

1962

II 2-3

TRINIDAD

65

NOVAS COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



NOTAS Y COMUNICACIONES
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

65

PRIMER TRIMESTRE

EJEMPLAR GRATUITO

M A D R I D
1 9 6 2

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

EXPLICACION DE PORTADA

En Puertomarín y en las inmediaciones de la carretera hacia Loyo, se encuentran los esquistos biotíticos y seritíticos con dirección N. 120 buzando 15°, en la parte baja del corte de la Cantera hay capas de calizas gris claro, cristalinas y metamórficas, concordantes con los esquistos.

La fotografía con dirección N. 40.º, tirada el 29 de mayo de 1961, pertenece a la Hoja 123 (D-1).

Depósito Legal M. 1.882.-1958

C. BERMEJO, IMPRESOR.—J. GARCIA MORATO, 122.—TELEF. 233-06-19.—MADRID

CONODONTS FROM THE «GRIOTTE» LIMESTONE OF NORTH-WEST SPAIN

A. C. HIGGINS

SUMARIO

CONODONTOS DE LA CALIZA «GRIOTA» DEL NOROESTE DE ESPAÑA

Las dificultades de la extracción de goniátidos clasificables en los estratos viséonamurienses del NW. de España, hacen aconsejable que se empleen otros métodos suplementarios para datar a estos depósitos. Por esa razón se emprendió el estudio de los conodontos de los estratos citados. Se obtuvo un material rico y bien preservado, que promete ser de mucha utilidad estratigráfica.

En el presente artículo se discuten las primeras faunas halladas en la caliza «griota» del NW. de España. Proviene de muestras recogidas al azar en distintas localidades y por eso solamente pueden dar una idea general de la composición de las faunas contenidas por esa formación, de estratigrafía condensada que abarca varios subpisos del Viséense y del Namuriense inferior. La edad de las calizas recogidas está controlada por faunas de goniátidos identificados por C. H. Th. Wagner-Gentis que, junto con su esposo, suministró el material.

La situación de las localidades se ve por el mapa reproducido como figura 1. Se encuentran todas en calizas de facies «griota» que pertenecen a los tramos de Carbonífero que van desde el Viséense medio hasta el Namuriense inferior (comparar Wagner-Gentis, 1960). En conjunto rindieron muestras de 16 géneros y 26 especies. Una variedad, *Gnathodus commutatus multinodosus* nov. var., se describe como nueva para la ciencia.

El total de la fauna encontrada se recoge en el cuadro de la figura 2, en la que se citan las especies y variedades, así como las localidades que las rindieron. La relación de las localidades se inserta al final del trabajo. Corresponden a las mencionadas in Wagner, 1957, 1962; Wagner-Gentis, 1960. La distribución estratigráfica de las especies, está brevemente discutida y además se inserta la descripción de varias especies de máximo interés. Las mismas están figuradas en las láminas 1 a 3 que documentan las formas más interesantes halladas.

En un futuro próximo se recogerán muestras en secuencia de la misma formación «griota», lo cual permitirá hacer un estudio más completo de las faunas que señalamos ahora brevemente.

ABSTRACT

The difficulties encountered in extracting identifiable goniatites from the Viséan and Namurian beds of North-West Spain has led to the need for a supplementary, and sometimes an alternative method of correlation. An investigation of the conodont faunas of this area has therefore been started. This paper is a preliminary report of

thins investigation and it describes abundant and well preserved conodonts from the «Griotte» Limestone. Sixteen genera and twenty six species, of Middle Viséan (B-zone) to lower Namurian age, have been identified in the fauna; one variety, *Gnathodus commutatus multinodosus*, is new. The most common and important conodonts in the assemblages belong to the genus *Gnathodus*.

INTRODUCTION

Goniatites are represented in many Viséan and lower Namurian successions in North-West Spain, but their extraction in identifiable form is often difficult. The use of these stratigraphically important fossils is therefore considerably impaired and other fossils must be used as a supplementary method of correlation. To further this aim an investigation has been started of the Carboniferous conodont faunas in the region. This paper is a preliminary report of this investigation and it describes conodont faunas from the «Griotte» Limestone.

The «Griotte» Limestone, forming a marker horizon for the base of the Carboniferous in NW. Spain, outcrops extensively in the area. The red, grey or yellowish nodular limestones were dated as Upper Viséan by Delépine (1943). Further evidence in northern Palencia and northern León (Wagner-Gentis in Wagner 1955, 1957, 1962, Wagner-Gentis 1960) showed that the age of the «Griotte» ranged from Middle Viséan (B-zone) to lowermost Namurian A. Similar results were reported by Schindewolf and Kullmann (1958). The succession, however, is only 1-20 metres thick and is therefore a condensed sequence.

The ages ascribed to localities 1093 and 1094, from Santa Olaja de la Varga, are based on unpublished information. The following personal communication by C. H. Th. Wagner-Gentis describes the stratigraphical position of these localities. "The succession of Viséan-Namurian strata north of Santa Olaja de la Varga consists of some tens of metres of «Griotte» lying on quartzite of uncertain age. The «Griotte» is followed by some 400 metres of well-bedded, bluish-grey limestones. Locality no. 1093 refers to a sample taken from a highly fossiliferous (gastropods, trilobites, etc.) layer of «Griotte» overlying immediately the undated quartzite. It thus represents the basal «Griotte» in the succession. Locality no. 1094 is somewhat higher in the succession - how far higher is difficult to determine because of faulting within the formation, but at least some 16 metres below the top of the «Griotte». It yielded only a single goniatite fragment, referable to *Goniatites* sp. The «Griotte» succession near Santa Olaja ranges at least into the lower Namurian A, as follows from the short list of goniatite species recorded in Wagner, 1957, p. 235 (loc. 372, owing to a printing error stated as loc. 378). They were collected from loose debris in the exposure. Recently, some more

specimens were found, also in weathered material. They seem to show that the total succession of «Griotte» near Santa Olaja ranges at least from upper Viséan (P-zone) to Namurian A. The following list includes a revision of the species cited in 1957:

- Delepinoceras thalassoide* (Delépine).
- Proshumardites delepinci* Schindewolf.
- Goniatites* cf. *granosus* Portlock.
- Goniatites* cf. *falcatus* Roemer.
- «*Pericyclus*» *virgatus* Holzapfel.
- Stenopronotites barroisi* (Karpinsky)."

Investigation of the conodont fauna of locality 1093, taken below the first goniatite evidence, suggests that Middle Viséan (B-zone) may also be present.

This formation is therefore of interest and importance from four points

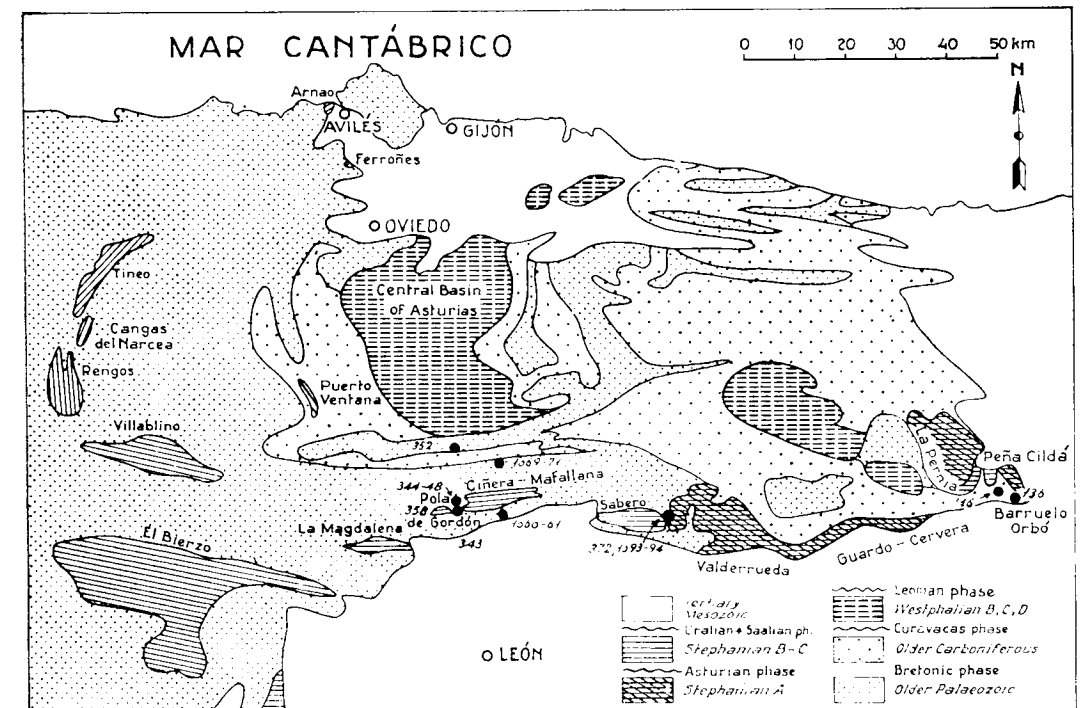


Fig. 1.—General map showing the overall distribution of strata in the Cantabric-Asturian area of N. W. Spain (after WAGNER, 1962). Conodont localities are indicated by dots with locality numbers.

of view. Firstly, it includes the important Lower-Upper Carboniferous boundary. Secondly, it has a pelagic fauna. This point is favourable to the occurrence of conodonts. Thirdly, it is a condensed sequence, and conodonts are there-

fore likely to be present in considerable abundance. Fourthly, it forms a marker horizon for the base of the Carboniferous in NW. Spain.

The samples of «Griotte» limestone used in the study, were supplied by Mr. and Mrs. Wagner, and were collected from regions along the southern flank of the Cantabrian Chain, (see fig. 1). The material consisted of spot samples only, but the area will be sampled in greater detail at a later date.

Viséan, and to a lesser extent Lower Namurian, conodonts have been studied in Europe, North Africa, and North America. Viséan (B and P zones) conodonts particularly, are well known in Germany from the studies of Bischoff (1957), Ziegler (1957) and Voges (1959). In North America, Branson and Mehl (1940 a. b) and Elias (1956) have described Viséan conodonts from Oklahoma, Hass (1953) from Texas, Youngquist and Miller (1949) from Iowa, Rexroad (1957, 58) from Illinois, Indiana, and Kentucky, Rexroad and Clarke (1960) from Kentucky, Virginia, and West Virginia, and Roundy (1926) from Texas. Lys and Serre (1958) have described a few conodonts from the «Griotte» of the Asturias region of N. W. Spain. The conodont fauna they described was of Upper Viséan age and it came from a locality north-west of Oviedo. It includes the species *Gnathodus bilineatus*, *Gnathodus commutatus commutatus*, *Gnathodus commutatus nodosus*, and *Spathognathodus* sp. *Gnathodus commutatus nodosus* is an important zonal fossil which first appears in the Upper Viséan. A recent work (Remack-Petitot 1960) has described conodonts of Viséan age from North Africa. A still more recent paper (Clarke 1961) has described faunas from the Scottish Carboniferous which are, in part, of Viséan age.

Records of Lower Namurian conodonts are less numerous than those of Viséan age. In North America, the faunas described by Elias (1956), Hass (1953), and Rexroad (1957), and Cooper (1947) are probably in part lower Namurian in age. Namurian conodonts have also been described from North Africa (Remack-Petitot 1960), from Scotland (Clarke 1961) and from England by Higgins (1961).

SYSTEMATIC DESCRIPTIONS

Genus *Gnathodus* Pander 1856

(Type species *Gnathodus mosquensis* Pander 1856)

Gnathodus commutatus (Branson and Mehl 1940)

Gnathodus commutatus (Branson and Mehl) var. *multinodosus* var. nov.

Plate 2; figs. 13-18

Diagnosis.

A variety of *Gnathodus commutatus* with a cup, as wide as it is long, bearing many small nodes on the oral surfaces of the inner and outer sides.

Description.

Oral View.—The unit is small and has a blade which is as long or slightly longer than the cup. The cup is as wide as, or wider than it is long, and its outer side, which is semicircular, is wider and longer than the inner side. The asymmetry of the cup is further accentuated by the constriction of the posterior half of the inner side. Its oral surface is convex, but is slightly flattened at the apex and at the margin. This flattened area at the apex typically bears many small rounded nodes and occasional ridges, which are usually concentrated around the centre of each side and therefore leave a smooth area adjacent to the carina.

Lateral View.—The carina curves aborally at the posterior end but increases in height anteriorly and is continued as a high blade.

Aboral View.—The aboral side of the cup is broadly excavated and is crossed by a longitudinal groove which is continued beneath the blade.

Remarks.

Gnathodus commutatus multinodosus is most closely related to *Gnathodus commutatus nodosus* Bischoff. *G. commutatus nodosus* typically bears one node which, in young forms particularly, is situated at the centre of the sides of the cup. The increase in the number of nodes around this node gave rise to *G. commutatus multinodosus*.

Comparisons.

Gnathodus commutatus multinodosus differs from *Gnathodus commutatus commutatus* (Branson and Mehl) in possessing nodes on the oral surface of the cup. It differs from *G. commutatus homopunctatus* Ziegler and *Gnathodus kockeli* Bischoff in possessing a cup which is as wide as, or wider than it is long and sculpture which does not run parallel to the carina. It differs from *G. commutatus nodosus* Bischoff in possessing more than one node on the cup.

Holotype, III 13.

Type Locality, Locality 1060.

Genus *Neoprioniodus* Rhodes and Müller 1956
(Type Species *Prioniodus conjunctus* Gunnell 1931)
Neoprioniodus conjunctus (Gunnell)

Plate I; fig. 2

- Prioniodus* sp. D. Roundy (partim) 1926, pl. 4, fig. 12.
Prioniodus conjunctus Gunnell 1931, pl. 29, fig. 7.
Prioniodus cacti Gunnell 1933, pl. 31, figs. 4, 5.
Prioniodus sp. Gunnell 1933, pl. 32, fig. 32.
Prioniodus conjunctus (Gunnell), Ellison 1941, pl. 20, figs. 1-3, 16
Prioniodus bulbosus Ellison 1941, pl. 20, figs. 4-7.
Prioniodus inclinatus Hass 1953, pl. 16, figs. 10-14.
Neoprioniodus conjunctus (Gunnell), Rhodes and Müller 1956, p. 3.
Prioniodina bulbosa (Ellison), Bischoff 1957, pl. 5, fig. 37.
Neoprioniodus brevis Clarke 1961, pl. 2, fig. 7.
Neoprioniodus inclinatus (Hass), Higgins 1961, pl. XI, fig. 3.

Revised Description

Diagnosis.

A species of *Neoprioniodus* with forwardly inclined denticles and the basal inner side of the main cusp expanded into a flaring lip

Description.

Lateral View.—The main cusp is large, pointed, laterally compressed, and is usually twice the length and width of the posterior bar denticles. It is also strongly forwardly inclined and bowed inwards relative to the posterior bar. Its basal inner side is expanded into a bulbous flaring lip whereas its basal outer side is flattened.

The anticusp is short, triangular, and is extended anteriorly. Its anterior edge may bear a few fused denticles or germ denticles.

The posterior bar is long, arched and curved, and is wide but low. It is weakly joined to the posterior bar. The oral edge of the bar bears numerous fused or discrete denticles which are forwardly inclined relative to the bar and which may be inwardly curved. These denticles are approximately half the size of the main cusp.

Aboral View.—The aboral cavity is shallow, sub-triangular, and is crossed by a longitudinal groove which is continued along the posterior bar.

Discussion.

This species has been revised to include a number of species which were distinguished by features which are now regarded as infra-specific. The following characters—fused and discrete denticles, straight and curved denticles, the presence or absence of anterior denticles, and considerable variation in size of the unit—are regarded as falling within the range of *Neoprioniodus conjunctus* (Gunnell).

Comparisons.

Neoprioniodus conjunctus (Gunnell) differs from *Neoprioniodus varians* (Branson and Mehl) and *Neoprioniodus singularis* (Hass) in possessing a flaring lip on the inner side of the main cusp.

Stratigraphic Distribution.

North America.—The Barnett Formation of Texas (Roundy 1926, Hass 1953) and the Middle and Upper Pennsylvanian (Ellison 1941, Gunnell 1931, 1933).

Germany.—Viséan (Bischoff 1957).

England.—Namurian (unpublished information and Higgins 1961).

Genus *Roundya* Hass 1953

(Type species *Roundya barnettana* Hass 1953)

Roundya subacoda (Gunnell)

Plate I; fig. 1

- Prioniodus subacodus* Gunnell 1931, pl. 29, fig. 5.
Prioniodus missouriensis Gunnell 1931, pl. 29, fig. 9.
Prioniodus subacodus? Gunnell, Stauffer and Plummer 1932, pp. 25-27.
Prioniodus missouriensis? Gunnell, Stauffer and Plummer 1932, pp. 25, 27.
Prioniodus missouriensis Gunnell, Gunnell 1933, p. 265.
Idioprioniodus striatus Gunnell 1933, pl. 32, figs. 36, 37.
Hibbardella subacoda (Gunnell), Ellison 1941, pl. 20, figs. 22, 26.
Hibbardella subacoda (Gunnell), Youngquist and Heezen, 1948, pl. 118, fig. 13.
Hibbardella subacoda (Gunnell), Youngquist and Downs 1949, p. 161.
Roundya barnettana Hass 1953, pl. 16, figs. 8, 9.
Roundya barnettana Hass, Bischoff 1957, pl. 5, fig. 19, 20.
Roundya costata Rexroad 1958, pl. 2, figs. 5-8.
Roundya subacoda (Gunnell), Higgins 1961, pl. XI, fig. 13.

Discussion.

Hass stated (1953, p. 89), that «this species (*Roundya subacoda*) resembles *Roundya barnettana* Hass but is less massive». There seems little doubt, however, that *Roundya barnettana* comes within the range of variation of *Roundya subacoda*.

Stratigraphic Distribution.

North America.—Barnett Formation of Texas (Hass 1953), Glen Dean Formation of Illinois (Rexroad 1958), Lower Pennsylvanian of Texas (Ellison and Graves 1941), and the Middle and Upper Pennsylvanian (Ellison 1941, Gunnell 1931, 1933, Youngquist and Haezen 1948, Youngquist and Downs 1949).

Germany.—Viséan (Bischoff 1957, Flugel and Ziegler 1957).

England.—Namurian-lower Westphalian A. (Higgins 1961, and unpublished information).

North Africa.—Lower Viséan (Remack-Petitot 1960).

Genus Siphonodella Branson and Mehl 1934

(Type species *Siphonognathus duplicata* Branson and Mehl 1934)

Siphonodella? sp.

Plate 3: fig 29

Description.

This single fragment consists of the posterior end of a platformed conodont. Its oral surface bears a prominent carina set medianly in the concavity of the platform. The platform sides are ornamented by strong, backwardly directed ridges. The aboral side is convex and smooth.

Discussion.

This specimen is doubtfully referred to *Siphonodella* because of its size, convex aboral side, and concave oral side. However, *Siphonodella* has not been recorded above the Lower Viséan and it is possible that its presence in this sample of Upper Viséan age is due to reworking of older beds.

DISTRIBUTION OF THE CONODONT FAUNA IN THE «GRIOTTE» LIMESTONE

The conodont fauna of the «Griotte» Limestone is characterised by an abundance of species of the genus *Gnathodus*. This genus, and its species *G. bilineatus*, *G. commutatus*, *G. delicatus*, *G. girtyi*, and *G. semiglaber*, is

CONODONT FAUNA	CONODONT LOCALITIES													
	1093	343	352	344	348	1094	1060	358	146	136	372	1071	1069	
1. <i>Angulodus walrathi</i>	1	1	1				1							
2. <i>Cavusgnathus nodulifera</i>													2	
3. <i>Geniculatus claviger</i>			3											
4. <i>Gnathodus bilineatus</i>		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4	
5. <i>G. commutatus commutatus</i>							5	5	5	5	5		5	
6. <i>G. commutatus homopunctatus</i>	6						6	6	6	6				
7. <i>G. commutatus multinodosus</i>							7							
8. <i>G. commutatus nodosus</i>							8	8					8	
9. <i>G. delicatus</i>	9						9							
10. <i>G. girtyi</i>	10		10									10		
11. <i>G. semiglaber</i>	11				11									
12. <i>G. texanus</i>	12				12									
13. <i>Hibbardella fragilis</i>							13					13		
14. <i>Hindeodella brevis</i>			14	14			14							
15. <i>H. germana</i>							15						15	
16. <i>H. ibergensis</i>	16						16	16		16	16	16		
17. <i>Ligonodina levis</i>							17				17			
18. <i>L. typha</i>	18	18			18		18	18	18			18		
19. <i>Lonchodina furnishi?</i>					19									
20. <i>L. cf. projecta</i>							20			20				
21. <i>Metalonchodina bidentata</i>					21		21		21					
22. <i>Neoprioniodus conjunctus</i>							22							
23. <i>N. singularis</i>					23		23		23	23			23	
24. <i>Ozarkodina delicatula</i>					24							24		
25. <i>Roundya subacoda</i>							25	25				25	25	
26. <i>Siphonodella? sp.</i>												26		
27. <i>Spathognathodus campbelli</i>									27	27				
28. <i>Subbryantodus stipons</i>		28				28	28	28	28	28	28			
29. <i>Synprioniodina forsenlo</i>	29				29		29					29		

Fig. 2.—The Distribution of Conodonts in the «Griotte» Limestone in N. W. Spain. The details of the localities are given in the «List of Localities».

the commonest and most abundant element of the fauna. It therefore offers the best possibilities for the subdivision of the «Griotte» succession.

The distribution of the *Gnathodus* group in the «Griotte» formation is shown in Figure 2. *Gnathodus bilineatus* is the commonest species in the group and it ranges throughout the sequence. *Gnathodus girtyi*, *G. texanus* and *Gnathodus semiglaber* are represented by abundant specimens but are rather sparsely distributed. These latter species occur in the Middle and Upper Viséan. *Gnathodus delicatus*, too, is sparsely represented. It occurs at two localities, one (1093) of which is of Middle Viséan? age, and the other (1060) of Upper Viséan age. This species has not been recorded from the Upper Viséan in Germany and it is possible therefore that its presence in locality 1060 is due to the mixing of Middle and Upper Viséan faunas. *Gnathodus commutatus* is a very common species in the «Griotte». Two of its varieties, *Gnathodus commutatus multinodosus* and *G. commutatus nodosus*, appear to originate in the Upper Viséan and promise to be useful zonal fossils. The former variety occurs in the Upper Viséan and the latter in the Upper Viséan and Lower Namurian.

Cavusgnathus is the most short ranging genus of the remaining conodonts in the fauna. It first appears in the «Griotte» at the base of the Namurian, and is represented in this formation by the species *C. nodulifera* which is a common species in the Lower Pennsylvanian of Texas (Ellison and Graves 1941), and has also been recorded from the *Homoceras* and *Reticuloceras* horizons of the British Namurian (Higgins, unpublished information).

The remaining 14 genera and 19 species, excepting *Hibbardella fragilis*, *Lonchodina furnishi?*, and *Siphonodella?* sp., are known to occur throughout the Viséan of Germany (Bischoff 1957, Voges 1959), and many of them occur in the Namurian of England (Higgins 1961). It seems doubtful, therefore, that they will be of use in subdividing the «Griotte».

Siphonodella has not been recorded from beds of Upper Viséan age prior to this work and it seems unlikely therefore that the single fragmentary specimen, which was doubtfully referred to this genus, is indigenous to the Upper Viséan locality in which it was found.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author wishes to express his thanks to Mrs. C. H. Th. Wagner-Gentis for providing some of the material for the study and allowing the use of unpublished information. Thanks are also due to Mr. R. H. Wagner for suggesting the study, providing some of the material, reading the man-

uscript and offering much helpful advice and criticism. Thanks are also due to Professor L. R. Moore for much helpful advice and for allowing the use of the departmental facilities.

Department of Geology
University of Sheffield
England

LIST OF LOCALITIES

The locality numbers correspond to those used by Wagner (1957, 1962) and Wagner-Gentis (1960). The approximate position of the localities is indicated on the map reproduced as text-fig. 1.

- 136. Middle and Upper Viséan (See Wagner-Gentis 1960). 1600 metres S. E. of Villabellaco (Palencia).
- 146. Upper Viséan (Wagner-Gentis, personal communication). 1400 metres N. E. of Verbios (Palencia).
- 343. Middle and Upper Viséan (See Wagner-Gentis 1960). Quarry immediately to the south of Puente de Alba (León).
- 344. Middle and Upper Viséan (See Wagner 1962). Quarry along Bernesga River, 1000 metres N. E. of Pola de Gordón, Porma-Bernesga area (León).
- 348. Middle and Upper Viséan (See Wagner 1962). North of Beberino, Porma-Bernesga area (León).
- 352. Middle and Upper Viséan (See Wagner 1962). 1000 metres S. E. of Camplongo, Porma-Bernesga area (León).
- 358. Upper Viséan or Lower Namurian A. (See Wagner 1962). 1000 metres east of Pola de Gordón, Porma-Bernesga area (León).
- 372. Lower Namurian A. (See Wagner 1957). Santa Olaja de la Varga (León).
- 1060-61. Upper Viséan (See Wagner 1962). 1000 metres east of Pola de Gordón, Porma-Bernesga area (León).
- 1069. Middle Namurian A. (See Wagner 1962). Western bank of Rio Torío at Getino, Porma-Bernesga area (León).
- 1071. Upper Viséan? (See Wagner 1962). Getino, Porma-Bernesga area (León).
- 1093. Middle Viséan? Basal «Griotte», roadside exposure, Santa Olaja de la Varga (León).
- 1094. Upper Viséan? (Wagner-Gentis, personal communication). 16.75 metres below top «Griotte» in exposure north of river Santa Olaja de la Varga (León).

The age determinations are based primarily on goniatites except for the localities 1071 and 1093 at which only conodonts were found.



EXPLANATION OF PLATES

All type and figured specimens are in the collection of the Micropaleontology Laboratory, University of Sheffield, and are listed under the catalogue numbers given in parentheses.

Plate 1

All figures $\times 35$

- Fig. 1.—*Roundya subacoda* (Gunnell 1931) (Hi 1).
 Fig. 2.—*Neoprionioidus conjunctus* (Gunnell 1931) (Hi 2).
 Fig. 3.—*Metalonchodina bidentata* (Gunnell 1931) (Hi 3).
 Fig. 4.—*Lonchodina furnishi?* Rexroad 1958 (Hi 4).
 Fig. 5.—*Lonchodina* cf. *projecta* Ulrich and Bassler 1926 (Hi 5).
 Fig. 6.—*Geniculatus claviger* (Roundy 1926) (Hi 6).
 Fig. 7.—*Ligonodina typha* (Gunnell 1933) (Hi 7).
 Fig. 8.—*Neoprionioidus singularis* (Hass 1953) (Hi 8).
 Fig. 9.—*Subbryantodus stipans* Rexroad 1957 (Hi 9).
 Fig. 10.—*Angulodus walrathi* (Hibbard 1927) (Hi 10).
 Fig. 11.—*Hindeodella ibergensis* Bischoff 1957 (Hi 11).
 Fig. 12.—*Hindeodella brevis* Branson and Mehl 1933 (Hi 12).

Plate 2

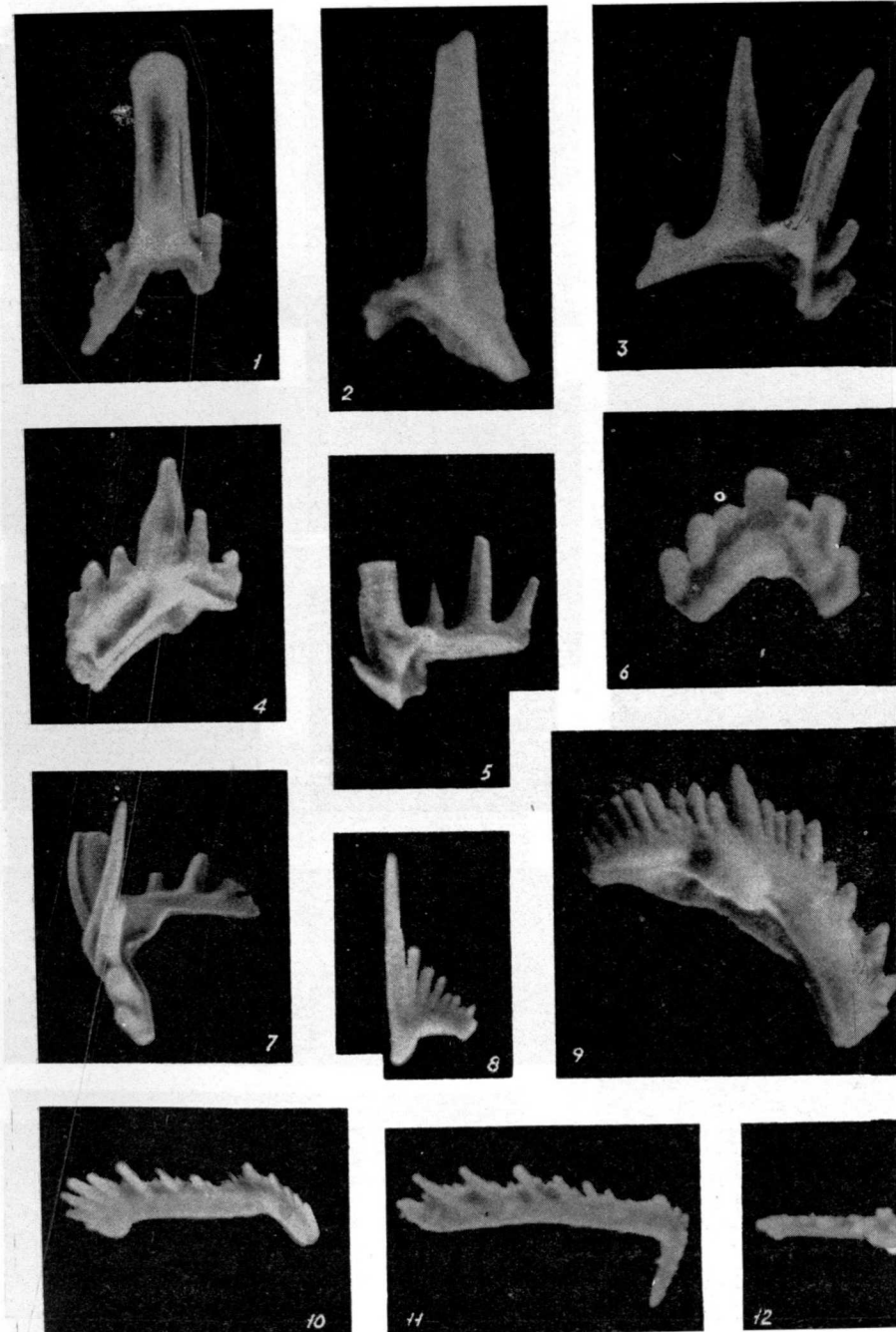
- Figs. 13-18.—*Gnathodus commutatus multinodosus* var. nov. Fig. 1 Holotype (Hi 13)
 Figs. 2-6 (Hi 14-18).
 Fig. 19.—*Gnathodus commutatus nodosus* Bischoff 1957 (Hi 19).
 Fig. 20.—*Spathognathodus campbelli* Rexroad 1957 (Hi 20).
 Fig. 21.—*Gnathodus commutatus homopunctatus* Ziegler 1959 (Hi 21).
 Fig. 22.—*Gnathodus commutatus commutatus* (Branson and Mehl 1941) (Hi 22).
 Figs. 23-24.—*Gnathodus delicatus* Branson and Mehl 1938 (Hi 23, 24).
 Fig. 25.—*Gnathodus bilineatus* (Roundy 1926) (Hi 25).

