre otras el que las placas dérmicas son comúnmente rectangulares, bien esmaltadas, sin ofrecer el

borde libre sinuoso, ni superficie estriada, sino completamente lisa y bruñida; su tamaño pocas veces excede 7×5 mm.; no hay que decir que según las regiones del cuerpo, las formas de las escamas varían; sólo hemos recogido una escama pectinada del tipo figurado por Agassiz en lámina 30, figura 12. Estos materiales proceden, en su mayor parte, de Mojón Alto, Campanario, Cerrolago, en los alrededores de Ortigosa: existe una abundante recolección en las colecciones del Instituto Geológico. Un fragmento de placa palatina, o mejor un molde externo, ofrece hasta 7 cavidades de otros tantos dientes, que debían ser hemisféricos y no puntiagudos, mucronados, carácter que Agassiz cree decisivo para distinguir el *Lepidotus Mantelli* del *L. Pittoni*. Se encuentran completamente sueltos, esparcidos en la roca diversos radios, de pátina semejante a las placas que debieran pertenecer indudablemente a las aletas, pero totalmente descompuestas.

Gómez de Larena ha reconocido vértebras que se colocan en este género, procedentes de los desmontes urbanos de San Sebastián, y sitúa en el Garumiense. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

SPIAERODUS SEMIGLOBOSUS

Se ha recogido un diente puntiagudo, cónico y bajo, que hemos podido identificar con el figurado por Dunker: procede de Mojón Alto, en Ortigosa de Cameros (Logroño). Nivel estratigráfico: Wealdiense.

LEPIDOSTEIDAE

Clastes lusitanicus Sauvage.

1.071.—Desfiladero del río Albaida, Beniganim (Valencia). Darder al tratar del Cretácico de la Serra Grossa refiere al *Clastes lusitanicus* Sauvage las escamas de *Lepidotus* recogidas por Bataller, cuya atribución estratigráfica no queda clara, preguntándose el autor si el nivel wealdico se toma en sentido estratigráfico o en sentido de facies, que es aplicable a diversos niveles del Cretácico. Nivel estratigráfico: Cretácico superior.

ASPIDORHYNCHIDAE

Aspidorhynchus sp.

De los ejemplares recogidos en Mojón Alto de Ortigosa de Cameros no es posible deducir la forma de la cabeza; las mandíbulas no debían ser muy alargadas por los restos encontrados, en los que se ven aún insertos algunos dientes aguzados, lisos, alargados, tanto en la mandíbula superior como en la inferior; se pueden ver también grupos de 3, 4 ó 5 dientes sueltos. Los fragmentos de estas mandíbulas podrían atribuirse a Etilodóntidos, no a los Esferodóntidos en que se colocan los *Lepidotus*, o mejor aún a los Rinchodóntidos, que se caracterizan por sus dientes agudos y cónicos, como sucede en el *Aspidorhynchus*, pero las escamas son de forma muy distinta, alargadas y con superficie rizada. Los saucodóntidos, que también tienen dientes puntiagudos y

cónicos, son preferentemente triásicos. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Oligopleurus Thiolliere.

853-858-861.—Morella (Castellón de la Plana). Se han recogido vértebras que determinó Royo Gómez. Las formas de este género son frecuentes en el Jurásico superior. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

PHYSOSTOMI

Leptolepidae

Pachythrissops vectensis A. S. Woodward.

450-835-857.—Morella (Castellón de la Plana). Ha sido determinado por Royo Gómez. Mora de Rubielos (Teruel). Ha vuelto a citarse por varios geólogos sin aportar ningún dato nuevo. Este género ha sido considerado como sinónimo del anterior. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

QUELONIOS

Son escasos los restos de tortugas encontrados en España, que de momento sólo se han recogido en el Cretácico inferior, habiéndose descrito una nueva especie de tamaño relativamente pequeño.

AMPHICHELYDIA

Pleurosternon portlandicum.

165-857.—Benageber (Valencia). En el tramo de areniscas y margas ha reconocido Royo Gómez restos de

esta tortuga. El género parece llegar hasta el Terciario superior. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Helochelys v. Meyer.

887.—De Alcarama, cerca de Navajun (Logroño) describe Sánchez Lozano una pieza marginal que coloca en este género, creado por una especie que se ha reconocido en el Cenomaniense y que tendría medio metro de longitud. Esta forma fue también citada por S. Calderón de la provincia de Santander (177). Nivel estratigráfico: Wealdiense.

PLESIOCHELYIDAE

Hylaeochelys aff. *laticutata* Owen.

857.—Los Caños (Soria). Ha sido determinada por Royo Gómez. Este género se conoce del Jurásico superior y del Cretácico inferior europeo. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

DERMATEMYDIDAE

Trachyasps turbulensis Bergounioux.

Especie nueva descrita sobre un ejemplar incompleto procedente de la mina Pintada en el lignito de Gargallo (Teruel). El género creado por H. v. Meyer se desarrolla en el Terciario de Europa y Africa; sería una gran tortuga de agua dulce. El ejemplar español es de talla mediana, siendo muy interesante el hallazgo en el Secunlario, que en opinión de A. de Lapparent será del Aptiense superior. El ejemplar descrito por Bergounioux pertenece a Clemente Sáenz, profesor

de la escuela de Caminos de Madrid. Nivel estratigráfico: Albiense.

CHELYDRIDAE

Tretosternum punctatum Owen.

450-835-857.—Morella (Castellón de la Plana). Determinada por Royo Gómez. Mora de Rubielos (Teruel). Esta forma del Purbeckiense y del Cretácico inferior se ha reconocido en Inglaterra y Bélgica. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

CROCODYLIA

El grupo de los cocodrilos verdaderos, tanto los longirrostrós como los brevirrostrós, tienen representación en la fauna cretácica española y hasta la fecha sólo se conocen de los niveles inferiores de facies wealdiense; por la escasez de restos, las determinaciones casi todas son genéricas, procediendo la mayoría de sus formas de la zona levantina. Fue E. Boscá quien citó por primera vez restos de cocodrilo en España hace más de medio siglo. A continuación enumeramos las formas conocidas.

Stenosaurus aff. *obtusidens* Andrew.

165-857.—Benageber (Valencia). Se han recogido restos atribuibles a esta forma; el género que citamos a continuación se coloca hoy en la sinonimia: eran cocodrilos preferentemente acuáticos y buenos nadadores, de gran talla, parecidos a los actuales gaviales; se desarrollan principalmente en el Jurásico. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Mystriosaurus Kaup.

152.—Cocodrilo citado por Boscá procedente de Buñol (Valencia). A este género cree puede atribuirse el cocodrilo determinado primeramente por Woodward como *Teleosaurus*: la forma de Kaup tendría unos cinco metros de longitud, con el cráneo de un metro. Nivel estratigráfico: Cretáceo inferior con *Nerinea*.

Teleosaurus Geoffroy S. Hilaire.

152.—Buñol (Valencia). Denominación dada por el paleontólogo inglés a la forma antes citada que se refiere a un cocodrilo, del que se encontraron varias vértebras; su edad pudiera ser jurásica, aunque en las inmediaciones del yacimiento se han encontrado gasterópodos de aspecto cretácico como antes se ha indicado.

PHOLIDOSAURIDAE

Pholidosaurus sp.

Atribuibles a este género de H. v. Meyer, que presenta dientes en corte transversal redondos u ovalados, con fuertes estrías longitudinales de talla medía, se han encontrado en Mojón Alto de Ortigosa de Cameros unos restos de dientes sueltos de forma cónica, no muy altos, con punta algo roma y de la que parten una serie de estrías que casi alcanzan el cuello de la raíz; su diámetro medio es de unos 5 mm., existiendo un fragmento que tiene hasta 10 mm., en cuya sección se ve el canal interior y las sucesivas capas concéntricas de marfil alternativamente claras y oscuras; la densidad de la es-

triación es variable; todos los materiales son sueltos. Se encuentran en las colecciones del Instituto Geológico de Madrid, cedidos por Melchor Vicente. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

GONIOPHOLIDAE

Machimosaurus n. sp.

165-856-857.—Benageber (Valencia). Este cocodrilo breviroso es una forma preferentemente jurásica, y cuya presencia en España ha sido constatada por Royo Gómez, que cree puede atribuirse a una especie nueva. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Theriosuchus Owen n. sp.

857.—Morella (Castellón de la Plana). De este pequeño cocodrilo, del que se conocen pocas formas procedentes del sur de Inglaterra, se ha recogido en España una especie nueva por Royo Gómez. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Goniopholis sp.

165-856.—Benageber (Valencia). 848-849-858.—Morella (Castellón de la Plana). Cita Royo Gómez dientes, placas dermatoesqueléticas completas, que pueden atribuirse a una especie nueva.

853.—Castrillo de la Reina (Burgos). Restos determinados por Royo Gómez. Los Caños (Soria), Huerva (Zaragoza). Recogidos por Clemente Sáenz.

857.—Los Caños. Castrillo de la Reina. Recogido por Royo Gómez. Morella. 861. Castrillo de la Reina (Burgos).

870.—Los Caños-Golmayo (Soria). Recogidos por Clemente Sáenz. Con esta denominación genérica se han citado de numerosas localidades españolas restos atribuidos a este pequeño cocodrilo, que no llega a 2 metros de longitud, muy frecuente en la Europa central durante el Purbeckiense y Cretácico inferior. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

INCERTAE SEDIS

Suchosaurus cultridens Owen.

450-835-857.—Morella (Castellón de la Plana), Mora de Rubielos (Teruel). Recogidos y determinado por Royo Gómez. Este cocodrilo del grupo de los longirostros, se ha reconocido en el Cretácico inferior inglés. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Heterosuchus.

857. Morella (Castellón de la Plana). Determinado por Royo Gómez. Esta forma dudosa ha sido colocada en el género *Hylaeochampsia* Owen y sería según Zittel el cocodrilo más antiguo con vértebras procelicas. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

DINOSAURIA

MEGALOSAURIDAE

Megalosaurus cf. *Dunkeri*

165-857.—Benageber (Valencia). Es el terópodo mayor que se conoce; los restos del ejemplar español parece tener mucha afinidad con la forma inglesa. Ha sido

determinado por Royo Gómez procedente del tramo de areniscas y margas de facies continental. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

Megalosaurus sp.

849-857-858.—Morella (Castellón de la Plana). Los restos dentarios encontrados son del tamaño del *M. Bucklandi*.

851-856.—Benageber (Valencia). Forma determinada por Royo Gómez, consistente en dos cabezas de fémur, así como un diente. El ejemplar de Morella, que llega a tener la talla del *M. Bucklandi*, se conoce también de Mora de Rubielos (Teruel), con restos de tibia. Estas formas son reptiles terrestres carnívoros que vivían en el interior de la zona, y del tamaño de un elefante. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

CETIOSAURIDAE

Cetiosaurus n. sp.

165-851-856.—Benageber (Valencia). Abundantes restos hallados por Catalá y Royo Gómez.

857.—Morella (Castellón de la Plana). Fueron recogidos numerosos restos por Beltrán y determinados por Royo Gómez, destacando un fragmento de diente que cree es una especie nueva.

Del yacimiento valenciano fue preparada una cabeza distal de un fémur de saurópodo, que tiene hasta 42 cm. de diámetro, mayor que el *Diplodocus* del Museo Nacional de Ciencias de Madrid.

Afines a este género se han recogido restos de un saurópodo, que se ha considerado como forma nueva

y del que sólo se conocían especies jurásicas; estos grandes herbívoros llegan a tener hasta 12 metros de longitud, y otros del grupo alcanzan dimensiones gigantescas, siendo los animales terrestres más grandes que han existido. Nivel estratigráfico: Wealdiense.

MOSOSAURIDAE

Titanosaurus cf. *indicus* Lydekker.

De Tremp-Suterranya se ha citado en 1957 por Lapparent-Aguirre. De Orcau por Talens, sólo genéricamente, indicando la existencia de fémures hasta de 160 cm. de longitud. La primera cita de esta forma en España se debe a A. Lapparent, reconocido en los yacimientos catalanes del Cretácico superior de la cuenca de Tremp (Lérida).

La fauna de reptiles, dice Lapparent, parece haber sido bastante uniforme en Europa durante el Cretácico superior; en ella no se puede apoyar para establecer subdivisiones en el Senonense, ni para distinguir un piso Daniense. Nivel estratigráfico: Maestrichtense.

DIPLODOCIDAE

Hypselosaurus n. sp.

Como la especie anterior, ha sido determinada por A. de Lapparent, reconociéndose primero por una vértebra que atribuye al Garumniense *sensu stricto*. En 1956 y 1957 se cita de Orcau por Lapparent-Aguirre y luego de Cubilla (Soria); este saurópodo herbívoro

en los depósitos del Cretácico superior de la cuenca de Tremp (Lérida) considera ser una especie distinta de la que vivía en Provenza. Vidal no reconoció en Cataluña resto alguno de vertebrado en el Cretácico superior. Nivel stratigráfico: Maestrichtiense.

CAMPTOSAURIDAE

Rhabdodon priscum Matheron.

En 1956 y 1957 se cita de Orcau, Suterranya y Conques por Lapparent-Aguirre, y con posterioridad de Cubilla (Soria). Los primeros restos de este ornitópodo en España fueron reconocidos por el paleontólogo francés que ha descrito recientemente los ejemplares recogidos en Provenza, que compara con los de Transilvania. Nivel stratigráfico: Maestrichtiense.

IGUANODONTIDAE

Iguanodon sp. talla I. *Mantelli* Dunker.

847-848-849-857.—Morella a Cinctorres (Castellón de la Plana). Cita Royo Gómez grandes fragmentos de huesos, vértebras, fragmentos de costillas, cabeza de tibia: de Mora de Rubielos (Teruel) una falange posterior.

Esta forma tenía sólo 5 metros, es decir, sería la mitad en tamaño de la especie de Bernissart. Nivel stratigráfico: Wealdiense.

Iguanodon sp.

847.—Morella. 861.—Utrillas. 1.041.—Utrillas (Teruel), Morella (Castellón de la Plana). Fue la primera for-

ma de dinosaurio reconocida en España; un ejemplar de Morella fue recogido por Beltrán, y el de Utrillas por Vilanova (1873), consistente en un fémur de dinosaurio pequeño que atribuye a este género. Hoy se conocen otras especies del tamaño de la anterior y alguna que no llega a tener cuatro metros. Puede que de todos los dinosaurios estudiados recientemente de Portugal, sea el *Iguanodon* casi el único común, pero allí se encuentra en un nivel algo más superior, como es el Aptiense-Albiense. Nivel stratigráfico: Wealdiense.

TRACHODONTIDAE

Trachodon

861.—Utrillas (Teruel). Los restos dentarios recogidos, así como los huesos del género anteriormente citado, y recogidos por Vilanova, se pueden colocar en esta forma según Royo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.039. VILANOVA Y LIEBA, JUAN: *Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel en sus relaciones con la agricultura de la misma*. «Junta General de Estadística». Madrid, 1863.
- 1.041. — — — *Restos de Iguanodon de Utrillas y Morella*. «Actas Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo II, pág. 8, Madrid, 1873.
4. ADÁN DE YARZA, R.: *Descripción física y geológica de la provincia de Alava*. «Mem. Com. Mapa Geológico de España», Madrid, 1885, pág. 69.
177. CALDERÓN, SALVADOR: *Note sur le terrain wealdien du Nord de l'Espagne*. «Bull. Soc. Geol. France», 3 serie, tome XIV, pág. 406, París, 1886.
698. MALLADA, LUCAS: *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*. «Boletín de la Com. Mapa Geol. de España», tomo XVIII, pág. 157, Madrid, 1892.
887. SÁNCHEZ LOZANO, R.: *Descripción física geológica y minera de la provincia de Logroño*. «Mem. Com. Mapa Geol. de España», pág. 621, Madrid, 1894.

152. BOSCA, EDUARDO: *Hallazgo de un Teleosaurido en Buñol (Valencia)*. «Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo III, pág. 140. Madrid, 1903.
699. MALLADA, LUCAS: *Explicación del Mapa geológico de España. Sistemas infracretáceo y cretáceo*. «Mem. Com. Mapa Geol. de España», tomo V. Madrid, 1904.
847. ROYO GÓMEZ, J.: *Sobre el descubrimiento en Morcilla (Castellón) de dientes y otros restos de «Iguanodon»*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XVIII, pág. 133. Madrid, 1918.
848. — — *Los yacimientos wealdicos del Maestrazgo*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XX, pág. 26. Madrid, 1920.
849. — — *La facies continental en el Cretácico inferior ibérico*. «Asoc. Esp. Progr. de las Ciencias. Congreso de Oporto», tomo VI. Madrid, 1921.
888. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, MAXIMINO: *Estudios geológicos en el macizo cretácico del este de la provincia de Burgos*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXI, pág. 410. Madrid, 1921.
314. FALLOT, PAUL: *Etude geologique de la Sierra de Majorque*, página 126. Paris, 1922.
81. BATALLER, J. R.: *Existencia de un «Lepidotus» en el Cretácico de Beniganim provincia de Valencia*. «Butlletí de la Institució Catalana de Historia Natural», tomo 22, pág. 143. Barcelona, 1922.
851. ROYO GÓMEZ, JOSÉ: *Sobre los restos de reptiles wealdicos de Benageber (Valencia)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXV, pág. 252. Madrid, 1925.
853. — — *Los vertebrados del cretácico español de facies wealdica*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», tomo 47, parte 2.ª, página 169. Madrid, 1926.
856. — — *Notas geológicas sobre la provincia de Valencia*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVI, pág. 73. Madrid, 1926.
855. — — *Nuevos vertebrados de la facies wealdica de Los Caños (Soria) y Benageber (Valencia)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVI, pág. 317. Madrid, 1926.
854. — — *Más restos de dinosaurios cretácicos españoles*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVI, pág. 449. Madrid, 1926.
857. — — *Sur la facies wealdien d'Espagne*. «Compte rendus somm. Soc. Geol. France», pág. 125. Paris, 1927.
858. — — *Nuevos descubrimientos paleontológicos en la facies wealdica de Levante*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVII, pág. 113. Madrid, 1927.
859. — — *Nummulitidos del Cretácico inferior español y restos de dinosaurios de Benageber (Valencia)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XXVII, pág. 162. Madrid, 1927.
478. Instituto Geológico y Minero de España. *Mapa Geológico de España*. Memoria explicativa de la Hoja núm. 400. «H. de la Encina», pág. 28. Madrid, 1928.
861. ROYO GÓMEZ, JOSÉ: *Les vertebres du wealdien espagnol*. «Congrès

- Geol. Intern. C. R. XIV sesión en Espagne», 4.º fasc., página 2.039. Madrid, 1928.
868. SÁENZ, CLEMENTE: *El Pantano de las Torcas en el rio Huerva*. «Publicaciones de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro», t. XXVI, pág. 27. Zaragoza, 1929.
706. MARÍN, A. y BATALLER, J. R.: *Nuevos datos sobre el cretácico superior de la cuenca de Tremp (Lérida)*. «Asoc. Esp. Progr. Ciencias. Congreso de Barcelona», t. VI. «Ciencias Naturales», página 25. Madrid, 1929.
870. SÁENZ, CLEMENTE: *Notas para el estudio de la facies wealdica española*. «Asoc. Progr. de las Ciencias. Congreso de Lisboa», tomo VI, «Ciencias Naturales», pág. 66. Madrid, 1932.
835. RICHTER, G.-TEICHMULLER, R.: *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten*. «Abh. Gesells. Wisses. zu Göttingen», Math. Phys. Kl. III. folge. III. Heft. 7. «Beitr. Geol. Weshid. Mittelerrangebiete», núm. 9, pág. 27. Berlín, 1933.
450. HAINE CARL.: *Ein geologischer führer durch den Nördlichen teil des südargonesisch-Katalonischen mittelgebirges zwischen Ebro und Martínfluss und seine vorländer (Spanien)*. «Geol. de la Mediterranee Occid.», vol. II, núm. 13, part. III, página 9. Barcelona, 1933.
100. BATALLER, J. R. y VÍA, L.: *Una excursión por el Pirineo*. «Ibérica», núms. 1.035-1.036. Barcelona, 1934.
493. Instituto Geológico y Minero de España. *Mapa geológico de España*. Memoria explicativa de la «Hoja núm. 558. Villaviciosa de Odón». Madrid, 1941.
- 1.093. SÁENZ GARCÍA, CLEMENTE: *Verdadera edad de las manchas del pretendido Terciario marino del Centro de España. Notas y datos de Estratigrafía española*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo 41, pág. 228. Madrid, 1943.
104. BATALLER, J. R.: *Los estudios paleontológicos sobre el Cretácico español*. «Mem. R. Acad. Ciencias y Arts de Barcelona», 3.ª época, núm. 560, vol. XXVI, núm. 11, pág. 548-32). Barcelona, 1943.
865. RUIZ DE GAONA, MÁXIMO: *El piso Maestrichtense en Olazagutia (Navarra)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo 41, pág. 45. Madrid, 1943.
- 1.071. DARDER PERICÁS, BARTOLOMÉ: *Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y Norte de la de Alicante*. «Bol. Inst. Geol. y Minero de España», tomo 57, primer fascículo. Madrid, 1945.
- 1.128. BAUZÁ, JUAN: *Contribución al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de Cataluña*. «Estudios geológicos», núm. 8, página 241, figs. 1-2. Madrid, 1948.
165. BRINKMANN, ROLANDO: *Las cadenas béticas y celtibéricas del Sureste de España*. «Publicaciones extranjeras sobre Geología de España», vol. IV, núm. 23. Madrid, 1948.

- TALENS, J.: *Descubrimiento de Dinosaurios en Tremp (Lérida)*. «Estudios Geológicos», tomo XI, núm. 25, pág. 86. Madrid, 1955.
- — *Exploraciones sobre los Dinosaurios de la Cuenca de Tremp (Lérida)*. «Estudios Geológicos», tomo XI, pág. 456. Madrid, 1955.
- BATALLER, J. R.: *Contribución al conocimiento de los Vertebrados terciarios de España*. «Instituto Lucas Mallada de Investigaciones geológicas», Cursos y Conferencias, Fascículo III. Madrid, 1956.
- LAPPARENT, A. F. DE, y AGUIRRE, E.: *Algunos yacimientos de Dinosaurios en el Cretácico superior de la Cuenca de Tremp*. «Estudios Geológicos», núms. 31-32. Madrid, 1956.
- Instituto Geológico y Minero de España. Mapa geológico de España*. Memoria explicativa de la «Hoja núm. 348. Fuentes de Jil (Soria)». Madrid, 1956.
- LAPPARENT, A. F. DE; AGUIRRE, E.; QUINTERO, I. y TRIGUEROS, E.: *Descubrimiento de huesos de Dinosaurios en el Cretácico terminal de Cubillas (provincia de Soria)*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 45. Madrid, 1957.
- LAPPARENT, A. F. DE y AGUIRRE, E.: *Présence du Dinosaures dans le Cretacé supérieur du bassin de Tremp (province de Lérida Espagne)*. «Compte rendu sommaire des seances de la Soc. Geol. France», 1956 pág. 261. Reproducido en NOTAS Y COMUNICACIONES DEL I. G. M. DE ESPAÑA, núm. 47. Madrid, 1957.
- BERGOUNIQUX, F. M.: *Trachyaspid tubulensis* nov. sp. *Tortue paludine nouvelle de la provincia de Teruel*. «Estudios Geológicos», núm. 35-36, pág. 279. Madrid, 1957.
- BATALLER, J. R.: *El Garumniense español y su fauna*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL I. G. M. DE ESPAÑA, núm. 50. Madrid, 1958.
- — *Palaeontología del Garumniense*. «Estudios Geológicos», volumen XV. Homenaje a M. San Miguel de la Cámara, página 39. Madrid, 1959.
- — Primer suplemento a la *Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de España», tomo LXX, pág. 1-78. Madrid, 1959.

Recibido: 15-IX-60.

Dr. J. MARCET RIBA

LAS ROCAS ERUPTIVAS FILONIANAS DE IFNI

RESUMEN

Las rocas eruptivas filonianas de Ifni (Atlas occidental), que atraviesan las formaciones granodioríticas y dioríticas cuarcíferas de dicho territorio norte-africano, enclave de Marruecos, corresponden a los pórfidos graníticos y a los pórfidos dioríticos, a las aplitas y pegmatitas y a los lamprófidos espessartitas; los diques son poco numerosos, especialmente los de lamprófidos, por lo que el autor ha creído interesante estudiarlos detenidamente, acompañándose la descripción petrográfica de los mismos con diversas gráficas de su estructura, composición mineralógica y parentesco petrográfico.

ABSTRACT

The eruptive dike-rocks of Ifni (Western Atlas) that cross the granodiorite and quartz-diorites formations of that North African Territory, an spanish enclave into Morocco, belong to the granitic and to the dioritic porphyries, the aplites and pegmatites, and to the spessartites lamprophyres. The dikes are rather rare, particularly those of the lamprophyres, so the autor thought it interesting to make a through study of them, including in the petrographic description various diagrams of their structure, mineral composition and petrographic relationship.

A San Miguel de la Cámara se deben los primeros estudios de conjunto de las diversas rocas filonianas que cruzan las extensas formaciones granodioríticas y dioríticas cuarcíferas que afloran en el territorio de Ifni.

Los diques de rocas filonianas parecen ser mucho menos frecuentes de lo que podía esperarse, ya que en las zonas que recorrió solamente pudo encontrar un dique

asquístico de pórfido granítico en el Asif So'guemat, que refirió el magma granítico; un pórfido diorítico en el Tamarsut; y algunos diques diasquísticos de aplita y pegmatita, entre los del polo ácido; y de lamprófidos, del polo básico, todos ellos muy escasos. El citado petrógrafo estudió detenidamente las rocas que acabamos de indicar.

Describe las apilitas graníticas alcalinas y hololeulócratas de los alrededores de la casa del Caid Said (Ait Aimir); y las pegmatitas alcalinas, muy leucocráticas y hololeucocráticas de los alrededores de dicha casa; también trata de las rocas de la cuenca del Uad Tazarut que a menudo contienen venas tan repletas de magnetita, que llegan a constituir las magnetitas, rocas sumamente interesantes que describe minuciosamente.

Los diques de lamprófidos deben ser raros, ya que San Miguel de la Cámara solamente identificó como tales algunas rocas del grupo micáceo (quersantitas), y del grupo anfibólico-piroxénico (espesartitas); todas ellas del tipo mesocrático.

Dicho petrógrafo describe las quersantitas que se hallan en la zona granítica de la cuenca del Koraima; y las espesartitas del arroyo de Buhuch, junto al poblado, que habían sido encontradas por E. y F. Hernández-Pacheco.

LAMPRÓFIDOS ESPESARTITAS

Arroyo de Buhuch, junto al poblado

(Preparación núm. 3.443 del Museo de Geología de Barcelona)

Las rocas eruptivas lamprófidas corresponden a la diferenciación básica de las rocas filonianas diasquísticas. Las rocas que describiremos tienen gran cantidad de plagioclasa (oligoclasa-andesina) y de hornblenda, junto con cierta cantidad de biotita, lo que determina formen parte del grupo de los lamprófidos calco-alcalinos llamados espesartitas.

Examen macroscópico.—Las rocas que estudió San Miguel de la Cámara de este afloramiento son de color gris verdoso oscuro, y por desconocerse las condiciones de yacimiento, no pudo precisarse su disyunción.

Las rocas de dicho afloramiento son compactas, duras y consistentes.

La estructura es porfídica, de grano fino.

Examinadas a simple vista, destacan fenocristales de mediano tamaño y granos verdes de anfíbol, y además láminas pequeñas de mica; elementos melanocratas que dominan en diferentes partes de las rocas, originando variedades micáceas y anfibólicas.

Estos fenocristales resaltan sobre una pasta granuda de color gris verdoso, debido a los cristales de anfíbol; los granos son diminutos.

Examen microscópico. Estructura.—Estudiadas al microscopio, la estructura es porfídica holocristalina, con fenocristales de mediano tamaño, muy numerosos, a ve-

ces, de hornblenda y biotita, entre los cuales se cuentan también algunos de epidota, procedentes de la avanzada alteración del anfíbol en hornblenda-actinota y epidota.

En la pasta se observan numerosísimos microlitos de oligoclasa-andesina; y cristales aciculares de hornblenda-

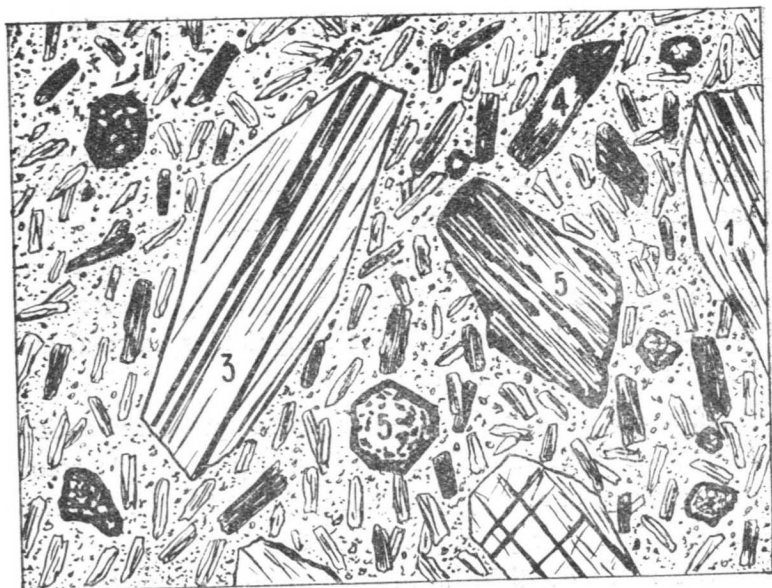


Fig. 1.—*Lamprófidio espartita* del Arroyo de Buhuch, junto al poblado (Ifni). Prep. núm.3,443. Museo de Geología de Barcelona $\times 19$; N. Estructura porfídica holocristalina. 3. Oligoclasa-andesina, 32 % An. 4. Biotita con inclusiones de ilmenita. 5. Hornblenda alterada completamente en hornblenda-actinota y epidota. Ilmenita y magnetita

actinota, irregularmente dispuestos, entre los cuales se observan laminillas de biotita.

Por la preparación se observan granos de epidota, que destacan por su fuerte refracción, y abundantes granos de ilmenita y a veces de magnetita.

Composición.—Debido a su gran basicidad, la roca no presenta cuarzo ni feldespato ortosa. La plagioclasa está representada por la oligoclasa-andesina, que se

presenta en fenocristales y en microlitos, todos ellos con los elementos geométricos habituales. Forma el 63,9 por 100 de la roca. Este porcentaje, como el de los demás elementos de la roca, se ha medido utilizando el objetivo 5, y el ocular planimétrico 6, que da un aumento de 180 diámetros. La pequeñez de los elementos de la pasta ha obligado en este caso a aumentar el aumento, para poder conocer mejor y con mayor precisión la proporción de los minerales integrantes de la roca. El espesor de la placa, a falta de secciones de cuarzo, ha debido hacerse a base de secciones de plagioclasa, dándole a la birrefringencia un valor aproximado de 0,008, lo que está de acuerdo con las determinaciones hechas en otras placas de plagioclasa de la localidad. De toda manera, el espesor obtenido, 0,0182 mm., no merece la misma garantía que en el caso de haberse podido determinar en secciones de cuarzo, en cuyo caso el valor de la birrefringencia es siempre constante. Como de ordinario, se ha realizado la investigación a base de diez determinaciones distintas, en placas diferentes, y hallando el promedio aritmético.

Se presenta en secciones incoloras, por hallarse bien conservado. Solamente presenta pequeñas escamitas de mica sericita o damurita, que son características de las plagioclasas.

El índice de refracción es aproximadamente ± 1.549 ; pero la observación de la franja de Becke ha dado valores próximos al del bálsamo de Canadá, o ligeramente menores.

Las extinciones son muy precisas, por lo bien conservado que se muestra el feldespato. Muchos de los fenocristales presentan hermosa constitución polisintética, según la ley de la albita, asociada a la de la periclina,

que facilitan la determinación de las extinciones y, por consiguiente, la del porcentaje en anortita.

La extinción simétrica de las numerosas y estrechas bandas polisintéticas, macladas según la ley de la albita, con plano de contacto g' (010), ha dado los siguientes valores:

$$\text{Máx. zona sim.} = + 9^\circ, 9^\circ, 10^\circ, 11^\circ, 11^\circ, 12^\circ, 14^\circ, 18^\circ$$

correspondientes a los porcentajes en anortita siguientes:

$$\% \text{ An} = 26 \%, 26 \%, 27 \%, 27 \%, 28 \%, 28 \%, 29 \%, 31 \%, 34 \% \text{ An}$$

cuyos valores denuncian a la oligoclasa-andesina. El máximo de extinción indica una oligoclasa-andesina con 34 por 100 An.

Aceptaremos este valor como orientación, por si fuera erróneo el valor de la extinción máxima hallada.

Para determinar el porcentaje en anortita con mayor precisión, utilizamos muchas de las secciones orientadas que fueron halladas al observar el aspecto de aquéllas y de sus bandas polisintéticas, caso de haberlas; y, además, al ser examinadas las figuras de interferencia y los valores de las birrefringencias correspondientes a los colores de polarización de las secciones estudiadas.

Por el método de las extinciones conjugadas de Michel-Lévy y con el auxilio de las gráficas, para la rectificación de valores, obtuvimos los siguientes resultados:

	(observados)	(rectificados)
S_{np}	$- 13^\circ$	$+ 14^\circ$
I'	$+ 14^\circ$	$- 13^\circ$
E	$+ 44^\circ$	$34^\circ 30'$

correspondientes a una oligoclasa-andesina con un 31,5 por 100 An.

S_{np}	$+ 16^\circ$	$+ 15^\circ$
I'	13°	$- 14^\circ$
E	40°	$- 34^\circ$

que indican una oligoclasa-andesina con un 32,5 por 100 An.

Secciones paralelas a los ejes ópticos:

S_{Nm}	$- 3^\circ$	$- 3^\circ$
I'	$+ 4^\circ$	$+ 2^\circ$
S_{Nm}	$- 3^\circ$	$- 3^\circ$
I'	$+ 3^\circ$	$+ 2^\circ$
S_{Nm}	0°	0°

valores que nos indican la oligoclasa-andesina, pero sin precisarnos el porcentaje de anortita.

Las primeras secciones son fáciles de encontrar, por cruzarse normalmente las bandas polisintéticas de las maclas de la albita y de la periclina; además, dichas secciones presentan color gris de polarización. Los cruces se cortan formando ángulos casi rectos. Las secciones paralelas al plano de los ejes ópticos muestran colores de polarización más altos, que a menudo es el blanco; las bandas se presentan poco marcadas y se extinguen casi al mismo tiempo, a pocos grados del plano de contacto de la macla de la albita. La macla de la periclina se precisa poco, ya que las secciones son próximamente paralelas a la base h (001). En la determinación de estas plagioclasas, las secciones normales a la bisectriz obtusa son muy indicadas para la precisa determinación del porcentaje en anortita. No hemos hallado buenas secciones paralelas a g' (010); éstas, no presentan la macla de la albita, y su color de polarización es tan bajo que parecen isotropas, por aparecer en ellas la bisectriz aguda.

El promedio correspondiente a las secciones normales a la bisectriz negativa ha dado:

$$\text{Oligoclasa-andesina, } 32 \% \pm 0.5$$

Esta plagioclasa es próxima al tipo IV. Ab_3An_7 , con un 34 % An.

Hemos determinado la birrefringencia en las secciones orientadas para obtener además el ángulo de los ejes ópticos y el signo óptico del mineral.

Birrefringencia de las secciones normales a la bisectriz aguda, positiva:

$$S\text{Ba (ng)} = 0.0037; 0.0037; 0.0039$$

cuyo promedio geométrico es:

$$0.0038 \pm 0.0001$$

Secciones normales a la bisectriz obtusa, negativa:

$$S\text{Bo (np)} = 0.052; 0.0054; 0.0059$$

con promedio geométrico:

$$0.0056 \pm 0.0004$$

Secciones paralelas al plano de los ejes ópticos:

$$S\text{Nm} = 0.0072; 0.0078; 0.0083$$

y su promedio geométrico:

$$0.0078 \pm 0.0006$$

La suma de las dos primeras birrefringencias da el valor de la birrefringencia máxima:

$$S\text{Nm} = 0.0093 \text{ (calculado)}$$

valores que en las gráficas de Boldireff da:

$$2V = + 79^{\circ} 30'$$

Los promedios aritméticos de dichas constantes son:

$$\begin{aligned} S\text{Ba (ng)} = \text{nm} - \text{np} &= 0.0038 \\ S\text{Bo (np)} = \text{ng} - \text{nm} &= 0.0055 \\ S\text{Nm} = \text{ng} - \text{np} &= 0.0078 \text{ (obs.)} \\ &= 0.0093 \text{ (calc.)} \end{aligned}$$

que determinan:

$$2V = + 80^{\circ}$$

Los valores geométricos y aritméticos son prácticamente iguales: las birrefringencias halladas por medida de retardos quedan inferiores a las obtenidas por el cálculo, como ocurría en las otras plagioclasas de Ifni.

Coordinando los valores obtenidos, tenemos:

$$\begin{aligned} S\text{Ba (ng)} = \text{nm} - \text{np} &= 0.0038 \\ S\text{Bo (np)} = \text{ng} - \text{nm} &= 0.0056 \\ S\text{Nm} = \text{ng} - \text{np} &= 0.078 \text{ (obs.)} \\ &= 0.0094 \text{ (calc.)} \end{aligned}$$

$$2V = + 79^{\circ} 30'$$

Los elementos leucocratas están representados exclusivamente por la plagioclasa, que alcanzó el 63,9 %. Los elementos melanocratas alcanzan el 36,1 %, ya que los accesorios solamente se presentan en trazas. Los elementos melanocratas están representados por la mica biotita, 6 %; y por el anfíbol hornblenda, 30,1 %, transformado completamente en hornblenda-actinota y epidota.

La mica biotita se muestra en forma de fenocristales y microlitos bien conservados. Forma el 6 % de la roca. Algunas secciones han perdido su idiomorfismo. Su coloración varía del pardo verdoso al pardo verde claro, según la orientación de las secciones, debido al pleocroísmo. En las secciones basales la coloración pardo-verdosa apenas varía, por comportarse las secciones como isotropas; las prismáticas varían mucho de color: según el alargamiento, positivo, pardo-verdoso; según la dirección transversal, n_p , pardo-verdoso muy claro. Se observan inclusiones de ilmenita. El índice de refracción es débil, aproximadamente, ± 1.60 . Sus colores de polarización están influenciados por los colores de pleocroísmo, lo que dificulta hallar con precisión el valor de la birre-

fringencia principal, que en este mineral pseudo-uniaxial, es la máxima. Los colores de polarización son altos, pero con todo hemos intentado la determinación cuantitativa de la birrefringencia máxima.

$$SN_m = 0.036 ; 0.042 ; 0.053$$

que dan un promedio geométrico:

$$0.045 \pm 0.009$$

El promedio aritmético ha sido:

$$SN_m = 0.0447$$

En luz polarizada convergente se han observado típicas figuras de interferencia, apareciendo la cruz pseudo-uniaxial sobre el fondo pardo-verdoso; la lámina de yeso revela su signo óptico negativo, por la aparición de los dos puntos azules en los sectores segundo y cuarto y el alejamiento de los círculos isocromáticos del centro; al revés de los sectores primero y tercero, en que se acercan al centro. Algunas secciones han dado colores abigarrados de polarización, a causa de las variaciones del espesor de las placas al deshilacharse.

El anfíbol hornblenda forma el 30.1 % de la roca, lo que caracteriza a esta roca filoniana; pero como se ha dicho, está transformado completamente en hornblenda-actinota, 8.6 %, y epidota, 21.5 %.

Estudiaremos ante todo la hornblenda-actinota, la cual presenta secciones de diverso tamaño, en forma de fenocristales y de microlitos.

Todas estas secciones presentan los contornos característicos del anfíbol, pero son frecuentes en los microlitos las formas alargadas, con cruceros prismáticos, y fracturas transversales. Ya hemos visto secciones aná-

logas en las dioritas cuarcíferas anfibólicas, por lo que evitaremos repeticiones. El color es variado, y oscila entre el verde claro, más o menos intenso, y el verde amarillento, según las secciones estudiadas, y el grado de transformación del primitivo mineral. El pleocroísmo según n_p es verde claro; según n_g , verde amarillento; según n_m es verde claro más intenso. Ello determina que en las secciones alargadas, positivas, el color dominante sea el verde amarillento, cuando la dirección de los cruceros coincide con el plano de vibración del polarizador; mientras que aparecen de color verde claro, más intenso en secciones paralelas a $h'(100)$ que en las paralelas a $g'(010)$, cuando es la dirección transversal la que se hace coincidir con dicho plano de vibración.

El índice de refracción es, aproximadamente, ± 1.63 , por lo que las secciones presentan bastante rugosidad.

La abundancia de secciones orientadas permite una precisa determinación de las birrefringencias. En las secciones en que aparece la bisectriz aguda, negativa, próximas a $h'(100)$, se obtiene la birrefringencia menor. Los colores de polarización son relativamente bajos, influidos por los del pleocroísmo. Sus secciones son muy alargadas, presentando un crucero transversal poco regular; más bien parecen fracturas. Quizá revelan una exfoliación según la base $p(001)$. Presentan los extremos terminados por dos aristas muy inclinadas, que muestran la presencia de caras piramidales. Los valores de las birrefringencias han sido los siguientes:

$$SBa(np) = 0.0039 ; 0.0055 ; 0.0059 ; 0.0069 ; 0.0072 ; 0.0072 ; \\ 0.0082 ; 0.0094 ; 0.0100 ; 0.0128$$

cuyo promedio geométrico es:

$$0.0084 \pm 0.0045$$

Estos valores determinan variados colores de polarización, desde el gris hasta el amarillo paja; debido a la variación de la birrefringencia según el grado de transformación del anfíbol original.

Las secciones normales a la bisectriz obtusa son próximas a la base y, por consiguiente, muestran los cruces prismáticos muy marcados: son secciones romboidales, con ángulos que se aproximan a 60° y 120° . En ellas se obtiene la birrefringencia media:

$$SBo \text{ (ng)} = 0.0072; 0.0072; 0.0082; 0.0082; 0.0082; 0.0082; \\ 0.0089; 0.0094; 0.0109; 0.0122; 0.0122; 0.015$$

que dan un promedio geométrico:

$$0.0111 \pm 0.0039$$

Finalmente, las secciones con birrefringencia máxima son paralelas a g' (010), y paralelas, por consiguiente, al plano de los ejes ópticos. En ellas se determina el ángulo de extinción característico del anfíbol, el cual da la oblicuidad del elipsoide respecto al eje vertical.

Sus secciones se presentan muy alargadas, manifestando sus contornos la presencia de las caras piramidales, además de las prismáticas. El crucero transversal se muestra bastante desigual, y es debido probablemente a una exfoliación según la base p (001). La delgadez de las secciones, por ser tan alargados los cristales, no permite que se manifieste bien desarrollado el crucero de las secciones prismáticas, crucero que como se ha indicado aparece bien en las secciones transversales. Solamente en secciones g' (010) muy desarrolladas, aparece bien marcado el crucero según el prisma de tercera especie.

Los valores obtenidos para la birrefringencia máxima han sido los siguientes:

$$SNm = 0.0091; 0.0122; 0.0122; 0.0138; 0.014; 0.0158; \\ 0.0172; 0.0182; 0.0182; 0.0213$$

que determinan un promedio geométrico:

$$0.0153 \pm 0.006$$

y que los colores de polarización, desde el blanco de paja lleguen al amarillo rojizo, algo más subido que en las secciones basales.

Las dos primeras birrefringencias determinan en las gráficas de Boldireff:

$$2V = -81^\circ 30'$$

La suma de las dos birrefringencias indicadas dan el valor de la birrefringencia máxima:

$$SNm = 0.0195 \text{ (calc.)}$$

Los promedios aritméticos han sido:

$$SBo \text{ (np)} = ng - nm = 0.0077 \\ SBo \text{ (ng)} = nm - np = 0.0099 \\ SNm = ng - np = 0.0152 \text{ (obs.)} \\ = 0.0176 \text{ (calc.)}$$

que determinan:

$$2V = 82^\circ 30'$$

valores bastante análogos a los hallados anteriormente. La birrefringencia máxima calculada ha resultado algo superior a las medidas.

Coordinando los datos, obtenemos para la hornblenda-actinota:

$$SBo \text{ (np)} = ng - nm = 0.0084 \\ SBo \text{ (ng)} = nm - np = 0.0111 \\ SNm = ng - np = 0.0153 \text{ (obs.)} \\ = 0.0195 \text{ (calc.)}$$

$$2V = -81^\circ 30'$$

Las extinciones halladas en g' (010) son:

$$Ext. (010) = 17^\circ, 17^\circ, 18^\circ, 18^\circ, 18^\circ, 19^\circ, 19^\circ, \\ 19^\circ, 19^\circ, 19^\circ, 19^\circ 30', 19^\circ$$

cuyo máximo + 19° queda inferior al ángulo característico de extinción de la hornblenda, + 22°.

Este ángulo da también el valor de la orientación del elipsoide respecto al eje vertical del cristal.

La epidota se presenta igualmente como elemento secundario, y como producto de alteración del anfíbol primitivo. Constituye el 21,5 % de la roca. Su idiomorfismo es nulo, o poco marcado; se manifiesta en forma de granos y constituye típicas asociaciones fibroso-radiadas. Como es corriente, su color es ligeramente amarillo limón, y muchas secciones son incoloras enteramente. Su aspecto rugoso acusa gran refringencia, próxima a $\pm 1,75$.

Las secciones normales a la bisectriz aguda, negativa, con sus bajos colores de polarización, grises, presentan las birrefringencias siguientes:

$$S_{Ba}(\text{mp}) = 0,0069 : 0,0082$$

cuyo promedio es:

$$0,0075 \pm 0,0007$$

Las secciones normales a la bisectriz obtusa, positiva, dan colores amarillos de polarización, y su birrefringencia:

$$S_{Bo}(\text{ng}) = 0,014 : 0,0182$$

con promedio:

$$0,0161 \pm 0,0021$$

Finalmente, las secciones paralelas al plano de los ejes ópticos, con altos colores de polarización amarillos, rojos, verdes y azules de tercero y cuarto orden, dan las birrefringencias:

$$S_{Nm} = 0,031 : 0,0353$$

cuyo promedio es:

$$0,0331 \pm 0,0022$$

Los promedios de las birrefringencias mínima y media en las gráficas de Boldireff, dan:

$$2V = -68^\circ$$

La suma de las birrefringencias indicadas dan la birrefringencia máxima:

$$S_{Nm} = 0,0236 \text{ (calc.)}$$

muy inferior a las birrefringencias medidas directamente.

Muchas de las secciones son alargadas, y presentan líneas de exfoliación transversales. Las extinciones, siempre rectas. El alargamiento, a veces positivo; otras, negativo. También se han observado maclas según el primer pinacoide h' (100).

Los elementos accesorios están representados exclusivamente por la ilmenita, en pequeñísima cantidad.

Por la pequeñez de los elementos no se ha podido determinar la composición centesimal de los fenocristales y de la pasta aisladamente: que por otra parte, no tiene gran importancia.

* * *

El análisis mineralógico cuantitativo de estos lamprófidos calco-alcalinos, plagioclásico-anfibólicos o espesartitas, se realizó con el objetivo 5 de Leitz, y el ocular planimétrico 6, dando 180 aumentos.

Según San Miguel de la Cámara, el número de color de estas espesartitas es de 40, correspondiendo a un tipo mesocrático.

* * *

Para completar el conocimiento de estas rocas hemos compuesto el siguiente cuadro general de la composi-

ción mineralógica cuantitativa de los lámprófidos espesartitas del arroyo de Buhuch, junto al poblado, de Ifni, indicándose los valores medidos y los valores obtenidos al ser rectificados mediante las curvas mineralógicas de las diferentes rocas del territorio de Ifni.

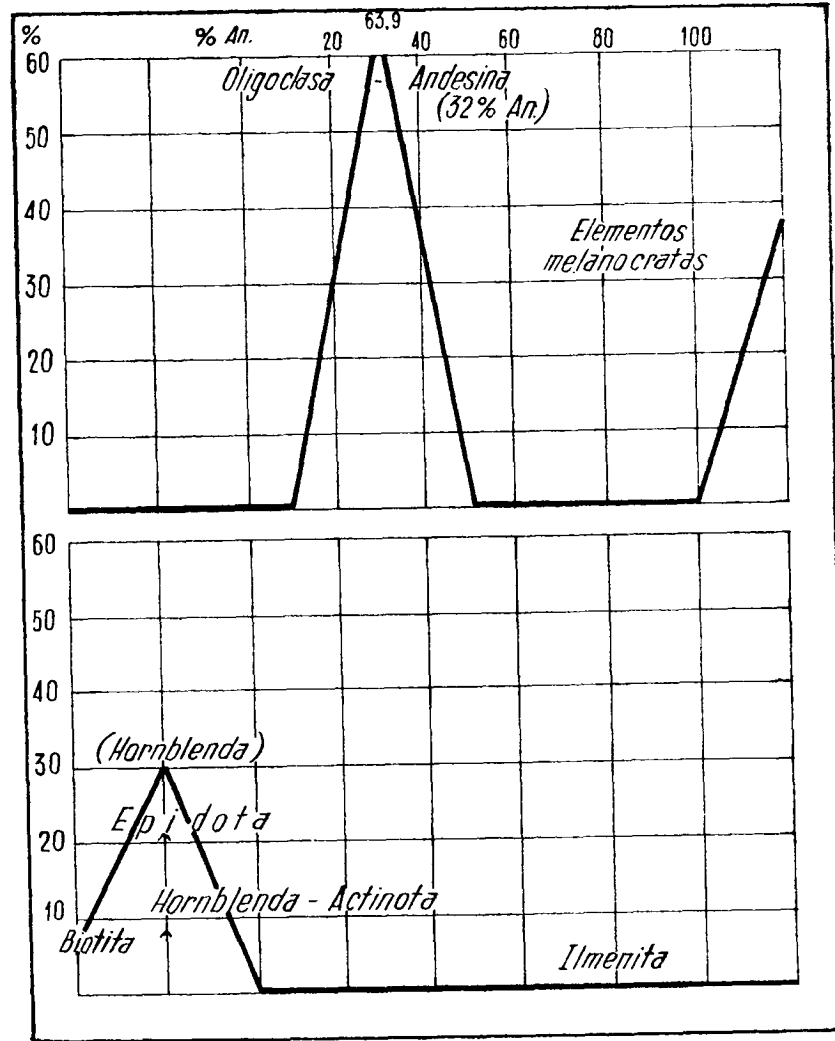


Fig. 2.—Gráfica mineralógica de los lámprófidos espesartitas del Arroyo de Buhuch; junto al poblado (Ifni).

Los valores obtenidos sirvieron para trazar la gráfica mineralógica de dichas rocas (fig. 2), en la cual se aprecian claramente las características de la composición mineralógica global.

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA CUANTITATIVA DE LOS LÁMPRÓFIDOS ESPESARTITAS DE IFNI

A. ELEMENTOS LEUCOCRATAS.

	%	% rectificado
Oligoclasa-andesina, 32 % An	63.9 %	64 %
Caolín	m. p.	
Sericita	m. p.	
Suma de elementos leucocratas esenciales	63.9 %	64 %

B. ELEMENTOS MELANOCRATAS

Mica Biotita	6 %	6 %
Anfibol Hornblenda.		
Hornblenda-actinota	8.6 %	8.5 %
Epidota	21.5 %	21.5 %
Anfibol inicial	30.1 %	30 %
Suma de elementos melanocratas esenciales	36.1 %	36 %

C. ELEMENTOS ACCESORIOS.

Ilmenita	p. c.	m. p.
----------	-------	-------

Campos observados	10
Combinación óptica:	
Objetivo-Ocular	5 — VI
Aumentos	180
p. c.: poca cantidad.	
m. p.: muy poca cantidad.	

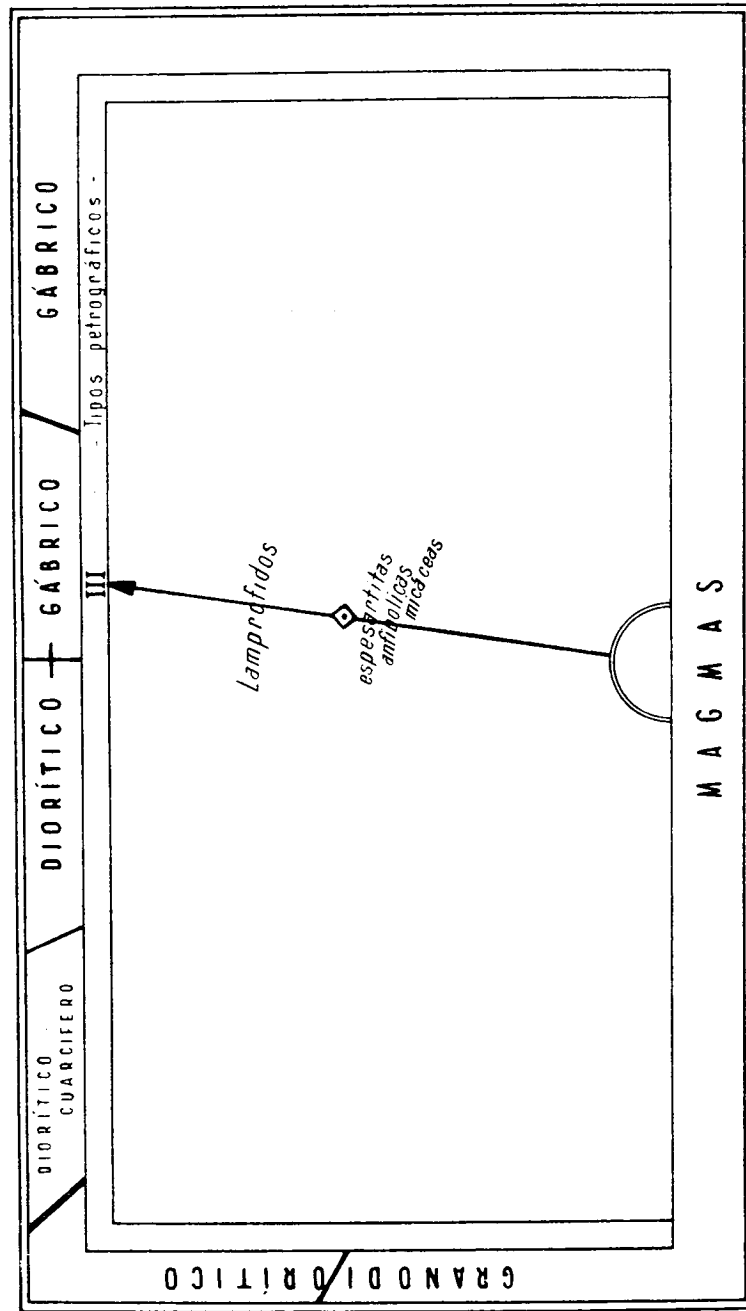


Fig. 3.—Parentesco petrográfico de los lamprófidos espesartitas del Arroyo de Buhuch; junto al poblado (Ifni).

En el XX Congreso Geológico Internacional celebrado en Méjico, en 1956, se mostró el parentesco petrográfico de las rocas eruptivas de Ifni (Atlas occidental), en una de nuestras gráficas de parentesco, y para facilitar su comprensión se expuso en nuestro trabajo la manera de localizar los polos en dicha gráfica.

Ahora damos a conocer la localización de los lamprófidos espesartitas en nuestra gráfica de parentesco petrográfico (fig. 3).

En la gráfica puede observarse que el polo de los lamprófidos espesartitas de Ifni se localiza en el sector diorítico-gábrico, aproximándose al sector gábrico, y viene caracterizado por las constantes: azimut, $\varphi = 98^{\circ} 15'$; y distancia polar, $\rho = 58.6$.

La rectificación de estos valores en las curvas mineralógicas de Ifni da los siguientes valores: azimut, $\varphi = 97^{\circ}$; distancia polar, $\rho = 58$. Estos valores casi son iguales a los antes indicados.

BIBLIOGRAFÍA DE Ifni

1. BOURCART, J.: *Découverte du Cambrien à Archaeocyathus dans l'Anti-Atlas marocain*, «C. R. somm. Soc. Géol. de France», pág. 10, Paris, 1927.
2. LE VILLAIN, G.: *Sur la faune des calcaires cambriens de Sidi Mouca d'Aglon près de Fizuit*, «C. R. Acad. des Scie. de Paris», tomo 187, pág. 1066, Paris, 1927.
3. *Premiers résultats d'une reconnaissance sur les confins autonomes du Dra.*, «C. R. somm. Soc. Géol. de France», pág. 201, Paris, 1934.
4. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *El Territorio de Ifni*, «Oasis», año I, número 1, nov. 1934, págs. 5-19, 16 fotogr., Madrid, 1934.
5. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Expedición científica a Ifni (Informe oficial del Jefe de la Expedición)*, «Publ. de la Soc. Geogr. Nac.», serie B, núm. 63, Madrid, 1935.
6. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Ibíd.*, «Bol. Soc. Geogr. Nac.», tomo LXXV, núm. 9, sept. 1935, págs. 515-541, 14 láms., Madrid, 1935.

7. BOURCART, J.: *Reconnaissance géologique dans les confins autonomes du Draa*. «Rev. de Géogr. Phys. et de Géol. Dynam.», tomo VIII fasc. 2, págs. 115-132, con la Carta: «Croquis géologique des confins du Draa», a 1:1.000.000, París, 1935.
8. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P.: *Los archaocyalidos de Ifni*. Not. y Comun. del Inst. Geol. y Min. de España vol. V, núm. 5, Madrid, 1935.
9. CABALLERO Y SEGARES, A.: *Datos geobotánicos del territorio de Ifni*. Discurso correspondiente a la apertura del curso académico de 1935-36 en la Universidad de Madrid. Madrid, 1935.
10. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y F.: *Datos acerca de la exploración geológica de Ifni*. «Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat.», tomo XXXVI, núm. 3, 31 marzo 1936, págs. 155-176, 4 figs., 9 láms. (19 grabs.). La primera figura. «Bosquejo topográfico de Ifni según los datos existentes y observaciones de los autores en agosto 1934». Madrid, 1936.
11. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Los territorios de Ifni y de Tarjaya, en relación con el problema geológico de la Atlántida Geológica*. «Asoc. Esp. para el Progr. de las Cienc.», Congreso de Santander, Madrid, 1938.
12. BOURCART, J.: *Du Sous au Draa; L'extrémité Occidentale de l'Anti-Atlas Marocain*. «Renseignements Coloniaux», Supplément du «Bulletin de l'Afrique Française», nos. de juillet et août 1939. Rabat, 1939. Con la Carta «Esquisse géologique de l'Extrémité Occidentale de l'Anti-Atlas Marocain du Sous au Draa» (1937), a escala 1:714.000 aprox. Rabat, 1939.
13. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Storia fisiografica e geologica del litorale de Ifni*. «Revista Africa Italiana», Roma, 1941.
14. --- *Rasgos fisiográficos y geológicos de las tierras africanas de influencia española*. Discurso de apertura del Curso 1943-1944. «Public. de la Universidad», Madrid, 1943.
15. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M.: *Las rocas eruptivas del territorio de Ifni*. «Africa», año III, núm. 28, abril 1944, págs. 24-39, 60 grabs. Madrid, 1944.
16. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Rasgos fisiográficos y geológicos del territorio de Ifni, y Rasgos fisiográficos y geológicos del Sáhara*. «Public. de la Dirección General de Marruecos y Colonias». Madrid, 1945.
17. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *La Expedición a Ifni*. «Edic. de Conferenc. y Ensayos», 48 págs., 4 láms., 1 fig., una foto del autor. Bilbao, 1946.
18. FLORES MORALES, A.: *El Sáhara Español*. «Alta Comis. de España en Marruecos», Edic. Ares. Madrid, 1946.
19. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Los niveles de playas levantadas del litoral de Ifni*. «2.º Congr. intern. de Africanistas Occidentales, de Bissau (Guinea Portuguesa)», 9 dic. 1947.
20. --- *Los conglomerados rojos de Ifni*. «2.º Congr. intern. de Africanistas Occidentales de Bissau (Guinea Portuguesa)», 9 dic. 1947.

21. BOURCART, J.: *Du Sous au Draa; L'Extrémité Occidentale de l'Anti-Atlas Marocain*. «Revue de Géogr. Marocaine», nos. 2-3-4, páginas 71-103, 4 figs. Con el esquema «Esquisse géologique de l'Extrémité Occidentale de l'Anti-Atlas Marocain du Sous au Draa», a escala 1:714.000 aprox. (1937) (reproducción de 1939). Rabat, 1947.
22. FLORES MORALES, A.: *Atlas-Sus-Draa*. «Cons. Sup. de Invest. Cient. Inst. de Estudios Africanos», 161 págs., 25 figs., 8 láms. (13 grabs.). Madrid, 1948.
23. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Concepto y desarrollo histórico geográfico de la Hesperia Africana*. Conferencia inaugural del Curso organizado por esta Delegación, leída por su autor el día 5 de marzo de 1947. «Alta Comis. de España en Marruecos, Delg. de Educ. y Cultura», 32 págs. Tetuán, 1948.
24. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Las costas de Ifni y del Sáhara Español. Rasgos fisiográficos y geológicos*. «Alta Comis. de España en Marruecos, Deleg. de Educ. y Cultura», Conferencia del Curso organizado por esta Delegación, pronunciada por su autor, el día 12 de marzo de 1947, págs. 33-54, 8 láms. (9 grabs.). Tetuán, 1948.
25. HERNÁNDEZ-PACHECO, E. y F.; ALIA MEDINA, M.; VIDAL BOX, C.; GUINEA LÓPEZ, E.: *El Sáhara Español. Estudio geológico, geográfico y botánico*. «Cons. Sup. de Invest. Cient., Inst. de Estud. Afric., Africa», 808 págs., 89 dibjs., 134 láms., 2 láms. en color, varios mapas. Madrid, 1949.
26. BULLÓN DÍAZ, G.: *Notas sobre Geografía humana de los territorios de Ifni y del Sáhara*. «Cons. Sup. de Inv. Cient., España en Africa, Africa», págs. 117-149, 7 figs. Madrid, 1949.
27. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Concepto y desarrollo histórico geográfico de la Hesperia Africana*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo extraordinario, 1946, págs. 365-382, 2 figs. Madrid, 1949.
28. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Rasgos fisiográficos y geológicos del Territorio de Ifni*. «Cons. Sup. de Invest. Cient., Africa», España en Africa, págs. 81-95, 5 figs. Con un «Bosquejo geográfico» a 1:666.666, y un «Bosquejo geológico», de E. y F. Hernández-Pacheco, a 1:571.428; 2 cortes geológ. Madrid, 1949.
29. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Morfología y exploración de las zonas litorales de Ifni y del Sáhara Español*. «Compte Rendu du XVIIe Congr. Intern. de Géographie, Lisbonne, 1949», págs. 487-506, 4 láms. (7 grabs.). Lisbonne, 1950.
30. --- *El Estrecho de Gibraltar y su prolongación mediterránea y atlántica*. «Libro Jubilar del Instituto Geológico y Minero de España», tomo II, 16 págs., 1 lám. Madrid, 1951.
31. CHOUBERT, G., et MARÇAIS, J.: *Géologie du Maroc*. Fasc. I. 1.ª Partie. *Aperçu structural* (par Choubert, G., et Marçais, J.). 2.ª Partie. *Historie géologique du Domaine de l'Anti-Atlas* (par Choubert, G.). «XIXe Congr. Géol. Intern., Monogr. Régionales, 3.ª

- Serie: Maroc», 195 págs., 18 láms. (carta en color). «Notes et Mémoires du Serv. Géol. du Maroc», núm. 100. Rabat, 1952.
32. --- con la colaboración de H. HOLLARD: *Livret-Guide de l'Excursion 1, 36. Anti-Atlas Occidental*. Directeur: G. Choubert; Directeur Adjoint: H. Hollard. «Congr. Géol. Intern., XIXe Session, Alger, 1952», 73 págs., 17 láms. (cartas, cortes, fósiles). Rabat, 1952.
33. --- FAUVELET, E. F., et HINDERMEYER, J.: *Note sur les granites précambriens d'âge tardif de l'Anti-Atlas (Maroc)*. «Comptes Rendus de la Dix-neuvième Session, Alger 1952. Congr. Géol. Intern.», fasc. 1, págs. 73-80. Alger, 1953.
34. LAPADU HARGUES, P.: *Étude pétrographique du Massif antécambrien des Eglabs (Sahara occidental)*. «Congr. Géol. Int., Comptes Rendus de la Dix-neuvième Session, Alger, 1952», fasc. 1, páginas 103-109. Alger, 1953.
35. CHOUBERT, G.: *Essai d'application de la notion de l'Intracambrien aux formations anciennes de l'Anti-Atlas (Maroc)*. «Congr. Géol. Intern., Comptes Rendus de la Dix-neuvième Session, Alger, 1952», fasc. 1, págs. 53-71, 2 figs. Alger, 1953.
36. MARCET-RIBA, J.: *Cielos geotectónicos y magnéticos de Iñú y su relación con los del Anti Atlas Marruecos meridional*. «Congr. Géol. Intern., Comptes Rendus de la Dix-neuvième Session, Alger, 1952», fasc. XVII, págs. 117-125, 3 figs. Alger, 1954.
37. GARCÍA FIGUERAS, T.: *Santa Cruz de Mar Pequeña, Iñú, Sáhara*. Madrid.
38. DE LA VISA Y VILLA, J., y MUÑOZ CABIZOS, C.: *Breve reseña del territorio de Iñú y estudio del yacimiento minero de Talut Inguerramen*. NOT. Y COMUN. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESPAÑA, año 1954, núm. 36, págs. 91-118, 3 figs., 8 láms. (15 fotogr.), noviembre 1954. Madrid, 1954.
39. COLABORACIÓN: *Atlas Histórico y Geográfico del Africa española*. «Dirección General de Marruecos y Colonias, Instituto de Estudios Africanos (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)», 47 mapas, muchos gráficos y esquemas, 192 págs. grandes. Madrid, 1954.
40. MARCET-RIBA, J.: *El problema de los esferulitos de calcedonia, cuarquina y lutecina*. «Cons. Sup. de Inv. Cient., Inst. de Invest. Geológ. "Lucas Mallada", "Estudios Geológicos"», núms. 23-24, páginas 371-374. Madrid, 1954.
41. --- *Los esferulitos de calcedonia, cuarquina y lutecina de Iñú*. Revista «Ibérica», 2.ª época, núm. 299, 8 págs., 15 febrero 1955. Barcelona, 1955.
42. --- *Los esferulitos de calcedonia, cuarquina y lutecina de las rocas efusivas de Iñú*. Tomo Homenaje al Prof. Dr. F. Pardillo Vaquer, Homenaje póstumo, «Universidad de Barcelona, Secret. de Publ., Fac. de Cienc.», págs. 113-122, 2 figs. y 2 cuadros. Barcelona, 1955.

43. HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *La Geografía y la Historia de las Hespérides y el Atlas de Africa española*. «Cons. Sup. de Inv. Cient., Inst. de Est. Afric., Archivos del Instituto de Estudios Africanos», núm. 36, 65 págs., 24 figs. Madrid, 1956.
44. MARCET RIBA, J.: *El Parentesco petrográfico de las rocas eruptivas de Iñú (Atlas occidental), Marruecos*. «XX Congr. Geol. Intern., México, 1956», 23 págs., 3 láms. México, 1956.
45. BRAITSCHE, O.: *Über die natürlichen Faser- und Aggregationsstypen beim SiO₂, ihre Verwachsungsformen, Rechtsungsstatistik und Doppelbrechung*. «Heidelberger Beiträge zur Miner. und Petrogr.», Bd. 5, págs. 33-372. Heidelberg, 1957.
46. MARCET RIBA, J.: *Dacitoides y Andesitas ácidos de Iñú*. «Cons. Sup. de Invest. Cient., Instituto "Lucas Mallada" de Invest. Geológicas. "Estudios Geológicos"», tomo Homenaje al Dr. M. San Miguel de la Cámara, vol. XV, págs. 257-268. Madrid, 1959.
47. --- *Los melafidos andesíticos de Iñú*. «Mem. de la R. Academia de Cienc. y Art. de Barcelona», tercera época, vol. XXXIII, núm. 11, págs. 215-240. Discurso inaugural del Curso Académico 1958-1959. Barcelona, 1960.

CARTAS GEOLÓGICAS

1. *Carte géologique du Maroc, au 1:500.000*. «Direction Générale des Travaux Publiés, Service des Mines et de la Carte Géologique». Rabat, 1936.
2. *Carte géologique du Nord-Ouest de l'Afrique. File. 1. Maroc-Algérie Ouest. 1:2.000.000*. «XIXe Congr. Géol. Intern.», Alger, 1952.
3. *Atlas Histórico y Geográfico del Africa española*. «Direcc. Gen. de Marruecos y Colonias, Instituto de Estudios Africanos (Consejo Superior de Investigaciones Científicas)», 47 mapas (31 mapas históricos, 16 mapas geográficos y geológicos), muchos gráficos y esquemas, 192 páginas grandes. Madrid, 1954.
4. *Bosquejo geológico del Territorio de Iñú*, por F. Hernández-Pacheco. Escala, 1:200.000. «Dirección General de Marruecos y Colonias, Inst. de Est. Afric. (Cons. Sup. de Inv. Cient.)». Madrid, 1954.
5. *Carte géologique de la terminaison occidentale de l'Anti-Atlas. Région de Goulmine et du Dra-inférieur. Echelle: 1/200.000*. «Service Géographique du Maroc». Rabat, 1956.
6. *Carte Géologique du Maroc. 500.000. Feuille Marrakech. Carte dressée par M. G. Choubert*. «Empire Chérifien, Minist. de la Product. Industr. et des Mines, Division de la Géolog. Service de la Carte Géologique». Rabat 1955-1956.

CH. BERGER

De la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine

LA DOBLE CALCIMETRIA Y EL PERFIL CALCICO (CALCILOG) (*)

RESUMEN

Los perfiles calcicos ofrecen al subsuelo nuevas posibilidades: determinación litológica rápida y precisa — detección de arranques de plegamiento — correlaciones inmediatas.

Realizados durante la perforación, se aplican estrictamente a los cortes, permitiendo así realizar importantes economías, al mismo tiempo que suministran informes muy completos.

RÉSUMÉ

Les calcilogs offrent à la subsurface des possibilités nouvelles: détermination lithologique rapide et précise — détection des retombées — corrélations immédiates.

Etablis en cours de forage, ils s'appliquent strictement aux cuttings et permettent ainsi de réaliser des économies substantielles, tout en fournissant des renseignements très complets.

SUMMARY

Calcilogs open up new possibilities in connection with the subsurface: quick and accurate lithological determination — detection of fallenin rocks — immediate correlations.

Established in the course of drilling, they apply strictly to cuttings and thus permit of substantial savings, while furnishing very complete data.

(*) Versión directa por el ingeniero de Minas D. Carlos Muñoz Cabezon, del trabajo titulado *La double calcimétrie et le calcilog*, de la «Revue de l'Institut Français du Pétrole et Annales des Combustibles Liquides», vol. XIV, núm. 1, Janvier 1959. Por amable y expresa autorización del citado Instituto.

PRÓLOGO DEL TRADUCTOR

Continuando en la idea de ir traduciendo todo lo que se refiera a métodos modernos de investigación geológica, especialmente aplicables a la investigación de hidrocarburos, nos referiremos hoy a uno de los métodos más rápidos y precisos para efectuar determinaciones litológicas y correlaciones.

Es bien conocido de todos los que se ocupan de estas cuestiones, la dificultad que existe, a veces, para determinar exactamente la separación entre calizas y margas en una misma formación. Los términos de calizas margosas y margas calizas son de uso común y expresan claramente esta dificultad.

En las perforaciones petrolíferas donde la obtención de testigos es cara, el estudio de los detritus por el método que nos ocupa puede obtener excelentes resultados y ahorrar mucho dinero.

Si añadimos a esto la posibilidad de una más fácil y exacta correlación entre los sondeos de una misma zona o de zonas próximas, se justifica todavía más su empleo.

Ya en España se está empleando este método por algunas Compañías petrolíferas, pero es de desear su mayor divulgación y la formación de especialistas que puedan efectuar e interpretar los perfiles cálcicos (*calcilogs*) a pie de pozo o en los laboratorios.

Todo método que contribuya a la más rápida y exacta localización de los niveles porosos que puedan constituir horizontes petrolíferos, debe ser empleado, y la utilización del que se va a exponer creo que pueda ser del máximo interés.

No hay que olvidar que una generación de geólogos de subsuelo se está formando en estos momentos en España, y poner en sus manos una herramienta tan útil puede facilitarles en gran manera su tarea durante la perforación del sondeo, que es precisamente cuando las dudas surgen constantemente y el poder resolverlas supone un gran ahorro en tiempo y dinero.

Confío en que pronto se podrán publicar los primeros resultados de la aplicación de este método en los sondeos que se efectúan en España.

Entre los procedimientos de análisis químicos de rocas, la calcimetría ocupa uno de los más destacados lugares, tanto por su simplicidad como por su antigüedad.

Regida por la ley de Berthollet, mide el volumen de anhídrido carbónico que se desprende de una roca atacada por el ácido clorhídrico, y de él deduce la proporción de carbonatos. El procedimiento se emplea en las rocas carbonatadas, principal constituyente de la serie sedimentaria, y su aplicación al estudio geológico de los sondeos petrolíferos se impone.

La curva de estas medidas traduce de manera expresiva las variaciones litológicas y permite realizar correlaciones entre diferentes pozos.

Ante la importancia de las diagrfías eléctricas y los imperativos de las perforaciones, que tienden a reducir, en particular, la obtención mecánica de testigos, la calcimetría parecía cada vez menos apreciada desde hace algunos años.

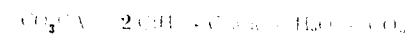
Pero la razón esencial de este desuso estaba en su falta de adaptación al estudio de los detritus (*cuttings*). Para remediar este inconveniente se utilizó la doble calcimetría, que se aplica estrictamente al estudio de los detritus de perforación. La asociación de las dos curvas establecidas a partir de una doble medida de calcimetría de las muestras obtenidas, constituye el perfil cálcico (*calcilog*), verdadera «diagrfía inmediata» (1), que da por simple lectura un diagnóstico exacto y completo de las formaciones atravesadas, permite la detección de recaídas y se presta a excelentes correlaciones.

(1) A distinguir de las diagrfías «instantáneas» (registro de la velocidad de avance) y de las diagrfías *a posteriori* (logs eléctricos).

El presente artículo, recordando el principio y las condiciones de utilización de la calcimetría, se consagra esencialmente a las posibilidades de la doble calcimetría en el control geológico de las perforaciones y al interés de los perfiles cálcicos (*calcilogs*).

PRINCIPIO DE LA CALCIMETRÍA Y CONDICIONES DE SU UTILIZACIÓN

La calcimetría utiliza la reacción clásica



Al peso molecular del carbonato de calcio (100, I) corresponde un volumen molecular de anhídrido carbónico de 22,4 l; el contenido en carbonatos de una roca se deduce fácilmente del volumen de anhídrido carbónico medido y obtenido en condiciones normales.

El método que se aplica, pues, esencialmente al carbonato de calcio abundantemente repartido en las series sedimentarias, es también valedero para la dolomía, carbonato doble de calcio y de magnesio, bien que no dando más que valores rigurosamente exactos del hecho de un peso molecular diferente; en este caso la dosificación de la dolomía efectuada por otros procedimientos es traducida por una curva distinta.

Entre las rocas que desprenden gas bajo la acción del ácido clorhídrico, citemos los carbonatos metálicos, siderosa y ankerita en particular, bastante frecuentes en las series de tipo Flysch, con desprendimiento del anhídrido carbónico muy lento y generalmente incompleto en frío. Ciertos sulfuros, pirita alterada sobre todo, desprenden hidrógeno sulfurado (desprendimien-

to lento e incompleto en frío). Señalemos como recordatorio los hidrocarburos gaseosos absorbidos por la roca.

En las aplicaciones de la calcimetría al control de las perforaciones, los lodos pueden intervenir. Son, de una parte, sustancias activas que son atacables, sea directamente, sea después de la transformación en carbonato de calcio: carbonato de calcio, carbonato o bicarbonato de sodio, cal, incluso sosa (fácilmente transformable en carbonato de sodio); y de otra parte, productos inertes: clarsol, barita, sal, «colmatants»...

Como veremos después, el error debido a estos productos es a menudo despreciable, salvo en ciertos casos de lodos especiales, lodos con barita y sobre todo lodos saturados de sal.

Suponiendo total el ataque de una muestra de roca, el volumen V de gas despedido a t° y P mm de mercurio debe ser llevado a las condiciones normales:

$$V_0 = \frac{273 \text{ V P}}{273 + t + 760} - \frac{0,36 \text{ V P}}{273 + t}$$

En la corrección de presión, casi siempre despreciada, sin razón, interviene también el factor de altitud (2). Las tensiones de vapor del agua y del gas clorhídrico (a condición de utilizar ácido diluido) pueden ser despreciadas (3), así como su coeficiente de solubilidad en el agua acidulada.

(2) Para dos pozos de altitud respectiva de 0 y 500 metros, como para una diferencia de 50 mm. de mercurio, el error es del 7%.

(3) Siendo sensiblemente igual la tensión de vapor a temperaturas corrientes, a la temperatura expresada en grados centesimales, el volumen de gas seco sería

$$V_0 = \frac{0,36 \text{ V (P - f)}}{273 + t}$$

No describiremos el calcímetro Bernard, conocido de todos los geólogos. Recordaremos, en cambio, las precauciones indispensables a tomar con los detritus del sondeo. La muestra para ensayo debe ser representativa y tanto más importante cuando los detritus de rocas sean más variados. Hay que operar sobre un polvo muy fino, cuya sequedad debe ser completa, sin que la muestra haya sido calcinada y privada de su agua de constitución. Después de pesada, lo más precisamente posible, la cantidad de ácido clorhídrico diluido a 50 % debe ser suficiente para un ataque total. Siendo éste a veces lento y bastante largo (dolomía), hay que asegurarse que la reacción ha terminado.

En estas condiciones, y después de la corrección de temperatura y de presión, los resultados obtenidos son relativamente precisos, si no de un rigor absoluto, como lo permitirían análisis químicos mucho más largos y complicados.

APLICACIÓN DE LA CALCIMETRÍA A LOS SONDEOS

La calcimetría caracteriza sobre todo las series sedimentarias. Los geólogos del petróleo la utilizaron en los primeros sondeos para la elaboración del corte litológico de un pozo; precisando el diagnóstico de una roca, podía traducirse por una curva y permitir correlaciones. De hecho, rindió innegables servicios, pero las posibilidades de correlaciones se revelaron muy limitadas, no aplicándose más que a pozos muy próximos y para series bastante homogéneas; en ciertos casos es posible establecer una relación con cortes de terrenos. Recordemos a este propósito el estudio hecho

para los sondeos de La Vaunage, donde fue utilizada una figuración por «curvas envolventes» (4).

Por otra parte, la obtención mecánica de testigos, muy en boga hace poco tiempo todavía, permitía comprobar frecuentemente la curva de calcimetría.

Pero las necesidades de la investigación, reclamando un aumento incesante de metros perforados y manteniendo el precio de costo en la contrata lo más bajo posible, exigieron la reducción a un mínimo de ciertas operaciones especiales, entre ellas la obtención de testigos, quitando así a la curva de calcimetría indicios preciosos. Paralelamente, el éxito destacable de las diagrfias eléctricas que daban muy buenas correlaciones, quitaban todavía más interés a la calcimetría.

La razón de esta «desgracia» tal vez se debía ante todo a que la calcimetría no había sido adaptada al estudio de los detritus (*cuttings*), material de estudio normal suministrado por los sondeos.

En efecto, estos detritus (*cuttings*) no son comparables ni a muestras de terreno ni a los testigos: bajo la acción combinada del trepano y del lodo, los fragmentos de roca arrancados en el pozo sufren transformaciones importantes que los vuelven a menudo irreconocibles; todos los componentes plásticos y blandos, ya se trate de arcillas, o de gredas, están desleídos, y la muestra sacada en superficie bajo forma de pasta no puede ser estudiada más que después de un lavado más o menos fuerte.

Era un error asimilar esta pasta a los lodos (de allí

(4) LOMBARD (A.), GOTTIS (M.), JULIAN (Y.), MAINGUY (M.): *Méthode d'étude d'interprétation des séries à sédimentation calcaire prédominante*, CR Congrès La Haye, 1951, pp. 448-462; LOMBARD (A.): *Géologie sédimentaire*, pp. 293-298.

las expresiones impropias de lavado y de muestras lavadas), y otro error, concentrar observaciones y medidas sobre esta única muestra lavada (desludada), no representativa del terreno original; este hecho explica, por ejemplo, que los testigos muy a menudo no correspondían absolutamente al terreno descrito según los detritus.

Estas consideraciones son el origen de la doble calcimetría, método estrictamente aplicado a los detritus de perforación.

LA DOBLE CALCIMETRÍA Y LOS PERFILES CÁLCICOS (CALCILOGS)

Para explotar correctamente los detritus (*cuttings*) y obtener una imagen exacta de las series atravesadas por una perforación, una sola curva de calcimetría es insuficiente. La curva clásica, establecida según las medidas hechas sobre una muestra propia, no da más que el contenido en carbonatos de los elementos duros, que han resistido al desleído; ignora por consecuencia toda la porción lavable. La medida hecha sobre muestra en bruto, tal como es tomada sobre «trommel» o sobre los tamices vibratorios, es más fiel, puesto que engloba la totalidad de los elementos litológicos que provienen del fondo, pero la curva de estas medidas encierra muchos detalles que están lejos de ser despreciables.

La asociación de dos curvas permite, como vamos a ver, una interpretación litológica mucho más completa, a la vez exacta y detallada (fig. 1): es lo que llamamos el perfil cálcico (*calcilog*).

La doble calcimetría consiste, pues, en efectuar sobre cada toma dos medidas distintas: una sobre la

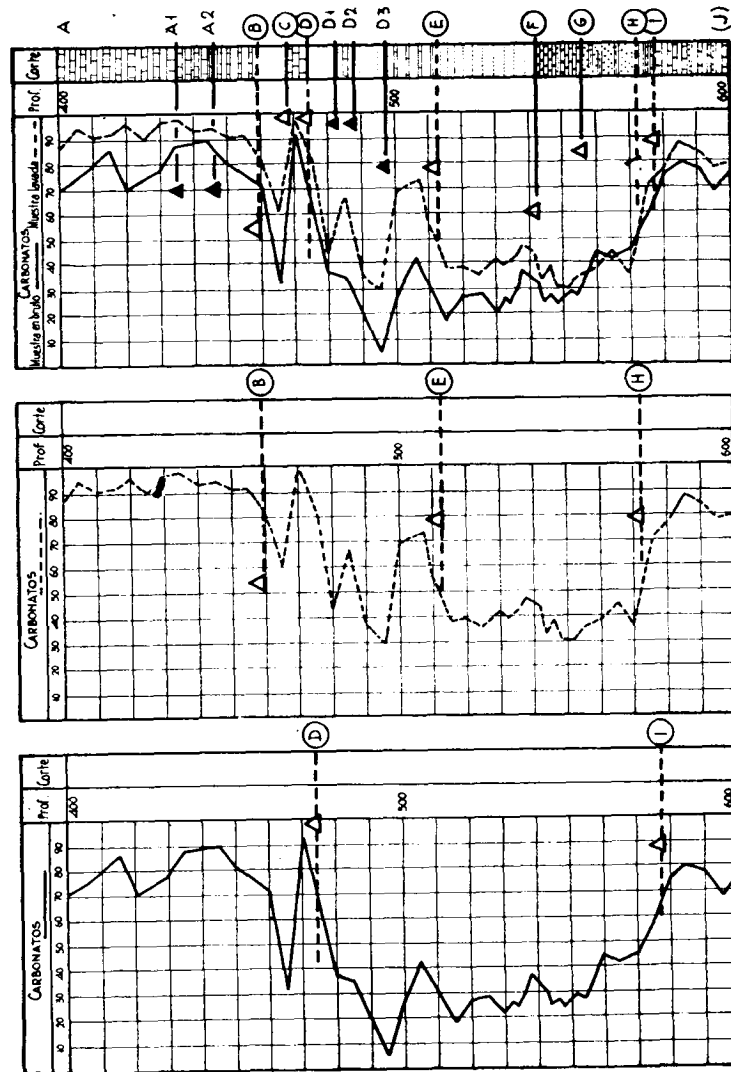


Fig. 1.

muestra en bruto, y la segunda, sobre la muestra lavada.

Designaremos por separación la diferencia entre los dos valores obtenidos: independientemente de las variaciones propias de cada una de las curvas, la separación es particularmente característica; teniendo una importancia muy variable, puede ser, según la litología de las formaciones, positiva, negativa o nula (o prácticamente nula), siendo admitido que la separación es positiva cuando el valor de calcimetría de la muestra lavada es superior a la de la muestra en bruto.

Si designamos por L y B estos valores, por x el contenido en carbonatos de la fracción que desaparecería al lavado, y por V el porcentaje de residuos (de calcimetría L) en relación a la toma inicial (de calcimetría B), podemos traducir la doble calcimetría bajo la forma siguiente:

$$B = \frac{(100 - v)x + vL}{100} \tag{1}$$

de donde el valor E de la separación:

$$E = L - B = (L - x) - \frac{v}{100}(x - L) \tag{2}$$

Poniendo $(L - x) = A$, obtenemos:

$$E = A \left(1 - \frac{v}{100} \right) \tag{3}$$

ESTUDIO DE LA SEPARACIÓN

La separación E será nula cuando A o $1 - \frac{v}{100}$ sean nulos, es decir, cuando $L = x$: calcimetría de la muestra lavada igual a la de la fracción desaparecida.

O cuando $v = 100$: recuperación total, es decir, ninguna pérdida en el lavado.

Cualitativamente, es el caso de las curvas B y L confundidas.

E será positivo si el producto $A \left(1 - \frac{v}{100}\right)$ es positivo, es decir, sea A positivo y $(L > x)$ sea $\left(1 - \frac{v}{100}\right)$ positivo, lo que es siempre el caso; todo lo más, este factor sería nulo para $v = 100$, lo que nos vuelve al caso precedente; precisemos, sin embargo, que la recuperación después del lavado no puede ser total si los valores de L y x son netamente diferentes.

En la práctica, la separación es positiva cuando la calcimetría de la muestra lavada es superior a la de la muestra en bruto, que es lo que se produce más frecuentemente; es evidente que, en estos casos, el contenido en carbonatos del residuo es superior al de la fracción desaparecida al lavado.

En fin, la separación E será negativa en los casos donde A es negativo, es decir, $L < x$. Estos son todos los casos muy característicos donde la muestra bruta es más rica en carbonatos que la muestra lavada, lo que se produce entre otro si la fracción perdida en el lavado está constituida por greda o calcita.

Positivo o negativo, la separación será tanto más importante cuanto más fuerte sea A; sea el factor $1 - \frac{v}{100}$; en otros términos, la importancia de la separación en valor absoluto es función de la diferencia $L - x$ y de la recuperación v .

FIGURAS LITOLÓGICAS

Partiendo de tres datos bien distintos, dos curvas de calcimetría cuyos contenidos varían entre 0 y 100 %, y la separación, cuyos valores oscilan prácticamente en-

entre -35 y +70 %, los perfiles cálcicos (*calcilogs*) ofrecen toda una gama de figuras litológicas.

Estas últimas, que descansan, no sobre una evaluación subjetiva y a menudo laboriosa de constituyentes de rocas, sino sobre medidas simples, presentan el interés mayor de suministrar una imagen típica de las formaciones atravesadas por una perforación, sin que sea necesario, en la mayoría de los casos, recurrir a la observación directa. Mejor aún, permiten a menudo identificar más exacta y más completamente un terreno que las observaciones mismas. Precisemos que se trata, bien entendido, de determinaciones litológicas. Según la naturaleza de la separación, distinguiremos tres grupos de figuras litológicas:

a) Separaciones positivas.

Las calcimetrías de la muestra lavada son superiores a las de la muestra en bruto. Se distinguen a primera vista (fig. 2) series esencialmente arcillosas (A) con intercalaciones de pequeños niveles (o riñones), «arenosos o calcáreos» (calcimetrías bajas, separación débil), series margosas (B) con intercalaciones más calcáreas (calcimetrías medias comprendidas entre 50 y 70, separaciones medias del orden del 10 %). Separaciones anormalmente elevadas (puntas a y b) corresponden a menudo a niveles fosilíferos (detritus de tests y foraminíferos calcáreos).

Cuando la separación se vuelve más importante (C): 10 a 30 %, la curva del bruto se mantiene en los alrededores del 50 % de carbonato de sodio, hay alternancias calizas (o caliza arcillosa o aún caliza arenosa) y margas.

Para series esencialmente calizas (D), la calcimetría

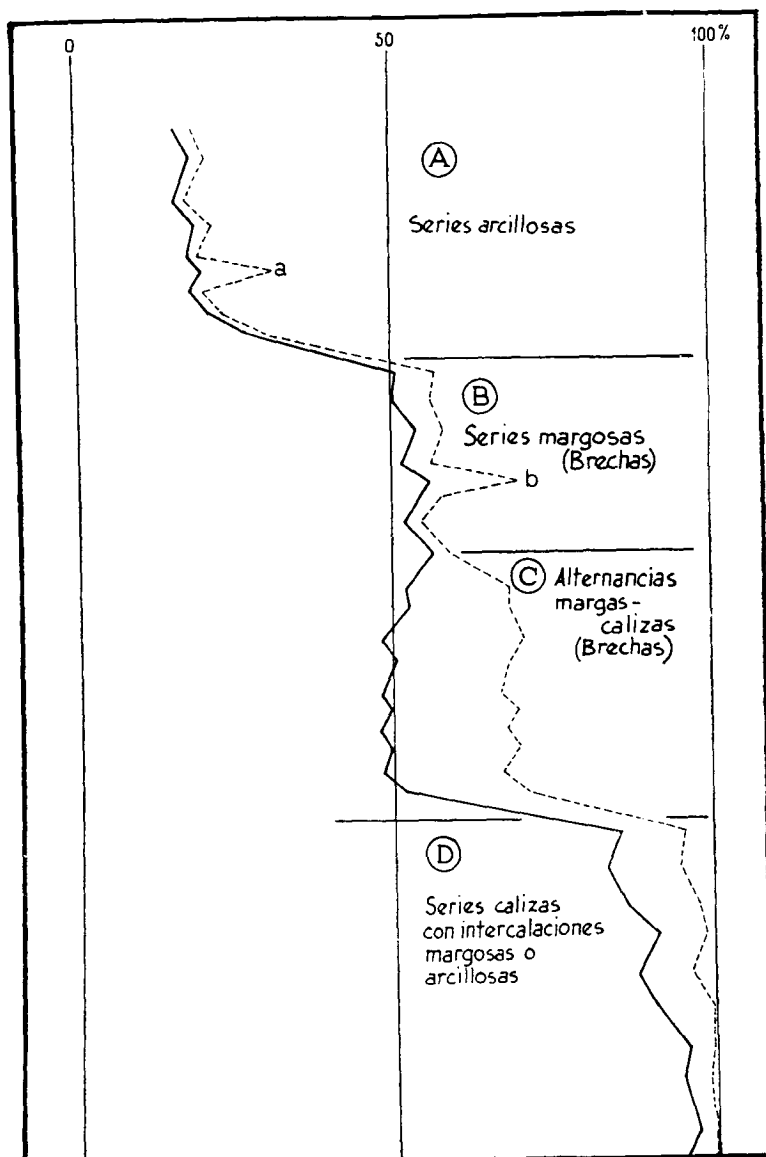


Fig. 2.

— Muestra en bruto (B).
 Muestra lavada (L).

de dos curvas se mantiene entre 70-80 y 100; la separación variable denota la presencia de constituyentes de débil calcimetría (margas arcillosas, arcilla, anhidrita), que pasan generalmente inadvertidos al examen de los detritus.

Las formaciones brechoides entran en una o en otra de estas categorías, pero las brechas típicas pertenecen a los grupos B y C. Su figura se distingue de la de una alternancia por una irregularidad generalmente más marcada de las curvas (igualmente por una figura característica de la curva de avance).

b) Separaciones negativas.

La muestra en bruto acusa unas calcimetrías superiores a las de la muestra lavada (fig. 3), con cuatro casos típicos:

1.º A. Arenas y areniscas blandas, ligeramente margosas o conteniendo microfauna. La curva B da, por ejemplo, valores de 5 a 15 %, y la curva L no da más que valores prácticamente nulos (residuo constituido por granos de cuarzo).

2.º B. Caso idéntico de una marga groseramente arenosa (o muy arenosa) y de una marga con nódulos gredosos: marga y greda desaparecen en el lavado y el residuo está esencialmente constituido por grandes granos de cuarzo o de la marga más endurecida.

3.º C. La separación se acentúa en los casos de caliza gredosa (5) o de greda con sílex; la curva B acusa valores fuertes (60 a 90 % y más), dando el porcentaje de sílex contenido en la formación.

(5) *N. del T.*—La palabra «calcaires crayeux» ha sido traducida por calizas gredosas, por considerar esta expresión la más correcta, ya que caliza tizosa no existe en castellano.

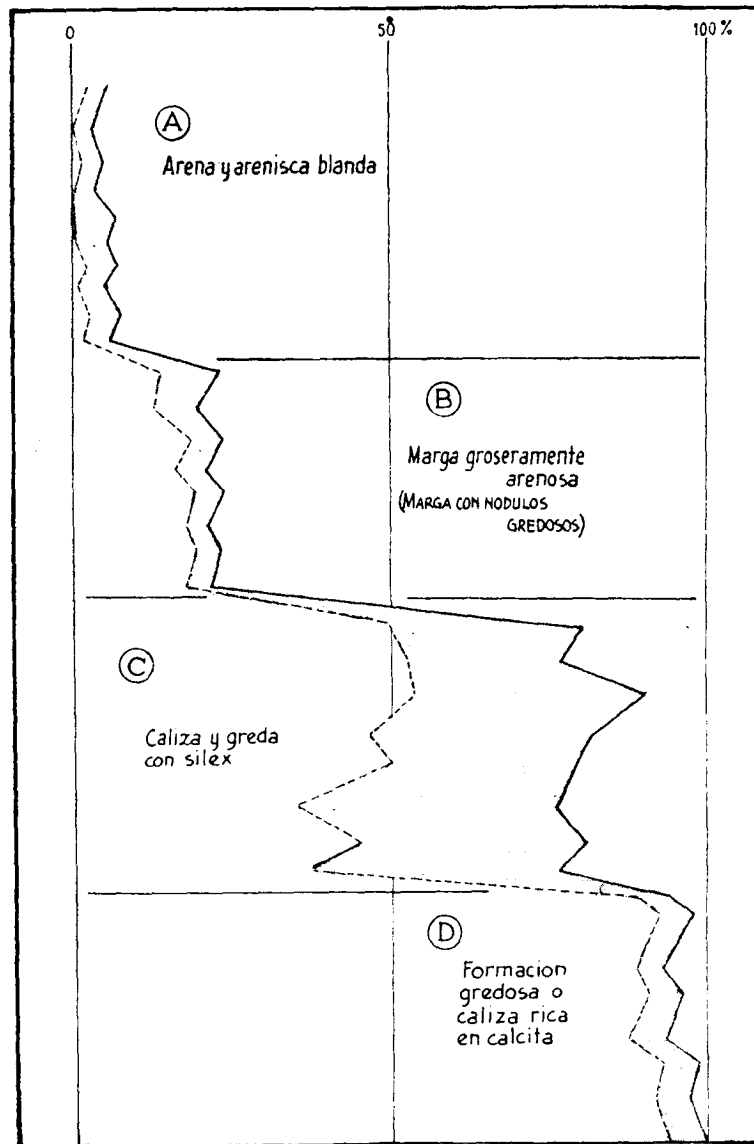


Fig. 3.

— Muestra en bruto (B).
 Muestra lavada (L).

4.º D. Formaciones gredosas o ricas en calcita. La curva B se mantiene con valores fuertes (90 a 10 %, por ejemplo); el lavado arrastra la greda y la calcita triturradas y desleídas, y el residuo L acusa unas calcimetrías más débiles que las que corresponden a la caliza ligeramente arcillosas o arenosa, o aún a la presencia de sílex.

c) Separaciones nulas.

Hemos visto más arriba que la separación entre dos curvas de calcimetría era nula en el caso de recuperación total después del lavado, o cuando la calcimetría del residuo es idéntica a la de la fracción perdida en el lavado, es decir, que las curvas confundidas representan formaciones absolutamente homogéneas, sean duras y masivas (calizas o dolomía, por ejemplo) que no dan lugar a ninguna pérdida en el lavado, sean blandas y plásticas (arcilla, por ejemplo), de las cuales una parte se deslie en el curso de la ascensión, pero cuyos contenidos en carbonato de calcio son idénticos para la fracción desaparecida y la que se recupera.

La determinación se opera en estos casos según las clasificaciones usuales:

90 a 100 %	de carbonato de calcio	= dolomía y caliza masiva.
70 a 90 %	" " " " " "	= caliza arcillosa, caliza arenosa.
50 a 70 %	" " " " " "	= marga calcárea, caliza arenosa.
35 a 50 %	" " " " " "	= marga, arenisca caliza.
10 a 35 %	" " " " " "	= marga arcillosa, marga arenosa, arenisca margosa, arenisca ligeramente calcárea.
0 a 10 %	" " " " " "	= Arcilla, arena y arenisca francas (o ligeramente arcillosas), sal, anhídrida (rocas cristalinas para recordar).

Valores idénticos de calcimetría pueden, por otra parte, corresponder a elementos litológicos del todo di-

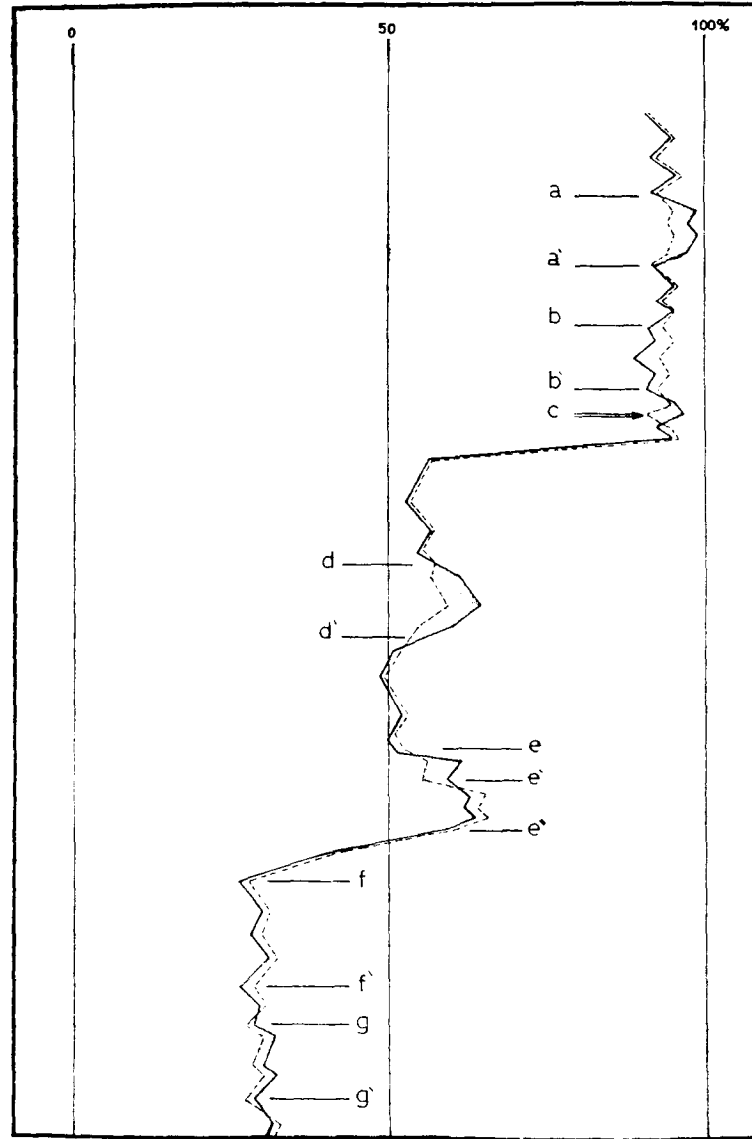


Fig. 4.

— Muestra en bruto (B).
 - - - Muestra lavada (L).

ferentes (por ejemplo, arcilla y anhidrita), las curvas confundidas traducen igualmente alternancias o asociaciones de roca de calcimetría equivalente. Independientemente de otros procedimientos (como la interpretación de la curva de avance) que permiten establecer una distinción, el examen profundo de los detritus y el establecimiento de proporciones son entonces indispensables.

En realidad se trata casi siempre de curvas prácticamente confundidas: independientemente de la separación positiva normal de 1 a 3 % debida al lodo, presentan ligeras separaciones tanto positivas como negativas, en que la interpretación es tanto más útil cuanto suministra al geólogo informes que se escapan en la observación corriente.

La figura 4 da algunos ejemplos de estas anomalías:

a-a': Separación negativa, corresponde, sea a una intercalación gredosa, sea a una zona rica en calcita.

b-b': Separación positiva, traduce la presencia de margas, de arcilla o anhidrita, sea en intercalaciones, sea en relleno de fisuras (eventualmente brecha).

c-c': Separación negativa aislada, corresponde a la calcita.

d-d': Separación negativa en una serie de margas calizas, indica la presencia de calcita con intercalaciones o nódulos gredosos.

e-e': Separación negativa *e-e'* y separación positiva *e'-e''*, características de la presencia en una serie margosa, de delgados bancos de dolomía o de caliza franca, cuyos primeros detritus, muy finos, no recuperados después del lavado, influyen sólo la curva B, dando lugar a una inversión de curvas. No es más que en *e'* donde la curva L reacciona a la aparición de detritus calizos.

f-f' y *g-g'*: Débiles separaciones, tanto positivas como

negativas, permiten una distinción entre una serie francamente arenosa con finas intercalaciones arcillosas que se deslíen ($f-f'$); y una marga arenosa, eventualmente una marga arenosa, más consolidada ($g-g'$). Esta distinción, que escapa en la práctica a la observación, es confirmada por el examen de las velocidades de avance.

DECALAJES VERTICALES (fig. 5)

La inversión de curvas señaladas anteriormente (figuras 4 $c-c'$ y 5 a) pone en evidencia la separación (decalaje) vertical d , ligada al tiempo de ascensión y, por consiguiente, a la profundidad alcanzada; esta separación subraya el interés de la curva B, que indica más rápidamente la aparición de los elementos nuevos y los cambios de terreno: la velocidad de ascensión de los detritus muy finos es sensiblemente la de la corriente del lodo, y permite evaluar el tiempo de ascensión de los detritus normales observables, tiempo que es muy a menudo asimilado, sin razón, a la duración del ciclo de lodo (6).

Este decalaje, traducido por una inversión de curvas, se observa igualmente cuando se pasa de una serie esencialmente margosa a una serie francamente caliza o sobre todo dolomítica (fig. 5 b); la dolomía a menudo finamente porosa, se desmorona más fácilmente.

Existe aún, pero sin inversión de curvas, en el momento del paso de una serie caliza a una serie margosa (fig. 5 c), así como para intercalaciones margosas o

(6) Es la razón por la cual la experiencia clásica del ladrillo pulverizado está, a nuestro parecer, desprovista de sentido, tanto en razón de la ligereza del material, como del tamaño de los detritus.

calizas de cierta importancia. Es, en general, más importante para estas últimas ($d_c > d_m$, fig. 5 d).

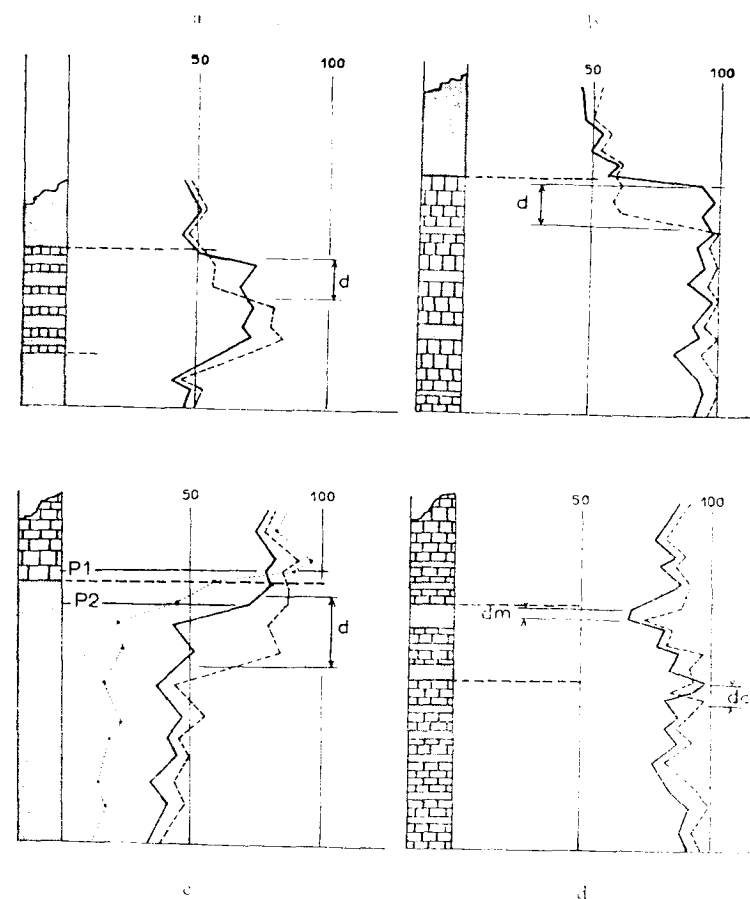


Fig. 5.

— Muestra en bruto (B).
- - - Muestra lavada (L).

Si las separaciones verticales no se observan sistemáticamente, eso proviene de que la cadencia de las tomas de muestras, a las velocidades actuales de avance, es raramente inferior a dos metros, y que las paradas

de la perforación, en particular los cambios de herramientas, provocan una perturbación importante en la subida de los detritus.

ESTUDIO DE LA FRACCIÓN PERDIDA EN EL LAVADO

La ecuación [1], escrita anteriormente, permite, a partir de los valores B, L y v , calcular el contenido x en carbonatos de la fracción desaparecida en el lavado:

$$x = \frac{100 B - v L}{100 - v} \quad [4]$$

o puesto que $B = L - E$:

$$x = L - \frac{100 E}{100 - v} \quad [4 \text{ bis}]$$

Esta fracción, generalmente desestimada y mal conocida, es, sin embargo, importante desde un triple punto de vista:

- a) Puesta en evidencia muy clara e inmediata, de los cambios de terreno.
- b) Detección de las recaídas (7).
- c) Control riguroso de las medidas efectuadas.

a) Cambios de terrenos.

Cuando el terreno cambia (paso de una marga a una caliza o a la inversa (fig. 5 b-c), sabemos que la curva B, influenciada por los primeros residuos muy finos de la

(7) *N. del T.*—Por recaídas se entienden los detritus que son arrastrados por la corriente de lodo y que no corresponden a las formaciones que se perforan en aquel momento, sino que han caído de niveles perforados anteriormente, lo que puede inducir a equivocaciones.

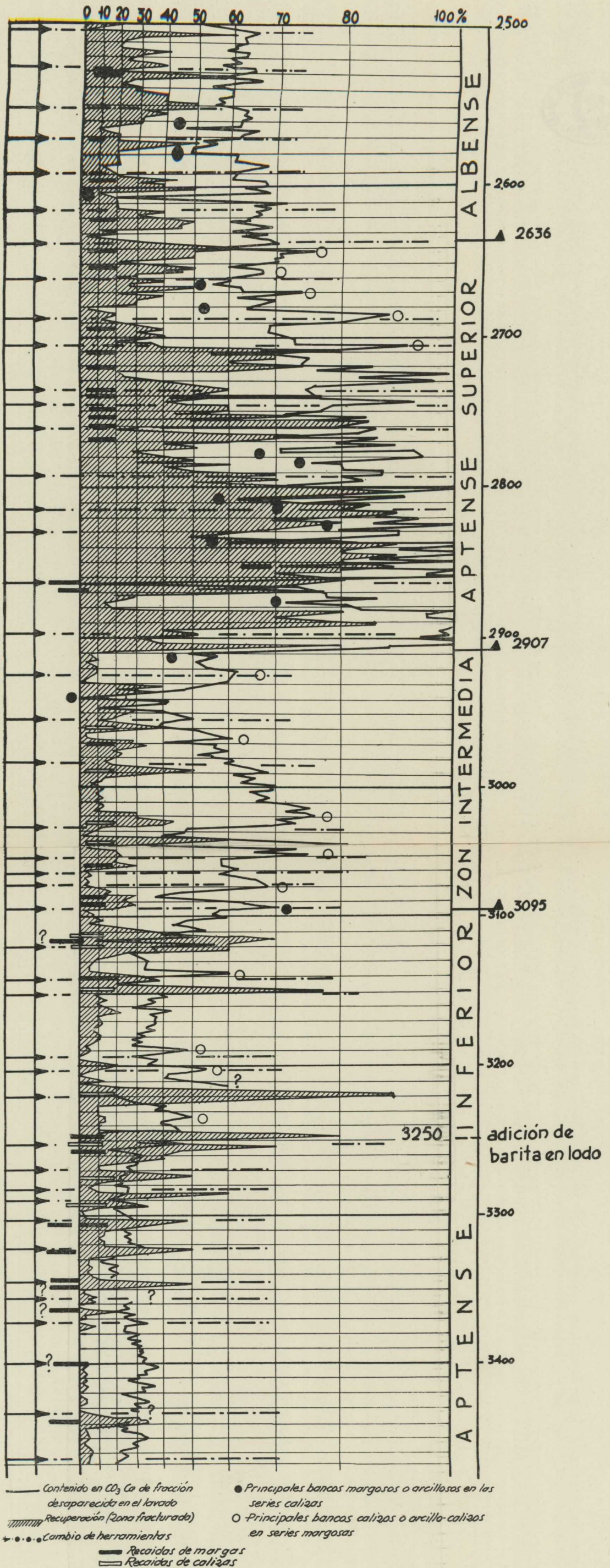


Fig. 6.

nueva formación, destaca bastante ante la curva L. La fracción perdida al lavado, constituida casi únicamente por estos elementos muy finos, acusa el cambio de terreno más rápidamente aún y de manera más clara.

Es, en efecto, posible demostrar que en dos puntos P_1 y P_2 (fig. 5 c), cerca el uno del otro, y situados en el techo de la nueva formación, la separación (e) entre L y x aumenta más rápidamente que la separación E entre B y L.

Por otra parte, el decalaje vertical de los valores de x en relación a la profundidad real se reduce a un mínimo, las finas partículas de esta fracción ascienden sensiblemente a la misma velocidad que el lodo, y el tiempo de ascensión puede ser aquí asimilado a la duración del ciclo del lodo.

La figura 6 demuestra, efectivamente, cambios de terreno muy claros, cuya cota es prácticamente la de las cotas S. P. E. anotadas al margen, en particular los techos de la «zona intermedia» y del Aptense inferior.

En una formación dada, los bancos intercalados de naturaleza diferente se traducen por picos y huecos aislados, cuyo valor corresponde más a la importancia de los bancos que a su calcimetría real (los puntos de valor creciente entre 2.636 y 2.720 indican bancos más a más potentes de una misma caliza).

b) *Detección de recaídas.*

En el curso de perforación se producen derrumbamientos de la pared del pozo, cuyo volumen se añade a la cantidad normal de detritas que suben del fondo. Estas recaídas son muy molestas, porque no pueden ser identificadas prácticamente, más que por los logs eléctricos.

Para una formación de características B, L y x es-

tas últimas se vuelven momentáneamente B', L' y x' o B'', L'' y x'' inferiores o superiores, según la naturaleza de las recaídas; de allí huecos y puntas anormales de la curva de la x (fig. 6).

Por otra parte, la recuperación aumenta momentáneamente también, cualquiera que sea la naturaleza de las recaídas.

Sobre un perfil cálcico (*calcilog*), donde están representadas la curva de las x y la de la recuperación, las recaídas se sitúan a los lados, donde los picos de recuperación corresponden, sea a huecos de la curva de las x (recaída de margas), sea a picos (recaída de caliza), siendo estos últimos menos pronunciados, salvo para gredas, las margas se deslicen más fácilmente.

El perfil cálcico (*calcilog*) de la figura 6, establecido para una zona particularmente rica en recaídas, es muy representativo. Muestra que los derrumbamientos se producen normalmente después de un cambio de herramienta (8), o a veces también al «final de la herramienta», cuando las dificultades de rotación debidas a un desgaste anormal repercuten sobre el varillaje y las paredes del pozo; raramente se producen derrumbamientos durante el «curso de la herramienta».

La detección de las recaídas de la misma naturaleza que la roca que se perfora, es evidentemente más delicada, y sólo la curva de recuperación puede entonces dar una indicación.

Notemos, en fin, sobre la figura 6, la repercusión sobre la curva de x de la adición de barita al lodo a partir de 3.250 metros: la caída de calcimetría, del orden

(8) N. del T. Por herramienta se entiende en este caso la barrena de perforación.

del 10 %, corresponde aquí a una adición de barita alrededor del 15 % (9).

La estimación del error debido a los productos de lodo parece, pues, posible.

c) Control de medidas.

No siendo suministrados los puntos de la curva de calcimetría por un registrador automático, es indispensable disponer de un medio de control estricto que dé el cálculo de x: se aplican, en efecto, una u otra fórmula; existen varios casos de imposibilidad:

$$\begin{aligned}
 & 100 B \div v L && \text{valores de x negativos} \\
 L < \frac{100 E}{100 - v} && \text{valores de x negativos} \\
 L = \frac{100 E}{100 - v} && \text{100 valores superiores a } 100 \text{ } \mu\text{ para una} \\
 && \text{separación negativa.}
 \end{aligned}$$

Estos valores tienden a que si una o varias medidas B, L y v son falsas; corrientemente, el error proviene de una mala evaluación de la recuperación, que debe ser considerada como una medida, del mismo valor que las calcimetrías. Estos casos de imposibilidad están representados sobre la figura 6 por puntos de interrogación.

CORRELACIÓN POR PERFILES CÁLCICOS (CALCILOGS)

Una de las principales ventajas de los perfiles cálcicos (*calcilogs*), es la de prestarse a excelentes correlaciones. La insuficiencia a este punto de vista, de una curva

(9) En relación al volumen de lodo, en la cual la densidad había sido llevada del 1.30 al 1.70.

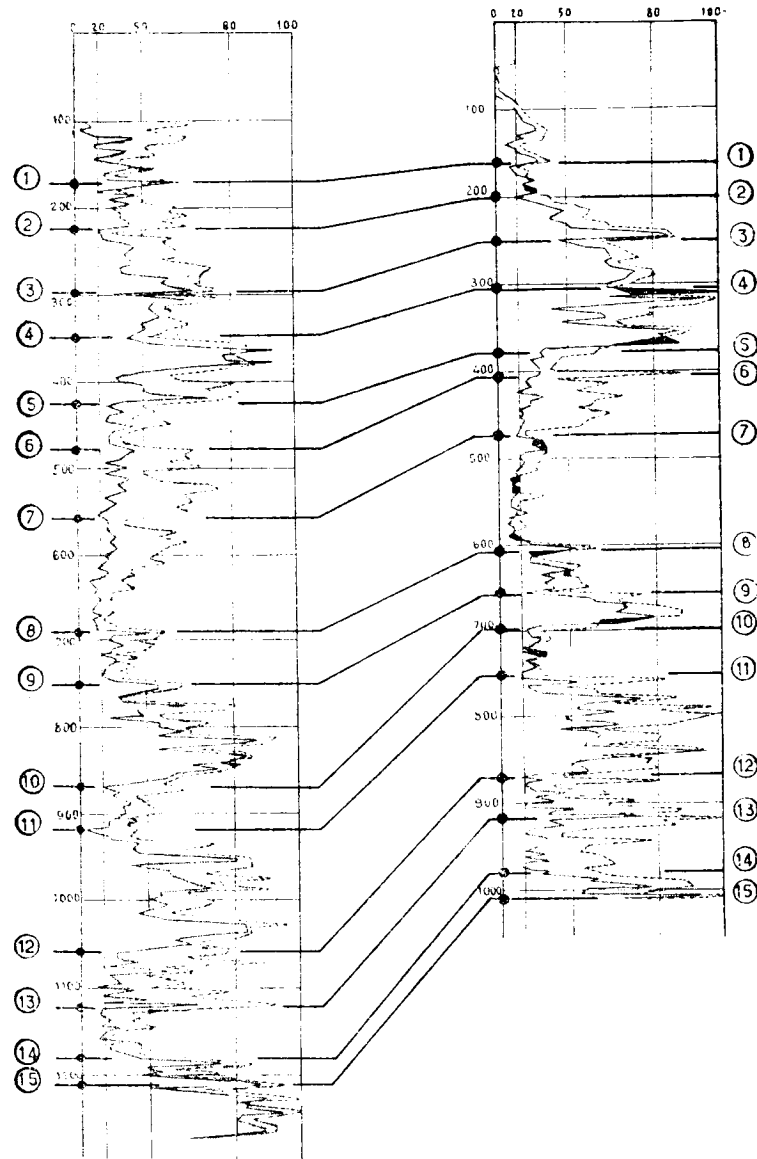


Fig. 7.

única, de aumentos no representativos, está compensada por el empleo simultáneo de dos curvas y sobre todo por la separación.

El interés de estas correlaciones es poder establecerse en el curso de la perforación, lo que permite no solamente al geólogo obtener constantemente el punto, sino prever a tiempo los niveles estratigráficos o petrolíferos interesantes, además de indicar al perforador la proximidad de niveles conocidos, en vista a la utilización racional de herramientas o a la colocación de tubería. Incidentalmente, el geofísico estará también interesado en la identificación rápida de los horizontes, que pueden ser buenos reflectores y permitirle la revisión eventual de las previsiones del informe de implantación.

Las correlaciones así establecidas están generalmente confirmadas por correlaciones eléctricas, y las dos pueden completarse si unos niveles no han sido vistos por uno u otro método.

He aquí dos ejemplos:

CORRELACIÓN ENTRE DOS SONDEOS PRÓXIMOS

Fue el primer ensayo efectuado en el curso de la perforación: las formaciones terciarias, predominantemente margosas, eran bastante variadas y se prestaban bien a esta prueba (fig. 7). Estas correlaciones están confirmadas por las establecidas eléctricamente, salvo entre las referencias 5 y 9, donde los logs eléctricos no permiten hacer la correlación (series continentales con yeso).

La escala «pseudo logarítmica» provisionalmente utilizada, da más relieve a la separación y acentúa los fuertes valores de la calcimetría.

CORRELACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS DISTINTAS

Esta correlación entre los sondeos SL-2 y A-3, pertenecientes a dos estructuras distantes unos 40 kilómetros,

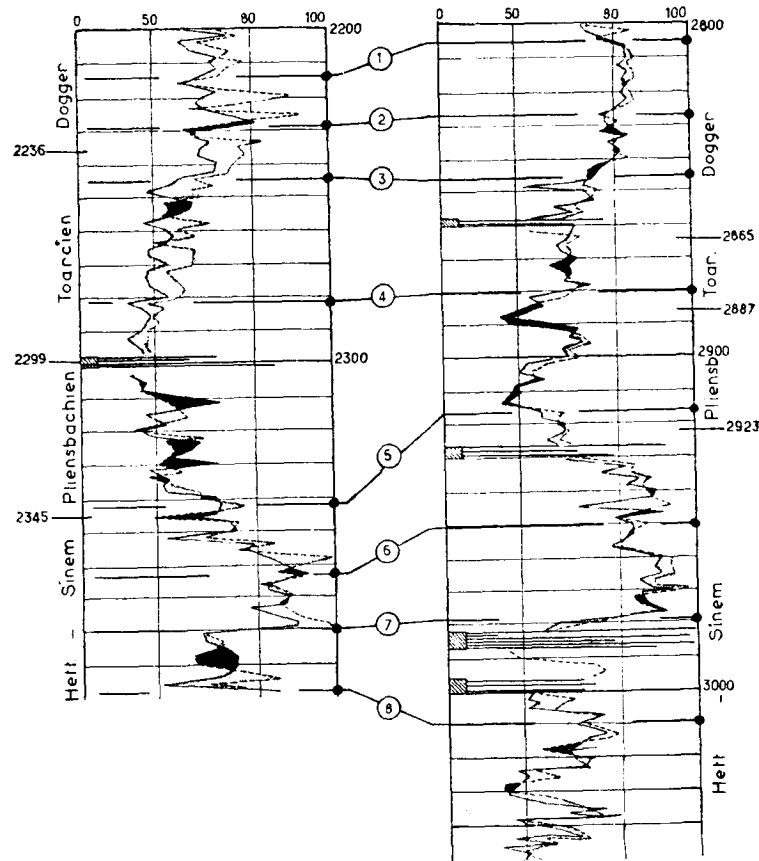


Fig. 8.

tro, había sido establecida eléctricamente y confirmada recientemente por perfiles cálcicos (*calcilogs*) (fig. 8); la escala estratigráfica es la proporcionada por los logs

eléctricos. Parece que a pesar de algunas divergencias, las correlaciones son idénticas.

Las posibilidades de correlación por doble calcimetría existen, pues, no solamente para pozos próximos de una misma estructura, sino para estructuras distintas.

Hay que hacer notar en este ejemplo la perturbación aportada por los testigos, que interrumpen, como los cambios de herramientas o las paradas de la perforación, la ascensión normal de detritus y provocan recaidas.

CORRELACIÓN POR PERFILES CÁLCICOS (CALCILOGS)
DE SEPARACIÓN

La caracterización de ciertas series que permiten la separación, es utilizable también para correlaciones, toda vez que la separación, no teniendo significación litológica por sí misma y pudiendo concernir sus valores a series del todo diferentes (separaciones negativas, por ejemplo, que corresponden sea a greda, sea a arena), es indispensable añadir, a los perfiles cálcicos (*calcilogs*) de separación, una de las curvas de calcimetría.

Acaban de ser hechos algunos ensayos para las perforaciones de la estructura de Lussagnet, donde las correlaciones eléctricas se revelaban difíciles, si no imposibles (molasa con sedimentación laguno-lacustre). La figura 9 traduce de manera muy clara la marcha lenticular de la estructura: tales perfiles cálcicos (*calcilogs*) de separación pueden permitir el seguir los cambios laterales de facies.

Entre otras posibilidades de la calcimetría, señalaremos: un establecimiento rápido de mapas de litofacies,

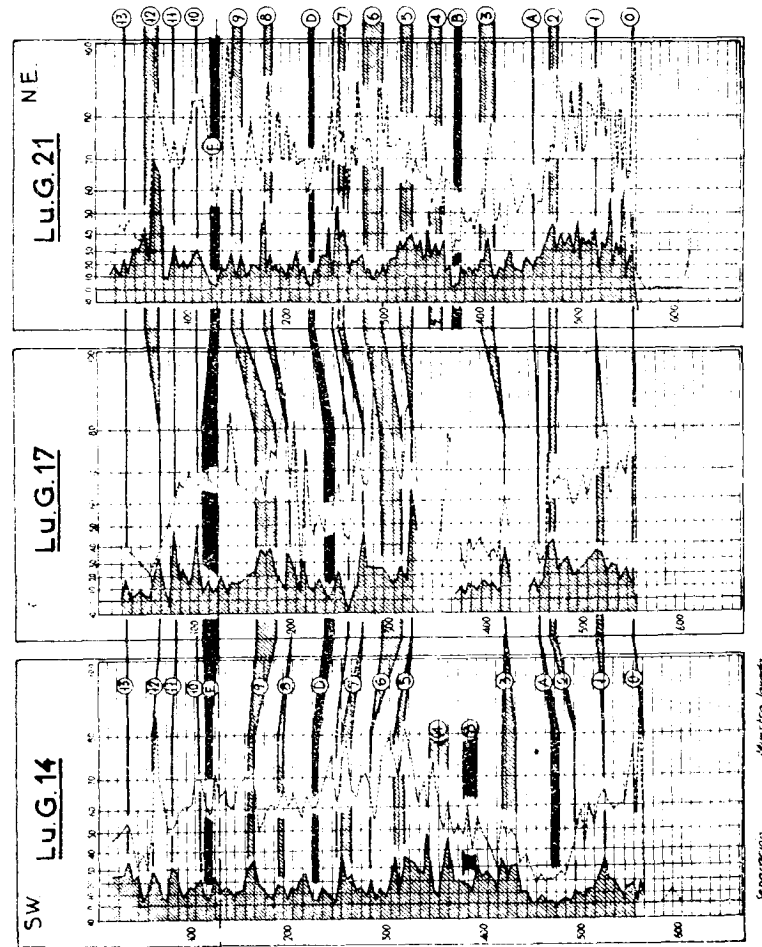


Fig. 9.

sin utilización de diagramas triangulares; la interpretación detallada de la curva de velocidades de avance, la combinación de esta curva y del perfil cálcico (*calcilog*) permite, entre otras cosas, escoger cuidadosamente los emplazamientos de la empaquetadura (*packer*) y reducir así las causas del fracaso de las pruebas de producción (*test*); en fin, el aporte de informaciones litológicas preciosas para la interpretación de diagrafas eléctricas.

Subrayemos también, en lo que concierne al perfil cálcico (*calcilog*), la ventaja de poder ser interpretado, o hecha la correlación, por un personal que no tiene necesariamente que tener una formación geológica profunda.

Si se reprocha a la calcimetría su carácter de artesanía y una parte inevitable de subjetividad, atestigua por otra parte una facultad cierta de adaptación a los problemas nuevos que se presentan al control geológico de los sondeos. La evolución de este último en retardo en comparación a otras ramas de la investigación: parecía sin duda injustificado, teniendo de ante el esfuerzo considerable de las diagrafas eléctricas que aportan indiscutiblemente una abundancia y una variedad de informaciones basadas sobre registros.

¿Pero es esto una razón de abdicar para el control inmediato? Bien al contrario; pensamos que cuanto más se perfeccione la perforación y las necesidades de información se hagan más urgentes, mas deben multiplicarse los medios de investigación puestos en obra.

La tarea que a nuestro juicio incumbe a este control inmediato, consiste en proporcionar al ritmo de la perforación, que no deben retardar a ningún precio, el máximo de informes precisos y permanentes, para el primer inventario completo, y constantemente llevado al día de los niveles porosos, primer objetivo de las per-

foraciones petrolíferas; debe además permitir poner en evidencia otros problemas de segunda urgencia (como los que plantea la estratigrafía por ejemplo), habiendo ya recogido elementos para su solución.

En esta misión de subsuelo así enfocada, la calcimetría, sin tener cierta exclusividad, no más que otros métodos, puede jugar un papel esencial, sobre todo si se presta a la automatización, lo que no parece imposible.

Recibido: 25 IX 60.

M. ROBERT HERMAN WAGNER (*)

PRESENCIA DE UNA NUEVA FASE TECTÓNICA *LEONIENSE* DE EDAD WESTFALIENSE D EN EL NOR-OESTE DE ESPAÑA

RESUMEN

Potentes conglomerados, en discordancia total sobre un zócalo anteriormente plegado, fueron datados por una flora de edad Westfaliense D superior. El aspecto torrencial de los conglomerados, fosilizando un relieve joven, sugiere una fase tectónica inmediatamente anterior a los depósitos. Se ha designado aquí con el nombre de fase *leonense* de orogénesis hercínica.