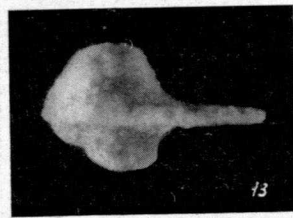
Plate 3

- Fig. 26.—*Gnathodus semiglaber* Bischoff 1957 (Hi 26).
 Fig. 27.—*Cavusgnathus nodulifera* Ellison and Graves 1941 (Hi 27).
 Figs. 28, 30.—*Gnathodus texanus* (Roundy 1926) (Hi 28, 29).
 Fig. 29.—*Siphonodella?* sp. (Hi 30).
 Fig. 31.—*Gnathodus girtyi* Hass 1953 (Hi 31).
 Fig. 32.—*Gnathodus bilineatus* (Roundy 1926) (Hi 32).
 Fig. 33.—*Gnathodus delicatus* Branson and Mehl 1938 (Hi 33). Young form

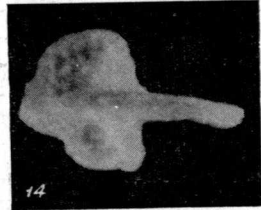
REFERENCES

- BISCHOFF, G. 1957: *Die Conodonten Stratigraphie des rheno-herzynischen Unterkarbons*. «Hess. Landesamt. Bodenf., Abh.», 19, 1-64, pls. 1-6.
 BRANSON, E. B. and MEHL, M. G. 1933-34: *Conodont studies*. «Missouri Univ. Studies» 8, 349 pp., 28 pls.

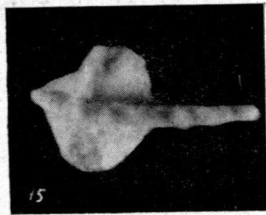




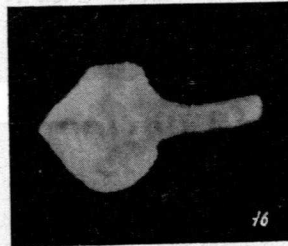
13



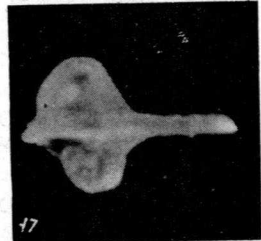
14



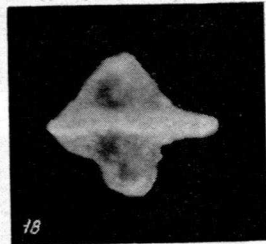
15



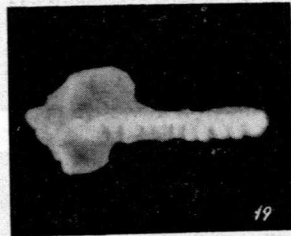
16



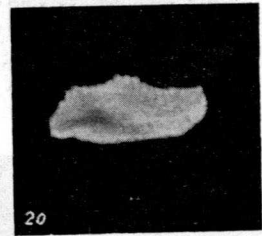
17



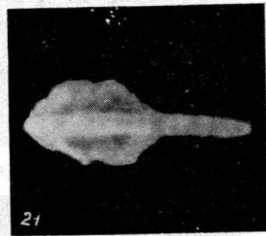
18



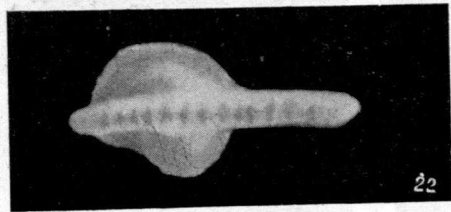
19



20



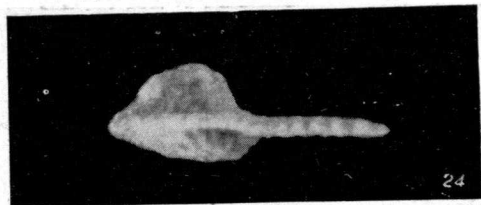
21



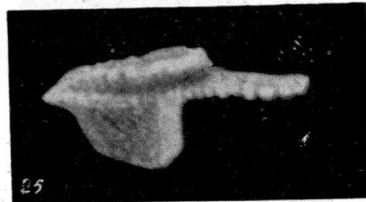
22



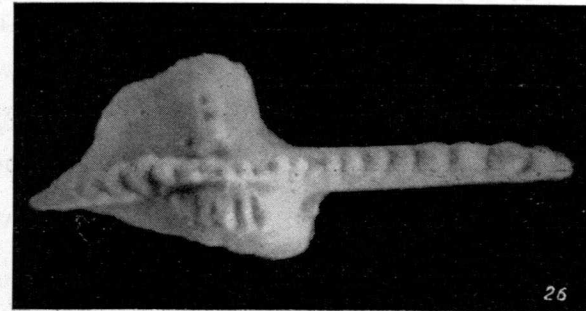
23



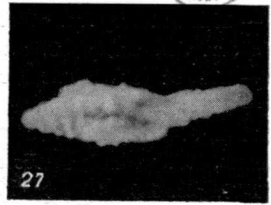
24



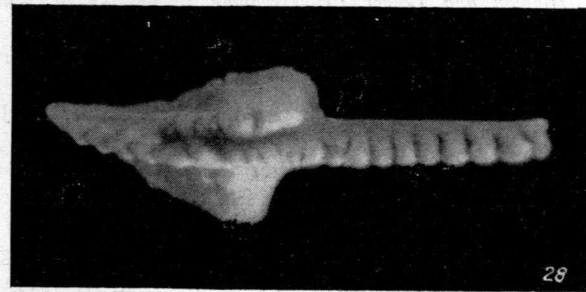
25



26



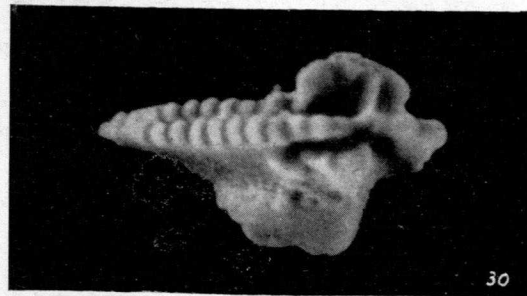
27



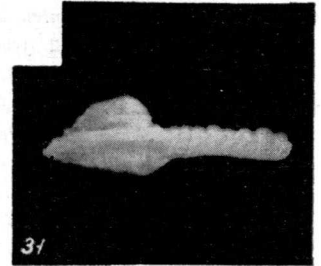
28



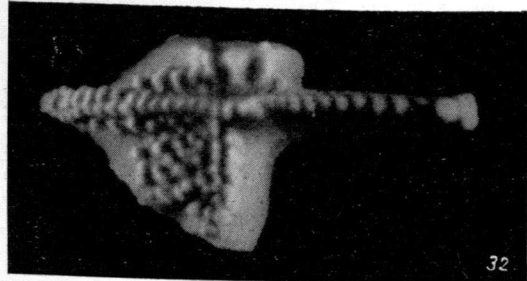
29



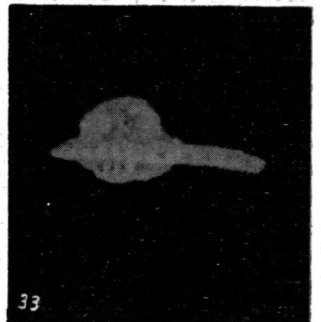
30



31



32



33

- — 1938: *Conodonts from the Lower Mississippian of Missouri*, in «Stratigraphy and Paleontology of the Lower Mississippian of Missouri», pt. 2.
- — 1940 a: *Caney conodonts of Upper Mississippian Age*. «Bull. Denison Univ.», **40**, **14**; «Jour. Sci. Lab.», **35**, art. 5, 167-178, pl. 5.
- — 1940 b: *Conodonts from the Keokuk Formation*, Ibid. art. 6, 179-188, pl. 6.
- — 1941: *New and little known Carboniferous Conodont Genera*. «Jour. Paleontology», **15**, **2**, 97-106, pl. 19.
- CLARKE, W. J. 1960: *Scottish Carboniferous Conodonts*. «Trans. Edin. Geol. Soc.», **18**, 1-30, pls. 1-5.
- DELÉPINE, G. 1943: *Les jaunes marines du Carbonifère des Asturies (Espagne)*. «Mém. Ac. Sci. Inst. France», **66**, 1-122, pls. I-VI.
- ELLISON, S. P. and GRAVES, R. W. 1941: *Lower Pennsylvanian (Dimple Limestone) conodonts of the Marathon Region of Texas*. «Univ. Mo. Sch. Min. and Met. Tech. Ser.», **14**, 1-13, pls. 1-3.
- ELIAS, M. K. 1956: *Upper Mississippian and Lower Pennsylvanian formations of south central Oklahoma*. «Petroleum Geology of Southern Oklahoma», **1**, 56-134, pls. 1-6.
- HASS, W. H. 1953: *Conodonts of the Barnett Formation of Texas*. «U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 243-F», 69-94, pls. 14-16.
- — 1959: *Conodonts from the Chappell Limestone of Texas*. «Ibid. Prof. Paper 294 J», 365-397, pls. 46-50.
- FLÜGEL, VON H. and ZIEGLER, W. 1957: *Die Gliederung des Oberdevons und Unterkarbons am Steinberg westlich von Graz mit conodonten*. «Naturwissenschaft. Ver. f. Steiermark, Mittel, Bd.», 25-60, pls. 1-5.
- HIGGINS, A. C. 1961: *Some Namurian Conodonts from North Staffordshire*. «Geol. Mag.» NCVIII, **3**, 210-224, pls. X-XII.
- KOCKEL, F. 1958: *Conodonten aus dem Paläozoikum von Málaga, Spanien*. «Neues Jahrb. Geol. Pal. Mh.», 255-262 (trad. esp. *Conodontos del Paleozoico de Málaga*, Nov. Com. Inst. Geol. Min. España, **53**, 149-164).
- LYS, M. and SERRE, B. 1957: *Découverte de Conodontes dans le Paléozoïque de la Montagne Noire*. «C. R. Acad. Sci., Paris», **244**, 2071-2073.
- — 1958: *Contribution à la connaissance des microfossiles du Paléozoïque. Etudes micropaléontologiques dans le Carbonifère marin des Asturies (Espagne)*. «Rev. de l'Inst. Franç. du Pét. et Ann. des Comb. Liq.», **13**, **6**, 879-916.
- MELÉNDEZ, B. 1954: *El problema de los Conodontos*. «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», **459-471** (tomo homenaje a E. Hernández Pacheco).
- REMACK-PETITOT, M. L. 1960: *Contribution à l'étude des Conodontes du Sahara (basins de Fort-Polignac, d'Adrar Reggane et du J. Bechar). Comparaison avec les Pyrénées et la Montagne Noire*. «Bull. Soc. géol. France», **2**, **2**, 240-262.
- REXROAD, C. B. 1957: *Conodonts from the Chester Series in the Type area of south western Illinois*. «Ill. Geol. Surv. Rept. Inv. 199», 1-43, pls. 1-4.
- — 1958: *Conodonts from the Glen Dean Formation of the Illinois Basin*. «Ibid. 209», 1-27, pls. 1-6.
- — and CLARKE, C. E. 1960: *Conodonts from the Glen Dean Formation of Kentucky and equivalent Formations of Virginia and West Virginia*. «Jour. Paleontology», **34**, **6**, 1202-1206.
- SCHINDewolf, O. H. and KULLMANN, J. 1958: *Cephalopoden führendes Devon und Karbon im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien)*. «Neues Jahrb. Geol. Pal., Mh.», **1**, 12-20.
- VOGES, A. 1959: *Conodonten aus dem Unterkarbons I und II (Gattendorfia und Pericyclus-Stufe) des Sauerlandes*. «Paläont. Z.», **33**, **4**, 266-314.
- WAGNER, R. H. 1955: *Rasgos estratigráfico tectónicos del Paleozoico superior de Barruelo (Palencia)*. «Estudios Geológicos», **26**, 143-202.

- — 1957: *Nota sobre la estratigrafía del terreno hullero de Sabero (León)*. «Estudios Geológicos», XIII, 35-36, 229-239.
- — 1962: *A general account of the Palaeozoic rocks between the rivers Porma and Bernesga (León, NW. Spain)*. «Bol. Inst. Geol. Min. España» (in press).
- WAGNER-GENTIS, C. H. TH. 1960: *On Nautolipsites hispanicus (Foord & Crick)*. «Estudios Geológicos», XVI, 43-51.
- YOUNGQUIST, W. and MILLER, A. K. 1949: *Conodonts from the Late Mississippian Pella Beds of south central Iowa*. «Jour. Paleontology», **23**, **6**, 617-622, pl. 101.

B. ESCANDELL y G. COLOM

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA ZONA DE RANDA

RESUMEN

La mayor parte de los geólogos que han estudiado la isla de Mallorca han sido atraídos por las regiones de los grandes relieves y fuertemente plegadas de la Sierra Norte y de las Sierras de Levante, dejando en la sombra a la parte central de la isla, igualmente sometida a los esfuerzos tangenciales. Es por ello que nuestro Mapa geológico de la región de Randa es el primero que aparece de esta zona.

Desde el punto de vista estratigráfico, damos a conocer importantes yacimientos de Titónico con Calpionellas y del Cretáceo inferior batial con calizas muy finas que encierran *Nannoconus* y Ammonites en exclusividad.

La existencia de fósiles rodados pertenecientes a la transgresión Luteciense, como la *Chapmanina gassinensis*, encontrados ahora la mayor parte de las veces en niveles más recientes, hace creer que la transgresión Luteciense se extendió también hasta la región de Randa. En esta zona se encuentran importantes afloramientos de la transgresión Bartonense-Ludiense, con una fauna litoral compuesta principalmente por Nummulites, Miliolas y Rotalias.

Los niveles de la última transgresión del Oligoceno con *Nummulites intermedius-fichtii*, están bastante repartidos y se observa lo mismo para las capas Aquitanienses, lagunares, con importantes niveles detríticos.

Desde el punto de vista tectónico, esta región está formada por tres series plegadas. La primera, que nosotros llamamos con el nombre de *serie de Algaida*, queda en gran parte recubierta por sedimentos molásicos tabulares, de la transgresión Helveciense-Tortonense. Sobre ella reposa la segunda serie corrida, que nosotros llamamos *serie Galdent-Randa*, formada por un Triás dolomítico de base, una masa calcáreo-margosa del Lias superior, Dogger y Malm, un Titónico y un Cretáceo inferior con los mismos caracteres litológicos. Como sedimentos terciarios, son importantes los pertenecientes a la transgresión Bartonense-Ludiense, y ciertamente también los del Oligoceno con *Nummulites intermedius*. Finalmente, depósitos continentales, lagunares, del Aquitaniense, y como los más modernos los pertenecientes al Burdigaliense transgresivo. Corrida sobre la *serie Galdent-Randa* viene la tercera, que nosotros llamamos *Sa Mola-Sa Bastida-Famella*, formada únicamente por calizas dolomíticas del Triás y sedimentos detríticos del Nummulítico.

RESUME

La plupart des géologues qui ont étudié l'île de Majorque ont été attirés par les régions de grands reliefs et fortement plissées de la Chaîne Nord et des Sierras du Levant, laissant dans l'ombre la partie centrale de l'île, également soumise aux efforts

tangenciales. C'est pour cela que notre carte géologique de la région de Randa est la première qui vient d'apparaître sur cette contrée.

Au point de vue stratigraphique nous y faisons connaître d'importants gisements du Tithonique à Calpionelles et du Crétacé inférieur bathyal avec des calcaires très fins comportant des *Nannoconus* et des *Ammonites* en exclusivité.

L'existence de fossiles remaniés ayant appartenus à la transgression Lutecienne, comme *Chapmanina gassinensis*, trouvé maintenant la plupart des fois dans des niveaux plus récents, porte à croire que la transgression lutecienne s'est étendue longuement aussi dans la région de Randa. Dans cette région on trouve d'importants affleurements de la transgression Bartonienne-Ludienne avec une faune littorale de *Nannulites*, *Miliolés* et des *Rotalidés*.

Les niveaux de la dernière transgression, ceux de l'Oligocène à *N. intermedius-fichteli*, sont assez répandus et la même chose s'observe pour les couches Aquitaniennes, lagunaires, avec d'importants niveaux détritiques.

Au point de vue tectonique cette région est formée par trois séries plissées. La première, que nous distinguons sous le nom de *série d'Algaida*, reste en grande partie, recouverte par des sédiments molassiques, tabulaires, de la transgression Helvécienne-Tortonienne. Sur elle repose la deuxième série charriée, que nous appelons calcaire-marneuse du Lias supérieur, Dogger et Malm, un Tithonique et un Crétacé inférieur avec les mêmes caractères lithologiques. Par le Tertiaire on peut constater la présence de la transgression Bartonienne-Ludienne, et certainement encore celle de l'Oligocène avec *N. intermedius*. En fin, des dépôts continentaux, lagunaires, de l'Aquitaniens, et finalement le Burdigalien transgressif. Charriée sur la *série de Galdent-Randa* vient la troisième que nous appelons *Sa Mola-Sa Bastida-Famellá*, comportant uniquement des calcaires du Trias et du Nummulitique.

ABSTRACT

Geological studies of the island of Majorca have generally been confined to the mountainous regions of the Sierra Norte and the Sierra Levante. The present study of the zone of Randa gives for the first time a geological map of the central portion of the island.

Two new stratigraphical regions are given for this region: the Tithonian with *Calpionella alpina* and the bathyal Lower Cretaceous with very fine *Nannoconus-bearing* limestones and *Ammonites*.

The presence of characteristic fossils, such as *Chapmanina gassinensis*, derived from the Lutetian transgression and now occurring in more recent levels, would show that transgression extended to the region of Randa. Important outcrops of the Bartonian-Ludian transgression, with a littoral fauna of *Nannulites*, *Miliolas* and *Rotalias* have also been found.

The Oligocene transgression, represented by levels with *Nannulites intermedius-fichteli*, is also present; and the Aquitanian, with lacustrine and abundant detrital beds.

Three tectonic series were found. The first, which we have named *Algaida*, is covered in great part by tabular molassic sediments of the Helvetic Tortonian transgression. It is overlapped by the *Galdent-Randa* series, which includes a basal dolomitic Triassic, an Upper Lias, Dogger and Malm marly limestone mass, the Tithonian and the Lower Cretaceous. A third series, *Sa Mola-Sa Bastida-Famellá*, overlaps *Galdent-Randa* and is composed chiefly of Triassic and Nummulitic sediments.

GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

Esta zona comprende los términos de Algaida, Lluellmayor, Montuiri y Porreras.

Fisiográficamente esa corresponde a una extensa planicie elevada, formando parte de unos relieves que dividen las tres cuencas hidrográficas, superficiales, más importantes de la isla: por el NE. de Alcudia, por el SO. a las de Palma y Campos respectivamente. Desde Algaida a Montuiri las aguas se dirigen ya a la primera; las que recoge el macizo de Randa y demás relieves con él relacionados en su sector Sur, a las dos últimas.

Se trata, pues, de la dorsal de una línea divisoria de aguas cuya porción Norte, en los términos de Algaida-Montuiri es llana, pero donde se asientan las cabeceras de numerosos torrentes que se dirigen a la bahía de Alcudia; pero por el Sur, al Oeste de Porreras y al Norte de Lluellmayor, encuéntrase una serie de relieves más acusados, formando parte del importante macizo de Randa con las montañas del Puig Galdent y de la Mola. Al Sur de Porreras, se halla el Puig Famellá.

Al S. de Lluellmayor y de Porreras, se extiende ya la masa tubular Vindoboniense, que en suave declive desciende lentamente hacia el mar. En ella son cada vez más escasos los cultivos, tanto como nos acercamos a la costa, siendo éstos reemplazados entonces por garrigas de lentiscos, acebuches y pinares.

El conjunto de las Sierras plegadas que se enlazan y sitúan en los alrededores de la montaña de Randa, constituyen una serie de relieves calizos y conglomerados, en gran parte desnudos de vegetación o bien cubiertos de pinares. El más elevado de estos relieves corresponde a la montaña de Randa con 543 metros, siguiéndole por el O. el Puig de Galdent con 400 metros; La Mola se halla situada al Este del primero y alcanza unos 345 metros, terminando esas alturas por ese lado con el Puig Famellá con 294 metros.

Debido a las contracciones sufridas por esta pequeña zona montañosa, afloran en sus alrededores diversidad de terrenos geológicos, dando zonas margosas, con afloramientos del Jurásico superior o medio, sobre todo del Dogger o bien del Crétacé inferior (Neocomiense). Otras veces son calizas duras a base de rocas triásicas o del Terciario (Oligoceno, Neógeno).

Al N. de la línea plegada de Randa, hacia Algaida y Montuiri, se extiende una zona más llana, ampliamente abierta a la cuenca de Alcudia, dando valles muy anchos dedicados al cultivo de los cereales, alternando con altozanos calizos donde se asientan pinares o pequeños bosques de encinas.

Las temperaturas en la región que estudiamos, como en el resto de la

isla, son muy benignas, con un promedio de 17°, siendo de 21° la media de las máximas y 12° el correspondiente a las mínimas.

La oscilación barométrica es muy moderada, no sobrepasando los 5 milímetros.

Baleares, por su situación en el Mediterráneo occidental, está en la vía por donde penetran una serie de masas de aire procedentes del Centro Europeo, Atlántico y Norte de Africa, es decir, oleadas de aire muy diferentes entre sí, que llegan a la isla sensiblemente modificadas al haber circulado sobre el mar.

En invierno, son frecuentes los vientos del Norte, «tramontana», frenados en parte por la barrera natural que forma la Sierra Norte, y los vientos del Nordeste «gergab», que vienen del Centro de Europa y causan chubascos en la isla.

El «mestral», de componente Noroeste, trae a la isla las masas de aire del Atlántico, que llegan secas después de descargar precipitaciones en la Península.

El «ponent», Poniente, es un viento propio de la primavera y otoño.

En verano domina el «xaloc», muy caluroso y seco.

De abril a octubre, impera un régimen diario de brisas que mitigan los calores del verano.

La pluviosidad en esta zona es la de índice más bajo de Mallorca. Posiblemente la media no alcanza los 400 metros anuales.

Las principales poblaciones que comprende la zona que estudiamos son: Lluçmayor, Porreras, Algaida y Montuiri.

Lluçmayor cuenta con 10.094 habitantes y está situado en el gran llano que se extiende al Sur de Randa; su término municipal es el más dilatado entre todos los del Archipiélago. Su producción agrícola es importante en cereales, legumbres, almendros, higos y algarrobas. La ganadería, especialmente la lanar en la «marinas», tiene especial interés. También es notorio su desarrollo industrial, pues son famosos sus calzados y tienen relativa importancia dentro de la isla la fabricación de harinas, licores, alfarería y cemento mallorquín.

Lluçmayor, conocido por los romanos con el nombre de «Lucus Magnus», es rico en poblados prehistóricos: Capó, Corp, Pedregar, Cas Freres, Ca S'Hereu y Son Taxaquet.

Porreras, con 5.303 habitantes, fue fundada por el Rey Jaime II. Cultiva abundante variedad de frutales de secano: higueras, almendros, algarrobas, la vid y el albaricoque. También es importante la cría de ganado, principalmente el lanar y de cerda. Al Norte de la población existen numerosas canteras que explotan las margas calizas del Lías superior-Dogger como primera materia para la fabricación del cemento mallorquín; y en el Puig Nebot y Pamellá también son varias las canteras que explotan las calizas dolomíticas

del Triás, muy milonitizadas, como gravilla. Ultimamente ha tomado notable incremento la industria de maquinaria agrícola.

Algaida, con 3.892 habitantes, también fue fundada por el Rey Jaime II en el año 1300. Su población es eminentemente agrícola, produciendo leguminosas, almendras y uvas. También tiene importancia la cría de ganado.

Montuiri, con 2.873 habitantes, está edificada sobre un altozano al que rodean fértiles tierras de secano. Su población es agrícola en su totalidad, con producción de ajos, cereales, almendras e higos.

ESTRATIGRAFÍA

Triás

Es el piso más antiguo que aflora en esta región. Representado por calizas dolomíticas, muy semejantes a las que en la Sierra Norte forman los potentes niveles del Muschelkalk, hasta el presente se pueden considerar estériles en esta zona que estudiamos y por tanto su inclusión en el Muschelkalk dudosa, siendo la única referencia la semejanza con los niveles antes reseñados de la Sierra Norte.

Las formaciones de calizas dolomíticas vienen en potentes bancos muy rotos y milonitizados, de tal forma, que dicha caliza dolomítica aparece en forma de gravilla con pequeños paralelepípedos que no suelen sobrepasar los 2 centímetros de longitud máxima.

Lías superior-Dogger-Malm

El Triás viene recubierto por los sedimentos margoso-calizos de la serie estratigráfica Lías superior-Dogger y Malm.

En las canteras situadas al N. de Porreras, que explotan dicha marga-caliza para la producción de cemento mallorquín, hemos encontrado abundante fauna de Belemnites y Ammonites. Entre los cuales el P. Bataller nos ha clasificado:

Strigoceras Truelli d'Orb-Bajociense.—*Cadomites bayleanus* Oppel Bajoc.

» sp.—*Cadomites Humphriesianus* Sow. Bajoc.

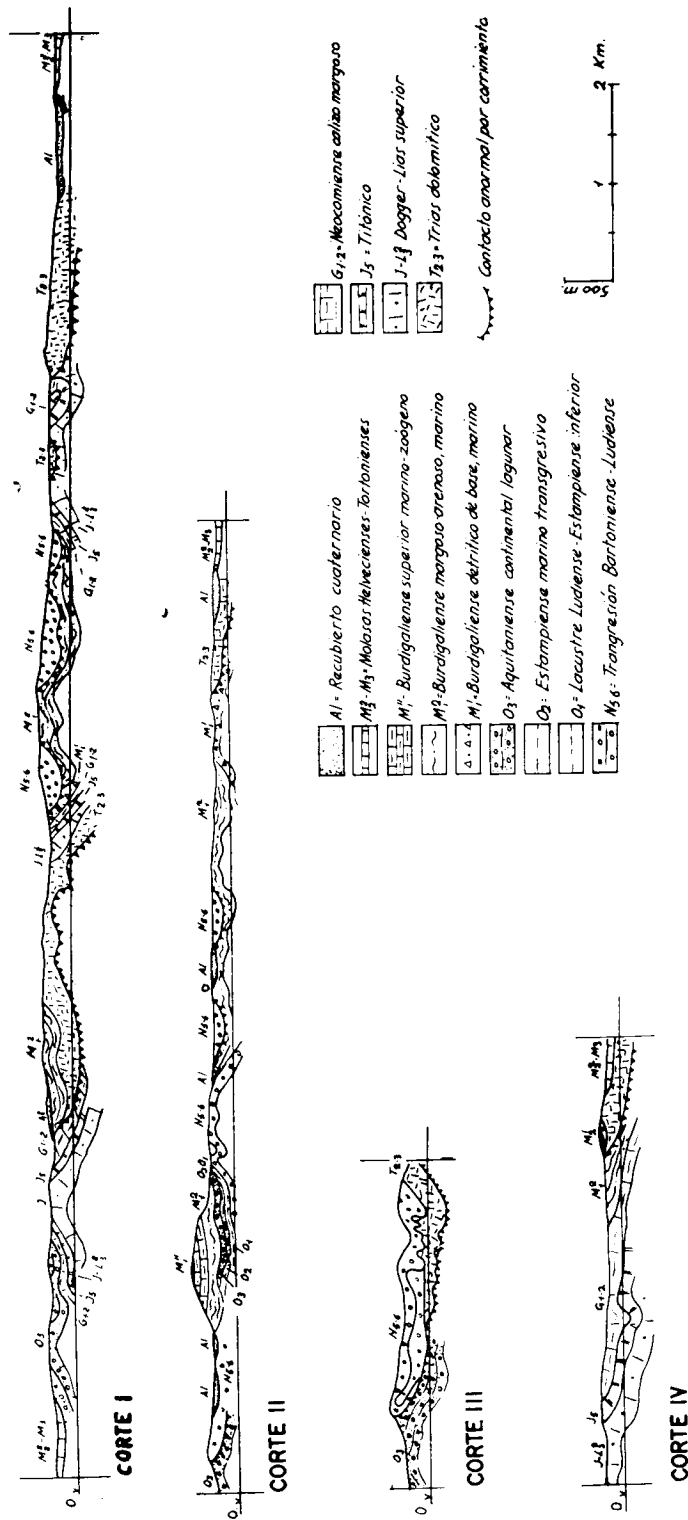
Phylloceras heterophylloides Oppel.—*Cadomites Deslongchampsii* Defr. Bajoc.