RÉSUMÉ

Des conglomérats puissants, en discordance totale sur un socle antérieurement plissé, ont été datés par une flore d'âge Westphalien D supérieur. L'aspect torrentiel des conglomérats, fossilisant un relief jeune, suggère une phase tectonique immédiatement antérieure aux dépôts. Elle est désignée ici sous le nom de phase *léonienne* de l'orogénèse hercynienne.

Al Este de la región minera de Sabero, situada en la parte Nor-Este de la provincia de León, en España septentrional, hay un gran desarrollo de puddingas calizas y esquistos hulleros intercalados, que reposan en discordancia angular sobre las capas devonienses y viseo-namurenses anteriormente plegadas. Es la misma región sobre la cual hice una corta publicación (1), tratando de

(*) Traducción del francés por M.ª Concepción López Azcona, Linceada en Ciencias Geológicas. «C. R. Acad. Scien. Paris», CCIL, 2804 a 2806, 21-XXI 1959.

(1) «Estudios Geológicos», 13, núms. 35-36, 1957, págs. 229-239.

características litológicas de las capas de base de la serie *pos-asturiense*, de edad Estefanense B, en el flanco sur de la Cordillera cantábrica. Se generalizó en principio la edad Estefanense, establecida por el terreno hullero cercano a Sabero, de la formación discordante de pudíngas y esquistos intercalados que afloran cerca de los pueblos de Santa Olaja de la Varga y de Ocejo de la Peña. Esto es una rectificación gracias al descubrimiento de una flora de edad Westfaliense D superior en la formación discordante. Se encuentra a algunas decenas de metros encima de la discordancia netamente acusada, muy cerca del pueblo de Ocejo de la Peña. Fue descubierta por uno de los habitantes del pueblo, M. Tomás Fernández, que nos guió a los sitios. Fueron encontradas las especies siguientes: *Neuropteris ovata* Hoffm., *Linopteris neuropteroides* (Gutb.), *Lin. neuropteroides minor* H. Pot., *Pottonica* sp., *Callipteridium* cf. *armasi* (Zeiller), *Alethopteris zeilleri* Ragot ms. (= *A. grandin* Zeiller, no Brongn.) var., *A. grandinoides* Kessler, *Sphenopteris* sp. div., *Mariopteris nervosa* (Brongn.), *Alloiopteris eros* (Gutb.), *Pecopteris plumosa* (Artis), *Pec. unita* Brongn., *Pec. polymorpha* Brongn., *Pec. sp.* (cf. *folchvillerensis* Corsin), *Pec. nuev. sp.* (aff. *arborescens* Schl.), *Sphenophyllum emarginatum* Brongn., *Annularia sphenophylloides* Zenker, *A. stellata* (Schl.), *Calamostachys tuberculata* Sternb., *Calamites* sp., *Lepidophyllum* sp. Esta flora, representada por numerosas muestras bien conservadas, es con toda seguridad de edad Westfaliense D el más superior. Excepto la especie *Alethopteris zeilleri* Ragot, que es más bien característica del Estefanense medio y superior, el conjunto de los elementos representados aquí es claramente comparable a la asociación de las especies conocidas de los Flambants, los más superiores

de la Lorraine (2). En la península ibérica es el equivalente de las floras de Ervedosa y de Santa Susana, descritas por Teixeira (3) de Portugal.

En otra localidad en la misma formación discordante de Ocejo de la Peña (terreras al Sur del pueblo), se ha encontrado: *Neuropteris scheuchzeri* Hoffm., *Linopteris neuropteroides* (Gutb.), *Alethopteris zeilleri* Ragot, *Mariopteris* sp., *Pecopteris unita* Brongn., *Pec. polymorpha* Brongn., *Lepidophyllum* sp., una asociación que bien puede pertenecer al Westfaliense D superior.

La presencia de potentes conglomerados de edad Westfaliense D superior, en discordancia total con las rocas anteriormente plegadas, sitúa la cuestión de la edad que hay que atribuir a los movimientos tectónicos que la ocasionaron. En la serie subyacente, las rocas más recientes son de edad Visco-Namureense. Es posible que fueran plegadas durante la fase *Curavacas*, de edad pos-Namureense y pre-Westfaliense B superior (4), que ha sido reconocida en la provincia cercana de Palencia (5). Sin embargo, hay también una fuerte indicación de movimientos posteriores, más recientes que el Westfaliense inferior, en la marcha de la discordancia que muestra la existencia de depósitos torrenciales sobre un relieve bastante joven y ciertamente nada penip'anzado. Esto da la impresión de tratarse de movimientos inmediatamente anteriores al depósito de los conglomerados calizos y esquistos hulleros de Ocejo de la Peña, es decir,

(2) Cf. los trabajos de P. BERTRAND, P. CORSIN, P. GUTHÖRE y otros sobre las floras del Sarre. Los datos de conjuntos fueron remitidos por CORSIN, 1932 («C. R. 3.º Congr. Carb.» en Heerlen, 1, páginas 93-98).

(3) Ver, sobre todo, «Bol. Soc. Geol. Portugal», 5, núms. 1-2, 1944, págs. 1-139.

(4) Cf. R. H. WAGNER, «Estudios Geológicos», 16, 1960 (en prensa).

(5) J. KAVIS, «Leids. Geol. Mededelingen», 21, 1956, págs. 377-446.

de movimientos de edad probablemente Westfaliense D medio. Pertenece, por tanto, a una fase tectónica desconocida hasta el presente, que propongo llamar la fase *leoniense* de orogénesis herciniana.

Conocemos de momento cinco o seis fases hercinianas en el Nor-Oeste de España. Estas son las fases *bretona* (pos-Famennense, pre-Viséense), *curavacas* (pos-Namureense, pre-Westfaliense B sup.), *leoniense* (Westfaliense D), *asturiense* (entre el Estefanense A y B) (6), y *ouraliense* o *saaliense* (7). En cuanto a la fase *leoniense*, no se conoce aún su extensión geográfica. Sin embargo, en la parte norte de la provincia de Palencia. De Sitter ha reconocido una discordancia local que, posteriormente, fue cartografiada por Breimer (8) y datada como pre-Estefanense A por mí (8). Esta discordancia, que es angular en el monte de San Cristóbal, desaparece ya a algunos kilómetros más al Este, donde se ve una concordancia absoluta entre las capas del Estefanense A y las de edad visiblemente Westfaliense D que las preceden. Otro intervalo de erosión en la misma serie de capas fue descrito recientemente por Nederlof (9) cerca del monte de Cabra Mocha (10). Se encuentra aproximadamente 100 metros debajo del nivel de San Cristóbal (Estefanense A el más inferior) y a unos 750 metros encima del paquete hullero de San Cebrián, que ha sido datado como

(6) Cf. R. H. WAGNER, «Estudios Geológicos», 11, núm. 26, 1955, págs. 145-202.

(7) Durante el intervalo comprendido entre el Estefanense C y el Permo-Trías, hubo movimientos no datados aún exactamente. Por analogía con el Norte de Portugal, sin embargo, es posible que las dos fases *ouraliense* y *saaliense* se manifiesten en el Nor-Oeste de España.

(8) «Estudios Geológicos», 14, núm. 37, 1958, págs. 5-20.

(9) «Leidsche Geol. Mededelingen», 24, 1959, págs. 661-663, fig. 16.

(10) Ver el corte 2 en el suplemento 2 del trabajo de NEDERLOF (loc. cit.).

Westfaliense D inferior (11). Por consiguiente, es posible que el intervalo de erosión de Cabra Mocha sea de edad Westfaliense D medio, o aún superior. La coincidencia de dos intervalos de erosión de edad Westfaliense D en la provincia de Palencia con los testigos más o menos contemporáneos de la fase tectónica *leoniense* en el nor-este de León, hace suponer que esta fase ha penetrado en el territorio de dos provincias. Si se juzga por la marcha más destacada de la discordancia en León, la fase *leoniense* ha tenido su efecto máximo en la parte occidental del territorio, puesto que los fenómenos son bastante menos importantes hacia el Este, donde, al fin, parecen cesar totalmente. En el mismo orden de ideas, se puede apreciar la ligera discordancia entre la edad Westfaliense D, la más superior establecida por la formación pos-tectónica de Ocejo de la Peña (León), y el Estefanense A, el más inferior determinado por la formación de San Cristóbal (Palencia), para concluir que los movimientos de la fase *leoniense* se han propagado de Oeste a Este, aproximadamente.

No hay datos de la existencia de movimientos de edad Westfaliense D en las otras regiones paleozoicas del Nor-Oeste de España. Indicamos, sin embargo, que Adaro (12) ha señalado conglomerados calizos («gonfolitas») en la parte más superior de la serie hullera de la «Cuenca Central» de Asturias, serie que fue datada por Jongmans (13) como de edad Westfaliense C-D.

Recibido: 3-X-1960.

(11) «Estudios Geológicos», 11, núm. 26, 1955, pág. 160.

(12) «Bol. Inst. Geol. España», 24, 1913, pág. 38.

(13) «Estudios Geológicos», 8, núm. 15, 1952, págs. 7-19.

FRANZ LOTZE (Münster, Westfalia, Alemania) (1)

EL PRECAMBRICO DE ESPAÑA

RESUMEN

Sucinta descripción de los terrenos algonquicos, sus fases orogénicas y clima en España.

RÉSUMÉ

Succincte description des terrains algonkiens, ses phases orogéniques et climat en Espagne.

SUMMARY

Short description of the algonkian rocks, their orogenic phases and climate from Spain.

I

Las pizarras cristalinas que, atravesadas por los plutones graníticos, forman grandes extensiones de la Meseta Ibérica, pero que también afloran en los Pirineos y en las Cordilleras Béticas, se denominaban antiguamente y en general bajo el nombre de «arcaico». Hasta el año 1952, lo mismo en los Mapas geológicos sinópticos de España, que en los destinados al estudio particu-

(1) Traducción de la obra: *Das Präkambrium Spaniens von Franz Lotze*, Münster, «Neues Jb. Geol. Paläontol. Mh.», 1956/8/373-380. Stuttgart, August, 1956, por J. G. DE LLARENA, doctor en Ciencias.

lar de distintas regiones, venían figurando tales formaciones como pertenecientes a esta era. En la explicación del Nuevo Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, A. de Alvarado (1935) dedica una amplia descripción al «terreno arcaico» y al «terreno precambriano» (1935, págs. 235-290). Este autor, basándose en las ideas de los geólogos anteriores, sitúa en el precámbrico: el terreno cristalino del Noroeste de España (según E. Hernández-Pacheco); el de la Cordillera Central Divisoria de la Península (según J. Macpherson y L. F. Navarro); el de la Serranía de Ronda en las Cadenas Béticas (según Macpherson, Michel-Levy, Bergeron y Orueta); así como otros afloramientos de los Pirineos y de la Sierra Morena occidental. Alvarado establece una división de este arcaico en tres miembros: el «inferior», constituido por el «gneis fundamental», «gneis granítico» o «gneis glandular»; el «medio», constituido por las «pizarras micáceas» o «gneis micáceo»; y el «superior», formado, sobre todo, por pizarras talcosas o cloríticas y además por otras pizarras micáceas, etcétera.

Esta clasificación —conforme con ideas que, si al principio tenían una amplia aceptación, hace ya tiempo que han sido superadas—, se guiaba no por las diferencias en el metamorfismo, sino ante todo por las de la edad de tales formaciones.

Entre tanto, en 1929 pude yo demostrar que las pizarras cristalinas de la Cordillera Central Divisoria representan el paleozoico metamórfico, al cual pasan lateralmente, como también confirmaba más tarde E. Schröder (1930). Además, respecto a la antigüedad del metamorfismo propio de la Meseta, establecí en 1945 el concepto general de su edad variscica.

La tercera edición del «Mapa geológico de España y

Portugal» (Madrid, 1952), tiene ya en cuenta estos datos, separando por vez primera el «arcaico» del «estrato cristalino» mediante colores distintos; a la vez, el «estrato cristalino», en contraposición con las ideas antiguas, se define como «rocas metamórficas». Pero en realidad, en el mapa, el color destinado al arcaico verdadero no aparece por parte alguna dentro del ámbito hispánico (sólo una reducida extensión de la Montagne Noire de la contigua Francia está señalada con el color del «arcaico») y, de este modo, el mapa da la impresión de que no se hubiera señalado en modo alguno el precámbrico auténtico en la Península Ibérica.

En 1945 indiqué la existencia de diversos afloramientos de precámbrico en los anticlinales variscicos, sobre todo en el sur de España. Nuevos estudios emprendidos a partir de 1952 nos han mostrado, asimismo, la existencia de asomos, de cierta amplitud, de rocas precámbricas, lo mismo en el centro que en el noroeste de España, todo lo cual nos permite establecer ya algunas conclusiones válidas, en general, sobre el precámbrico ibérico.

II

Como «precámbrico» vamos a considerar aquí solamente las series de rocas que, sin dar lugar a duda alguna, yacen bajo cámbrico seguro (demostrado por su fauna) y en las que no hay ningún motivo para incluirlas en este período (como, por ejemplo, suponiendo que fueran sus capas basales exentas de fauna). Como criterios para separarlas del cámbrico, tenemos en cuenta los tectónicos y los climáticos: en primer lugar, los signos que pueden indicar la existencia del plegamiento asintico, como serían los sedimentos «sinorogénicos» o una

discordancia: en segundo lugar, los signos indicadores de un clima frío, que ha existido por doquier en la Tierra durante el algonquiano superior, próximo a su límite con el cámbrico, y que se revelaran por las correspondientes particularidades de los sedimentos.

Este «precámbrico», definido de tal modo, lo conozco de las siguientes regiones de la Península Ibérica:

1. Asturias, sobre todo en la cuenca del Narcea, en el contorno de Cangas de Narcea.
2. Sierra de la Demanda, en su extremo oriental.
3. Montes de Toledo occidentales (al sur de Puente del Arzobispo).
4. Sierra Morena, entre la frontera portuguesa y la región situada al sur de Azuaga.

III

Ante todo, describiremos brevemente las circunstancias propias de cada uno de estos yacimientos.

1. *El precámbrico de Asturias.*

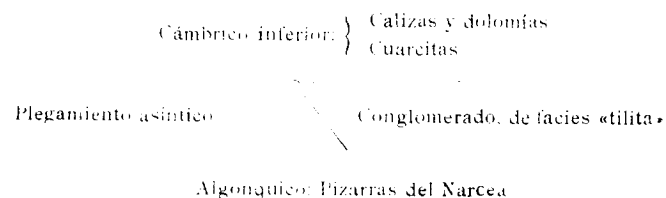
En el oeste de Asturias, bajo el cámbrico medio fosilífero de Tineo, se encuentra primeramente una serie caliza y dolomítica, y, unida a ésta, por estratos de transición, se desarrolla una potente serie de cuarcitas en bancos, con un espesor de más de 1.200 metros, que pasan a conglomerados gruesos, pero que en parte se hacen finos (tipo de la «cuarcita de Bámbola» de Celtiberia, Lotze 1929). (Estas cuarcitas están señaladas como «silúricas» en el Mapa Geológico de España). Con un repentino cambio de facies sedimentaria y una clara discordancia angular, en el valle del Narcea, en la carre-

tera de Portiella a Cangas de Narcea, aparecen, debajo de esta serie, unas pizarras arcillosas homogéneas que alcanzan una potencia extraordinaria estimada en varios miles de metros (señalada como «cámbrico» en el Mapa Geológico de España, de 1952). Estas «pizarras del Narcea» se muestran repetidamente divididas en bandas por lechos de arenisca; además, contienen zonas areniscosas que, en parte, se consolidan y pasan a cuarcitas. Esto parece indicar la presencia de masas hipogénicas efusivas ácidas (porfídicas), situadas a poca profundidad. Las rocas eruptivas de constitución semejante se hallan muy extendidas en la región litoral de Asturias y Galicia, entre Pravia y Mondoñedo.

La discordancia entre esta serie pizarrosa y el cámbrico es evidente. Las pizarras subverticales del precámbrico tiene un rumbo, entre Cangas de Narcea y Tineo, de SSW. a NNE., mientras que el cámbrico inferior, que yace sobre ellas, muestra la dirección casi E.-W. y sus capas buzan al Norte. En un asomo en el kilómetro 23 de la carretera a Cangas de Narcea, incluso llega a verse la superficie de esta discordancia.

En otro punto al NE. de Cangas de Narcea, sobre las pizarras precámbricas, reposan brechas y conglomerados de elementos gruesos, con un espesor de más de 100 metros, cuya facies es la de una «tilita», con bloques grandes, a menudo sólo con sus aristas redondeadas y que se presentan en caótico desorden, sin estratificación alguna. Estas masas de rocas, que forman un sinclinal fallado, yacen también con fuerte discordancia sobre el precámbrico. Su edad estratigráfica no es segura, ya que no se halla en contacto inmediato con el cámbrico cierto. Como en la parte superior de los conglomerados, existen interpolaciones de areniscas muy semejantes a las cuarcitas del cámbrico inferior, tales de-

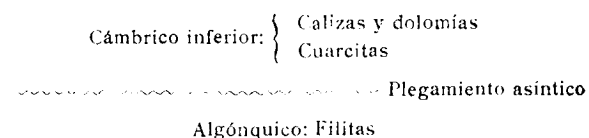
pósitos, hasta ahora no hallados en otros sitios, los sumpo como una intercalación entre el precámbrico y el cámbrico inferior. Esta serie aparece separada del precámbrico por una fuerte discordancia y del cámbrico inferior, por otra menos acentuada. Según esto, resultaría el siguiente esquema:



2. Sierra de la Demanda.

En la región noreste de la Sierra de la Demanda, bajo el cámbrico medio e inferior alto, ambos fosilíferos, se encuentran calizas y dolomías y, luego, con una gran potencia, afloran cuarcitas del mismo tipo que las del valle del Narcea (es decir, del tipo de la «cuarcita de Bámbola» de las Cadenas Celtibéricas). Estas cuarcitas pasan a conglomerados a medida que se hacen más inferiores (véase asimismo W. Schriël: La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes, Inst. «J. S. Elcano», Madrid, 1944). Entre sus componentes se encuentran también cantos rodados de cuarzo lácteo y pizarras síliceas oscuras. Bajo esta serie cámbrica, con sus tramos concordantes entre sí, afloran en el núcleo de un gran anticlinal sito al sur de Anguiano, pizarras areniscosas y arcillosas, filíticas, de composición uniforme, oscuras y blandas, de consistencia escasa relativamente, enteramente semejantes en cuanto a su constitución petrográfica, a las pizarras del Narcea. Schriël sitúa estas pizarras en el Cámbrico inferior, pero, al mismo tiempo, delibera sobre la posibilidad de la edad al-

gónica y de la existencia de una discordancia: «Un juicio definitivo no podrá obtenerse hasta que no se hayan podido determinar con claridad las relaciones de yacimiento del cámbrico inferior con su substrato en otros lugares de España». Si bien parece cierto que el límite entre las pizarras y las cuarcitas se halla caracterizado por ligeros movimientos de despegue, en realidad podremos deducir la discordancia observando la posición de los estratos, absolutamente diferente entre una y otra formación, y comprobando el hiato de metamorfismo tan claro que aquí se encuentra. Los hechos observados se resumen en el siguiente esquema:



3. Montes de Toledo.

El cámbrico inferior fosilífero era ya conocido en reducida extensión de la parte meridional de los Montes de Toledo (Fauna de *Lusatiops* de Los Cortijos de Malagón, estudiada de nuevo por K. Weggen). Al sureste de Puente del Arzobispo existen calizas del cámbrico inferior en sus tramos más altos, en las que se conservan estructuras de algas calizas. Bajo ellas aparecen en primer lugar pizarras ásperas y duras, pizarras cuarcíticas y otras rocas semejantes, constituyendo depósitos por lo general de grano fino y que alcanzan un gran espesor. Hacia su parte inferior pasan a una potente serie de rocas blandas, constituida por grauvacas, pizarras arcillosas y areniscas de muchos miles de metros de espesor. Intercalados en esta serie aparecen numerosos bancos de gravas, de hasta 10 metros de potencia, en los cuales los cantos de cuarzo y cuarcita, a menudo de gran

tamaño y bien redondeados, se presentan desparramados irregularmente en una matriz pizarrosa. Este material, formado por las gravas, que a veces adquiere una gran compacidad, apenas se halla clasificado y consolidado, lo que tiene por consecuencia que sus bancos no se destaquen morfológicamente en el paisaje, lo mismo que ocurre, en general, con todos estos sedimentos. A este tramo le damos el nombre de «serie de Valcasa». La blandura de tales depósitos hace que constituyan amplias planicies de arrasamiento u ocupen el ancho fondo de los valles en ellos labrados. La escasa resistencia de las rocas se debe a que entre sus materiales no se presenta una sustancia ni caliza ni silíceas que las cementara. Se reconoce claramente que las circunstancias climáticas eran tales, que ni se precipitó la cal, ni tampoco se pudo movilizar la sílice; esta última hubiera podido, en caso contrario, favorecer la cuarcificación de los sedimentos arenosos y conglomeráticos. Los hechos observados están en franca contradicción con los caracteres más corrientes que presentan los depósitos paleozoicos antiguos; en efecto, las areniscas y conglomerados cámbricos silúricos y devónicos de España tienen, casi por todos lados, una facies cuarcítica. Probablemente esta composición petrográfica tan radicalmente distinta de la «serie de Valcasa», encuentra su mejor explicación en la hipótesis de un clima muy frío y, en efecto, los depósitos de cantos rodados, en el conjunto de sus caracteres, dan la impresión de ser sedimentos fluvio-glaciares. Según ésto, en donde mejor posición encontrarían en la escala estratigráfica, es en el algónquico más alto.

Los hechos reconocidos en Puente del Arzobispo se distinguen en tres aspectos de los observados en el noroeste y norte de España. Primeramente, faltan en

el cámbrico inferior las cuarcitas de gran espesor y en su lugar, bajo las rocas carbonatadas, aparecen las pizarras ásperas y las grauvacas pizarrosas; luego, se ve que entre cámbrico y algónquico no existe discordancia alguno, sino al contrario, un tránsito concordante y, por último, existe una potente serie de depósitos de agua fría, poco consolidados, de carácter clásico predominante, que representa al algónquico superior. De este modo obtenemos el siguiente esquema:

Cámbrico inferior: } Calizas y dolomías
 } Pizarras

Algónquico: Serie de Valcasa

En la provincia de Ciudad Real, en el Valle de Alcudia, según resulta de las investigaciones de Redlin, existen depósitos de gran espesor, que corresponden a la serie de Valcasa. En la provincia de Cáceres, Bochmann, Schmidt, Kelch y Hesselink (en disertaciones todavía sin publicar), los han encontrado también con el mismo desarrollo que en Puente del Arzobispo. En Portugal, las grauvacas y pizarras conglomeráticas, de gran potencia, que han sido descritas de nuevo por Teixeira en 1954, es posible que sean sus equivalentes geocronológicos. Según todo esto, se ve que el algónquico de facies Valcasa ha debido tener una amplia repartición por la Meseta Ibérica.

4. Sierra Morena.

Bajo las margas de trilobites con *Saukianda* del cámbrico inferior alto y del tramo con fauna de *Protolenus*, infrayacente del anterior, se desarrolla una potente serie de rocas carbonatadas (calizas marmóreas, dolomías,

margas calizas), que hacia abajo pasan a un tramo de rocas clásticas (pizarras arcillosas, areniscas, cuarcitas). En su muro o substrato, en la Sierra Morena occidental, al norte de Jabugo aflora en sus capas más altas una serie de materiales blandos, constituida por grauwacas areniscosas y pizarras arcillosas del tipo Valcasa; estas rocas se hacen más consistentes hacia su parte inferior, a la vez que se presentan intercalaciones de pizarras silíceas, y en creciente aumento, las vulcanitas, de carácter efusivo porfídico. Estas últimas acaban por constituir un tramo compacto de vulcanitas pizarrosas, ácidas y básicas, que podremos denominar «formación de las pizarras verdes porfiroides» o bien, por su localidad más típica, «Capas de Huelva».

En la Sierra Morena oriental, según Fricke, la sucesión estratigráfica es semejante a la que acabamos de describir. La serie cámbrica normal se presenta primero en sus facies de conglomerados, llamada «conglomerados de Sotillo», y luego en la porfídica, a la que Fricke llama «serie de Malcocinado». En cuanto a su edad, este autor no expresa una opinión decisiva, si bien se inclina más a atribuirle la edad cámbrica que la precámbrica.

Tenemos así el siguiente esquema para la Sierra Morena:

Sierra Morena occidental		Sierra Morena oriental	
Cámbrico inferior		Cámbrico inferior	
Algónquico	<ul style="list-style-type: none"> Capas de Valcasa Capas de Huelva con vulcanitas 	Algónquico	<ul style="list-style-type: none"> Serie conglomerática Capas de Huelva con vulcanitas

IV

Con los datos obtenidos hasta ahora, podremos reconstruir un esquema evolutivo del precámbrico ibérico, como sigue:

Las vulcanitas subsecuentes, que aparecen en las zonas más profundas hasta ahora conocidas del precámbrico de Asturias, y sobre todo, de la Sierra Morena, se pueden interpretar, siguiendo las ideas de Stille, como signos de la existencia de una orogénesis alpinotípica de época anterior; queda no obstante, sin precisar, si se trata aquí de los plegamientos «konkípidos» o del de los «gotocarélidos»; a mi juicio, esto último es lo más probable. El hundimiento epirogénico subsiguiente, de gran intensidad, origina la formación sedimentaria de pizarras y areniscas algónquicas que, con gran espesor, se encuentran, sobre todo, en el centro y norte de España; por el contrario, en el sur, estos depósitos alcanzan poco desarrollo. En el algónquico superior se conservan los testigos de un clima frío.

En el norte de España, sobre todo en Asturias, y con menor importancia en la Sierra de la Demanda, a continuación del algónquico tiene lugar el plegamiento asintico, acaso dividido en dos fases. La cordillera asintica no llegó hasta el centro y sur de la Península, sino que, por el contrario, el hundimiento epirogénico se fue acentuando hasta alcanzar su máximo grado en las regiones meridionales.

En el ámbito de la cadena asintica, al parecer —al menos localmente—, ha habido glaciaciones. Sobre los pliegues arrasados, en los cuales, además de las pizarras silíceas, afloran también gneises y granitos (cantos rodados en el cámbrico inferior), se sedimenta el cámbrico

co inferior primeramente con cuarcitas conglomeráticas, compactas, en masa, como ocurre en la zona Asturias-León-Sierra de la Demanda. Su estratificación entrecruzada, muy claramente desarrollada, habla en favor de su origen fluvial o, por lo menos, litoral, de playa. Las areniscas calizas que se constituyen en la parte superior contienen los primeros trilobites del cámbrico inferior, con elementos de la fauna sárdica de *Olcnopis* (determinación de K. Sdzuy).

Más hacia el sur, fuera ya del dominio de la cordillera asintica, en lugar de la cuarcita en masa, se constituyen pizarras areniscosas «normales», o bien una alternancia de cuarcitas y pizarras, en estratos delgados, que llegan a formar una serie de gran espesor.

Se ve así que las modalidades faciales del cámbrico inferior están condicionadas, en alto grado, por la extensión que ha alcanzado el plegamiento asintico, cuyo borde meridional corría a lo largo de la España septentrional.

LITERATURA

- ALVARADO, A. DE: *Terreno arcaico*. En: *Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España*. 1, 235-290, Madrid, 1935.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, I.: *Observaciones sobre el terreno arcaico de la provincia de Guadalajara*, «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, 1900.
- FRICKE, W.: *Die Geologie des Grenzgebietes zwischen nordöstlicher Sierra Morena und Extremadura*. Dissertation Berlin, 1941.
- HERNÁNDEZ-LACHUGO, E.: *Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica*. Trab. d. Mus. Nac. d. Ci. Nat., 3, Madrid, 1912.
- LOTZE, FRANZ: *Stratigraphie und Tektonik des keltiberischen Grundgebirges* (Spanien), «Abh. Ges. Wiss. Göttingen», math. phys. Kl. N. F. XIV, 2 Berlin, 1929.
- *Estratigrafía y tectónica de las Cadenas paleozoicas Celtibéricas*. Instituto «Lucas Mallada», Madrid, 1955.
- *Einige Probleme der Iberischen Meseta*, «Geotekt. Forsch», 6, 1-12, Berlin, 1945.
- MACPHERSON, J.: *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos de España*, «An. Soc. Esp. d. Hist. Nat.», 13, Madrid, 1884.
- *Mapa Geológico de España y Portugal*, Madrid, 1952.

- MICHEL-LÉVY, A. & BERGERON, J.: *Etudes géologiques de la Serranía de Ronda, Mission d'Andalousie*, «Mém. Acad. Sci. Inst. Nat. France», 30, No. 2, Paris, 1889.
- ORUETA, D.: *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, «Mem. d. Inst. Geol. de Esp.», Madrid, 1917.
- REDLIN, KURT: *Stratigraphie und Tektonik in der mittleren Sierra Morena im Bereich des Valle de Alcadia (Spanien)*, Dissertation Münster, 1955.
- SCHRIEL, W.: *Die Serra de la Demanda und die Montes Obarenes*, «Abh. Ges. Wiss. z. Gött.», math. phys. Kl. N. F., 16, 2, Berlin, 1930.
- *La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes*, «Instituto J. S. Elcano», Madrid, 1944.
- SCHRÖDER, E.: *Das Grenzgebiet von Guadarrama und Hesperischen Ketten* (Zentralspanien), «Abh. Ges. Wiss. Göttingen», math. phys. Kl. N. F., 16, 3, 123 ff., Berlin 1930.
- *La zona Umítrofe del Guadarrama y las Cadenas Hespéricas*. Instituto «Lucas Mallada», Madrid, 1948.
- TEIXEIRA, CARLOS: *Les conglomerats du complexe de schistes et grauwoques, anté-ordovicien, portugais*, Lisboa, 1954.
- WEGGEN, KLAUS: *Stratigraphie und Tektonik der südlichen Montes de Toledo (Spanien)*, Dissertation Münster, 1955.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

FINALIDAD DE LA EVOLUCION GEOLOGICA

R E S U M E N

En los diferentes procesos que integran la evolución geológica, como en los demás que afectan a la del resto del universo, hay un evidente designio y finalidad que la ciencia no puede ignorar, aunque no le corresponda a ella investigar sus últimas causas. El estudio directo de los hechos y la autoridad de renombrados hombres de ciencia están de acuerdo en rechazar como única explicación de lo sucedido el azar fortuito y las tentativas ciegas por parte de las fuerzas fisico-químicas de la naturaleza.

S U M M A R Y

In the different processes of geological evolution as in other similar cases in the cosmos, an evidente design appears which science cannot ignore, although its ultimate causes are not to be experimentally investigated. Both direct study of the facts and external authority of great scientists are unanimously forcing us to reject as an unique explanation a mere trial and error system of the physicochemical natural forces.

Sir Oliver Lodge, profesor un tiempo en Oxford y Cambridge, y más tarde Presidente de la Asociación Británica para el Progreso de las Ciencias, escribía hace unos treinta años: «La evolución terrestre ha sido larga y laboriosa, y vemos a dónde ha llegado: hasta la vida, primero la elemental y primaria, y por fin la perfecta y humana; pero, ¿ha sido éste el fin y designio de tanta preparación? Un viajero de otro planeta que viese en la Tierra dentro de muchos millones de años, cuando acaso la

Humanidad fuese solamente cosa del pasado, ruinas de ciudades, puentes, etc..., no lo creería fruto espontáneo de un azar fortuito, de un dinamismo ciego por parte de las fuerzas cósmicas, sino que postularía una raza de seres inteligentes; y aunque conociese bien esas energías naturales y aun las leyes de la mecánica y la arquitectura, pensaría que tuvo que haber algo más: algo espiritual, un plan y propósito, y una potencia capaz de realizarlo. Otro tanto habrá que decir de lo que el hombre de hoy piense al ver lo que en la Tierra le rodea». (13).

Y Baily Willis, profesor asimismo de las Universidades de Chicago, Stanford (Calif.) y John Hopkins (Baltimore), hablando de la evolución cósmica general, «de la que no es más que un episodio la formación de la Tierra como morada de la vida», enumeraba por el mismo tiempo las fases sucesivas de esta preparación, hasta llegar al perfeccionamiento actual de los seres vivientes, cuya historia trataba de reconstruir; y concluía: «¿Fue efectivamente así como ocurrieron las cosas?, ¿bastaron para ello esos millones de años?, o bien, ¿fue adquirida, por Quien la podía dar, la capacidad de reflejar un rayo de la Inteligencia Universal? Es éste el punto de vista más racional; porque la ley, que es algo que domina en el mundo, algo omnipotente y omnipresente, no es concebible sin una Inteligencia y Poder asimismo omniscientes, omnipotentes y omnipresentes. Y así se hizo respecto de toda la evolución en la Tierra, cuando la Tierra estuvo dispuesta para ella» (19).

En estas dos citas hallamos planteado el doble problema que suscita el estudio de la evolución terrestre: cuál haya sido su finalidad intrínseca, y cuál tiene que ser ante esa cuestión la actitud de la ciencia geológica. Porque en efecto, a ella toca la interpretación de estos hechos pasados, tan manifiestos en las huellas presentes en

la porción accesible de la corteza terrestre, reconstruir el proceso seguido, estudiar su mecanismo, el motor de esos movimientos y las causas a que obedecieron. De semejante estudio nacerá forzosamente una serie lógicamente eslabonada de sucesivos *porqués*, a los que habrá que dar respuesta adecuada; pero a la ciencia experimental no le toca contestar a todos ellos: le basta considerar los que están comprendidos en el campo propio, sin salirse de él. En este sentido ese campo está acotado, y el que lo cultiva tiene que detenerse cuando la inquisición de la verdad le conduce fuera de sus términos. Así sucede en primer lugar, cuando por estar las ciencias divididas en compartimentos estancos, exigidos por su extraordinaria amplitud actual y por la necesidad consiguiente de la especialización, se encuentra el cultivador de una ciencia en el terreno de otra diversa; los talentos enciclopédicos al modo de San Isidoro y San Alberto Magno, son hoy imposibles, aunque no es irrealizable el consejo que daba Fitzgerald al investigador, de pensar *cósmicamente*, es decir, procurar la suficiente ilustración para aprovecharse discretamente de los frutos cosechados por otros en sus campos respectivos (8); y de hecho así se hace actualmente en todas partes, y el geólogo aplica a la solución de algunos de sus problemas los resultados obtenidos, por ejemplo, en astronomía. También ocurre algo parecido cuando en la mencionada serie aparece una cuestión imposible de resolver en cualquier ciencia experimental a base de los datos de la observación, o en términos más precisos, cuando agotadas las causas próximas se llega a las últimas y fundamentales, objeto propio ya, no de las ciencias naturales, sino de la filosofía.

LA PREPARACIÓN PLANETARIA

La realidad innegable de que en la Tierra la serie de procesos geológicos han culminado en un estado de cosas donde existen condiciones aptas para el desarrollo de organismos vivientes, admite en principio una doble interpretación: o la habitabilidad terrestre es el resultado de una preparación intencionada y dirigida a ese fin, o los seres vivos se han adaptado a este ambiente como podrían haberlo hecho a otro completamente diverso; en ambos casos habría desde luego adaptación de los medios para un fin determinado, ya que la solución intermedia, de un resultado favorable por puro azar, no es admisible, como veremos en seguida.

Sin embargo, hoy que se están discutiendo ampliamente las condiciones para la vida en otros astros o medios extraterrestres, con ocasión de las presentes tentativas y futuros planes astronáuticos, la segunda interpretación, sin dejar de tener partidarios, se encuentra cada vez más restringida en no pocos de los aspectos que presentan las diferentes hipótesis propuestas, y prácticamente acaba por confundirse con la primera, o lo que es lo mismo, por reconocer como imperativa la adaptación del planeta habitable a las condiciones impuestas por los organismos que en él han de vivir, y no al contrario. Los biólogos de hoy coinciden con los filósofos de ayer en definir la vida como una acción immanente, que procede del ser vivo y se recibe en él; descriptivamente se define diciendo que es capaz de reaccionar en provecho propio a la influencia del medio ambiente, y se manifiesta por lo menos de dos maneras: por el intercambio de materia y energía con el exterior (nutrición), y por la facultad

de originar otros seres semejantes a sí que perpetúen su especie (reproducción).

Cómo pueda ser esto compatible con ciertas condiciones extremas: carencia de aire (en sentido amplio, de gases aptos para aquel intercambio), de agua (o su equivalente, entendida en el mismo sentido) y luz para algo al menos analógicamente semejante a la fotosíntesis, base primordial de la nutrición; o al revés, con la presencia de agentes violentamente activos (radiaciones cósmicas que aquí son mortales, excesos o defectos drásticos de presión, temperatura, etc....), es cosa que si algunos autores modernos no se atreven a negar en absoluto, siquiera en el terreno de la mera posibilidad (12), al menos, la existencia de seres vivos capaces del intercambio vital a altísimas temperaturas, mediante una química orgánica por vía seca o bajo el impacto de ambientes tan hostiles, la califican de *biología exótica* y reconocen la necesidad de esperar a tener suficientes elementos de juicio antes de decidir nada sobre una vida tan fantástica. La mayoría convienen en exigir como condiciones mínimas para el desarrollo vital una moderación térmica, radiactiva y de los demás agentes cósmicos ambientales, que insensiblemente van reproduciendo, en esos rasgos esenciales de un ambiente meramente ideal y posible, los que en la Tierra son reales y efectivos; es decir, que el planeta habitable y habitado no puede ser muy diferente del nuestro, y por tanto exigen una verdadera preparación que culmine también en una aptitud mínima para la vida en general.

De aquí se sigue, en pura lógica y conforme al más elemental cálculo de probabilidades, una reducción considerable en el número posible de astros habitables, aunque demos por resuelta la ardua cuestión de la suficiente pluralidad de sistemas planetarios en el universo;

tema sobre el que no insistiremos aquí, por haberlo hecho ya en otro lugar (3).

Entre tanto ha nacido una nueva rama de la biología, de que se ha tratado en interesantes comunicaciones presentadas al reciente Congreso celebrado en Niza a principios de enero de 1960 (Primer symposium internacional del espacio, patrocinado por el Comité de investigación espacial del Consejo Internacional de Uniones científicas); esta ciencia, denominada exobiología, se dispone a hacer lo que ninguna otra había hecho hasta ahora: organizar el descubrimiento del objeto de sus propios estudios, comenzados antes de saber si existe. Se trata nada menos que de la exploración de otros mundos en busca de seres vivos, con la consiguiente averiguación de la clase de ambiente en que se dan tales organismos, yendo así directamente al fondo del problema que aquí tratamos. En una de las sesiones, el ruso Blagonravov propuso llevar con este fin instrumentos apropiados a Marte y Venus; no dijo cuándo, pero atendida la ya proverbial prisa soviética en adelantarse a sus rivales de Occidente, es fácil que lo intenten a fines de este año, en que ambos planetas estarán en posición favorable.

Respecto a la Luna, a pesar de su reconocidamente escasa probabilidad de albergar seres vivientes, es curiosa la cuestión suscitada en el symposium: todos reconocieron que en su superficie las violentas acciones cósmicas crean un ambiente inhabitable; pero acaso los primeros estratos de «sedimentos» meteóricos actuarían de capa protectora, y por debajo de ellos se podrían hallar microorganismos. Tal ha sido la idea propuesta por Urey (18), quien se apoya en las recientes observaciones de Kozirev sobre presuntas actividades eruptivas lunares (5), lo que en cierto modo equivale a resucitar algo escrito hace sesenta y dos años en estilo novelesco-cien-

tífico, bastante bien logrado para aquellos tiempos (14), cuando se intentó coordinar las inhóspitas condiciones geológicas superficiales de nuestro satélite con la presencia de una raza selenita de elevada perfección, que vivía allí en vastas cavidades subterráneas, libres del peligroso influjo exterior.

En realidad, semejantes discusiones, a primera vista un tanto utópicas, tienen por base un principio universalmente admitido por autores de todas las tendencias, llamado axiológico (de *axios*, conveniente, razonable), según el cual, por una inducción más que suficiente del orden universal conocido, se le postula y admite en lo desconocido; y en nuestro caso, la existencia de un planeta habitable y habitado persuade fácilmente la de otros semejantes, si no precisamente en el sistema solar, al menos en algún otro. De aquí el haberse puesto seriamente a la escucha algunas estaciones radioastronómicas, con la esperanza de captar emisiones que por su carácter artificial revelen proceder de seres inteligentes en mundos lejanos.

LA INVESTIGACIÓN PROHIBIDA

Presupuesta la línea divisoria antes apuntada, que separa las causas de una evolución experimentalmente investigables, de las que salen fuera del campo científico, tan erróneo resultará situarla demasiado cerca como demasiado lejos; lo primero tiene la desventaja de detenerse antes de tiempo y dejar incompleto el estudio de la propia cuestión, y lo segundo equivale a salirse del propio terreno científico para entrar en la «caverna del metafísico, aborrecida de todo hombre de ciencia» (James Clerk Maxwell), porque «la sistematización metafísi-

ca significa formalismo y petrificación» (Max Born) (4). La dureza de estas expresiones, que recuerdan la hostilidad antifilosófica del siglo pasado, no es hoy tan frecuente como entonces, hasta el punto de que muy recientemente Lovell, director del famoso observatorio radioastronómico de Jodrell Bank, reconocía ser ya tiempo de salir de tan exclusivista empirismo y declaraba públicamente, aludiendo al misterio encerrado en los últimos confines del universo conocido, que ya el día de hoy cualquier teoría cosmogónica que tienda a descubrir la verdad, acaba por conducir a la temida metafísica (any cosmology must eventually move over into metaphysics) (7).

Pero acaso hay otro abuso más reprehensible en esta materia, cual es condenar en teoría con excesivo rigor esta invasión de un campo ajeno, e incurrir luego prácticamente en ella; y lo que es peor, presentar en ese mismo campo, vedado según ellos, soluciones inaceptables, no ya en metafísica, sino ante la misma lógica. Así ha ocurrido recientemente con ocasión del sesquicentenario del nacimiento de Darwin, que ha coincidido con el centenario de la publicación de su «Origen de las especies», y ha dado lugar a numerosos comentarios en revistas científicas. En una de ellas (15) se juzga y condena muy severamente el punto de vista, defendido aún hoy por autores de reconocida solvencia, de atribuir los hechos de la evolución en general y de la filogenética en particular, a un designio determinado, en vez del puro azar darwiniano; eso se califica de *superstición*, aunque se establezca diferencia entre la *baja* y la *alta*: la primera (low superstition) es la propia de los pueblos atrasados y primitivos, fáciles en atribuirlo todo, aun lo más obviamente natural, a la intervención de espíritus superiores; y la segunda (high superstition) es la de todos

aquellos que se resisten a entrar en «El mundo al que nos guió Darwin» (título del artículo que citamos). Como es sabido, el mecanismo de toda evolución en ese mundo se reduce al de tentativas ciegamente realizadas por las fuerzas fisicoquímicas, según el famoso *trial and error system*, de suerte que si algunas dieron resultado favorable a la evolución progresiva, ello se verificó al modo de quien dispara una copiosa perdigonada, alguno de cuyos granos acaba por dar en un blanco. Aun ante el hecho innegable de que el hombre, y sobre todo el hombre moderno, ha logrado dominar las fuerzas naturales y los seres terrestres inferiores a él, llega este autor a negar que sea el hombre el fin obvio del curso evolutivo anterior a él, y añade que con el mismo derecho podríamos afirmar que el hombre ha sido hecho para utilidad del tigre, que eventualmente puede devorarlo; confundiendo lo que es regla general con las inevitables imperfecciones de una no menos inevitable imperfección, y el curso normal de los hechos naturales con los incidentes que en todos los órdenes llamamos impurezas de la realidad en un mundo que, aunque admirable, no tiene derecho a exigir la perfección absoluta.

Esta solución puramente negativa del problema, que por su carácter exclusivo invade además el campo metafísico (razón suficiente, causalidad...), está desde luego en oposición con afirmaciones autorizadas en sentido contrario, que serían fáciles de enumerar, y que coinciden en rechazar como única explicación de procesos tan claramente ascendentes el mero juego del azar; propiamente este último, en frase de Lecompte de Noüy (11), es fruto de la limitación del conocimiento humano, de suerte que el famoso principio de *indeterminación* de Heisenberg debería más propiamente llamarse de *incertidumbre*, ya que no es lo mismo hallarse un fenómeno fue-

ra de nuestros medios de observación y comprobación, que carecer intrínsecamente de ley que lo rija. En general, y especialmente en no pocos casos particulares, es manifiesto que el orden macroscópico no puede proceder sino del microscópico, del que es natural consecuencia y resultante. El mismo autor declara esto con un ejemplo semejante y afín a nuestro problema: «¿Puede fundarse una ley biológica en leyes estadísticas, como hacen los físicos en el orden macrocósmico? Ellos lo pueden hacer porque se trata de conjuntos de un número suficientemente elevado de elementos; pero en lo biológico no ocurre lo mismo: los genes están constituidos por grupos de menos de mil átomos, dispuestos en estructura definida, y la más leve alteración de uno de ellos en los elementos germinales puede acarrear un cambio notorio, una mutación; y cada célula germinal no posee sino un solo gen de cada clase... Por eso habla Schrödinger de dos maneras de producir el orden: el mecanismo estadístico, que produce el orden *del desorden*, y el biológico, que produce el orden *del orden*». A este propósito hace notar sir J. Arthur Thomson que «hay en los seres vivos, como en el resto del universo, así en lo inmensamente grande como en lo infinitamente pequeño, no sólo orden y armonía, sino belleza, como si el universo necesitase belleza para subsistir; lo complejo y gigantesco resulta de lo aparentemente simple e insignificante, y hasta hay ejemplos admirables de cooperación armónica de unos seres que evolucionan para utilidad de otros completamente diferentes... Durante toda la historia de la evolución, los diversos factores que en ella intervienen muestran una dirección global; y en este proceso no hay azar, sino progreso definido y realizado» (17). «Mejor creeré», ha dicho un ilustre profesor de química, citando las palabras de Liebig, «que un libro

de química o botánica ha nacido de una materia muerta, que el que una hoja o una flor se forme y crezca por solas fuerzas químicas» (1).

FASES DE LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

Bastará aquí una breve enumeración de hechos, unos comprobados con certeza y otros al menos sólidamente fundados, que forman la historia geológica, a partir de la fase planetaria, a modo de simples ejemplos que sirvan de base a la solución que buscamos. Presuponemos la fase preparatoria de carácter exclusivamente astronómico, que por sucesivas eliminaciones y selección de materiales, han tenido por resultado final, entre innumerables combinaciones posibles, la composición actual de la tierra en cantidad y calidad, quedando definitivamente en ella *todos* los elementos y compuestos necesarios para la vida orgánica, y *ninguno*, en cantidad suficiente, de los que le son incompatibles; y llegamos al estado presente de un planeta sometido al influjo de su sol, así en cuanto a la acción mutua de sus masas, con órbita no muy excéntrica, ni situada a distancia excesivamente cercana ni alejada, como en lo que se refiere a las radiaciones de él recibidas, luz, calor, etc...., que consiguientemente son uniformes y moderadas; y consideremos algunos agentes propiamente geológicos, que *de hecho* han contribuido a hacer de la tierra lo que es, respecto a su relación con los organismos vivos que la pueblan.

De uno u otro modo, los componentes de sus tres dominios geofísicos, tierra, mar y aire, han salido de su propio seno planetario. Con alternativas de una evolución ultramilenaria se ha llegado en la atmósfera a la

proporción presente de gases, en que la acción oxidante está templada por el nitrógeno inerte, y los 53 billones de toneladas que en forma de presión gravitan sobre la superficie, se distribuyen moderadamente por toda ella y la defienden de la radiación cósmica, incompatible con la producción y conservación de los organismos vivos, sin que falte siquiera esa delgada cortina de ozono, eficazmente absorbente de los rayos ultravioletas, y cuya falta haría asimismo imposible la vida. Notemos de paso que una capa aérea envolvente de desmesurado espesor impediría el suficiente aflujo de radiaciones útiles, y un espesor demasiado exiguo, a más de ser permeable a las nocivas, sería ocasión de contrastes térmicos demasiado violentos entre el día y la noche.

El predominio cuantitativo del agua como elemento líquido, con su triple función química equivalente de ácido, base y alcohol, es decir, de disolvente universal y fácil, hacen de ella el factor geológico más importante para la vida terrestre no sólo como vehículo interno de las funciones vitales en la célula, sino porque al disolver primeramente las rocas y arrastrar luego las tierras así formadas, da origen al suelo vegetal, fundamento de toda la flora y fauna ulterior.

Otro tanto sucede con los agentes eruptivos, en su sentido más amplio, que han hecho aflorar los materiales más ligeros, como materia prima del suelo de los continentes actuales, y con los tectónicos que después de larga sedimentación en el fondo de los mares, los han hecho emerger y han creado desniveles suficientes para el funcionamiento del mecanismo de nuevas erosiones, sedimentaciones, etc.

De este modo, en frase del ya citado Willis, «la evolución geológica y geográfica invita y estimula a la biológica», como si ésta fuese el fin y designio de aqué-

lla. Porque si en el más insignificante insecto reconocemos prodigios de orden, que por la ley de su instinto le guían en el desempeño del papel que se le ha encomendado en la economía terrestre, sería absurdo negar otro tanto al conjunto del mismo planeta, donde poderosos agentes geofísicos cooperan, como es notorio, al ser y conservación de la vida terrestre; y como este conjunto planetario coincide con el insecto en carecer dentro de sí mismo de la facultad de dirigir sus ordenadas actividades, es evidente que tiene que estar guiado, como él, *desde fuera*, por leyes que le han sido impuestas, que si en los vivos las llamamos biológicas, en los que preparan y conservan un ambiente apto para la vida, pudiéramos llamarlas prebiológicas. Y henos aquí ante la pregunta definitiva: ¿cuáles son esas leyes?

LA EVOLUCIÓN DIRIGIDA

Con este nombre se ha designado el proceso encaminado a un fin definitivo, por oposición a la mera resultancia del caos estadístico y el azar darwiniano, sintetizado éste último en la famosa frase de Huxley: «¿Es por ventura el universo todo, una figura de barro amasada por dos niños ciegos, que se llaman materia y energía?». Hay en sus defensores, y en particular se observa en los razonamientos de Simpson, autor del artículo arriba citado (15), una apreciación manifiestamente contradictoria: por una parte admiten las leyes físico-químicas, aunque no pregunten por el nombre del legislador, y por otra parte restringen arbitrariamente a ellas solas la actividad de los agentes naturales. Como ha dicho oportunamente Lecompte de Noüi (11): «Las leyes que en la humana ciencia se establecen no son *las leyes* de la na-

turalidad, sino meras aproximaciones, aunque objetivas, de las que realmente rigen; a ellas nos acercamos a medida que arañamos el profundo misterio de lo físico, cuyo esclarecimiento total acaso nunca seremos capaces de alcanzar».

Y aquí puede estar la clave y solución adecuada de nuestro problema, ya que la evolución planetaria no es sino una parte pequeñísima dentro de la evolución cósmica general, universal, y en realidad única, puesto que sus episodios parciales aparecen cada vez con mayor evidencia física y lógicamente ligados entre sí. Las cósmogonías antiguas y modernas tropiezan siempre, al tejer sus hipótesis, con ciertas discontinuidades donde cesa el curso de un proceso para dar lugar a otro diferente e incluso de signo contrario; y entonces, ante la imposibilidad de dar una explicación suficiente de los hechos, se ven obligados a postular un misterioso *impulso inicial*, así en la condensación de la materia cósmica diluida uniformemente por el espacio, cuando se trata del origen de las galaxias, de los nidos galácticos y de las agrupaciones de estos nidos, como en la génesis de las estrellas en el seno de las nebulosas y de los sistemas planetarios eventuales de cada estrella. Todo esto es evolución, y como tal incomprensible sin una *ley evolutiva*, y nuevamente nos hallamos ante *el hecho* de la realización de un plan unitario, un manifiesto progreso de lo simple a lo complejo, de lo imperfecto a lo más perfecto.

No es razonable el empeño de señalar a tan complejas actividades una trayectoria recta e inflexible, impuesta por una sola clase de leyes, las físicoquímicas que nosotros conocemos; es forzoso admitir trayectorias parciales, cambios de rumbo y puntos singulares que marcan fases diferentes en el curso de la vida del cosmos. Y la

materia, con su inercia esencial, es incapaz por sí sola de tomar la iniciativa en tales cambios, a veces radicales, que la astronomía y la geología demuestran haber ocurrido; la imperfección con que conocemos esas curvas, cuyas variaciones tendemos a simplificar, no justifica la negación de sus pormenores ni nos da derecho a obligarlas caprichosamente a seguir el camino fácil que les queremos trazar; más prudente es decir con Einstein: «A mí me basta reflexionar sobre la maravillosa estructura del universo, que podemos imperfectamente conocer, y tratar humildemente de penetrar siquiera una parte infinitesimal de la sabiduría que se manifiesta en la naturaleza. Lo más hermoso que podemos experimentar es lo misterioso: es la fuente de todo verdadero arte y ciencia; aquél a quien esta emoción es extraña y que ya no es capaz de detenerse a admirar, y quedarse extasiado de temor reverencial, es como si estuviera muerto: sus ojos están cerrados» (9). A lo que podemos añadir la observación que hace Willis, al hablar de las vicisitudes evolutivas de muerte y desintegración, de catástrofes siderales o geológicas de que nos hablan las ciencias naturales: «Si vemos cumplirse una ley de destrucción, inferimos lógicamente otra ley de creación y de vida, aunque no la hayamos visto actuar» (19).

A estas ramas poco conocidas de la verdadera curva descrita por las fuerzas naturales dentro del plan armónico de la evolución universal, se han dado diversos nombres: unos las llaman «orden benevolente», refiriéndose a las propiedades manifiestamente teleológicas de la economía terrestre; Elmer Maurer, investigador químico de los Estados Unidos, las llama «inferencia o consecuencia legítima deducida de una ley y orden que difícilmente puede atribuirse a la casualidad» (16), y la mayoría coinciden en que sin ley definida no hay evolución

posible, al menos, tal como la vemos realizada en los diversos órdenes naturales, si no queremos conceder a los átomos errantes y a las partículas que actúan caóticamente una inteligencia superior a la humana, que apenas llega siquiera a comprender el curso que siguen (9), porque como se ha dicho con oportuna ironía, «si nos dicen que las maravillas del universo no son obra de un artífice, sino de una máquina automática, nuestra admiración pasaría sencillamente de aquel artífice al autor de esa máquina» (8).

Aplicando estos principios generales al caso particular de la evolución geológica, es manifiesto que hay en ella una dirección de que no pueden dar razón las leyes fisicoquímicas tales como las conocemos; y es de advertir que al hablar de leyes incógnitas no incluimos necesariamente fuerzas incógnitas; las energías naturales nos son bastante bien conocidas, aunque algunas, como la nuclear, el magnetohidrodinamismo, sean de reciente descubrimiento; de suerte que sin dificultad podemos prescindir de fuerzas misteriosas propiamente nuevas. En el insecto antes considerado obran todas esas energías ordinarias; pero ellas solas, sin dirección especial, sin una especie de dominio superior, no explican su vida, su instinto. De ahí la necesidad de buscar la explicación adecuada en algo capaz de usar las fuerzas naturales sin someterse del todo a ellas, a su inercia, a su entropía. Tal es la tesis, por lo demás razonable, del vitalismo. De igual modo, en la preparación inicial y en el actual desarrollo del plan geológico, habremos de admitir una ley de dirección, sin la cual la historia de la Tierra no tendría sentido.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ARMSTRONG, H. E.: *The chemical romance of the green leaf*, «The great Design», varios autores, London, 1933.
- (2) COOPER, J.: *Cities in the sky*, «Parade», octubre, 1950.
- (3) DUE, A.: *Habitabilidad planetaria*, «Urania», v. 39, núm. 238, páginas 1-9, enero-marzo 1954.
- (4) —: *Crisis filosófica en las Ciencias físico-naturales*, «Ensayamiento», v. 11, págs. 189-198, octubre-diciembre 1955.
- (5) —: *¿Qué pasa en la Luna?*, «Razón y Fe», v. 160, núm. 743, páginas 431-44, diciembre 1959.
- (6) —: *Vida y muerte del Cosmos*, «Biblioteca Razón y Fe de cuestiones actuales», v. 42 (1960).
- (7) —: *La evolución integral y el dogma de la Providencia*, Discurso inaugural del curso 1960-1961 en la Facultad Teológica S. I. de Granada.
- (8) EVE, A. S.: *The universe as a whole*, cfr. (1).
- (9) JOUNGHUSBAND, Sir. F.: *The mystery of nature*, cfr. (1).
- (10) KEITH, Sir A.: *Introduction*, cfr. (1).
- (11) LECOMTE DE NOÛY: *El destino humano*, Buenos Aires (1948).
- (12) LEDERBERG, J.: *Exobiology: Approaches to life beyond the earth*, «Science», v. 132, núm. 3424, págs. 393-400, agosto 1960.
- (13) LODGE, Sir O.: *Design and purpose in the universe*, cfr. (1).
- (14) SELENES, P. DE: *Un mundo desconocido. Dos años en la Luna*, Montaner Simón, Barcelona, 1898.
- (15) SIMPSON, G. G.: *The world into which Darwin led us*, «Science», v. 131, págs. 966-974, abril 1960.
- (16) *The evidence of God in an expanding universe*, varios autores New York, 1959.
- (17) THOMSON, Sir A.: *The wonder of life*, cfr. (1).
- (18) UREY, H. C.: *Lines of evidence regarding the composition of the moon*, «Proceed. Intern. space Symp. I» (Niza, 1960).
- (19) WILLIS, B.: *The earth as the home of man*, cfr. (1).

JOSE M.ª RIOS

MEMORIA ACERCA DE LA ORGANIZACION
Y RESULTADOS LOGRADOS EN EL SEXTO
CAMPAMENTO PARA PRACTICAS DE GEO-
LOGIA «PANTICOSA-HECHO 1960»

BREVE RESUMEN DE ANTECEDENTES E HISTORIAL DE LOS
CAMPAMENTOS

El Sexto Campamento para Prácticas de Geología, que desarrolló sus actividades del 1 al 20 de julio del año 1960, tuvo dos bases, la principal en Hecho, y una segunda en Panticosa, para la liquidación de los problemas aún pendientes de resolución en la Hoja de Sallent. Una vez más nuestras tareas se desarrollaron con normalidad, y nuestras actividades se vieron coronadas por el éxito como en los anteriores Campamentos (*).

Ya son veteranos; sus orígenes quedan un poco remotos, y conviene recordar a los actuales y futuros participantes, así como a las que nos ayudan con sus donativos, cómo se originaron, cuáles son sus fines y cuál su historial.

(*) Las memorias en que se describen las actividades de Campamentos anteriores, son las siguientes: Primer Campamento 1955, N. y C. del I. G. y M. DE ESPAÑA, núm. 40. Segundo Campamento 1956, id, número 45. Tercer Campamento 1957, id, núm. 49. Cuarto Campamento 1958, id, núm. 52 y Quinto Campamento 1959, id, núm. 56.

Los campamentos geológicos nacieron en 1952, año en que germinó la idea, en la misma localidad en que se llevó a cabo el primero el año 1955.

Los objetivos establecidos entonces fueron los siguientes: fundamentalmente, proporcionar el medio de realizar unas prácticas eficaces. Además, reunir datos geológicos en zonas poco estudiadas y de difícil acceso, que de otro modo tardarían mucho tiempo en ser objeto de estudio. Propagar la técnica de trabajo establecida a lo largo de muchos años de experiencia de trabajos de campo. Preparar físicamente un grupo de naturalistas para la vida al aire libre bajo condiciones de cierta dureza. Entrenar a los futuros geólogos para la colaboración que exige el trabajo en equipo. Enseñar una técnica uniforme para la realización de los trabajos de despacho. Finalmente, pero no menos importante, establecer lazos de comprensión y camaradería entre geólogos de diversas procedencias, ya que desde el primer momento fue mi propósito que los Campamentos estuvieran abiertos a todo el mundo. Estos objetivos no han variado, y se han cumplido puntualmente de Campamento en Campamento.

La idea de estos Campamentos fue acogida con gran cariño por la Escuela y por la Dirección General de Enseñanzas Técnicas, y se estableció gracias al apoyo económico de esta última, que lo ha prestado siempre sin regateo y con generosidad.

Es, sin embargo, una iniciativa particular, y como tal funciona. Es voluntaria para todos, dirigentes y participantes.

Durante el curso 1954-1955, establecí el mecanismo, normas y principios de funcionamiento y pudimos llevar a cabo el primer Campamento, con gran éxito, en julio de 1955.

Desde entonces, exactamente con las mismas normas,

se han llevado a cabo, cada verano, los sucesivos Campamentos, hasta completar el pasado julio el sexto.

El éxito inicial se ha consolidado y acrecentado como lo demuestran las siguientes cifras:

En nuestros Campamentos han participado, como colaboradores o instructores, los profesores:

A. F. de Lapparent, del Instituto Católico de París.

M. Casteras, de la Universidad de Toulouse.

P. de Herrera, de la Universidad de Madrid.

J. de Iraola, del Instituto Peñaflorida de San Sebastián.

Y los Ingenieros:

J. Barón, de la Junta de Energía Nuclear.

J. del Valle de Lersundi, M. Alvarado, C. Felgueroso y J. J. García Rodríguez, del Instituto Geológico y Minero.

Veintinueve universitarios extranjeros, de los cuales un alemán, 18 franceses, 3 italianos, un libio, un norteamericano y 5 suizos, que representaban, la Escuela Técnica Superior de Hannover, las Universidades de Burdeos y Toulouse e Instituto Católico de París, las de Génova y Nápoles, la de Southern California y la de Neuchatel.

Un Ingeniero de Caminos y un alumno de la misma Escuela, 3 licenciados de la Universidad de Barcelona, 5 de la de Madrid, tres de la de Granada y 125 alumnos de nuestra Escuela.

En las tareas de organización y funcionamiento he sido auxiliado sucesivamente por tres secretarios, todos ellos alumnos de la Escuela y uno de los cuales es actualmente Ingeniero encargado de la organización e instructor.

He recibido apoyo moral y material de la Dirección General de Enseñanzas Técnicas, del Instituto Geológico y Minero y de la Escuela de Minas.

Más de 40 Empresas distintas me han ayudado con

donativos, cuyo importe oscila entre 1.000 y 15.000 pesetas. La cifra más corriente es la de 5.000. Varias de estas Empresas lo hacen cada año.

Los participantes pagan una cuota de inscripción, que ha aumentado gradualmente desde las 750 pesetas iniciales hasta las 2.500 actuales, para una duración de cada Campamento de veinte días. Pero los Campamentos conceden becas parciales o totales, de modo que ninguna persona, pertenezca o no a la Escuela, tiene que dejar de asistir por falta de medios económicos. Hay ingenieros que de su bolsillo particular costean becas de asistencia.

Se ha publicado una Memoria de cada uno de ellos en que se expresan las actividades e incidencias, se relacionan además los participantes y las Empresas que nos ayudan, y se exponen con detalle las cuentas de ingresos y gastos. Estas Memorias van ilustradas con abundantes fotografías.

Creo que los frutos se han puesto claramente de manifiesto. Bastantes participantes han confirmado o descubierto su vocación de geólogos, y forman parte ahora en los cuadros del Instituto Geológico, o en las compañías de prospección e investigación de minerales o de petróleo. Al mismo tiempo hemos completado la observación de campo de tres Hojas difíciles del Mapa geológico nacional en el corazón del Pirineo: Sallent, Biescas y Ansó.

Se han creado estrechos lazos de amistad y compañerismo entre los participantes de diversos centros nacionales, y entre ellos y los extranjeros. En toda la ya larga historia de estos Campamentos no se ha registrado ni una sola incidencia desagradable en las relaciones entre los participantes; por el contrario, han sido siempre de acendrada amistad y compañerismo.

Este año nos han honrado con su confianza y su pre-

sencia tres señoritas licenciadas en Ciencias Geológicas. Esta confianza no podía resultar, y no ha resultado, defraudada.

Tampoco, gracias a la protección divina, se ha registrado accidente alguno de gravedad, no obstante tratarse de zona extremadamente abrupta e incluso peligrosa, situada en el corazón del Pirineo aragonés.

Los Campamentos han proporcionado, además, a geólogos de este país y de fuera de él, material geológico tal como martillos de excelente calidad, estereóscopos, brújulas, etc., fabricados o traídos exclusivamente para nosotros.

Creo, por consiguiente, que los Campamentos se han ganado a pulso, y merecido, la confianza y el apoyo que hemos tenido y que esperamos nos sigan siendo otorgados.

INFORMACIÓN GENERAL. ÁMBITO Y CARACTERÍSTICAS

El Sexto Campamento ha constado, según nuestros propósitos señalados al fin de la Memoria del anterior, de dos bases, una en Panticosa y otra en Hecho.

La misión de los geólogos de la base de Panticosa consistía en la liquidación de los problemas pendientes en las Hojas de Sallent y Biescas. Estos consistían, sobre todo, en el relleno de pequeñas lagunas en nuestros itinerarios; en la aclaración de algunas dudas pendientes, y, sobre todo, en el recorrido de las altas cimas de los macizos de Telera y Tendeñera. Habíamos llegado a algunas de ellas en Campamentos anteriores, pero el estudio de las zonas basales, de tan difícil acceso y áspera topografía, consumía nuestras jornadas, de modo que no se alcanzaban nunca las cumbres con el tiempo necesario para estudiarlas con detalle. Encontrábamos que

presentaban problemas de dudosa interpretación y no llegábamos a darles solución. Pero al estudiar en Canfranc (Quinto Campamento) la zona contigua por el Oeste, mucho más respetada por la erosión, llegamos a la comprensión perfecta del fenómeno, y entonces se planteó la necesidad de volver a visitar las cimas para interpretarlas de nuevo a la luz de los últimos conocimientos adquiridos. Además, la presencia de un grupo de alumnos interesados en los problemas de la petrografía de rocas hipogénicas y metamórficas, y con preparación para su estudio, nos animó a dedicar un equipo a una nueva visita a los asomos graníticos de la zona de Panticosa.

Por conveniencias de organización, todo el Campamento se instaló de nuevo en la villa de Panticosa, y desde allí realizamos todos juntos las jornadas de entrenamiento. Cuando terminaron éstas, el grueso del Campamento se trasladó al valle y villa de Hecho y quedó destacado el grupo de Panticosa en nuestra antigua residencia del hotel Pirineos.

En Hecho trabajamos conocimiento con los problemas de una nueva Hoja, la de Ansó, contigua por el Oeste con la de Sallent. No difiere en nada esencial de la anterior, pero el giro hacia el Norte de las formaciones cretáceas y eocenas reduce considerablemente la proporción visible de formaciones del Permotriás, Carbonífero y Devoniano, y aumenta, en cambio, la superficie eocena, que es de más suave relieve.

La zona cretáceo-paleozoica es, por sus características topográficas y geológicas, hermana de las anteriormente visitadas. Los mismos tipos de problemas, las mismas ásperas montañas, encerrando bellísimos valles de praderas y selvas. Esta zona es de gran belleza natural y de profundo interés geológico, por la extraordinaria niti-

des de los accidentes, que son, a un mismo tiempo, complicados y muy violentos, y, sin embargo, expuestos por la Naturaleza con claridad admirable.

No hemos podido visitar más que algo más de la mitad de la Hoja, y aunque nuestro relleno ha sido denso en itinerarios, aún será preciso volver a ella, para puntualizar las cosas y afinar detalles. Las selvas, que ocupan extensas áreas, constituyen obstáculo considerable, como también la gran pendiente de las laderas.

La zona visitada linda por el Este con el flanco occidental del valle del Aragón (o de Canfranc) que, aunque dentro de la Hoja de Ansó, fue estudiado por nosotros durante el Campamento pasado (Quinto). De modo que hemos llegado a enlazar en muchos puntos con las observaciones anteriores, estableciendo continuidad con ellas.

Hacia el Oeste, llegamos en un itinerario hasta Ansó y el valle del Veral, pero puede decirse que nuestro límite de actividades quedó en la divisoria que separa el valle de Hecho (o del Aragón Subordán), del valle del Veral.

Nunca habíamos contado con tantos elementos instructores como en el año actual. Me ayudaron en la tarea de enseñar y orientar los grupos los Ingenieros de la Sección de Estudios Geológicos del Instituto Geológico señores del Valle, Alvarado, Felgueroso y García Rodríguez. Con especial satisfacción vi a nuestro querido «ex secre», ocupado ahora en las tareas de organización del Campamento e instrucción de los participantes. Ha sido secretario de los tres primeros Campamentos y participante en el cuarto y quinto, y, finalmente, encargado de la organización e instructor en el último, y esperamos que lo siga siendo en muchos más. Todos ellos se esforzaron al máximo en sus tareas y velaron cuidadosamente, además, por el bienestar y seguridad de los partici-

pantes, cuyo afecto se ganaron rápidamente. Me complazco en hacer extensivas estas apreciaciones a nuestro querido colega José Juan Iraola, del Instituto Peñaflorida, de San Sebastián. Había solicitado tiempo atrás, como miembro activo de los grupos «Aranzadi» de la Real Sociedad Vascongada de Amigos del País, a cuyas filas me honro en pertenecer, su participación en un par de Campamentos, pero siempre hubo de desistir por causas de fuerza mayor. Por fin pudo venir, y esperamos que repita su visita.

Estrenamos un nuevo secretario, don Francisco Javier Casares, alumno de primer año de la Escuela, que cumplió de acuerdo con las mejores tradiciones y alto nivel establecido por sus predecesores. Desempeñó su tarea con actividad y extrema afabilidad, que le ganaron el afecto de todos.

Y don Juan Manuel López de Azcona, aunque campamentista este año, tuvo la amabilidad de querer encargarse de «secretariar» el grupo de Panticosa, lo que hizo con la habilidad del año anterior, perfeccionada por la práctica. Tenía que atender, al mismo tiempo, a la organización del grupo de Panticosa y a sus tareas como campamentista.

Gran novedad fue la presencia, por primera vez, de señoritas entre nosotros. Cuando lo solicitaron, no vacilé ni un momento en admitirlas. Seguro de la caballerosidad y corrección de los campamentistas, no vi nunca el menor inconveniente. Y así resultó, en efecto; su presencia nunca resultó embarazosa, y fue, por el contrario, sumamente grata. Realizaron sus tareas absolutamente en el mismo plano que sus colegas masculinos, y se enfrentaron con las mismas dificultades topográficas y geológicas, saliendo totalmente airosas de la prueba.

Los planes y sistemas de trabajo fueron los mismos que rigieron para los Campamentos anteriores. La gente fue distribuida igualmente en equipos de tres personas. Algunos de estos equipos fueron agrupados para ejecutar itinerarios conjuntos, por lo general acompañados por uno de los instructores. La diferencia fundamental estribó en que este año no se asignó una zona a cada equipo o grupo de equipos. El motivo era la situación completamente lateral de la base de Hecho dentro del área, y la disposición N.-S. de los valles con ásperas divisorias intermedias. Todo ello era poco propicio a la organización de zonas radiales a partir de un centro; no existía tal posición o punto de partida central y, por consiguiente, hubo que cambiar el sistema, con adaptación a las circunstancias de la región, e incluso a las de cada momento, según los resultados y experiencia de cada jornada.

Dispusimos, como en años anteriores, de dos furgonetas Citroën, alquiladas igualmente al P. M. M. Una de ellas dio servicio al grupo de Panticosa, otra al de Hecho, que al ser más numeroso anduvo un poco más premioso, en transportes, que lo que hubiera convenido.

La elevación de las tarifas del P. M. M. ha supuesto un incremento bastante importante, y muy sensible, de esta partida de nuestros gastos.

PARTICIPANTES

El número de participantes fue de 35, compuesto por tres señoritas, licenciadas en Ciencias Geológicas por la Universidad de Madrid, 23 alumnos de cuarto curso de la Escuela de Minas, y, además un catedrático del Instituto Peñaflorida de San Sebastián, un estudiante alemán de la Escuela Técnica Superior de Hannover, tres france-

ses de la Universidad de Burdeos, tres italianos, dos de la Universidad de Génova y uno de la de Nápoles, y un estudiante libio, que sigue los cursos en la Universidad de Madrid.

Fueron dirigidos por cuatro Ingenieros instructores, dos de los cuales quedaron en la base de Panticosa, y dos en la de Hecho, junto con el Director de los Campamentos.

Se cuidaban de los detalles de organización un secretario, adjunto a la base de Hecho, y un participante que ejercía, además, funciones de secretario en la de Panticosa.

EL MARCO GEOGRÁFICO

Desde la base de Panticosa se estudiaron diversas zonas de la Hoja de Sallent y de la de Biescas, bien conocidas ya por nosotros y descritas en las Memorias de anteriores Campamentos. Se reconocieron sobre todo, la zona al NO. del recodo del Aguas Limpias, bajo el collado de Arremoulit y Brecha de Arrius y al Oeste de los ibones del Arriel; es una zona muy empinada y de penoso acceso que no había sido cubierta hasta ahora; casi la única laguna absoluta en recorridos anteriores. Además, se volvió a recorrer, en diversos sentidos, la mancha granítica al N. de Panticosa; como ya estaba delimitada, el objeto de estos estudios residía en la afinación del conocimiento petrográfico. Se volvieron a visitar, para precisar detalles, las zonas al Este inmediato del collado de Izás, para insistir sobre la índole de las formaciones detríticas y conglomeráticas de aquel Carbonífero. Algún otro itinerario tuvo por objeto aclarar dudas en puntos muy concretos. Finalmente, se realizó la gran tarea de examinar las cimas de las sierras Tendeñera y Telera, con objeto de

comprobar la continuidad y existencia en ellas de la violenta tectónica de pliegues acostados cretáceo-eocenos. Dirigidos por del Valle y Alvarado, un adiestrado grupo de geólogos ascendió por ambas vertientes, logrando alcanzar las cimas en varios puntos con tiempo sobrado para reconocerlas e incluso para atravesar la difícil divisoria en alguno. La abundancia de nieve este año incrementaba la belleza de tan grandiosos paisajes e impresionantes precipicios.

Los equipos correspondientes a la Hoja de Ansó radicaban en Hecho. Esta localidad resultaba una base poco conveniente desde el punto de vista de su ubicación geográfica, muy descentrada en la zona y desprovista de líneas radiales de comunicación, de modo que había que descender mucho en el valle y ascender luego por los valles afluentes del Aragón Subordán para colocar los equipos en sus puntos de partida, con gran gasto de tiempo y gasolina. Pero era la única localidad capaz de ofrecernos alojamiento conveniente.

Una gran barrera de montañas calizas, prolongación al Oeste de Telera y Collarada, entra en la Hoja a mitad de su borde oriental y gira hacia el NO. en dirección al ángulo NO. de la Hoja, por donde sale para entrar ya en tierras de Navarra. Hacia el Norte ofrece imponentes escarpes verticales, de difícilísimo acceso, y alcanza cotas de 2.500 metros en los picos de Aspe y Aisa de la sierra de Aisa; 2.668 metros en el Visaurín de la sierra de Bernera; 2.446 metros en la Peña de Agüerri y 2.390 metros en Peña Forca, al otro lado del Aragón Subordán.

Al N. del escarpe se desarrollan las formas un poco más suaves de las formaciones permotriásicas, carboníferas y devonianas hasta la línea de la frontera donde alcanzan cotas medias de 2.770 metros a lo largo de la divisoria que es, al mismo tiempo, línea fronteriza. Allí se

albergan los últimos ibones, entre ellos el bellissimo de Astanés, próximo a Canfranc.

Al Sur de la sierras cretáceo-eocenas, cuyos flancos meridionales son ligeramente menos ásperos, se desarrolla el relieve más suave y redondeado, pero muy complicado y de empinados flancos, del flysch eoceno, hasta el borde meridional de la Hoja y más allá. Cinco cursos de agua transcurren con dirección general de N. a S. a través de este flysch, y son los del Aragón, Estarrón, Osia, Aragón Subordán o de Hecho, y el Veral o de Ansó.

Se alimentan sobre todo, del deshielo de los neveros de las altas cimas.

Los dos Aragón y el Veral tajan en bellísimos estrechos las sierras calizas cretáceo eocenas y se extienden en más amplios valles por las pizarras paleozoicas, recubiertas por hermosas praderías. El Aragón Subordán, más allá de las calizas, y atravesadas las selvas de Oza y Guarrinza, vuelve en brusco recodo hacia el Este y hacia el Sur, y constituyen un espléndido y luminoso valle, el de Aguas Tuertas, de tendido fondo, enmarcado por majestuosas montañas coronadas de nieve, bellas además por la policromía de los fuertes rojos del Permotrías y las praderas de un verde increíble. En ese valle, enriquecido además por la Naturaleza con un alto escallón originado por una colada de andesita, por el que se despeña en desmelenada cascada el Aragón, pastan miles y miles de cabezas de ganado vacuno, caballo y lanar. Esos ganados suben en esa época del año, en gran parte procedentes de los pastos de invierno de la Ribera, y su paso constituye un espectáculo al mismo tiempo añejo y sorprendente: las ovejas cubren enteramente las carreteras, y los inmensos cencerros de los machos cabríos forman musical concierto con los balidos y esquilas de las

ovejas. Es un espectáculo que permanece invariable con el transcurso de los siglos.

Desde Hecho, como base, hemos barrido con itinerarios toda la Hoja de Ansó en dirección Este hasta empalmar en su límite oriental con nuestras exploraciones del año pasado. Los recorridos eran largos y duros, con empinadísimas pendientes que escalar y más de un paso difícil. Pero además hemos recorrido, al Oeste del Subordán, las alturas de los Cuellos de Lenito, parte de la Peña Forca y hemos llegado en un itinerario hasta Ansó. Dentro de la Hoja de Zuriza, recorrimos además el valle alto del Aragón Subordán y las alturas del Orristé y del Mallo Blanco, en la línea divisoria y fronteriza con Francia.

EL MARCO GEOLÓGICO

No difiere en sus líneas generales el marco geológico del de las zonas visitadas en anteriores Campamentos. Se trata siempre de las mismas formaciones paleozoicas, sobre las que descansa en discordancia el Permotrías, que a su vez recibe encima el Cretáceo superior, medio y alto, y el Eoceno. Señalaremos solamente las diferencias.

En el Paleozoico no hemos observado diferencias de orden mayor, salvo, quizás, una predominancia de las formaciones carboníferas sobre las devonianas que apenas existe en afloramiento.

El Permotrías, de tan vistosos colores rojos profundos, se inserta en este sector siempre o casi siempre entre la serie mesozoico-eocena y la paleozoica. La discordancia entre el Permotrías y el Paleozoico es muy acusada. Existen importantes masas de efusión de andesitas.

La serie cretácea no difiere fundamentalmente de la que se ha estudiado en la Hoja de Sallent, sobre todo en la zona de Canfranc. Únicamente sigue adelgazando el espesor del flysch maestrichtense que aquí seguramente no alcanza los 400 metros.

Las blancas calizas danesas, o del tránsito cretáceo-eoceno, conservan su personalidad litológica. En cambio, el flysch eoceno entra en una zona de rápida transición. Van apareciendo una serie de barras calizas y de tramos margosos intercalares que son preludio de la complejidad que alcanzan más al Oeste en Navarra. El cambio se desarrolla, como decimos, en breve espacio. Esto complica mucho el estudio del Eoceno, que pasa a constituir el problema de la Hoja de Ansó.

En el campo de la tectónica paelozoica y permotriásica no hay novedades. La tectónica del conjunto cretáceo-eoceno es extremadamente interesante. Los vistosos pliegues de la zona Oeste de Sallent se presentan aquí aún más complejos. Las sierras de Peña Forca, Peña de Agüerri, Visaurín y Bernera, están constituidas por magníficos empilamientos de pliegues totalmente acostados hacia el Sur, sus charnelas no sólo están completas muchas veces, sino magníficamente delineadas además por las blancas calizas del danés, que abarcan en el interior de sus bóvedas, arquedas hacia el Sur y desmontadas por la erosión hacia el Norte, los estratos, de sombríos tonos, del flysch maestrichtense, mientras que el flysch eoceno, de pardas tonalidades, aparece pellizcado en los sinclinales, los cuales ofrecen su arqueamiento al N. y están tajados por la erosión hacia el Sur.

La serie Maestrichtense, Danés, Eoceno, Danés, Maestrichtense, Danés, etc., se repite en la vertical hasta sumar por lo menos cuatro pliegues amontonados uno sobre otro.

Aquí el fenómeno se observa a perfección. Es el que tantas dudas suscitó en la parte central de la Hoja de Sallent. Son, sin duda, los mismos pliegues apilados del valle de Ordesa y pie del Monte Perdido, que allí yacen completos, a la altura de los valles, con su base en el fondo de los mismos. Pero hacia el Oeste se elevan rápidamente. La base del paquete de pliegues acostados empieza a ganar altura y en Tendeñera queda a la altura de las más altas cimas por encima de los 2.900 metros de cota. Entonces el sistema está casi desmantelado por la erosión y sólo quedan retazos de los pliegues acostados inferiores. Su interpretación, que dificulta el difícil acceso, resulta complicada. Pero más allá, en Telera, el sistema pierde altura y desciende; en la Collarada y laderas del Aragón, está ya más completo y, sobre todo al Oeste del río Aragón, al otro lado de Canfranc, su interpretación es más clara. Las dudas se desvanecen. Los sistemas son más enteros, las áreas más accesibles y se tiene tiempo de buscar la prueba paleontológica.

El sistema sigue descendiendo hasta el Aragón Subordán en que su base queda poco más o menos a la misma cota que en Ordesa. Es allí muy completo y absolutamente nítido. Por esta razón es por lo que, con un conocimiento de la índole del fenómeno, se volvió a visitar, por los equipos de Panticosa, las cimas de Telera y Tendeñera, sin otra preocupación que alcanzar las cumbres y estudiar sus problemas, y se pudo comprobar que se trataba, exactamente, del mismo fenómeno a superior cota y, por consiguiente, sólo en estado fragmentario. En realidad, los pliegues volcados de Ordesa y Monte Perdido son continuos, por lo menos hasta el Aragón Subordán.

ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

El 30 de junio salieron de Madrid las dos furgonetas Citroën con parte del personal, y el material, camino de Panticosa. Decidí que era preferible hacer las jornadas de entrenamiento todos juntos sobre terreno ya conocido y sin tener que afrontar las dificultades que supone adaptarse a circunstancias y alojamientos nuevos.

El día 1 de julio dieron comienzo las tareas del Campamento. A lo largo de ese día se fueron incorporando los restantes participantes y se hizo también la distribución del material y agrupamiento en equipos.

Los días 2 y 3 de julio se dedicaron a entrenamiento físico, enseñanza de los métodos de trabajo y reconocimiento de las características generales de las formaciones. En estos itinerarios practicamos los métodos de levantamientos cartográficos por el sistema de itinerarios y recorrimos las formaciones devonianas, carboníferas y graníticas hasta el Balneario de Panticosa, y las formaciones devonianas, carboníferas, cretáceas y eocenas hasta más allá del fuerte de Santa Elena.

El día 4 de julio se dedicó, por la mañana, a enseñanza y práctica de la técnica de acampada, montaje de tiendas, etc., y a dar una serie de consejos e instrucciones generales sobre las marchas por la montaña y sus peligros, enseñando a conocerlos para que se pudiera, estrictamente, evitarlos.

Por la tarde salió para Hecho el grupo más grande, bajo la dirección de los señores Felgueroso y García Rodríguez, auxiliados por el secretario, con instrucciones para los trabajos de los primeros días.

El resto de la expedición quedó en Panticosa, bajo la

dirección de los señores Del Valle y Alvarado, auxiliados por el señor López de Azcona, secretario de anteriores Campamentos y campamentista en éste.

El día 5 de julio salí con un equipo, con ánimo de recorrer la zona al Oeste de los Arrieles. Pero pronto se vio que no estábamos aun preparados físicamente para tan dura tarea. La ladera muy pendiente, y cubierta de espesa vegetación, exigía un esfuerzo para el que no estábamos todavía entrenados. En vista de ello y como se trataba del grupo especialmente preparado para estudios petrográficos, cambiamos por la zona de Respomuso. Ascendimos hasta el ibón y acampamos junto a otro ibón pequeño al pie del Refugio. Tanto en la subida como al día siguiente, el grupo tomó contacto con la espléndida colección de apasionantes problemas petrográficos, además de disfrutar del incomparable paisaje de alta montaña.

El día 7 de julio, después de instruir a los equipos de Panticosa acerca de sus objetivos y tareas y comer con ellos, nos despedimos hasta el fin del Campamento, y por la tarde me incorporé al grueso de los campamentistas en la base de Hecho. Allí se habían instalado en una casa grande y moderna, y habían organizado la intendencia y comida por cuenta propia, como ya habíamos hecho una vez en el primer Campamento de Panticosa.

Las horas de las comidas, con aquella larga mesa, tan animada y alegre, eran sumamente agradables. Todos las recordarán con gusto.

Una vez enterado del trabajo realizado y reorganizadas las tareas, ya que se trataba de zona desconocida que planteaba problemas distintos y exigía una organización también diferentes, se preparó la salida del día siguiente.

Pero el día 8 amaneció nublado y amenazador. Entonces hubo que desistir de la acampada nocturna, debido, sobre todo, a la cerrazón y niebla densa en la montaña, y hubo también que cambiar rápidamente los planes para los equipos que habían de trabajar en las zonas altas. Con uno de los equipos descendí por el valle del Subordán, hasta casi tocar el límite meridional de la Hoja.

El día 9 marché con un equipo hasta Ansó, haciendo el recorrido de regreso por otra vía distinta y a velocidad más que regular, puesto que en Ansó hube de dedicar algún tiempo a estudiar la posibilidad de alojamiento para el año próximo.

El día 10 fue dedicado por todos los grupos al descanso.

El día 11, acompañado por tres equipos, fuimos dejados por la furgoneta en Aragües. Desde allí subimos a la collada de Bernera y luego por el valle de los Sarrios hasta un poco más arriba del ibón de Astanés, donde nos vimos forzados a acampar, tanto por la hora como por la densa y húmeda niebla. Acampamiento en penosas condiciones, que fue la primera prueba de lo que es la alta montaña para muchos de los participantes. Mientras tanto habíamos disfrutado de panoramas incomparables y observado magníficos ejemplos de tectónica. El día 12 amaneció soleado, aunque luego se fue estropeando para aclarar después al mediodía definitivamente. Pasamos del Cretáceo al Permotrías y Paleozoico. Gozamos lo indecible con la contemplación del bellissimo paisaje, todavía envuelto a retazos entre los cendales de la niebla matutina. Las rojas piedras del Permotrías, mojadas por la niebla y el rocío, rebrillaban limpias al sol, y sobre la niebla reconocimos a nuestros viejos amigos el Midi d'Ossau, Anayet y Balaitus.

Un rápido y más bien penoso descenso, por el karst

de las calizas carboníferas del puerto de Escalé, nos colocó en las amplias praderías del alto Subordán o de Aguas Tuertas, y durante casi todo el día descendimos al lado de sus cantarinas aguas: no nos despeñamos con ellas en el gran cortado de andesitas, que, contorneado, nos colocó de nuevo en el Subordán. Tras una larga y movida jornada llegamos por fin a la Selva de Oza, y a nuestra furgoneta, cuyo vista, en aquel momento, nos dio tanto placer como los paisajes nos habían producido al amanecer.

El descanso del día 13 nos preparó para las jornadas del 14 y 15. Salí con Felgueroso y cuatro equipos, con sol brillante, pero en día caluroso y pesado. Acampamos en un estrecho valle, entre el Visaurín y la Peña de Agüerri. Durante la noche se apoderó de la montaña una densa niebla. Alcanzamos juntos las praderías al pie del puerto de Acher, y allí nos separamos. Felgueroso con dos equipos pudo transponer el paso que le había de conducir de nuevo al Escalé y a la Selva de Oza. Pero a nosotros nos fue imposible pasar el de Acher. Se trataba de terreno desconocido y de una arista difícil de trasponer a falta total de visibilidad. Tanteamos por diversos sitios sin encontrar huella alguna de paso practicable y llegó un momento en que por una cima a nuestros pies veíamos la niebla por debajo de nosotros. Estábamos, por consiguiente sobre un amplio voladizo. No nos quedó más recurso que volver, algo molinos, sobre nuestros pasos. El día 16 de julio fue dedicado al descanso por todos los equipos.

El día 17 salí con un equipo para subir a Peñaforeca, sin ánimo de acampar, con propósito de llegar a la cima y volver en el día. Hubiéramos conseguido, sin duda, nuestro propósito de no haber confundido la referencia del punto de partida. Un camino equivocado nos llevó

por una pendiente exagerada, en penosa ascensión, entre apretada selva, a los Cuellos de Lenito. Habíamos alcanzado la divisoria bastante al Sur del puerto en que se une con Peñaforca. La selva, con visibilidad nula, nos impidió conocer a tiempo todo el alcance de nuestro error y rectificarlo, lo que de todos modos hubiera sido imposible por descolgarse dos frentes de caliza eocena, uno a cada lado.

Cuando llegamos a tocar el flanco de Peñaforca, fatigados por la penosa subida, y sedientos en día caluroso, no nos sentíamos con ánimos de intentar la ascensión, quizá posible, por el descarnado muro calizo. Hubimos de perder mucha cota para encontrar agua y poder comer, y todavía intentamos un paso por el flanco oriental, sobre el Aragón, que nos llevó a un cortado absolutamente impracticable. Una vez más hubimos de regresar sin completar nuestros objetivos. Al descenso encontramos el camino que habíamos fallado por la mañana, pero la tarde estaba ya muy avanzada y no llevábamos ni material ni avituallamiento para la acampada. Por otra parte nuestra ausencia aquella noche hubiera causado alarma, puesto que nos esperaban. Tuvimos que regresar a Hecho.

Felgueroso, en una expedición análoga, consiguió coronar la Peña de Agüerri, gemela de Peñaforca, al otro lado del Aragón Subordán.

El día 18 salieron de nuevo al campo los equipos que no habían pernoctado en la montaña y yo permanecí en Hecho preparando la retirada de equipos y material.

El día 19 de julio levantamos nuestra base de Hecho y nos unimos en Panticosa con el resto de la expedición. En medio de la gran alegría y animación general del cambio de noticias e impresiones, se ultimaron los preparativos para la comida de despedida, celebrada en los

terrenos del Balneario de Panticosa, que amablemente nos autorizó a ello. Esta comida, de fraternidad y despedida, fue tan emotiva como todas las celebradas en anteriores años en el mismo lugar. Con cierta tristeza nos despedimos de aquel bellissimo paraje, porque ya, terminadas nuestras tareas en aquellas zonas, no es probable que volvamos a reunirnos más veces en el circo glaciar de Panticosa en nuestras comidas de despedida.

El tiempo fue en conjunto favorable. Hubo sus lluvias y sus nieblas, y el dormir con las ropas mojadas, después de cenar de prisa bajo la lluvia, pero también hubo días de sol y suaves atardeceres, en que se disfrutaba, alrededor de nuestras improvisadas cocinas, fumando y comentando las incidencias del día, mientras se ponía el sol. Las temidas tormentas apenas hicieron acto de presencia.

Quizá ha sido el año en que más nieve hemos encontrado en la montaña.

El estado sanitario fue normal, salvo las incidencias corrientes de catarros e insolaciones. Sólo hubimos de lamentar todos la mala suerte de nuestro querido colega Ahmed, quien lleno de entusiasmo y afición quedó inmovilizado en la primera jornada de campo, por un esguince de tobillo; hubo de contemplar con mal disimulada envidia, todo el tiempo, las idas y venidas de sus compañeros. Por su afabilidad, cortesía y simpatía, se ganó el afecto de todos.

Las relaciones entre los campamentistas de la Escuela y los extranjeros, y los de otros Centros, fueron de fraternidad absoluta, que ha caracterizado siempre a estos campamentos. Estoy seguro que todos ellos han llevado de estos días un recuerdo tan grato como imborrable. Sin duda, ha sido una experiencia tan saludable para sus cuerpos como para sus espíritus. Sinceras amistades fue-

ron establecidas entre los españoles y los participantes extranjeros. Por mi parte estoy plenamente satisfecho del comportamiento de todos y de los resultados alcanzados. Con tristeza nos despedimos los unos de los otros y, sobre todo, de los colegas extranjeros que nos quisieron acompañar en nuestras tareas.

LABOR REALIZADA Y PLANES FUTUROS

El examen de la tarea realizada durante el pasado Campamento es satisfactorio.

El equipo con base en Panticosa, hábilmente dirigido por los Ingenieros del Valle y Alvarado, cubrió cumplidamente todos los objetivos. Damos, por consiguiente, por terminadas las tareas de campo en las Hojas de Sallent y Biescas. Han quedado cubiertas por un denso entramado de itinerarios y estudiadas con un detalle adecuado a la escala y circunstancias de nuestro mapa nacional.

Por lo que se refiere a la Hoja de Ansó, hemos trabado conocimiento bastante profundo con sus problemas y puede decirse que más de dos tercios de la Hoja han sido estudiados. No obstante, y por lo complicado de su topografía será necesario intercalar nuevos itinerarios, incluso en la zona ya visitada. El trabajo que aún nos queda por realizar en ella no se sabrá exactamente hasta que se estudien las libretas de campo y se prepare el mapa de la labor ejecutada. Sólo entonces sabremos cuál ha sido el avance en extensión y profundidad de los conocimientos adquiridos.

A la de Zuriza no hemos hecho sino asomarnos, pero promete ser de belleza e interés extraordinarios. Así es que esperamos con impaciencia la llegada del próximo verano para emplearnos a fondo en ella.

Como decíamos en nuestra anterior Memoria, teníamos el propósito, al elevar la cuota de los Campamentos, de que los ingresos por inscripciones cubrieran los gastos de alimentación y transporte, y quedara aún un ligero excedente. Los ingresos por cuotas de inscripción han sido de 87.500 pesetas, los de alojamiento y alimentación de 78.996 y la factura del P. M. M. de 25.036. No hemos conseguido, por consiguiente, llegar a cubrir los gastos básicos con los ingresos básicos. Lo atribuimos, en principio, a que la duplicidad de las bases acarrea un aumento precisamente en los gastos básicos; y, en segundo lugar, al aumento de la tarifas del P. M. M. Habremos de probar, el año próximo, a que por lo menos los ingresos básicos cubran a los gastos básicos.

Para el próximo Campamento proyectamos establecer también dos bases, pero no simultáneas, sino sucesivas. Primero iremos, D. m., todos a Hecho, para procurar terminar en un par de jornadas de dos días, los problemas pendientes de la zona ya visitada. Luego trasladaremos todo el Campamento a Ansó, para estudiar desde allí el valle del Veral, y avanzar en lo posible el estudio de la Hoja de Zuriza.

Y, para más adelante, preveo que una vez terminada la Hoja de Ansó, en vez de seguir avanzando hacia el Oeste, nos convendrá saltar hacia el Este, a las Hojas de Broto y de San Nicolás de Bujaruelo, porque por atractiva que sea la zona alto-navarra con las Hojas de Ochagavía y Mendizar, nos meteríamos allí en zona de clima mucho más incierto, con frecuentes lluvias y nieblas que constituirían, más que una molestia, un verdadero obstáculo para nuestros fines.

LAMINAS

LAMINA I

Fig. 1.—Grupo de participantes en el VI Campamento «Panticosa-Hecho-1959». En Panticosa. Sentados: de izqda-derecha: Sierra, Fdez. Chichón, Plá, Lucena, Ema. De pie: Profesor Ríos, Gómez Nogueroles, Casares, Triviño, Romero, López Gómez, Prichonnet, Ahmed, Carmen Marín, Valle, Rozas, Marisol García, García González, Conchita López Azcona, Delfaud, Pastor, Pascucci, Felgueroso, Araus, Reibell, Saenz Santa Maria, Sabater, López-Azcona, Alvarado. Fondo: Díaz Fernández, Rovira, Calvo, Moreno Valencia, Hernández Lope, Kios. Al fondo la Sierra de Telera.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 2.—Barranco de Asper, en la falda N. de la Sierra de Aisa. El paquete basal del Cretáceo Superior aparece bien delineado por las calizas blancas de la base del Senonense. A la derecha se extiende, hasta el límite de la fotografía, el Maestrichtense, de oscuros tonos. Las calizas basales están levantadas y desplomadas hacia el Norte, y además rotas en una fractura. Luego todo el paquete basal buza normalmente al Sur, envolviendo al Permiano y al Paleozóico.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

APENDICE I

RELACIÓN DE PARTICIPANTES

ORGANIZADOR Y DIRECTOR.—*José María Ríos*, Profesor de Geología en la Escuela de Minas.

INGENIERO ENCARGADO DE LA ORGANIZACIÓN.—*Juan José García Rodríguez*, del Instituto Geológico.

INSTRUCTORES.—*Joaquín del Valle de Lersundi*, Ingeniero del Instituto Geológico.

Manuel Alvarado Arrillaga, Ingeniero del Instituto Geológico.

Carlos Felgueroso Coppel, Ingeniero del Instituto Geológico.

Juan José García Rodríguez, Ingeniero del Instituto Geológico.

José Juan Traola Mugica, Catedrático del Instituto Peñaflorida de San Sebastián.

SECRETARIO.—*Francisco Javier Casares Vich*, Alumno (entonces) de primer curso de la Escuela de Minas.

EXTRANJEROS.—*Sharafddin Ahmed*, de la Universidad de Madrid.

Giorgio Bringiotti, de la Universidad de Génova.

Jean Delfaud, de la Universidad de Burdeos.

Klaus Kreschner, de la Technische Hochschule de Hannover.

Enrico Maretti, de la Universidad de Génova.

Francesco Pascucci, de la Universidad de Nápoles.

Gilbert Prichonnet, de la Universidad de Burdeos.

William Reibell, de la Universidad de Burdeos.

DE OTROS CENTROS.—*María del Sol García Cardeña*, de la Universidad de Madrid.

María de la Concepción López de Azcona y Fraile, de la Universidad de Madrid.

María del Carmen Marín Benavente, de la Junta de Energía Nuclear.

DE LA ESCUELA DE MINAS.—*Mariano Araus Quílez*.

Miguel Ángel Aybar Navarro.

Manuel Calvo Martínez.

José Luis Díaz Fernández.

Ernesto Ema Bastardín.

Felipe Fernández Chichón.
 Bernardo García González.
 Evaristo Gómez Noguerols.
 José Hernández de Lope.
 Juan Manuel López de Azcona y Fraile.
 Jesús López Gómez.
 Antonio Lucena Bonny.
 Antonio Moreno de Valencia.
 Fernando Pastor Ruidruño.
 Fernando Pla Ortiz de Urbina.
 Luis María Rios Aragües.
 Vicente Romero Más.
 José Enrique Rozira Tarazona.
 Carlos Rozas Cabrero.
 Jorge Sabater de Sabates.
 Jesús Sáenz de Santa María Olavarría.
 José Nicolás Sierra López.
 Manuel Triviño Martín.
 Alumnos todos ellos del cuarto curso.

APENDICE II

RELACIÓN DE INSTITUCIONES Y EMPRESAS QUE HAN APORTADO CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA AL SEXTO CAMPAMENTO

Dirección General de Enseñanzas Técnicas (Ministerio de Educación Nacional).
Minero Siderúrgica de Ponferrada, S. A.
Minas de Potasa de Suria, S. A.
Hulleras de Sabero y Anexas, S. A.
Sociedad Petrolífera Shell.
Compañía Andaluza de Minas, S. A.
Mr. Meadores (General American Oil Company of Texas).
Empresa Nacional Adaro, S. A.
Real Compañía Asturiana de Minas.
Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas.
Compañía Española de Minas del Rif.
Unión Española de Explosivos.
Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis, Ltda.
Potasas Ibéricas, S. A.
Compañía Española de Petróleos, S. A.
Junta de Energía Nuclear.
I. A. E. S. T. E.
Don Juan Lizaur, para becas.
Don Demetrio Maslij.

APENDICE III

RENDICIÓN DE CUENTAS

SEXTO CAMPAMENTO PARA PRÁCTICAS DE GEOLOGÍA «PANTICOSA-HECHO, 1960»

INGRESOS

	PESETAS
1) Saldo de cuenta anterior	12.693,—
2) Donativos de Empresas,	
Donativo de la Dirección General de Enseñanzas Técnicas (Ministerio de Educación Nacional)	20.000,—
» Minero Siderúrgica de Ponferrada, S. A.	5.000,—
» Minas de Potasa de Suria, S. A.	1.000,—
» Hulleras de Sabero y Anexas, S. A.	6.000,—
» Sociedad Petrolífera Shell, S. A.	5.000,—
» Compañía Andaluza de Minas, S. A.	1.000,—
» General American Oil Company of Texas.	15.000,—
» Empresa Nacional Adaro, S. A.	5.000,—
» Real Compañía Asturiana de Minas	5.000,—
» Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas	5.000,—
» Compañía Española de Minas del Rif	5.000,—
» Unión Española de Explosivos	5.000,—
» Compañía de Azufre y Cobre de Tharsis Ltda.	5.000,—
» Potasas Ibéricas, S. A.	4.000,—
» Compañía Española de Petróleos, S. A.	10.000,—
» Junta de Energía Nuclear	5.000,—
<i>Suma</i>	102.000,—
3) Donativos de particulares y becas,	
Escuela de Ingenieros de Minas	2.000,—
I. A. E. S. T. E. (por cuatro becas a participantes extranjeros)	10.000,—
D. Juan de Lizaur, para becas	1.500,—
D. Demetrio Maslij	1.000,—
<i>Suma</i>	14.500,—

4) Cuotas de inscripción.

	PESETAS	
31 cuotas a 2.500	77.500,--	
(Las cuotas restantes corresponden a las becas de la I. A. E. S. T. E. donadas por la Escuela de Ingenieros de Minas.)		

5) Material.

Cesión de 130 martillos, a 100 ptas.	13.000,--	
» de 12 estereoscopos, a 400 ptas.	4.800,--	
» de 6 estereoscopos, a 500 ptas.	3.000,--	
Instituto Geológico, por un mapa en relieve	2.250,--	
Suma	23.050,--	23.050,--

6) Viajes.

Regreso a Madrid Sr. Barón (V Campamento) ...	200,--	
Ingresado viajes de ida	2.475,--	
» » de regreso	1.975,--	
Gasolina facilitada al Sr. Felgueroso	139,--	
Suma	4.789,--	4.789,--

7) Reintegros por estancias familias instructores.

Gastos estancia familia Sr. Ríos	3.464,--	
» » Sr. Felgueroso	1.080,--	
» » Sr. García Rodríguez	1.728,--	
Suma	6.272,--	6.272,--
SUMA TOTAL DE INGRESOS (S. E. U. O.).	240.804,--	

G A S T O S

1) Becas.

5 Becas, a 2.500 ptas.	12.500,--	
4 Entregas de 500 ptas. a participantes I.A.E.S.T.E.	2.000,--	
Suma	14.500,--	14.500,--

2) Alimentación y alojamiento.

	PESETAS	
Pagado Hotel Panticosa (incluida comida despedida).	40.390,--	
Estancia en Hecho (alojamiento)	18.960,--	
Comidas en Hecho	12.822,--	
Factura Economato I. N. I.	6.779,--	
Factura larteria y conservas	1.579,--	
Factura comestibles Zaragoza	4.738,--	
Suma	85.268,--	85.268,--

3) Transportes y viajes.

Factura del P. M. M.	25.036,--	
Viaje a Sabinánigo del Secretario	493,--	
Gasolina	375,--	
Comidas	115,--	
Traslado de un accidentado	200,--	
Gastos viaje regreso	160,--	
Diets viajes instructores (5 x 2.000)	10.000,--	
Suma	36.379,--	36.379,--

4) Material.

Factura 20 estereoscopos	3.909,--	
Banderines (Factura Irupe)	1.430,--	
Mapas Camfranc	300,--	
8 rollos color	750,--	
Factura aduana (estereoscopos)	820,--	
Botas montaña y polainas	645,--	
Mapas relieve	3.650,--	
1 fuelle	65,--	
Reparación material (Factura Díaz)	1.101,--	
Sellos caucho	85,--	
Tres tiendas de campaña y un colchón neumático.	4.917,--	
Material campamento (Factura «Flecha de Oro»).	3.215,--	
Un barómetro altímetro	1.800,--	
Entelado planos	3.831,--	
15 botes alcohol sólido	270,--	
15 cuadernos anillas	159,--	
Una cartera de cuero	350,--	
5 linternas y 25 pilas	484,--	
Lapiceros, afilaminas, abrelatas, etc.	210,--	
Reposición material botiquines	94,--	
Suma	28.085,--	28.085,--

5) Gratificaciones.

	PESETAS	
Conductores	1.000,--	
Personal hoteles	1.000,--	
Pastores	100,--	
Carpintero	50,--	
Sr. Toledo por sus gestiones	500,--	
Secretaría Escuela	250,--	
Secretaría Biblioteca	500,--	
Mecanógrafas	300,--	
<i>Suma</i>	<u>3.700,--</u>	3.700,--

6) Varios.

Impresos	115,--	
Correspondencia	612,--	
Conferencias telefónicas	212,--	
Telegramas	27,--	
Telegramas Francia	157,--	
Medicamentos	179,--	
Radiografía	350,--	
Gasolina infiernillos	43,--	
Zapatería	12,--	
Envío de material	25,--	
Arreglos material carpintería	50,--	
Lavado ropa	40,--	
Fotos aéreas Sallent	912,--	
Fotos aéreas francesas	500,--	
Revelado de fotos (V Campamento)	314,--	
Revelado de fotos color (VI Campamento)	1.267,--	
Albums fotos y cantoneras	220,--	
Copias fotos alumnos	616,--	
Papel y sobres timbrados	318,--	
Separatas Memorias V Campamento	750,--	
Copias de Notas y Comunicaciones (22)	510,--	
Emblemas imagen Santa Bárbara	125,--	
Taxis transporte material	59,--	
Habilitación Dirección General Enseñanzas Técnicas	200,--	
Coser bandera	60,--	
Material de escritorio	75,--	
Facturas libros (según detalle)	<u>11.548,--</u>	
<i>Suma</i>	<u>19.296,--</u>	19.296,--
SUMA TOTAL DE GASTOS (S. E. U. O.)		<u>187.228,--</u>

PESETAS

Total de ingresos	<u>240.804,--</u>
Total de gastos	<u>187.228,--</u>

Saldo a nuestro favor

53.576,--

EXISTENCIAS

	PESETAS
En caja	7.065,--
En c. e Banco de Vizcaya (Madrid)	46.411,--
En c. e Banco de Aragón (Jaca)	100,--
<i>Total pesetas</i>	<u>53.576,--</u>

Y una existencia de 182 martillos y 2 estereoscopos .

Las facturas y justificantes, así como los detalles de las cuentas globales están a disposición de quienes deseen examinarlas.

DETALLE DEL IMPORTE DE LOS LIBROS ADQUIRIDOS

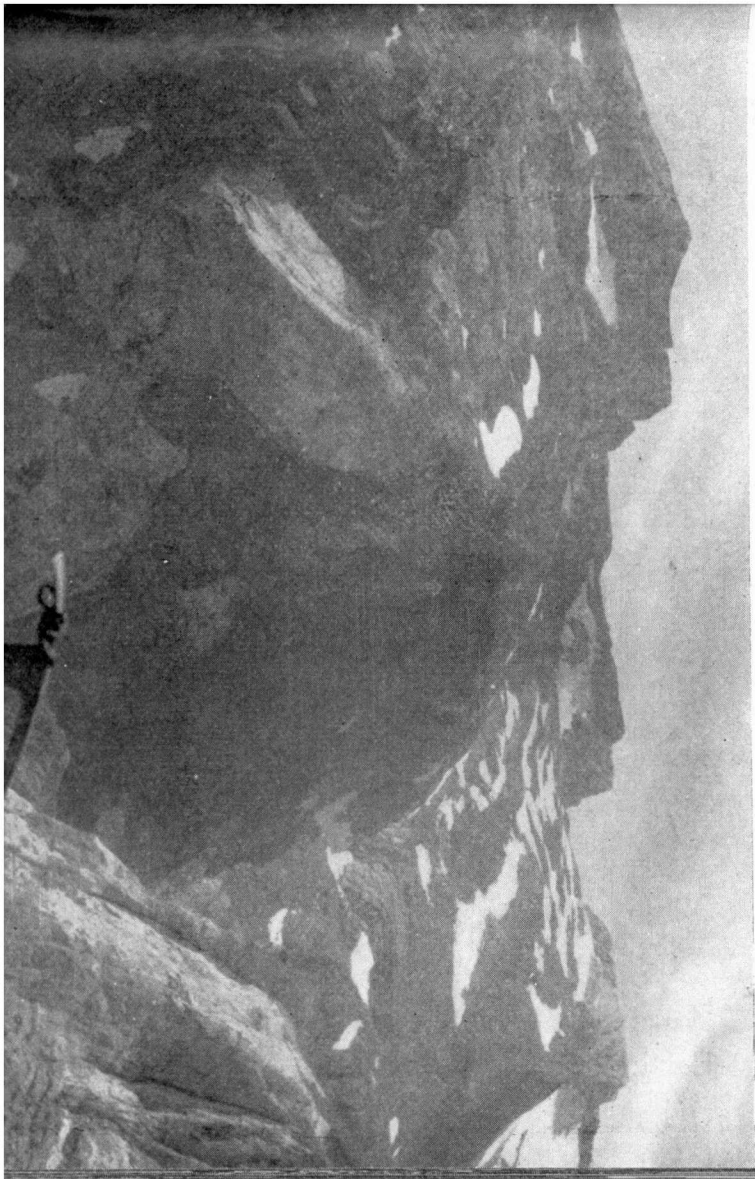
	PESETAS
Boletín de la Sociedad Geológica de América	900,--
Boletín de la Am. Ass. of Petroleum Geologists	720,--
La Terre, Encyclopedie de la Pleiade	782,--
Principles of Geology, Gilluly y otros	550,--
Diccionarios Técnicos (Fra. Ed. Alhambra)	270,--
Geologie des Barrages, Gignoux	520,--
Geological Nomenclature, Meth. Geol. Soc.	900,--
Les Mines et les Arts a través les ages	1.066,--
La Terre est ronde	300,--
Introduction a la Préhistoire	100,--
La Arqueología y sus problemas	60,--
Mapa oficial de carreteras	230,--
El planeta Tierra	70,--
Diccionario griego	160,--
Almanaque Universal	260,--
The birth and development of Geological Sciences	150,--
La Prehistoria y sus problemas	150,--
Physique de base	646,--
Berg heil	400,--
Colección de tomos de Física y matemáticas de la Dover Publications (Fra. Aguilar)	2.402,--
Boletín de la Sociedad Geológica de América (1900)	912,--
<i>Total pesetas</i>	<u>11.548,--</u>



1



2



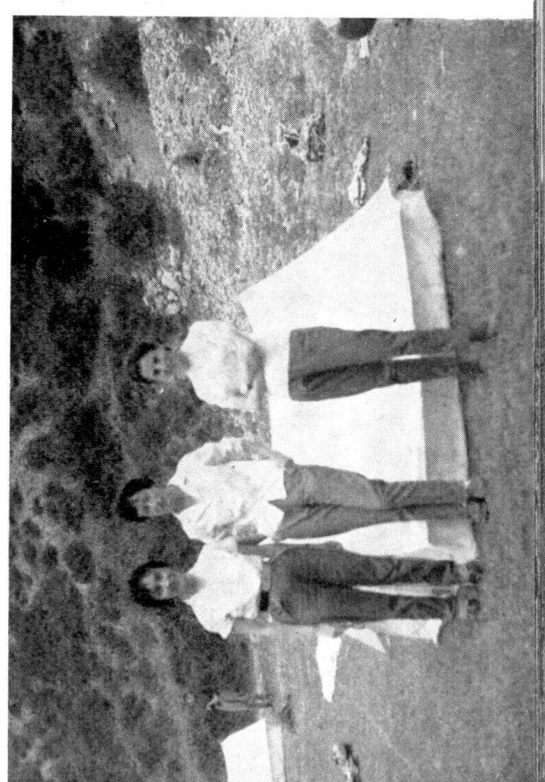
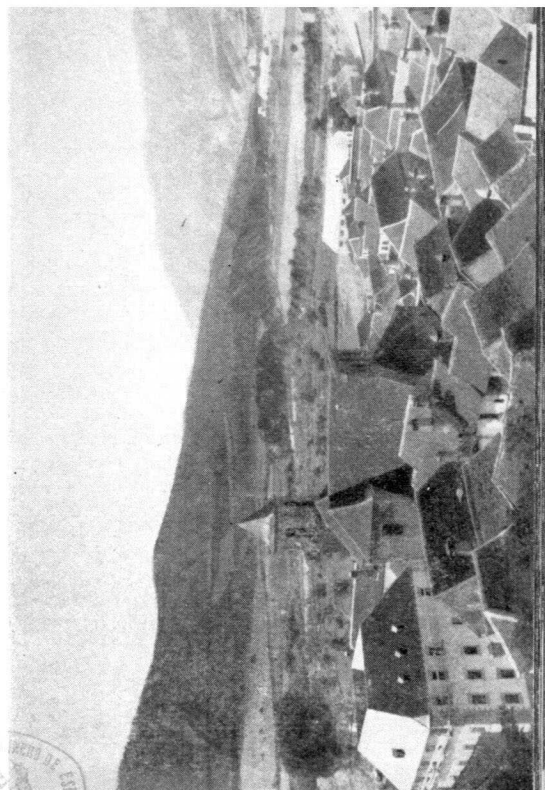
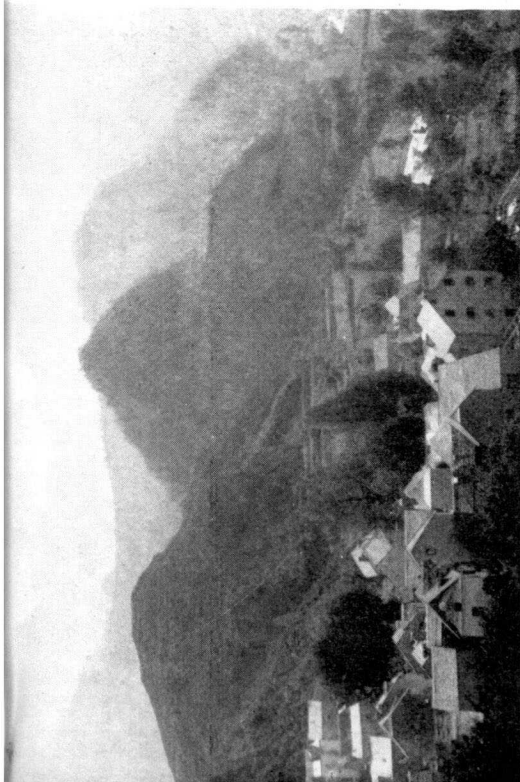
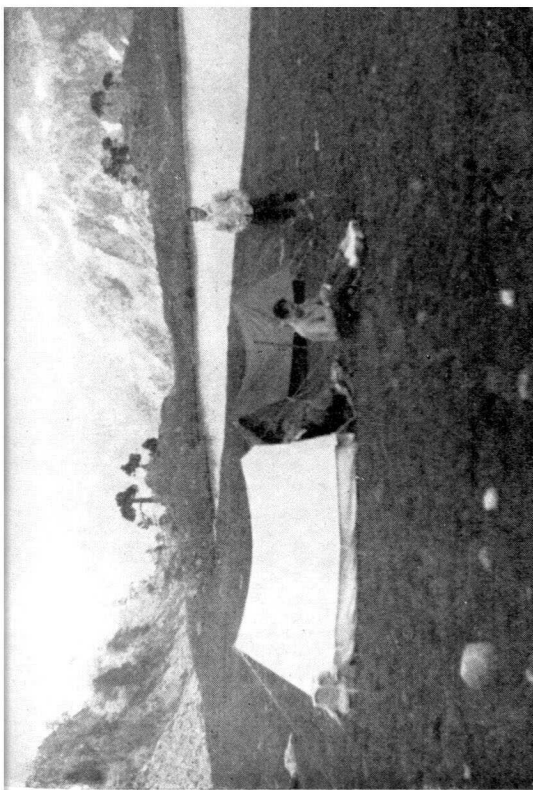
LAMINA II

Fig. 3.—La villa de Panticosa. Al fondo los picos de Catieras y Mallaruego.
(De una fotografía en color por J. M. Ríos).

Fig. 4.—Acampada en uno de los ibones de Respomuso. Al fondo el Bachimaña, en la zona de granitos. Ema, Saenz de Santa María y Sierra.
(De una fotografía en color por J. M. Ríos).

Fig. 5.—El equipo femenino del IV Campamento. De izqda. a dcha.: Stas. María del Sol García Cardeña, María del Carmen Marín Benavente y María de la Concepción López de Azcona.
(De una fotografía en color por J. M. Ríos).

Fig. 6.—La villa de Hecho. Al sur el Eoceno y la sierra de los Dos Ríos.
(De una fotografía en color por J. M. Ríos).



4

5

6

LAMINA III

Fig. 7.—Típica plaza en la villa de Hecho.

(Fot. L. Ríos).

Fig. 8.—Las Crestas del Infierno desde Respomuso.

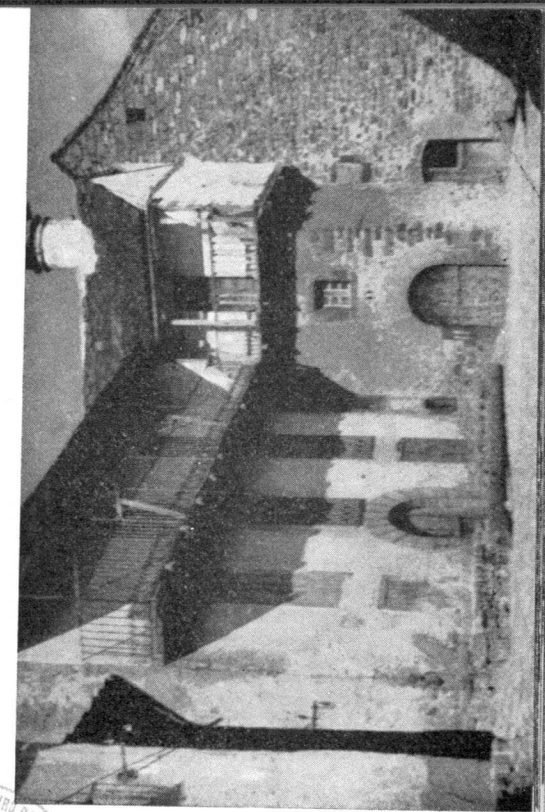
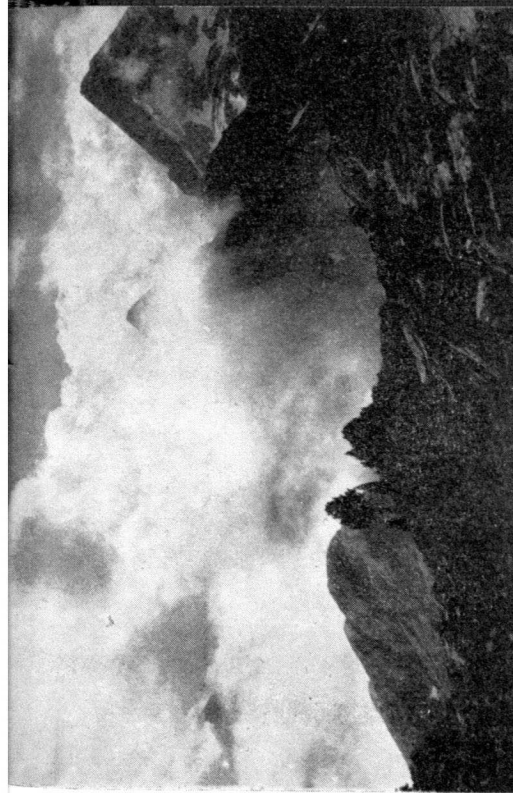
(Fot. J. del Valle).

Fig. 9.—Puesta del sol, sobre el ibon de Respomuso.

(Fot. J. del Valle).

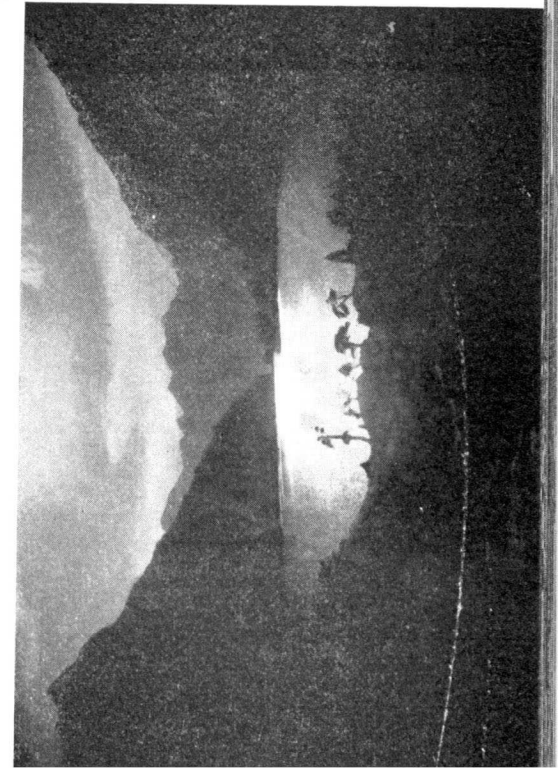
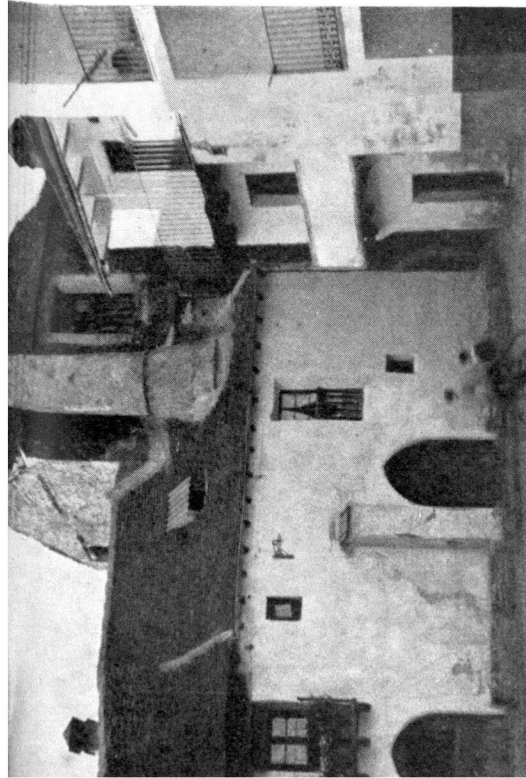
Fig. 10.—Pintoresco rincón de la villa de Ansó.

(Fot. F. Pastor).



8

10



LAMINA IV

Fig. 11.—El Prof. Ríos apunta sus notas en una estación. Sta. Carmen Marín y Sr. Felgueroso detrás.

(Fot. E. Ema).

Fig. 12.—Los participantes practican el montaje de las tiendas.

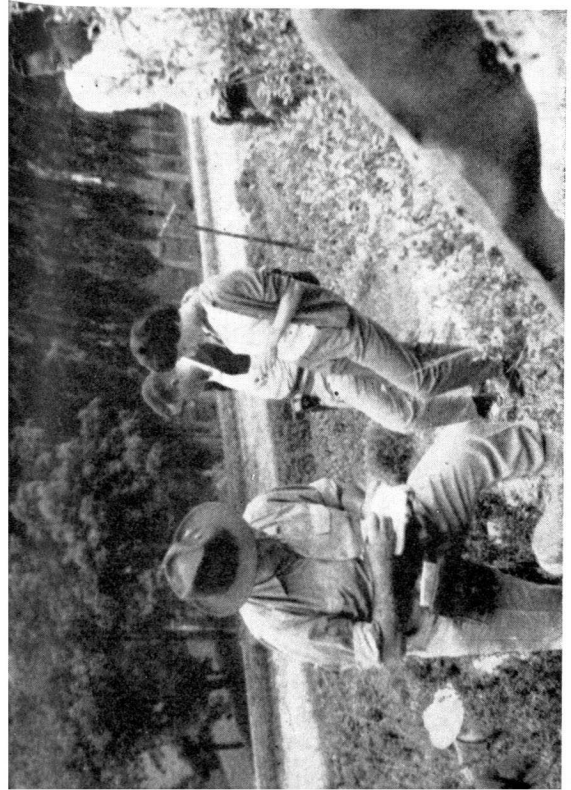
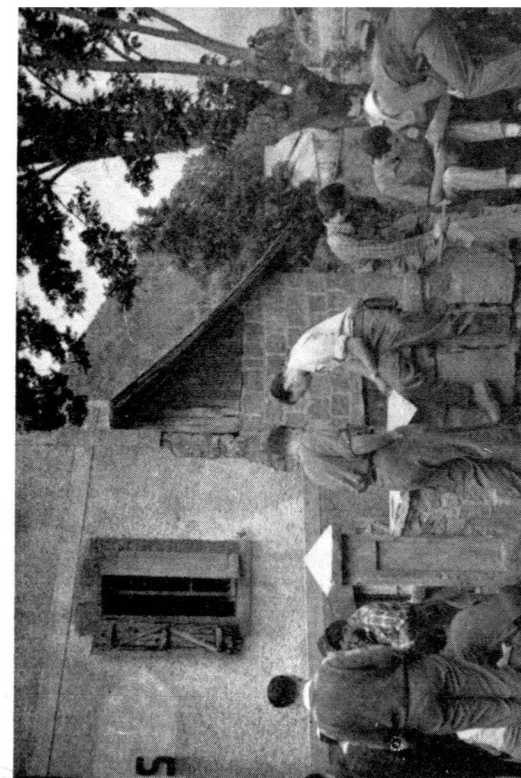
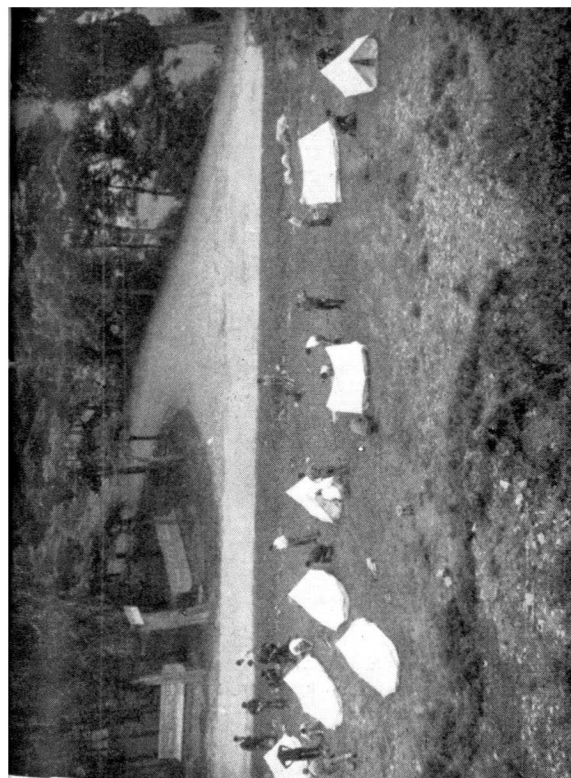
(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 13.—Jornadas de entrenamiento. Profesor Ríos, Ahmed, Iraola, Gómez Nogueroles, Sabater, Felgueroso, Ríos y López Gómez.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 14.—Ultimos preparativos antes de la salida. Los participantes estudian los mapas y comprueban sus altímetros. Rozas, Garcia Rodríguez, Carmen Marín, Araus, Sabater, Luis M.^a Ríos, Sáenz Santa María, Lucena, Sierra, Díaz Fernández.