Phylloceras mediterraneum?—*Cadomites* sp. Bajoc.

» sp.—*Perisphinctes Martiusi?* Bajoc.

Sonninia Sowerbyi Miller *d'Orb-Bajociense*.

CORTES GEOLÓGICOS DE LA ZONA DE RANDA



Esta serie estratigráfica es bastante potente, quizás sobrepase los 65 metros y en los niveles altos, seguramente ya pertenecientes al Malm, es muy difícil encontrar restos fósiles.

Al N. de Randa, en Castellitx, hemos encontrado Halobias en las preparaciones delgadas.

Al SE. de Randa se ha reconocido el *Phylloceras* sp., y Cadomites Bigotti, además de Halobias.

Al E. de Montuiri hemos encontrado *Posidonomia* alpina, y en las preparaciones delgadas lechos de Halobias y Radiolarios.

Titónico

Representado por calizas margosas finas con rotura algo basta, que las diferencia de las Neocomiense, cuya rotura es muy lisa y concoidea. Este nivel en esta zona no tiene mucha potencia, seguramente de 15 a 20 metros.

Al N. del Puig de Famellá hemos encontrado restos de *Seccocona* (crinoideo), Calpionellas, Radiolarios y *Globochaeta alpina* en las numerosas preparaciones delgadas que hemos hecho.

En Castellitx, al N. de Randa, las preparaciones delgadas mostraron abundantes restos de Calpionellas alpinas, fósil típico de esta facies profunda del Titónico.

Cretáceo

El único piso representando al Cretáceo que aflora en esta región, es el Neocomiense con calizas muy finas, que indican la máxima profundidad del geosinclinal secundario. Son éstas unas calizas blanquecinas, margosas, sublitográficas, que estudiadas al microscopio nos muestran una abundante fauna de Calpionellas, Radiolarios y Nannoconus, así como la ausencia total de elementos detríticos.

Al N. de Randa hemos encontrado restos de Ammonites y Baculites indefinibles. Y al N. del Puig Famellá, *Crisoceras angulicostatum* d'Orb que representa el Hauteriviense y el *Crioceras balear* que pertenece al piso Barremiense.

Luteciense superior

Parece ser que la isla de Mallorca emergió durante el Cretáceo medio: los últimos sedimentos marinos encontrados es posible pertenezcan al Cenomanense. En esta parte de la isla, al igual que en las Sierras de Levante, es el Neocomiense el último piso del Secundario, cuyos lechos afloran.

Durante el Eoceno, una serie de transgresiones invaden la isla, la prime-

ra de ellas que tenemos certeza de su existencia, con abundante fauna de foraminíferos litorales, pertenece al Luteciense superior.

En la región que estudiamos, lechos propiamente pertenecientes a dicha transgresión no han sido localizados, pero al Oeste y al Sur de Randa abundan los afloramientos con Nummulites y Miliolas pertenecientes a la transgresión del Bartonense-Ludiense o bien a la del Oligoceno, que contienen abundantes restos de *Chapmanina gassinensis*, seguramente rodada en niveles más modernos al erosionarse los estratos que la contenían. También hay que considerar la hipótesis de una distribución vertical más amplia de dicho fósil en esta zona, fenómeno que ocurre con relativa frecuencia a expensas de unas condiciones de vida favorable para su subsistencia.

Transgresión del Bartonense-Ludiense

Dicha transgresión dejó en esta parte de la isla potentes formaciones detríticas con abundantísima fauna. Estratos con pudingas alternan con calizas detríticas en serie ininterrumpida posiblemente desde el Bartonense al Estampiese, seguramente en alguno de sus puntos, como indican los foraminíferos encontrados en sus niveles.

Así, en el Puig de Galdent encontramos en la ladera Norte, al pie de la misma, un yacimiento con *Gypsina globula*. Al Este del mismo macizo encontramos, juntamente con abundantísima fauna de Miliolas y Rotalias el *Nummulites fichteli* también abundantísimo. Al Norte de este Puig también encontramos *Nummulites incrassatus* y *subfabiani*.

En la cantera situada en la ladera oeste del Puig de S'Escola, en diferentes niveles, desgraciadamente mezclados los nummulites encontrados en los diferentes yacimientos de dicha cantera, y encontramos:

- Nummulites garnieri*.
- » *subfabiani*.
- » *intermedius*.
- » cf. *incrassatus*.
- » *fabiani*.
- » *striatus*.
- » cf. *rutinyeri*.
- » *subfabiani-fichteli*?
- » *boullei*.
- » *turnoueri*.
- » *variolarius*.
- » cf. *heberti*.
- Operculina alpina*.
- » sp.

- Nummulite beaumonti* (parecido).
- » sp. de la fauna de Tizi Remf.

Al N. del Puig de S'Escola, encontramos:

- N. intermedius*.
- N. fichteli* muy abundante.
- N. incrassatus*.
- N. garnieri*.
- N. boulei-turnoueri*.
- N. sp.* afin al *incrassatus*.
- N. sp.* que recuerda al *variolarius*.
- Operculina alpina*.
- Chapmanina gassinensis*.

A dos kilómetros al N. de Randa, junto a la carretera de Algaida a Randa, un yacimiento nos ha proporcionado:

- N. fichteli*.
- Chapmanina gassinensis*.
- N. sp.* que recuerda al *prestwichianus*.
- N. subfabiani*?

A un kilómetro más al Sur de la localidad anterior y junto a la misma carretera, hemos encontrado:

- Nummulites incrassatus*.
- » *intermedius*.
- » *fichteli*.
- » sp. próximo al *rascus*.
- » *garnieri*.
- » *fabiani*.
- » *subfabiani*.
- » *turnoueri* o *incrassatus*.

En la carretera anterior, justo al Norte del Puig de S'Escola, un yacimiento nos dio:

- Nummulites intermedius*.
- » *fichteli*.
- » *incrassatus*.
- » *garnieri*.
- Operculina alpina*.
- Nummulites sp.* que recuerda al *beaumonti*.

Al Sur de Randa, cerca de El Pujol, hemos encontrado:

- Nummulites incrassatus* A y B.
- » *subfabiani*.
- » sp. parecido al *zascus*.

En San Pere Pons, camino de Lluçmayor a Montuiri, hemos hallado la:

Chapmanina gassinensis.

En la nueva carretera de Lluçmayor a Randa, al Norte del Puig de S'Escolá:

- Nummulites intermedius*.
- » *garnieri*.
- » *houillei-tournoueri*.
- » sp. afín al *incrassatus*.

En la localidad denominada S'Areste, al Sur de Randa, aparece un nivel de calizas pardo margosas con abundantísima fauna de coralaris que hasta el presente no han sido clasificados, acompañados por abundante fauna de gasterópodos y lamelibranchios, entre los que el P. Bataller ha tenido la gentileza de clasificarnos:

- Cardium Bonelli* Bellardi.
- Natica Vapincana* d'Orb.
- Petunculus depressus* Deshayes.

Y al NO. de Alcoraya, unos 600 metros, hemos encontrado en unas calizas compactas el:

- N. subfabiani* Prever.

Lacustre Ludiense-Estampiense

Al Sur de Randa existe un nivel de 15 a 20 metros de potencia, que contiene calizas lacustres de color café con leche y margas gris azuladas en su parte inferior, con pequeños rastros carbonosos y escasa fauna. Solamente hemos encontrado bolas de materia orgánica del tamaño de una patata y mayores, que parecen ser Coprolitos de mamíferos.

Transgresión Estampiense

La profusión de especies de *Nummulites* pertenecientes al *N. fichteli* y *N. intermedius*, típicos representantes de esta transgresión, nos indican que

dicha transgresión abarcó la parte de la zona que estudiamos, principalmente el Puig de Galdent y S'Escolá y los pequeños montículos situados al Norte de dichos macizos, en los que posiblemente la transgresión que comenzó durante el Bartoniense se continuó sin interrupción hasta el Estampiense, sin que encontremos rastro de los niveles lacustres que caracterizan al Oligoceno inferior.

Al Sur de Randa, aparece un nivel con Miliolas y Rotalias que recubre al lacustre del Oligoceno inferior, que no cabe duda su asignación a la transgresión Estampiense, aunque los foraminíferos encontrados no han podido ser clasificados específicamente.

Aquitaniense continental

Al Sur de Algaida aparece un anticlinal formado por sedimentos detríticos, especialmente por pudingas y calizas detríticas, que contienen algún nivel lacustre con calizas de color café con leche y algas lacustres del tipo cianofíceas incrustantes.

Estos sedimentos son continentales detríticos con un potente manto de pudingas en la parte alta, con una potencia de unos 80 metros, que recubren a los estratos de calizas pardo-grises, compactas, de estratificación bien marcada y muy regular, con intercalaciones margosas pardo-ocres y algún nivel de calizas lacustres de color café con leche con las citadas algas incrustantes.

Burdigaliense

El detrítico de base está formado principalmente por pudingas y calizas detríticas que contienen abundante microfauna: Operculinas, Miogypsinas, etcétera. Este tramo está recubierto por un potente manto de margas arenosas grises con innumerables foraminíferos pelágicos.

- Orbulina suturalis* Bronn.
- » *bilobata* d'Orb.
- Globigerinoides triloba* Reuss.
- Globorotalia foshi* Cush-Ellis.
- Globigerina conglomerata* Schwag (= Venezuelana Hed^b).

y la especie nerítica-bentónica

- Miogypsina Mediterranea* Bronn.

juntamente con espículas de esponjas y glauconia, diminutas *Globigerinas* y *Amphisteginas*.

Durante el Burdigaliense superior el macizo de Randa siguió sumergido, acumulándose los sedimentos calizos detríticos y zoógenos que actualmente forman las hiladas superiores, horizontales, del Puig de Randa y al Norte del Puig Famellá. Más al Este del Puig de Randa afloran las margas grises con muchos yesos, pertenecientes también al Burdigaliense superior, que indican la emersión de dicha área.

Helveciense-Tortoniense

Durante el Helveciense, transgredió de nuevo el mar sobre las zonas más bajas de la isla. Dicha transgresión parece que se continuó durante una parte, por lo menos, del Tortoniense, depositando sedimentos molásicos zoógenos propios de un mar tropical de poco fondo.

La fauna encontrada es abundantísima, y con el fin de no repetir listas de fósiles, remitimos al lector a nuestros trabajos anteriores, en los que estudiamos los sedimentos molásicos de otras zonas de la isla y con los cuales no existe diferencia alguna.

Cuaternario

Está reducido en la región que estudiamos, al débil manto de tierra vegetal que en algunos puntos recubre a las molasas helvecienses, o bien a los sedimentos margosos burdigalienses.

TECTÓNICA

Si ascendemos al monte de Randa, podremos ver cómo las margas grises del Burdigaliense marino están plegadas, sosteniendo a las calizas zoógenas y horizontales también burdigalienses.

También más al Sur podemos contemplar el Nummulítico corrido sobre dichas margas grises burdigalienses, luego con toda certeza podemos indicar que el movimiento principal que originó el actual relieve de la zona que estudiamos tuvo lugar durante el Burdigaliense, al finalizar la deposición de las margas arenosas grises del Burdigaliense medio, es decir, durante lo que nosotros llamamos *subfase segunda de la fase estábrica*.

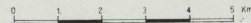
En la zona de Algaida-Randa-Famellá, nosotros consideramos tres series diferentes:

La de Algaida, posiblemente autóctona, recubierta en gran parte por sedimentos molásicos horizontales helveciense-tortonienses. Pertenecen a esta serie también los afloramientos de Aquitaniense continental-lagunar, situa-

PLANO GEOLÓGICO DE LA ZONA DE RANDA



- Al Recubierta Cuaternaria
- Mj-Mj Molas Helvecienses-Tortonenses
- C Conglomerado fino y muy compacto en lechos horizontales
- M^s Burdigaliense superior sobre con margas grises y yesos
- M^g Burdigaliense margosa-arenosa, marina
- M^d Burdigaliense detrítica de base, marina
- O₁ Aquitaniense continental lagunar
- O₂ Estampiese marino transgresivo
- O₃ Lacustre Ludense-Estampiese inferior
- M₁-L Transgresión Bartonense-Ludense
- M₂ Neocomense caliza margosa
- T Tilonico
- D Dogger y Malm calizo-margosa
- L Lias superior calizo-margosa
- T₁ Trias dolomítico
- Contacto normal
- Contacto anormal por corrimiento
- Buzamiento



dos al Sur de Algaida, sobre los que descansan retazos corridos del Nummulítico de la segunda serie denominada Galdent-Randa. También pertenecientes a la primera serie sin los sedimentos secundarios aflorantes en la región de Castellitx al Norte de Randa, sobre los que descansan pequeños «Klippen» corridos del Triás de la base de Randa, que forma parte también de la serie corrida de Galdent-Randa.

Recubriendo a la serie anterior aparece la citada serie corrida de Galdent-Randa, formada por los macizos de Galdent, Randa, Aubenya, el pequeño llano situado al Sur de Randa, las pequeñas colinas situadas al NO. de Randa y el Puig de S'Escolá.

El Puig de Galdent, formado principalmente por calizas zoogenas claras alternando con lechos detríticos con pudingas del Nummulítico transgresivas que descansan sobre el Triás dolomítico, tiene una estructura en forma de anticlinal echado y corrido sobre los sedimentos detrítico-lagunares del Aquitaniense, que en la parte de Sa Potada des Gegant y Puig de S'Escolá forma una serie de pliegues muy verticales y estrujados.

Entre el Puig de S'Escolá y Randa, afloran las dolomías del Triás, que forman la base de la serie tectónico-estratigráfica de los dos macizos, que también aparecen al Este de Randa, en el Puig de Aubenya, recubiertas por sedimentos margosos de la serie Dogger-Titónico y Cretáceo, y naturalmente por los sedimentos detríticos y margosos del Burdigaliense inferior y medio.

Al pie de Randa, en la parte Sur, un pequeño anticlinal echado hacia el SE., contiene en su rama Norte sedimentos pertenecientes al Aquitaniense, Estampiense marino y Oligoceno lacustre; y en su rama Sur los sedimentos detríticos de la transgresión del Partoniense-Ludiense.

Pertenecientes a la tercera serie corrida denominada de Sa Mola-Sa Bastida-Famellá, son las pequeñas colinas nummulíticas situadas al SE. de Randa y separadas entre sí por verdaderas ventanas tectónicas por las que aflora el Burdigaliense marino margoso gris de la serie Galdent-Randa. También pertenecen a esta serie corrida, las elevaciones de dolomías del Triás de Son Mulet y del Sur de la Bastida.

Entre Famellá y Sa Bastida aflora el Secundario margoso seguramente de la serie Galdent-Randa y en agudo sinclinal, echado al NO., el Titónico recubre el Cretáceo, soportando ambos el Triás dolomítico corrido del Puig Famellá, perteneciente a la serie superior Sa Mola-Sa Bastida-Famellá.

Al este de Montuiri aflora de nuevo el Triás dolomítico, que es atravesado por la carretera de Palma-Artá, buzando al NO. y soportando a las calizas-margosas del Dogger y al Burdigaliense.

El contacto entre dicho Triás y el Burdigaliense medio margoso-marino, viene enmascarado por un recubierto de calizas margosas horizontales, sin duda continentales lagunares, de estratificación bien marcada y regular en bancos de 5 a 18 cm., que pueden pertenecer al Burdigaliense superior o

bien al Helveciense inferior. Estos niveles horizontales coronan el Puig de San Miguel y no nos dejan estudiar la clase de contacto existente, como decimos antes, entre el Trías y el Burdigaliense medio, aunque muy bien podría ser también una serie corrida con el Trías sobre el Burdigaliense margoso, formando la continuación hacia el NE. de la serie corrida Galdent-Randa. Más al S., al E. de Porreras, aparece en el Puig de Son Nebot otra vez el Trías corrido sobre las margas grises burdigalienses. Seguramente este Trías pertenece a la serie Sa Mola-Sa Bastida-Famellá.

Al Sur de la zona que estudiamos, se extiende de nuevo el manto de molasas vindobonienses, las cuales nos impiden estudiar la posible conexión de estas series corridas de la zona de Randa con las de la zona Felanitx-Manacor, aunque la dirección de los empujes en la primera zona es del SE.-NO. y en la parte Sur de las Sierras de Levante es del SO. al NE., detalle éste que parece indicar la absoluta independencia de los empujes, aun perteneciendo a la misma subfase de plegamientos.

Tenemos que agradecer al P. Bataller su amabilidad para con nosotros al clasificarnos abundante material fósil del Secundario; al P. Ruiz de Gaona el estudio y clasificación a lo largo de varias temporadas de todos los Nummulites encontrados en los numerosos yacimientos de la isla, trabajo ingente y del cual esperamos sacar abundante fruto en un próximo estudio de las transgresiones del Terciario mallorquín. También queremos resaltar que una gran parte del conocimiento de la geología de Mallorca, sobre todo la litológica y estratigrafía, que en la actualidad poseemos y que nos permite distinguir con relativa facilidad los diferentes terrenos de la isla, es debido a que tuvimos el honor de trabajar en la investigación de lignitos en Mallorca, que a partir del año 1956, y durante tres años ininterrumpidos, llevó a cabo la Empresa Nacional Adaro por encargo del Instituto Nacional de Industria, teniendo ocasión de estudiar las series estratigráficas cortadas en los numerosos sondeos que se profundizaron.

BIBLIOGRAFÍA

- YARZA, ADÁRR DE (1879): *Examen microscópico de varias muestras de rocas recogidas por D. M. Vidal en la isla de Mallorca*, «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. 6, pp. 23-28, Madrid.
- ANDREWS, C. W. (1914): *A description of the Skull and Skeleton of a peculiarly modified Rupicaprina antelope (Myotragus balearicus) with a notice of a new variety M. balearicus var. major*, «Philosoph. Transact. of the Roy. Soc. of London», vol. 206, Ser. B, p. 281.
- (1925): *A mounted skeleton of Myotragus balearicus*, «Geolog. Magaz», Dec. VI, vol. 2, London, pp. 337-339.
- ARENES, J. (1951): *Contribución á l'étude de la flore fossile Burdigaliens, des Baléares*, «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, vol. XLIX, pp. 73-86.
- ARGAND, Prof. E. (1932): *Observations sur la géologie de Majorque*, «Geol. Mediter. Occid.», vol. II, 5me. partie, num. 36, Barcelona.
- BATALLER, Prof. R. (1932): *Excursión científica por Mallorca*, «Ibérica», vol. 38, núm. 945, Barcelona.
- BATE, D. M. A. (1909): *Preliminary note on a new artiodactyle from Majorque Myotragus balearicus nov. gen. sp.*, «Geolog. Magaz», New Ser., Dec. Vol. 6, p. 385, London.
- (1914): *The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands*, Id., id. Dec. VI, vol. 1, pp. 337-345.
- (1914): *A gigantic Land Tortoise from the Pleistocene of Menorca*, Id., id. Dec. VI, vol. 1, pp. 100-107, Trad. castellana en la «Rev. de Menorca», 1920, p. 229, Mahón.
- (1919): *A new genus of Extinct Muscardinidae Rodent from the Balearic Islands*, «Proceed. Zool. Soc. London», pp. 201-222.
- (1920): *The animal remains, in: Excavation of a Mousterian Rockshelter at Devil's Tower Gibraltar. With appendix B. Note on the fossil Molds.*, by M. A. Hinton, «Journ. Anthrop. Inst. London», vol. 58, p. 92 (Este trabajo permite útiles comparaciones con los fósiles cuaternarios de las Baleares).
- BARZA, J. (1944): *Notas sobre la paleontología de las Baleares*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. 62, pp. 627-630, Madrid.
- (1945): *Nueva contribución al conocimiento de la paleontología de Mallorca*, Id., id., vol. 63, pp. 397-401.
- (1945): *Nota sobre el Mioceno de Mallorca*, «Miscelánea Nmera», Inst. Geol. Prov. Barcelona», vol. 1, pp. 133-135.
- (1946): *Contribución a la paleontología de Mallorca. Notas sobre el Cuaternario*, «Est. Geológicos», núm. 4, pp. 199-204, Madrid.
- (1946): *Nuevo yacimiento fosilífero en el Trías de la Sierra Norte de Mallorca*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, Vol. 64, pp. 335-338.
- (1946): *Contribución a la Geología y Paleontología*, Id., id., vol. 64, pp. 369-379.
- (1946): *La edad de los lignitos de «Son Fe» (Mallorca)*, Id., id., vol. 64, pp. 561-568.
- (1947): *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear*, Id., id., vol. 65, pp. 523-528, Id., id., vol. 66, 1947, pp. 619-646.
- (1948): *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica del Neógeno de las Baleares. Sobre el hallazgo de «Taurinichthys villata» n. sp.*, Id., id., vol. 66, pp. 231-233.
- (1948): *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear*, «Est. Geológicos», Madrid, núm. 8, pp. 221-239.
- (1949): *Sobre el hallazgo de los géneros «Box», «Diplodus» y «Pagellus» en el Plesaniense de «Son Talapi» (Llubi)*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 67, pp. 653-655.
- (1949): *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de Mallorca*, Id., id., vol. 67, pp. 203-217.
- (1950): *Contribución al conocimiento paleontológico del Neógeno balear. Pectinidos*, 1.ª parte, 1951, id., id., vol. 68, pp. 121-140, 2.ª parte, 1951, id., id., vol. 69, pp. 132-152.
- (1953): *Contribuciones al conocimiento de la ictiología fósil de Cataluña y Baleares*, Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona.
- (1954): *Formaciones cuaternarias en el Puerto de Soller*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 71, pp. 85-88.
- (1954): *Ictiología fósil de Baleares*, «Bol. Soc. Hist. de Baleares», fasc. 1-4, pp. 15-19, Palma.
- (1955): *Otolitos fósiles de Mallorca*, Id., id., fasc. 1-4, pp. 71-79.
- BEAUMONT, E. DE (1827): *Note sur la constitution géologique des îles Baléares*, «Ann. Scien. Nat.», 1.ª Ser., vol. 10, pp. 423-439, París.

- BOFILL, A. (1899): *Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro, Isla de Mallorca*. «Bol. R. Acad. Cien. Art. de Barcelona», vol. 1, núm. 23.
- BOUSSAC, J. y FALLOT, P. (1910): *Note préliminaire sur d'Oligocene de Majorque*. «Comp. R. Somm. Soc. Geol. France», núm. 20, París.
- BOUVY, P. (1845): *Coupe de la cote de Binisalem, dans l'île de Majorque, formée de crétacé*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 2, París.
- (1852): *Notice sur le tremblement de terre du 15 Mai 1851 de l'île de Majorque*. Id., id., vol. 10, pp. 253-264.
- (1852): *Reseña geognóstica de la isla de Mallorca y descripción de la situación y explotación de la hulla del terreno secundario de esta isla*. «Rev. Minera». Madrid, vol. 3, pp. 174-184.
- (1857): *Note sur les lignites des îles Baléares*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 14, pp. 770-774. París.
- (1863): *Descripción del terreno nummulítico de Mallorca*. «Rev. Minera. Madrid», vol. 14.
- (1867): *Ensayo de una descripción geológica de la Isla de Mallorca comparada con las islas, y el litoral de la cuenca occidental del Mediterráneo*. Palma.
- CAÑIGUAL, Rd.º P. J. (1950): *Los terrenos geológicos de Mallorca*. «Ibérica», núm. 194. Barcelona.
- (1927): *Movimientos lentos en el litoral E. de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 27, p. 648.
- CARSI, A. (1929): *Menorca. Geología*. «Rev. de Menorca», vol. 29, Mahón.
- COLOM, G. (1926): *Nota sobre las Amphisteginas, Miogypsinas y Lepidocyclinas del Burdigaliense de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 26, pp. 287-291.
- (1928): *Las calizas con «embriones de Lagenas» del Cretáceo inferior de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Sist. Nat.», Madrid, vol. 28, pp. 393-404.
- (1929): *Nota sobre las calizas con Miliólidos del Estampicense de Mallorca*. «Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, Tomo homenaje a I. Bolívar, pp. 237-239.
- (1931): *Estudios litológicos sobre el Cretáceo inferior de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 31, pp. 529-545.
- (1934): *Contribución al conocimiento de las facies lito paleontológicas del Cretáceo de las Baleares y del SE. de España*. «Asoc. Geol. Mediterr. Occid.», vol. 3, pt. V, núm. 2, Barcelona.
- (1934): *Estudios sobre las Calpionelas*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 34, pp. 379-388.
- (1935): *Els estudis de Miss D. Bate sobre els vertebrats fòssils del Quaternari de Mallorca*. «La Nostra Terra», Palma.
- (1935): *Estudios litológicos sobre el Jurásico de Mallorca*. «Associac. Estud. Geol. Mediterr. Occid.», Barcelona, vol. 2, núm. 4.
- (1939): *Los Tintínidos fósiles (Infusorios Oligótricos)*. «Las Ciencias», vol. 4, núm. 4. Congreso de San Sebastián, Madrid.
- (1940): *Arquemonadineas, Silicoflagelados y Discostéridos fósiles de España*. «Las Ciencias», vol. 5, núm. 2, Madrid.
- (1942): *Sobre nuevos hallazgos de yacimientos fosilíferos del Lías medio y superior en la Sierra Norte de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. 60, pp. 221-262. Madrid.
- (1943): *Nuevas especies y subespecies de foraminíferos fósiles de Mallorca*. Id., id., vol. 61, pp. 317-325.

- COLOM, G. (1944): *Un nuevo yacimiento del Lías medio en la Sierra Norte de Mallorca*. Id., id., vol. 62, pp. 421-424.
- (1945): *Los sedimentos cretáceos de las Baleares*. «Rev. de Menorca». Mahón, julio-agosto, pp. 193-212.
- (1945): *Nannoconus steinmanni Kampt. y «Lagena colomii» Lapp.* «Miscelánea Almera». Inst. Geol. Dip. Prov. de Barcelona. 1.ª parte, pp. 123-132.
- (1945): *Los foraminíferos de «concha arenácea» de las margas burdigalienses de Mallorca*. «Estud. Geológicos». Madrid, núm. 2, págs. 5-33.
- (1946): *Los sedimentos burdigalienses de las Baleares (Ibiza-Mallorca)*. Id., id., núm. 3, pp. 21-112.
- (1946): *Los foraminíferos de las margas vindobonienses de Mallorca*. Id., id., núm. 3, pp. 113-180.
- (1946): *Introducción al estudio de los Microforaminíferos*. Madrid. C. S. I. C. 376 páginas, 3 láminas.
- (1946): *La geología del cabo Pinar, Alcudia (Mallorca)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid. Vol. extraordinario, pp. 361-389.
- (1947): *Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense*. Madrid. C. S. I. C., 147 pp., 28 láminas.
- (1947): *Los foraminíferos fósiles de las fases pelágicas del Mioceno de España*. «Estud. Geológicos». Madrid, núm. 5, pp. 131-170.
- (1948): *Sobre dos algas clorofíticas fósiles de las «jalsas brechas» titónicas de los Alpes españoles*. «Bol. Inst. Geol. Minero». Madrid, vol. LXXI, pp. 57-77.
- (1948): *Fossil Tintinids: Loricated Infusoria of the Order of the Oligotricha*. «Journal of Paleontol.», Ithaca, U. S. A., vol. 22, núm. 2, pp. 233-263.
- (1950): *Más allá de la Prehistoria. Una geología elemental de las Baleares*. Colec. «Cauce». C. S. I. C. Madrid, 285 pp. Figuras en el texto.
- (1950): *Los tintínidos fósiles, Infusorios loricados del orden de los Oligotricos*. «Estud. Geológicos». Madrid, núm. 11, pp. 105-171.
- (1951): *Sobre la extensión e importancia de las «moronitas» a lo largo de las formaciones aquitano-burdigalienses del estrecho Nort-bético*. Id., id., núm. 14, pp. 331-385. Lám. XXX-XXXVI.
- (1951): *Globigerina «ratio»*. Su distribución y complejidad en los mares terciarios alrededor de la Meseta Castellana. «Rev. de Biología Aplicada». Barcelona, vol. 9, pp. 63-82 (Láminas y mapas).
- (1951): *Notas estratigráficas y tectónicas sobre la Sierra Norte de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 69, pp. 45-71.
- (1952): *On the distribution and lithological importance of Nannoconus limestones in the Western Mediterranean*. Intern. Geol. Cong. Rep. 18, Sess. Grest Britain, 1948, Pt. X, pp. 83-91. London.
- (1952): *Aquitania Burdigalian diatom deposits of the North Betic strait, Spain*. «Journal of Paleontol.», Ithaca, U. S. A., vol. 26, núm. 6, pp. 867-885.
- (1954): *La sedimentación pelágica de la Isla de Maio (Arch. del Cabo Verde) y sus equivalentes mediterráneos (Malm Neocomiense)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo extraordinario. Homenaje a E. Hernández Pacheco, Madrid, pp. 179-192.
- (1955): *Jurassic-Cretaceous sediments of the Western Mediterranean zone and the Atlantic area*. «Micropaleontology», vol. 1, núm. 2, pp. 109-123. New York.
- (1956): *Los foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca*. «Mem. R. Acad. Cienc. Art. de Barcelona», vol. 23, núm. 5, pp. 1-140, lám. LXXV.
- GOLLET, L. M. (1909): *Quelques observations sur la géologie de la Sierra de Majorque*. «Arch. Sci. Phys. et Nat. Geneve», vol. 27, pp. 589-615.