(Fot. F. Pastor).



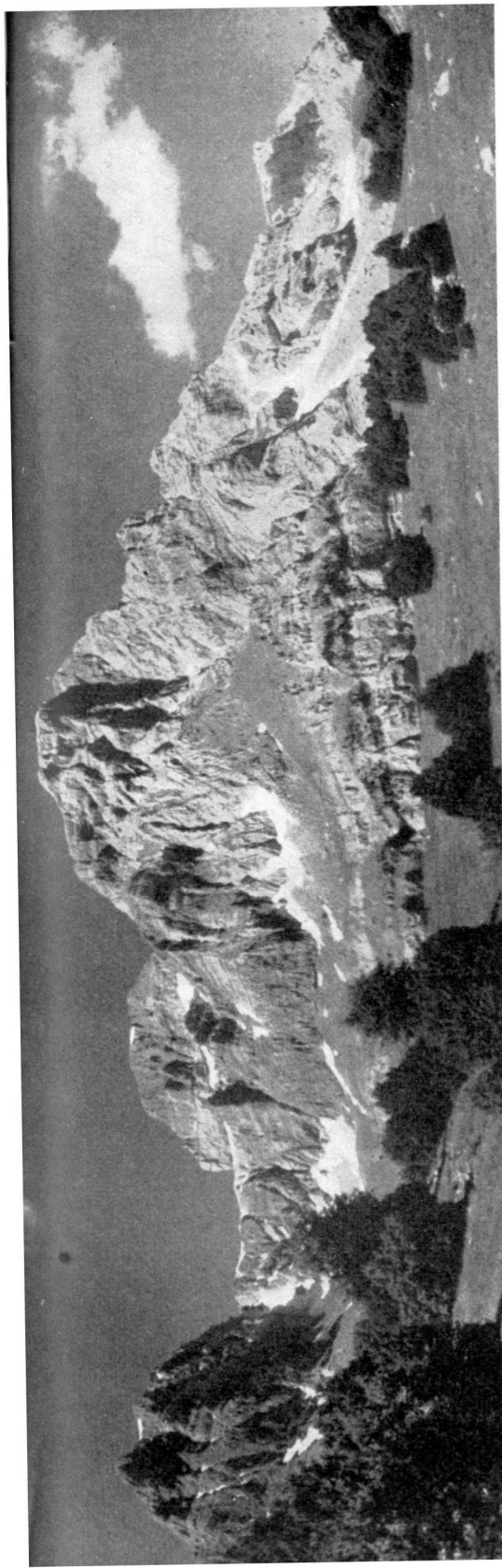
LAMINA V

Fig. 15. — La cara norte de Peña Telera con todo el frente cretáceo. Al fondo izquierda, la mole de Peñablanca. En la parte más alta un paquete de Maestrichtiense Danés cabalga encima de todo el Cretáceo.

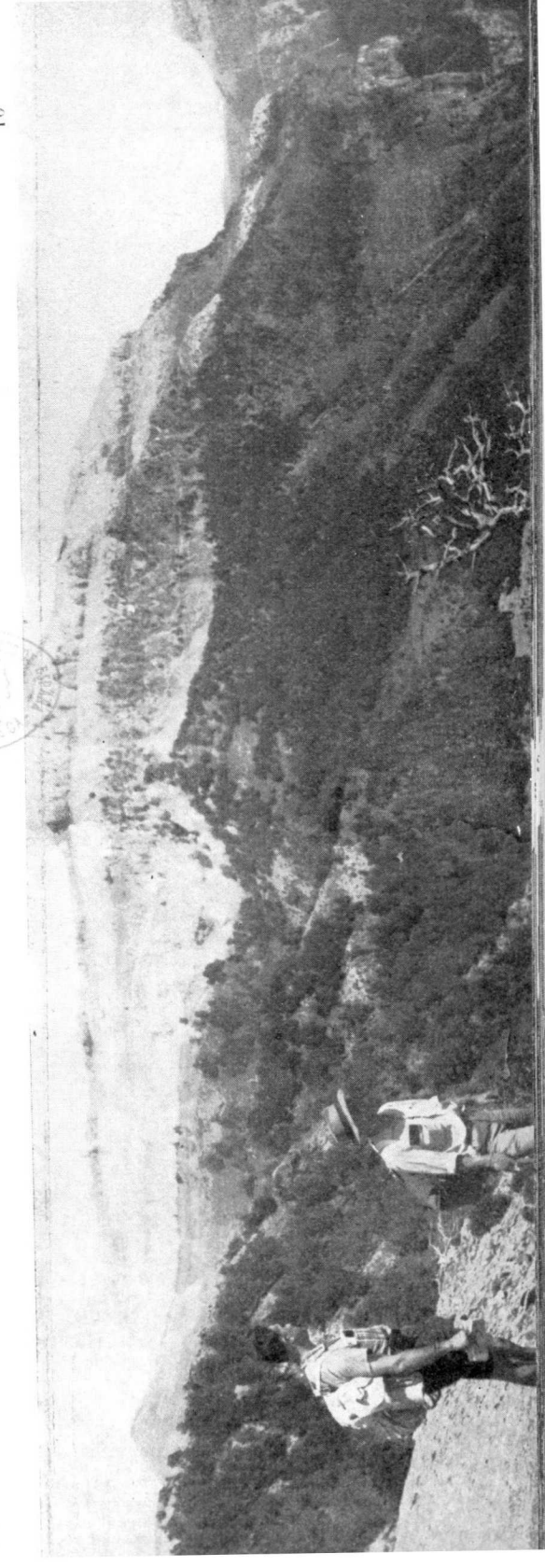
(Fot. J. del Valle).

Fig. 16. — La mole de Peñaforca vista desde el sur. Iraola y Fdez. Chichón desde el flysch eoceno, contemplan la garganta tajada entre Peña de Agüerri (fuera del campo de la fotografía en la derecha) y Peñaforca por el Aragón Subordán. En el ángulo inferior derecho se observa uno de los pliegues acostados al sur. La caliza blanca del Danés, encierra dentro el Maestrichtiense y está envuelta por el flysch eoceno. En la vertical de Iraola, se ve cerrar de nuevo las cabezas danesas del próximo anticlinal superpuesto. A la derecha es perceptible el Maestrichtiense de su charnela. Pero encima hay todavía, por lo menos, otro anticlinal acostado.

(De fotografías en color por J. M. Ríos).



15



16

LAMINA VI

Fig. 17.—Sierra contemplando el Ibón de Pecico, helado. Al fondo las crestas de Pecico.

(Fot. J. Sáenz de Santa María).

Fig. 18.—Maretti y Valle. Al fondo el Ibón Respomuso.

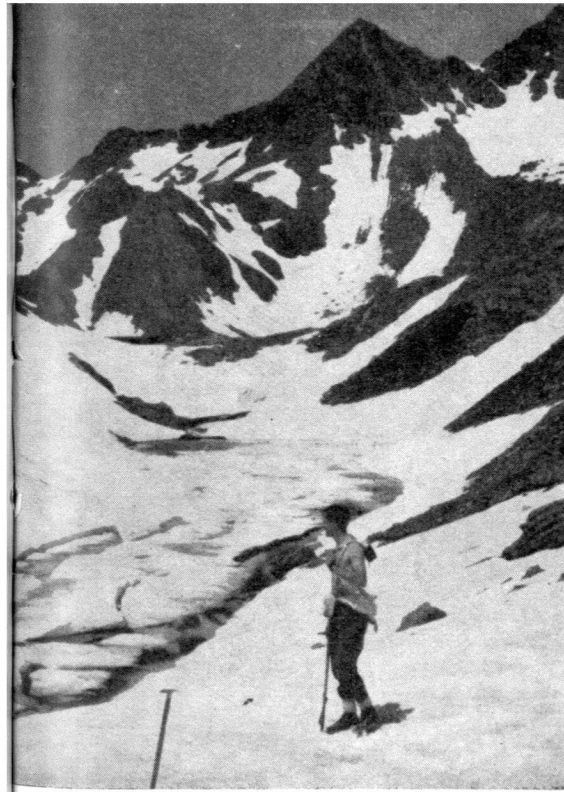
(Fot. E. Ema).

Fig. 19.—La expedición avanza por la sierra del Vedao hacia el pico Segarra.

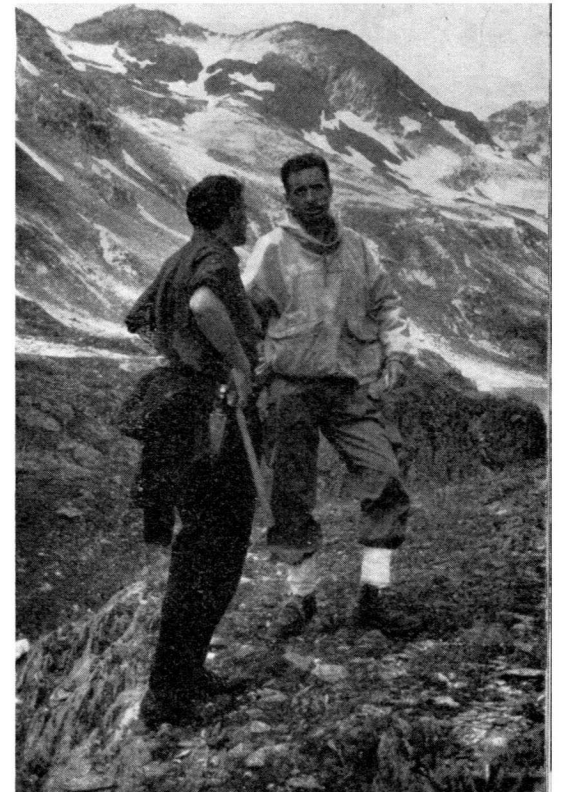
(Fot. L. M. Ríos).

Fig. 20.—Sáenz de Santa María meditando el lugar de la ascensión, que no parece fácil, por esta zona del Ibón de Bramatuero.

(Fot. J. N. Sierra).



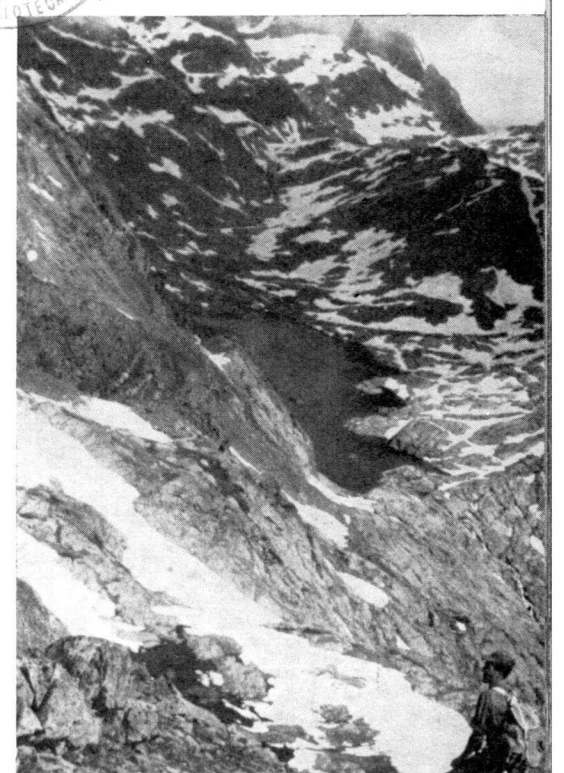
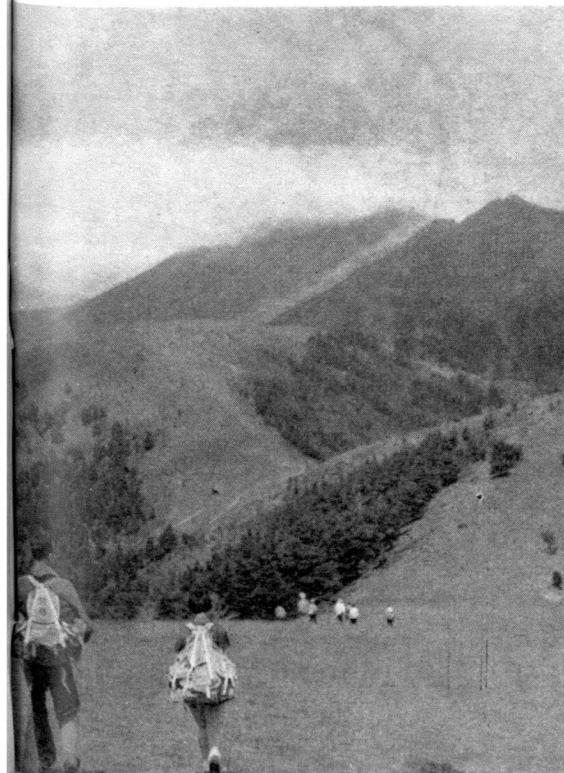
17



18

19

20



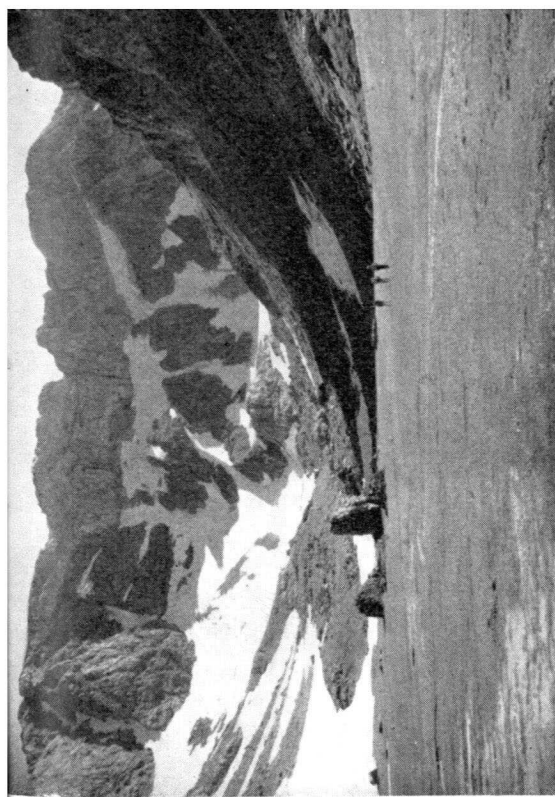
LAMINA VII

Fig. 21. — Zona NW. de Sierra Telera, en las proximidades del Ibón de Tramacastilla. Obsérvense los pliegues en cascada de la serie cretácea no cabalgante.
(Fot. J. Sabater).

Fig. 22. — Praderías del Valle de los Sarrios, entre los macizos de Bernera y de Aisa.
(Fot. F. Pastor).

Fig. 23. — Macizo de la Forca, visto desde el Oeste.
(Fot. L. M. Ríos).

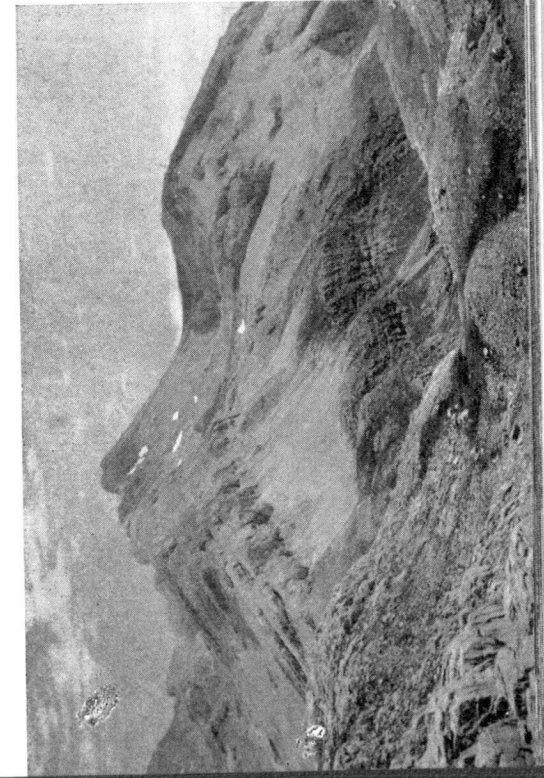
Fig. 24. — Neveros en los ibones Azules.
(Fot. J. N. Sierra).



21



24



22

23

LAMINA VIII

Fig. 25.—Las sombrías Crestas del Infierno se ven con frecuencia envueltas en las nieblas que se alzan desde los neveros.

(Fot. J. del Valle).

Fig. 26.—Las nieves eran este año más abundantes que ningún otro. Prichionnet al borde del precipicio.

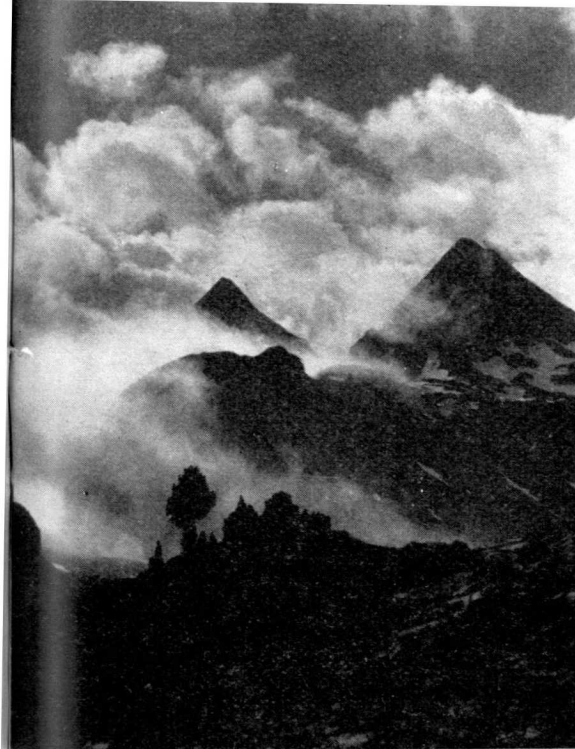
(Fot. J. del Valle.)

Fig. 27.—Prichionnet y López-Azcona en otro gran nevero de la vertiente Sur de Peña Telera.

(Fot. J. del Valle).

Fig. 28.—Aguja en Peña Telera. Al fondo el ibón de Tramacastilla.

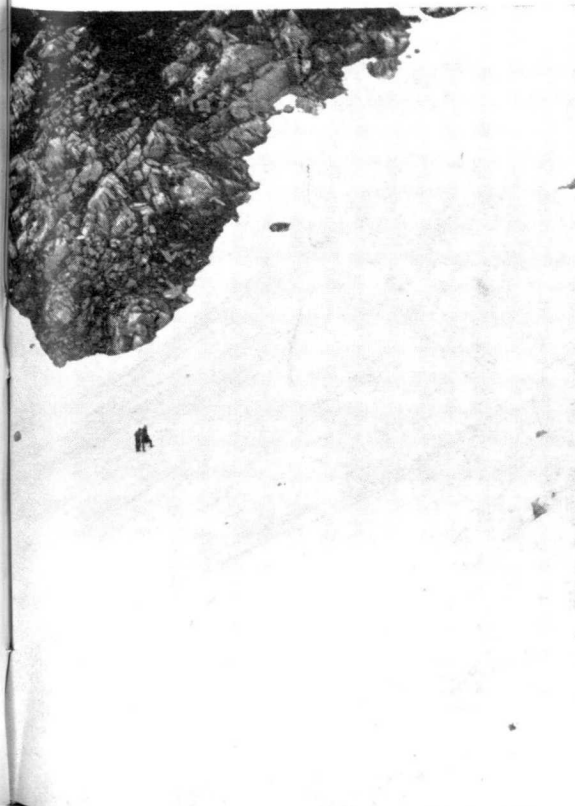
(Fot. J. del Valle).



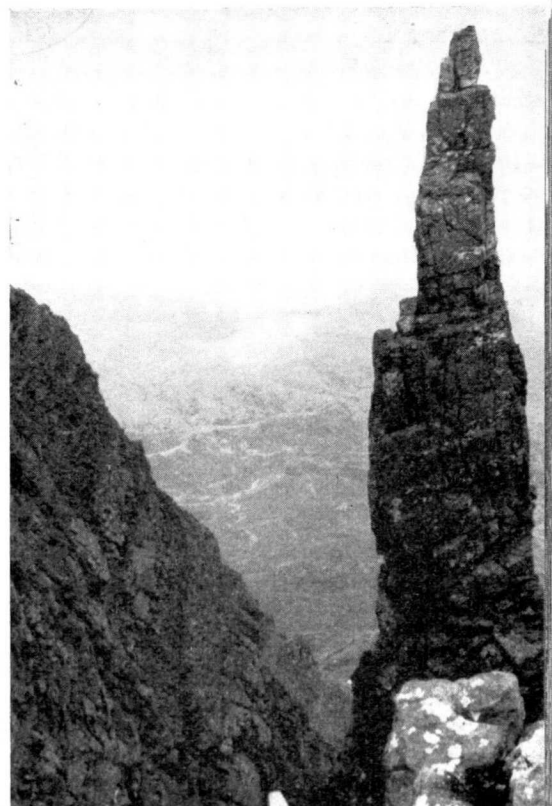
25



26



27



28

LAMINA IX

Fig. 29.—Reposo en las largas jornadas de descenso del Subordán alto. Profesor Ríos, Triviño, Fdez. Chichón, Hernández de Lope, Krestchner, Pascucci, Rozas, López Gómez y Aybar.

(Fot. J. García Rodríguez).

Fig. 30.—El macizo de la Forca, desde las laderas del Pico Segarra.

(Fot. L. M. Ríos).

Fig. 31.—Vertiente norte de Sierra Telera desde las praderías de Piedrafita.

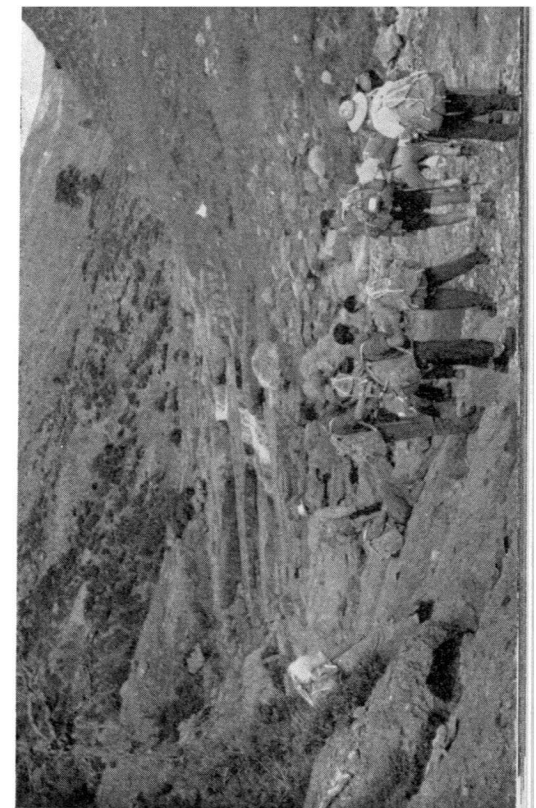
(Fot. J. Sabater).

Fig. 32.—Grupo de participantes por el transcurso del valle alto del Agüerri. Krestchner, Luis M.^a Ríos, Romero, Lucena, Plá, Pastor, López Gómez, Iraola, Profesor Ríos, Triviño.

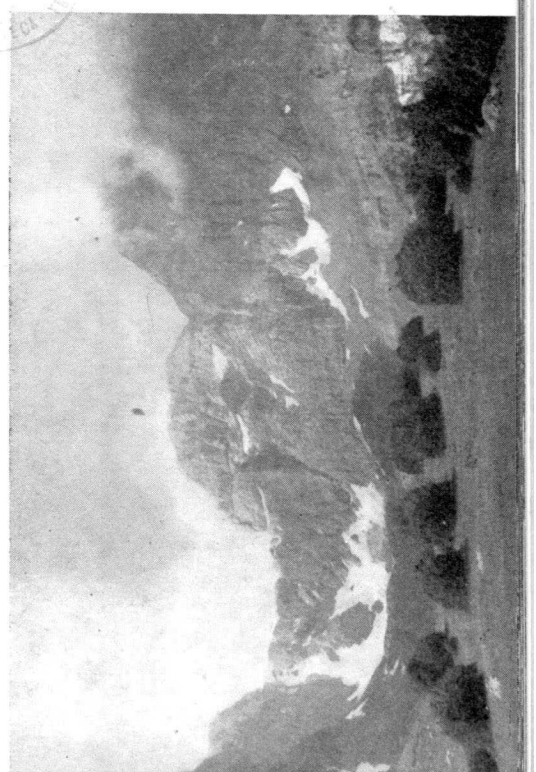
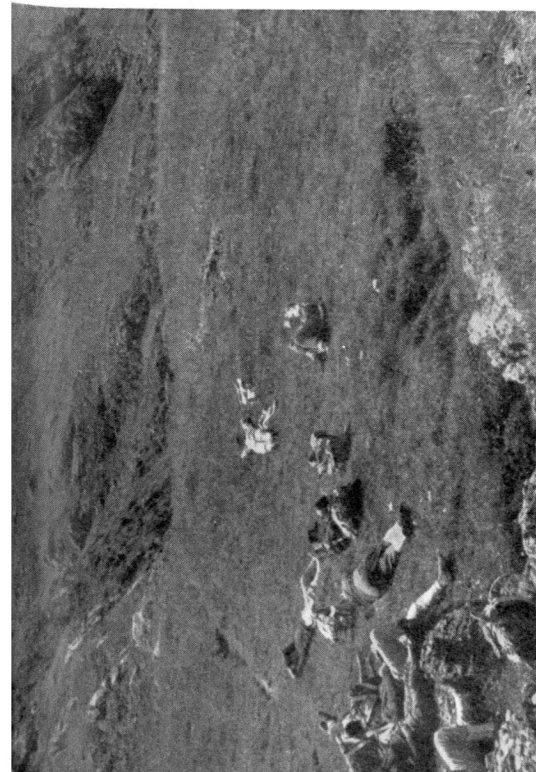
(Fot. L. M. Ríos).



29



30



31

32

LAMINA X

Fig. 33. —Corrida de calizas metamorizadas y englobadas en los granitos de la zona de Respomuso.

(Fot. E. Ema).

Fig. 34. —Repliegues ocasionados por los fenómenos de metamorfismo sobre bancos calizos en la zona granítica de Respomuso. Interesante ejemplo de «similar folding». Pliegues no concéntricos con ensanchamiento en las bóvedas de las estructuras y adelgazamiento en los flancos. Crucero bien desarrollado.

(Fot. J. N. Sierra).

Fig. 35. —Pistas en el flysch eoceno de la hoja de Ansó.

(Fot. Pastor).

Fig. 36. —Paleodictyon en el flysch eoceno de Siresa.

(Fot. Pastor).

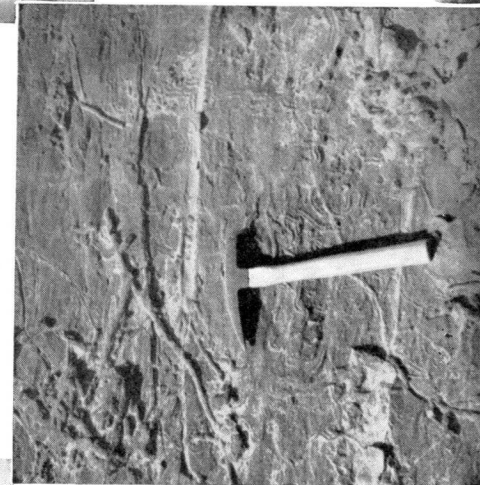
Fig. 37. —Repliegues en las rocas metamórficas de Panticosa.

(Fot. Ema).

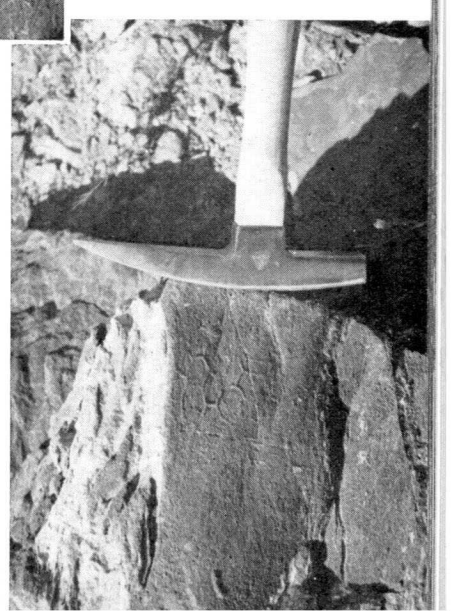
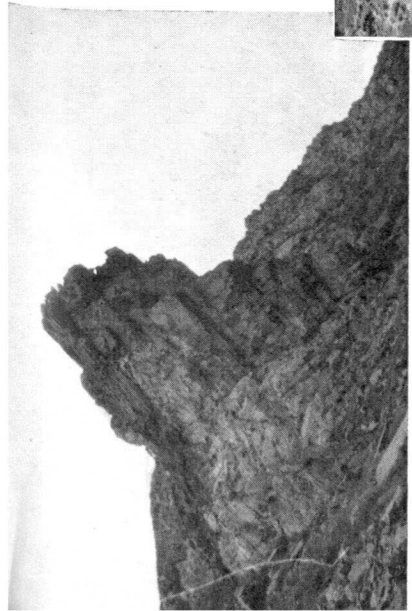


34

37



35



LAMINA XI

Fig. 38.— Acampada en la ladera este del valle del Aragüés. Rozas, Conchita López-Azcona y Lupe Ríos.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 39.— Descanso sobre la marcha al comienzo del valle de los Sarriós. García Rodríguez, Reibell, Romero y Luis M.^a Ríos.

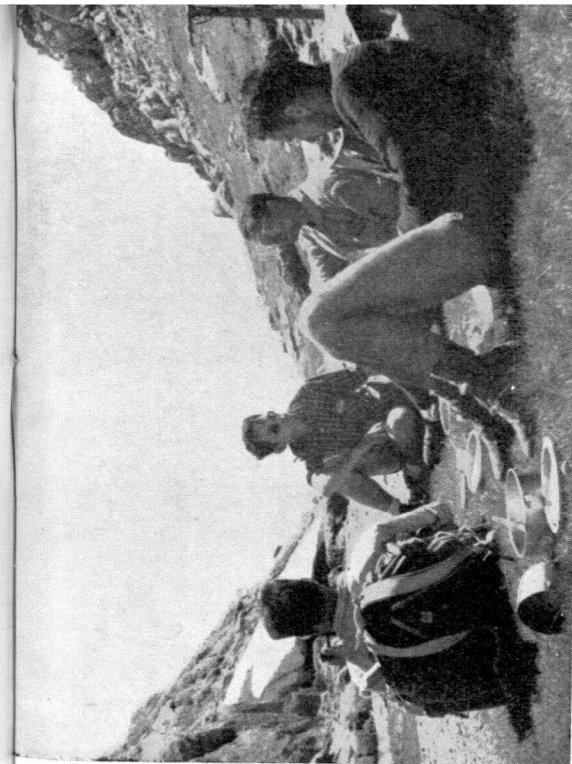
(Fot. F. Pastor).

Fot. 40 — Luis M.^a Ríos y Romero estudian el itinerario a realizar. Al fondo el Pic de Middi d'Ossau, y en la parte baja el mar de nieblas del valle de Asper.

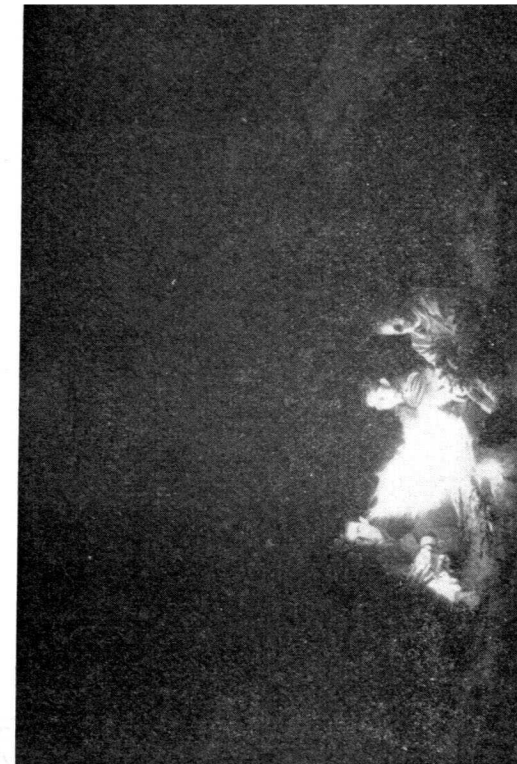
(Fot. F. Pastor).

Fig. 41.— Saenz Santa María, Sierra y Valle, recuerdan junto a la hoguera las incidencias del día.

(Fot. E. Emo).



38



39



40

LAMINA XII

Fig. 42.—Nieve junto al ibón de Pecico.

(Fot. J. N. Sierra).

Fig. 43.—Bajada por el valle alto del Aragón-Subordán. En primer término las andesitas que dan origen a las praderías de Aguas Tuertas.

(Fot. L. M. Ríos).

Fig. 44.—El Visaurín desde las crestas del puerto de Acheri.

(De una foto en color por J. M. Ríos).

Fig. 45.—Los vistosos repliegues de la zona mesozoico-eocena de la Peñaforca. Las blancas calizas del Danés, en pliegue acostado hacia el Sur, envuelven al Maestrichtense, para levantarse enseguida en agudo pliegue sinclinal con su charnela hacia el Norte, a la derecha de la imagen. En la charnela queda pellizcado el flysch eoceno, que envuelve también el pliegue anticlinal y queda cobjado en él. Por encima hay todavía, por lo menos, otros dos pliegues acostados, análogos, pero de menores dimensiones.

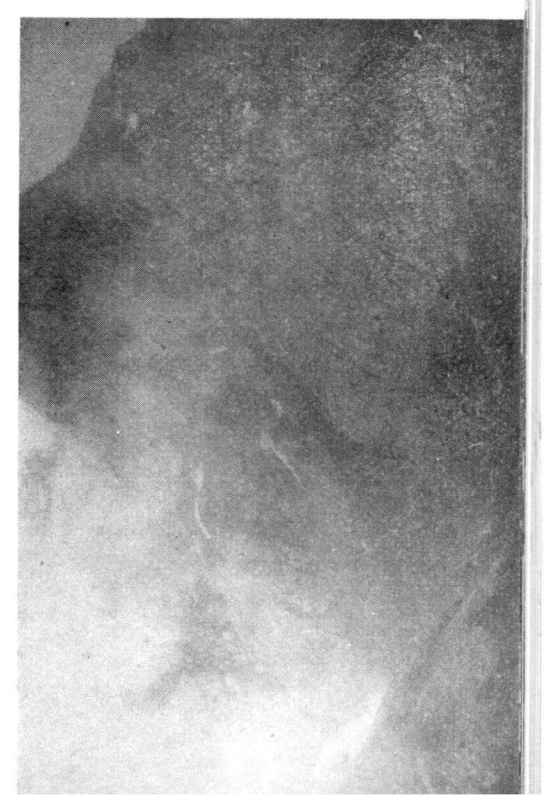
(De una foto en color por J. M. Ríos).



42



43



44

45

LAMINA XIII

Fig. 46.—Cascadas en los granitos de Panticosa, que se encuentran en período de plena juventud dentro del ciclo de erosión.
(Fot. E. Ema).

Fig. 47.—Acampando en la falda del pico Segarra. Al fondo La Forca.
(Fot L. M. Ríos).

Fig. 48.—Neveros en los Picos del Infierno. Se aprecian los complicados pliegues de esa zona de violenta tectónica.
(Fot J. N. Sierra).

Fig. 49.—Las cimas de Brazato desde el comienzo de la Cuesta del Fraile.
(Fot J. N. Sierra).

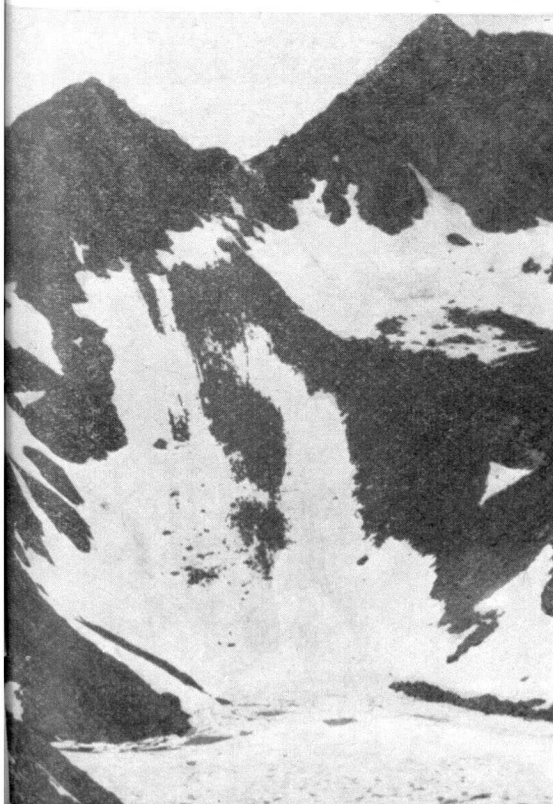


46



47

48



4

LAMINA XIV

Fig. 50.—Pascucci, Carmen Marín, Aybar, Conchita López-Azcona, Lupe Ríos y Rozas, sobre la divisoria de los valles de Aragüés y Aisa. Al fondo los picos de Aisa.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fot 51.—Maretti, Moreno de Valencia, Araus, Delfaud, Calvo y Bringiotti antes de comenzar la ascensión de Sierra Telera, en los bosques de Piedrafita,

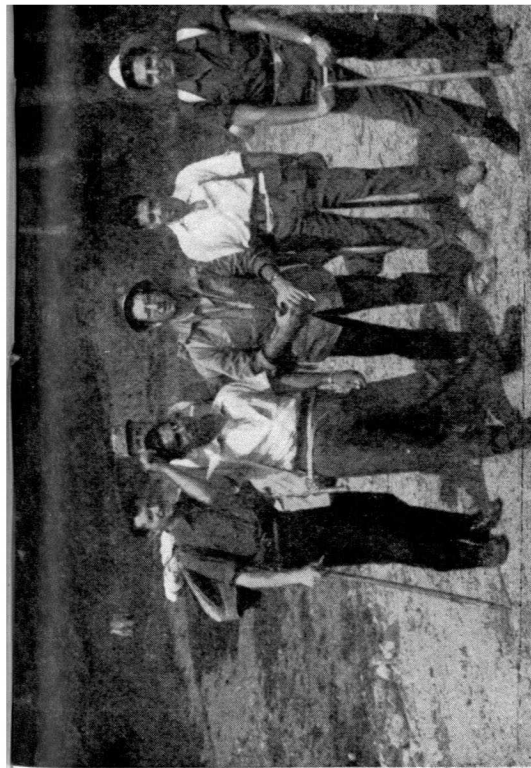
(Fot. J. Sabater).

Fig. 52.—Díaz Fernández, Carmen Marín, Romero, Pastor, Mary Sol García, Luis M.^a Ríos, Conchita López-Azcona, Felgueroso y Reibell, alrededor de un fuego de campamento en la falda del Pico Segarra en un atardecer frío.

(Fot. L. M. Ríos).

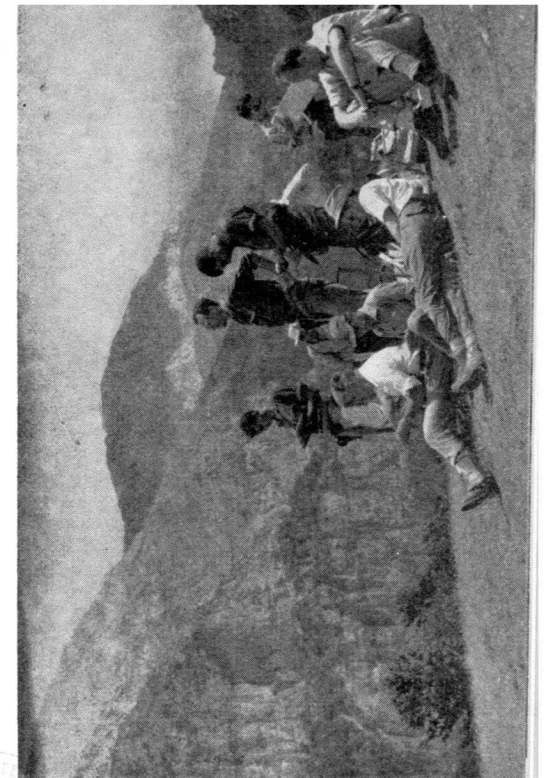
Fig. 53.—Felgueroso, Profesor Ríos, Romero, López Gómez, Lucena, Pastor, Díaz Fernández, Reibell y Krestchner, levantando croquis del macizo de La Forca, desde el camino del Salto de la Vieja.

(Fot. L. M. Ríos).



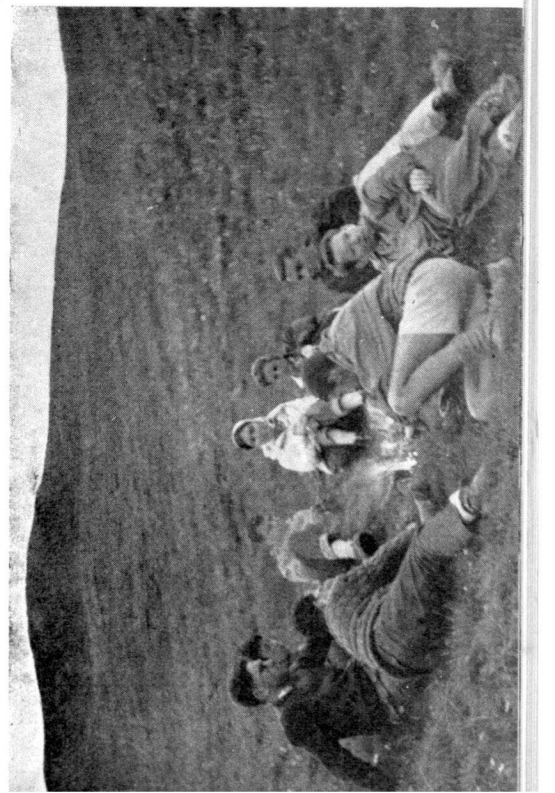
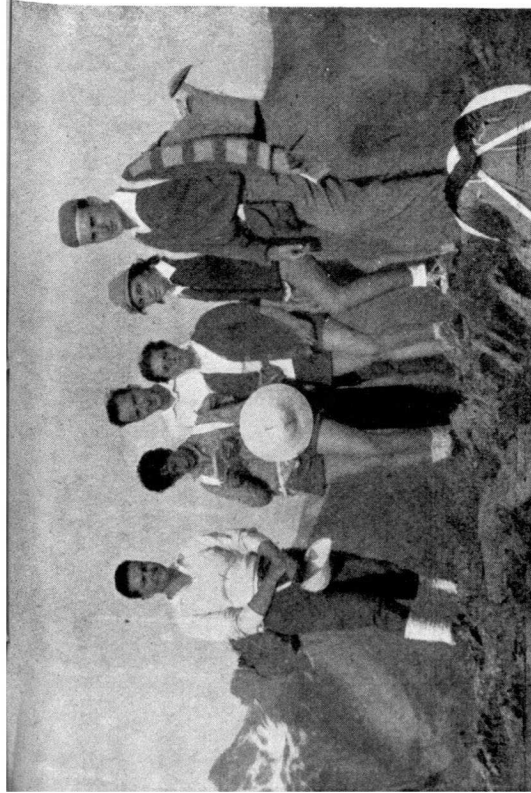
50

51



52

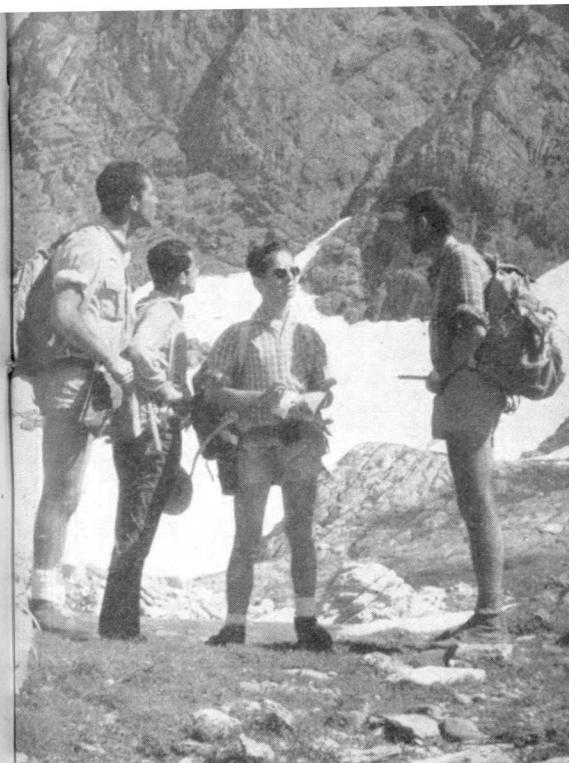
53



LAMINA XV

Fig. 54.—Pastor, Romero, Beibell y Luis M.^o Ríos discuten cuál ha de ser la vía más apropiada para salvar el frente de rocas de la zona Norte del macizo de Bernera.

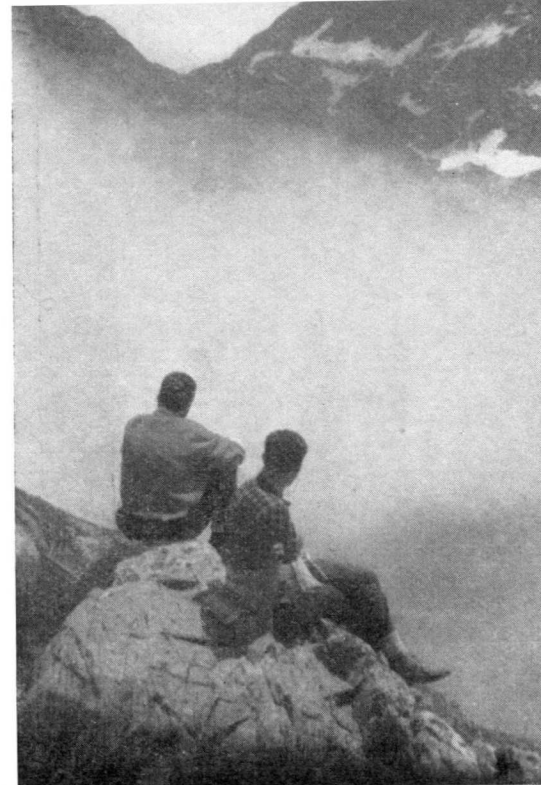
(Fot. J. J. García Rodríguez).



54

Fig. 55.—Alvarado y Sierra, contemplan las nieblas que avanzan sobre el ibón de Campo-Plano. Al fondo las crestas del Infierno.

(Fot. Sáenz Santa María).



56

55

Fig. 56.—Vieja casa en Hecho. Tras la puerta. Alicia, Lupe y Ana María Ríos.

(Fot. L. M. Ríos).



Fig. 57.—Delfaud, López-Azcona, Prichionet, Sabater, García González y Alvarado preparados para iniciar el paso de un nevero en Sierra Telera.

(Fot. J. del Valle).



57

LAMINA XVI

Fig. 58.—Grupo de participantes en el patio de la Escuela de Minas, esperando el momento de la salida.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 59.—Comida de despedida, ceremonia final del Campamento, en los terrenos del Balneario de Panticosa.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

Fig. 60.—Una de las furgonetas Citroën que nos dieron servicio de transporte y suministro.

(Fot. J. J. García Rodríguez).

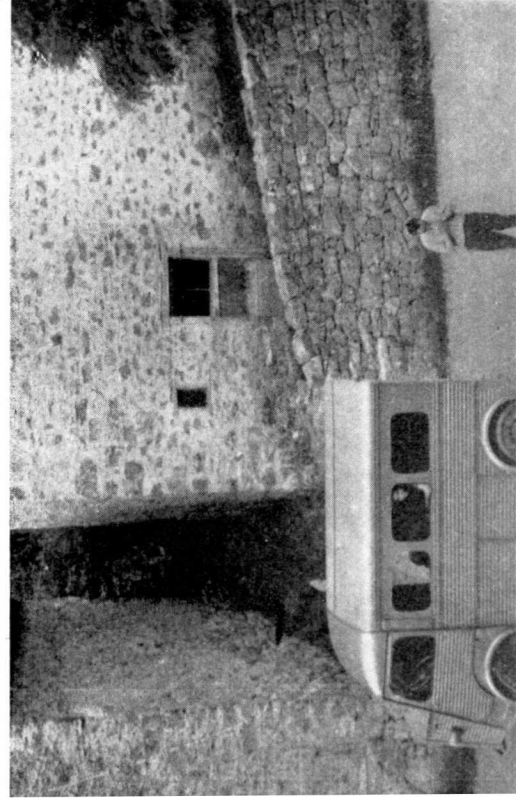
Fig. 61.—Un grupo de campamentistas, alrededor de nuestra bandera el día final del Campamento, tras la comida de despedida. Sentados: López Gómez, Reibell, Plá, Romero, López-Azcona, Iraola, Aybar. Agachados: Casares, Elenita Felgueroso, Prichionnet, Gómez-Nogueroles, García González y Maretti. De pie: Pascucci, Ahmed, Triviño, Carmen Marín, Calvo, Bringiotti, Fernández Chichón, Lucena, Krestchner y Marisol García. Junto a la bandera: Rovira y Díaz Fernández.



58



59



61

J. M. LOPEZ DE AZCONA

LA CARTOGRAFIA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

RESUMEN

Después de definir lo que son mapas hidrogeológicos, mapas de reservas de aguas subterráneas y mapas hidroquímicos, se pasa a considerar lo que son líneas isopieza, isobata, isopeta e isocona, y se da una idea general de las normas que se deben seguir en la cartografía de las aguas subterráneas.

ABSTRACT

After defining what are hydrogeologic maps, maps of underground water reserves and hydrochemical ones it is considered what are called isobathe, isocone, equi-thickness and isopiezometric lines giving at the same time a general idea about the methods to be followed in underground cartography.

Un problema puesto de actualidad en la Asamblea de Helsinki de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, fue la cartografía de las aguas subterráneas, en el cual también se interesó días después en Stokolmo el XIX Congreso Internacional de Geografía y posteriormente en Copenhague el XXI de Geología.

Los tres grupos de científicos interesados en estos problemas, algunos con miembros comunes, consideraron la conveniencia de unificar sus esfuerzos, y de establecer unas directrices que permitan lograr la máxima utilidad científica y técnica de los mapas que se proyectan formar.

El término general de cartografía de aguas subterráneas se debe emplear para toda confección de mapa que trate o represente cualquiera de los diversos y múltiples aspectos de las mismas, pero dada su variedad se podrían agrupar estas facetas en tres, que son: *Mapas hidrogeológicos*, los cuales sitúan geológicamente las aguas subterráneas; en ellos se aprecian las características de los diversos terrenos, tanto la naturaleza o litología como la estratigrafía o edad. *Mapas de reservas de aguas subterráneas*, de gran utilidad para su explotación, por apreciarse rápidamente las disponibilidades de agua. A este concepto se le pueden dar dos orientaciones diferentes, los cuales dan lugar a sus mapas respectivos, uno referente al caudal máximo explotable instantáneo, permitido por la permeabilidad del terreno sobreyacente y la potencia acuífera local, que podría considerarse función de transmisividad, y la otra es la cantidad de agua recogida por la superficie del terreno y durante un plazo dado, que es la reserva. *Mapas hidroquímicos* o representantes de las circunstancias químicas de las aguas, en su doble aspecto, cualitativo y semicuantitativo, las cuales pueden ser aplicadas como las representantes de la posibilidad de potabilidad o de la irrigación.

La cartografía de las aguas subterráneas, tiene importancia fundamental en las zonas áridas o semiáridas, representación muy interesante para varias de las provincias españolas.

El Instituto Geológico y Minero, en diferentes ocasiones, ha realizado ensayos cartográficos de aguas subterráneas. Primeramente publicó el Mapa de aguas minero-medicinales (1) de la España Peninsular, que puede considerarse por la técnica seguida, como un intento de mapa hidroquímico, por representar con diferentes símbolos las características químicas de las aguas de los ma-

nantiales cartografiados. El hidrólogo tendrá como primer problema a resolver el de la escala del mapa que prepara; si se trata de una síntesis hidrológica, será adecuada la escala 1/1.000.000 o la 1/1.500.000, como es la empleada en el de las aguas minero-medicinales mencionado, o el análogo de 1/600.000 que tenemos publicado de La Coruña (2), muy indicada para representar de conjunto las ocho grandes cuencas hidrológicas de la Península. Si el problema planteado es de explotación, para transformar grandes zonas de secano en regadío, se tendrá que acudir a la escala 1/50.000 o a la 1/25.000, y si el problema tiene un carácter más particular, como el regadío de un finca o el perímetro de protección de un manantial se utilizarán escalas del orden 1/10.000

La representación geológica, de acuerdo con las normas generales, se efectuará con colores característicos de los diversos niveles estratigráficos, completándose con el tono la permeabilidad de los terrenos, siendo tanto más intensos cuanto más impermeables son, recurriéndose a las sobrecargas para las representaciones litológicas. Estos mapas deben completarse con una pasada en negro, correspondiente a los contornos, contactos, datos tectónicos etc.

En los mapas presentados en las exposiciones de los Congresos aludidos, así como en las normas para la confección de los mismos, pudimos apreciar una tendencia a reducir la representación a las características que tienen relación directa con el problema cartografiado.

Es fundamental en un mapa hidrogeológico, una clara representación de la hidrología y de los manantiales, lo más completa posible, tanto de manifestaciones permanentes como temporales, sin olvidar las aguas minero-medicinales ni las artesianas, acompañando indicaciones de aforos cuando se pueda en l/s. y de grandes caudales

en hm_3/a . La costumbre es que esta representación se efectúe en una azul débil o en un verde sapo.

La parte específica hidrogeológica suele estar representada en un azul intenso, que destaca claramente del anterior, figurando en aquélla las curvas isopiezas representantes de las superficies piezométricas de las aguas freáticas, con una equidistancia variable para los diversos mapas, siempre función del gradiente hidráulico, para las cuales se puede seguir un criterio como el corriente de la representación del nivel topográfico, o sea, unas curvas gruesas y otras intermedias de trazos o finas, siendo interesante el completar estos datos, con los vectores representativos de la circulación del agua en m/d . Las curvas isopiezas corresponderán tanto a las capas freáticas como a las capas cautivas, y en este caso la profundidad del techo con relación al suelo por las curvas isobatas. Se debe tener el criterio de no extrapolar valores, y cuando el número de sondeos y de pozos sea reducido, la representación se limitará en general a los datos seguros. Suele ser útil, que la curva que limita una capa cautiva tenga un borde rayado de dos milímetros de profundidad hacia la misma. Complemento de esta representación es la de las zonas estériles, donde el substratum impermeable se eleva por encima de la superficie piezométrica, la que se suele hacer dentro del mismo tono, con un rayado menos compacto que si pudiera ser productiva.

Es importante la representación de cuantas obras o estudios realiza el hidrólogo, para el mejor conocimiento o aprovechamiento de las aguas en la zona estudiada, los cuales se pueden hacer en rojo, y comprenderán pozos, captaciones, cisternas, galerías de drenaje, sondeos artesianos, obras de inyección, presas superficiales y sub-

terráneas, canales de abastecimiento y riego tanto permanente como temporales, alcantarillados, etc.

El mapa hidroquímico en el cual la representación hidrogeológica será poco intensa, ha de tener las curvas representativas de las concentraciones o Isoconas, generalmente con color rojo o rosa, las que se expresarán en g/L , dibujándose en masa las de mayor concentración y con un rayado o retícula tanto más claro cuanto menores sean éstas. Cuando se pretenda hacer una diferenciación de las diversas composiciones, se puede dejar un color para cada compuesto, y la trama bicolor para las facies mixtas. En este tipo puede haber muchas variantes, ya que se pueden destinar para riegos, abastecimientos de poblaciones, crenología, etc., y con una observación momentánea del mapa se ha de poder sacar la conclusión de su posible utilización.

Las dos variantes mencionadas de los mapas de reservas acuíferas, corresponden a conceptos diferentes, uno el gasto máximo que se puede alcanzar, de gran importancia en una ordenación de regadíos, para establecer la distancia entre los pozos o galerías de captación, es función de la transmisividad del terreno y de la disponibilidad acuífera total, datos de representación necesaria en esta variante de mapas. La disponibilidad total es de importancia fundamental para el caso del abastecimiento de una población o para la elección de un tipo de cultivo, y es función del agua total caída en el caso y del coeficiente de filtración. Sin el conocimiento de estas dos representaciones, no se puede organizar racionalmente la explotación de un manto de agua subterránea.

La realización de estos mapas, debe considerarse por los organismos encargados de su confección como una inversión rentable para el país, ya que el fruto que de ellos se puede lograr es considerable, alcanzándose re-

valorizaciones extraordinarias de los terrenos, tanto en su aspecto rural como urbano.

Isobata.—Isobathe: Curva de equiprofundidad del techo acuifero

Isocona.—Isoconic: Curva de equiconcentración.

Isopieza.—Isopidze, isopiezometric: Curva de equialtitud piezométrica.

Isopota.—Isopaque, equi-thicknes: Curva de equipotencia media.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) CARLOS ORTI y FÉLIX MELIÁN: *Mapa de los manantiales minero-medicinales en España, Escala 1:1.500.000*. Inst. Geol. y Min. Madrid, 1947.
- (2) JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA, ALEJANDRO HERNÁNDEZ SAMPELAYO y JUAN LIZAUR ROLDÁN: *Memoria explicativa de la Hoja de La Coruña*. Inst. Geol. y Minero. Madrid, 1948.

Recibido 29-X-1960.

S. DE LA CONCHA

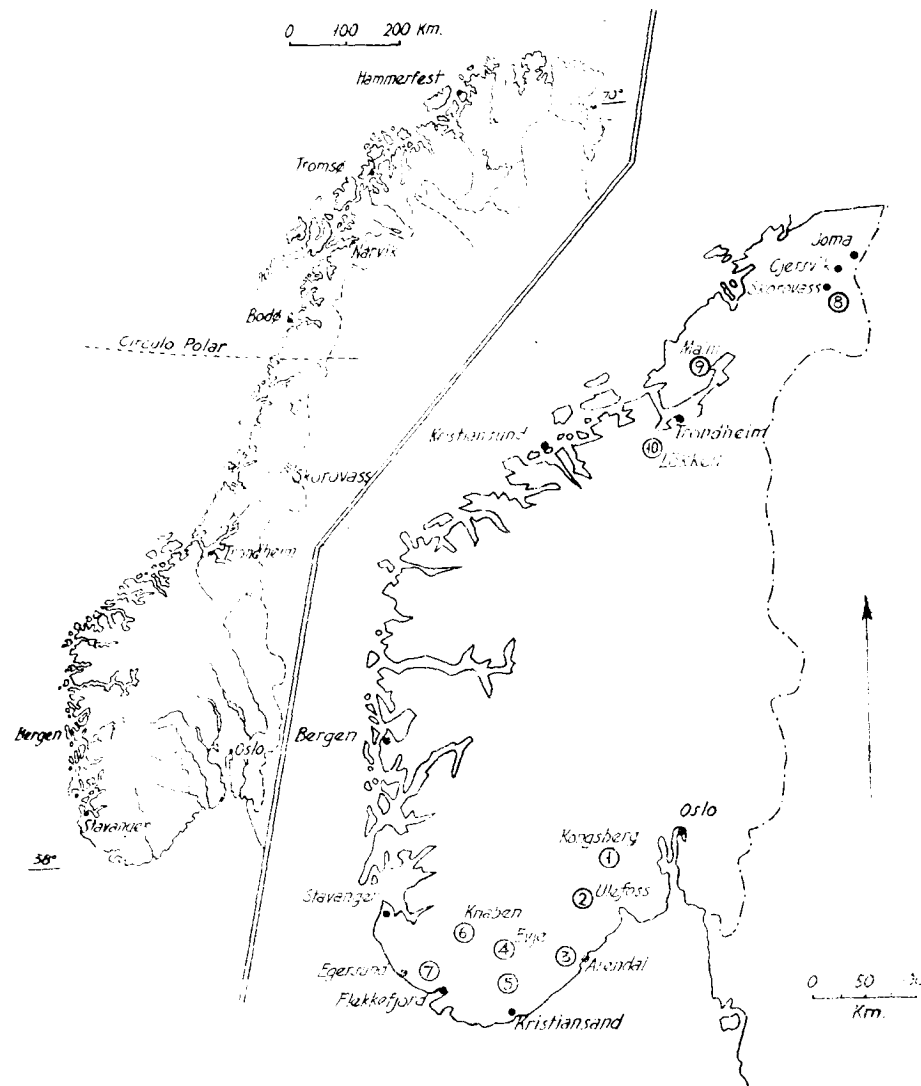
NOTAS DE UN VIAJE POR LAS MINAS DEL SUR Y CENTRO DE NORUEGA

Con motivo del XXI Congreso Geológico Internacional, celebrado en el mes de agosto pasado en Copenhague, se planearon una serie de excursiones, como es costumbre en estos certámenes, por los cinco países nórdicos, organizadores de la sesión.

Con este motivo, tuvimos ocasión de participar en una de las excursiones, la cual incluía la visita a las principales minas del país noruego, de cuyos criaderos y condiciones de trabajo queremos dar una rápida impresión.

Destacamos como más interesantes, las de niobio, ilmenita y molibdenita, sin por ello restar importancia a las de hierro y pirita, minerales éstos de gran tradición minera en nuestro país. La de niobio presenta la particularidad de que, no obstante empezarse los trabajos en 1951, es la primera mina del mundo que produce concentrados de columbio de un criadero primario, pues las minas de este mineral operaban únicamente sobre aluviones. Las minas de ilmenita trabajan también sobre criaderos primarios, contribuyen en una proporción importante a la producción mundial y están ultimando unas nuevas instalaciones con todos los adelantos de la técnica, tanto en lo que se refiere al laboreo como a la preparación mecánica del mineral. Las de molibdenita son actualmente las únicas de la Europa occidental productoras de molibdeno.

En el plano adjunto se numeran los criaderos, por el orden que han sido visitados y antes de exponer unos cuantos datos sobre ellos, damos a continuación las cifras estimadas de las producciones miteras y metalúrgicas del país, en el año 1959, publicadas por el «World Mining».



- (1) Minas de plata de Kongsberg. — (2) Minas de niobio de Söve. — (3) Minas de hierro de Arendal. — (4) Mina de níquel de Flat. — (5) Pegmatitas de Iveland. — (6) Mina Knaben de molibdenita. — (7) Criaderos de ilmenita de Egersund. — (8) Mina Skorovass de pirita. — (9) Mina Fosdalen de hierro. — (10) Mina Løkken de pirita.

Producción minera en Tons.

Producción metalúrgica en Tons.

Hierro.....	64 5/10 Fe	1.760.000	Lingote de hierro.....	320.000
Ilmenita.....	44 FeO ₂	210.000	Lingote de acero.....	410.000
Pirita.....		720.000	Ferrosilicio, 45% Si.....	130.000
Cobre.....	21 Cu	28.000	Otras ferro-aleaciones...	160.000
Cinc.....	40 Zn	18.000	Aluminio.....	150.000
Plomo.....	65 Pb	4.000	Magnesio.....	10.000
Molibdenita..	90 Mo	300	Cobre.....	10.000
Columbio....	50 Nb ₂ O ₅	400	Mata de Cobre, 5% Cu.....	13.000
Grafito.....	80 C	5.000	Níquel.....	20.000
Carbon.....		450.000	Cinc.....	52.000
			Azufre.....	87.000

Antiguas minas de plata de Kongsberg (1).—Las minas de plata de Kongsberg se paralizaron en el año 1958 después de trabajar durante 334 años, con una producción oficial de 1.300 Tm. de plata fina y con producciones anuales, variando de 1,3 a 15,7 Tm. y media de 4 Tm., procedentes de unas 130 minas, de las cuales la más antigua, «Kongens Grube» (Mina del Rey), alcanzó también la mayor profundidad de la zona, con 1.076 metros.

Las minas encierran en rocas precambrianas, formadas por neises y anfibolitas. La mineralización se encuentra en las «fahlbandas» o tajos metamorfozados, impregnados de sulfuros, siguiendo la estratificación de las rocas, y alcanzan en la zona, espesores de 150 a 900 metros y corridas de más de 10 kilómetros. En Kongsberg se han reconocido dos tipos de filones: el más antiguo, de cuarzo, con sulfuros de hierro, cobre, cinc y los más modernos de calcita, con arseniuros de cobalto y níquel y plata nativa. Los filones del segundo tipo se encuentran casi exclusivamente en la zona de «fahlbandas», con una potencia media de 5-10 centímetros, mientras que los filones del primer tipo aparecen y se prolongan fuera del distrito argenífero.

En Kongsberg se fundó, en el año 1757, la primera Escuela de Minas del mundo, y actualmente tiene un Museo abierto, con magníficos ejemplares de plata nativa y demás minerales, reproducción al natural de galerías y trabajos antiguos de distintas épocas, planos, documentos históricos, etc.

Minas de niobio de Söve (2).—Los criaderos de niobio de Söve están situados cerca de Ulefoss, a 119 kilómetros al SO. de Oslo, en la zona de Fen. Esta tiene una forma pseudo circular de unos 5 kilómetros cuadrados de superficie y está compuesta por rocas básicas peralcalinas y carbonatitas, rodeadas por neises precambrianos de naturaleza granítica, en los que a veces aparecen bandas de mica y anfibolitas.

Las rocas precambrianas están separadas del basamento precambriano por una faja de «denitaa» o sienita alcalina híbrida, resultado de la fe mineralización de los neises y en ella se presentan también brechas graníticas con tipos de transición a kimberlita. Entre las rocas peralcalinas

aflojan masas lenticulares de «sövita», en las que se descubrió el niobio en el año 1918.

La sövita es una carbonatita de composición variable. A veces de grano grueso y otras parece un mármol normal. Contiene dolomita y ankerita en proporciones variables y mica, magnetita, pirita, apatito y pirocloro.

En los años de 1652 a 1927, explotaron, en el complejo alcalino de Fen, minas de hierro con un total extraído del orden del millón de toneladas, hasta una profundidad máxima de 200 metros. El mineral se presentaba en lentejones de hematites, dirección N-S, entre carbonatitas denominadas «rödbers» (roca roja). Algunas de estas masas acusa alta radiactividad y una ley de 0.2 por 100 ThO_2 y 1 por 100 de tierras raras, incluyendo el Ce_2O_3 .

En el año 1951, se constituyó la compañía estatal, A/S Worsk Bergverk para el laboreo del niobio y en el año 1953, se inició la explotación con una producción de 40.000 Tm., extraídas a cielo abierto de la mina Cappelen. Toda la producción actual se obtiene en labores subterráneas con un pozo de 130 metros de profundidad. El arranque se hace por reales, dejando pilares, y el mineral se carga con raspas y cargadores eléctricos, sufriendo una trituración interior antes de ser extraídas a la superficie en Skip de 5 Tm.

La producción es de 350 Tm./día, trabajando en dos relevos de extracción y uno de sondeos. Estos se hacen en abanico, combinando los de las plantas interiores con los del exterior para obtener cortes verticales del criadero, cuyos respaldos se fijan exclusivamente bajo un punto de vista de explotabilidad, resultante de los análisis de los testigos obtenidos por la sonda. Los límites de separación de los finales de sondeos consecutivos varían de 17 a 35 m., con lo que se comprende que el capítulo dedicado a fijar las masas, de decenas de metros de potencia, es muy importante en el coste de explotación. Los mineros perciben un tipo de jornal del orden de 7 coronas/hora (unas 60 pesetas/hora) y trabajan 40 horas semanales.

El mineral se compone de 80 por 100, calcita; 7 por 100, apatito; 3 por 100 magnetita; 1 por 100, pirita y 0.4-0.5 por 100 de pirocloro, variando la composición de éste, dentro de los siguientes límites:

Nb_2O_5	58-72%
Ta_2O_5	0,5-2
TiO_2	0,5-6
FeO	1-20
CaO	0,5-20
ThO_2 y óxidos de tierras raras	0,5-2

El mineral en el exterior sufre nueva trituración y molido hasta tamaño menor de 1,5 mm., para pasar al lavadero con una capacidad de tratamiento de 100.000 Tm./año. Se efectúa primeramente una concentración gravimétrica en mesas y espirales Humphrey, siguiendo los pro-

concentrados a flotación para separar la pirita y separación magnética para la magnetita. El concentrado final obtenido en el lavadero contiene 10 por 100 Nb_2O_5 - 40 por 100 CaO y 10 por 100, P. Se envía a una fábrica de superfosfatos, donde se trata por ácido nítrico para disolver la calcita y el apatito y dejar un residuo insoluble con el 50 por 100 Nb_2O_5 . Los concentrados vuelven a la mina, y parte de ellos se transforman allí en ferro-coluabio y otra parte se vende como concentrado de columbio. El rendimiento total en concentrados de columbio del 50 por 100 Nb_2O_5 , es de 2 Kg. por tonelada de zafra bruta.

Mina de hierro de Arendal (3).—En la región de Arendal existen dos diferentes tipos de criaderos; unos de magnetita en granito, de los que se han trabajado algunas pequeñas minas con minerales altos, del 50-60 por 100 Fe, y otros denominados de «Skarn», término sueco que corresponde a los silicatos de cal, que se presentan corrientemente como ganga de los minerales.

Los criaderos de skarn se presentan en conexión con capas calizas intercaladas entre cuareitas y rocas detríticas y anfibólicas metamorfozadas y granulizadas, con una tectónica complicada. La potencia de los criaderos es, generalmente, del orden de los 2 a 5 m., y la profundidad máxima alcanzada, es de 247 m., en la mina Klodeborg (foto 1), la más importante del distrito. Esta mina tiene una producción anual del orden de las 25.000 Tm. de mineral del 41-42 por 100 Fe; 1,8 por 100 Mn; 10-12 por 100 SiO_2 y 12-14 por 100 CaO.

Antigua mina de níquel de Flat (4).—El criadero de níquel de Flat, situado a seis kilómetros, al NE. de Evje, fue descubierto en el año 1870 y trabajado desde entonces, con algunas interrupciones hasta el año 1945. Durante el último periodo de diecisiete años de trabajo, se arrancaron 2.100.000 Tm. de mineral con 0,69 por 100 Ni y 0,47 por 100 Cu de una masa de diorita cuarcífera. Los sulfuros primarios presentes, según el orden de deposición eran, pirita, pirrotina, pentlandita y calcopirita, variando gradualmente la proporción de pirrotina a calcopirita, mientras que permanecía bastante constante la de pirrotina a pentlandita. Las matas obtenidas de la fusión de los minerales se trataban en Kristiansand, cuya refinera sigue actualmente trabajando con matas níquelíferas importadas del Canadá.

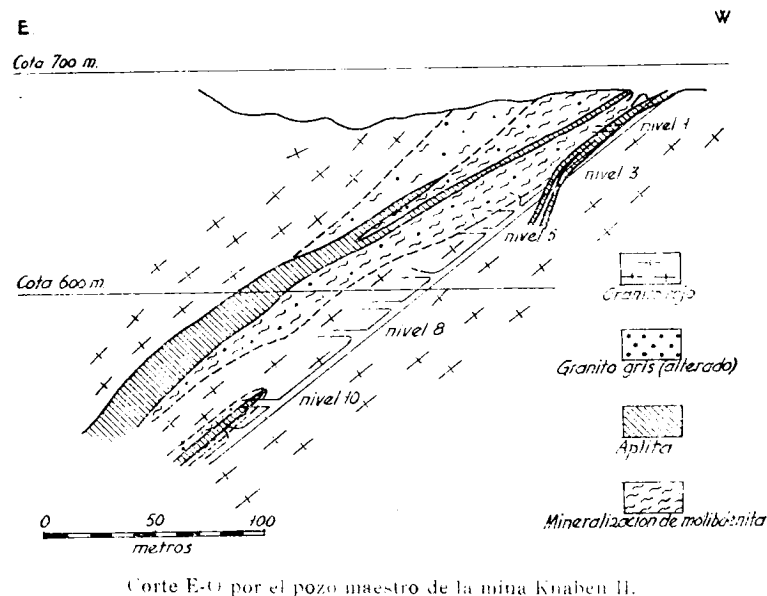
Pegmatitas de Iveland (5).—La producción de feldespatos de Noruega, está basada en la explotación de pegmatitas encajadas en el granito de la parte Sur del país. La producción de feldespato de alto grado es del orden de las 40 a 50.000 Tm./año y proceden de pequeños trabajos efectuados por los labradores esporádicamente, y alternando con sus labores de campo. En el distrito de Iveland se han trabajado más de 150 pegmatitas, obteniéndose mayormente feldespato para las fábricas de cerámica, cuarzo para la fabricación de ferro-silicio, algunas cantidades de mica y minerales raros, que se venden para colecciones. Entre éstos se encuentra la «thorvetita» ($\text{Se}_2\text{Si}_2\text{O}_7$), que posteriormente a su descubrimiento en Iveland, sólo se ha encontrado en Madagascar.

El trabajo más importante se encuentra en Eretveit (foto 2), sobre una

pegmatita de unos 10 m. de ancho y 200 m. de corrida; su producción más importante es la de cuarzo, con unas 700 Tm. al año.

Mina Knaben de molibdenita (6).—Las minas Knaben están situadas a unos 80 Km. al NO. de Kristiansand, en granito, aflorando entre las rocas precambrianas de Telemark. La explotación de las minas empezó de un modo regular en el año 1912, en la mina Knaben I. La explotación actual se desarrolla sobre la mina Knaben II, unos tres kilómetros al Sur, la cual empezó a trabajar en el año 1918.

La molibdenita se presenta en vetas de cuarzo relacionadas con diques y masas irregulares de pegmatitas y aplitas, que ocupan las fracturas resultantes de la solidificación de las inyecciones graníticas.



Con la deposición de los minerales, los feldespatos de los neises y pegmatitas, de color rojizo, han sufrido una alteración característica, pasando a color gris con más cuarzo y mica que a roca que no ha sufrido dicha alteración.

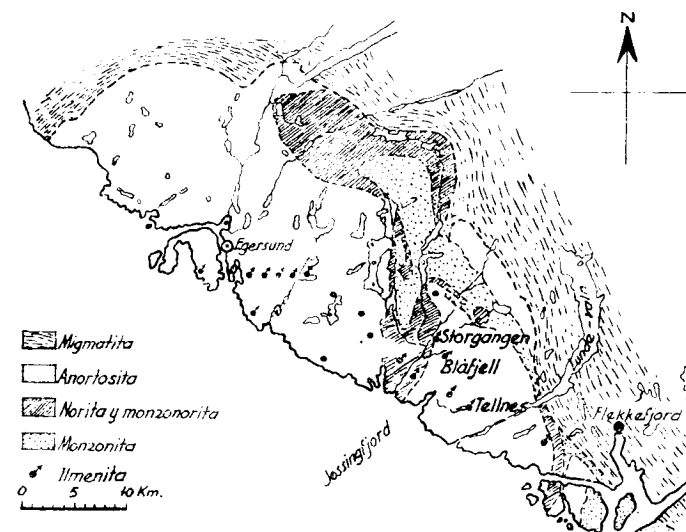
Las vetas de cuarzo más ricas en molibdenita, sólo pueden trabajarse individualmente en unos metros, por su irregularidad; su explotación se lleva en conjunto con las rocas impregnadas que alcanzan anchos horizontales de 70-80 m. Mediante sondos, se tienen cubiertas cuatro millones de toneladas probables y veinte millones de toneladas posibles. La explotación se hace en interior y a ciclo abierto durante la época de verano, recuperando los entresijos y pilares de los trabajos antiguos, con aproximadamente un 1/3 de la producción a cielo abierto y 2/3 en el interior.

Se arrancan unas 500 Tm. de zafra diarias con 120 hombres en

total, y el mineral contiene además de la molibdenita, pirita y calcopirita. Las zafas contienen 0,35 por 100 Cu y 35 gr./Tm. de uranita. El mineral, después de triturado a menos de 3/4" pasa al lavadero con molino de bolas y cuatro secciones de flotación. La recuperación del lavadero es del orden del 94 por 100, obteniéndose en total un rendimiento útil de 2 Kg. de molibdenita por tonelada de zafra.

Criaderos de ilmenita de Egersund (7).—Excepto algunos pequeños trabajos antiguos como mineral de hierro, la explotación de la zona empezó en el año 1918 con el empleo del óxido de titanio en la fabricación de pigmentos. Desde entonces, la producción ha ido aumentando paulatinamente, y llegado en el pasado año de 1959 a unas 225.000 Tm. de ilmenita y 40.000 Tm. de magnetita, recuperadas de unas 720.000 Tm. de mineral bruto.

En el mapa adjunto se puede ver la geología del distrito, en el que se clasifican los criaderos en cuatro categorías.



Criaderos de ilmenita de Egersund.

1.º Mineral en norita.—Se presenta en bandas concordantes con la esquistosidad de la norita. Se caracteriza por una relación alta de magnetita/ilmenita, comparada con la de los otros tipos.

2.º Tipo Blafjell.—Relacionado estrechamente a una zona de norita pegmatítica más moderna que la anortosita en que encaja. Se presentan en forma de masas lenticulares de diferentes tamaños con ilmenita de alto grado. El contenido de magnetita es corrientemente de unas décimas por ciento y ocasionalmente llega al 3 por 100.

3.º Tipo Storgangen.—Es un tipo de transición entre el mineral fajado al lenticular. Hacia el O., el mineral se presenta concordante con la

esquistosidad de la norita, mientras hacia el E. toma una apariencia más intrusiva. El mineral buza 45° a 55° en la superficie y unos 30° en profundidad. El criadero tiene una extensión superficial de unos 80.000 metros cuadrados y se han extraído hasta el presente unos nueve millones de toneladas, teniendo reconocidas por sondeos otros 60 millones de toneladas.

La explotación que en principio se realizaba totalmente a cielo abierto, ahora se realiza en parte, en interior. El mineral contiene 39 por 100 de ilmenita y 6 por 100 de magnetita. La ilmenita contiene alrededor del 13 por 100 de su peso, de hematites en disolución sólida.

El mineral se concentra en mesas y después de secado, se separa la ilmenita en separadores magnéticos de alta intensidad. Los finos se concentran por flotación y se extrae la magnetita con separadores magnéticos en húmedo.

El concentrado del ilmenita contiene el 44 por 100 TiO_2 y 0,20 por 100 V_2O_5 . El de magnetita 65 por 100 Fe, con 3 a 3,5 por 100 TiO_2 y 0,60 por 100 V_2O_5 y tienen su salida por un cargadero en Jossngfjords (foto 3), al que se transporta por cable aéreo, que cruza el fiordo.

4.º Tipo Tellness.—Forma una gran masa intrusiva en la anortositica (foto 4), que fue descubierta en el año 1954 por prospección aeromagnética. Tiene una corrida de 2.700 m. y una extensión superficial de 570.000 metros cuadrados. Se han reconocido por sondeos 200 millones de toneladas de mineral, a los que se pueden sumar otros 100 millones como probables.

El mineral presenta la siguiente composición química y mineralógica:

SiO_2	30,37 %	Plagioclasa	30 %
TiO_2	18,40 %	Hiperesteno	15 %
FeO	17,43 %	Ilmenita	39 %
Fe_2O_3	7,25 %	Magnetita	2 %
FeS_2	0,60 %	Biotita	3,5 %
Al_2O_3	11,70	Accesorios	3,5 %
MgO	6,13		
CaO	4,39		
MnO	0,18		
P_2O_5	0,20		
K_2O	0,60		
Na_2O	2,40		

La ilmenita contiene alrededor del 12 por 100 de hematites en disolución sólida.

El criadero se empezó a preparar en el año 1957 para una producción de un millón de toneladas anuales de zafra, con un rendimiento de 300.000 Tm. de ilmenita y 20.000 Tm. de magnetita. El coste del equipo, preparación, lavadero, etc., se calcula en 10 millones de dólares, de los cuales, cuatro corresponden al lavadero. El mineral se arranca con palas y se transporta en volquetes de 20 Tm. a la sección de tri-

uración y de ésta al lavadero con molino de bolas (foto 5), separación magnética en húmedo a tamaño menor de 1/3 mm. para la eliminación de la magnetita y flotación posterior, para la obtención de la ilmenita.

Se espera por el lavadero en marcha en el otoño actual y trabajar durante unos cuatro años simultáneamente las minas de Tellness y Storgangen para quedar luego solamente trabajando a primera, eludiendo los trabajos en el interior de la segunda.

Tipos de la región de Grong. Mina Skorovass (8).—Los criaderos noruegos de pirita, se clasifican en dos grupos:

a) «Vasskis» que se componen de pirita y pirrotina, sin o con muy pequeñas cantidades de calcopirita y blenda. Forman delgadas y extensas capas intercaladas en el greenstone y se las supone de deposición sinéctica y origen exhalativo sedimentario. Generalmente no tienen valor económico.

b) «Gangkis», caracterizado por su contenido de calcopirita y blenda. Forman masas irregulares y se les supone de deposición epigenética y origen hidrotermal metasomático.

En la región de Grong se han localizado unos 130 yacimientos de pirita, pero únicamente tres, los de Gjersvik, Joma y Skorovass pertenecen al tipo «gangkis».

En el año 1917, el Gobierno noruego compró los criaderos de Gjersvik y Joma y en 1957 se formó la compañía estatal A/S Joma Bergverk para su investigación y puesta en marcha. Se realizó desde entonces un intenso trabajo de prospección geológica y geofísica, pero estas investigaciones no lograron encontrar nuevos yacimientos de valor industrial.

La masa de mineral de Gjersvik está situada en un pequeño sinclinal y se le calculan unos 1,7 millones de toneladas del 28 por 100 S y 1,35 por 100 Cu. El yacimiento de Joma, también está situado en un sinclinal en los greenstones y aunque todavía no ha sido suficientemente estudiado se estima contiene por lo menos 17 millones de toneladas de mineral de composición muy variable, tanto en azufre como en cobre y cinc.

La única mina en producción de la región, es la Skorovass, propiedad de la Elektrokemisk A/S Skorovass Gruber, importante sociedad dedicada principalmente —como su nombre indica— a la industria electroquímica y con recursos propios de energía hidráulica barata. En Noruega, el precio de venta de la energía industrial viene a ser de unos 4 cts. de corona, el Kw. (0,34 p.as.).

Sobre la génesis de este criadero, se presentó en el Congreso Geológico Internacional —Sección de Problemas genéticos de minerales— un interesante trabajo por T. Gjersvik y de él tomamos el adjunto croquis que da idea de la formación geológica.

El criadero consiste en una gran masa de 600-700 m. de longitud y 200-300 m. de anchura y sección muy irregular, rodeada de otras pequeñas masas lenticulares que siguen según los planos de las pizarras verdes sedimentarias.

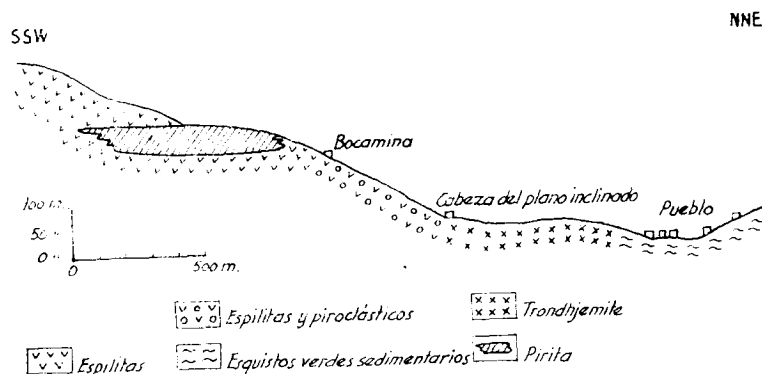
En la parte central de la masa, el azufre contenido es alto y muy bajo el cobre y cinc. Por el contrario, hacia el extremo Sur, la

proporción de estos metales aumenta grandemente con una distribución de cobre hacia el centro y de zinc hacia los bordes de la masa.

La explotación se hace en cámaras de 5 m. de ancho, dejando pilares y cargando el mineral con raspa a porcellos interiores. Trabajan en el interior unos 40 hombres en total, con rendimiento de 15 Tm./hombre, jornal de 7/8 coronas/hora y 40 horas semanales.

La mina requiere sondeos interiores y desmuestres para determinación y clasificación de las zonas explotables. Como consecuencia de ello, los tajos de trabajo se clasifican en rico, que sólo sufre una trituración para salir al mercado y otra segunda clase que pasa al taller de concentración mecánica. En éste se muele a menos de 2" y se clasifica en tres tamaños para la concentración. El mayor pasa a líquidos densos, el medio a cribas y el menor a mesas. No es posible emplear la flotación, pues exigiria para una separación de la calcopirita y blenda, molindas de más de 500 mallas.

La producción normal es del orden de las 150.000 Tm. año con el



Corte S. SW-N. NE del valle Skorovass.

47 por 100 S. y 1-1.5 por 100 Cu y debido a dificultades del mercado de la pirita, la mina hace ahora del orden de las 90.000 Tm.

El mineral se transporta por cable aéreo de cuarenta y cinco kilómetros hasta Kongsmo, situado unos 300 m. a nivel inferior; en Kongsmo se embarca y sigue por el fiordo al mar.

Mina Fosdalen de hierro (9).—Esta mina está situada en Malm, sobre la orilla NO. del fiordo de Trondheim, unos ochenta y cinco kilómetros al NE. de esta población.

La mina fue descubierta en el año 1906 y trabajada desde entonces con capital suco, hasta el año 1925 en que pasó a poder de empresas alemanas y después de la guerra se hizo cargo de ella el Gobierno noruego.

Los criaderos tipo Malm se encuentran en el Ordoviciense, entre pizarras verdes y queratófidos de origen volcánico, con rocas sedimentarias-calizas y cuarcitas intercaladas.

El mineral compuesto de magnetita, pirita y algo de calcopirita, sigue la marcha de las capas y ocupa diferentes niveles estratigráficos con corridas más o menos continuas de 130/140 Km. Su origen parece ser mixto, volcánico y secundario, es decir, que el hierro fué introducido en un geosinclinal por exhalaciones volcánicas y más tarde depositado como un sedimento químico.

La única mina que se explota en el distrito de Malm, es la Fosdalen; el criadero consiste en dos masas separadas verticalmente unos 80 m. sobre el mismo horizonte estratigráfico. La masa superior tiene unos 50 m. de alto y la inferior 250 m. con una potencia, cada una, de unos 5 a 6 metros.

La extracción se hace por un socavón general a la cota 10 con tres pozos interiores para elevar el mineral a este nivel; el arrastre en el socavón se efectúa con locomotoras de trolley, que forman trenes hasta de 60 vagones de cinco toneladas cada uno. Las zafras contienen 37,8 por 100 Fe y 2,2 por 100 S.

El lavadero consiste en trituración a menos de 5" y una primera separación magnética del tamaño —5" + 2", con eliminación de estéril y subsiguiente molido de la fracción magnética en molinos de bolas a 1/8" y separación magnética en húmedo obteniendo una magnetita del 57,9 por 100 Fe y 0,9 por 100 S. que pasa a una segunda molinda a 35 mallas y nueva separación magnética en húmedo (foto 6), obteniendo un concentrado del 63,6 por ciento Fe. y 0,6 por 100 S.

Las colas de las separadoras pasan a flotación, obteniendo concentrados de pirita del 48,1 por 100 S que contiene 0,25 por 100 de cobalto. La producción anual es del orden de las 500.000 toneladas de zafras de las que se obtienen 250.000 Tm. de magnetita y 14.000 Tm. de pirita.

Los concentrados se almacenan (foto 7) y transportan a un cargadero en fiordo con una capacidad de carga de 10.000 Tm./24 horas.

Los estériles se cargan en una gabarra (foto 8), que los adentra en el fiordo y descarga cuando la profundidad del agua excede de los 40 m.

Mina Lokken de pirita (10).—La mina Lokken se encuentra a unos setenta kilómetros al SO. de Trondheim; es la mina más importante de pirita cuprífera de Noruega y fue descubierta en el año 1654, trabajando entonces por su cobre contenido que alcanzaba el 4,7 por 100 Cu.

El criadero encaja en la base del Ordoviciense, formado predominantemente por greenstones de andesítica a basáltica composición metamorfozados en pizarras verdes, frecuentemente alteradas en las proximidades de los criaderos por una carbonatización debida al CO₂ de las soluciones.

La pirita se presenta en los dos tipos «vasskis» y «gangkiss» señala dos anteriormente en la región de Grong. En Lokken aparecen tres masas de este último tipo, paralelas entre sí hacia levante y convergentes hacia poniente, donde terminan en una masa suprayacente de gubro, cuya relación genética con el criadero ha sido muy discutida y parece por último descartada. La corrida reconocida de las masas es de unos 2.500 metros y su relación recíproca en sección es de 30: 3:1, con una poten-

cia en la parte central de la masa principal de unos 50 m. y localmente hasta 70 m.

La máxima producción de la mina se alcanzó en el año 1937 con 562.000 Tm. de pirita ferrocobrizada del 41,08 por 100 y 2,14 por 100 Cu. y en el año 1959 produjo 342.300 Tm.

El mineral se transporta por un ferrocarril eléctrico de la compañía, de veinticinco kilómetros, a su fundición de Thamsham, donde por el procedimiento Orkla se obtiene mata de cobre y azufre.

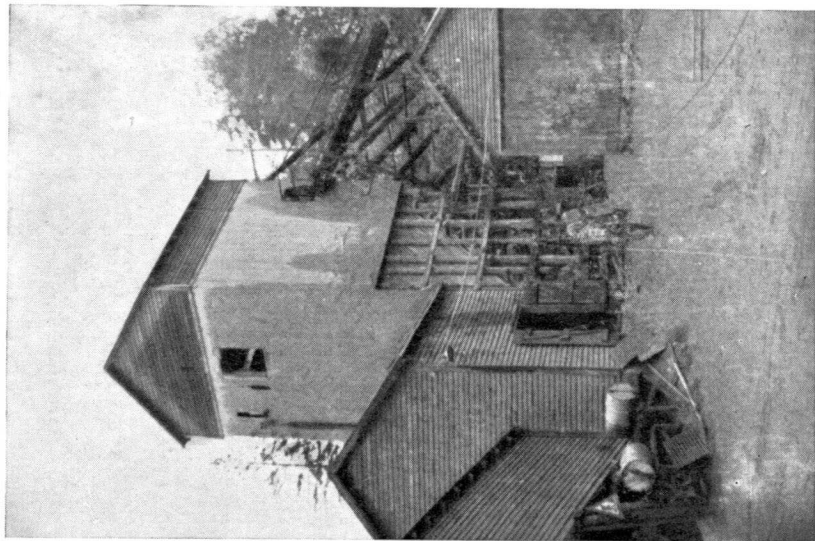


Foto. 1.—Mina Klodeborg de hierro. Descarga del skip del pozo inclinado y trituración en una construcción de madera, típica de Noruega.



Foto 2.—Excavaciones en la pegmatita de Eretveit (Ireland).

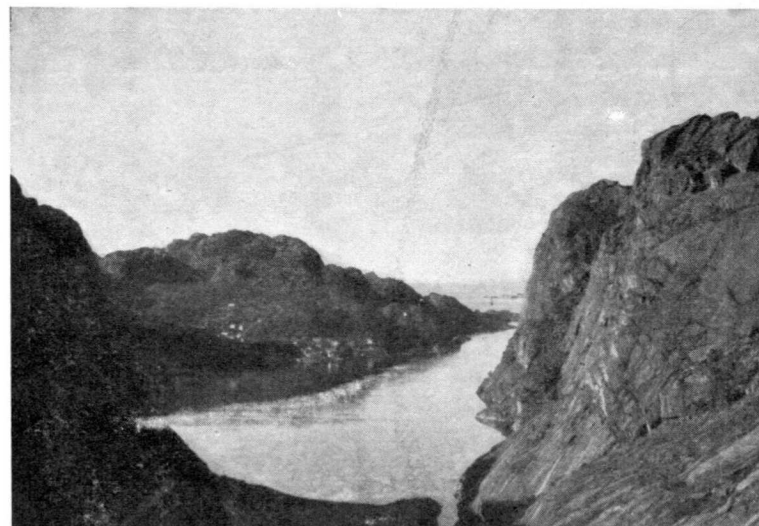


Foto 3.—A la izquierda, cargadero de Jössingfjord, por donde sale el mineral de ilmenita de Storgangen, despues de haber atravesado el fiordo en cable aéreo.

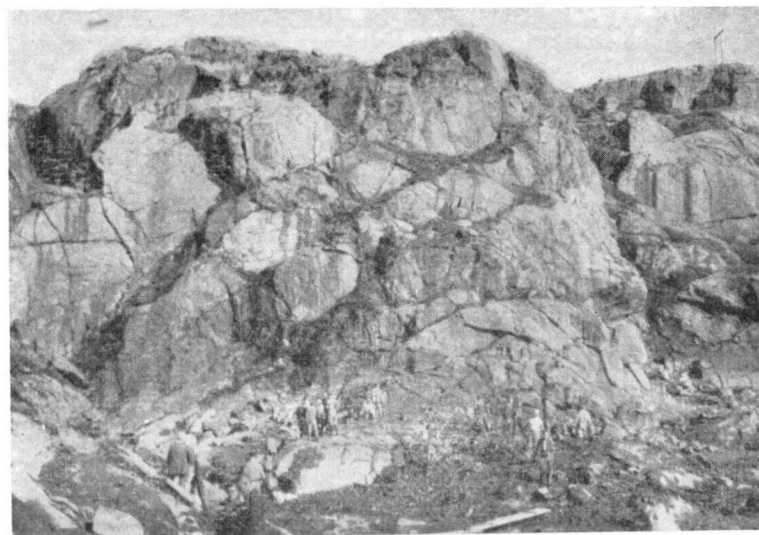


Foto 4.—Cantera en preparación para las nuevas explotaciones del criadero de ilmenita de Tellness.

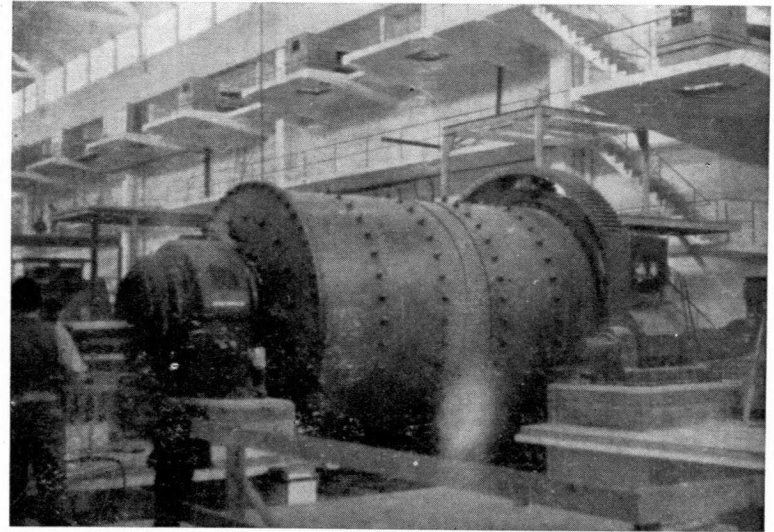


Foto 5.—Molino de bolas del nuevo taller de preparación mecánica de Tellness.

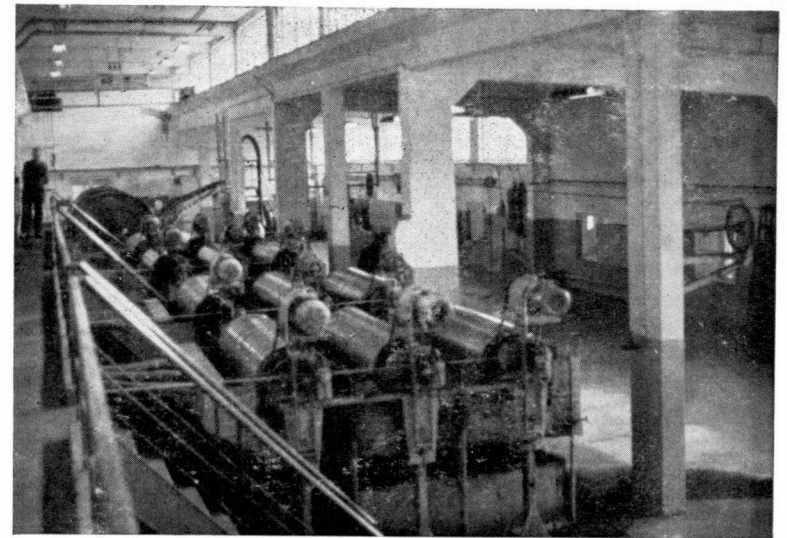


Foto 6.—Sección de separación magnética en húmedo, del lavadero de la mina Fosdalen.



Foto 7. - Planta de concentración y depósitos de concentrados de la mina Fosdalen.

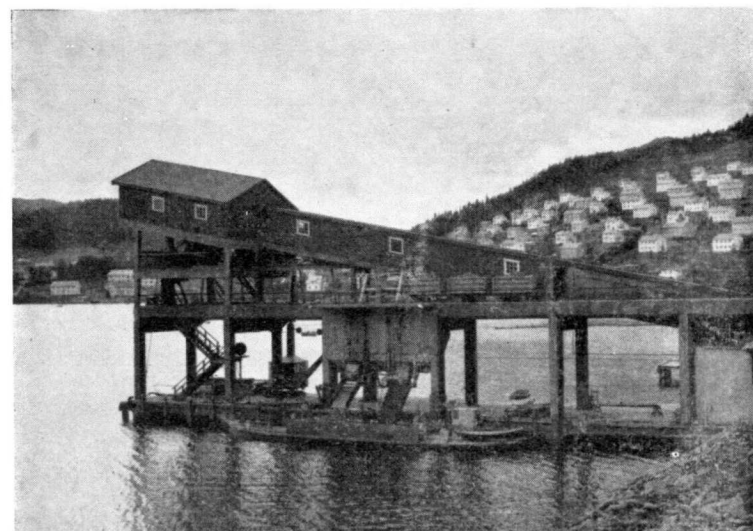


Foto 8.—Cargadero de la mina Fosdalen en el fiordo de Trondheim. La foto está tomada durante la operación de descarga del esteril a una gabarra.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA LA PREPARACION DE LA HOJA NUM. 14 DEL MAPA
1 : 400.000 5.^a EDICION

- ALASTRUE, E.: *Nota sobre la estratigrafía de las Bardenas en su extremo meridional*. «N. y C. del Instituto Geológico y Minero de España», núm. 50. Madrid, 1958.
- ALASTRUE, E., ALMELA, A. y RÍOS, J. M.: *Explicación al mapa geológico de la provincia de Huesca*. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1947.
- ALLARD, P. L.: *Les foraminifères et le Crétacé Supérieur français. Misc au point et données nouvelles*. 1959. 84^e Congrès des Sociétés savantes.
- — — *Les foraminifères et le Crétacé Supérieur français au point et données nouvelles*. 84^e Congrès des Sociétés Savantes. 1959.
- ALMELA, A.: *El Eoceno en San Lorenzo de Morunys (Lérida)*. «Notas y Comunicaciones», 1948.
- ALMELA, A. y RÍOS, J. M.: *Hoja núm. 328, Aricsa de Segre (Lérida)*. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España». 1952.
- ALMELA, A.: *Las investigaciones petrolíferas en la vertiente sur pirenaica*. Separata de «Pirineos». 1954.
- — — *La vertiente sur pirenaica desde el punto de vista de la investigación petrolífera*. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Minero de Esp.». 1958.
- — — *Datos sobre la geología del valle de Añisclo (Huesca)*. Actes du II Cong. Int. d'Etudes Pyrénées. Luchon-Pau, 1954.
- ALMELA, A. y RÍOS, J. M.: *Estudio geológico de la zona subpirenaica aragonesa y de las sierras marginales*. Inst. Est. Pir. Zaragoza, 1951.
- ALVARADO, A. y ALMELA, A.: *Estudio de las reservas de lignito de la cuenca de Mequinenza*. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de Esp.». 1951.
- ASTRE, G.: *Caractères faunísticos du Lias dans la zone de Pedra Forca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.». 1954. Tomo extraordinario homenaje a don E. Hernández-Pacheco. Inst. «José de Acosta», 63-71.
- AUTRANS, A.: *La base de la série secondaire dans la région d'Amélie les Bains (Pyrénées Orientales)*. «C. R. S. des Séances de la Soc. Géol. de France». 1958.
- BARRABE, L.: *De Narbone à Perpignan. II Versant français des Pyrénées orientales*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.

- BARRABÉ, L.: *Grandes lignes de la structure des Corbières orientales*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 — — *Remarques sur les relations existant entre la métallogénie et la tectonique mésozoïque des Corbières (Pyrénées orientales et Aude)*. «C. R. S. de la Soc. Géol. de France», 1958.
 BERGOUNJOUX M. F.: *Les mastodontes d'Espagne*. «Estudios geológicos», XIV, 1958.
 — — *Les reptiles fossiles de la Catalogne*. Estudios geológicos, del Inst. «Lucas Mallada», Madrid, 1958.
 BRESSON, A.: *Etudes sur les formations anciennes des Hautes et Basses Pyrénées (Haute-Chaine)*. Tesis. «Bull. Carte Geol. France», 1903.
 CANO, R., PASCUAL, J. y PÉREZ SILVA, F.: *Localización del Gothlandien se en la Hoja de Sallent (Huesca)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 49.
 CASTERAS, M.: *Sur la tectonique du versant nord des Pyrénées*. «Extr. C. R. des séances de l'Académie des Sciences», 1934.
 — — *Le Crétacé supérieur et l'Eocène des lambeaux charriés de Cous-touges*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8.
 CASTERAS, M. y otro: *Les témoins de la couverture posthercynienne de la zone axiale à l'E. au SE. du Canigou*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 CASTERAS, M.: *Observations sur la feuille de Foix au 1/80.000*. «Extr. Bull. de la Carte Géol. de France», 1938, 197, t. XXXIX.
 — — *Remarques au sujet d'une carte géologique (feuille de Foix) au 50.000e, récemment parue*. «C. R. S. des Séances», n.º 5-6, Paris, 1958.
 — — *Sur la structure du chaînon de Saint-Chinian (Hérault)*. «Extr. C. R. S. de l'Académie des Sciences», 221, séancen du 6 août. 1945.
 CAVET, P. et FONBOTÉ, J. M.: *Itinéraire de aut Conflent et Cerdagne*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 CAVET, P.: *Le Paléozoïque des Pyrénées orientales françaises entre le Roussillon et l'Andorre (Etude stratigraphique et Paléontologique)*. «Bull. Serv. Carte Géol. France», 1957, LV, n.º 254 et 1960. «C. R. S. des Séances de la Soc. Géol. de France», fasc. n.º 4.
 CAVET, P. et PILLET, J.: *Les Trilobites des calcaires à Polypiers silencieux (Lijféien) du synclinal de Villefrance-de-Conflent (Pyrénées Orientales)*. «Extr. C. R. S. des Séances», n.º 14, 1957.
 CAVET, P. et GUITAND, G.: *Le Paleozoïque de Conflent*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 CAVET, P.: *Stratigraphie du Paléozoïque de la zone axiale pyrénéenne à l'Ariège*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 — — *Le paleozoïque des Aspres orientales aux environs de Castelnou*. Vendredi 5 septembre. Martin. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
 CLOSAS MIRALLES, J.: *Las mineralizaciones cobaltíferas de Perameu (provincia de Lérida)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.». Tomo extraordinario homenaje a don E. Hernández-Pacheco. Inst. «José de Acosta», 171-178, Madrid, 1954.
 — — *Reconocimiento de una espinela cincífera en las blendas del valle*

- de Arán*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», XLVII, 228-230. Inst. «José de Acosta». Madrid, 1949.
 — — *Un yacimiento de pligionita en la provincia de Lérida*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», XLII, núms. 7-8, 519-523. Inst. «José de Acosta». Madrid, 1944.
 COLOM, G.: *Estudio del sondeo profundo de Oliana (Lérida)*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», LXII, 1951.
 — — *Microfauna del Pozo de Oliana (Lérida)*. «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 38, 61-67, 1955.
 COLOM, G. y otro: *Operculina canalifera gomezi n. subesp. del Bartonense de Cataluña*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», XLVII, 34, 219-221. Inst. «José de Acosta». Madrid, 1949.
 CRUSAFONT, J. F. y otros: *Caracterización del Eoceno continental en la cuenca de Tremp y edad de la orogénesis pirenaica*. 1954. «Actes du II Congrès International d'Études Pyreennes», Luchon-Pau. Toulouse, 1956, 2, section 1.º, 39-53.
 CRUSAFONT PAIRO: *Otro nuevo condilartro Luteciense Pirenaico*. «Bolletino della Società Geologica Italiana», LXXV, 9 páginas, Roma, 1956.
 CRUSAFONT, M.: *Los mamíferos del Luteciense superior de Capella (Huesca)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 50, Madrid, 1958.
 DALLONI, M.: *Étude géologique des Pyrénées de l'Aragnon*. «Ann. Fac. Sc. Marseille», t. XIX, Paris, 1910.
 DESTOMBES, J. P.: *Les calcaires du Paléozoïque inf. des Pyrénées Centrales*. «C. R. S. de la Soc. Géol. de France», n.º 3, Paris, 1941.
 DESTOMBES, J. P. et BOLLO, R.: *Age triasique supérieur d'une couche ophitique à Ségala (Ariège)*. «Extr. C. R. S. de la Soc. Géol. de France», 3, Paris, 1946.
 DESTOMBES, J. P. et RAGUIN, E.: *Etude de la partie occidentale du Massif de l'Aston (Ariège)*. «Extr. du Bull. de la Soc. Géol. de France», V, 6^e série, 1955.
 DESTOMBES, J. P.: *Le Paléozoïque Nord-Africain et ses corrélations avec celui des autres régions du monde*. 1953. Extr. Congr. Géol. Intern., 19 session 1952.
 — — *Les calcaires du Paléozoïque inférieur des Pyrénées centrales*. «Extr. C. R. S. de la Soc. Géol. de France», n.º 3, Paris, 1951.
 DESTOMBES, J. P. et RAGUIN, E.: *Les relations du granite et du Paléozoïque dans les Pyrénées luchonnaises (Haute Garonne)*. «Extr. C. R. S. de la Soc. Géol. de France», n.º 16, Paris, 1953.
 FONBOTÉ, J. M. et GUITAND, G.: *Aperçu sur la tectonique cassante de la zone axiale des Pyrénées orientales entre les bassins de Cerdagne et l'Ampurdan-Roussillon*. «Extr. Bull. Soc. Géol. de France», VIII, 6^e série, 1958.
 FONBOTÉ, J. M.: *De Perthus a Darnius, Figueras et Gérone*. «Extr. Bull. de la Soc. Géol. de France», VIII, 1958.
 — — *Excursion de los Pirineos*. Sabadell III Cursillo Inst. de Paleontología, s. a. mecanogr.

- FONTBOTE, J. M. et GARCÍA RODRÍGUEZ, B.: *Le versant sud des Albères*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- FONTBOTE, J. M.: *Sobre la estratigrafía del Eoceno del Alto Llobregat (Pirineo catalán)*. C. S. I. C. Inst. «Lucas Mallada». Madrid, 1957.
- — *Sobre la presencia de terrenos cámbricos en el valle de Rives (Pirineos catalanes)*. «Estudios Geológicos», 8, 210-220. Inst. «Lucas Mallada». Madrid 1948.
- — *El valle de Tena*. Rev. «Pirineos», año I, núm. 2. Inst. «Estudios Pirenaicos». Zaragoza, 1945.
- — *La Riber de Biescas*. Rev. «Pirineos», año IV, núm. 7. Inst. de «Estudios Pirenaicos». Zaragoza, 1948.
- GAIBAR PUERTAS, G.: *Estudio geomagnético del afloramiento dolerítico de El Grado (Huesca)*. Actas del Tercer Congreso del Inst. de «Estudios Pirenaicos». Gerona, 1948.
- — *Estudio de los diapiros de Bolturina, El Grado y Naval y proyección geomagnética de los afloramientos eruptivos relacionados con las dos últimas estructuras*. Rev. de «Geofísica», núm. 68, 1959.
- GLANGEAUD, L.: *Le plutonisme siliquie, ses relations avec le métamorphisme dans les Pyrénées orientales et centrales*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- GOTTIS, M.: *L'apport des travaux de la Compagnie d'exploration pétrolière (C. E. P.) dans la connaissance du bassin tertiaire du Roussillon*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- GÜBLER, I.: *Sur la stratigraphie du flysch au sud de Pau (B. P.)*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 5^e sér., t. XVI, 1944.
- GUITARD, G.: *Aperçus et réflexions sur les schistes cristallins et les granites de la zone axiale pyrénéenne entre l'Ariège et la Méditerranée*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- GUITARD, G. et RICOUP, J.: *La base de la série sédimentaire d'Amélie-les-Bains (Pyrénées orientales)*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- GUITARD, G.: *Les gneiss orillés granitisés (migmatisés) de la vallée de la Vall, massif de l'Albère*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- — *Les migmatites profondes du Canigou dans les gorges du Cadí à (près de l'ernet les Bains)*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A. y otro: *«Trionyx marini», tortuga nueva del macizo del Monte Perdido y de las zonas de cuevas inmediatas en el Pirineo central*. Inst. de «Estudios Pirenaicos». Zaragoza, 1946.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A.: *Nota sobre la cuenca carbonífera de Erill (Lérida)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 10, 69-87. 1942.
- HERNÁNDEZ SAMPELAYO, A. y otro: *«Trionyx marini», tortuga nueva del oligoceno leridano*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 13, 9-19. 1944.
- HUPE, P.: *A propos de l'age des migmatites des Pyrénées*. «C. R. Soc. Géol.», 3 y 4, 1957. «Bibliographie Française». Géologie, 1951.

- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Hojas geológicas a escala 1:50.000, núms. 249, Alquézar 1950; 247, Ayerbe 1950; 248, Apiés 1951; 209, Agüero 1954; 208, Uncastillo 1954; 210, Yebra de Basa 1954; 211, Boltaña 1958.
- JACOB, CH. et CASTERAS, M.: *Morphologie des Vallées Luchonnaises*. Extr. du «Bull. de la Soc. d'Histoire Naturelle de Toulouse», LVII, 1928.
- — *Observations sur lap artie orientale du versant nord des Pyrénées*. Extr. du «Bull. de la Soc. d'Histoires Naturelle de Toulouse», LVII, 1928.
- KARRENBERG, H.: *Biostratigraphische Studien in Koblenz der Westpytenäen*. Festschrift zum 60. Geburtstag von Hans Stille. Stuttgart, 1936.
- LAFFITTE, P.: *Le complexe paléo-volcanique de l'Albère et les roches grenues basiques et ultrabasiqes qu'il reforme*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- LAMARE, P.: *Tectonique du bord méridional du granite de Cauterets (Hautes-Pyrénées)*. Extr. «C. R. S. Académie des Sciences», Noviembre 1957.
- LANDWISK, VAN J. E. J. M.: *Some descriptive remarks about the petrography and structure of the Panticosa massif (Spanish Pyneenos)*. «Estudios Geológicos», vol. XVI, núm. 1, Madrid, mayo 1960.
- LAPPARENT, A. E.: *Algunos yacimientos de Dinosaurios en el Cretácico Superior de las cuencas de Tremp*. «Estudios Geológicos», 31-32, 377-382. Inst. «Lucas Mallada», 1957.
- — *Découverte d'un gisement d'oeufs du Dinosauriens dans le Crétacé supérieur du bassin de Tremp (province de Lérida, España)*. 1958. «C. R. CCXLII, 1878 y 1879». «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 53, primer trimestre, 1959.
- — *Découverte d'un gisement d'oeuf de Dinosauriens dans le Crétacé supérieur du bassin de Tremp*. Extr. des «C. R. de l'Académie des Sciences», 247, 1958.
- — *Position et age des bauxites du Pays de Fenouille (Pyrénées orientales)*. Extr. «C. R. S. de l'Académie des Sciences», 229, 1949.
- LAPPARENT, A. E. y otro: *Presencia de dinosaurios en el Cretácico superior de la cuenca del Trem*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 47, 1957.
- LAPPARENT, A. E. DE: *Observations géologiques sur la feuille Sallent au 50000^e (Pyrénées Aragonaises)*. Nota inédita, 1955.
- LIZBUR Y ROLDAN, J.: *Datos para la geología de la provincia de Lérida*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 19, 159-160. 1949.
- LOPEZ DE AZCOA, J. M.: *La industria neolítica en Cardona*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 5, 61-65. 1933.
- LYS, M. y SERRÉ, B.: *Contribution a la connaissance des microfauces du Paléozoïque*. «Rev. de l'Inst. Français du Pétrole», vol. XIII, Junio 1948.
- LLAMAS MADURGA, M. R.: *Los yesos de la cuenca del Ebro y su repercusión en los canales de regadío*. «Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», LVI, núm. 2, Sección Geología, Madrid 1958.

- LLAMAS, R.: *Los yesos de la cuenca del Ebro y su repercusión en los canales de regadío*. «Bol. S. E. de H. N.», t. LVI. Madrid, 1948.
- LLOPIS LLADÓ, N.: *Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los catalánides*. 372 págs., 2 map. Inst. «Lucas Mallada». Barcelona, 1947.
- *Los movimientos corticales intracuaternarios del NE. de España*. «Estudios Geológicos», núm. 3. C. S. I. C. Inst. «Lucas Mallada».
- *Sobre la tectónica del Paleozoico de la zona de Las Nogueras*. Extr. de «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 14. Madrid, 1945.
- *El relieve del alto valle de Aragón*. Rev. «Pirineos», t. III. Zaragoza, 1947.
- *Problemas tectónicos de la zona axial pirenaica*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.», t. LIX. Madrid, 1946.
- *Sobre la tectónica del Paleozoico de la zona de las Nogueras*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», Madrid, 1949.
- MALLADA, L.: *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca*. «Mem. Contr. Mapa Geol. de Esp.», t. XV. Madrid, 1878.
- MANGIS, J. PH.: *Hypothèses sur l'histoire nummulitique du domaine pyrénéen*. Dijon. 9 Université (Cahiers du Lab. de Géolog. III Cong. Inst. d'Étud. Pyr. Gerone). 1958.
- *La limite Crétacé-Tertiaire sur le versant Sud des Pyrénées occidentales*. Extr. «C. R. des Séances de l'Académie des Sciences». Paris, 1957.
- *Nota preliminar sobre las "Calizas con Alveolinas y Nummulites" de la vertiente sur de los Pirineos*. Extr. de «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 52. Madrid, 1958.
- *Note préliminaire sur les "calcaires à Alveolines et Nummulites" du versant Sud des Pyrénées*. Extr. «C. R. des Séances de l'Académie de Sciences». 1958.
- *Remarques sur le terme Paléocène et sur la limite Crétacé-Tertiaire*. Extr. du «C. R. S. des Séances de la Soc. Géologique de la France», 14. Paris, 1957.
- *Remarques sur l'orogénèse pyrénéenne pendant la période nummulitique*. Extr. «C. R. S. de l'Académie des Sciences». 246. 1958.
- *Observaciones sobre la orogénesis pirenaica durante el periodo nummulítico*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 51. Madrid, 1958.
- *Nota preliminar sobre la estratigrafía del Nummulítico de la región del Pirineo occidental (vertiente española)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 52. Madrid, 1958.
- *Données nouvelles sur le Nummulitique pyrénéen*. «C. R. S. des Sciences de la Soc. Géol. de France». Paris, 1959.
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. Explicación de la Hoja 289. Benabarre (Huesca-Lérida). Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1959.
- MARCEY RIBA, J.: *Los plegamientos variscos póstumos en el nordeste de España*. «Miscelánea Almera», pág. 141. Barcelona, 1945.

- MARÍN, A.: *La tectónica y los yacimientos minerales*. «Bol. del Inst. Geol. y Min. de Esp.». Madrid, 1944.
- MASACHS ALAVEDRA, V.: *Observaciones geomorfológicas en la Segarra*. C. S. I. C. Inst. Estudios Ilerdenses». Lérida, 1946.
- *Visión dinámica del clima de Cataluña e interpretación del régimen de sus ríos*. C. S. I. C. Estación de Estudios Pirenaicos. 1947.
- MELÉNDEZ B.: *Un atractites nuevo de Camarasa (Lérida)*. «Estudios Geológicos», Inst. de Inv. Geol. «Lucas Mallada». 11. Madrid, 1950.
- *Publicaciones extranjeras sobre geología de España*. C. S. I. C. Volumen IV, números XIX al XXV. 1948.
- MENÉNDEZ AMOR, J.: *Breve estudio crítico sobre la flora neógena de la Cerdeña ilerdense*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 50, fasc. 1.º. Madrid, 1958.
- *Algunas plantas fósiles permianas de la provincia de Lérida*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 28, 119-123. 1952.
- *Contribución al conocimiento de la flora Kimmeridgiense de Rubies y Santa María de Meya (Lérida)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 23, 33-42. 1951.
- MENÉNDEZ AMOR, J. y OTROS: *Microflora fósil de Bellver*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», del Inst. «José de Acosta», XLVI, núms. 1-2, páginas 69-85. Madrid, 1948.
- MICHEL, P.: *Quinze ans d'exploitation du gaz naturel à St. Marcet*. Extr. «Atti del Convegno di Milano». 1957.
- MINERÍA INDUSTRIAL PIRENAICA. S. A. Sep. del «Resumen de Actividades del Inst. Nacional de Industria». 1959.
- MIROUSE, R.: *Caractéristiques et valeur de l'espèce Goniatites Baylei Meymerie 1881*. Extr. «Bull. de la Soc. de Histoire Naturelle de Toulouse», 92. 1957.
- *Sur le "Grès rouge" des hautes vallées du Gave d'Aspe et de l'Aragon Subordan*. Extr. «C. R. S. de l'Académie des Sciences». 248. 1959.
- *Sur l'âge des andesites de la haute vallée du Gave d'Aspe (B. P.)*. «C. R. S. de la Soc. Géol. de France». Paris, 1949.
- *Extension du Devonien supérieur dans les hautes vallées d'Ossau et d'Aspe (P. P.)*. «C. R. S. de la Soc. Géol. de France», fasc. 2. 1960.
- *La edad de los accidentes del valle alto del Torrente de Aspe (Pirineos Bajos)*. «N. y C. del Inst. Geol. y Min. de España», número 55, 1959.
- *La "arenisca roja" de los valles altos del torrente de Aspe y del Aragón*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 55. 1959.
- *La serie devono-carbonifera dans la haute vallée du Gave de Brouzet (B. P.)*. «C. R. S. de la Soc. Géol. de France», núm. 1. 1960.
- *Extension et relations des séries permienes sur la feuille d'Urdos au 80.000^e*. «Bull. de la Carte Géologique de la France», núm. 157, t. LVI. 1958.
- MISCU, P.: *Geologie des Sudpyrenaen*. «Ges. Wiass. Güttingen. Matt. Phys. Kl.», t. III, núm. 12, Berlin, 1934.
- MOYTORIOL PONS, J.: *Sobre una forma periglacial descubierta en el ma-*

- «Zona del Vallibierna (Pirineo central). «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 55, 1959.
- NUSSEBAUM, F.: *Observations morphologiques de la région de la Noguera Pallares*. «Pirineos», 1956.
- *Sur les traces des glaciers quaternaires dans la région de l'Aragon*. «Pirineos», núms. 13-14. Zaragoza, 1949.
- PANNEKOEK, A. J.: *La sedimentación alrededor de cadenas montañosas con ejemplos del norte de España*. Sep. «Geographica». Zaragoza, 1959.
- RAGUIN, E. et DESFOMBES, J. P.: *Massif granitiques du Lys-Calillaouas dans la Haute-Garonne*. «Bull. Soc. Géol.», 18, 1948; 1-2-3. «Bibliographie Française». Géologie, Paris, 1957.
- RAT, P.: *Présentation Géologique du versant Cantabrique, entre Pyrénées et Asturias*. Actas del III Congr. Intern. de Estud. Pirenaicos. Gerona, 1958.
- RESULTADOS de las campañas del mapa geológico de la provincia de Lérida de 1943 a 1945. C. S. I. C., del Inst. «Estudios Ilerdenses». Lérida, 1945.
- REUNIONES Y EXCURSIONES geológicas en el Pirineo oriental. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 53, 1959.
- REVILLA, J. DE LA y RÍOS, J. M.: *Notas paleontológico-estratigráficas*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 43, 1957.
- RÍOS, J. M.: *Algunas arenas especiales de las zonas subpirenaicas y de la cuenca del Ebro*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 58, 1960.
- *Análisis estratigráfico y tectónico de una parte del valle del Segre en la provincia de Lérida (zona de Colle da Nargó)*. Sep. del Bol. Geol. y Min. de Esp., LXIII, 1951.
- *Excursión a las sierras subpirenaicas marginales de Lérida*. S. I. mecanografiado.
- *Excursion organisée dans les sierras subpyrénéennes marginales de la province de Lérida*. Cinquième cahier de Compte-Rendu des Reunion Geologiques, 1952.
- *Rectificación a la serie estratigráfica de las sierras de Turp y Aubens en el valle del Segre (provincia de Lérida)*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 28, 113-118, 1952.
- *Réunion extraordinaire en Espagne (région de Tramp)*. «C. R. de l'excursion organisée dans les Sierras subpyrénéennes marginales de la province de Lérida». 1952.
- RÍOS GARCÍA, J. M.ª y otro: *Tercera jornada: la Seu d'Urgel-Artosa de Sagre-Tremp*. Sabadell. III Congreso Internacional de Paleontología.
- RÍOS, J. M.ª, ALMELA, A. y GARRIDO, J.: *Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núms. 13, 14 y 16.
- RÍOS, J. M.ª: *Algunas consideraciones acerca del enjuiciamiento del valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 53, Madrid, 1959.
- *Memorias acerca de la organización y resultados logrados en los campamentos para prácticas de geología*. Primer campamento, 1955.

- «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 40; segundo campamento, 1956. Idem, núm. 45; tercer campamento, 1957. Idem número 49; cuarto campamento, 1958. Idem, núm. 52; quinto campamento, 1959. Idem, núm. 56.
- *Relación de los principales sondeos para investigación de petróleos llevados a cabo en España desde 1939*. Primera aportación en «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 50, Madrid, 1958. Segunda aportación, Idem, núm. 59, Madrid, 1960.
- ROCH, E.: *Le Barremien du NW. et du SE. de la France*. Extr. du «C. R. Sommaire des Séances de la Soc. Géol. de France», 1958.
- ROTTEK, M. G.: *Nota preliminar sobre la geología de los Pirineos de la provincia de Huesca*. «Estudios Geológicos», núm. 25, Madrid, 1955.
- SÁENZ GARCÍA, C.: *Datos para el estudio de la paleogeografía del Jurásico superior y del Cretáceo inferior en el NE de España*. Asesoría geológica de Obras públicas. XVIII Congreso Geológico Internacional de Londres, 1948.
- *Estructura general de la cuenca del Ebro*. «Estudios Geográficos», núm. 7.
- SCHMIDT, H.: *Das Paläozoikum der spanischen Pyrenäen*. «Abh. Gess. Wiss. Gottenger Math.-Phys. Kl.», III, F. 5, Berlin, 1931.
- SEANCE A PERPIGNAN «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- SILZEN, G.: *Geologie der Südpyräenäischen Sierrren in Oberaragonien*. «N. J. S. M. P. U. G.», 1, 71, Berlin, 1934.
- SITTER, L. U. DE: *Corte geológico a través de los Pirineos centrales*. «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 46, 1957.
- SITTER, L. U. DE and ZWART, H. J.: *Geological Map of the Paleozoic of the Central Pyrenees*. «Leidsche Geol. Medelingen, Deel», 22, Blz. 351-418.
- SITTER, L. U. DE: *The structure of the axial zone of the Pyrenees in the province of Lérida*. «Estudios Geológicos», vol. XV, 1959.
- *Nota previa sobre la constitución geológica de los Pirineos centrales*. «Estudios Geológicos», núm. 20.
- SNOEP, J. P.: *Stratigraphy and structural geology of the district West of the Marimón Granite, Valle de Arán*. «Overdruk uit Leidsche Geologische Medelingen», Deel. 21, Af. 2.
- SOLÉ SABARÍS y otros: *Elementos estructurales de la zona axial en el Alto Ribagorzana*. «Bol. Real Soc. Esp. de Hist. Nat.», LVI, 1958. Act. du II Congrès d'Études Pyrénées, 2, Toulouse, 1956.
- *Segunda jornada Puigcerdá, La Seu d'Urgell*. Sabadell. III Cursillo Internacional de Paleontología.
- SOLÉ SABARÍS, L. y otro: *Sobre la tectónica del alto valle del Sagre*. C. S. I. C. «Estudios Geológicos», 6, del Inst. «Lucas Mallada».
- SUR LA PRESENCE DU JURASSIQUE SUPÉRIEUR et du Néocomien dans les Pyrénées orientales françaises. Extr. du «Bull. de la Soc. d'Hist. Nat. de Toulouse», 92, 1957.
- TALENS, J.: *Descubrimiento de Dinosaurios en Tremp (Lérida)*. «Estudios Geológicos», Inst. Inv. Geol. «Lucas Mallada», XII, 1955.
- TEIXEIRA, C.: *La flore fossile des calcaires lithographiques de Santa Ma-*

- rita de Meya (Lérida, España)*. «Bol. Soc. Geol. de Portugal», de la Sociedad Geológica de Portugal, XI, 139-148. Porto, Portugal, 1954.
- — *La flore fossile des calcaires lithographiques de Santa Maria de Meyá (Lérida, España)*. Soc. Geol. de Portugal. Sep. del vol. X. Oporto, 1954.
- THIEBAUT, J.: *Au sujet de travaux récents sur le massif des Trois Seigneurs (Ariège)*. «C. R. S. de Séances de la Soc. Géol. de France» 13. Paris.
- — *Observations géologiques sur le massif de la forêt de Castillon (Ariège)*. «C. R. S. des Séances de la Soc. Géol. de France», 3. 1950.
- TRIAS: *Le ... d'Amélie-les-Bains (Pyrénées Orientales)*. Extr. «Bull. de la Soc. d'Histoire Naturelle de Toulouse», 85. 1950.
- TRUYOL, SANTONJA, J.: *Los mamíferos fósiles de la colección Palet y Barba*. Extr. de «Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», 50.
- VAN ALPHEN, G. J.: *Structural feature round las Bordas, Valle de Arán, Central Pyrénées*. «Overdruk uit Leidse Geologische Medelingen», Deel 21, Afl. 2. 1956.
- VIA, L.: *Plagiolophus Wetherelli Bell, branquiuro típicamente ypresiese en el Eoceno subpirenaico de Cataluña*. Sep. de «Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y Superior de Agricultura y de los Servicios Técnicos de Agricultura», VIII. 1949.
- VILLALTA, J. F.: *Le Néogène de l'Ampurdan*. «Bull. de la Soc. Géol. de France», 8, 6^e série.
- VIRGILI, C.: *Estratigrafía del Triásico del Pirineo oriental*. Actas del III Congreso Internacional de Estudios Pirenaicos. 1958.
- VITEAU, P.: *Toponymie de l'Ariège*. «Pirineos», 43-6. Zaragoza, 1957.
- ZANVLIET, J.: *The Geology of the Upper Salat and Palla resa Valleys, Central Pyrenees, France/Spain*. Leiden. 127 pág.
- ZIEGLER WILLI: *Conodonten aus Devon und Karbon Südwesteuropas und Bemerkungen zur bretonischen Faltung*. «N. Jahrbuch f. Geologie u. Palaontologie, Monatsfte», 1959.
- WILLI ZIEGLER: *Conodontes aus Devon und Karbon Südwesteuropas*.
- ZWARTH, J.: *La faille de Mérens dans les Pyrénées ariégeoises*. «Bull. Soc. Géol. de France», 8, 6^e série. 1958.
- — *On the occurrence of chloritoid in the Pyrénées*. Geologie en Muntbouw. 1959.
- — *Geological Map of the Paleozoic of the Central Pyrenees*. Leidse. Geol. Medelingen.