- COTTREAU, J. (1913): *Les Echinides Neogéniques du bassin méditerranéen*. «Annal. Inst. Oceanogr. de Monaco», vol. 6, fasc. 3.
- CUERDA, J. (1955): *Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 1-4, pp. 59-70. Palma.
- (1959): *Presencia de «Mastus Pupus» Bruguiere en el Terrenio de las Baleares*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», pp. 45-50. Palma.
- CUERDA, J. y MUNTANER, A. (1950): *Nota sobre un nuevo yacimiento hallado en Palma de Mallorca como perteneciente al Plioceno*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 68, pp. 61-62.
- (1952): *Nota sobre las playas cuaternarias con Strombus del Levante de la bahía de Palma*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 2, pp. 1-8. Palma.
- (1953): *Contribución al estudio de las terrazas marinas cuaternarias de Mallorca*. Id., id., fasc. 1, pp. 13-15.
- CUERDA, J. y SACARÉS, J. (1959): *Hallazgo de «Myofragus balearicus», Bate en un yacimiento de edad post tirreniense*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», pp. 51-55. Palma.
- CUERDA, J., SACARÉS, J. y DE MIRÓ, M. (1959): *Nota sobre un nuevo yacimiento cuaternario marino*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», pp. 31-33. Palma.
- DARDER, B. (1913): *Los fenómenos del corrimiento en Felanitx (Mallorca)*. Trab. Mus. Nac. de Cienc. Naturales, Madrid, Ser. Geol. núm. 6.
- (1913): *Nota preliminar sobre el Triásico de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 12.
- (1914): *El Triásico de Mallorca*. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Madrid, Ser. Geol. núm. 7.
- (1914): *Los yesos metamórficos de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 14, pp. 179-185.
- (1915): *Estratigrafía de la Sierra de Levante de Mallorca (región de Felanitx)*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.», Madrid, Ser. Geol. núm. 10.
- (1918): *Nota sobre la formación de cordilleras*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 18, pp. 341-347.
- (1921): *Movimientos epirogénicos en Mallorca*. «El Día», julio 22. Palma.
- (1921): *Nota preliminar sobre la tectónica de Artá (Mallorca)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 21, pp. 204-223.
- (1923): *Sur la tectonique des environs de Sineu et du Puig de San Onofre (Majorque)*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88.
- (1924): *Sur l'age des phénomènes de charriage de l'île de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88.
- (1924): *Importancia práctica de los conocimientos geológicos* (Conf. donada a Soller el 28 XII 23) 1 foll. Asec., p. la Cultura de Mallorca, Palma.
- (1925): *Las aguas subterráneas. Aprovechamiento para el abastecimiento de la ciudad de Palma*. 1 foll. Imp. Tous, Palma.
- (1925): *La miñionización de las rocas de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 25, pp. 13-20.
- (1925): *Los deslizamientos de tierras en Fornalutx (Mallorca)*. Id., id., vol. 25, pp. 142-146.
- (1925): *La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Geol. de France», vol. 25, pp. 245-278. París.
- (1925): *Estudio geológico de Sineu y Puig de San Onofre (región central de Mallorca)*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. de Madrid, Ser. Geol.» núm. 31.

- DARDER, B. (1926): *Les aigües subterrànies de la regió d'Artá*. «Ciencias», vol. 1, núm. 10. Barcelona.
- (1928): *La Paleogeografía de la Mediterránea Occidental, segons les idees d'Emile Argand*. «Ciencia», núm. 21. Barcelona.
- (1928): *Els petrolis a Mallorca. Algunes consideracions sobre la seva possible existència*. «La Nostre Terre», Palma.
- (1928): *Els factors geològics de la bellesa de Mallorca*. «La Nostre Terre». Palma.
- (1929): *Le relief et la tectonique de Majorque*. «Geol. Med. Occid.», vol. 1, núm. 2. Barcelona.
- (1930): *Algunos fenómenos cársticos en la Isla de Mallorca*. «Ibérica», vol. 33, p. 154. Barcelona.
- (1932): *Mapa geològic de les Serres de Levant de l'illa de Mallorca*. Excmo. Diputació de Baleares, Dos Hojas.
- (1933): *L'estructura de les Serres de Calicant i de Sa Font, de la regió d'Artá (Mallorca)*. «Bull. Inst. Catalana Hist. Nat.», Barcelona, vol. 33, núm. 1-3.
- (1933): *L'existència del Burdigalià a la Serra de Ferrutx (Artá)*. Id., id., vol. 33, núm. 1-3.
- (1933): *Dues notes sobre la geologia de la Serra de Levant de Mallorca*. Id., id., vol. 33, núm. 1-2.
- (1934): *Iles Balears*. Introd. vol. II «Géol. Mediter. Occid.», Barcelona, p. 1.
- (1946): *Història de la coneixença geològica de l'illa de Mallorca*. Edit. Moll, Palma.
- DARDER, B. y FALLOT, P. (1926): *La Isla de Mallorca. Guía de la excursión C-5 de XIV Congr. Geol. Internacional de Madrid*. Madrid.
- DENIZOT, G. (1930): *Sur un rivege quaternaire de l'île de Majorque et sur les derniers changements de la méditerranée occidentale*. Assoc. Franc. Avanc. Scien. Congr. d'Alger. Alger.
- DEPAPE, G. y FALLOT, P. (1928): *Les gisements du Burdigalien à plantes de Majorque*. «Annal. Soc. Géol. du Nord.», vol. 53. Lille.
- DEPERET, Prof. Ch. y FALLOT, P. (1921): *Sur l'age des formations à lignite de l'île de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXII, p. 790.
- ELÍAS, J. (1922): *Relaciones tectónicas entre Cataluña y Baleares*. Publ. Secc. Excurs. Centro Soc. de Terrasa.
- ESCANDELL, B. y COLOM, G. (1960): *Sobre la existencia de una fase de contracciones tanguenciales en Mallorca durante el Burdigaliense*. «Temas geológicos de Mallorca», pp. 395-407, tomo LXXI. Inst. Geol. y Min. de Esp. Madrid.
- (1960): *Sur l'existence de diverses phases originiques alpines dans l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Geol. de France», Cordilleres bétiques (Espagne), París.
- (1961): *Estudio de la región de Sineu-Petra*. Inst. Geol. Madrid (En curso de publicación).
- *Hoja geológica de Pollensa (Mallorca)*. Inst. Geol. y Min. de Esp. Madrid (En curso de publicación).
- ESTRADA, E. (1912): *Contribución al estudio del abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Palma*. 1 foll. Palma.
- FALLOT, P. (1910): *Sur quelques fossiles pyriteux du Gault des Balears*. «Trav. Lab. Géol. Université de Grenoble», vol. 33, p. 3.
- (1914): *Sur la tectonique de la Sierra de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLVIII, p. 645.
- (1916): *Sur la présence de l'Albien dans la Sierra de Majorque*. Id., id., vol. CLVII, p. 528.

- FALLOT, P. (1916): *Sur la présence de l'Albien dans la Sierra de Majorque*. «Trab. Lab. Géol. Université de Grenoble», vol. 11, pp. 1-11.
- (1917): *Sur la géologie de l'île d'Ibiza*. «C. R. Acad. Scien. Paris», vol. CLXIV, p. 103.
- (1917): *Sur la tectonique de l'île d'Ibiza*. Id., id., vol. CLXIV, p. 186.
- (1920): *Observations sur les phénomènes de charriage du centre de la Sierra de Majorque*. Id., id., vol. CLXX, p. 739.
- (1920): *Sur l'extension des phénomènes de charriage du centre dans la Sierra de Majorque*. Id., id., vol. CLXX, p. 848.
- (1920): *Observations nouvelles sur la tectonique de la Sierra de Majorque*. «Trav. Lab. Geol. Université de Grenoble», p. 7.
- (1920): *La jaune des marnes aptiennes et albiennes de la région d'Andraitx*. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Madrid. Ser. Geol., núm. 26.
- (1921): *Sur l'extension verticale du faciès marneux à Céphalopodes pyriteux dans l'île d'Ibiza*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXIII, p. 91.
- (1922): *Etude géologique de la Sierra de Majorque* (Thèse). Paris. 480 pp. Lám. 1-VIII.
- (1922): *Carte géologique de la Sierra de Majorque*. Paris (tres Hojas: Andraitx, Soller, Pollensa).
- (1923): *A travers la Sierra de Majorque*. «La Géographie», Paris.
- (1923): *Esquisse morphologique des îles Baléares*. «Rev. de Géographie Alpine», vol. 9, pp. 421-448. Grenoble. (Trad. Cast. de F. Castañón en la «Rev. de Menorca», 1923, p. 333).
- (1923): *Le problème de l'île de Menorca*. «Bull. Soc. Geol. France», 4 me. Ser., vol. 23, pp. 3-44. Paris.
- (1925): *Au sujet de la tectonique de Baléares*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», Paris.
- (1926): *Remarques au sujet des récents travaux de Mr. Darder sur la géologie de Majorque*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 26.
- (1926): *Au sujet de la tectonique des Baléares et de la Chaîne Ibérique*. «C. Rend. Somm. Soc. Geol. France», núm. 10, pp. 105-107. Paris.
- (1931): *Essais sur la repartition des terrains Secondaires et Tertiaires dans le domaine des Alpes espagnoles. Le Trias, Le Lias, Le Dogger, Le Jurassique supérieur*. «In Etude Geol. Médit. Occid.», vol. 4, pt. 2; vol. 4, pt. 2, núm. 11; vol. 4, pt. 2, núm. 1. Barcelona.
- (1932): *La question de Minorque: Rapports stratigraphiques entre les îles Baléares et la zone subbétique*. «Etud. Geol. Médit. Occid.», vol. II. Barcelona.
- (1932): *Essai de définition des traits permanents de la Peleographie Secondaire dans la méditerranée occidentale*. «Bull. Soc. Geol. France», 5 me. Ser., vol. 1, pp. 533-552. Paris.
- (1933): *L'enllaç de Menorca amb les cadenes alpines*. «Butll. Inst. Català Hist. Nat.», Barcelona, vol. 33, núms. 6-7.
- (1934): *Sur les connexions de la Chaîne ibérique*. Id., id., vol. 33, núms. 8-9.
- (1943): *Les phases orogéniques dans l'ensemble des cordillères bétiques*. «C. Rend. Acad. Scien.», Paris, Sep. 25.
- (1944): *Sur la repartition des Pachyodontes Urgoniens dans le Sud de l'Espagne*. «C. Rend. Somm. Soc. Biogéographie», Paris.
- (1944): *El sistema Cretáceo en las cordilleras Béticas*. Publ. Inst. «Lucas Mallada» Madrid, C. S. I. C. 110 pp.
- (1945): *Le problème de Minorque*. «C. Rend. Acad. Scien.», Paris, Avril. 16.

- FALLOT, P. (1948): *Les cordillères Bétiques et Alpes orientales*. «R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. extraordinario, Homenaje al Prof. Ed. H. Pacheco, pp. 259-280.
- FALLOT y DARDER, B. (1925): *Observaciones geológicas en la región central de la Isla de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 25.
- FALLOT, P. y TERMER, H. (1923): *Ammonites nouvelles des îles Baléares*. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Madrid, Ser. Geol. núm. 32.
- FABRA, M. (1919): *L'evenc de «Son Pou» (Mallorca)*. «Espeleologia i Agricultura», Barcelona, p. 226.
- (1926): *XII Congreso Geológico internacional*. Guía C-6. Cuevas de Mallorca. Publ. Cong. Geol. Intern. Madrid. Inst. Geol. y Min. de Esp. Planos y mapas. Madrid.
- FERRER, J. (1901): *Yacimiento de calcosina en Menorca (Baléares)*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 1, p. 338.
- (1907): *Notas geológicas: relación entre las Islas Baléares y las tierras que las rodean*. «Rev. de Menorca», p. 193. Mahón.
- (1909): *Yacimientos de calcosina en Menorca (Baléares)*. «Rev. de Menorca», p. 24. Mahón.
- FONTSERÉ, E. (1918): *Notas sueltas de Sismología Balear*. Publ. Secc. Cienc. Nat. Facult. Cienc. de la Universidad de Barcelona.
- FORSYTH, MAJOR, C. I. (1904): *Exhibition and remarks upon some remains of Anthracotherium from Majorque*. «Proc. Zool. Society, London», vol. 1, pp. 456-458.
- FOUQUE y MICHEL-LEVY (1879): *Examen microscopique de quelques roches de Majorca et Minorque*. In: Hermite, Thèse, 1879. Paris.
- FOURMARIER, P. (1926): *Quelques observations sur l'ornamentation naturelle de deux grottes de l'île de Majorque*. «Annal. Soc. Geol. Belgique», vol. XLIX, p. 320. Bruselas.
- (1928): *Algunas observaciones sobre la tectónica de la Isla de Mallorca*. «Bol. Inst. Geol. Min. de Esp.», Madrid, vol. 1, núm. 1.
- GÓMEZ, F. (1919): *El Mioceno marino de Muro (Mallorca)*. Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat. Madrid, Ser. Geol. núm. 25.
- (1920): *Sur la géologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXI, p. 1158.
- (1929): *Contribución al conocimiento de la geología de las Islas de Cabrera y Conejera y otras próximas*. «Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», Madrid, vol. 15, pp. 85-103.
- HARME, Prof. J. (1855): *Notice sur la géologie de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Geol. France», Paris, vol. 12, pp. 734-752.
- HERMITE, H. (1878): *Observations géologiques sur les îles Majorque et Minorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88, p. 1097.
- (1879): *Note sur la position qu'occupent à Majorque les Terabratala dyphva et T. janitor*. «Bull. Soc. Geol. France», vol. 7, pp. 207-209. Paris.
- (1879): *Estudes géologiques sur les îles Baléares, l'ère partie Majorque et Minorque*. Paris (Thèse). (Trad. castellana en el «Bol. Inst. Geol. Min. de Esp.», Madrid, 1838).
- (1879): *Descriptions de quelques fossiles nouveaux des îles Baléares*. «C. Rend. Somm. Soc. Geol. France», pt. 40. Paris.
- (1879): *Los pozos artesianos en Mallorca*. 1 foll. Palma.
- HOERNES, R. (1905): *Untersuchungen der jüngerer Tertiär Ablagerungen des Westliche Mitteleucers. Six*. «K. Akad. Wissensch. Wien», vol. CXIV, pp. 637-660. Id., il., p. 737.
- (1905): *Eine geologische Reise durch Spanien*. «Mitt. Naturw. Verien f. Steiermark», p. 318. Gartz.
- HILLISTER, J. S. (1924): *Ueber die Stellung des Balearen in variscischen und Alpenen*

- Orogen*. «Abh. Gessell. Wiss.», Göttingen, núm. 10 (Trad. castellana in: Publ. de Geol. Extrang. del Inst. «Lucas Mallada», Madrid, vol. 1, núm. 1, 1942).
- IBÁÑEZ, C. DE (1871): *Descripción geodésica de las Islas Baleares*. Madrid.
- JOHNSTON, N. J. (1927): *Geological notes on Spain and Majorque*. «Proceed. Liverp. Geol. Soc.», vol. 14, pp. 340-342. Liverpool.
- JOLY, Prof. R. de (1929): *Explorations Spéléologiques a Majorque*. «Rev. de Geograph. Physique et Geologie dynamique», Paris.
- JOLY, R. de Denizot, G. (1929): *Note sur les conditions d'établissement des grottes du Dragon, Région de Manacor (Majorque, Baleares)*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», núm. 5, pp. 65-66. Paris.
- LAMBERT, J. (1906): *Descripción des Echinides fossiles de la provincia de Barcelona*. Echinides des terrains Miocenes et Pliocenes «Ném. Soc. Géol. France», vol. 14. Paris.
- LAMBERT, L. y COLLET, L. W. (1909): *Clypeaster Salvatoris* núm. sp. du Miocène de Majorque. «Ném. Soc. Paleon. Suisse», vol. 36. Bassel.
- LINARI, Rd. F. A. F. (1923): *Excursión a las cuevas de Artá*. «Ibérica», vol. p., p. 82. Barcelona.
- LLOPIS, N. (1945): *La cueva de Son Apats (Campanet, Mallorca)*. «Bol. Club. Mont. de Barcelona», febrero, pp. 267-268.
- LLOPIS, N. y THOMAS, J. M. (1948): *La hidrología cárstica de los alrededores de Campanet (Mallorca)*. «Miscelánea Almera», Publ. Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona, vol. 7, pt. 2, pp. 39-60.
- MABEU, R. (1912): «Spelunca», vol. 7, Paris, pp. 67-68.
- MALLADA, L. (1895-1907): *Explicación del mapa geológico de España*. «Mem. Comis. Mapa Geol. de España», 6 vols, Madrid.
- MANERA, J. (1930): *Breve estudio geológico de la isla de Menorca*. «Rev. de Menorca», p. 40. Mahón.
- NARMORA, C. de la (1835): *Observations géologiques sur les deux îles Baléares (Majorque et Minorque)*. «Mem. Acad. Scien. Torino», vol. 38, p. 51.
- MARTEL, J. (1896): *Sous terre*. «Annal. Club. Alpin français», Paris.
- (1897): *Sur la Cueva del Drach (Manacor)*. «C. Rend. Acad. Scien.», pp. 1385-1388. Paris.
- (1898): *Exploraciones subterráneas en las Baleares y Cataluña*. Trad. castellana en la «Rev. Soc. Geográfica», vol. XI, Madrid.
- (1903): *Les Cavernes de Majorque*. «Spelunca», vol. V, núm. 32. Paris.
- MENGEL, O. (1934): *Mouvements quaternaires dans l'île de Majorque*. «C. Rend. Somm. Soc. Geol. France», núm. 6, p. 84. Paris.
- MOJSISWICZ, F. v. (1887): *Über Ammonitenführende Kalke Untermiozänen Alters auf der Balearischen Inseln*. «Verh. K. K. Geol. Reichsanstalt», pp. 327-329. Wien.
- (1882): *Die Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz*. «Abh. K. K. Geol. Reichsanstalt», vol. 10, p. 322. Wien.
- MUNIER-CHAMMAS (1879): *Fossiles recueillis aux Baléares par Hermite*. «Bull. Soc. Geol. France» vol. 7, Paris.
- MUNTANER, A. (1952): *Notas geológicas sobre la bahía de Palma, Región occidental*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares» fase, 2, n. 4, 3d. ed. junio, p. 3. Palma.
- (1954): *Nota sobre abstracciones de Palma de Mallorca*. Id., ed., fase, 14, p. 36.
- (1955): *Playas firrenienses y dunas fósiles del litoral de Paquera a Camp de Mar (Isla de Mallorca)*. Id., ed., fase, 14, pp. 49-58.
- NOLOX, H. (1887): *Note sur le Trias de Minorque et Majorque*. «Bull. Soc. Geol. France», vol. 15, pp. 593-599. Paris.

- NOLOX, H. (1893): *Sur les terrains triasiques et jurassiques des îles Baléares*. «C. Rend. Acad. Scien.», vol. CXVII, Paris.
- (1894): *Sur les Crioceras du groupe Crioceras Duvali*. «Bull. Soc. Geol. France», vol. 22, p. 48. Paris.
- (1895): *Structure géologique d'ensemble de l'archipel Balearic*. Id., id., vol. 23, p. 76-91.
- (1895): *Sur le Jurassique et le Crétacé des îles Baléares*. «C. Rend. Acad. Scien.», vol. 67, pp. 821-823. Paris.
- (1897): *Note préliminaire sur l'île de Cabrera*. «Bull. Soc. Geol. France», ser. 3, vol. 25, pp. 303-305. Paris.
- (1897): *Notes sur certains points de la géologie des Baléares* (Manuscrito inédito en la Biblioteca del Ateneo de Mahón).
- OLIVEROS, J. M.; ESCANDELL, B. y COLOM, G. (1959): *Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense superior en Mallorca*. «Notas y Comunicaciones», número 55, Inst. Geol. y Minero de España, id. Madrid.
- (1960): *Estudio sobre la formación de los depósitos lacustres con lignitos del Ludienso-Estampiense inferior de Mallorca*. «Temas Geológicos de Mallorca», pp. 9-152, t. LXI, Inst. Geol. Min. de España, Madrid.
- (1960): *Sobre la existencia de un Oligoceno superior (Aquitaniense continental lacustre) en Mallorca*. «Temas geológicos de Mallorca», pp. 154-264, tomo LXI, Inst. Geol. y Min. de España, Madrid.
- (1960): *El Burdigaliense superior salobre-lacustre en Mallorca*. «Temas geológicos de Mallorca», pp. 265-348, tomo LXII, Inst. Geol. Min. de España, Madrid.
- (1960): *Estudio de los terrenos post-burdigalienses en el llano central de la isla de Mallorca*. «Temas geológicos de Mallorca», pp. 349-394, tomo LXI, Inst. Geol. y Minero de España, Madrid.
- PENCK, H. (1894): *Morphologie der Erdoberfläche*. Vol. Stuttgart.
- PONSSETI, J. (1909): *Expedición a los terrenos volcánicos de Ferragut (Menorca)*. «Rev. de Menorca», p. 159. Mahón.
- PRAESENT, H. (1910): *Die Balearischen Inseln, Beobachtungen auf einer Studienreise Mitt.* «Verh. f. Erdk.», p. 27. Leipzig.
- (1911): *Bau und Boden der Balearischen Inseln*. «Jahr. d. Geograph. Gesellesch.», vol. 13, pp. 19-106.
- (1912): *Neue klimatische Werte für Menorca und*. «Ibiza Meteorolog. Zeitschr.», p. 28.
- PUG LARRAZ, G. (1894): *Cavernas y simas de España y Baleares*. «Bol. Com. Mapa Geológico de España», vol. 2, pp. 38-50. Madrid.
- QUINT ZAFORTEZA, J. (1912): *Plano de las cuevas de Artá*. 1 foll. Palma.
- REMES, M. (1908): *Tithon na Mallorca*. «Zvst z. Vestnicu klubu Pridovdeckebo v. Prostej. za rok», vol. 11. Roenick.
- RICHARD, A. (1879): *Los pozos artesianos en España o impresiones de un sondista*. Trad. castellana, 1 foll. Madrid.
- RICHARD, A. y HERMITE, H. (1879): *Es posible obtener aguas ascendentes en Mallorca*. «El Porvenir Balear», núm. 15. Palma.
- RICCARDI (1913): *Viaggio a Maiorca*. «Rev. Soc. Geograph italiana.»
- RODÉS, S. J. Rvdo. P. L. (1925): *Los cambios de nivel en las cuevas del Drach (Manacor) y su oscilación rítmica de cuarenta minutos*. «Mem. Acad. Cienc. Artes de Barcelona», vol. 29, núm. 7.
- ROMÁN, Prof. F. (1927): *Sur quelques fossiles des lignites de Benisalem (Majorca) recueillis par Mr. Darder Pericás*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. 27, pp. 383-390. Madrid.

- ROSSELLÓ ORDINES, J. (1954): *Aportación al estudio de la geología de la región central de Mallorca*. Palma.
- RULLÁN, J. Pbro. (1900): *Alumbramiento de cuevas aguas en Soller*. «Serie de artículos publicados en el Semanario «Soller» en 1886, y reunidos más tarde en el libro «Ensayos de Agricultura y Prehistoria». Soller.
- SALORD, R. (1953): *Breve resumen de geología menorquina*. «Collec. Monogr. Menorquinas», núm. 10. Ciudadela.
- SAN MIGUEL, Prof. M. (1919): *Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Mallorca*. «Nem. R. Acad. Cien. Artes de Barcelona», núm. 14, vol. 15.
- — (1924): *Algunas rocas nuevas para España*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 24, p. 69. Madrid.
- — (1934): *Las fases orogénicas de Stille en las formaciones geológicas de España*. «Las Ciencias», año 1, núm. 3. Madrid.
- — (1949): *Las rocas eruptivas de España*. «Mem. Acad. Cien. de Madrid».
- SÁNCHEZ, R. (1883): *Mapa geológico de la isla de Mallorca*. Palma.
- — (1884): *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. 1 foll. Palma.
- — (1889): *Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y Granada*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España». Segunda ser. vol. 6, pp. 233-234.
- SANCHO, F. (1899): *La isla de Mallorca*. «La ciudad de Dios». El Escorial, vols. 62, 1897; 63, 1898; 64, 1899.
- SANS HUELIN, G. (1922): *Informe sobre los trabajos de la intensidad de la gravedad en España, desde 1912 a 1922*. «Inst. Geográfico». Madrid.
- SAZ S. J., P. E. (1946): *Las nuevas cuevas de «Son Apats» y fósiles de Mallorca*. «Ibérica», núm. 72. Barcelona.
- SCHMIDT, Prof. M. (1929): *Neue Funde in der Iberischen-Balearischen Trias*. «Sitz. Preuss. Akad. Wiss», vol. 25, Berlín.
- — (1930): *Weitere Studien in den Iberisch-Balearischen Trias*. Id., id., vol. 26; id., id., vol. 32, 1931.
- SEIDLITZ, Prof. W. v. (1926): *Der geologische Aufbau Spaniens und der Westlichen Mittelmeergebietes*. «Sitz. d. Mediz. Gesell», Jena, vol. 9.
- — (1927): *Der geologische Bau und die tektonische Bedeutung der Balearischen Inseln*. «Geolog. Rundschau», vol. 18, núm. 4.
- SPIKER, E. Th. N. y HAANSTRA, V. (1935): *Geologie on Ibiza (Balearen)*. «Assoc. Etud. Geolog. Mediter. Occid», vol. 3, Barcelona.
- STAUB, Prof. R. (1926): *Gedanken zur Taktone Spaniens*. «Viertel d. Naturf. Gesell», Zurich, septiembre 1926 (Trad. castellana por A. Carbonell en la «Acad. de Cien. de Córdoba», 1927 y otra de C. Candel Vila en «Ciencia», vol. 3, núm. 23, Barcelona (1928).
- STILLE, Prof. H. (1927): *Ueber Westmediterrane Gebirgszusammenhänge*. «Abh. Gesell. d. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl», vol. 12, núm. 3.
- — (1934): *Bemerkungen zur perimesetischen Faltung in ihrem SW-apyreaisch-balearischen Anteile*. Id., id.
- THOMAS, J. M. y MONTORIOL, J. (1951): *Los fenómenos cársticos de Parcelleta (Ciudadela, Menorca)*. «Speleon», vol. 2, núm. 4, pp. 191-215. Oviedo.
- — (1952): *Estudio geoespeleológico de las formaciones hipogeas de «Sa Teulada» (Santa Margarita, Mallorca)*. Id., id., vol. 3, núm. 4, pp. 3-181.
- — (1952): «Son Pou» (Mallorca). Id., id., vol. 3, núm. 3, pp. 109-129.
- — (1953): *Resultados de una campaña geoespeleológica en la isla de Ibiza (Balears)*. Id., id., vol. 4, núm. 3-4, pp. 219-256.

- THOS CODINA (1876): *Notas acerca de la constitución geológica de la isla de Ibiza y Formentera*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. 3. Madrid.
- TORSQUIST, A. (1909): *Über die aussersalpene Trias auf den Balearen und in Catalonien*. «Sitz. d. K. Preuss. Akad. d. Wissens», vol. 36, pp. 902-918. Berlín.
- VIDAL, L. M. (1879): *Excursión geológica por la isla de Mallorca*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. 6, p. 1. Madrid.
- — (1879): *Los pozos artesianos en Mallorca*. (Trad. castellana de A. Jaume.) Palma.
- — (1905): *Notes sur l'Oligocène de Majorque*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 5, pp. 651-654. Paris.
- — (1917): *Edad geológica de los lignitos de Selva y Binisalem (Mallorca), y descripción de algunas especies fósiles*. «Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», vol. 10, núm. 7. Madrid.
- VIDAL, L. M. y MOLINA, E. (1880): *Reseña física y geológica de las Islas de Ibiza y Formentera*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España». Madrid.
- WILKOMM, Prof. M. (1880): *Die Pyrenäische Halbinsel*. «Das Wissen der Gegenwart», vol. 63. Leipzig y Viena.
- VERGILI, C. (1952): *Hallazgo de nuevos Ceratines en el Triásico mallorquín*. «Mem. Com. Inst. Geolog. Diput. Prov. de Barcelona», vol. 9, pp. 19-39.
- WINKLER, A. (1926): *Morphologische geologische Beobachtungen auf Mallorca*. «Zeitschr. f. Geomorph», vol. 2, pp. 171-183. Wien.
- WURM, Prof. A. (1913): *Beiträge zur Kenntnis der Iberisch-Balearischen Trias Provinz*. «Verh. d. Naturhistor. Medez. Ver.», Heidelberg, vol. 12, núm. 4.

M. CRUSAFONT PAIRO

LAS ESPECIES TRANSIENTES EN PALEOMASTOLOGIA: SU IMPORTANCIA EN ESPAÑA

Los estudios paleontológicos, a medida que aumenta el caudal de materiales hallados en los estratos terrestres, hacen avanzar en progresión geométrica nuestros conocimientos acerca de los avatares de los tiempos enterrados en el pasado. Las aplicaciones de la Paleontología al discernimiento de la historia vital, desde sus más remotos orígenes, son casi innumerables y su alcance actual casi inconcebible.

Ante todo, es ya sabido que el argumento paleontológico ha sido quizás el que mejor ha contribuido a la edificación de la teoría evolutiva y la que le ha dado mayor solidez. Los datos sucesivos no hacen más que ir confirmando las ideas establecidas con menores fundamentos hace algunos años. Por un lado, pues, los estudios paleontográficos han permitido asentar sobre bases sólidas el concepto de la evolución orgánica, por más que ellos no puedan por ahora proporcionarnos otra idea que el hecho de la evolución y aún su manera de presentarse ante nuestros ojos. Por otro lado, los estudios de la Genética actual pretenden descifrar, hasta donde les sea posible, el mecanismo interior de la evolución, es decir, su modo de realizarse. Sin embargo, la limitación de estos últimos estudios es evidente al no poder experimentar más que en los seres actuales y al no poder hacerlo a larga distancia y valorar fenómenos de larga duración temporal.

Anteriormente decía que la paleontología no podía, hasta ahora, darnos sino el «espectáculo» de la Evolución sin penetrar, diríamos, entre bastidores, es decir, proporcionarnos alguna clase de idea sobre la manera de actuar del proceso evolutivo. Sin embargo, el progresivo afinamiento de los estudios biostratigráficos quizás lleguen a ofrecernos un pálpito mucho más sutil de las transformaciones orgánicas y alcancemos a descifrar acontecimientos de vez en vez más cercanos a la realidad, por aumento de perspectivas y por multiplicación al máximo de las observaciones. Este último concepto se aplica al conocimiento, cada vez más detallado y ampliado, de las pequeñas variaciones sufridas por biotas sucesivas en el tiempo. El estudio conexo de la Paleontología en su máxima fineza paleontológica, de la Es-

tratigrafía facial y la Geocronología, pueden proporcionarnos una mejor idea del «laboratorio natural», en el que nos será así posible llegar casi a «experimentar».

Las disciplinas biométricas aplicadas a la Paleontología, abren cada día nuevas y mejores perspectivas hacia la consecución de nuevos datos que integrar a nuestros conocimientos sobre la Evolución, y es posible que lleguen un día a valer tanto como la experimentación genética. Nuestras esperanzas en el futuro de estas investigaciones están perfectamente fundamentadas. Porque ya no se trata de comprobar mediante estudios cuantitativos los grandes trazos de la Evolución, su manera de producirse como espectáculo ante nuestros ojos, es decir, que lleguen a concretar en forma numérica las concepciones teóricas de los grandes filósofos de la Evolución, sino que pueden, incluso, medir el pálpito infinitesimal de las formas en su progresivo avance evolutivo sobre el camino del tiempo.

Estas esperanzas se hallan ya fundamentadas con algunas adquisiciones recientes. Si por un lado, nosotros mismos hemos podido (Crusafont y Truysols, 1957) comprobar estadística y biométricamente algunas ideas acerca del proceso evolutivo en su exteriorización, algunos otros autores han experimentado con materiales relativamente recientes señalando la aparición, en un lapso determinado de tiempo, de algunas interesantes mutaciones sobre algunas formas de mamíferos fósiles.

He aquí nuestro intento de establecer unas bases seguras acerca de los transientes en el campo de los Mamíferos fósiles. Si los ejemplos de formas transientes son tan abundantes en el orden de los Invertebrados fósiles, en los cuales tenemos series continuas de especies evolucionando «in loco» dentro de condiciones sólo ligeramente cambiantes de los biotopos en donde están contenidas, condiciones, queremos decir, «interiores» al biotipo con nulas o escasas intervenciones «extrañas» que podrían enmascarar el progresivo evolucionar de una serie filética y ortogenética de un mismo género y aún de una misma especie, también ahora, gracias a condiciones muy especiales biogeográficas del pasado, podemos atrevernos a entrar dentro del campo de los Vertebrados y, concretando más, en el de los Mamíferos. Se trata de elucidar, en un campo muy demostrativo y más acotable como es el de estos animales cuya historia conocemos con mayor detalle, la manera de actuar de la Evolución señalando la significación de las pequeñas o grandes discontinuidades posibles. En un biotopo sólo ligeramente cambiante y cuya variación puede estar reducida a unos mismos factores simples, observaremos cuáles son las modificaciones introducidas en cada una de las formas que lo constituyen, tratando así de hallar los más pequeños pálpitos de discontinuidad fenomenológica tal como en una formación de varvas, por ejemplo, las leves variaciones en la condición de las deposiciones sedimentarias, nos pue-

den ilustrar sobre su significación y, por ende, de las más pequeñas oscilaciones del medio ecológico.

Las «experimentaciones» que han permitido la disciplina biométrica aplicada a los Mamíferos no han podido, por el momento, proyectarse muy hacia atrás en el tiempo, por no disponerse actualmente de «stocks» suficientes para una tal experiencia. Los estudios de nuestro ilustre colega Kurtén, de la Universidad de Helsinki, han podido llegar a discernir mediante el análisis minucioso de los cambios alométricos, la existencia de mutaciones elementales en Mamíferos actuales y subfósiles. Este autor ha podido establecer la probable aparición de una de tales mutaciones elementales en el tejón (*Meles meles*). Así, en los tejones subfósiles de Dinamarca, la relación entre las longitudes del talónido y del trigónido en la carnicera inferior de esta especie, es semejante a la que existe en los tejones actuales de Suecia. Sin embargo, en las formas actuales de Dinamarca, esta relación ha cambiado y el talónido es relativamente más largo. Puede probarse, según Kurtén, que este cambio ocurrió entre el Aziliense y el Campiñense; ello es debido, con toda probabilidad, a una mutación génica elemental que ha cambiado el tipo de crecimiento alométrico. Se puede concluir, además, con aquel autor, que la inmigración postglaciar de los tejones de Dinamarca hacia Suecia tuvo lugar antes del Campiñense, por lo cual los tejones de Suecia conservaron el gen antiguo, o sea, el viejo tipo de crecimiento y que la conexión entre estas dos zonas quedó rota (Kurtén, 1958).

He citado este ejemplo entre los muchos que se pueden extraer de los trabajos del joven investigador finlandés, trabajos que abren nuevas e insospechadas perspectivas en el campo del estudio de las mutaciones que se realizaron en el pasado.

El cálculo de las semejanzas y de las diferencias entre algunas especies geográficas, separadas en el espacio, o bien de otras separadas en el tiempo por lapsos pequeños, ha sido llevado a la práctica por Kurtén mediante lo que él llama «índice biométrico de diferenciación». Gracias a la existencia de grandes «stocks» de materiales ha podido establecer una serie de medidas de varias docenas de caracteres, obteniendo una serie de diferencias en los diversos tipos de crecimiento alométrico cuyo significado puede ser también medido estadísticamente mediante el análisis de la varianza.

Aplicando el cálculo del índice de diferenciación, el autor citado ha podido establecer la gradual transformación del *Lynx issiodorensis* hasta el *Lynx lynx* actual. La especie villafranquiense del nivel inferior de los Etuaires, se diferencia de la especie actual por un índice de 70.1 por 100, mientras que la forma de la misma especie del Villafranquiense alto de Pardines, Valdarno y St. Vallier, muestra con la forma actual un índice de diferenciación más bajo: 65.3 por 100. Finalmente, entre el *Lynx lynx* del interglacial cromeriense y el linco actual el índice es sólo del 60.1 por 100. Gracias pues al

citado índice vemos que nos vamos acercando más y más a la especie actual y la separación es tan gradual que el mismo autor puede preguntarse con razón, si el *Lynx issiorodensis* y el *Lynx lynx* son la misma especie. Lo que además nos indica que la fórmula linneana de sistematización, resulta ya insuficiente cuando se trata de establecerse la caracterización de especies transientes en las que se asiste a una transformación gradual e insensible.

Éstos y otros ejemplos parecen indicarnos, pues, de una manera biométrica, la existencia de un proceso de diferenciación evolutiva que está de acuerdo con las ideas de Darwin, Matthew, Huxley y Simpson, acerca de la producción de nuevas especies por acción aditiva de pequeños cambios infraespecíficos y contra la manera de ver de las teorías de Goldschmidt, Schindewolf y Petrunkevitch, que suponen que se han formado por saltación. De esta manera se pueden conciliar los diversos puntos de vista respecto del modo de actuar de la evolución que, en general, por lo que se refiere a las pequeñas categorías sistemáticas, sería hija de pequeños cambios graduales, sucesivos, y la progresión se realizaría de manera aditiva, mientras que las grandes transformaciones a que se refiere la macro y con mayor argumento la megaevolución, resultarían como consecuencia de mutaciones de gran envergadura, de la misma manera que en la historia humana el cambio evolutivo es, en circunstancias normales, verdaderamente gradual e insensible, mientras que las grandes revoluciones comportan trastornos realmente importantes de la vida colectiva, capaces de producir virajes intensos en el normal desarrollo de las actividades.

Según se ha dicho, el inspirado trabajo de Kurtén que se basa en el establecimiento del índice biométrico de diferenciación, se ha aplicado preferentemente a poblaciones relativamente modernas, por no disponerse todavía de un acervo suficiente de materiales cuando se trata de especies más remotas en el tiempo. Pero la dificultad no reside solamente en este hecho. En la mayoría de los casos, las biotas de una región determinada del espacio geográfico, están abiertas a influencias exteriores que impiden el desarrollo «in loco» de las formas instaladas en los nichos ecológicos correspondientes. Por lo que se refiere a los Mamíferos, sabida es la importancia de las corrientes migratorias que vienen a realizar sus relevos mediante oleadas no frenadas por barreras geográficas de importancia. En determinadas circunstancias, sin embargo, podemos encontrar algunos medios geográficos en donde los cambios temporales obedezcan solamente a cuestiones puramente internas por aislamiento dentro de un medio más o menos cerrado a las influencias exteriores enmascarantes.

Uno de estos casos se presenta en nuestro país gracias a las condiciones geográficas que produjeron, hacia mediados del Mioceno, un aislamiento de las faunas de mamíferos tan abundantes en España. Este fenómeno ha provocado y favorecido la autoctonía de las faunas peninsulares, encerradas en

nuestro país por causa de la existencia de barreras geográficas o ecológicas que la convirtieron en un apéndice ciego del continente euroasiático. Esta autoctonía se manifiesta, no solamente en la producción de especies idóneas para la Península Ibérica, sino en la supervivencia en terrenos modernos de especies más antiguas. Nos concretaremos en la presente nota en el estudio de aquellas formas instaladas en el lapso Vindoboniense-Vallesiense.

Durante la primera de estas épocas, las faunas españolas de Mamíferos fueron de tipo paneuropeo. La surrección pirenaica original se había producido inmediatamente después del Luteciense (Crusafont, Villalta y Truyols, 1956), de manera que las épocas erosivas posteriores facilitaron la entrada, a través de la barrera pirenaica, de las cohortes faunísticas europeas. Al final del Vindoboniense, en cambio, los movimientos orogénicos rejuvenecieron la formación orográfica indicada de manera a convertirse en un filtro de menor permeabilidad.

El lapso Vindoboniense-Vallesiense, pues, es una época de relativa calma ambiental y migratoria que ocasiona que las faunas encerradas en nuestro país evolucionen «in loco» con escasa competencia exterior. Este hecho es comprobable de manera evidente en la región levantina del Vallés-Penedés, de la que poseemos abundantes biotas de ambas épocas. Los pequeños cambios experimentados por las formas vindobonienses llegadas al Vallesiense, son en muchos casos perfectamente visibles, aunque en la actualidad sean difícilmente mensurables. Esperamos, no obstante, que el progresivo aumento del material a mano permita un día, no lejano, llegar a establecer para estas faunas los índices correspondientes de diferenciación.

Por el momento, señalemos las formas vindobonienses que en nuestra cuenca llegaron con mayores o menores transformaciones al Vallesiense. Son las siguientes:

Galerix exilis, *Pseudogalerix stehlini*, *Plesiodymilus chantrei*, *Sorex gricensis*, *Heterosorex sansaniensis*, *Ursacus primacrus*, *Mustela delphinensis*, *Progenetta crassa*, *Ictitherium montadaí*, *Pseudaelurus tournaucensis*, *Sciurus spermophilinus*, *Xerus gricensis*, *Cricetodon sansaniensis*, *Cricetodon decedens*, *Cricetodon ibericus*, *Cricetodon helveticus*, *Cricetodon larteti*, *Cricetodon affinis*, *Dryomys hamadryas*, *Monosaulax minutus*, *Prolagus oennigenensis*, *Titanomys fontanesi*, *Conohyus simorreensis*, *Taucanamo pygmaeus*, *Taucanamo sansaniensis*, *Listriodon splendens*, *Euprox furcatus*, *Micromeryx flourensianus*, *Protragoceras chantrei*, *Macrotherium grande*, *Dicrorhinus sansaniensis*, *Deinotherium lacrus*, *Deinotherium bazaricum*, *Trilophodon angustidens*, *Tetralophodon longirostris*, *Turicius turicensis*.

De estas especies sólo el *Ursacus primacrus* y el *Turicius turicensis* no han sido halladas en el Vindoboniense de la misma cuenca. De manera que, por lo que se refiere al resto de la lista, se trata de formas comunes a ambas épocas en la misma depresión. De esta manera poseemos un campo «expe-

rimental) digno de estudio para llegar a establecer de qué manera se originaron las transformaciones en cada una de las especies citadas, con lo cual podemos llegar incluso a caracterizar los «tempi» evolutivos diferenciales entre las formas estudiadas. Por lo demás, el conocimiento minucioso de la estratigrafía en esta zona de preferencia del Mioceno español, así como el de la geocronología del Mioceno, nos permitirá señalar el grado de cambio progresivo en una misma serie de transientes. Debemos indicar, ante todo, que todavía no hemos podido caracterizar de manera perfecta en cada una de las formas señaladas anteriormente el grado y naturaleza del cambio evolutivo. De manera rápida enumeraremos algunos de los cambios ya estudiados de forma aunque sea provisional, para recaer en un ejemplo escogido entre los muchos que nos proporciona la lista de especies incluida anteriormente.

Un primer ejemplo lo encontraremos entre los Roedores de la familia de los Cricetodóntidos de nuestra cuenca, que fueron estudiados por Schaub (1943 y 1947), por ejemplo: entre el *Cricetodon ibericus* Schaub, del Vindoboniense y la misma especie del Vallesiense, existe un crecimiento alométrico en longitud del M1 inferior con respecto a la longitud de la serie dentaria. Estadísticamente se ha establecido una variación de 1.54-1.72 mm para el primer molar inferior del transiente A del Vindoboniense y la de 1.70-1.90 mm. para el transiente B del Vallesiense.

Un segundo ejemplo lo observamos en el *Cricetodon larteti*, cuya forma vallesiense presenta una mutación que ha provocado que el M2 inferior, más estrecho por detrás de lo que es característico de esta misma pieza en la forma A del Vindoboniense.

Tercer ejemplo: En la especie *Pseudogalerix stehlini*, encontramos la forma típica u originaria que llamaremos A del Vindoboniense, en la cual el P4 inferior es preponderante en la serie, mientras que en la mutación que llamaremos B del Vallesiense, el P4 y el P3 son subiguales.

Todavía podemos observar que en la especie *Mustela delphinensis*, transiente también del Vindoboniense al Vallesiense, la forma B del Vallesiense posee, según parece, una carnífera inferior más fuerte, mientras que la mandíbula es relativamente menos potente vis a vis de la forma originaria o A.

En el *Plesiodymilus chantrei*, típicamente del Vindoboniense y que llega a los niveles con *Hipparion* del Vallesiense, observamos que la segunda fase transiente que podemos continuar nombrando como B, presenta una menor robustez del P4 inferior, las cúspides menos individualizadas en los molares y una leve disminución de la exadenodontia.

He aquí algunos de los cambios más conocidos por nosotros que aparecieron en las especies vindobonienses al pasar a la época vallesiense en la depresión del Vallés-Penedés. Algunas de las especies transientes parecen no haber experimentado cambio alguno o quizás cuando se tenga un conoci-

to estadístico de las dimensiones se pueda, en algún caso, indicar solamente un simple aumento de talla.

En un caso especial hemos observado las características de la forma transiente *Pseudaelurus tournaucensis* (Hoernes), de la cual poseemos la dentición correspondiente al Vindoboniense del Vallés-Penedés, que ha sido comparada con la homóloga de la misma forma del Burdigaliense del Wintershof-West, en Alemania. También aquí debemos hacer hincapié en el hecho de que el tránsito Burdigaliense-Vindoboniense se realizó con relativa calma ecológica y fisiográfica en el Vallés-Penedés, aunque quizás menos que en el tránsito Vindoboniense-Vallesiense. En este caso particular, no comparamos las dos fases del transiente en el mismo lugar del hallazgo, pero creemos que el caso merece ser destacado como ejemplo de tránsito gradual de una forma de la misma especie, más arcaica a otra más revolucionaria. El grado de esta transformación se ha constatado mediante un sistema de representación semejante a la que se utiliza para indicar los alelos en Genética, procedimiento ideado por nuestro ilustre colega Prof. Dehm (1950). Los signos convencionales utilizados por este autor son los dados en un trabajo anterior (Crusafont, 1952).

De acuerdo con aquella fórmula, la serie dentaria inferior correspondiente a nuestro Vindoboniense, se caracteriza de la siguiente manera:

A B cC D E Ff G H

en la que el que suscribe ha introducido un nuevo término H y h, indicando el primero, talónido muy reducido, y el segundo talónido más desarrollado. Con esta fórmula a la vista puede deducirse que el ejemplar de nuestro Vindoboniense pertenece a un individuo que presenta, por ser más moderno, el máximo de los caracteres progresivos.

* * *

La presente nota se dedicará preferentemente al estudio de una especie transiente del lapso Vindoboniense-Vallesiense de la indicada cuenca del Vallés-Penedés, que ha podido ser estudiada al detalle por causa del hallazgo de materiales suficientemente abundantes como para sacar conclusiones definitivas.

Vamos a comparar entre sí dos formas sucesivas de una misma especie. Se trata del hiénido *Ictitherium montadai* Vill. et Crus. (1943), descrito originariamente del Vindoboniense del yacimiento de Hostalets de Pierola, y del cual se conoce un cráneo casi completo y una mandíbula. Esta especie nueva fue creada hace unos años para un *Ictitherium* con caracteres marca-

damente hienoides, más que en la especie de la misma talla del Pikermiense de Pikermi, *I. hipparionum*.

Hace unos años se descubrió en el yacimiento vallesiense del Poble Nou de Sant Quirze, muy cerca geográfica y estratigráficamente del de la trinchera de los Ferrocarriles de Cataluña, del Vindoboniense, a sólo unos 30 m. por encima de los últimos niveles del Tortoniense, de un fragmento de cráneo con toda la dentición del lado izquierdo, con una mandíbula asociada del mismo lado. Pertenece a la misma especie vindoboniense, pero en la forma vallesiense se aprecian unas diferencias interesantes que vamos a destacar. Para ello vamos a dar, en primer lugar, una serie de medidas comparativas que nos ayudarán mejor en la comprensión de las diferencias estructurales y de proporción entre ambos términos del transiente:

Dentición superior:

	<i>I. montadai</i> A Vind.	<i>I. montadai</i> B Vall.
C. anchura base corona	10,8	12,7
Longitud P2-M2	64,2	67,8
P 2. Long.	14,5	15
Anch.	7,0	?
P 3. Long.	17,5	17,4
Anch.	11,5	12,0
P 4. Long.	27,0	29,2
Anch.	16,0	14,7
Ind. metacono long. total	34,44	35,9
M 1. Long.	6,5	7,4
Anch.	17,0	15,0
M 2. Long.	4,0	2,5
Anch.	7,0	4,4
Ind. Anchura M2/Anchura M1	61	33

Dentición inferior:

I 3. Anch.	6,5	5,4
Long. P1-M2	80,0	83,8
P 1. Long.	?	?
Anch.	?	?
P 2. Long.	14,5	14,1
Anch.	8,0	?
P 3. Long.	16,5	17,5
Anch.	9,0	?

	<i>I. montadai</i> A Vind.	<i>I. montadai</i> B Vall.
P 4. Long.	18,0	20,5
Anch.	10,0	?
M 1. Long.	20,5	19,4
Anch.	10,2	10,0
Long. trigónido	15,5	15,8
Long. talónido	5,0	3,6
Ind. long. trig./tal.	32	23
Ind. Alt. prot./alt. trig.	63	53
M 2. Long. (alv.)	6,0	6,0 (piez. ent.)
Anch. id.	4,5	5,0 Id.
Altura mand. cara ext.	12,0	12,9

De acuerdo con el antecedente cuadro de medidas y de la comparación de los caracteres morfológicos de las piezas consideradas, podemos establecer para la nueva forma modernizada del Vallesiense las siguientes diferencias en relación con la especie tipo del Vindoboniense:

Dentición superior:

- Canino superior más robusto.
- Segundo premolar sin diferencia apreciable.
- Tercer premolar, en posición más transversa, talón más corto e hinchado. Pieza más maciza y cónica.
- Carnicera superior con metacono más largo y protocono más reducido.
- Primera tuberculosa más pequeña y sobre todo menos ancha.
- Segunda tuberculosa más pequeña en relación con la anterior y en medidas absolutas.

Dentición inferior:

- Tercer incisivo menos robusto.
- Segundo premolar sin punta anterior (leve pero visible en la forma vindoboniense).
- Tercer premolar con elevación del reborde basilar más marcada por delante. Por detrás, punta menos marcada y reborde más bajo (talónido algo reducido).
- Cuarto premolar, mayor que M 1. Grande y con talónido reducido. Más macizo y cónico.

e) Carnicera inferior con talónido bastante más reducido aun cuando con estructura del hipocónido y del entocónido iguales, pero sin reborde posterior. Angulo alfa (vid. Crusafont y Truyols, 1957) mayor $71^{\circ} 5'$ por 60° en el tipo).

f) Tuberculosa más reducida, pues sus dimensiones son iguales a las del alvéolo en la especie tipo.

En la mandíbula se observan los dos forámenes exactamente situados como en el tipo: uno bajo P 2 y otro bajo P 3 (entre las dos raíces). La rama ascendente tiene igual inclinación y altura.

La forma vallesiense parece ser algo más robusta que la especie tipo.

Por todo lo dicho anteriormente, podemos concretar en la existencia de una mutación de tendencia mucho más hieniforme en el segundo término del transiente *I. montadai* por la mayoría de los caracteres. Existe, en cambio, una preponderancia del P4 sobre el M1 y una disminución del I3 que señalan una tendencia distinta. Con ello se demuestra en algún filum del grupo de los *Ichitherium*, la tendencia a una estructura más hieniforme, sin querer con ello indicar que a través del género se llegue a las hienas verdaderas, lo que es un dato más a favor de la teoría del desarrollo evolutivo en mosaico.

El análisis del transiente *I. montadai* en sus dos formas A y B del Vindoboniense y del Vallesiense respectivamente, nos demuestra la necesidad de la posesión de un material lo suficientemente importante para realizar las comparaciones de modo a que sobre ellas se pueda sustentar un criterio mucho más seguro. Ya se ha visto que el cambio experimentado es en cada una de las piezas sólo de grado, pero en su conjunto adquiere una importancia tal que se tiene la impresión de hallarse ante una mutación de valor subspecífico. Para esta mutación (o suma de pequeñas mutaciones) el autor propone el nombre de *I. montadai vallesiensis* (de Vallesiense y no de Vallés).

Por extrapolación se ha calculado la distancia temporal entre el lugar del yacimiento del extremo arcaico del transiente (Vindoboniense) y el del extremo moderno (Vallesiense) y se ha obtenido el resultado de que la mutación hienoide que esta última representa, se realizó en un lapso de tiempo equivalente, en números redondos, a los 400.000 años, o sea, 0,4 *crons* (siendo el *cron* un millón de años, según terminología creada por Huxley recientemente).

La biota vallesiense del Vallés-Penedés, de tanto interés paleobiológico, contiene, según se ha dicho, una serie de transientes procedentes del Vindoboniense, en los cuales podrá calcularse el tiempo evolutivo en comparación unos con otros. Este Vallesiense se caracteriza, principalmente, por la supervivencia de las formas arcaicas nombradas en la lista que se ha dado más arriba que, según cálculos realizados recientemente (Crusafont y Truyols, 1960), representan el 58,7 por 100 del total de la biota. El resto está consti-

tuido por un 23,8 por 100 de elementos típicamente pontienses (principalmente de tipo centroeuropeo) y un 17,5 por 100 de formas nuevas y típicas del nivel considerado.

Museo de Sabadell

Julio de 1959

Sección de Paleobiología (C. S. I. C.)

BIBLIOGRAFÍA

- 1952.—CRUSAFONT, M.: *La presencia del Félido Pseudaculus tournauensis* (Hoernes) en el Mioceno de Hostalets de Pierola y Sabadell (Vallés-Penedés), «Notas y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 28, Madrid.
- 1956.—CRUSAFONT, M., VILLALTA, J. F. y TRUYOLS, J.: *Caracterización del Eoceno continental en la cuenca de Trepç y edad de la orogénesis pirenaica*, «Actes II Congr. Int. Et. Pyrén. Luchon-Paul», tomo II, Toulouse.
- 1953.—CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Un ensayo goniométrico sobre la carnicera inferior de los Fisipedos*, «Estudios Geológicos», núm. 18, Madrid.
- 1957.—CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Estudios morfométricos en la evolución de los Fisipedos*, «Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.», tomo LXVIII, Madrid.
- 1960.—CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Sobre la caracterización del Vallesiense*, «Notas y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.», núm. 60, Madrid.
- 1950.—DEHM, R.: *Die Raubtiere aus dem Mittel-Miocän (Burdigalium) von Wintershof-West bei Eichstätt in Bayern*, «Abhand. der Bayer. Akad. der Wissenss.», Neue Folge», Heft 58, München.
- 1959.—KURTEN, B.: *Un índice biométrico de diferenciación*, «IV Curso Internacional de Sabadell», «Cursillos y Conferencias del Instituto Lucas Mallada» (en prensa).
- 1943.—SCHAUUB, S.: *Cricetodontiden aus Spanisches Halbinsel*, «Eclogae Geol. Helvet», volumen 37, núm. 2, Bâle.
- 1947.—SCHAUUB, S.: *Los Cricetodontidos del Vallés-Penedés*, «Estudios Geológicos», número 6, Madrid.
- 1943.—VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: *Los Vertebrados del Mioceno continental de la cuenca del Vallés-Penedés. I. Insectívoros. II. Carnívoros*, «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», tomo LVI (16 de la tercera serie), Madrid.

Recibido 11-IX-61.

INDALECIO QUINTERO

GRAPTOLITES EN LA PROVINCIA DE LUGO

RESUMEN

Esta nota es el resultado del estudio paleontológico de unas muestras de pizarras con graptolites recogidas en la provincia de Lugo por los Dres. López de Azcona, Parga Pondal y Torre Enciso.

Al no tener noticia de ningún otro estudio sobre graptolites galaicos, salvo la dudosa mención que Hernández-Sampeño hace de la zona de Beche, nos hemos animado a redactar este trabajo en el que se da cuenta de los afloramientos de pizarras grafitosas, en las que se ha hecho algún intento de explotación («pedra lapis»), que jalonan dos estrechísimas bandas con rumbo aproximadamente Norte magnético. Una de ellas pasa junto a la iglesia de Orrea y la otra por la mina de grafito cercana a Fontaneira. Tanto una como otra alineación de pizarras corresponden al Tarannon dentro de la serie Gotlandiense.

SUMMARY

This statement is the result of a paleontological study of some samples of slates with graptolites gathered in the province of Lugo by López de Azcona, Parga Pondal y Torre Enciso.

Not having any notice of some other studies except the doubtful mention that Hernández-Sampeño did of the Beche Zone, we felt encouraged to write this short work in which we give an account of the outcrops of graphite slates, which were scarcely worked («pedra lapis») and which are limited by two very narrow bands in the direction of magnetic North. One of them goes along the church of Orrea and the other near the graphite mine in the neighbourhood of Fontaneira. Both lines of slates belong to the Tarannon in the series Gotlandiense.

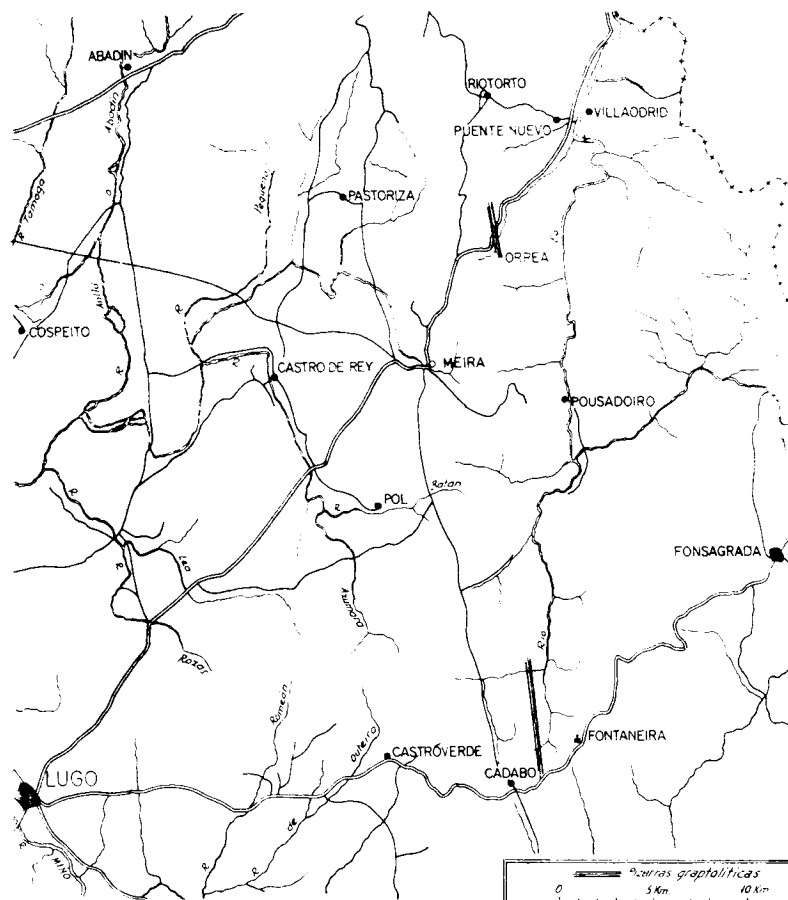
INTRODUCCIÓN

Hace algún tiempo tuve ocasión de estudiar unas muestras de pizarra-graptolíticas de la provincia de Lugo, recogidas por los Dres. López de Azcona, Parga Pondal y Torre Enciso en abril y mayo de 1960.

El deficiente estado de conservación de los graptolites animó a los men-

cionados investigadores a nuevas recogidas durante los mismos meses de 1961, con objeto de mejorar en lo posible el material a estudiar.

Aun cuando las nuevas muestras no cumplieran las condiciones de conservación que fueran de desear, a instancia de López de Azcona he redactado el presente informe con todo el mayor detalle que el estado de los graptolites ha permitido.