Noticias

Reunión de la Asociación Internacional de Hidrología Científica.

Con motivo de la Asamblea de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica celebrada en Helsinki de 25 de julio a 6 de agosto, tuvo lugar la correspondiente reunión de la Asociación Internacional de Hidrología Científica.

Esta Asociación está integrada por la *Comisión de nieves y heleros*, en la que se presentaron 77 comunicaciones, agrupadas en: Heleros de mares y lagos, Acumulación de nieve y ablación, Estudios generales de heleros (glaciometeorología), Influencia del clima sobre los heleros, medida de los heleros, Movimiento de los heleros, junto con un Coloquio de glaciología antártica, al que se aportaron 27 trabajos. Comisión de *Aguas superficiales*, compuesta por Desagües de base y sequiajes, con 36 comunicaciones; Las rias, con 20; Escorrentías de coberturas con nieve, con 6, y en un grupo de varios se incluyeron 21 comunicaciones. La Comisión de *Evaporaciones*, 13; la de *Instrumentos de medida*, 3, y el mismo número de la *Substancias disueltas*.

La Comisión que despertó mayor interés fue la de *Aguas subterráneas*, la cual organizó una exposición de cartografía de aguas subterráneas y contó con 54 comunicaciones, que fueron las siguientes:

Subsección de Infiltración salina:

J. De Jong (Pays-Bas): *The Course of the desalinisation of the groundwater after the February 1953 flooding by sea-water of the «Oranjezon» dune area, isle of Walcheren Netherlands.*

M. Jacobs and S. Schmorak (Israel): *Salt Water Encroachment in the Coastal Plain of Israel.*

J. Mink (U. S. A.): *Flow Geochemical Aspects of Sea Water Intrusion in an Island Aquifer.*

F. A. Kohout (U. S. A.): *Flow Pattern of Fresh and Salt Water in the Biscayne Aquifer of the Miami Area, Florida.*

U. Bardelli (Italia): *New System of pumping underground fresh water afloat upon sea-water in porous formation.*

D. K. Todd (U. S. A.): *Salt water Intrusion of Coastal Aquifers in the United States.*

A. E. Scheidegger (Canadá): *Underground Dispersion of Miscible Liquids.*

F. N. Fisher (U. S. A.): *Qualitative hydrodynamics within an oceanic island.*

H. R. Henry (U. S. A.): *Salt Intrusion into Coastal Aquifers.*

H. Schoeller: *Salinité des eaux souterraines, évapotranspiration et alimentation des nappes.*

Técnicas de evaluación de reservas:

H. E. Skibitzke (U. S. A.): *Electronic computers as an aid to the analysis of Hydrologic problems.*

P. Pouchan (France): *Apport des méthodes hydrogéologiques à l'interprétation géologique des terrains.*

P. E. La Moreaux and W. J. Powel (U. S. A.): *Stratigraphic and structural guides to the Development of Water Wells and Well Fields in a Limestone Terrance.*

J. Lorenz (Tchécoslovaquie): *L'évaluation graphique des résultats du pompage dans les nappes aquifères à surface libre.*

K. Ubell (Hongrie): *Détermination and representation of characteristic data for groundwater household.*

Mapas de aguas subterráneas:

Stretta (UNESCO): *La carte des Zones Arides comme document préliminaire à l'étude des eaux souterraines et l'établissement des cartes hydrogéologiques.*

N. A. De Ridder (Pays-Bas): *Recherches hydro-géologiques aux Pays-Bas.*

W. C. Visser (Pays-Bas): *L'aperçu agro-hidrologique des Pays-Bas.*

A. Wiecekowska (Pologne): *Zones Géographiques des eaux phréatiques.*

T. Celmer (Pologne): *Types of Ground Water Appearing in the Areas the Post-Glacial Lowland in Poland in a detailed hydrogeographical Mapping.*

P. Russo (France): *Méthodes par l'établissement des cartes hydrogéologiques.*

H. Karrenbger (Allemagne): *Die Hydrogeographische Karte 1:100.000 von Nordrhein, Westfalen.*

J. Margat (Maroc): *Présentation des cartes hydrochimiques du Maroc.*

L. Moullard et R. Hazan (Maroc): *Plaine de Berrechid. Etude de la nappe phréatique.*

R. Ambroggi et J. Margat: *Légende générale des cartes hydrogéologiques du Maroc.*

M. E. Altovskiy and N. A. Marinov (U. R. S. S.): *Method of compiling hydrological Maps in Scales 1:1.000.000 1.500.000 -- 1.200.000 and 1:500.000.*

V. I. Dukhanina, N. A. Marinov and M. V. Churinov (U. R. S. S.): *Main principles and Methods of Compiling Survey (small scale). Hydrogeological maps of U. R. S. S.*

B. F. Mavritskiy (U. R. S. S.): *Types of Hydrogeological Maps Compiled during investigation of Artesian Basins of platform-type.*

V. G. Tkachuk and E. V. Pinneker (U. R. S. S.): *Areal Hydrological Mapping of some parts of the East Siberia.*

G. Laclavere: *Considération sur la réalisation des cartes hydrogéologiques.*

M. Gulinek: *Cartes des Eaux Souterraines en Belgique.*

Indicadores radiactivos:

S. Mander (Israel): *Hydrogeological Field Work with Radioactive tracers in Israel up to May 1960.*

C. Carlston, L. E. Thatcher and E. C. Rhodehamel (U. S. A.): *Tritium as a Hydrologic Tool. The Warton tract Study.*

H. E. Skibitzke (U. S. A.): *Radioisotopes in the Laboratory for Studying Ground Water Flow.*

J. A. Cacosta and R. R. Bennet (U. S. A.): *The pattern of Flow in the Vicinity of a recharging and discharging pair of wells in an aquifer having parallel Flow.*

R. Brinkmann, K. O. Münnich and J. C. Vogel (Allmemagne): *C¹⁴ Age Determination of Deep Ground Waters.*

F. Neumaier: *Erfahrungen bei der Anwendung radioaktiver Isotope in der Hydrologie.*

H. Moser: *Nachweisempfindlichkeit und Nachweisgrenze radioaktiver Isotope in der Hydrologie.*

Contaminación por elementos radiactivos:

J. Bourrier (France): *Méthode d'Etude de la contamination des sols en place par les radionucléides.*

J. A. Lieberman and W. S. Simpson (U. S. A.): *Practices and Problems in disposal of radioactive wastes into the ground.*

Diversos:

J. C. Schofield (New Zealand): *Relation of Climatic Factors and Ground-Water Fluctuations at Ruakura New-Zeland.*

A. B. Biswas (Indes): *Studies on the seasonal Fluctuations of water level and seasonal changes in Chemical quality of Ground-water in the deH-Gurgaon región, Punjab and Delhi-States.*

B. Blagojevic (Yugoslavia): *Possibility of permanente observations of some elements in the domain of soil Hydrology.*

Se apreció en esta última subsección, un aumento con relación a la Asamblea Toronto, de los estudios referentes a la aplicación de los indicadores radiactivos a los problemas de aguas subterráneas, incluyendo el aragante tema de la datación de las aguas subterráneas, el cual permite realizar investigaciones muy interesantes sobre la velocidad de profundización y circulación de las aguas.

No hay duda de que tanto para el hidrólogo, como para el minero, tienen fundamental importancia los problemas de contaminación de las aguas subterráneas por los radionucléidos, por ello se creó la subcomisión correspondiente, espero que los temas tratados en la misma, tengan mayor importancia cada día.

Las reuniones del Consejo de la Sociedad, celebradas los días 1 y 4 de agosto, asistió como miembro representante de España, el Delegado del Instituto Geológico, acordándose lo siguiente:

Activar la publicación de la Bibliografía Hidrológica de cada país, de España están publicados dos fascículos: el primero comprende los años 1940 a 50, y el segundo los años 1951 y 52, el país que la tiene más adelantada es el Canadá, que y publicó la bibliografía correspondiente al año 1958, aconsejando a las Comisiones Nacionales remitan 400 ejemplares a la Secretaría General de la Sociedad. Oponerse a la creación de una Comisión de Hidrología dentro de la W. M. O., ofreciendo la cooperación de la Asociación a dicha organización mundial, la cual podría contar como observador con algunos miembros de la Asociación. Dada la carestía de las publicaciones y aumento del número de comunicaciones que se presentan en las Asambleas internacionales, se acordó reducir el número de las que se van a publicar, las cuales serán por países y función de las publicadas en los últimos años. Se pidió un aumento de las investigaciones dentro de cada país, en la variación de los niveles de los pozos profundos. También se destacó la importancia del aumento de publicación de la cartografía de aguas subterráneas aconsejando que para la próxima Asamblea, puedan todos los países presentar cartografía de este campo. Por último, en la designación de miembros de las subcomisiones, se acordó que en la de Aguas subterráneas, figurase como vocal el representante del Instituto Geológico, por la importancia que estas tienen en España.—L. de A.

XXXI Sesión del Congreso Geológico Internacional celebrada en Copenhague.

Durante los días 16 al 25 de agosto han tenido lugar en Copenhague las reuniones de la XXI Sesión del Congreso Geológico Internacional, organizado por los Países Nórdicos, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia.

La concurrencia de geólogos a este Congreso es cada vez mayor, y como al mismo tiempo el progreso de la ciencia obliga a descomponer cada vez más las distintas ramas de las ciencias geológicas, ello trae como consecuencia una mayor complejidad y dificultad en la organización de esta clase de reuniones.

En efecto, en esta Sesión ha sido necesario elevar el número de las secciones a 21, y en ellas se han tratado, en más de 600 comunicaciones, los siguientes temas: Ciclos geoquímicos; Resultados geológicos de la Geoquímica y Geofísica aplicadas; Determinación de la edad absoluta pre-cuaternaria; Cronología y climatología del Cuaternario; El límite Cretáceo Terciario; Micropaleontología pre-cuaternaria; Estratigrafía y correlaciones del Ordovicense y el Siluriano; Estratigrafía del Precámbrico superior y Cámbrico; Estratigrafía y correlaciones del Precámbrico; Geología submarina; Problemas regionales y estructurales en la geología del petróleo; Paleogeografía regional; Provincias petrográficas y rocas ígneas y metamórficas; El problema del granito gneís; Problemas genéticos de los depósitos de uranio y torio; Problemas genéticos de los minerales; Minerales y génesis de la pegmatitas; Estructura de la cor-

teza terrestre y deformación de las rocas; Orogenia caledoniana; Geología aplicada, y Temas varios.

Además se han reunido en varias sesiones las ocho Comisiones del Congreso; de la corteza terrestre, mapa geológico de Europa, mapa geológico del mundo, del Sistema de Gondwana, de los meteoritos, estratigrafía, estudio de las arcillas y servicio de resúmenes geológicos; sin contar las reuniones que han celebrado las distintas asociaciones internacionales.

Independientemente de estas sesiones de trabajo, se reunió varias veces el Consejo, constituido por todos los Delegados y la Mesa, integrada por los Jefes de las Delegaciones de los 79 países representados.

En estas reuniones se trató, como temas fundamentales, de la creación de una Unión Internacional de Geología de la modificación del sistema de voto, y de la sede del próximo Congreso.

Respecto al primer tema, después de discutir las relaciones entre la Unión y el Congreso, se aprobó en principio la creación de la Unión y se designó una comisión que estudiara su reglamentación y la propusiera en el próximo Congreso.

Por lo que se refiere al sistema de votación, se tomó el acuerdo de que el Comité Organizador se pusiera en contacto con las Comisiones Nacionales de los diferentes países, para que éstas dieran la relación de las Entidades que debían ser invitadas para el próximo Congreso, y que el Consejo estuviera constituido por los representantes de dichas Entidades, pero que para las votaciones, cada organismo tuviera un solo voto.

Finalmente, como sede para el próximo Congreso en 1964, se recibieron dos invitaciones, una de la India y otra de Nueva Zelanda, y después de amplia deliberación se aceptó por gran mayoría de votos, la invitación de la India.

Como nota interesante conviene señalar que en las reuniones de la Comisión del Mapa Geológico, se ha presentado la maqueta del Mapa tectónico de Europa a escala 1:2.500.000, confeccionado según los acuerdos recaídos en las reuniones celebradas en París y Moscú, con la colaboración de las diferentes naciones que lo integran.

Como noticia que consideramos debe hacerse destacar, conviene consignar que durante el Congreso se celebraron varias reuniones de las naciones de habla española para tratar de la uniformización del léxico geológico, cuestión que fue iniciada por México en el Congreso que se celebró allí en el año 1956.

La Delegación española expuso la labor realizada por los geólogos españoles y los diferentes tomos publicados como ensayo.

La Delegación mejicana propuso que, en vista de la labor realizada por España, se encomendase a ésta la misión de recopilar, revisar y coordinar las fichas que fueran enviando los distintos países. Este acuerdo fue adoptado unánimemente por todos los países americanos asistentes, con la abstención de España. En todo caso, ésta es una resolución que nos honra y que ha de constituir un lazo más que nos une a la América Española.

Como consecuencia de este acuerdo, el Comité de Méjico enviará a la Comisión Nacional de Geología los antecedentes y ficheros que posee sobre esta materia.

Antes y después de las reuniones del Congreso, se han realizado excursiones geológicas y mineras sumamente interesantes para los españoles, porque han permitido tomar contacto con problemas que en España no están ampliamente representados, y, que por consiguiente, su estudio es más difícil en nuestro suelo.—A. A.

Yacimientos de cobre en Chile.

Parece ser que se han descubierto unos yacimientos de cobre de considerable riqueza en el Departamento de Iquique, los cuales están en periodo de investigación.

La industria de la energía nuclear.

Concordante con las manifestaciones que se hicieron con ocasión de la reciente Conferencia Mundial de la Energía celebrada en Madrid se aprecia en la Prensa de diversos países una crisis en los planes de la energía nuclear en cuanto se refiere a la expansión de la energía nuclear eléctrica.

Coincidente con este fenómeno, se ha presentado la superproducción de uranio, al cesar la constitución de reservas, tanto para fines estartégicos como para el consumo civil. También se aprecia una posible utilización con mayor rendimiento de las energías a partir de los combustibles tradicionales, sea carbón sea petróleo, del cual aumentaron últimamente las reservas de una manera considerable. Otra causa de la reducción de los programas es que se opina que hasta el año 1970 no podrá competir el kilowatio nuclear con el convencional.

La producción petrolífera mundial.

La producción petrolífera mundial ha pasado de 770 millones de toneladas en 1955 a 977 millones en 1959, siendo los tres primeros productores Estados Unidos, con el 35 por 100; Venezuela, con el 15 por 100 y Unión Soviética, con el 13 por 100.

En esta evolución de la producción petrolífera, destaca Africa con un incremento durante el pasado año de 117 por 100, debido principalmente a los nuevos yacimientos de Sahara y Nigeria.

Se prorroga la reserva a favor del Estado en una zona de la Caldera de Taburiente (Tenerife).

Por Orden del Ministerio de Industria del 16 de septiembre se ha resuelto prorrogar la reserva a favor del Estado de los yacimientos de

toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos y las rocas bituminosas, en una zona de la Caldera de Taburiente, de la isla de La Palma (Tenerife), en los propios términos que se indicaban en la Orden estableciendo la misma.

Esta prórroga entrará en vigor a partir de la fecha del vencimiento de la reserva en cuestión, teniendo validez por dos años, salvo que antes de este plazo haya sido prorrogada nuevamente en forma explícita o transformada en reserva definitiva.

Orden por la que se levanta la reserva provisional del termino municipal de Segura de León, provincia de Badajoz.

Por orden del Ministerio de Industria del 16 de julio se levanta la reserva provisional a favor del Estado, acordada por Orden ministerial de 20 de noviembre de 1958, denominada «Badajoz Primera», del término municipal de Segura de León, de la provincia de Badajoz, cuya designación fue publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de fecha 18 de diciembre de 1958.

El petróleo italiano.

La producción italiana de petróleo durante el año 1959 fue de 1,8 millones de toneladas, de las cuales 1,4 millones proceden de los pozos que en Sicilia tiene la filial de la «Gulf Oil Co».

Se espera que pronto sea Libia una de las principales zonas productoras del mundo, esperándose se puedan lograr en el próximo año de 1961 la cantidad de 18 millones de toneladas de crudos.

Italia figura también entre los exportadores de productos petrolíferos según las estadísticas de 1959, éstas fueron de 1.550.000 toneladas de gasolina, 240.000 de crudos petrolíferos, 2.200.000 de «gasoil», 3.200.000 de mazut y 120.000 de alquitrán y otros productos bituminosos.

Los combustibles nucleares italianos.

Se ha constituido en Italia la entidad «Italon», su fin primordial es la producción de combustibles nucleares a base de uranio y de torio. Esta entidad no piensa montar de momento ningún establecimiento mineralúrgico y se limitará a otorgar licencias para la producción de concentrados de minerales nucleares, así como ceder normas y personal técnico.

Exportación de minerales a Austria.

Según el acuerdo comercial Hispano-Austríaco de 17 de junio del año en curso, se autoriza con el núm. 8, la exportación de óxido rojo de hierro molido por valor de 40.000 dólares.

Exportación minera metalúrgica a Hungría.

Según el canje de notas de 4 de junio último entre Hungría y España se autorizan las siguientes exportaciones:

	Dólares
11 minerales de hierro	130.000
12 dióxido de titanio	250.000
13 óxido de hierro rojo	30.000
14 Magnesita sinterizada	50.000
28 pirritas	P. M.
29 aleaciones de hierro (ferro, silicio, etc.)	50.000
30 metales y minerales no féreos	50.000

Principales partidas mineralúrgicas exportadas en el 1.º semestre de 1960.

Productos	Kg.	Ptas. papel
Fundición de hierro en lingotes	117.440.414	331.403.400
Aceites minerales	181.154.486	268.986.572
Mineral de hierro	623.838.087	250.815.603
Aceites minerales para quemar	175.354.551	222.385.674
Acero en masas y tochos de hierro	40.036.071	197.560.800
Cloruro potásico	114.233.702	186.748.065
Mercurio	532.402	175.914.859
Pirritas de hierro	260.384.131	131.197.799
Blenda	36.385.175	109.655.891
Aluminio en lingotes	3.950.459	109.218.480
Plomo en galápagos	7.928.523	93.216.778

Reducción de derechos de exportación de productos mineralúrgicos.

Por Decreto de la Presidencia del Gobierno, de 21 de julio último, los derechos transitorios de exportación por toneladas quedan reducidos a las cantidades que figuran a continuación, ordenadas en P. b.:

Partida. 1; artículo, blenda recién; derechos ptas. M/C., 230. Partida. 2; artículo, minerales de hierro; derechos ptas. M/C., 10. Partida. 13; artículo, potasa (valorada en K_2O); derechos ptas. M/C., 200

Symposium de Geoquímica.

El día 25 de julio se celebró en Helsinki, patrocinado por las Asociaciones Internacional de Vulcanología y de Sismología y Física del Interior de la Tierra un symposium de Geoquímica.

Los temas tratados fueron Geología Isotópica por la mañana y Petrología Teórica y Experimental por la tarde.

Las comunicaciones presentadas sobre ambos temas fueron:

Samuel Epstein: Isótopos del oxígeno en la naturaleza.

F. G. Houtermans: Variaciones de la abundancia isotópica del osmio común de origen meteorítico y terrestre.

R. D. Russel y R. M. Farquhar: Isótopos del plomo y el origen de los minerales de plomo.

V. Caglioti, C. Bettinatti, A. Giardini y A. Mele: Abundancia isotópica de algunos criaderos de azufre nativo y minerales de azufre.

Paul W. Gast: Variaciones de la abundancia isotópica del S^{32} .

R. N. Clayton y H. L. James: Fraccionamiento isotópico del oxígeno en las formaciones metamórficas de hierro, de la región del Lago Superior.

H. N. A. Priem y A. J. H. Boerboom: Programa de Geología Isotópica en Holanda.

Hugh Taylor y Samuel Epstein: Isótopos del oxígeno en minerales y silicatos comunes.

L. Samuel Epstein y Carlos Benson: Relaciones O^{18}/O^{16} en los hielos de Groenlandia.

L. Letolle: Primeras observaciones sobre la relación K^{39}/K^{41} en las rocas.

F. R. Boyd: Fase en equilibrio a presiones encima de 90.000 bars y 1.600° C.

X. I. Khitarov: Acerca del agua y magma basáltico.

O. F. Tuttle y P. J. Wyllie: Sistemas carbonatados.

J. Wyart y G. Sabatier: Origen de los vidrios graníticos y su cristalización.

G. Kullerud: Equilibrio de fase en los sistemas sulfurosos.

Karl K. Turekian: La distribución del Sr, Co, Ni y Cr en las rocas basálticas.

Resumen de las conclusiones adoptadas en Helsinki en la XII Asamblea General de la U. G. G. I.

Publicaciones. La responsabilidad del contenido científico de las publicaciones es de las asociaciones encuadradas en la unión, y de ésta la uniformidad de prestación.

Bibliografía. Expresar la satisfacción con que se ha visto aumentar el número de resúmenes en las cuatro lenguas: español, francés, inglés y ruso.

Felicitar por el aumento alcanzado en los Resúmenes Meteorológicos y Geofísicos y de la posibilidad de un aumento paralelo de los Resúmenes Geológicos Internacionales, con los que se completarán en inglés las bibliografías conexas a la Geofísica.

Velocidad de la luz.—Estandarizar la fórmula, para el cálculo de la velocidad de propagación de la luz en el vacío, con el fin de unificar los cálculos del índice de refracción, destinado a la medida electrónica de distancias.

Metrología.—Respetar en el campo de la Geofísica todas las reglas internacionales de la metrología.

Las altitudes de los satélites y de los cohetes se deben dar en kilómetros y no en millas y las de los globos o aviones deben darse en metros o en kilómetros y no en pies.

Latitudes. Se recomienda un incremento de actividades en el Servicio Internacional de Latitudes (I.L.S.), así como la publicación de todos los datos, reducción a un sistema uniforme y establecimiento de un criterio uniforme de precisión de las observaciones.

Batimetría. Se insiste en ser de necesidad urgente el mapa topográfico del fondo de los océanos.

Océano-Tierra.—Se acordó la creación de un grupo especial de estudios encargado de los cambios que pueden influir en las posiciones relativas de los océanos y la tierra firme.

Meteorología.—Recomiendan se pueda disponer de los siguientes datos de todos los países: a) Observaciones del ozono atmosférico. b) Observaciones de los componentes de la radiación. c) Ciertos datos del análisis químico de la atmósfera y agua de lluvia. d) Ciertas observaciones de la radiactividad de la atmósfera y del agua de lluvia. e) Observaciones aerológicas en la atmósfera superior, temperaturas y humedades obtenidos con los sondeos aerológicos.

Luna.—Dada la considerable importancia de los estudios sobre la luna en las investigaciones geofísicas, se recomienda el estudio de las influencias lunares en los diversos dominios de las ciencias de la tierra.

Latitudes elevadas.—Se recomienda que todas las observaciones de observatorios polares, se publiquen resumidas mensualmente, como las de Alaska.

Morfología. Preparar un symposium, orientado al estudio de la dinámica y de la morfología de los litorales marinos.

Vulcanología.—Recomienda la codificación de reglas de protección contra las erupciones volcánicas.

Propone la publicación de un Boletín de erupciones volcánicas como suplemento del Catálogo de volcanes activos.

Sismología.—Dada la importancia de los fenómenos sísmicos en América del Sur y principalmente en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, se propone el incremento de los estudios sísmológicos en estos países y la creación de los observatorios necesarios.

Geoquímica.—Se da por creado el Comité de problemas geoquímicos, en el cual se encuadran la geocronología y la datación por el radio carbono.

Maremotos. Dado que los maremotos causan cuantiosas pérdidas de

vida y gastos materiales, se recomienda, que los sistemas de alerta sean extendidos alrededor del Pacífico. Así como a la Costa Atlántica de Europa (Portugal en Particular), a Maruecos y al Mediterráneo.

Codificación de las reglas de protección contra erupciones volcánicas.

De acuerdo con el simposium celebrado en París, se ha propuesto nuevamente en la reunión de Helsinki de la U. I. G. G. que se distingan las siguientes fases, con el fin de lograr una organización eficaz de la protección.

- 1.^a Fase preliminar, estudio y vigilancia.
- 2.^a Fase de alerta.
- 3.^a Fase de evacuación.
- 4.^a Fase de vigilancia y control de la erupción.
- 5.^a Fase de retorno a la calma y fin de la alerta.

En cada una de estas fases es preciso que el servicio vulcanológico esté completamente informado y puesto en relación con la autoridad administrativa, para tomar las oportunas medidas.

Symposium de volcanes y plutones.

El día 3 de agosto, se celebró en Helsinki, patrocinado por la Asociación de Vulcanología, de la U. I. G. G., un symposium de volcanes y plutones, en el que se presentaron las comunicaciones siguientes:

M. H. P. Bott: *Significaciones geológica y geofísica de las anomalías negativas de la gravedad sobre los granitos.*

G. D. Afanassiev: *Ejemplo de plutonismo y vulcanismo en el magmatismo Mesozoico del Cáucaso.*

G. P. Bagdasarian: *Tezharsk complejo alcalino.*

E. K. Ustiev: *Asociaciones vulcano plutónicas del Okhotsk Belt en el conocimiento de los problemas de magmatismo-metasomático.*

G. M. Zaridze y N. Th. Tatrishvili: *Procesos de asimilación abisal y metasomatismos tardíos durante la formación de las formaciones volcánicas del cretáceo superior del S. E. de Georgia.*

C. Oftedal: *Comagmaticas, rocas vulcánicas y plutónicas de la región de Oslo y la formación de su magma.*

L. R. Wager: *Acumulados ígneos de la erupción de 1902 de la Soufriere, St. Vincent.*

S. I. Tomkeiev: *Lavas terciarias británicas.*

A. E. Svatlovsky: *Etapas en la historia tecto-volcánica de Kamchatka y Problemas actuales en las investigaciones paleovolcánicas.*

K. C. Shirinian: *Tobas volcánicas y lavas tobas de Armenia.*

G. S. Dzotsenidze y N. I. Skhirtladze: *El desarrollo del vulcanismo efusivo en relación con la historia geotectónica de Georgia.*

C. B. Slawson: *La kimberlita como conducción portadora de diamantes.*

J. G. Best: *Algunos basaltos volcánicos cenozoicos en North Queensland.*

L. Glangeaud: *Problemas fundamentales entre plutones y volcanes y su relación con la estructura de la corteza terrestre.*

Helmut G. F. Winkler: *La génesis del granito y de las migmatitas por anatexis experimental.*

Michel Gravelle: *Ejemplos de relación entre granitos y rocas volcánicas u hipovolcánicas ácidas en el precambriano de Silet (Sahara central).*

Jean Rémy: *Las manifestaciones eruptivas del Sur-Este del Amador en Ahaggar.*

J. P. von Eller: *Desarrollo subvolcánico y volcánico de un granito hercínico de los Vosgos Septentrionales; Los granitos de Kagenfeles.*

Bernard Gèze: *Relaciones entre volcanes y plutones en la Montaña Negra; Los Causses y el Bas-Languedoc (Sur de Francia.)*

P. Bordet: *Relación entre las diferentes especies de rocas volcánicas ácidas y las rocas plutónicas correspondientes en los macizos de Maures y del Esterel (S. E. de Francia).*

Symposium sobre el estudio de los gases volcánicos.

El día 1 de agosto, patrocinado por la Asociación de Vulcanología de la U. I. G. G., se celebró en Helsinki un symposium sobre el estudio de los gases volcánicos.

Los títulos de las comunicaciones presentadas, fueron los siguientes:

Iwaji Iwasaki, Takejiro Ozawa, Minoru Yoshida, Takeshi Katsura Bunji Iwasaki y Masaakira Kamada: *Composición química de los gases volcánicos del Japón.*

Shinya Oana: *Gases volcánicos y sublimados de Showashinsan.*

Sadao Matsuo: *Establecimiento del estudio químico en los gases volcánicos obtenidos de la del Lago de Kilauea, Hawaii.*

L. G. M. Baas Becking, G. A. Taylor y W. Thomas: *Estudio geotérmico en las cercanías de New Trinitain.*

K. K. Zelenov: *Evacuación de aluminio y hierro disuelto por las aguas termales debidas a la actividad volcánica del el Kurile.*

S. I. Naboko: *Procesos recientes hidrotermales.*

K. P. Florensky: *Estudio de los gases volcánicos de Kamtchatka.*

Marcel Chaigneau, René Fabre y Haroun Taz'eff: *Sobre la extracción y el análisis de los gases ocultos en la lava del volcán Nyiragongo (Congo Belga).*

Las mareas terrestres.

Con motivo de la Asamblea General de la U. I. G. G. celebrada en Helsinki, presentó Paúl J. Melchior un Informe sobre las Mareas terrestres en la reunión de la Asociación Internacional de Geodesia.

Este informe está enriquecido con los datos suministrados por la experiencia de tres años de estudio de este tema, con motivo del Año Geofísico Internacional.

Las nuevas consideraciones son fruto de un aumento superior a diez veces, en la precisión de las medidas, y el disponer de unas 40 estaciones equipadas para estos estudios. Los progresos más fundamentales en el estudio fueron: Gran número de gravímetros registradores que aseguran el microgal. Péndulos horizontales que aseguran el semimilsegundo de arco. Procedimientos para establecer patrones más precisos y más fieles. Métodos de análisis armónico más adaptados y más representativos. Procedimientos de cálculo electrónico ultrarrápidos.

En este informe de la Comisión Permanente de Mareas Terrestres comienza considerando el tema de la notación a usar en el problema, así como la diferencia entre «fase observada» y «fase teórica».

Trata la primera parte de la desviación de la vertical con relación a la corteza, considera el péndulo Blum-Jobert, el Veerbaander-Melchior, el Maurssi y los de tipo clásico. Una de las conclusiones a que llegan, es la de no poder en ningún caso operar con una media entre diferentes estaciones y presentarla como valor más probable del factor γ , el cual es del orden de 0.7. En el continuo perfeccionamiento de los aparatos se ha de tener en cuenta que una inclinación de 0.001, que se pretende medir y que ciertos instrumentos la miden, corresponde a una diferencia de nivel en los pies del aparato de 10 a 15 Å.

En el estudio de las desviaciones de la vertical con relación al eje del mundo, se llega a un valor de f cercano a 1.2.

La tercera parte está destinada a las variaciones de la intensidad gravedad, habiendo pasado en algunas estaciones de los quinientos días de observación, con un error cuadrático medio para ξ de 1.5 μ gal. Consideran la onda M2 y las diurnas K1 y O1, no pudiendo aportar datos de la media de 1 por los dilatómetros cúbicos medidos en Japón, U. S. A. y Chile.

Entre la colaboración figuran las medidas efectuadas en las capas de agua de los pozos, algunos de profundidad considerable como el de Turnhout de 2.175 m. Se aprecia en capas subterráneas bastante diferentes, amplitudes de las mareas derivadas de la marea terrestre del orden de algunos centímetros.

Considera por último: El efecto de las mareas terrestres sobre la velocidad de rotación de la tierra. Desarrollo de los métodos y de los procedimientos de cálculo. Análisis armónico de las mareas. Calibrado de los péndulos horizontales, nivelaciones de precisión, papel de las estructuras tectónicas en los efectos indirectos o secundarios, micro-inclinaciones, perturbaciones eliométricas en relación con los seísmos.

La industria petroquímica mexicana.

Entre los proyectos de «Petróleos Mexicanos», figuran una gran ampliación de su industria petroquímica, que alcanzan las 390.000 toneladas en 1962.

En Salamanca (Guanajuato), la producción de amoníaco anhidro será durante 1961 de 200 toneladas diarias, y de 100 en Minatitlán (Veracruz), donde también se producirán 380 de benzol y, por último, otras 200 toneladas diarias en la factoría proyectada en Chihuahua.

En Ciudad Nadero (Tamaulipas), se producirán 30.000 toneladas anuales de butadieno y 15.000 de cloruro de etilo. En Azcapotzalco, 10.000 toneladas anuales de polietileno.

Carbón y acero.

Los proyectos de inversión durante el primer cuatrimestre del año en curso, por la Comunidad Europea del Carbón y el Acero, fueron de 627 millones £ en la industria del acero y de 106 en la del carbón. Los proyectos de la industria carbonera se refieren principalmente a racionalización, mejora de calidad, refinado y reducción de costes.

Oleoducto Pernis-Rhin.

Después de año y medio de obras y una inversión de 15 millones de florines, entra en servicio el oleoducto que enlaza Pernis con la región del Rhin. El recorrido es de 300 kilómetros, con un diámetro de 60 centímetros y una capacidad de transporte de 8,5 millones de toneladas de crudos al año.

Oleoducto Milford Haven-Llandarcy.

Con una capacidad de cinco millones de toneladas anuales se ha terminado el oleoducto más largo de Inglaterra, el cual con sus noventa kilómetros, enlazará el depósito costero que tiene la Compañía Británica del Petróleo cerca de Milford Haven con la refinería de Llandarcy.

Níquel canadiense.

Se calcula que durante el próximo año de 1961, la producción canadiense de níquel, sea de 212 millones de toneladas, de ellas, la aportación más importante es de la «International Nickel Company of Canada Ltd.», la que producirá en Sudbury (Ontario) 140 millones y en Thompson (Manitoba) 34 millones.

Cotizaciones.

MATERIAS	31-12-58	30-12-59	30-6-60	15-9-60	27-10-60
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra).....	98,25	98,75	102,25	101,75	104
COBRE					
Nueva York (centavos por libra).....	29	29	31	29,75	25,75
Electrolítico.....	29	29	31	29,75	25,75
Londres (£ por Ton.)	221-221 1/4	256 1/2-257 1/2	253-253 1/2	253 3/4-256	219-219 1/4
PLOMO					
Nueva York (centavos por libra).....	13	12	12	12	12
Londres (£ por Ton.)	72 1/8-72 1/4	74 1/4-72 1/2	70 7/8-71	70 1/4-70 3/8	68 3/4-69
CINCO					
Nueva York (centavos por libra).....	11,50	12,50	13	13	13
Londres (£ por Ton.)	76-76 1/2	95 1/4-95 1/2	90 5/8-90 3/4	89 1/2-89 3/4	88 1/2-88 3/4
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra).....	26-80	28,10	26	26	26
Londres (£ por Ton.)	180	187	186	186	186
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kgs.)...	218-221	212-214	209-212	208-211	208-211
Londres (£ el frasco de 34,5 kgs.).....	74	72	70-70 1/2	69-60 1/2	70 1/4
VOLFRAMIO					
Londres (chelines por tonelada).....	95-100	147-152	157-162	155-161	148-153
PETROLEO					
Nueva York (£ por barril). East Texas, crudo, en pozo....	3,25	3,05-3,25	3,05-3,25	3,05-3,25	3,05-3,25

Central nuclear en Brasil.

Se proyecta construir en las orillas del río Mambucaba, a unos 136 kilómetros al oeste de Río de Janeiro, una central nuclear de 150 200 MW., la que se espera esté terminada para 1966.

Explotación brasileña de esquistos bituminosos.

Se espera que en plazo corto, inicie la «Companhia nacional de Rochas Betuminosas» de Sao Paulo, la industrialización de los yacimientos de esquistos bituminosos, en la que se invertirán 60 millones de dólares, estando terminadas a fines de 1962 las instalaciones, que suministrarán gas a todas las poblaciones entre Río de Janeiro y Sao Paulo.

Prospección en el Pakistán.

En plazo breve, se espera la iniciación de una intensa campaña de prospección del subsuelo pakistaní, patrocinada, al parecer por la Unión soviética.

Paul Fallot.

Estando en prensa este número, se recibe la noticia de una irreparable pérdida para las geologías francesa y española, se trata del fallecimiento en París, el 22 de octubre, del eminente geólogo Paul Fallot, gran colaborador de esta publicación y del «Boletín del Instituto Geológico» y de sus Memorias.

La XI Conferencia General de Pesas y Medidas.

Durante los días 11 al 20 de octubre se celebró en París la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, en ella se tomaron importantes acuerdos, de los que damos cuenta en cuanto pueda interesar a nuestros lectores. Fué un paso importante el llegar a un metro materializable se espera que en la XII Asamblea General, que tendrá lugar en octubre de 1966, se llegue a un segundo materializable. De esta manera, quedará como única unidad no materializable el amperio adoptada en 1954 con seis votos en contra, entre ellos el de España.

Resolución referente a la gravedad.

Dados los progresos tanto de los laboratorios internacionales como de los nacionales, en la medida absoluta de la aceleración de la gravedad, se decide conservar provisionalmente el sistema gravimétrico de nominado de Postdam.

Resolución referente al segundo.

El segundo es la fracción de $1/31.556.925.974.7$ del año tropic para 13960 en el 0 de enero a las doce horas de tiempo de las efemérides.

Sistema Internacional de Unidades.

En la XI Asamblea General de Pesas y Medidas, se acordó establecer un sistema práctico de unidades para las relaciones internacionales, fundado en las siguientes unidades:

Longitud	metro.....	m.
Masa	kilogramo....	kg.
Tiempo.....	segundo.....	s.
Intensidad de corriente eléctrica....	amperio.....	a.
Temperatura termodinámica.....	Grado Kelvin.....	°K.
Intensidad luminosa.....	candela.....	cd.

A este sistema se le denominará Sistema Internacional de Unidades, y su símbolo es, el SI.

Los múltiplos y submúltiplos acordados oficialmente de Unidades son los siguientes:

Factor por la cual la unidad es multiplicada	Prefijo	Símbolo
1.000.000.000.000	10 ¹² ... téra.....	T
1.000.000.000	10 ⁹ ... giga.....	G
1.000.000	10 ⁶ ... méga.....	M
1.000	10 ³ ... kilo.....	k
100	10 ² ... hecto.....	h
10	10 ¹ ... déca.....	da
1,0	10 ⁰ ... déci.....	d
0,01	10 ⁻² ... centi.....	c
0,001	10 ⁻³ ... mili.....	m
0,000001	10 ⁻⁶ ... micro.....	µ
0,000000001	10 ⁻⁹ ... nano.....	n
0,00000000001	10 ⁻¹² ... pico.....	p

UNIDADES SUPLEMENTARIAS			
Angulo plano.....	radiante.....	rad	
Angulo sólido.....	esterradiante.....	sr	
UNIDADES DERIVADAS			
Superficie.....	metro cuadrado.....	m ²	
Volumen.....	metro cúbico.....	m ³	
Frecuencia.....	hertz.....	Hz	1/s
Masa volúmica (densidad).....	kilogramo por metro cúbico.....	kg/m ³	
Velocidad.....	metro por segundo..	m/s	
Velocidad angular.....	radiante por segundo.	rad/s	
Aceleración.....	metro por segundo cuadrado.....	m/s ²	
Aceleración angular.....	radiante por segundo cuadrado.....	rad/s ²	
Fuerza.....	newton.....	N	kg. m/s ²
Presión (tensión mecánica).....	newton por metro cuadrado.....	N/m ²	
Viscosidad dinámica....	newton-segundo por metro cuadrado...	N. s/m ²	
Viscosidad cinemática..	metro cuadrado por segundo.....	m ² /s	
Trabajo, energía, cantidad de calor.....	julio.....	J	N. m
Potencia.....	vatio.....	W	J/s
Cantidad de electricidad.	culombio.....	C	A. s
Tensión eléctrica, diferencia de potencial, fuerza electromotriz..	voltio.....	V	W/A
Intensidad de campo eléctrico.....	voltio por metro....	V/m	
Resistencia eléctrica....	ohmio.....	Ω	V/A
Capacidad eléctrica....	faradio.....	F	A. s/V
Flujo de inducción magnética.....	weber.....	Wb	V. s
Inductancia.....	henrio.....	H	V. s/A
Inducción magnética....	telsa.....	T	Wb/m ²
Intensidad de campo magnético.....	amperio por metro...	A/m	
Fuerza magnetomotriz..	amperio.....	A	
Flujo luminoso.....	lumen.....	lm	cd. sr
Luminancia.....	candela por metro cuadrado.....	cd/m ²	
Iluminación.....	lux.....	lx	lm/m ²

Resolución referente a patrones de radiaciones ionizantes.

Dada la importancia alcanzada por las radiaciones ionizantes, se tomó el acuerdo de crear una sección dentro de la Oficina Internacional de Radiaciones Ionizantes y aprobar un crédito para la construcción de los correspondientes laboratorios, con lo que se conseguirá la uniformidad de los patrones de dichas radiaciones.

Resolución referente al metro.

La definición legal del metro, desde el 14 de octubre último, es la siguiente. El metro es la longitud igual a 1.650.767,73 longitudes de onda en el vacío de la radiación correspondiente a la transmisión entre los niveles 2p₁₀ y 5d₅ del átomo del criptón 86.

Factoria petroquímica en Italia.

Cerca de los yacimientos petrolíferos de reciente descubrimiento, en Ge'a (Sicilia), con una producción anual de 3 millones de toneladas de crudos, se ha comenzado por la «Ente Nazionale Idrocarburi», la construcción de una gran factoria, con un presupuesto de 150.000 millones de liras.

Constará la factoria de una central térmica de 150.000 kw. de potencia a base de coque de petróleo, e instalaciones para producir anualmente 700.000 toneladas de aceite pesado, 470.000 de fuel oil, 420.000 de bencina y queroseno, 55.000 de gas licuado, 15.000 de polietileno, 21.000 de otros derivados del acetileno, 110.000 de ácido sulfúrico, 60.000 de urea y 65.000 toneladas anuales de amoníaco.

La siderurgia siberiana.

Se proyecta la creación de un gran grupo siderúrgico en Siberia Oriental a base de carbón coquizable de la República de Yakuta con 400.000 millones de toneladas explotables a cielo abierto y de los minerales de hierro de las inmediaciones de Río Aldán, distante cien kilómetros de los anteriores, con unas reservas de 2.000 millones de toneladas.

Oleoducto en la India.

Se ha comenzado la construcción de un oleoducto entre las poblaciones indias de Nahrkatiya y Barauni, su longitud será de 1.140 kilómetros, su costo de 13 millones de dólares y se calcula esté concluido para mayo de 1962.

Nueva revista soviética.

La Academia de Ciencias de la Unión Soviética, ha comenzado la publicación de la revista mensual «Geología y Geofísica», en la que publicarán los resultados de la investigación pura y aplicada y también notas y comunicaciones.

Exportación minero metalúrgica, según cifras de Aduanas.

CLASES DEL ARANCEL	Agosto 1958 Abril 1959 (Millones de dólares)	Agosto 1959 Abril 1960	% De las del último período sobre las del anterior
Minerales, materias térreas y sus derivados.....	24,7	32,2	130
Metales y sus manufacturas.....	22,4	49,1	219
Productos químicos y sus derivados.....	21,7	25,3	117
Petróleos y gasolinas.....	28,5	32,7	115

Importaciones minero metalúrgicas, según cifras de Aduanas.

CLASES DEL ARANCEL	Agosto 1958 Abril 1959 (Millones de dólares)	Agosto 1959 Abril 1960	% De las del último período sobre las del anterior
Minerales, materias térreas y sus derivados.....	40,2	29,8	74
Metales y sus manufacturas.....	90,5	47,9	52
Productos químicos y sus derivados.....	124,8	90,6	73
Petróleos y gasolinas.....	138,7	138,4	100

Symposium de edad de las rocas por radiactividad.

En los últimos días del mes de julio se celebró en Helsinki un symposium sobre edad de las rocas por técnicas radiactivas, coincidiendo con la XII Asamblea General de la U. I. G. G. Los temas fijados fueron los siguientes: meteoritos, edad y correlación de rocas terrestres, patrones de edad de las rocas metamórficas, edades de las zonas precambrianas del mundo.

Las 26 comunicaciones científicas presentadas en dicha reunión, fueron las siguientes:

I.—Alvin J. Cohen y John Anania: *Germanium content of Tektites and other natural glasses.* La proporción de germanio, en las varias muestras analizadas varía de 0,2 a 0,4 ppm. y la edad determinada para una de las muestras es de 600.000 a.

II.—Peter Signer y Alfred O. Nier: *The production of rare gases in iron meteorites by cosmic ray bombardment.* Estudian la variación con la profundidad de la muestra, del contenido isotópico de argón, neon y helio.

III.—J. H. Hoffman y A. O. Nier: *Distribution and analysis of cosmic ray produced helium in four iron meteorites.* Estudian cuatro meteoritos y llegan a la conclusión de que hay una relación inversa entre el valor central de He^3/He^4 y el tamaño de la muestra.

IV.—León T. Silver y Sarah Deutsch: *An experimental investigation of discordant isotopic ages in zircons.* De los estudios de esta discordancia del U y Pb en el circon, y su verificación en función del tamaño del cristal y de la profundidad de la toma de muestras, se llega a una posible influencia en este estado físico-químico, además de la edad.

V.—H. Baadsgaard, J. Lipson y R. E. Folinsbee: *The leakage of radiogenic argon from sanidine.* En muestras de sanidino en bentonitas bien definidas estratigráficamente, se puede tener una manera de datarlas por A^{40}/A^{40} . Este argón radiogénico que se pierde hasta un 30 ó 40 por 100 en microclinos y ortoclasas, aunque efectúan un estudio de su retención en el sandino, la cual es total por debajo de los 400 °C. excepto para los cristales muy pequeños. Los estudios demuestran en general una retención del argón radiogénico casi total, parecido a la biotita, y por ello el que los sandinos sean un testigo para la datación de las bentonitas.

VI.—Wallace S. Broecker: *Radiocarbon dates on carbonate materials.* Estas dataciones tienen dos puntos poco precisos de partir, que son, el desconocimiento preciso inicial de la relación C^{14}/C^{12} y la posibilidad de contaminaciones posteriores a la deposición, lo que da lugar a errores de hasta 200 a. para conchas marinas a 2.000 a., para las precipitaciones de las aguas alcalinas superficiales. No obstante, se ha comprobado que la contaminación es despreciable en muchos casos para muestras de edades menores de 20.000 a.

VII.—S. S. Goldich, A. O. Nier, J. H. Hoffman y H. Baadsgaard: *Stratigraphy and Geochronology of the Precambrian of Minnesota.* De las 150 muestras estudiadas, llegan a la conclusión de que el primitivo precambriano termina en una gran orogéna, el Algoman, hace 2.500 millones de a., y el medio en el Penoklan hace 1.700 m. de a. y que la orogéna de Grenvill en el este del Continente Norteamericano fue hace 1.000 m. de a.

VIII.—Vinogradov, A. P. y Tugarinov, A. I.: *The problems of geochronology of east Asia.* Los fenómenos más antiguos metamórficos del Escudo de Sinan pertenecen a las series Utaí y Anskan, y las in-

intrusiones pegmatíticas de estos gneises tienen 1.800 m. de a. Los análogos del escudo de Alqan son de 1.900 m. de a. Para las dolomitas de Snilan deduce 1.400 m. de a. La edad de las formaciones seguras fue deducida por glauconitas en 830 a 1.000 m. de a. Para el último magmatismo precambriano deducen para sus intrusiones alrededor de 600 a 900 m. de a.

XI.—Jack R. Van Lopik y Warren E. Graubau: *Significance of radiocarbon dating in the lower mississippi alluvial valley*. Las diversas edades van de 450 a 5.000 m. de a.

XII.—C. Mahadevan y U. Aswathanarayana: *Age Levels of precambrian orogenic cycles of India*. Indica los ciclos establecidos para la India concordantes con otros precambrianos del mundo son Dharwar (2.300 ± 100 M. Y.), Eas em Ghats (1.625 ± 75 M. Y.), Mahanadi (1.350 ± 200 M. Y.), Satpura (955 ± 40 M. Y.), De'hi (735 ± 30 M. Y.) y K'shengar (580 ± 20 M. Y.).

XIII.—John A. S. Adams: *The dating of bentonites of Middle ordovician and other ages*. Discute el autor las autorradiografías de sus concentrados en relación con las condiciones generales de las bentonitas y rocas volcánicas alteradas.

XIV.—G. Davis, G. A. Hopson, G. Tilt y G. Wetherhill: *Mineral ages from Appalachian Province of the United States*. Discute las diversas edades de los sedimentos formados en una misma roca en condiciones diferentes.

XV.—M. Nurmi y M. Karras: *The use of Sm-146 in age Determinations*. Dada la neoparación determinada recientemente de Sm¹⁴⁶ en el surrio natural, se estima que su período de semidesintegración es del orden de 3.108 m. de a. También establece que la abundancia original del Sm¹⁴⁶ va del 1 a 10 por 100.

XVI.—A. J. H. Boerboom y H. N. A. Priem: *Isotope-geologic program in the Netherlands*. La orientación principal es realizar análisis isotópicos de plomo de varias muestras de galena, así como de preparados químicos de PbS de uranio, monacitas, xenotimos y protocloros. Completan el programa estudios de edades por Rb—Sr y K—Ar.

XVII.—A. J. Burger: *Monazite age Patterns*. Discuten las discordancias de las edades de las monacitas, en función de la posible solución en ácido de los diversos plomos, uranio y torio.

XVIII.—E. K. Gerling y L. K. Levsky: *Cosmic-Ray Age of Meteorites*. Considera la producción de núclidos radiogénicos en los meteoritos por la acción de los rayos cósmicos, y comentan el que sea considerablemente menor la edad de la materia meteorítica determinada por núcleos afectados por la radiación cósmica, que por las técnicas del argon y del plomo.

XIX.—J. Zähringer y W. Gentner: *Primordial rare Gases in Some Stony Meteorites*. Llegan a la conclusión de que gases originarios raros están incluidos en los meteoritos estudiados.

XX.—H. Fechtig, W. Gentner y J. Zähringer: *Diffusion Loss of Argon in Minerals and Stony Meteorites*. La difusión a la temperatura del ambiente de la fluorita, aurotita, augita y margarita es de 10⁻²¹ a

10⁻²⁵ cm³/s., en la modovita y moldovita y meteoritas es de 10⁻²⁵ cm³/s.

XXI.—L. N. Ovchinnikov: *The Absolute Age of the Metamorphic Rocks of the Urals*. Las edades deducidas fueron de 1.000 a 1.400 m. de a. para el Proterozoico medio, de 360 a 390 m. de a. para el Paleozoico medio y 285 a 325 m. de a. para el Paleozoico superior.

XXII.—L. T. Aldrich: *Age Patterns in Metamorphic Rocks*. Dan cuenta de los patrones preparados de Rb⁸⁷, Sr⁸⁷, K⁴⁰—Ar⁴⁰, U²³⁵—Pb²⁰⁷, U²³⁸—Pb²⁰⁶, Th²³²—Pb²⁰⁸ procedentes de rocas graníticas, neisicas, pegmatitas y granitos metamórficos.

XXIII.—A. A. Pelkanov y E. K. Gerling: *Pre Cambrian Geochronology of the Baltic Shield*. Los ciclos geocronológicos que fijan son: Kataranio de 3.500 a 2.770 m. de a., Arcaico bajo de 2.700 a 2.150 m. de a., Belomorides de 2.150 a 1.950 m. de a., Fennidos de 1.840 a 1.640 m. de a., Karelicos de 1.830 a 1.620 m. de a., Gotidos de 1.570 a 1.120 m. de a., Rifeidos de 1.100 a 700 m. de a., Caledonianos de 550 a 405 m. de a.

XXIV.—Olavi Kouvo: *On the Comparative Mineral Age Measurements in Finland*. Después de considerar edades diferentes para los granitos orogénicos de 1.800 a 2.800 m. de a., llega a la conclusión de que lo más probable es que sea de 1.650 a 1.700 m. de a.

XXV.—Stephen Moorbath: *Precambrian Ages in Scotland and Greenland*. La edad de la primera metamorfosis del complejo de Lewisian es de 2.500 m. de a. y la de su remetamorfismo de 1.500 m. de a.

XXVI.—H. L. Allsop: *Measurements on South African Precambrian*. Las valoraciones del granito del Norte de Johannesburg dan una edad de 3.100 m. de a.

XXVII.—R. D. Russell: *Age of the Canadian Precambrian Shield*. Han determinado dos grandes núcleos con edades de 2.500 a 2.700 m. de a. y de 1.800 y 1.000 m. de a. Llega a la conclusión de que es muy probable la existencia de áreas con edades de 1.400 m. de a. en el Canadá.

XXVIII.—Bruno J. Giletti: *Precambrian Ages in the United States*. Las edades más antiguas deducidas para rocas de las Montañas Rocosas de Wyoming (Montana), son del orden de 2.600 m. de a., en el Sur de Minnesota y en Wisconsin se han establecido edades de 1.600 m. de a., al Sur de las Montañas Rocosas 1.400 m. de a., al Este de los Estados Unidos en la provincia de Grenville se han deducido edades de 1.100 a 900 m. de a.—L. 21 A.

Reunión de la Comisión Nacional de Geología.

El día 13 de junio se celebró la sesión plenaria de la Comisión Nacional de Geología, correspondiente al segundo cuatrimestre del año en curso.

Los principales temas tratados fueron nombramiento de Comisión Oficial que ha de representar a España en el próximo Congreso Geológico Internacional.

Vocabulario de léxico de geología y Ciencias conexas.

Importancia de los estudios geológicos en las Plazas y Provincias Africanas, trabajos de Geólogos extranjeros en España, propuesta de colaboradores del Instituto Geológico y Minero de España, y propuesta de concesión de la Gran Cruz de Alfonso X El Sabio para D. Eduardo Hernández Pacheco.

XIII Asamblea General de la U. G. G. I.

La XIII Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica tendrá lugar en Berkeley, California, en la tercera semana del mes de agosto de 1963.

II Conferencia del petróleo de los Países Arabes.

Con gran número de países representados se inició el 17 de octubre en Beirut la II Conferencia Árabe del Petróleo. En ella se ha confirmado la postura ya tomada en Bagdad de solicitar un aumento de la participación de los países productores en los beneficios de la extracción. Se estudió un sistema de contingentes de las exportaciones, se acordó solicitar de las empresas concesionarias la explotación directa de los pozos, y no por sociedades filiales, y se expresó el deseo de que las reuniones de los Consejos de Administración se celebren en los países productores, dando entrada en los mismos a nacionales de dichos países.

No se discutieron otros puntos, tales como el proyecto de oleoducto árabe, la creación de una flota petrolera y la de un Fondo de desarrollo de Oriente Medio alimentado por el 5 por 100 de las rentas procedentes del petróleo.

La próxima Conferencia tendrá lugar en El Cairo, en octubre de 1961.

Ventas rusas de petróleo.

Se acrecienta la preocupación en los medios petrolíferos occidentales por el notable aumento de las ventas rusas de petróleo fuera del orbe soviético. La presión ejercida por el petróleo ruso dificulta extraordinariamente la fijación de una política coordinada de la energía en la zona del Mercado Común, especialmente si se lleva a efecto la construcción de un oleoducto entre Rusia e Italia. Ello permitiría un suministro de petróleo con un coste de adquisición en un 50 por 100 menor que el actual.

Transporte de lodos de carbón.

Se ha construido en Essen un consorcio con objeto de construir una conducción tubular para el transporte de lodos de carbón desde la zona

oriental de la cuenca de Ruhr hasta Ratisbona, en Baviera. La elección de Ratisbona, puerto del Danubio, coincide con el centro seleccionado para la distribución del «fuel-oil» que llega a Baviera desde el Mediterráneo a través de los correspondientes oleoductos instalados al efecto. La citada población será el centro de la rivalidad entre el «fuel-oil» y el lodo de carbón, con la circunstancia de que Baviera se encuentra tan alejada de la zona carbonífera del Ruhr como de los puertos del Mediterráneo que la abastecen de crudos de petróleo. Este proyecto permitiría incluso suministrar en condiciones económicamente muy favorables carbón a las instalaciones siderúrgicas de Linz (Austria).

El coste se cifra en 150 millones de marcos, y tendrá una capacidad de transporte de 3 millones de toneladas anuales.

Acuerdo comercial con la R. A. U.

Por dicho acuerdo de 26 de octubre último se autoriza el siguiente movimiento:

I. *Exportaciones de la región egipcia.*—Productos de minas y canteras: fosfatos, manganeso, talco, yeso, cemento y baldosas de cemento, muclas.

Otros productos: asfalto, bencina, cristalería, láminas de vidrio glicerina, manufactural de aluminio.

II. *Exportaciones de la región siria.*—Cemento, vidrio y cristalería.

III. *Exportaciones de España.*—Pirita, ácidos industriales, estaño y sus manufacturas, aceites químicos, manufacturas de cobre, manufacturas metálicas y de hierro, colorantes químicos, ácidos de hierro, mercurio, fertilizantes, plomo y sus manufacturas, cinc, productos petrolíferos, cemento.

Notas informativas

Hoja núm. 745.—Jalance.

La Hoja de Jalance está situada en la parte occidental de la provincia de Valencia y ya en el límite con la de Albacete, a la que pertenece sólo una estrecha franja N.-S. en el extremo E. de la Hoja. Comprende un país montañoso, surcado por barrancos y tajos, por las que discurren ríos de la importancia del Júcar y Cabriel. Las vías de comunicación son escasas y deficientes y muy pocos los núcleos de población.

La serie estratigráfica que hemos podido distinguir en esta zona, es la siguiente:

Cuaternario: Formaciones aluviales y tierras de labor.

Plioceno-Pontiense: Depósitos arcilloso-sabulosos, margas y travertinos.

Pontiense: Caliza lacustre-margas calcáreas.

Sarmatiense superior. Pontiense: Margas y arcillas fosilíferas. Calizas margosas. Serie lacustre.

Serie detrítica post-Burdigalense: Conglomerados y brechas post-orogénicos.

Burdigalense: Areniscas, calizas arenosas, arenas y arcillas en facies marina litoral con intercalaciones lacustres.

Serie detrítica pre-Burdigalense: Conglomerados y brechas post-orogénicos.

Senonense

Campaniense: Calizas compactas claras.

Santonense: Caliza gris con lacuzinas y calizas brechoide.

Coniacense: Margas y arenas caoliníferas. Calizas.

Turonense: Bancos gruesos de calizas dolomíticas. Calizas con oquedades y nódulos de Ca²⁺ azoicas.

Cenomanense: Calizas grises azoicas. Calizas arenosas, areniscas y margas amarillentas. Arcillas en ocasiones fosilíferas.

Albense: Facies muy variable. Arenas blancas de Utrillas. Calizas marinas litorales. Margas y calizas arenosas claras.

Aptense: Potente, desarrollado y muy fosilífero. Calizas con *Toucasia*. Margas ocreas y grises con orbitolina. Arcillas fosilíferas. Calizas en bancos gruesos.

Barremense: Calizas margosas tableadas y margas grises, ocre y azuladas muy poco fosilíferas. Facies marina.

Neocomiense: No aflora en la zona, pero debe encontrarse en el substratum en facies waldense.

Jurásico superior: No aflora, pero hay pruebas de su existencia en el substratum.

Suprakenper: Dolomías. Calizas dolomíticas grises y cañiolas.

Keuper: Margas y arcillas abigarradas yesíferas.

Muschelkalk: Crestones característicos de calizas grises, tableadas a veces fosilíferas.

Bunt-sandstein: Muy potente. Arcillas rojas, abigarradas y yesíferas. Bancos gruesos de areniscas roja. Areniscas parda y gris.

Roca volcánicas: Limburgitas y tobas recientes en el área de Cofrentes.

La disposición tectónica de las series estratigráficas es muy compleja y violenta, debido, en líneas generales, a la influencia de los pliegues estáticos sobre estructuras ibéricas previamente formadas y a la acción subsiguiente de empujes relacionados con la irrupción de masas triásicas extrusivas.

El país corresponde a la parte oriental de la región tectónica, que de acuerdo con los criterios más recientes se denomina prebético.

Los empujes orogénicos a que ha estado sometido, pueden agruparse de una manera general en las fases larámica, pirenaica o sálica y estática. Existen, en consecuencia, estructuras de fractura producidas por fenómenos de descompresión post-orogénica.

Entre los pliegues y estructuras más interesantes, merecen destacarse el sinclinal de la Muela de Cortes; las líneas de fractura y hundimientos del Valle de Sácaras; el sinclinal de la Sierra de Martés; y los pliegues triásicos de directrices ibéricas y estáticas que se entrecruzan en las proximidades al Este de Cofrentes.

Merece destacarse el importante desarrollo y extensión del Triás; la determinación del Jurásico en el substratum y las manifestaciones volcánicas, asuntos que se tratan con detalle en los correspondientes capítulos de la Memoria explicativa de la Hoja.

La Hidrología subterránea, aunque presenta gran interés en la región comprendida en la Hoja de Jalance, su importancia práctica no lo es tanto, pues las zonas más favorables para el alumbramiento de aguas corresponden a páramos calizos muy elevados, cuyas condiciones de clima y suelo no permiten el desarrollo de cultivos en regadío. Por el contrario, en las zonas bajas y resguardadas, salvo en los Valles regados por el Júcar y el Cabriel, donde hay numerosas huertas, encontramos terrenos triásicos con apenas posibilidades de alumbramiento para aguas no salobres.

Se cita una relación de Pozos y manantiales en el correspondiente

capítulo, y donde también se trata con mayor amplitud sobre el manantial minero-medicinal del Bañerío de Hervideros, al O. de Cofrentes.

Se ha dedicado un epígrafe completo por su importancia al desarrollo de la industria hidroeléctrica y aprovechamiento sobre el río Júcar en el tramo comprendido dentro de la Hoja de Jalance.

En el capítulo de Minería y Canteras, se da una relación de las mismas, aunque las explotaciones mineras carecen en realidad de importancia.

E. D. y A. M.

Notas bibliográficas

CARTOGRAFIA

DE JOUCHAY, IVAN: *Carte économique d'un grand désert- le cas du Sahara*, Campagne au Mont d'Or, France, XIX IGC, Norden, 1960.

Efectuar un mapa de conjunto que se extienda desde el océano Atlántico al mar Rojo implica de antemano la elección de elementos de geografía física que dejen lugar a otras representaciones esenciales. La orografía es esquemática, así como la batimetría y la hidrografía continental; la climatología está limitada a la traza de las isoyetas de 100 mm.

La modificación frecuente de límites administrativos influye sobre la geografía política.

Sobre todo con la geografía económica es necesario proceder por selecciones sucesivas. La geografía del transporte interviene en primer lugar tanto para los transportes de superficie (caminos de hierro, carreteras, pistas automovilizadas o no, oleoductos, gasoductos), que por los transportes aéreos (infraestructuras públicas y privadas, que obligan a la navegación, tanto de pasajeros como de mercancías).

Para la riqueza de minerales el problema se reduce a los productos obtenidos separadamente de los yacimientos explotables o simplemente reconocidos. Para los hidrocarburos líquidos o gaseosos aparece otra noción, la de la concesión con un triple papel: físico (las sociedades sólo se instalan en lugares en que hay esperanzas de obtener fortuna en las ubicaciones); político (la nacionalidad beneficiaria tiene una gran importancia) y económico encaminados a una reducción en los gastos de explotación.