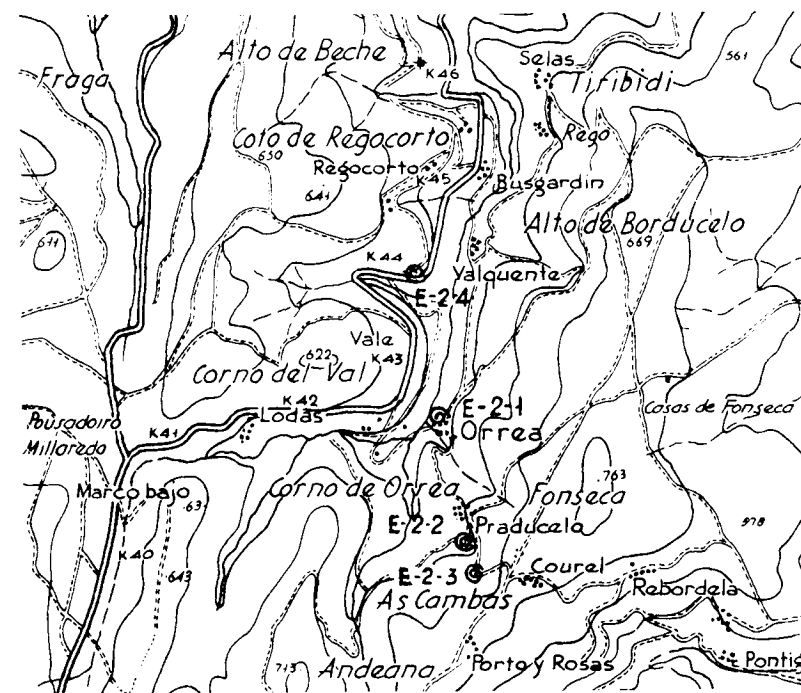
Plano general con situaciones de las pizarras estudiadas.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y ESTUDIO DE LOS YACIMIENTOS FOSILÍFEROS

Los cinco yacimientos de los que he recibido muestras están situados en la provincia de Lugo, y corresponden cuatro de ellos a la Hoja de Miera (núm. 48) del Plano Topográfico Nacional (escala 1:50.000), y el quinto a la de Castroverde (núm. 73).

El yacimiento E-2-1 está situado hacia el Km. 36,7 de la carretera de Lugo a Orreia (aproximadamente el Km. 43 señalado en el plano), justamente a la altura de la iglesia de Orreia, en el lugar denominado Barreira da Volta. Afloran en este paraje capas de pizarras negras con una potencia que no excede posiblemente de los 15 metros. Los Monograptidos son abundantísimos en dichas capas y su clasificación nos permite considerarlas como pertenecientes al piso Tarannon, dentro de la serie Gotladiense (zona 22 de Elles-Wood).

El E-2-2 se encuentra situado en el trayecto de Praducelo a Courel.



II. 48. Situación de los yacimientos fosilíferos.

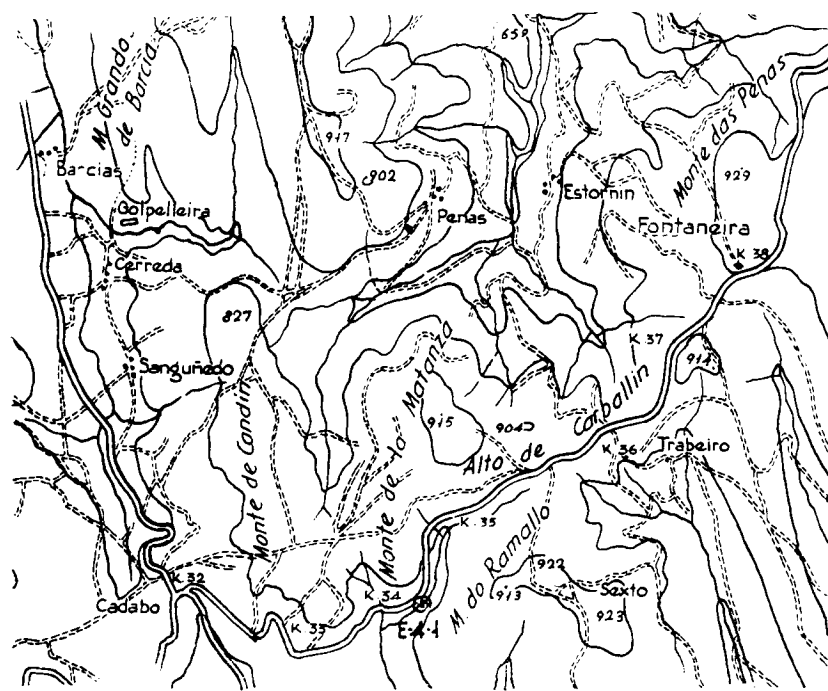
Unos 400 m. al S. del primer pueblo mencionado, afloran en la trinchera de la «corredoira» pizarras que parecen estar algo plegadas, negras, carbonosas, denominadas en Galicia pedra lapis, con abundantes graptolites. El afloramiento en cuestión tiene varios metros de frente y aproximadamente dos de altura en la orilla E. de la «corredoira». La clasificación de los graptolites correspondientes a este yacimiento permite identificar estas capas con las del anteriormente citado.

Unos metros más al S. y en contacto con las anteriores, hay capas de pizarras grises, igualmente con graptolites (yacimiento E-2-3), pero su

conservación es tan mala que sólo hemos podido clasificar, con muchas reservas, un *Monograptus m'coyi*, Lapw., también de la zona 22 de Elles-Wood.

El yacimiento E-2-4 está situado en la orilla N. de la carretera de Orrea hacia el Km. 44 del plano, donde existe un socavón del que se extrajo pizarra grafitosa. Las muestras procedentes de la escombrera sólo nos permiten afirmar la existencia de Monograptidos, sin que podamos determinar género siquiera.

Todos estos yacimientos tienen aproximadamente un rumbo N. magnético y un buzamiento de unos 70° al O., y constituyen una estrechísima y alar-



H. 73. Situación de los yacimientos fosilíferos.

gada faja, donde se escalonan los yacimientos fosilíferos que hemos citado.

El E-4-1 de la Hoja número 73, con un rumbo de las pizarras similar a los anteriores, está situado en el Km. 34.3 de la carretera de Lugo a Fontaneira, en la mina de grafito, unos 50 m. al S. de la carretera.

Este yacimiento pertenece también al Tarannon y sus muestras proceden de las escombreras correspondientes a los dos socavones hechos uno a cada lado del arroyo.

Como antecedente de nuestro estudio puede citarse una publicación póstuma de Hernández-Sampelayo aparecida en el número 57 de Notas y

COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO sobre los «Graptolitos españoles», recopilados por Fernández-Rubio, en la que hace referencia con dudas a la región de Beeche, y como resultado de su clasificación considera las ampelitas, correspondientes a la zona 22-24 de Elles-Wood.

Dice textualmente:

«Entre las ampelitas de Lugo conservamos una placa que suponemos de Beeche, en la cual hay tres *Monograptus* de tecas bien aisladas y con curvaturas más o menos acentuadas en forma de anzuelo, que son atribuibles al grupo IV de Elles-Wood, y entre las cuales determinamos:

M. cf. pandus, Lapw. 22-24.

M. cf. pandus, Lapw. (*ancylus*) 22-24.

Nos decide a la inclusión de los ejemplares en el grupo del *M. pandus*, su posición intermedia entre el *M. priodon* y el *M. Marri*, y aunque en algunas de sus tecas podría recordar al *M. lobiferus*, se descarta por la anchura mucho mayor de nuestros rabdosomas, en los cuales se funden las bases de las anchas tecas, hacia la parte dorsal.»

RELACIÓN DE LAS ESPECIES CLASIFICADAS

Pto.: 48-E-2-1. Km. 36,7:

Petalograptus? sp., ¿zona 19-22 Elles-Wood?

Monograptus inclasificables, Gotlandés.

Monoclimacis galaensis, Lapw. 22-23 E.-W.

Spirograptus turriculatus?, Parr. ¿22-23 E.-W.?

Pristiograptus variabilis, Perner. 22r-23 E.-W.

Pto.: 48-E-2-2:

Streptograptus dextrorsus, Tullb. 22-25 E.-W.

Spirograptus spiralis, Gein. 22-25 E.-W.

Rastrites sp., Gotlandés.

Pristiograptus variabilis, Perner. 22r-23.

Spirograptus spiralis, Gein. 22-25 E.-W.

- Streptograptus becki, Parr. 22-23r E.-W. }
 Streptograptus runcinatus?, Lapw. 21-22 E.-W. ? }
 Monograptus marri, Perner. 22-25 E.-W. }

 Monograptus cf. priodon, Bronn. 22-29 E.-W. }
 Streptograptus barrandei, Suess. 22-23 E.-W. }
 Monograptus sp. Gotlandés. }

 Monograptus sp. Gotlandés. }
 Monograptus m'coyi, Lapw. 22 E.-W. }

 Monograptus priodon?, Bronn. 22-29 E.-W. ? }
 Streptograptus remotus?, Elles-Wood. 22 E.-W. ? }
 Monograptus sp. Gotlandés. }

 Spirograptus planus?, Barr. 22-25 E.-W. ? }
 Pristiograptus variabilis, Perner. 22r-23 E.-W. }

 Monograptus priodon, Bronn. 22-29 E.-W. }
 Monograptus marri?, Perner. 22-25 ? }
 Monograptus sp. Gotlandés. }

Pto.: 48-E-2-3:

Monograptus m'coyi?, Lapw. 22 E.-W. ?

Pto.: 48-E-2-4:

Monograptidos inclasificables, Gotlandés.

Pto.: 73-E-4-1:

Monograptus halli?, Barr. 21-22 E.-W. ? }
 Monograptus m'coyi, Lapw. 22 E.-W. }

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FIGURADAS

Streptograptus dextrorsus, Linnar.

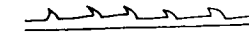
Fot. 1

1881. Linnarsson: «Geol. Foren. i Stocken Förhandt», pág. 511, támina XXIII, figs. 1-7.

1901-1918. Elles-Wood: «Monograptus dextrorsus A Monograph of British Graptolites», pág. 460, lám. XLVI, fig. 7.

1950. Termier: «Streptograptus dextrorsus. Paleontologie Marocaine», tomo II, fase. IV, pág. 139.

Rhabdosomas delgados, arqueados o flexuosos de varios centímetros de longitud y anchura, aproximadamente uniforme en la porción distal, aunque el final próximo a la sicula se adelgaza aún más. Presenta las hidrotecas (lobotecas) sobre la parte cóncava en número de siete a ocho por centímetro y su forma es convexo-cóncava, dobladas sobre sí mismas y aberturas en la región abruptamente plegada.



Streptograptus dextrorsus, Linnar.
(fragmento proximal)

El ejemplar que hemos figurado (foto 1) es un fragmento perteneciente a la zona próxima a la sicula, y en él se aprecian con dificultad las hidrotecas. En la misma fotografía se ve un probable *Monograptus turriculatus* del mismo horizonte.

El género *Streptograptus* es debido a Yin (1937) y sus características son el aspecto a menudo flexuoso del rhabdosoma y las tecas denominadas en este caso lobotecas muestran su región terminal enrollada, página 58, lám. IV, fig. 15.

Spirograptus planus, Barr.

Fot. 1 y Fot. 13

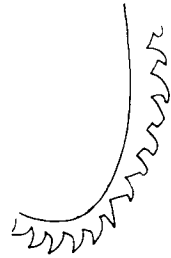
1880. Barrande: «Graptolithus proteus, var. plana. Grapt. de Boheme»,

1901-1918. Elles-Wood: «Monograptus planus. A Monograph of British Graptolites», pág. 484, lám. XLVIII, fig. 6.

1950. Termier: «*Spirograptus planus*. Paleontologie Marocaine», t. II, fascículo IV, pág. 15, lám. CCXI, fig. 28.

Atribuimos con reservas a esta especie los ejemplares de las fotos 1 y 13 por el aspecto arqueado del rhabdosoma en la porción proximal, así como por el gran número de tecas por cm., que oscilan entre 12 y 14, de tipo uniforme y subtriangular.

Presenta afinidades con el *Spirograptus spiralis*, aunque en éste las tecas (trigonotecas) son más distantes y el rhabdosoma es más arqueado y espi-



Spirograptus planus, Barr.

ralado.

El género *Spirograptus*, creado por Gurich (1908), presenta un rhabdosoma siempre curvo y las tecas denominadas trigonotecas son de forma triangular y base ancha.

Spirograptus spiralis, Gein.

Fot. 2

1842. Geinitz: «Neues Jahrb. F. Min», pág. 700, lám. N.

1901-1918. Elles-Wood: «A Monograph of British Graptolites», pág. 475, lámina XLVIII, fig. 7.



Spirograptus spiralis, Gein.

1950. Termier: «*Spirograptus spiralis*. Paleontologie Marocaine», t. II, fascículo IV, pág. 144, lám. CCXXXVIII, figs. 31-36.

Polípero arrollado según una espiral irregular que se ensancha progresivamente a partir de la fina porción proximal. Algunas veces el arrollamiento es perfectamente regular, en tanto que otras es muy poco simétrico, pero los fragmentos distales son en general casi rectos, como sucede en el ejemplar que hemos figurado.

Las trigonotecas están dispuestas a lo largo del borde convexo, subtriangulares, con ligera torsión y dobladas sobre sí mismas en su parte superior.

La región de la abertura es de aspecto espinoso.

Muestra afinidad con el *M. convolutus* y con el *M. circularis* de los que difiere o por la anchura progresiva de rhabdosoma, o por el aspecto de las tecas respectivamente. También muestra alguna semejanza con el *M. planus* y, sobre todo, con el *M. runcinatus*, Lapw., figurado por Elles-Wood en la página 450 de su Monografía.

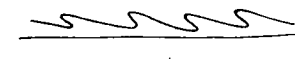
Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-25 de Elles-Wood).

Pristiograptus variabilis, Perner.

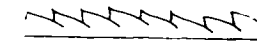
Fots. 2, 11 y 14

1897. Perner: «*Monograptus jaculum*, var. *variabilis*. Etudes sur les grapt. de Boheme», pág. 12, lám. XIII.

1901-1918. Elles-Wood: «A Monograph of British Graptolites», pág. 374, lámina XXXVIII, fig. 5.



Pristiograptus variabilis, Perner.



Pristiograptus variabilis, Perner.

Políperos de algunos centímetros de longitud, rectos o con ligera tendencia a la curvatura y una anchura que varía desde 0,4 mm. en la región próxima a la sícula hasta aproximadamente 1 mm. en la parte distal.

Las tecas del tipo de las eutytecas en forma de tubos cilíndricos, son en número de 8 a 12 por cm. y muestran un ligero solapamiento.

Los ejemplares de la foto 2 son porciones próximas a la sícula, mientras los de las fotos 11 y 14 corresponden a una zona distal.

El género *Pristograptus* debido a Jackel (1889), agrupa las especies con rhabdosoma recto o curvo y tecas denominadas eutytecas en forma de tubos cilíndricos, que pueden a veces llevar espinas ventrales.

Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22r-23 de Elles-Wood).

Streptograptus becki, Barr.

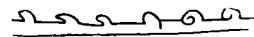
Fot. 3

1850. Barrande: «Graptolithus becki. Grapt. de Boheme», pág. 50, lámina III, fig. 14.

1901-1918. Elles-Wood: «Monograptus becki. A Monograph of British Graptolites», pág. 452, lám. XLV, fig. 4.

1950. Termier: «Streptograptus becki, Barr. Paleontologie Marocaine», tomo II, fascículo IV, pág. 140.

El conjunto es frecuentemente arqueado o flexuoso, muy largo y de 1 mm. de ancho aproximadamente.

*Streptograptus becki*, Barr.

Las lobotecas son salientes y arrolladas, y se disponen generalmente a lo largo del borde cóncavo a razón de unas diez por cm.

Por la forma de las tecas (lobotecas) presenta afinidades con otras especies del género *Streptograptus* y especialmente con el *lobiferus* y con el *rucinatus*.

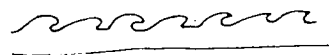
Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-23r de Elles-Wood).

Streptograptus rucinatus, Lapw.

Fot. 3

1901-1918. Elles-Wood: «A Monograph of British Graptolites», página 450, lám. XLV, fig. 2.

1950. Termier: «Paleontologie Marocaine», pág. 139.

*Streptograptus rucinatus*, Lapw.

Rhabdosomas delgados, a veces flexuosos de varios centímetros de longitud. El grosor aumenta progresivamente desde 0,3 mm. hasta un máximo de 1,5 mm. en la región distal.

Las lobotecas, de ocho a once por cm., son casi completamente arro-

lladas en espira plana y están unidas por una parte ancha. Sin embargo, las situadas en la porción proximal son tecas libres vueltas hacia atrás, y ocupan una tercera parte del polípero, mientras que las alejadas son más comprimidas unas contra otras en la región basal de la teca y ligeramente dobladas en su extremidad.

Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-25r de Elles-Wood).

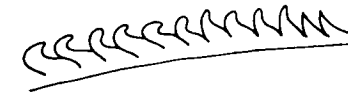
Monograptus marri, Perner.

Fots. 3 y 10

1897. Perner: «Monograptus marri. Grapt. de Boheme», pág. 21, lámina II, figs. 5, 6, 10 y 11.

1901-1918. Elles-Wood: «A Monograph of British Graptolites», página 422, lám. XLII, fig. 4.

1950. Termier: «Paleontologie Marocaine», pág. 137.

*Monograptus marri*, Perner.

Los rhabdosomas generalmente rectilíneos aumentan de anchura a partir de la sícula desde 0,5 mm. hasta 1,8 mm. como máximo, manteniéndose aproximadamente constante desde este momento.

Las tecas denominadas ramphotecas en el género *Monograptus* son fuertemente arqueadas hacia el principio del rhabdosoma y tiene la región terminal aislada. Muestran semejanza con las del *Monograptus priodon*, Bronn; pero sus corchetes son más cortos y su número oscila alrededor de diez por cm.

Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-25r de Elles-Wood).

Monograptus priodon, Promm.

Fot. 4, Fot. 7 y 10

1835. Bronn: «Lomatoceras priodon. Lethæa Geognostica», I, pág. 56, lámina I, fig. 12.

1901-1918. Elles-Wood: «Monograptus priodon. A Monograph of British Graptolites», pág. 418, lám. XLII, fig. 2.

1950. Termier: «Monograptus priodon. Paleontologie Marocaine», tomo II, fasc. IV, pág. 136, lám. CCXXXVI, fig. 24 y lám. CCXL, figuras 35 y 38.

Rhabdosoma de gran longitud, derecho y rígido, que ensancha gradualmente de manera persistente desde una anchura inicial de 0.75 mm. hasta un máximo de 3 mm. Sicula visible.

Las ramphotecas en número de ocho a trece por centímetro, muestran curvatura pronunciada y se estrechan hacia la región de la abertura, donde presentan a veces espinas.



Monograptus priodon, Bronn.

Aproximadamente las dos terceras partes de la longitud total de las tecas están dobladas en gancho prominente y ocupan la mitad de la anchura del polípero. La solapadura de las tecas oscila entre un tercio y dos tercios de la longitud total de las mismas.

El ejemplar de la foto 4 es atribuible a esta especie, lo mismo que el ancho fragmento de la foto 7.

Horizonte: Gala-Tarannon a Lower Wenlock (zona 22-29r de Elles-Wood).

Streptograptus barrandei, Suess.

Fot. 5

1851. Suess: «Graptolithus barrandei. A Monograph of British Graptolites», pág. 462, lám. XLVI, fig. 6.

1950. Termier: «Streptograptus barrandei. Paleontologie Marocaine», tomo II, fasc. IV, pág. 139.



Streptograptus barrandei; Lapw.

Rabdosomas largos muy finos, curvados ventralmente y anchura de 0,5 mm. aproximadamente.

Las lobotecas en número de siete a ocho por cm. son finos tubos con la extremidad arrollada y situadas a lo largo de la virgula por su parte

cóncava. En la región de los lóbulos aperturales el polípero tiene una anchura mayor, que no excede de 0,5 mm., pero salvo en estos puntos en cualquier otra parte no debe ser superior a 0,3 mm.

Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-23 de Elles-Wood).

Monograptus m'coyi, Lapw.

Fots. 6, 8 y 15

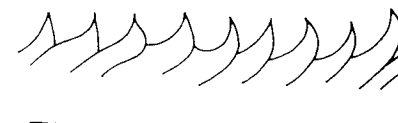
1877. Lapworth: «Monograptus m'coyi. Proc. Belfast nat. Field Club», página 130, lám. VI, fig. 2.

1901-1918. Elles-Wood: «A Monograph of British Graptolites», página 446, lám. XLIV, fig. 9.

1950. Termier: «Paleontologie Marocaine», t. II, fasc. IV, pág. 137, lámina CCXXXIX, figs. 1, 2 y 16.

La longitud del rhabdosoma en el holotipo de Lapworth es de unos 7,5 cm. y una anchura máxima de 3,5 mm. aproximadamente.

Las tecas en número de diez por cm. son similares a las distales del Monograptus halli, Barr.



Monograptus m'coyi, Lapw.

En otros ejemplares el rhabdosoma puede alcanzar hasta una anchura de 4 mm., lo que viene a ser la característica principal de la especie, que puede servir para diferenciarla del halli. El rhabdosoma es siempre rectilíneo y las tecas denominadas ramphotecas forman un pico poco suelto. Su número varía de ocho a diez por cm.

El ejemplar de la foto 6 corresponde a una porción proximal, es dudoso el de la foto 8 por no apreciarse bien las hidrotecas, y son más distales los de la foto 15, especialmente el señalado con el número 1.

Horizonte: Tarannon (zona 22 de Elles-Wood).

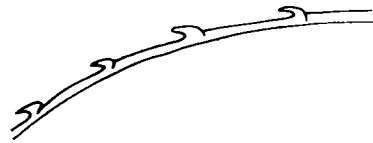
Streptograptus remotus, Elles-Wood

Fot. 7

1901-1918. Elles-Wood: «Monograptus remotus. A Monograph of British Graptolites», pág. 461, lám. XLVI, fig. 9.

1950. Termier: «Streptograptus remotus. Paleontologie Marocaine».

Rhabdosomas finos y arqueados, de longitud desconocida y que ensanchan muy gradualmente desde la región inicial hasta un máximo de 0,6 mm., a partir del cual se mantiene aproximadamente uniforme. Lobotecas en el borde convexo muy espaciadas (de tres a cuatro por cm.). Son del tipo de las del *Streptograptus lobiferus*, Mac Coy., pero las correspon-



Streptograptus remotus, Elles-Wood.

dientes a porciones distales son más largas, y solamente la región extrema apertural está arrollada. Las paredes ventrales de las sucesivas tecas forman una línea recta que está interrumpida por los diferentes lóbulos. Dichas lobotecas son a veces similares a las más alejadas del *S. barrandei*, Lapw., pero la curvatura del rhabdosoma es diferente.

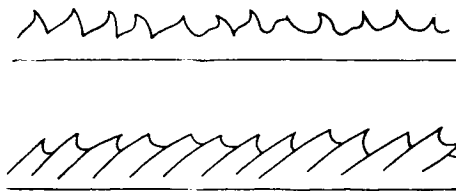
Horizonte: Tarannon (zona 22 de Elles-Wood).

Monoclimacis galaensis, Lapw.

Fot. 12

1876. Lapworth: «*Monograptus galaensis*, Geol. Mag.», vol. III, página 356, lám. XII, fig. 5.

1901-1918. Elles-Wood: «*A Monograph of British Graptolites*», página 415, lám. XLII, fig. 1.



Porciones distales de *Monoclimacis galaensis*, Lapw.

1950. Termier: «*Monoclimacis galaensis*, Paléontologie Marocaine», página 140, lám. CCXXXIX, figs. 3 y 5.

El polípero es bastante fino en la porción proximal, que es suavemente

flexuosa en la inmediata cercanía de la sicula, pero rápidamente engruesa, y a partir de entonces se hace uniformemente ancha en la mayor parte de su longitud. La máxima anchura de 2 mm. es raramente alcanzada, siendo la más frecuente de 1,5 mm.

La sicula tiene una longitud de 1 mm. y las tecas (*Streblotecas*) en número de 9 a 10 por cm., al principio son relativamente anchas y con ligera tendencia a la retroversión de la región apertural, mientras que esta tendencia desaparece en la porción distal, donde las tecas están notablemente transformadas y el margen apertural se manifiesta por medio de un claro denticulo. La solapadura de las tecas varía de un tercio a dos tercios en la mayor parte del polípero.

El género *Monoclimacis* al que pertenece esta especie fue creado por Frech en 1897, y agrupa las formas con rhabdosoma recto o raramente curvo y con tecas cortas, curvatura sigmoide y ligera torsión del eje de las mismas, denominadas *Streblotecas*.

Horizonte: Gala-Tarannon (zona 22-23 de Elles-Wood).

Monograptus halli, Barr.

Fot. 15?

1850. Barrande: «*Graptolithus halli*, Grapt. de Boheme», pág. 48, lámina II, figs. 12 y 13.

1901-1918. Elles-Wood: «*Monograptus halli*, A Monograph of British Graptolites», pág. 443, lám. XLIV, fig. 8.

1950. Termier: Idem: «*Paléontologie Marocaine*», t. II, fasc. IV, página 136, lám. CCXXXVI, figs. 19, 20, 21 y 24.



Monograptus halli, Barr.

Políperos semejantes al *Sedgwickii* en su aspecto general, pero más rectos y más rígidos, con una porción proximal más robusta, que ensancha a un ritmo mayor que en aquél hasta el máximo de 3 mm. (sin contar las espinas de las tecas). Sicula relativamente pequeña. Ramphotecas en número de siete a once por cm., semejantes a las del *M. Sedgwickii*, pero con menos retroversión en la región apertural, especialmente las distales. Forman un pico bien desarrollado, no recurvado, con espinas muy agudas. Las primeras tecas son más parecidas a las del *M. priodon*, Bromm. La solapadura de dichas tecas varía de un tercio a un medio de su longitud.

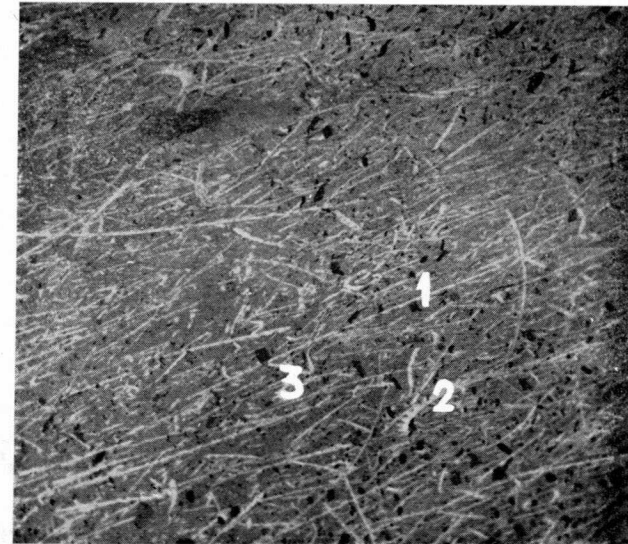
Horizonte: Gala-Tarannon (zona 21r-22 de Elles-Wood).

RESUMEN DE LOS GENEROS

GENERO	AUTOR	AÑO	FORMA DEL RHABDOSOMA	FORMA DE LAS TECAS
<i>Monograptus</i>	Geinitz	1852	Recto o curvo	<i>Ramphotecas</i> : Fuertemente arqueadas hacia el principio del rhabdosoma. Región terminal aislada
<i>Pristiograptus</i>	Jaekel	1889	Recto o curvo	<i>Eutytecas</i> : En forma de tubos cilíndricos. Pueden llevar espinas ventrales
<i>Monoclimacis</i>	Frech	1897	Recto, raramente curvo	<i>Streblotecas</i> : Cortas, con curvatura sigmoide y ligera torsión del eje de las tecas
<i>Spirograptus</i>	Gurich	1908	Siempre flexuoso	<i>Trigonotecas</i> : Triangulares de base ancha
<i>Streptograptus</i>	Yin	1937	Amenudo flexuoso	<i>Lobotecas</i> : Región terminal arrollada

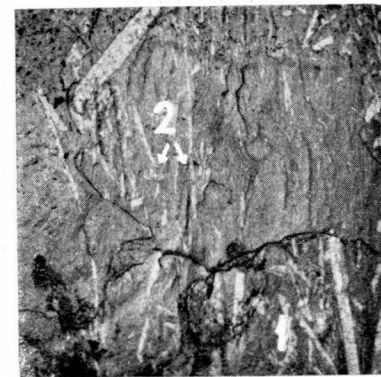
RESUMEN DE LAS ESPECIES

GENERO	ESPECIE	RHABDOSOMA	TECAS	HORIZONTE
Monograptus	<i>marrj</i> , Perner	Rectilíneo. 1'5 a 1'8 mm de ancho	Del tipo del priodon, pero con corchete más corto. 10 por cm.	Tarannon (22-25 E-W)
	<i>priodon</i> , Brann	Rectilíneo. 2 a 3 mm de ancho	Corchetes recurvados y largos a veces con espinas. 8 a 13 por cm.	Tarannon (22-29 E-W)
	<i>m'cayi</i> , Lapw.	Rectilíneo. 3'5 a 4 mm. de ancho	Forman un pico poco diferenciado. 8 a 10 por cm.	Tarannon (22 E-W)
	<i>halli</i> , Barr.	Rectilíneo. 2 a 3 milímetros de ancho	Forman pico bien desarrollado y no recurvado. Espinas muy agudas. 7 a 11 por cm.	Llandoverry a Tarannon (21-22 E-W)
Pristiograptus	<i>variabilis</i> , Perner	Rectilíneo o ligeramente curvo. 0'4 a 1 mm de ancho	Tubos cilíndricos largos ligeramente salapados. 8 a 12 por cm.	Tarannon (22 r-23 E-W)
Monoclimacis	<i>galensis</i> , Lapw.	Rectilíneo. Frecuentemente 1'5 mm de ancho. A lo sumo 2 milímetros	Irregularmente recurvadas. 9 a 10 por cm.	Tarannon (22-23 E-W)
Spirograptus	<i>planus</i> , Barr.	Curvatura dorsal. 1'5 mm. de ancho	Dos tipos de tecas: Distales (trigonotecas) y proximales (más alargadas). 9 a 11 por cm.	Tarannon (22-25 E-W)
	<i>spiralis</i> , Gein	Espira generalmente plana. 3 mm de ancho	Trigonotecas. 8 a 9 por cm.	Tarannon (22-25 E-W)
Streptograptus	<i>dextrorsus</i> , Linnar	Flexuoso. Delgado	Subtriangulares y salientes no arrollados completamente. 7 a 8 por cm.	Tarannon (22-25 E-W)
	<i>becki</i> , Barr.	Flexuoso muy largo 1 mm de ancho	Muy salientes y completamente arrollados. 10 por cm.	Tarannon (22-23 E-W)
	<i>runcinatus</i> , Lapw.	Ondulado a veces. 1'5 mm de ancho.	Lóbulos casi totalmente arrollados en espira plana, pero unidos por una parte ancha. 8 a 11 por cm.	Llandoverry a Tarannon (21-22 E-W)
	<i>barrandej</i> , Suess.	Curvado ventralmente. Muy largo 0'5 mm de ancho	Muy poca salientes. 7 a 8 por cm.	Tarannon (22-23 E-W)
	<i>remotus</i> , Elles-Wood	Arqueado 0'6 mm. de ancho	Lóbulos formando corchetes espaciados. 3 a 4 por cm.	Tarannon (22 E-W)



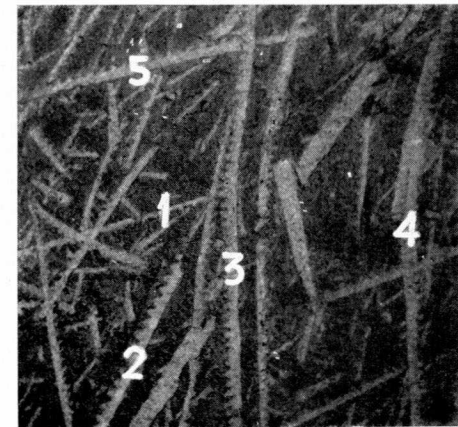
Fot. 1

- 1 *Streptograptus dextrorsus*, Linnaar: 22-25
- 2 *Spirograptus planus*, Barr 22-25
- 3 *Rastrites* sp. 19 a 23 a lo sumo.



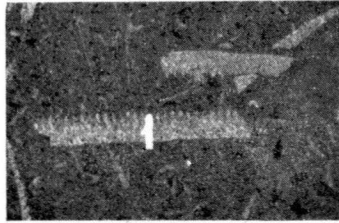
Fot. 2

- 1 *Spirograptus spiralis*, Gein. 22-25
- 2 *Pristiograptus variabilis*, Perner . 22r-23.

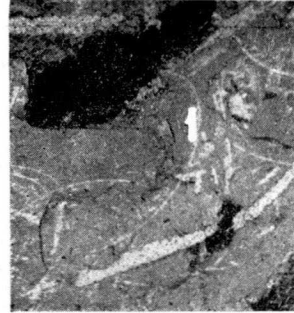


Fot. 3

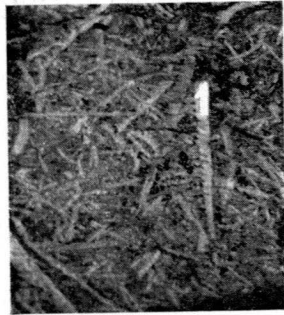
- 1 *Streptograptus becki*, Barr. 22-23 r
- 2 *Streptograptus runcinatus*?, Lapw. 21 r-22
- 3, 4 y 5 *Monograptus marri*, Perner. 22-25r



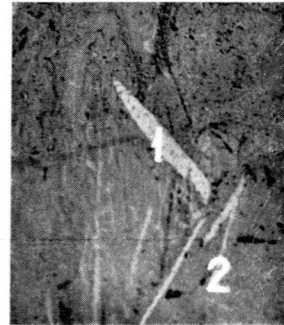
Fot. 4
1 *Monograptus cf. priodon*, Bronn.



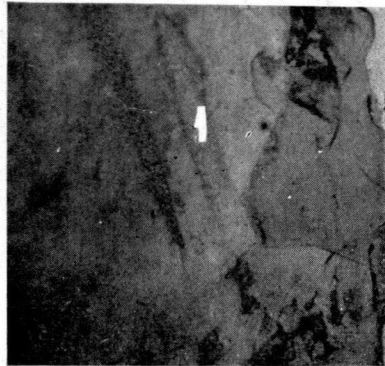
Fot. 5
1 *Streptograptus barrandei*, Suess.
zona 22-23.



Fot. 6
1 *Monograptus mcoyi*, Law.
zona 22.



Fot. 7
1 ancho fragmento de *Monograptus*
que puede atribuirse a la especie
priodon, Bronn, 22-29.
2 *Streptograptus remotus*?, Elles-Wood.
22.



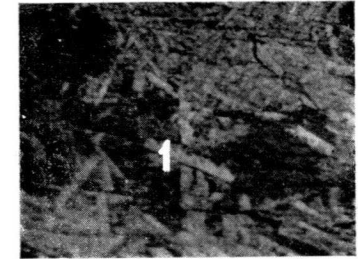
Fot. 8
1 *Monograptus m'coyi*?, Lapw. zona 22.



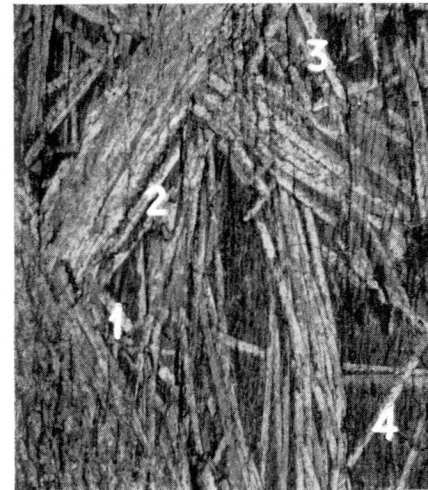
Fot. 9
1 *Petalograptus?* sp. zona 19-22?



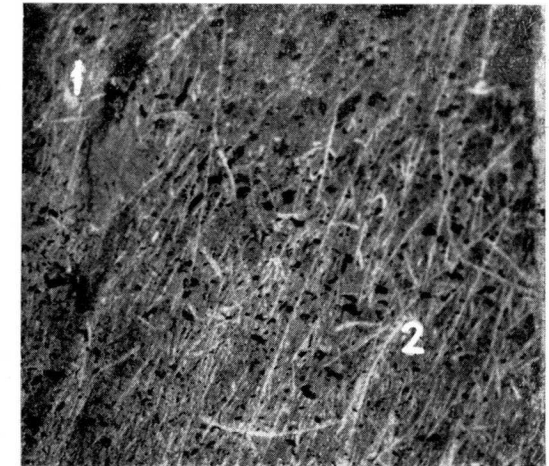
Fot. 10
1 *Monograptus priodon*, Bronn. 22-29.
2 *Monograptus marri*?, Perner, 22-25.



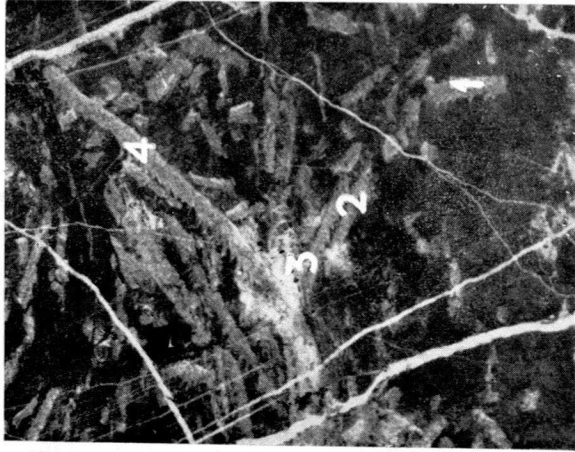
Fot. 11
1 *Pristiograptus variabilis*, Perner
zona 225 r-23



Fot. 12
1, 2, 3 y 4 *Monoclimacis galaensis*,
Lapw. «zona 22-23».



Fot. 13
1 y 2 *Spirograptus planus*?, Barr. 22-25.



Fot. 15
1, 2 y 3 *Monograptus microvi*, Lapw. 32
4 *Monograptus hallii*, Barr. 21-22.



Fot. 14
1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 *Pristiograptus variaabilis*, Perner, zona 22r-22.

JUAN MANUEL LOPEZ DE AZCONA

VARIACION EN LAS COMPOSICIONES ISOTOPICAS DE LOS CAPARAZONES FOSILES

RESUMEN

Considera el autor la importancia que tiene en los caparazones fósiles el hacer las valoraciones isotópicas del calcio y del rubidio, para deducir unos posibles índices de edad o causas de contaminación con núclidos radiogénicos de los elementos mencionados, así como su posible enriquecimiento en las aguas donde vivieron.

ABSTRACT

The author considers the importance that has, in the fossil crusts the isotopic valuations of calcium and rubidium, to deduce a possible index of age or causes of contamination with radiogenic nuclids of the said elements as well as their possible enriching in the waters where they lived.

Cuando efectuamos el estudio paleobioquímico de los lamelibrancios y gasterópodos del Mioceno marino de la Península Ibérica (1), apreciamos la posible existencia de un interesante campo de tesis doctorales, sobre las variaciones isotópicas de algunos elementos en los caparazones fósiles.

Al considerar las series radiactivas naturales (2), vemos hay algunas que pueden dar lugar a las alteraciones aludidas; tales son: $K^{40} - Ca^{40}$, $Rb^{87} - Sr^{87}$, $U - Pb^{206}$, $AcU - Pb^{207}$, $Th^{232} - Pb^{208}$. En éstas puede haber aparentemente dos causas fundamentales de alteración, una procedente de la composición isotópica que tuviese el catión estable en el momento de asimilarse por el ser, y otra si coexiste alguno de sus predecesores radiactivos, debido a los núclidos por éste generados, pero hemos comprobado por la composición elemental de los caparazones, que esta segunda causa no tiene valor significativo frente a la primera.

En el estudio aludido, se aprecia que de la primera serie radiactiva consignada, existen ambos cationes, el K^{40} y el Ca^{40} ; en el primero está contenida la pléyade en cantidades superiores al 0.0001 por 100 y la del segundo forma la base de los caparazones. Tengamos en cuenta que el K^{40} entra en el potasio

común en la proporción de $0,0119 \times 10^{-2}$, que la proporción del K^{40} que evoluciona hacia el Ca^{40} es 0,974, o sea el $0,10 \times 10^{-2}$ del potasio total y que el periodo de semidesintegración del K^{40} contenido en las muestras, frente a la cantidad tan elevada de Ca^{40} por ser el 96,9 por 100 de calcio, es insignificante y su variación en la composición isotópica, como indicamos antes, sólo se puede apreciar en la que originalmente pudiese tener el calcio que formó el caparazón.

La relación media entre el calcio total actual del planeta y el potasio actual, es del orden de 1,4. La relación actual entre el Ca^{40} y el K^{40} que evoluciona hacia aquél, de acuerdo con las proporciones indicadas anteriormente, es de 13.600. Si consideramos un ser del Devoniano que esté fosilizado, al que se le podrá asignar a una edad de 300 m. de a., la cantidad de este Ca^{40} que se hubiese generado durante este tiempo, suponiendo la coexistencia en sus proporciones medias de la corteza terrestre, del calcio y del potasio común, sería de 0,002 por 100 del contenido en Ca^{40} , por tanto las composiciones isotópicas serían:

	K^{40}	Ca^{40}	$Ca^{40/34}$
Cambriano	0,0139	96,92 - 0,002	45,46
Actual	0,0119	96,92	45,50

Como se ve, la diferencia entre ambas composiciones es insignificante y en las relaciones se aprecia una diferencia del orden del 1 por 100, lo que está casi en el límite de sensibilidad de las técnicas empleadas con los espectrógrafos de masas.

Consideremos la segunda serie radiactiva: de ella apreciamos en nuestras investigaciones la carencia de rubidio en los caparazones por las técnicas espectroquímicas, mientras que el estroncio siempre lo detectamos en cantidades superiores al 0,001 por 100 y en varias muestras miocenas, principalmente de la zona de Lisboa, el contenido de este catión es superior al 1 por 100. La proporción actual del Rb^{87} en el rubidio común es de 27,85 por 100 y la del Sr^{87} en el estroncio común es de 7,02 por 100, teniendo el rubidio un periodo de semidesintegración de $5,6 \times 10^{10}$ a.

La relación media actual del estroncio total con el rubidio total en el planeta es de 0,69 y, por tanto, la del Sr^{87} al Rb^{87} es de 0,174. Al considerar los mismos restos fósiles devonianos que en el caso del potasio, o sea, con una edad de 300 m. de a., la cantidad de este Sr^{87} generada desde la formación del resto es de 0,035 por 100 si coexisten en sus proporciones medias terrestres el rubidio y el estroncio. Las composiciones isotópicas serían:

	Rb^{87}	Sr^{87}	$Sr^{86/87}$	$Sr^{87/88}$
Cambriano	27,90	0,77	0,686	0,0819
Actual	27,85	7,02	0,712	0,0852

Nos encontramos ante un caso en que las diferencias son algo superiores al orden de sensibilidad de los aparatos modernos, con la particularidad de existir muchos caparazones con cantidades suficientes de estroncio para efectuar las extracciones de este elemento, y por tanto, abrirse un camino hacia la posible datación, suponiendo no existiesen contaminaciones.

De las familias del plomo, poco se tiene que decir, ya que su utilidad es conocida de todos, pero encontramos de momento un inconveniente y es que en el caso de los caparazones que hemos estudiado, este elemento está contenido en el orden de 0,001 por 100 en la tercera parte de las muestras, y en el resto en cantidades inferiores.

Esta inquietud de valoración de elementos estables fin de serie radiactiva natural en los caparazones, la vemos también retratada en el trabajo publicado recientemente por Faure y sus colaboradores (3), quienes valoran la composición isotópica del estroncio en nueve caparazones de moluscos de aguas dulces y marinas. Los valores que encuentra para la relación Sr^{87}/Sr^{86} van de 0,7086 a 0,7251, este límite mayor que el 0,712 que corresponde a la composición del estroncio conocido por común, como si correspondiese a una zona enriquecida en rubidio que aportó este exceso del núclido Sr^{87} .

Tenemos planteado un problema, y es el posible enriquecimiento de los caparazones por elementos finales de serie, procedentes de que las aguas donde vivieron o se fosilizaron, actuaron en zonas donde estaba el núclido que los originaba en cantidades suficientes, para producirlo. Casos de éstos los tenemos en los muchos cientos de muestras de aguas que hemos analizado, en cuanto se refiere al potasio y al rubidio, que como es natural, tienen que producir enriquecimientos de Ca^{40} y Sr^{87} en los seres para los que fueron su ambiente. Vemos abierto también un camino para el estudio de la composición elemental de las aguas de tiempos remotos, en cuanto se refiere al enriquecimiento de núclidos radiactivos, para cuando se disponga de espectrógrafos de masa de mayor precisión y sensibilidad que los actuales.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) LÓPEZ DE AZCONA, J. M., y LÓPEZ DE AZCONA, M.^a C.: *Palaeoquímica de lamelibranchios y gasterópodos de Mioceno marino de la Península Ibérica*. «Bol. Inst. Geol. y Min.», LXXII, 131a-232, 1961.
- (2) LÓPEZ DE AZCONA, J. M.: *Radiactividad y Geofísica*. «Bol. Inst. Geol. y Min.», LXXIII, págs. 257 a 560, 1951.
- (3) FAURE, G.: *The Isotopic Composition of Strontium in Mollusc Shells*. «Ninth. An. Prog. Rep. of Geol. and Geol. Mas. Inst. of Technol.», 205 a 214, diciembre 1961.

Recibido el 15 I 62

E. NOLTE Y ARAMBURU (1)

BREVE APORTACION AL CONOCIMIENTO DEL APARATO
KARSTICO DE ITXINA (MACIZO DE GORBEA), POR
MEDIO DE SUS FENOMENOS ESPELEOLOGICOS

LA SIMA DE UR'IKOBASO'KO LEZANDI

RESUMEN

La Sima de Ur'ikobaso'ko Lezandi, se halla situada en la zona kárstica de Itxina (Macizo de Gorbea), a una altura aproximada de 1.075 m. y a unos 30 km. de la industrial ciudad de Bilbao.

Se compone de una primera vertical de cerca los 100 m. y luego de una galería que se divide en dos, de direcciones opuestas, alcanzando una longitud de un kilómetro. Las calizas de esta zona son del tramo Urgoaptense recifal.

La morfología típica de esta sima es la elástica. Sus galerías se han abierto condicionadas por soluciones de continuidad, más altas que anchas. Se han hallado adheridas a las paredes varias capas estalagmíticas en sentido horizontal al suelo o «costras de exudación», que demuestran haber existido interépocas de rejuvenecimiento y senilidad, así como columnas estalactíticas, actualmente fracturadas, debido a fenómenos de soliflucción.

La diferencia de nivel, desde la entrada de la sima, hasta el último punto explorado, es de 274 m., lo cual supone ser una de las primeras en profundidad de la provincia de Vizcaya.

SUMMARY

The Chasm of Ur'ikobaso'ko Lezandi, is situated in the karstic zone of Itxina (Gorbea Mountains) at a height of, approximately, 1.075 m., and some 30 km. from the industrial city of Bilbao.

The first chasm is found at a depth of 100 m., then there is a gallery branching in two opposite directions, for a distance of one kilometre. The limestone of this zone is Urgoaptense type.

The typically morphology is the elastic. Its galleries, high rather than wide, have been opened between bedding plains.

In several places of said chasm, various stalagmite layers or «costras de exuda-

(1) Del Grupo Espeleológico Vizcaino. «G. E. V.» de la Excm. Diputación de Vizcaya.

ción» embedded in the walls, and horizontal to the ground have been found, which prove that there have been, alternating epochs or periods of rejuvenation and senility, as well as stalactite columns now disjointed owing to the phenomena of solifluction.

The difference in level, between the point of entrance and the last point explored, is 274 m., which indicate that it is one of the deepest chasms of the province of Vizcaya.

INTRODUCCIÓN

La exploración, aún parcial, de este antro, se debe al «Grupo Espeleológico Vizcaíno» de la Excm. Diputación de Vizcaya. Después de varios años de correrías por este aparato kárstico de Itxina (Macizo de Gorbea), y de prospeccionar más de 85 fenómenos, casi todos ellos de desarrollo vertical, iniciamos la exploración de los más prometedores (24).

Por primera vez llegamos a su boca, acompañados del pastor D. José M.^a Olabarria, residente en las cercanías chabolas de Lexardi, en septiembre de 1959, a quien debemos su información de esta sima, y el agradecimiento por poder disponer de su chabola, cuantas veces necesáramos.

En Semana Santa de 1961, se descendió, sólo con el fin de comprobar su profundidad, dado que seguíamos con nuestra prospección, pudiéndose entonces constatar su gran desarrollo subhorizontal, al pie de la sima (22). Al mismo tiempo se descendió a una sima cercana, de 45 m. de profundidad, en cuyo fondo se abrían varias galerías, pero que en la última exploración llevada a cabo los días 13, 17, 18 y 19 de septiembre de 1961, se pudo comprobar su unión a la sima objeto de estas notas (23).

Finalmente, antes de terminar esta breve introducción, queremos agradecer a todos aquellos que de un modo u otro han contribuido activamente a la confección de estas notas, especialmente a los queridos compañeros del *Grupo Espeleológico Vizcaíno*, que en reiteradas veces han estado en esta sima, señores Celso Negueruela, Javier de la Hidalga (q. e. p. d.), Eugenio Sojo, Juan José Lasuen, Rafael Fernández del Cano, Sr. Calleja y Sr. Serrano, y de un modo notable a Gaizka de Ugarte, a quien se debe la realización de la topografía hipógea, y al miembro del *Grupo Excursionista Manuel de Iradier*, D. Miguel Angel Ulibarri.

GEOLOGÍA

A) Situación geográfica

Antes de situar la cavidad en cuestión, debemos hacerlo primero con la zona que alberga a este fenómeno. La zona en cuestión, es el aparato kárstico denominado *Itxina*. Se halla en la zona septentrional del Macizo del Gerbea (el más alto de la provincia de Vizcaya), semejándose a un circo de paredes exteriores (cara N.-NW. y W.) casi inaccesibles.

A pesar de su pequeña extensión, unos 5 km² aproximadamente, es la zona de Vizcaya donde más número de fenómenos espeleológicos se han hallado, aunque no sorprenderá a nadie que conozca su interior, compuesto por un paisaje agreste y caótico, especialmente en invierno, cuando la vegetación se halla desnuda, sólo rota esta monotonía durante el verano por los múltiples bosquecillos de hayas salvajes, y los casi desaparecidos tejos de hoja perenne (fot. 2).

Las dolinas se multiplican por doquier, y las roturas y accidentes tectónicos se suceden constantemente.

Itxina, de una altitud media de 1.100 m., queda limitada al N.-NW. como vértice principal por el *Aitz-Gorrigan* (1.090 m.) a la izquierda, y *Lekanda* (1.302 m.) a la derecha. Al E. por la *Campa de Arraba*, gran extensión herbosa, que se utiliza como pastizales. Al W. por la pared natural del circo, sin alturas importantes y al S. por el *Ipergorta* (1.226 m.), *Gorosteta* (1.225 metros) y *Gatxarrieta* (1.183 m.) (vid. fig. 1).

El acceso a esta zona puede efectuarse a partir de los pueblos de Orozco, Villaro y Ceánuri. Nosotros lo hacíamos por Villaro por razones de comodidad. De Villaro nace una carretera forestal que después de recorrer unos 7 km. en franco ascenso, nos deja a 600 m. de altitud, a la altura del monte Mendigane, y a los pies de la cara N.-NW. de *Itxina*. Hasta este punto pueden llegar vehículos tipo «jepp» como lo hemos hecho nosotros en varias ocasiones, gracias a la gentileza y buena disposición del Teniente Coronel de la Guardia Civil de Bilbao, quien nos ha ofrecido en reiteradas veces los vehículos necesarios (fot. 1).

De este punto al ojo de *Axular*, ventana natural que da acceso al circo de *Itxina*, se suele tardar a pie, hora y cuarto, y otros veinte minutos hasta la chabola de *Lexardi*.

Itxina pertenece al Ayuntamiento de Orozco en su totalidad. De *Lexardi* a la boca de la *Sima de Ur'ikobaso'ko Lexardi*, se tarda diez minutos, situándose al NE. de aquél y como a unos 500 m. de distancia. Si en la figura 1, echásemos una línea recta sobre el plano uniendo los puntos denominados *Lexardi* (chabola de Juan Olabarria (q. e. p. d.)), con el punto situado al E. denominado *Lekanda*, situáramos entonces, a la sima del presente estudio, justamente en la mitad de la recta.

Ya hemos dicho que otros accesos pueden ser desde Ceánuri, alcanzando en este caso, primero la *Campa de Arraba*, situada al E. de *Itxina*, para luego adentrarse en éste, gracias a los pasos de *Igaleran*, *Kutxak* o *Kargaleku*, según convenga. Las coordenadas geográficas de la sima son: N. 43° 04' 15", E. 0° 53' 4", tomadas sobre el pleno ampliado que posee este *G. E. V.* del 1:5.000.

B) Estratigrafía y tectónica (Pliegues y fallas)

La estructura exterior en contacto con la sima es de un suave anticlinal con lenta caída periclinal (3) de las calizas hacia la zona SW. de *Itxina*. Sin embargo, las galerías hipogeas de *Ur'kobaso'ko Lezandi*, abiertas en una diaclasa de galerías considerables corre a la búsqueda de la *Gran Diaclasa*

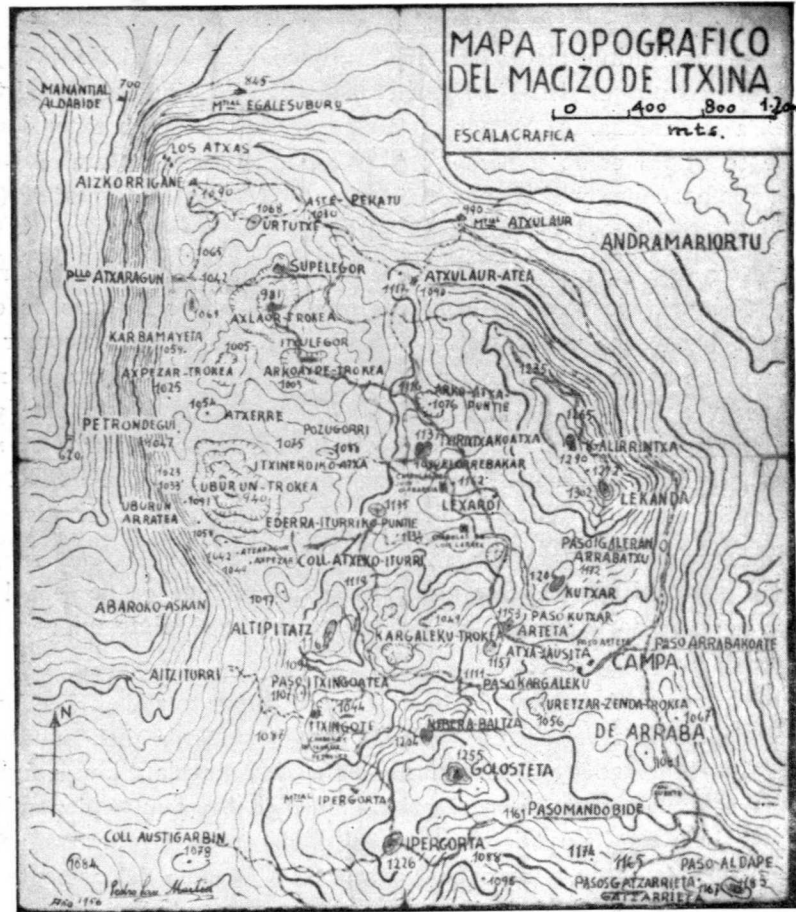


Fig. 1.—Mapa topográfico de la Zona de ITXINA. Reproducción fotográfica debida a la gentileza de D. Eusebio Burdain.

Tectónica de dirección NW.-SE. Dicho accidente, denominado igualmente *Gran Grieta Central* o de *Axlaor-Trokea*, como la llaman los naturales, tiene 981 m. en su punto más bajo.

En su interior se abre la sima denominada por los naturales con el nombre

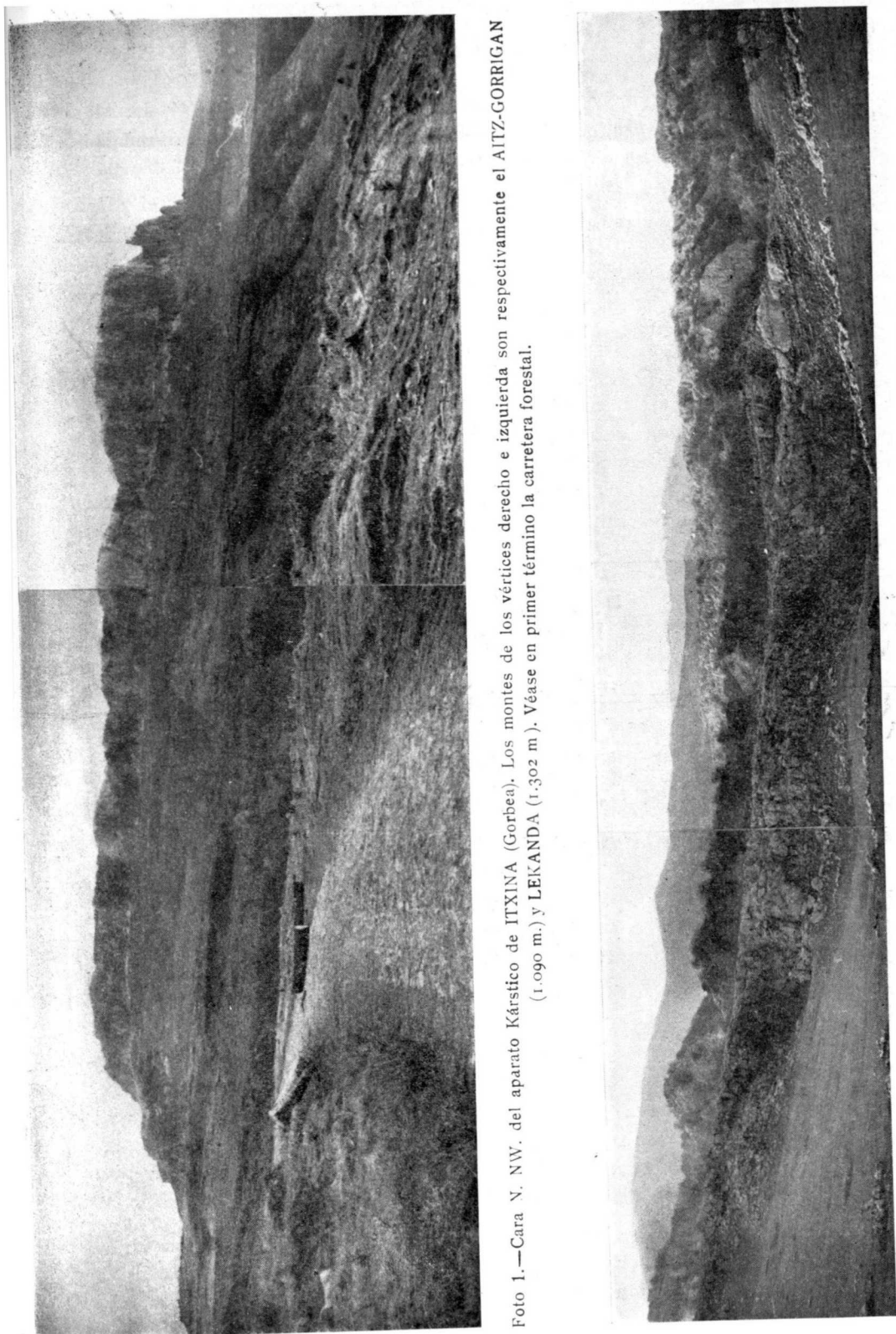


Foto 1.—Cara N. NW. del aparato Kárstico de ITXINA (Gorbea). Los montes de los vértices derecho e izquierda son respectivamente el AITZ-GORRIGAN (1.090 m.) y LEKANDA (1.302 m.). Véase en primer término la carretera forestal.