Se espera lograr de esta manera llegar a una vista actual y clara de los países desérticos en evolución plena.—L. de A.

LACLAVERIE, G.: *Propositions pour une carte internationale du monde au 1/1.000.000*, Paris, France, XIX IGC, Norden, 1960.

Desde 1909, una Convención internacional fija la especificación del Mapa Internacional del Mundo 1/1.000.000, mapa de necesidad indiscutible.

Después de esta fecha se ha visto que las especificaciones no corresponden a las necesidades actuales. Por otra parte, otro Convenio internacional inmediatamente después de la segunda guerra mundial, ha impuesto para las necesidades de la Aeronáutica Civil otro mapa mun-

dial a escala 1/1.000.000, la carta OACI, donde las especificaciones son muy diferentes a la Carta Internacional del Mundo.

La mayor parte de los países no tienen medios cartográficos para realizar y mantener estas dos series diferentes y como resultado general se ve la necesidad de crear un solo Mapa Internacional del Mundo aprovechando el de la OACI.

Francia se propone lanzar las bases de un compromiso racional entre las dos series. Es posible, en efecto, definir un cierto número de planchas comunes en los dos mapas y a partir de un cierto estado separar las confecciones para satisfacer el deseo de los diferentes utilizadores.

Se obtendrán así, con menos gastos, una versión terrestre, Carta Internacional del Mundo, una versión aeronáutica para las necesidades de la OACI y los mapas especiales, económicos, científicos, etc., donde la importancia es mayor de día en día.—L. de A.

LE MEHAUTE, FRANÇOIS: *Evolution des méthodes de révision des cartes*. Paris, France, XIX, IGC Norden, 1960.

El establecimiento de un mapa regular de un gran país necesita muchos gastos, para que este trabajo, muy costoso, sea rentable es preciso que el mapa pueda utilizarse durante largo tiempo. Pero para que una carta vieja viva pueda reemplazar este papel es necesario una revisión periódica. Los métodos empleados han evolucionado con los medios de que se dispone hoy.

Los primeros trabajos de revisión del mapa 1/80.000 fueron comenzados hacia 1840. Después de la revisión, según los datos utilizados por la administración, el trabajo fue efectuado sobre el terreno; los revisores llevaron como instrucciones «recorrer el terreno a pie, manera de poder recoger de todos los sitios lo interesante». Este método, solo fue posible en aquella época, e implicaba una gran cantidad de gastos y de fatigas.

Más tarde, después de la guerra mundial, el empleo de fotografías aéreas ayuda a los revisores con datos sumamente interesantes, tomados durante los vuelos locales.

Después de la segunda guerra mundial, el Instituto Geográfico Nacional se encargó de cubrir sistemáticamente todo el territorio; para la Metrópoli, esta cobertura fue terminada en 1952. Después del trabajo de revisión fueron considerablemente simplificadas todas las operaciones y se procedió a preparar completamente toda la zona revisada.

Llegaremos, en fin, a la fase actual característica al empleo de aparatos de restitución para puesta en punto de diversos detalles. Estudiar el método seguido, sus ventajas, su acoplamiento de datos, su rendimiento y el precio de costo. —L. de A.

SOBOTHA, ERNST: *La carte locale et les atlas locaux et régionaux dans l'enseignement*. Frankenbergjader, Allemagne, XIX IGC, Norden, 1960.

Es imposible utilizar los atlas nacionales o mapas topográficos en la enseñanza, salvo en las clases superiores. A los alumnos de ocho a diez años es preciso dibujarles mapas que muestren de una manera simple y pedagógica los lugares interesantes y que les preparen a la utilización de los atlas racionales.

En Alemania, existen para los alumnos de tercera clase, mapas locales («Kreiskarten»). Estos mapas presentan una cartografía simple conforme a las regiones administrativas, hechos de acuerdo con los mapas topográficos nacionales. Es la enseñanza sobre la que se regula el texto del mapa. Es posible dibujar un tal mapa, incluso para regiones que no cuenten con mapas topográficamente modernos.

Para los alumnos más avanzados, son los mapas topográficos 1/200.000 y 1/25.000 donde el punto de partida de las investigaciones concierne los problemas de geografía locales. Pero se les irá familiarizando con otros mapas especiales de la historia de la región, la geología, el suelo, el clima y la economía. Es, a partir de las cartas locales, en las que se puede imprimir mapas especiales.—L. de A.

VÁZQUEZ MAURE, FRANCISCO: *L'Atlas géographique national d'Espagne*. Madrid, Espagne, XIX IGC, Norden, 1960.

El Instituto Geográfico y Catastral de España, está preparando la edición del Atlas Nacional, el cual contiene los datos geográficos esenciales muy diversos, donde la investigación al presente tiene grandes dificultades.

El primer volumen se ha dedicado a la geografía descriptiva que contendrá quince mapas geográficos de la Península Ibérica, a escala 1/500.000, con las tintas isométricas y las curvas de nivel de 200 metros de equidistancia. Encerrará, en parte, cien mapas geográficos de una escala mayor entre 1/200.000 y 1/25.000, comprendiendo zonas de interés especial. Este volumen se terminará con resumen geográfico y un índice de toponimia.

Se espera que este primer tomo sea publicado para el verano de 1961.

El segundo tomo, que está en preparación, contiene mapas geográficos especiales: geofísicos, geológicos, geografía física, geografía humana, climatología, agricultura, industria, energía, comunicaciones, arte, cultura, historia, etc.

El segundo volumen comprenderá 50 planchas y el primero 28, la dimensiones de estos volúmenes será de 70 x 45 cm.

Se hacen la descripción de los procesos adoptados de la selección de datos utilizados, de los signos, colores y notación elegida; los métodos de dibujo (grabar sobre las emulsiones y soporte en vidrio), etc.—L. de A.

CRIADEROS

CHEVERT, J.: *Formation de minéraux néogènes sur les haldes d'anciennes mines d'uranium et sur le carreau des mines en exploitation*. «Rapport CEA», núm. 1587, 1960.

Este estudio preliminar tiene por objeto fijar las degradaciones mayores que sufrieron los minerales de uranio primario y secundario bajo la acción del aire y de las aguas meteóricas. Se trata de minerales de uranio, constituyendo los minerales apreciados al aire libre. Los minerales piritosos son los más vulnerables; la interacción entre la pirita y sus productos de oxidación con los compuestos uraníferos es susceptible de formar los minerales neógenos, donde la importancia es considerable en la lixiviación natural de los depósitos de minerales de uranio.—L. F.

SEMAT, M. A.: *Caracteristiques physico-chimiques des minéraux uraníferes supergenes*. «Rapport CEA», núm. 1590, 1960.

Las condiciones de transporte y depósito de minerales uraníferos son expuestas brevemente por el autor.

La síntesis de las propiedades cristalográficas, físicas, ópticas y térmicas permiten definir las características esenciales de este grupo mineralógico.

Fue establecida una serie de tablas para facilitar su identificación. Da una de doble entrada por anión y catión, otra del sistema, cruces, parámetros, distancias reticulares, índices y refracción y orientación óptica. Otra de la clasificación por valores decrecientes de la raya lo más intensa del diagrama del polvo. Una serie de diagramas establecidos por anión, según las tres distancias reticulares más elevadas y otra serie de diagramas por anión de índice de refracción.

Complementan estas tablas con una lista alfabética de los minerales.—J. de A.

CUP, K. C. y WENSINK, H.: *The lead zinc ores of Yenefrito near Panticosa (Spanish Pyrenees)*. «Geol. en Munbott», 21 Jaargang, páginas 434-444, dic. 1959.

La parte central de los Pirineos está formada por una notable corrida de sedimentos paleozoicos de E. a W. que fueron introducidos por una intrusión orogénica posterior, más o menos alargada, según la dirección axial de la zona. Se conocen en estas regiones varias mineralizaciones, relacionadas generalmente con las intrusiones graníticas. Los complejos plomo-cinc de Yenefrito pertenecen al grupo de reemplazamien-

tos sulfurosos y están situados cerca de la zona de contacto metamórfico en el flanco Sur de la intrusión granítica de Panticosa en los esquistos y calizas devonianos.

Estas series paleozoicas son plegadas socinamente y umbadas hacia el Sur con un plano axial buzando unos 60°; concordante con el buzamiento del crucero de los esquistos del paleozoico sedimentario. La dirección del eje de plegamiento local (eje B) en la región de Yenefrito tiene un acimut de unos 300°. La dirección longitudinal de las fallas de levantamiento corresponde con la dirección del eje-B. Las fallas transversales (generalmente fallas de desgarramiento) buzán N. S. (F₁) y E.-W. (F₂) que son diagonales con la dirección B.

Estas fallas están relacionadas con el emplazamiento de la gran formación granítica de Panticosa; posteriores actividades ígneas de diabasa formaron diques utilizando las direcciones de falladura como canales de ascensión. La mayor parte de los diques están compuestos de cuarzo que se mineralizaron con las manifestaciones sulfurosas posteriores. La paragénesis de las formaciones minerales evidencia una secuencia de minerales sulfurosos cuya densidad aumenta en los estadios posteriores de su formación.—L. F.

SARCIA, J. y J. A.: *Indices uraníferos dans la région d'Anarak (Plateau Central iranien) (1960)*. «Rapport CEA», núm. 1.613, 1960.

Los autores destacan la existencia de algunos indicios uraníferos en la meseta central iraníana, y describen aquéllos que han descubierto en el curso de su reciente misión; se trata de un poco de pechblenda diseminada en un mineral cupro-niquelífero ligado a los pórfidos dioríticos paleógenos.—L. F.

DATACION

ERICSON, DAVID: *Stratigraphie des sediments de mer profonde et la dure du pleistocene*, Assemblée d'Hel'sinki (julio 1960), U. G. G. I.

Se han investigado las largas crónicas y cambios de clima del pleistoceno en los testigos tomados en cuencas profundas, donde se encuentran sedimentos arrastrados por corrientes de turbulencia. Por otra parte, se llega corrientemente a que los testigos tomados sobre las elevaciones del fondo, contienen lagunas a causa de las perturbaciones submarinas. Es difícil y a veces casi imposible de identificar la presencia de estas lagunas en el testigo único.

Una interpretación provisional de zonas climáticas, determinada con la ayuda de foraminíferos planetarios en un largo testigo tomado en el Atlántico ecuatorial conduce a la conclusión de que el fondo de testigo alcanza una zona concordante con la glaciación de Mindel. Una extrapolación, basada sobre la toma de sedimentos determinada por el método

del radio-carbono, indica que el corte representa una duración de alrededor de 550.000 a. Suponiendo que las duraciones de Günz y de Donau son comparables con las de las edades glaciares subsecuentes, se llega a una duración total de pleistoceno que no es menor de un millón de años.—L. DE A.

GEOELECTRICIDAD

MIGAUX, L.; ASTIER, J. L., y REVOL, PH: *Essai de détermination expérimentale de la résistivité électrique des couches profondes de l'écorce terrestre*. Assemblée d'Helsinki (julio 1960). U. G. G. I.

Las posibilidades de determinación directa de la resistividad de la corteza están lo más corrientemente limitadas a profundidades de algunos kilómetros, se trata de medidas en la perforación, o de medidas a partir de la superficie y por procedimientos clásicos del «sondeo eléctrico».

La puesta en práctica de medios más importantes y la mejoración de medidas ha permitido aumentar la profundidad de investigación a través de un sondeo eléctrico ejecutado en Vendée sobre el macizo granítico de Mortagne. La separación de las tomas de envío de la corriente han alcanzado 70 kilómetros y se propone una interpretación del diagrama obtenido.

Por debajo de 250 m. tiene 250 ohms. m⁻² se ha encontrado seguida mente un espesor de 7.000 m. con 1.400 ohms. m⁻², seguido de un terreno con una resistencia vertical muy rara, p. e., 25 kilómetros con 1.600 ohms. m. u 8 kilómetros con 5.000 ohms. m⁻². Esto será seguido de un medio mucho más conductor.

Para explicar estas resistividades elevadas es preciso admitir que el aumento de conductividad debido al aumento de temperatura en profundidad está compensado por una disminución en la proporción de electrolito en la roca.—L. DE A.

GEOGRAFÍA

FÉDEROVITCH, B. A.: *Carte géomorphologique de l'URSS et des territoires limitrophes*. Moscou, U. R. S. S., XIX IGC, Norden, 1960.

1.º La carta geomorfológica de la U. R. S. S. y de los territorios limítrofes, publicada en 1959 a escala 1:4.000.000, presenta la primera tentativa de preparación de un mapa morfológico para una parte muy extensa de la Tierra.

2.º Para presentar sobre esta carta toda la colección de datos acumulados se han agrupado para la preparación del mapa un gran número de sabios, que personalmente han estudiado los territorios cartogra-

fiados. Los materiales de los autores han sido coordinados con los redactores designados para cada gran región y por el comité de redacción general.

3.º La preparación del mapa se efectuó a base de un principio morfogénico grandemente utilizado en la U. R. S. Según este principio, cada tipo de relieve está comprendido como resultante del proceso de evolución del relieve bajo la influencia de fuerzas endógenas y exógenas.

4.º Basándose sobre este principio establecido por el académico I. P. Guerassimov, se ha mostrado sobre el mapa las estructuras principales que han condicionado el desarrollo de los tipos diferentes de relieve: los tipos morfogénicos del relieve (colores); formas principales del relieve (signos convencionales); edad del relieve (índices) y algunos datos suplementarios, por ejemplo, los límites de glaciaciones antiguas (coordinados por primera vez por todo el territorio de la U. R. S. S.), los límites de las antiguas transgresiones del mar, los límites de congelación perpetua, etc.

5.º Los mapas complementarios demuestran el movimiento reciente de la corteza terrestre, la división regional morfológica para los territorios de la tierra cerrada y para el fondo del mar.

6.º Los autos del mapa esperan que el nuevo pueda servir como base para una amplia discusión de ulteriores desarrollos de la cartografía geomorfológica general.—L. DE A.

KALLSNIK, S. V.: *Sur la classification des sciences géographiques*, Leningrad, U. R. S. S., XIX IGC, Norden, 1960.

1.º Todo sistema particular de ciencias se constituye poco a poco en el curso de evolución histórica y sobre el esfuerzo de una diferenciación siempre más desarrollada de un vasto dominio científico consagrado al estudio de un objeto completo y varío, comprendiendo la reunión de objetos e investigaciones más simples.

2.º La geografía en la antigüedad arrastraba el total de los conocimientos humanos en la naturaleza de la superficie terrestre y sobre la vida y la población de la Tierra. Poco a poco, sobre todo a partir del siglo XIX, las diversas partes de la geografía son diferenciadas y da lugar a dominios científicos independientes. A continuación, alguno de los dominios se van completando, como ocurrió con la etnografía. Pero la mayor parte de estas ciencias conservan con la ciencia madre algunos lazos de parentesco, y forman el complejo moderno de las ciencias geográficas.

3.º Esto comprende también las ciencias naturales y las ciencias humanas. Para el dominio de este conjunto general y una vida independiente y por ser su propio objeto de investigaciones.

4.º Las ciencias geográficas naturales son: la geomorfología, la climatología, la hidrología continental, la oceanografía, la glaciología, geocriología, la pedología, la biogeografía, la fenología, la geografía física y la cartografía.

5.º Las ciencias geográficas humanas comprenden la geografía económica con todas sus subdivisiones, la historia de la geografía y la toponimia.

6.º Por otra parte se puede distinguir un grupo de ciencias que reúnen los conocimientos obtenidos por las ciencias geográficas, humanas y naturales (geografía regional, geografía militar y geografía médica).

7.º Cada ciencia geográfica tiene su propia teoría, sus estudios regionales y dominio de aplicación.

8.º La clasificación de las ciencias geográficas es necesaria para la definición de las nociones teóricas sobre la geografía y para las relaciones con los organismos que trabajan en cada uno de sus aspectos.
L. DE A.

GYÖRGY ENYEDI: *L'édition des cartes d'utilisation des terrains en Hongrie*. Budapest, Hongrie, XIX IGC, Norden, 1960.

1.º La edición de la carta compleja representando la utilización de los terrenos de Hungría se comenzó hace poco tiempo. Después del año 1930, paralelamente con la representación de los suelos, se han reeditado cartas que representan la calidad de los suelos, importantes para el cultivo de plantas en el Alföld (Gran Planicie). El Atlas agrario de Hungría (Magyar Mezőgazdasági Atlas) indica para todo el país los suelos propios a los cultivos de cada planta. Estos atlas fueron publicados en 1946. M. István Csákány ha terminado en 1951 la serie de mapas, comparando todas las exigencias naturales de las plantas (sol, calor, precipitación) con los datos reales y resumiendo la influencia total de los factores diversos para cada planta con un mapa único.

2.º La preparación de los mapas detallados por la utilización de terrenos (a escala 1/25.000), ha comenzado en 1956. Los dos primeros años fueron consagrados a la elaboración del método, debido a que los métodos en uso en grandes estados no pueden ser empleados en su totalidad en las circunstancias especiales de la agricultura húngara. El registro comprende no solamente los puntos materiales representables sobre mapa, sino también de todos los datos característicos para servir de base a las investigaciones detalladas. El objeto de estas investigaciones, además de la representación de la situación actual, es la valoración de todos los factores desde el punto de vista de datos naturales y económicos, con miras a la evolución futura. Como consecuencia, estos mapas facilitarán el trabajo de los organismos locales de planificación y administración.

3.º Actualmente los trabajos entran en tres planes: a) Mapas de utilización del suelo de Hungría con los signos de la VGI a escala 1/1.000.000 para el mapa mundial de utilización del suelo; b) Mapas de utilización del suelo de Hungría a escala 1/200.000, para facilitar la utilidad de este mapa, se divide el país en regiones agrícolas, pudiéndose seguir la línea de evolución de estos rindos; y c) Preparación de mapas

a escala 1/25.000, trabajo que necesita probablemente varios años, pero que dará gran utilidad práctica, sobre todo a los organismos económicos locales.—L. DE A.

GEOGRAFIA FISICA

ORLANDO RIBEIRO: *Sur la corrélation de niveaux eustatiques*. Lisboune, Portugal, XIX IGC, Norden, 1960.

A pesar de las convergencias de hechos de su apoyo, la hipótesis eustática tiene todavía muchas reservas, salvo en lo que concierne al glaciostatismo cuaternario, que es generalmente admitido. Mantiene, sin embargo, todo su interés, porque sólo permite la correlación de superficies de aplanamiento (en sentido amplio), no teniendo jamás cobertura discordante. La existencia de deformaciones recientes incontestables no es una objeción valedera, pero es suficiente que algunas regiones han de guardar su estabilidad para que los niveles eustáticos sean conservados y que su correlación sea posible.

El suelo, elemento que puede ser puesto en correlación precisa, es el nivel de base marina, y por extensión (pero con menos precisión) la superficie de aplanamiento a que se refiere.

Por definición toda vieja superficie, lleva sin deformación apreciable encima del nivel de base a estar más o menos desecada no se puede restituir más que por restos. Estos restos se ordenan alrededor de ciertos costados con un frotamiento inevitable, pues las pendientes varían según el origen de la superficie en cuestión: insignificantes en los planos de erosión, débiles en la peneplanicie, bastante fuertes en las pendientes, inclinados hacia lo ancho (y descendiente por debajo del nivel de base), cerrando las plataformas de abrasión marina. El elemento de referencia más seguro es raramente conservado (desembocaduras de río, la extremidad de los glaciares que conducen a la mar, el pie del acantilado), un cierto flotamiento de los costados debe ser admitido, débiles en el caso de peneplanicie, bastante fuerte en caso de pendiente (que revlan rápidamente hacia el alto).

Es opuesto lo que pasa en las regiones, no se han podido multiplicar las pruebas de formación reciente y es difícil admitir la existencia de regiones guardando una estabilidad absoluta. Es probable que, toda la marquería terrestre haya jugado, ciertas regiones mucho menos afectadas que otras así para ver las trazas de los escalonamientos de niveles eustáticos.

Su argumento más favorable a su realidad y en la mayoría de los casos el solo elemento de correlación utilizable, es la conservación de una serie de altos que se ordenan alrededor de ciertas cotas (380-400, 280-300, 180-200, 120 m.), separados por una serie de bancales. La hipótesis eustática explica de una manera satisfactoria ciertas discontinuidades de formas, pero se conoce que los aplanamientos eustáticos de regiones

muy alejadas las unas de las otras pueden presentar como consecuencia de su génesis y de su deformación ulterior, diferencias de algunas decenas de metros. La puesta en correlación de elementos del mismo nivel base (es el único elemento de datación seguro) ha podido cambiar y puede ser establecido, sobre todo, en lo referente a un océano.

Desgraciadamente la imprecisión de estos resultados (que tiene a la naturaleza misma de los procesos de aplanamiento), de la hipótesis eustática merece retener la atención de los investigadores. A pesar de ello, en relación con la superficie de la roca desnuda, cualquiera que sea su origen, permite tomar parte (después de la conservación de las formas) en los diferentes procesos, que durante los periodos de estabilización del nivel de base han conducido a formaciones de superficies de erosión escalonada, donde se encuentran bastantes ejemplos.—L. F.

BACHENINA, N. V.: *Leyendas de cartas geomorfológicas a las escalas 1/50,000 y 1/25,000 del territorio de la U. R. S. S.* Moscú, U. R. S. S., XIX CIG, Estocolmo, 1960.

1.º En la U. R. S. S. las cartas geomorfológicas a grandes y medias escalas tiene corrientemente una importancia práctica. Un levantamiento geomorfológico es considerado obligatorio para los levantamientos geológicos. Una carta geomorfológica a gran escala es trazada por los levantamientos del terreno y la interpretación de las fotos aéreas.

2.º Para permitir la comparación de los mapas a diferentes escalas de una misma región, es necesario poseer un sistema único de cartografía geomorfológica. Este sistema está basado no sobre la utilización de una misma leyenda para todas las escalas, pero sobre una clasificación geomorfológica única de los elementos en relieve y sobre la uniformidad de los medios de su representación.

3.º A la base de las leyendas de los mapas geomorfológicos a grandes y medias escalas ha estado puesta la clasificación geológica de las mesoformas del relieve, de partes de las formas y microformas. Estos elementos en relieve son reunidos en grupos geométricos según el principal agente endógeno o exógeno.

4.º Los elementos del relieve en génesis diferentes son representados en el mapa por colores diferentes del fondo; los elementos volcánicos y tectónicos activos son representados por trazos, signos y fondos rojos; los elementos de formas de estructura y de formas pseudovolcánicas son representados por signos negros. Las microformas son indicadas por signos fuera de la escala en colores. La edad es indicada por la intensidad del color.

5.º Los tipos genéticos de depósitos se leen sobre la carta gracias a la combinación del color, de la forma, y de la indicación convencional de la diferencia litológica.—L. DE A.

BIROT, P.: *Expériences sur la désagrégation granulaire de quelques roches.* Cambray-Seine, France, XIX CIG, Estocolmo, 1960.

Una serie de experiencias llevadas sobre las rocas granítica o areniscas han mostrado que las sales de hierro (percloruro y oxalato ferroso) provocan la dislocación rápida de granitos y de las areniscas (pero no de cuarcitas).

Se llegan a estos resultados por tratamientos de tipo muy variado. Fragmentos de granito son sometidos a una inmersión permanente en el oxalato ferroso, en un frasco tapado, sometidos a una temperatura constante de 25º, han perdido el 3 por 100 de su peso de arena en dos meses. En el mismo lapso de tiempo, una arenisca embebida de percloruro de hierro después de la exposición al aire, no sufre variaciones de humedad y ha sido completamente pulverizada.

Los resultados son comparables a los que han obtenido con las sales más activas, hiposulfito de sodio, pero con variaciones de humedad y de temperatura bastante menores.—L. F.

PENTTILÄ, E., y NURMA, M.: *Determination of the thickness of the granitic layer in S. W. Finland.* «Geophysica», vol. 7, núm. 2, páginas 27 a 29, Helsinki, 1960.

Como consecuencia de la síntesis de las investigaciones sobre la doble reflexión P en las superficies de discontinuidad de Conrad, observada desde su investigación a Porí en 1958, se ha podido determinar un espesor de 17.9 km. para una capa granítica.

El trabajo consistió en nueve explosiones submarinas con cargas variables de 20 a 600 kilogramos de TNT. Las velocidades P_n y S_n fueron de 5.72 y 3.34 km/s.

Los impulsos reflejados de una velocidad-frecuencia relativamente alta fueron registrados en unos geofonos de componente vertical.

Las distancias de las explosiones, con las que realizaron los estudios, fueron 6.0, 33.8, 61.7 y 71.0 km.—L. DE A.

GEOGRAFIA HUMANA

WDLICHUKO, A. A.: *Les conditions d'habitat de l'homme préhistorique dans la zone périglaciaire de l'Europe Orientale.* Moscú, U. R. S. S., XIX CIG, Nordev, 1960.

Las investigaciones de geógrafos, geólogos y arqueólogos soviéticos prueban que sobre el plano ruso los hombres prehistóricos en la época paleolítica superior vivían en la zona periglaciaire de la última glaciación (Eléstoceno superior, glaciación llamada de Valdai).

El glaciar acusa transformaciones profundas en el carácter de los paisajes que se encuentra más al Sur del límite de glaciación. El carácter esencial de estos cambios: enfriamiento, el aumento de las sequías y la disminución de la densidad de tipo vegetal.

Parecidas condiciones naturales no fueron comprobadas. En varias regiones de la zona periglacial se ha comprobado las trazas de suelo fósil, característico de oscilaciones de clima más templado. En particular, se ha comprobado la estratigrafía de suaves regiones, estaciones paleolíticas superiores sobre el Desna con tres horizontes divididos en dos niveles con las trazas de la formación del suelo.

El hombre prehistórico se fijó generalmente en la dirección que va del Sur al Norte. No obstante, su fijación sobre el territorio no fue siempre uniforme. La mayor parte de las estaciones paleolíticas superiores conocidas se encuentran en la cuenca de los ríos que desembocan en el mar Negro; el número de estaciones de esta época circundadas por ríos que van hacia el mar Caspio son mucho menores.

El hombre prehistórico prefiere establecerse en las vertientes de los valles a las salidas de los ríos; estas condiciones aseguran un buen drenaje sobre el emplazamiento de estación y la proximidad de los valles fluviales ricos en vegetación y en fauna. En ciertos lugares se encuentran yacimientos de valles horizontes cultivados.—L. DE A.

VILA-VALENTÍ, JUAN: *La lutte contre la sécheresse dans le sud est de l'Espagne*. Murcia, Espagne, XIX IGC, Norden, 1960.

La región del Sureste de España, correspondiente a las provincias de Almería y Murcia, presenta una gran tendencia a la aridez; se trata, puede ser, de la región más seca de Europa.

Se estudian el clima, los sistemas de cultivo del pasado y las soluciones antiguas del problema de la sequía. No obstante, se trata de la técnica del cultivo para resolver las condiciones climáticas y la erosión del suelo. Ensayan nuevas plantaciones agrícolas y forestales y nuevos sistemas de cultivo y se comienza una renovación pastoral.—L. DE A.

KAYSER, BERNARD: *Le développement récent et les perspectives de l'irrigation dans le bassin méditerranéen occidental*. Toulouse, France, XIX IGC, Norden, 1960.

Ningún conocimiento estadístico preciso y homogéneo existe cada día sobre el desarrollo de la superficie de irrigación del Mediterráneo; pacientes investigaciones y confrontaciones, permiten, no obstante, representar aquí estimaciones que constituyen importantes revelaciones. De los seis países considerados (Francia, Italia, Túnez, Argelia, Marruecos y España), la superficie irrigada a fin de la segunda guerra mundial alcanzó cuatro millones de hectáreas; después de diez años, un nuevo millón de hectáreas se ha añadido, representando la progre-

sión excepcionalmente rápida de 25 por 100. En fin, los grandes trabajos en curso y los proyectos establecidos llevarán la irrigación con su máxima técnica a ganar todavía tres millones de hectáreas. Así, con relación a la situación media del siglo XX, la superficie de todas las tierras irrigadas podrá, en una valoración todavía no definitiva, doblarse.

Los países considerados, se encuentran en estado de equipamiento diferente y los problemas económicos que tienen no se han resuelto todavía. No obstante, los datos físicos, sociales, técnicos y financieros de la irrigación en la zona mediterránea tienen puntos comunes que permiten proyectos y previsiones de conjunto. La importancia de las investigaciones, la selección agronómica necesaria, la reputación de los esfuerzos en los tiempos y en espacio, implican obligatoriamente la definición de una política hidráulica; por su punto de vista sintético sobre los esfuerzos recopilados hasta aquí, la geografía puede jugar un papel no despreciable en su elaboración.—L. F.

ESCAGUÉS DE JAVIERRE, ISIDORO: *L'économie forestière en Biscaye*. Bilbao, Espagne, XIX IGC, Norden, 1960.

El paisaje forestal nuevamente surgido en la provincia española de Vizcaya no es natural, es de una franca intervención del hombre. Después de haber anunciado la plantación de antiguas especies, como pinos, encinas, nogales, etc., se introduce en 1880 los pinos de una rápida adaptación a las condiciones geográficas del país, a causa de su mayor rendimiento, ya que la producción del pino es cinco veces superior a lo logrado en cualquier otro lugar forestal del Norte de Europa. Los árboles alcanzan entre diez y veinte años las dimensiones suficientes para su explotación industrial, mientras que en Europa septentrional o central es necesario un periodo de sesenta o cien años. La comunicación expone la superficie reservada a los cultivos forestales y la riqueza que esto reporta, la cantidad de madera que se obtiene anualmente, el papel del pino, la lucha contra la erosión del terreno agrícola, así como la función importante que la madera y el pino en la vieja campaña que se utiliza en la construcción de casas o «caseríos», para los muebles, aperos de labranza e incluso vehículos y para hacer útiles de fuego armas de defensa. La comunicación hace igualmente observar la importancia de la industria de la madera, como serrerías, papelerías etcétera, y termina con una exposición referente al porvenir y a la promesa de Vizcaya en lo que concierne a sus condiciones forestales.—L. DE A.

KESS, A. S.: *Conditions paléogéographiques de la vie des hommes dans le désert*. Moscou, U. R. S. S., XIX IGC, Norden, 1960.

1.º En muchos de los desiertos de Asia y de Africa los vestigios de la vida y de la actividad económica del hombre del Paleolítico hasta las épocas recientes son ampliamente extendidos.

2.º Estos vestigios, encontrados lejos de puntos de aguas contemporáneos, sugieren después de largo tiempo la idea de que los desiertos del pasado habían estado mucho más ricos en agua y que su clima después fue desecado.

3.º Las investigaciones geomorfológicas, paleogeográficas y arqueológicas efectuadas durante veinticinco años en el desierto del Asia media (Asia central soviética) demuestran que las oscilaciones climáticas en los desiertos no eran considerables.

4.º Una larga extensión de vestigios del hombre en los desiertos se explica por las migraciones constantes no solamente de tribus de pastores y de cazadores, sino también de pueblos que se ocupan de cultivos irrigados.

5.º La migración de la población en los desiertos es función en primer lugar del cambio de las condiciones de alimentación en agua, gracias a las causas siguientes:

a) Sobre las planicies, gracias a los cambios del curso de los ríos debidos a la acumulación de aluviones en sus lechos, que ha tenido lugar por la progresión de las arenas (este último caso se refiere a los pequeños riachuelos).

b) En los pies de los montes, estos cambios son debidos a la combinación de depósitos preluviales y al aumento de consecuencia de la infiltración de las aguas fluviales en estos depósitos. Para las épocas más recientes la disminución de la corrida de los ríos en los desiertos puede ser ligada con el desarrollo de la irrigación de las regiones de los pies de las montañas.

6.º Los datos paleogeográficos y el estudio de las condiciones de habitación del hombre y del desierto muestran que la población del desierto, en un momento dado, no eran más numerosas que en la era actual. Esto demuestra la emigración constante de los hombres que siguieron los cambios del agua, que ha dado apariencia de una gran difusión del hombre en los desiertos del pasado.—L. DE A.

INCHAUSPE, OSVALDO: *L'espace géographique des bassins supérieur et moyen du Tunuyan*. Mendoza, Argentina, XIX IGC, Norden, 1960.

En las regiones comprendidas en la cuenca superior y media del Tunuyan se sitúa uno de los espacios geográficos mejor organizados del vasto panorama árido argentino. Forma una gran unidad regional sobre la cual los factores físicos y humanos tienen gran influencia. Está formado del imponente macizo de los Andes, de riquezas hídricas y de la red del Tunuyan, en la planicie árida, y de riquezas «oasis» al pie de la cordillera y del grupo de montañas «Huayquerías». Hay dos factores que contribuyen en mayor grado a la realidad geográfica regional: la montaña y el hombre. Los Andes son fuente generosa que engendran una gran concentración fluvial, es el río Tunuyan y otros secundarios la red de vertientes. El hombre ha creado una rigurosa realidad agrícola, los «oasis» fluviales, por el empleo ordenado de las reservas naturales y

particularmente del agua; y ha construido diques, canales, canales secundarios y de acequias.

El gran «Oasis» ocupa una superficie de 42.000 Ha. y sostiene una densidad de 120 habitantes por km². Comprende cultivos arborescentes y herbáceos; frutas, forestales, especies forrajeras, productos de jardín; grandes estancias y una gran cantidad de grupos urbanos; caminos bordeados por árboles y centros industriales.

Esta unidad regional constituye un factor precioso del crecimiento económico de Mendoza y una prueba de acción del hombre sobre el suelo árido de la Argentina.—L. DE A.

PHILIPPE PINCHEMEL: *La classification et l'analyse scientifiques des paysages humanisés*. Lille, France, XIX IGC, Norden, 1960

Todos los geógrafos están de acuerdo sobre la importancia de los estudios de los paisajes, en particular los de los paisajes humanos. Pero la tentativa de clasificación de estos paisajes son raras y poco satisfactorias. La clasificación propuesta se apoya sobre los resultados de la acción humanizante de las colectividades humanas sobre los tipos medios naturales.

El autor distingue los cuatro siguientes:

1.º Paisajes humanizados de contacto y transición (punto de humanización, frentes de humanización, humanización difusas o extensivas).

2.º Los paisajes humanos discontinuos, así como fallas naturales (relieve, vegetación, suelo), compartimentos y aislantes de zonas humanizadas.

3.º Los paisajes totalmente humanizados y orientados; la disposición de los hechos humanos (habitación, planes parcelarios) están diferenciados por los hechos naturales.

4.º Los paisajes totalmente y libremente humanizados, sin ninguna determinación natural ni intervención de la humanidad.

Para cada uno de estos tipos, el estudio considera el análisis de su morfología, de su cronología, de su dinámica (evolución histórica), épocas de la puesta en marcha de los elementos humanos.—L. F.

GEOLOGIA

MALDONADO-KOERDELL, M.: *Bibliografía Geológica y Paleontológica de América Central*. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Publicación 204. México, 1958.

En el primer capítulo de esta interesante recopilación de datos y bajo el epígrafe «La Geología y la Paleontología en América Central», se hace un resumen histórico, primero en español y a continuación en inglés, de los trabajos publicados sobre estos temas, o relacionados con

ellos más o menos directamente, tales como libros de viajes, descripciones generales, misiones especiales y proyectos de comunicación interoceánica. En notas a pie de página se da la referencia de las publicaciones antiguas relativas a estos temas.

Divide el autor este resumen en tres periodos: el primero que comprende aproximadamente desde el año 1825 hasta el 1860; el segundo hasta 1937 y el tercero hasta 1955.

A continuación el autor expone, también en español y en inglés, la gestación de este proyecto, la manera de llevarlo a feliz término y las ayudas recibidas y en especial la económica de la Geological Society of America.

Luego, tras una extensa equivalencia de las abreviaturas empleadas, que en su mayoría se refieren a las denominaciones de las revistas con sueltas, se da la bibliografía completa, por orden alfabético de autores, de las obras publicadas desde 1860 hasta 1955, que se refieren a la Geología y Paleontología de América Central.

Por último, el libro contiene un índice analítico por materias, con referencia al índice alfabético de autores, con lo que resulta sumamente fácil obtener una rápida información sobre el problema que interesa.

Es, pues, el libro que comentamos, una publicación sumamente útil para los geólogos en general y de manera muy especial para aquéllos que realicen estudios geológicos o paleontológicos en los diferentes países de América Central, incluyendo en este concepto la extremidad sureste de Méjico y la noroeste de Colombia.—A. A.

GEOMORFOLOGIA

BÉLA BULLA: *Problèmes géomorphologiques interglaciaux et interstadaux dans la zone périglaciaire*. Budapest, Hongrie, XIX IGC, Norden, 1960.

Las investigaciones de las formaciones periglaciales de Hungría, (loess, terrazas fluviales, sedimentos de cavernas, valles de corrosión) permiten al autor llegar a la consecuencia de que la época pleistocena no representa simplemente un ritmo climático de geomorfología glacial e interglacial. Sobre la base de formaciones periglaciares el autor presenta cinco tipos climáticos de la época pleistocena:

- 1.º Clima de un verano fresco, de un invierno con nieves, produciendo una cobertura de hielo (criógeno o criotrofo).
- 2.º Clima de un verano fresco, de un invierno rudo, glacial, pero seco guardando la cobertura de hielo (criófilo).
- 3.º Clima seco de las estepas, veranos cálidos, inviernos fríos (destrucción de los glaciares (criófago).
- 4.º Clima de carácter mediterráneo-subtrópico, extensión de los bosques (hileógeno).
- 5.º Climas de estepas templadas, seco y caliente (hileófago).

Por consecuencia, no se puede hablar de un clima único y uniformidad glacial, interglacial y interstadiaria. El autor presenta algunos ejemplos de formaciones y configuraciones periglaciares en Hungría, originarias de estos cinco climas. Estos climas alternan durante la época pleistocena con un ritmo todavía no bien conocido por nosotros. El autor se basa en estos conocimientos, para sostener que muchas tesis, e incluso en cierto grado todo el aspecto general de la morfología periglacial y glacial exige una profunda revisión.—L. F.

GIUSEPPE CARACI: *Un problème de la géographie moderne-le rapport «nature-homme»*. Roma, Italie, XIX IGC Norden, 1960.

Los problemas de solución difícil son la base de la geografía moderna, se encuentran en lo concerniente a la relación «naturaleza-hombre»; problema no resuelto fundamentalmente por la geografía y que presenta en todo momento diversos aspectos. La orientación misma de los contemporáneos hacia la geografía como ciencia del paisaje, puede ser considerada, sobre todo, una tentativa consciente o inconsciente de evadirse de una experiencia, en la cual la antinomia de los dos términos no permite alcanzar su conciliación. Así bien, la fórmula que establece entre los dos términos una relación expresada por ajuste alternativo al medio, tiene el predominio de una función de valores que lleva al conocimiento efectivo de uno u otro de los dos términos opuestos.

La solución debe ser buscada por otro camino. Es preciso abandonar el inerte eclecticismo y resolver la antinomia al reemplazarla por la fórmula de una relación dialéctica. Este informe es el único que permite una solución: esta solución no es más que una absorción recíproca de dos términos o de un dualismo dogmático, la cual favorecerá el ajuste e interpretación de la significación teórica y su relación con la experiencia histórica.—L. F.

GEONUCLEONICA

PELLETIER, H.; DELIBRIAS, G.; LEBEVRIE, J.; PERQUIS, M.-T.; RUDEL, A.: *Mesure de l'âge de l'une des coulées volcaniques issues du Puy-de-la-Vache (Puy-de-Dôme) par la méthode du carbone 14*. «Rapport CEA», núm. 1.664, 1960.

El recubrimiento del terreno por lavas volcánicas crea condiciones particularmente buenas para la datación de las erupciones correspondientes por el método C14. La gran erupción de Puy de la Vache, en Auvergne, fue datada así: y se han encontrado 5.690 a. (± 350 a.) antes de J. C.—L. DE A.

SCHAEFFER, O. A. and ZIMRINGER, J.: *Helium, neon and argon isotopes in some iron meteorites*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, XIX, 94 a 99. Abril 1960.

Los rayos cósmicos producen He^3 , He^4 , Ne^{20} , Ne^{21} , Ne^{22} , Ar^{36} y Ar^{38} , habiéndose valorado esta producción en siete sideritos con variaciones en los contenidos en helio. Estos resultados son concordantes con medidas anteriores. Al considerar las relaciones He^3/He^4 , $\text{He}^3/\text{Ne}^{21}$ y $\text{He}^3/\text{Ar}^{38}$ se ve la posibilidad de situar la muestra en profundidad en el meteorito original, mejor que por el contenido absoluto de un isótopo particular.—L. DE A.

HAMER, A. N. y ROBBINS, E. J.: *A search for variations in the natural abundance of uranium-235*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, XIX, 143 a 145. Abril 1960.

Las publicaciones sobre este tema son muy escasas debido a que estas variaciones en la naturaleza tienen que ser pequeñas y además difíciles de seguir en los mismos laboratorios, ya que las diferencias en los pesos isotópicos son del orden del 1 %.

Después de un detenido estudio de 12 muestras llegan a una desviación máxima de la relación $^{235}/^{238}$ de 0,046 %, mientras que los anteriores como Seftle de 13 muestras obtuvo 0,56 % y Nier en tres obtuvo una diferencia de 0,93 %.

Se debe esta reducción de la desviación máxima al perfeccionamiento de las técnicas de espectroscopia de masas.—L. DE A.

CIVANZARO, E. J. y GAST, P. W.: *Isotopic composition of lead in pegmatitic feldspars*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, XIX, 113 a 126. Abril 1960.

Se describe una técnica de cambio iónico para la extracción de microgramos de plomo de pegmatitas feldespáticas. La composición isotópica de plomo en los feldspatos da edades que varían de 350 a 2.750 m. d. a. Estos valores calculados son en general concordantes con otras determinaciones independientes de edades. Los resultados son compatibles con un modelo que estuvo un tiempo relativamente corto en la corteza rodeado por el plomo.

En una ocasión se apreció una discrepancia grande entre el modelo de edad y la conocida, a causa de un exceso de plomo radiogénico en el feldespato, la anomalía se resolvió con una separación del plomo radiogénico.

El plomo contenido en 25 feldspatos varía de menos de 20 a 500 p. p. m.—L. DE A.

GEOQUIMICA

ALFRED BOEGLI: *Les phases de la dissolution du calcaire et leur importance pour les problèmes karstiques*. Hitzkirch, Suisse, XIX IGC, Norden, 1960.

Las reacciones químicas de las disoluciones del carbonato de cal aplicado a la disolución de la roca caliza muestran cuatro fases.

Las dos primeras son de la transformación de la roca caliza y sus iones Ca^{++} y CO_3^{--} y la de la reacción entre este último ion y el hidrógeno ionizado H, forman el ion hidrocarbonatado (HCO_3^-). Estos se desarrollan muy rápidamente. La tercera fase, la transformación del bióxido de carbono disuelto en el agua (99,3 por 100), en el ácido carbónico se lleva más lentamente y depende principalmente de la temperatura. La velocidad de reacción en la cuarta fase es determinada por la velocidad de difusión del bióxido de carbono del aire en el agua, lo que se produce lentamente y depende de la temperatura. La cantidad de carbonato disuelto es varias veces mayor que las de las otras tres fases.

Estas fases de disolución de la caliza nos permiten comprender por las diferencias de carstificación las diferentes zonas climáticas, principalmente la intensidad en los países cálidos que pasa a la de los países fríos.

La división en fases ha permitido crear un sistema genético de diferentes formas de lapieés.—L. F.

GLACIOLOGIA

JANCU, S.; NEDELCU, E.; NICULESCU, G.; e SIRCU, I.: *Traces glaciaires quaternaires dans les Carpates roumaines*. Roumaine, XIX IGC, Norden, 1960.

Fue entre 1880 y 1900 en que se mencionó por primera vez las trazas de glaciares de los Cárpatos rumanos. En la primera mitad de nuestro siglo los estudios más sistemáticos fueron realizados. Las investigaciones más detalladas en estos últimos años se refieren a grandes macizos considerados separadamente.

El relieve glaciar de nuestras montañas se presenta bajo las formas varias que prueban la existencia de la glaciación cuaternaria solamente en el macizo que pasa actualmente de los 2.000 m. de altura.

En los Cárpatos orientales se encuentran trazas de glaciares en los macizos Rodna, Calimani, Maramures, donde se ha comprobado la presencia de circos suspendidos en algunos valles glaciares de toda la vertiente Norte y Oeste.

Las trazas glaciares tienen una mayor extensión en los Cárpatos me-

ridionales, donde la erosión glaciár tiene un máximo de intensidad. Sobre el punto Norte se han descubierto valles glaciares acabados por cimas alpestrés; lo que indica un escalón más avanzado de erosión, mientras que sobre la vertiente Sur no se encuentran más que circos suspendidos de tipo pirenaico, drenados de valles glaciares ramificados y muy profundos. En las extremidades Este y Oeste de estas montañas, los circos glaciares son asociados a las plataformas de erosión.

El efecto de erosión glaciár se traduce por los depósitos fluvio-glaciares de zonas de pie de las montañas.

Los estudios hechos sobre la glaciación carpática han conducido a la hipótesis, de que ha habido en estas montañas pases glaciares más importantes.—L. F.

MARKOV, K. K.: *Résultats géographiques des Investigations Soviétiques dans l'Antarctique*, Moscou, U. R. S. S., XIX IGC, Norden, 1960.

La expedición soviética a la Antártida, ha realizado en el curso de cuatro años investigaciones en estas regiones con grandes resultados referentes al estudio de la geografía de la Antártida oriental y de la parte adjunta del Océano Meridional.

1.º Se han completado los trabajos cartográficos sobre toda la extensión de la banda límite de la Antártida entre 45º y 165º de longitud E. La configuración del borde del continente fue corregida en su lugar hasta 100 km. en comparación con las cartas antiguas. Particularmente interesantes fueron los resultados obtenidos en las regiones de los terrenos de Endeby, para los glaciares de Eimery, el oasis Abnuer y la costa Sabrin.

2.º Geológicamente la Antártida está compuesta por tres series principales de edad variada. La Antártida oriental es una plataforma cercana en un fuerte grado por los procesos tectónicos recientes. El carácter de las anomalías de gravedad indican el carácter continental de la corteza terrestre de la Antártida.

3.º El escudo de la Antártida oriental está cortado sobre una extensión de varios millares de kilómetros por una fractura tectónica concéntrica.

4.º En el curso de la expedición continental en 1958-59 fue descubierto un fondo de la Antártida oriental, un país montañoso cubierto de hielo. Está situado en la región del polo inaccesible relativamente. Delante de una altura de superficie de los bedrocks de 3 km. de espesor del hielo encima de ellos alcanzan 1.000 m. solamente. Estos datos y otros posteriores permiten considerar la Antártida como un continente y no como se creía hasta ahora, que era un archipiélago.

5.º Se ha realizado un ciclo de trabajos meteorológicos en la región del polo mundial del frío (temperatura absoluta del aire — 87,4º), y se crea una hipótesis sobre la marcha general de los procesos meteorológicos encima de la Antártida. El problema del hielo antártido exige una discusión desde todos los aspectos.

6.º Se propone un esquema de división regional geográfica para el hemisferio meridional en zonas antárticas, subantártica y moderna.—L. DE A.

LACLAVERE, G. y FISCHER, J. C.: *La représentation cartographique du relief polaire*, Paris, France, XIX IGC, Norden, 1960.

La gran diversidad que puede ser observada en las modernas investigaciones realizadas hasta aquí por las diferentes naciones, en su colaboración cartográfica en las regiones polares, ha mostrado la necesidad de establecer una convención fija sobre el plan internacional, de la manera de representar los diferentes aspectos del relieve polar.

Tal proyecto ha conducido a algunos cambios de impresiones y ha permitido un examen detallado de los mapas ya existentes, a fin de poder ligar las concepciones nuevas y ciertas sugerencias que han sido fruto de la experiencia.

Las concepciones actuales en materia cartográfica, así como de cartografía internacional, han planteado problemas que pueden ser estudiados por un solo organismo, asegurando encontrar las soluciones eficaces que se trata de un objeto después de largo examen. En la precedente Asamblea del Comité Especial de Recherches Antarctiques (SCAR), que ha tenido lugar en Buenos Aires del 17 al 25 de noviembre de 1959, ha sido examinada la proposición de normalización presentada por el Instituto Geográfico Nacional francés.

Acompañó al trabajo una exposición detallada, llevada sobre naturalezas de los diferentes accidentes del relieve polar, en la medida en que sus accidentes presentan un interés actual y donde son susceptibles de formar objeto de una representación cartográfica.—L. F.

GRAVIMETRÍA

BOTT, B. M. H.: *Gravity anomalies over granites and their relation to the continental crust*, Asamblea de la U. G. I., Helsinki, 1960.

La evidencia de las anomalías negativas de la gravedad, observadas normalmente sobre las bases del granito, están en conjunción con las medidas de densidad de las rocas y sugiere que estas intrusiones, usualmente extensas hacia abajo, se extienden en dicho sentido alrededor del tercio del espesor de la corteza continental. Estas observaciones demuestran que la parte superior, que es normalmente considerada como capa granítica, es significativamente densa y que sea un granito granodiorita de alrededor de 2,75 g/cm³, y que puede encajar por debajo de una diorita de composición media. Estos resultados combinados con la signología evidencian las consideraciones geológicas y sugieren una capa continental como sigue:

0 a 10 km.: capa sedimentaria, capa metasedimentaria (composición diorítica).

10 a 30 km.: ¿capa granítica?, capa intermedia.

El límite entre capas metasedimentaria y granítica tiende a representar la primitiva corteza antes del comienzo de los procesos geológicos, el modelo sugerido está de acuerdo con la idea de una fina capa cortical de velocidad baja, correspondiente a la capa granítica. Esta capa es de espesor variable de unos sitios a otros.—L. F.

MINERIA

ROBERT, J. GARRY: *Rôle joué par l'aviation dans l'exploitation minière dans le Grand Nord Canadien*. Montreal, Canadá, XIX IGC, Norden, 1960.

En 1895, el geólogo P. Low descubrió en el centro del Labrador, yacimientos de hematitas de elevada ley y de excepcional importancia. La lejanía de los centros habitados, la rigurosidad del clima y la hostilidad de los medios, impidió el reconocimiento y la explotación durante cincuenta años.

En 1920, gracias a la aviación, los yacimientos fueron sobrevolados y verificados los correspondientes croquis. De 1936 a 1950, 40.000 fotos aéreas fueron tomadas y con ellas trazados los mapas y fijados los límites de los yacimientos reconocidos. En 1940, l'Iron Ore Company de Canadá fue constituida para explotar los minerales de hierro.

Es necesario construir de antemano, a través de una región absolutamente desértica y muy accidentada con condiciones de clima excepcionalmente severos, un ferrocarril de 360 millas. Se pudo construir en menos de cuatro años gracias al más gigantesco puente aéreo civil que se ha construido en la historia. El transporte aéreo fue organizado por la Hollinger Ungava Transport, con base en Mont Joli, en la rivera Sur de St. Laurent a 141 millas de Sept Iles, futuro puesto de embarque de mineral. Hombres, máquinas, vehículos, avituallamiento, alimentos, todo fue transportado por avión, durante todo el tiempo sobre pistas preparadas sobre la montaña. De octubre de 1950 a diciembre de 1953, los aviones transportaron 138.700 pasajeros y 170.343.000 libras de mercancías. El tráfico se elevó a más de 15 millones de toneladas/milla. Los vuelos diarios fueron del orden de un centenar. Dos helicópteros y 22 aviones fueron utilizados y conducidos por 82 pilotos.

La prospección y construcción de vías de acceso en esta región y en un tiempo sólo se pudo efectuar gracias a la aviación.—L. DE A.

MORFOLOGIA

DRESCU, J.: *Remarques sur la morphogénèse actuelle dans le désert côtier péruvien*. Paris, France, XIX IGC, Norden, 1960.

Lluvias casi nulas y pequeñas diferencias de temperatura hacen del desierto costero peruano una de las regiones del mundo donde la evolución morfológica es particularmente lenta. Así la mayor parte de las formas son determinadas por la proximidad de la cadena andina, o por climas diferentes.

No obstante, los procesos actuales conducen a formas en domos, en bolas del cristalino y a la fragmentación de otros tipos de rocas, producidas por los arrastres.

Las formas más movidas son actualmente las formas dunarias. Los «reg», las formas de crestas y las de dunas, nebkas, barkhanes, cadenas se han estudiado por el autor. Las formas son simples. Las causas son: la débil abneación tabulosa que resulta de la rareza de las rocas gredosas, de la debilidad de los aportes litorales o fluviales, la constancia de los vientos y la rareza de las grandes llanuras.

Fuera de los barkhanes las formas observadas son las dunarias, las diferencias son debidas al viento, bajo vientos normales u oblicuos con relación a la orientación de las vertientes.—L. F.

DRESCU, J.: *Sur les formes des versants dans les Vosges méridionales. Ballon d'Alsace, France*. Paris, France, XIX, IGC, Norden, 1960.

Las altas cadenas de las pendientes superiores se han recubierto de arena espesa variable, cubierta de un suelo muy fino, reposando sobre el granito profundamente alterado. La roca en su lugar, sana, aparece raramente. Este manto de arena conduce a revisar las condiciones de conservación de las superficies de erosión y los replanos de las vertientes cíclicas. Las formas periglaciales son al contrario frecuentes, cubetas de nivelación, carradas, sobre las crestas o los altos de las vertientes, y corrientemente relacionadas con las morrenas de los neveros y movimientos de grandes bloques.

Estas formas son explicadas por la petrografía del granito, las condiciones climáticas actuales han pasado. Son caracterizados esta vez por una gran humedad, dentro de la estación seca, un enigma discontinuo en el tiempo y el espacio. La nieve y la crioclasticidad han jugado durante los períodos frescos un papel no menos importante que los glaciares de la elaboración de las formas del relieve.—L. F.

PROSPECCION

GINZBURG, I. I.: *Principles of geochemical prospecting. Techniques of Prospecting for nonferrous ores and rare metals.* (Traducido del ruso por V. P. Sokoloff). Pergamo Press, 1960, 31 págs. Oxford-London-New York-Paris.

Esta técnica de prospección de minerales no férricos y metales raros, se escribe en un momento de importancia fundamental de la prospección geoquímica. De ella fuimos grandes defensores, acudiendo siempre a los métodos espectroquímicos, en los cuales llevamos tres décadas de continuos trabajos, y así pudimos localizar en las costas del occidente gallego las formaciones de niobio y tantalio desde más de 20 kilómetros de distancia, siendo los problemas españoles de los primeros aparecidos en algunos de estos campos.

Los modernos métodos espectrográficos y colorimétricos, como dice la introducción, fueron los pilares para la gran importancia adquirida en estos últimos años de la prospección geoquímica, siguiendo la doble técnica acostumbrada por nuestro Instituto, el laboratorio central y los portátiles ligados directamente con los trabajos de campo.

Considera el autor las técnicas analíticas, la primera la espectroquímica, una de las más útiles y necesarias de la prospección geoquímica, con sus varias ventajas y defectos, de estos últimos algunos ya superados en nuestro laboratorio. Trata del químico clásico, colorimétrico, etcétera.

Trata de los indicadores geoquímicos, acumulación de metales en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, y en general, de los diversos problemas que se pueden presentar en la prospección geoquímica.

La migración de los cationes con las aguas forma parte de un capítulo, complementado con la importancia de la prospección hidrogeoquímica.

Como métodos de prospección eficaz, recordamos el que nos condujo hace más de veinte años a la localización de una zona de volframio ya conocida, en la mancha granítica y paleozoica del Duero, al analizar unas cenizas de vinos de Porto, y relacionados con los terrenos donde estaban cultivados las vides. Esta técnica bioquímica cada día tiene más desarrollo, y por ello consignan los autores un capítulo donde destacan los estudios sistemáticos efectuados desde 1947 y otro ya concreto a las técnicas geobotánicas, en el que se consideran los indicadores más conocidos.

Dada la importancia de la prospección geoquímica, destaca la conveniencia de creación de estos servicios, así como la de formación de los correspondientes mapas geoquímicos.

Dedica un apéndice a los análisis rápidos en el campo del plomo, cobre, volframio, molibdeno y plata. Da un glosario de la significación de 34 de las voces técnicas utilizadas en el texto.

Termina la obra con una amplia bibliografía ordenada por capítulos, en las que domina las citas de origen ruso, seguido de un índice alfabético de materias y autores.

La obra reseñada la consideramos de gran utilidad para cuantos nos dedicamos a los temas de prospección y para los interesados en geología en general, ya que con su lectura pueden apreciar las grandes posibilidades que tienen en la prospección las modernas técnicas geoquímicas.—L. DE A.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En este Instituto, fundado en el año 1849, existen laboratorios donde se estudian, analizan y ensayan, rocas, menas, minerales, aguas, combustibles, tierras coloidales y productos metalúrgicos e industriales. También se efectúan determinaciones espectroquímicas, químicas y de constantes físicas, estructuras cristalinas y mediciones de radiactividad, así como separación y concentración de menas por sus diversas técnicas, y ensayos industriales de las mismas.

Tanto para investigación como para fines docentes, se preparan colecciones de ejemplares y también se realizan clasificaciones de rocas, minerales y fósiles.

Los estudios y prospecciones geofísicas se efectúan por métodos eléctricos, sísmicos, magnéticos, gravimétricos y radiactivos.

Se ejecutan estudios e informes geológicos así como investigaciones de criaderos y asesoramientos para la explotación de los mismos.

Se redactan proyectos de alumbramientos de aguas subterráneas y se proporcionan toda clase de asesoramientos para la ejecución de los mismos.

Con destino a Entidades y particulares se ejecutan toda clase de trabajos relacionados con las especialidades del Instituto.

LISTA DE PRECIOS DE LAS PUBLICACIONES DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA PARA PENINSULA IBERICA, HISPANO-AMERICA Y FILIPINAS

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo	75
Agotados números 1 a 10, 11, 12, 15, 21, 22, 23, 38, 39, 43, 44, 45, 48, 50 y 56	
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada número	40
Agotados números 1, 8, 9, 10, 13 y 19.	
MEMORIAS	
GEOFÍSICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. Tomos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º, cada uno	240
Idem, id. Tomo 5.º	150
CRIADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia	40
Idem de Asturias	40
Idem de Galicia. Tomos 1.º y 2.º agotados... ..	40
Idem de Galicia. Tomo 3.º (dos fascículos cada uno)	40
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba	75
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda	50
Monografía de las melanopsis	50
Conchas bivalvas de agua dulce... ..	50
Memoria del Uranio (agotada)... ..	50
El petróleo	50
Cuenca del Alto Tajo. Alcalá de Henares	50

	Ptas.
La cordillera del Rif (dos volúmenes de texto, uno de láminas) ...	150
Reservas mundiales de piritas (dos volúmenes)	75
Reservas mundiales de fosfatos (dos volúmenes)	75
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno)	75
Las nuevas ediciones del Mapa Geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955) publicadas por el Instituto Geológico y Minero de España	20
El Cretáceo en España... ..	75
Resumen de la Historia geológica de la Tierra	200

GUÍAS GEOLÓGICAS.

Estrecho de Gibraltar	40
Los platinos de la serranía de Ronda	40
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés)	40
Sierra Morena-Sierra Nevada... ..	40
Terciario continental de Burgos... ..	40
Minas de Almadén (francés)	40
Isla de Mallorca	40
Sierra de Guadarrama	40
Aranjuez	40
Asturias (sólo en francés)	40
Sierra Morena-Llanura Bética	40
Despeñaperros	40
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla	40
Idem id. Madrid-Irún	40

BOLETINES DE SONDEOS.

Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo	30
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem	30
Tomo 3.º (fasc. 1.º)	30

MAPA GEOLOGICO

CARTOGRAFÍA.

Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	75
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	250
Idem id., hojas sueltas, cada hoja	100
Idem id., escala 1:400.000 (cada hoja)	20
Idem id., nueva edición (cada hoja)	30

	Ptas.
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno	75
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	25
Atlas estratigráfico de la cuenca hullera asturiana	75
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	20
Mapa Manantiales Minero-Medicinales de España, a 1:1.500.000... ..	40
Idem Vulcanológico	40
Mapa Geológico del Sáhara, a 1:1.500.000	75

MEMORIAS.

Explicación Mapa Geológico, tomo 1.º, escala 1:1.000.00	75
Idem id., explicación tomo 2.º	75
Explicación del Mapa Geológico de España, por don Lucas Mallada, escala 1:400.000 (agotados los volúmenes 4.º, 5.º y 6.º)	50
Memoria provincial de Lérida y Huesca	75
Memorias del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	25
Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000. Gijón-Oviedo	30
Catálogo	15

Estas publicaciones se mandan a provincias, enviando por anticipado su importe por Giro Postal, más gastos de correo.

PARA LAS LIBRERÍAS.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 % de descuento, que deberán descontar al hacer el envío de su importe por Giro Postal.

PARA LOS DEMÁS PAÍSES.—Los precios son dobles de los marcados en esta lista. En todos los casos se aplicarán los cambios oficiales del Instituto Español de Moneda Extranjera.

SECCION DE VENTAS DE PUBLICACIONES

Relación de depósitos de este Instituto en provincias

SUMINISTROS ESCOLARES Y CIENTIFICOS

Plaza de la Universidad, 11.—Barcelona.

AGENCIA EDITORIAL SANTA CLARA

Paseo de Santa Clara, 2.—Oviedo.

LIBRERIA ZINCKE HERMANOS

Cantón Grande, 21.—La Coruña.

LIBRERIA «MARAGUAT»

Plaza del Caudillo, 22.—Valencia.

LIBRERIA GENERAL

Independencia, 8.—Zaragoza.

INDICE

	PÁGS.
Observaciones geológicas sobre el macizo del Mencil y sus alrededores (Granada), por P. FALLOT †, A. FAURE-MURET y J. M. FONTBOTÉ	3
A propósito de dos nuevas aportaciones al conocimiento del Numulítico español (pirenaico y subpirenaico), por SALVADOR REGUANT	73
Lavas almohadilladas (<i>pillow-lavas</i>) en los afloramientos volcánicos de la transversal Iznalloz-Jaén (Cordillera Subbética), por J. M. FONTBOTÉ e I. QUINTERO	85
Fotogeología, por MANUEL MARÍA DE ALVARADO y ARILLAGA	91
Sobre la caracterización del Vallesiense, por M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. TRUYOLS SANTONJA	109
El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica, por M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. TRUYOLS SANTONJA	127
Los vertebrados del Cretácico español, por J. R. BATALLER	141
Las rocas eruptivas filonianas de Ifni, por el Dr. J. MARCET RIBA	165
La doble calcimetría y el perfil cálcico (calcilog), por CH. BERGER. Presencia de una nueva fase tectónica <i>Leoniense</i> de edad Westfaliense D en el Nor-Oeste de España, por M. ROBERT HERMAN WAGNER	221
El precámbrico de España, por FRANZ LOTZE	227
Finalidad de la evolución geológica, por ANTONIO DUE ROJO	241
Memoria acerca de la organización y resultados logrados en el Sexto Campamento para Prácticas de Geología «Panticosa-Hecho 1960», por José M.ª Ríos	259
La cartografía de las aguas subterráneas, por J. M. LÓPEZ DE AZCONA	283
Notas de un viaje por las minas del sur y centro de Noruega, por S. DE LA CONCHA	289
Bibliografía consultada para la preparación de la Hoja núm. 14 del mapa 1:400.000, 5.ª edición, por J. M. R. G.	301
Noticias	311
Notas informativas	339

	PÁGS
Notas bibliográficas:	
Cartografía	347
Criaderos	350
Datación	351
Geoelectricidad	352
Geografía	352
Geografía física	355
Geografía humana	357
Geología	361
Geomorfología	362
Geonucleónica	363
Geoquímica	365
Glaciología	365
Gravimetría	367
Minería	368
Morfología	369
Prospección	370
Instituto Geológico y Minero de España	373