Foto 2.—Panorámica tomada del interior de ITXINA, desde las cercanías de la *Sima de UR'IKOBASO KO LEZANDI*. En primer término y sobre el primer crestrón cálcizo puede apreciarse la chabola de LEXARDI. A la derecha en el fondo, el AITZ-GORRIGAN (1.090 m.). A la izquierda y en el fondo el monte herboso ODIERIAGA (1.234 m.).

de *Lezandi de Supelegor*, o como la llaman sus exploradores del G. U. M., la *Sima de Axlaoor Trokea*, que descendida por ese Grupo, dio una profundidad de 164 m., con tapón en el fondo (2) (6) (9).

Queda enmarcado este interesante fenómeno tectónico, al N. por el *Aitz-Gorrigán* (1.090 m.) y por la *Cueva de Supelegor*, sin duda alguna íntimamente ligadas en tiempos pretéritos con la *Lezandi de Supelegor*. Al S. con la *Gran Dolina de Uburun Trokea*, cuya cota más inferior es de 940 m. Al W. con el corte natural de unos 400 m. casi verticales que da vista a la depresión de Urigoiti y valle de Orozco, y al E. con todo el aparato kárstico de *Itxina*.

El buzamiento de los estratos en dirección W. o SW., es suave, unos 15 a 20°, con alternancias propias de este lapiaz tan enigmático. De todos modos, podemos manifestar que las calizas donde se asientan estos fenómenos espeleológicos son tectónicamente rígidas, puesto que producen fracturas antes de la formación de un plegamiento, siendo ésta la causa de la carencia de estos últimos.

C) Geología

Una de las lagunas más significativas en Vizcaya, en cuanto a trabajos geológicos se refiere, es ésta de Gorbea. La mayoría de los autores han estudiado esta zona muy por encima, y particularmente el aparato kárstico de *Itxina* se puede decir que nadie. Una de las pocas zonas estudiadas, es la del S. del macizo del Gorbea, perteneciente a la vecina provincia de Alava, especialmente los alrededores de la *Cueva de Mairuelegorreta*, debido al Grupo Espeleológico del Excursionista Manuel Iradier, de Vitoria, y a otros autores (4) (5) (7). Pero si exceptuamos esta aportación, debemos de remitirnos a trabajos algo antiguos como el de Adán de Ayarza, el de Gorostiaga, y los más recientes de Emilio de Jorge, P. Rat, Lamare, etc. En líneas generales diremos, y basándonos en los estudios de los autores precitados, que el Gorbea en general está comprendido en el anticlinal que atraviesa a Vizcaya y Guipúzcoa, y cuyos estratos se mantienen con buzamiento meridional.

Eulogio de Gorostiaga (8) hace resaltar cómo la topografía está multipartida por roturas, resultando un suelo quebrado. Sin embargo, no todo el macizo es tan discordante, dado que grandes extensiones de terreno, como en Saldropo, se hallan sin buzamiento alguno.

Las capas cretáceas de los alrededores de Ceánuri, de psamitas más o menos pizarreña, contienen algunos bancos de arenisca de colores oscuros y otros de pizarras carbonosas, como puede comprobarse en las primeras

rampas del camino de Medigane, al *Ojo de Axlaoor*, puerta natural al macizo de *Itxina*. En algunos bancos de éstos, abundan las *Orbitolinas* conoides y discoideas.

De *Itxina* poco podemos anotar. Es imposible de momento hacer un estudio de todos los fenómenos espeleológicos de este aparato kárstico, dado que todavía nos hallamos en la etapa preliminar de prospección y por ende no ha habido el suficiente tiempo para estudiar la interdependencia entre el karst epigeo e hipogeo.

P. Rat en sus recientes trabajos (27) (28) nos confirma lo que nosotros ya habíamos entrevisto en nuestras correrías. No cabe duda que *Itxina* es de facies recifal Urgoaptense, Albense inferior, aunque de un carácter transgresivo, puesto que la estratigrafía además de ser discontinua, pasa a una facies esquistosa superpuesta a la caliza o intercalada entre las masas urgonianas. Los especímenes hallados, de madréporas y rudistos, en las cercanías de la boca de la sima, nos indican el carácter recifal. P. Rat (28) nos dice:

«La modification du substratum, puis le foisonnement de vie et le concentration en Carbonate de Calcium qui en ont été la conséquence sont à l'origine de la sedimentación très spéciale aussi bien physicochimique qu'organogène, qui a conduit aux calcaires urgoniens. En cesens, on peut dire que le milieu est «récifal», en la faisan abstraction de toutes les implications morphologiques complexes de mot. C'est en ce sens aussi que les calcaires urgoniens méritent parfaitement le qualificatif de zoogènes...»

Por tanto los Rudistos (del género



Foto 3.—Vista parcial de la entrada vertical, a la Sima de UR'IKOBASO'KO LEZANDI.

Fot. Negueruela.

Toucasia o afines), coralaris, el *Sphaerulites* sp., el *Simplorbitolina*, etcétera, son característicos de este terreno.

Dada esta índole arrecifal, está descontada su irregularidad y discontinuidad, y por tanto, la variabilidad de sus espesores. No obstante, han sido apreciados espesores de 300 m., especialmente en la cara W. de *Itxina*, entre las cotas 1.000 m. perteneciente al monte *Aitz-Gerrigán* y la fuente de *Aldabide* a 700 m.

El análisis efectuado sobre caliza recogida en el interior de la sima (sobre muestra seca) es el siguiente (1):

S. m. seca	
Ins.	0,19 %
R ₂ O ₃	0,22 »
CaO	55,50 »
MgO	0,40 »
Pérdida calcinación.	43,61 »

ESPELEOGRAFÍA Y ESPELEOMORFOLOGÍA

La boca de la entrada a la *Sima de Ur'ikobaso'ko Lezandi*, es de considerables dimensiones. De forma más o menos elipsoidal, sus medidas son aproximadamente de 15 por 25 m., siendo la dirección del macroeje N.NE.-S.SW.

Para su estudio, podemos dividir esta sima en tres partes:

a) Pozo de entrada. b) Galería del río muerto hacia arriba. c) Galería del río muerto hacia abajo.

A) Pozo de entrada

El pozo de entrada queda constituido por dos partes completamente diferentes. La primera, con una profundidad de 50 m., apoyada sobre una plataforma en la que apenas se puede hacer pie. Sus paredes se hallan totalmente descompuestas, siendo la causa del cono de piedras que se observa en el fondo de la sima. Tiene forma típica de embudo, hallándose estructurada sobre una *megaclasa* (11).

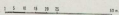
La segunda parte de la sima, constituida por la zona semi-oscura del

(1) Análisis debido a los laboratorios de DOW-UNQUINESA, S. A. Axpe (Vizcaya)

UR'IKOBASO 'KO LEZANDI

TXINA (GORBEA)

G.E.V. N° VI-433



LEYENDA

PLANTA

CORTE

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| A CASCOS DE BLOQUES | A BLOQUES |
| B DETRITUS | B PASO A OTRA GALERIA |
| A HOJAS | A ESTALADRITA |
| B ESTALACTITAS | B ESTALACTITA |
| A POLIIGORAL | A HOJAS |
| B SIMAS | B SEDIMENTOS |
| A SEDIMENTOS | |
| B COLADA LITOGENICA | |



tubo, alcanza la profundidad de 90 m., ofreciéndonos una vista completamente diferente. Sus paredes totalmente erosionadas, carentes de toda reconstrucción, muestran un verdadero biotipo de gasterópodos y afines. El degoteo es constante, proveniente de las continuas filtraciones del exterior.

El cono de deyección de la base de la sima es *hemicónico* (12) (19), aunque enmascarado por una sábana de hojas caídas desde el exterior, de las vecinas hayas que allí se asientan.

Del pie de la sima al punto más profundo de la sala formada por ella, constituye el tramo 1 del plano. En este punto la profundidad alcanza los 100 m.

B) *Galería del río muerto hacia arriba*

La galería río arriba es la más antigua de todo el complejo subterráneo. Una primera subida, desde la base de la sima, entre bloques clásticos, nos lleva al umbral de la galería propiamente dicha.

Una rápida ojeada a esta galería nos deja entrever, a juzgar por su sección transversal, la típica morfología gravitacional (Gravitationsgang, s/Kyrle) (10), asentada netamente sobre una interclasa de hilada, viéndose claramente cómo corta varios estratos (1), en dirección W.NW.-E.SE.

Si continuamos con la progresión, al término del tramo 102, y a unos 7 m. sobre el thalweg que llevamos, se halla una galería-diaclasa ortogonal a la galería principal. En sus primeros metros pueden observarse varios «gours», algunos con agua, y bastantes filtraciones, aunque como es lógico no son regulares. La galería continuaba, pero la dejamos sin explorar para mejor ocasión. Al final del tramo 103 y pendiendo del techo, se aprecian varias formas reconstructivas, compuestas por estalactitas isotubulares, cuya formación está supeditada a que las causas de caudal presentan algunos valores negativos y las causas climáticas fuertes valores positivos (21). Los siguientes tramos no difieren mayormente de lo descrito, salvo que la anchura de la galería es de 8 a 10 m., por otros tantos de altura, y que sus techos ostentan algunas estalactitas sin mucha extensión. Al término del tramo 105, se eleva una pared de unos cuatro metros, que salvados nos ponen en comunicación con el tramo 108. Aquí pudimos observar igualmente montones de hojarasca, lo cual nos indicaba la existencia de una salida al exterior.

Tras un fuerte ascenso se llega al término del tramo 108, base de la sima que da al exterior. Efectivamente, descendida ésta, desde el exterior se pudo comprobar su unión con la galería principal. De paredes estrechas, unos 2 m., se halla completamente al desnudo la roca madre, cubierta siempre por el continuo degoteo. Es una clásica sima de hundimiento, abierta en una diaclasa de dirección W.NW.-E.SE.

Esta sima puede componerse de un primer embudo de paredes más o

menos verticales, y un segundo tubo vertical propiamente dicho, que se asienta sobre el término del tramo 108.

Como quiera que sólo en 45 m. de esta sima es necesaria la utilización de escalas, no cabe duda que el acceso a este complejo subterráneo se debe hacer a través de esta boca y no por la primera descrita, que tiene 90 m. de desnivel.

La pared SW. de esta sima se halla totalmente desnuda, no sucediendo así con la pared NE., que se halla completamente cubierta por una colada estalagmítica. Hacia el W. sigue la galería pero termina a los pocos metros, como puede verse en el tramo 109.

Si volvemos tras nuestros pasos, pero esta vez continuando en dirección S.SE., nos hallaremos en los tramos 110 y 111, siendo este último el punto más bajo de la galería. A mitad del recorrido del 110, y en dirección E.SE., continúa unos metros la diaclasa responsable de la sima, que cruza casi ortogonalmente a la galería principal.

En todo el recorrido habido desde el pie de la primera sima hasta este punto, y aún en los siguientes tramos hasta el 122, se observa que la galería quedó muerta súbitamente. De típicas galerías gravitacionales, pasó al siguiente proceso decalcificativo, cuando la corriente hipohídrica desapareció, formándose los procesos clásticos, principal fenómeno de este aparato subterráneo.

De acuerdo con Montoriol, estos procesos clásticos debemos de definirlos como *graviclásticos*; así lo indican en la mayor parte de los casos el caos de bloques de disposición anárquica, formados por unidades más o menos paralelepípedicos de aristas casi perfectas y carentes de testigos de decalcificación (18). Ello no indica, por el contrario, que no se den en este fenómeno espeleológico procesos *glytoclásticos* como veremos más adelante.

Los tramos 112, 113, 114 y 115 son ligeramente parecidos a los previos tramos, así como presentan la misma dirección. El 116, se había cruzado por una diaclasa ortogonal de poco recorrido; aquí el suelo se halla cubierto de sedimentos, no siendo difícil que por esta galería ortogonal circule algo de agua durante el invierno, siendo sus paredes lisas y húmedas. En el tramo 117, los procesos clásticos desaparecen, componiéndose mayormente de sedimentos y procesos detríticos de pequeño volumen.

En el tramo 118 se pueden apreciar en la pared un rosario de hermosas formaciones quimiolitogénicas de tipo excéntrico, adoptando las formas más variadas, desafiando a la ley de la gravedad, como suele ocurrir en este tipo de reconstrucciones.

Siguen en este tramo los sedimentos cubriendo el suelo, hallándose al final del tramo varios mantos litogénicos, con la particularidad de estar cruzados por varias líneas de fractura que demuestran la inestabilidad de los bloques subyacentes, formando fenómenos de soliflucción (13).

En el tramo 119 el suelo se halla cubierto de estalagmitas de tipo *climáticas*, debido a que las causas de caudal tienen un valor negativo escaso, mientras que por el contrario, las causas climáticas son sumamente positivas (21). Sedimentos y procesos detríticos se suceden por el suelo sin interrupción. Los tramos 120 y 121, se caracterizan por el descenso de los techos. Al final del 122 se abren tres simas colaterales, que no fueron exploradas, a causa de lo tardío de la hora. No podemos adelantar si la galería continúa hacia arriba, aunque teóricamente así debe ser, pero no hay que descartar la posibilidad de que la probable continuación haya quedado colgada en las paredes de alguna de estas simas.

Resumiendo, podemos manifestar que la *galería río arriba* en líneas generales, se abre en una sola diaclasa, mostrando una morfología típica, la clástica. Los asomos reconstructivos son mínimos, aunque se den estalactitas de *caudal* y estalagmitas *climáticas*, así como algunos «gours», dándose igualmente fenómenos de soliflucción.

C) Galería del río muerto hacia abajo

Si volvemos tras nuestros pasos y llegamos de nuevo a la base de la primera sima, podremos reanudar el progreso de la galería río abajo.

De este modo y en dirección N.NW. emprendemos el camino ascendiendo por el tramo 1, túnel natural o pseudo-galería, debido a que el techo está formado por un bloque clástico de colosales proporciones. Situados sobre el bloque, apenas se vislumbra el techo natural, formado por la loma topográfica, mediando un vacío de más de 50 m.

Progresando por la galería, esta vez descendiendo paulatinamente, por los tramos 2 y 3, la vista pierde el techo, a 30 ó 40 m. de altura, con anchuras que oscilan entre los 15 y 20 m.

La disposición anárquica de los fenómenos clásticos nos acompañarán en todo el recorrido galería abajo, como puede verse por el plano adjunto.

La carencia absoluta de toda clase de fenómenos reconstructivos es patente en todos estos primeros tramos.

Tras descender por los siguientes segmentos, sin ninguna diferencia a los previos, pasamos al tramo 6, cuyo techo se rebaja hasta los 10 m., con anchura de 8 m. Los signos erosivos, con marmitas conjugadas, son visibles en ambas paredes. Los sedimentos finos y granulados permutan con el clástico al final del tramo 7. En este punto se observa una diaclasa satélite casi ortogonal a la galería principal, que en apariencia continuaba, pero que por considerarla de secundaria importancia se dejó para mejor ocasión. En el tramo 8 y 9 el techo baja bruscamente a 13 m. del suelo, pero rápidamente alcanza de nuevo su altura acostumbrada.

Otra pequeña diaclasa perpendicular al recorrido se extiende en el tramo 10, pero de escasa importancia, estando su suelo cubierto de bloques detríticos de pequeñas dimensiones. Las paredes muestran trabajos erosivos fuertes, así como una hilera de marmitas conjugadas, al mismo tiempo que se elevan los techos, lo que demuestra la gran evolución del thalweg muerto en épocas pretéritas, que fue profundizando su cauce en busca del nivel de base.

Al llegar al tramo 13, el techo desaparece, y por la disposición del suelo parece corresponder al tubo de una sima, aunque tal vez cerrada al exterior, formando un embudo o dolina de los que tanto abundan en *Itrina*. En estos momentos la galería de nuevo desciende bruscamente, hasta el tanto de creer que la galería termina, no obstante retando a través de unos bloques elásticos se consigue alcanzar el tramo 15, donde el techo alcanza su altura normal. En el paso anteriormente descrito se pudo comprobar una gran corriente de aire, que a todas luces nos habla de una dependencia con otras bocas al exterior.

El suelo del 16 se halla desprovisto de bloques elásticos; sin embargo, cubierto por arcillas sedimentarias. Los bloques aparecen de nuevo en el 17, abriéndose una sima a uno de sus lados, de escasa importancia. En la parte derecha de la pared se aprecian a una altura de 1.60 m. restos de diafragmas estalagmíticos suspendidos y adheridos a la pared, con un total vaciado de los productos subyacentes, lo cual nos indica la existencia de varias interépocas o períodos xerotérmicos, en los cuales la circulación hipohídrica inicia un período de aluvionamiento, formándose posteriormente una corteza estalagmítica al cesar la circulación, testigo de una fase seca del conducto. Una nueva época fluvial excava el substrato y queda colgado tan sólo, los restos de la corteza estalagmítica. Este fenómeno le hemos podido comprobar en innumerables fenómenos espeleológicos (25) (26).

En el tramo 18 existe un bloque de inmensas dimensiones, al cual hay que sortear por su derecha. Las siguientes tiradas 19, 20 y 21 no tienen nada digno de mención, salvo que la pendiente del suelo se estabiliza, y aún empieza ahora a ascender paulatinamente. La dirección de la galería sigue como de costumbre N.-NW. con ligeras variaciones.

Al final del tramo 21 nos encontramos con una diaclasa de considerables dimensiones, ortogonal a la galería principal. El tramo con dirección N.-NW., que luego cambia ligeramente al W., corresponde a los tramos 22, 23 y 24. El suelo está formado por un verdadero *río de piedras* (19), sin un asentamiento claro, siendo incluso peligroso el andar sobre él, dada su inestabilidad. Está claro que el tramo 23 y 24 es la base de una sima. Así lo demuestra una pala de carbonero hallada en este lugar, proveniente del exterior, de hierro forjado, con el mango de madera de tejo de la misma forma de la rama. Su antigüedad sobrepasará fácilmente los cien años, dado

que los últimos carboneros que pasaron por *Itrina* datan del siglo pasado, amén de que la forja de la pala es de factura bastante antigua.

No obstante, el suelo de la sima no se halla enmascarado con hojas, lo que parece demostrar que tal vez ahora se halla cerrada la entrada por los acarreos modernos.

El otro extremo de la galería que corta a la galería principal, lleva dirección E.-SW. y corresponde a los tramos 25, 26 y 27, siendo su comienzo de fuerte pendiente, unos 40°, hallándose su suelo cubierto de bloques, con carencia de fenómenos reconstructivos.

Siguiendo con la progresión, nos hallamos al término de la tirada 29, con una pequeña sima, de 8 m. de profundidad, sin ninguna particularidad digna de mención, así como tampoco los tramos 31 y 32 que siguen ostentando los fenómenos clásticos.

A partir de este último segmento, la dirección de la galería cambia casi bruscamente a N.-NE.

Las paredes de esta galería se estrechan algo más, en comparación con los previos tramos, y van tomando formas algo más juveniles en algunos lugares. De nuevo vuelven a observarse «*costras de exudación*» adheridas en diferentes partes de la pared en el tramo 33, así como el suelo se halla formado por «*gours*» y sedimentos arcillosos. La altura al techo sigue oscilando entre los 25 y 35 m. Al iniciar el tramo 35, se abre una sima a la derecha, que sondeada dio cerca de los 50 m., quedándose sin explorar por la premura de tiempo.

En este lugar se pudo comprobar la existencia de varias estalagmitas *mixtas*, de base muy extendida, que según Montoriol y Thomas (21), es debido a un fuerte valor positivo de las causas de caudal y climáticas, dando lugar exclusivamente a estalagmitas, al haber un fuerte aporte de CO_2 Ca al piso. El agua tardará en ceder el CO_2 , formándose la estalagmita alrededor del punto de caída. Además puede considerarse que enmascare posibles procesos clásticos. Estas consideraciones indican por otra parte una termocirculación de dos o más bocas, como efectivamente hemos visto sucede.

La galería vuelve de nuevo a cambiar de dirección, a N.-NW., que es la dirección de la diaclasa que al fin y al cabo rige para todo el conducto subterráneo. En el tramo 36 nos asomamos una vez más a otra de las tantas simas que se prodigan en este complejo. En lugar de continuar por la galería que ahora adopta la forma V de vértice muy agudo, descendemos a la sima que da una profundidad de 18 m. A partir de este punto nos encontramos con un verdadero *dédalo* de galerías de proporciones reducidas (anchuras y alturas oscilando entre los 3 y 5 m.), con una extensión de 50 m., hasta hallar de nuevo otra sima. Todo este recorrido, por lo avanzado de la hora, quedó sin topografiar.

En una de estas galerías laberínticas, que conduce a la *Sima Final*, halla-

mos el fenómeno denominado *piel de leopardo* sobre las paredes, formadas por una capa arcillosa del tamaño de un duro de níquel, rodeada de una aureola blanca, como ha sido vista igualmente por los hermanos Fernández-Rubio en la vecina *Cueva de Mairuelgorreta* (7). Este dedalo de galerías se abrieron a presión hidrostática (Efforationsgang s/Kyrle) (10), aprovechando la conjunción de soluciones de continuidad ortogonales.

Cerca de la *Sima Final* se pudo observar igualmente varios fenómenos de cavitación en las paredes, mostrando oquedades casi elipsoidales, que indican el régimen turbillonar hipohídrico reinante.

Otro de los fenómenos que nos llamó la atención, en una de estas galerías fue lo que denomina Montoriol (19) proceso *Glytoclástico monorreticular*. Actualmente se halla en una fase incompleta, dado que todavía no han comenzado los derrumbes. Se ha iniciado en una fase de circulación hipohídrica a presión hidrostática, formándose galerías de sección equidimensional. Al continuar el proceso glytogénico van desapareciendo las porciones de roca madre situadas entre las galerías, reduciéndose a simples columnas. Al proseguir la acción erosiva desaparecen incluso hasta las columnas, que es la actual fase en que se encuentran varias de las galerías de que hablamos.

En el trayecto hasta la *Sima Final*, pudimos comprobar algunas formas reconstructivas, especialmente estalactitas de caudal, y formaciones *coralíferas* pendiendo de finas estalagmitas.

Al pie de la sima del tramo 36, nos da una profundidad con respecto al exterior de 220 m. De este punto al borde de la *Sima Final*, calculamos unos 10 m. de desnivel, lo cual hace un total de 230 m.

La *Sima Final* en cuestión está formada por una gran diaclasa en forma de V, de paredes desnudas, con signos visibles de erosión. Sondada, nos dio cerca de los 12 m. de profundidad, lo que en total supone 272 m., a partir de la boca de la entrada a este antro. A fuer de sinceros, creemos que esta sima tiene continuación por alguna otra galería, que trataremos de desvelarlo en un futuro próximo.

En este punto de máxima profundidad pudimos distinguir claramente el ruido de una fuerte corriente de agua, aunque nos quedamos en la duda si sería verdaderamente un río permanente, o solamente el acúmulo de las aguas recién caídas del exterior, pues por aquellos días en que se llevó a cabo la exploración, en el exterior estuvo durante muchas horas lloviendo fuertemente, acompañado de gran aparato eléctrico.

Cerca de la *Sima Final* pudimos observar igualmente algunas terrazas colgadas de roca madre, que se identifican con aquellas que los hermanos Fernández-Rubio estudiaron en la *Caverna de Mairuelgorreta* (7), habiéndose formado por una diferenciación granulométrica y cristalográfica en el CO_3Ca , o por una relapidificación debida a la presión a que se vieron sometidas las calizas.

La cavidad en general, dado su estado actual, la podemos clasificar dentro del tipo de *merofosilización mixta*. Según Llopis Lladó (14), en un karst se da un 75 por 100 de casos de karst merofósil imperfecto, 20 por 100 de karst perfecto y un 5 por 100 de karst holofósil, añadiendo que un 80 por 100 de las formas kársticas actuales no son más que formas fósiles, incorporadas a la morfología kárstica actual.

ESPELEOGÉNESIS

Indudablemente la génesis de este fenómeno espeleológico se debe a la acción químico-mecánica del agua, a través de diaclasas que tan importante papel juegan. Por el contrario, los joints de estratificación no resuelven apenas nada para la abertura de las galerías, considerándose éstas sólo como de segundo orden por su importancia.

La galería principal vemos que corre en dirección N.-NE., con ligeras variaciones, como es lógico en toda galería subterránea.

Las aguas provenían, como puede seguirse por la espeleografía, de la parte superior de las galerías, río muerto arriba, y que en el exterior puede ubicarse en las cercanías del collado entre los montes de *Igalirrintza* (1.200 metros) y *Lekenda* (1.302 m.). Aportes posibles de ambas simas abiertas hoy actualmente al exterior no se deben de descartar, así como las innumerables dolinas, que van jalando como hitos por el exterior, el recorrido hipogeo de la galería.

Actúan primero las corrientes a presión forzada, y luego en sentido libre o gravitacional a través de la diaclasa en profundidad. Se suceden diferentes épocas de más o menos caudal, cesando en repetidas ocasiones, como puede apreciarse por las costras de exudación adheridas a las paredes, que nos hablan de un rejuvenecimiento y senilidad de la corriente hipohídrica.

Finalmente cesa la fase de activo funcionamiento de la cavidad, tal como actualmente se encuentra, al menos en la parte explorada. Ya hemos dicho en el apartado anterior que se oyeron síntomas de existir un cauce de agua en profundidad.

Se suceden los hundimientos *gravitásticos* que afectaron a los estratos, produciéndose posteriormente en algunos puntos de la galería procesos litogénicos, aunque de muy poco desarrollo. Por tanto, resumiendo, tenemos: a) Fase de circulación activa; y b) Fase de filtraciones, responsables de los procesos gravitásticos, formas reconstructivas y algunos movimientos de soliflucción de varios mantos litogénicos, en la parte final de la galería río muerto arriba.

Según las indicaciones de Maucci y Scala (15) y (29), podemos deno-

minar este complejo espeleológico como de *Caverna Compuesta* en conjunto, habiéndose excavado sus galerías en el seno de una diaclasa principal semitectónica, en la que se conjugan la acción decalcificadora del agua meteórica y la rotura orogenética de la corteza.

ESPELEOMETEREOLÓGIA

La *Sima de Ur'ikobaso'ko Lezandi*, se comporta como una cavidad abierta (20). Teniendo en cuenta que en verano la temperatura interior es menor que la del exterior, sucediendo lo contrario en invierno, nos hallamos ante un típico caso de termocirculación en tubo de viento, cuyo factor principal es el poder termorregulador de la roca caliza. No hemos de olvidar que por lo menos, tiene otra salida al exterior en el tramo 108 y probablemente en el 23. Como detalle diremos, que al pie de la sima principal, a 100 m. de profundidad, llega la luz del día, aunque muy atenuada.

En algunas de las bases de las presuntas dolinas que dan al exterior, se pudo comprobar que la roca madre presentaba signos erosivos rayanos en la corrosión. Sin embargo, no podemos considerar el agua como corrosiva, dado que hay que tener en cuenta que la temperatura del medio ambiente era de 4.5° C., y las tablas de Tillmans son para una temperatura de 17° C., debiéndose, por tanto, tener presente la variación termodinámica de la constante de equilibrio con respecto a la temperatura, puesto que además, ya sabemos que el carbonato cálcico es bastante más soluble en frío que en caliente. El resultado de las pocas observaciones termodinámicas en esta exploración en el mes de septiembre, son las siguientes:

Día	Hora	Tramo	Temperatura	Aire	Observaciones
17	16	1	4,5	ligera corriente	Base de la Sima
17	19,43	103	4,5	id. id.	
17	20	122	7,5		→ { Se recoge en las inmediaciones un arácnido.
18	11,40	25	4,5		
18	14	36	5		

HIDROLOGÍA

Las redes hipohídricas están condicionadas como se sabe por la gravedad y por las diferentes soluciones de continuidad; a saber, diaclasas y joints de estratificación.

A pesar de que la dirección de los estratos es ligeramente al SW. con inclinación de 15°, no obstante las galerías hipogeas de esta cavidad, siguen

la dirección NW., condicionadas esencialmente por una gran diaclasa, que ha jugado el principal papel en el desarrollo subterráneo.

A) Zona de absorción

Las calizas de *Itxina* se hallan muy dislocadas y por tanto son muy permeables. El extenso campo de lapiaz que se halla en *Itxina* hace el terreno casi menos que intransitable, hasta el punto que de perder los pocos senderos existentes, el extravío puede considerarse seguro. Las dolinas se suceden una tras otra por cientos, y hasta puede darse el caso, como sucede con el fenómeno objeto de estas líneas, de poder seguir exteriormente la dirección de la galería hipogea, gracias al rosario ininterrumpido de estos fenómenos de absorción. Para dar idea de lo que alberga este aparato kárstico, diremos tan sólo que tenemos hasta la fecha prospeccionados más de 85 fenómenos espeleológicos, especialmente de desarrollo vertical. Resumiendo, por tanto, consideraremos como zona de absorción el extenso lapiaz y sus innumerables dolinas.

B) Zona de conducción

La zona de conducción han sido las actuales galerías muertas, que progresan bajo el lapiaz de *Itxina*. No obstante, no cabe duda de que deben de existir galerías con circulación hídrica, pues así lo demuestran las varias surgencias que existen, como luego hablaremos en el siguiente apartado.

Tal vez si continuamos con la exploración del fenómeno espeleológico descrito, y que quedó sin explorar totalmente, nos sonría la fortuna, y podamos hallar el nivel actual de las aguas, que al menos ya se dejaron, si no ver, sí oír el rumor del torrente, en los últimos tramos de la galería río abajo, tramos 36 y siguientes. Por el contrario, puede ocurrir que dicha corriente no sea perenne, sino acúmulo de las aguas de lluvia recién caídas como hemos dejado entrever en anterior apartado. Sea lo que fuere, no cabe duda que la exploración debe de continuarse, a fin de despejar esta incógnita tan sugestiva.

C) Zona de emisión

Por considerar del máximo interés para el estudio hidrológico de *Itxina*, pasamos a reseñar las diferentes surgencias que se abren al exterior del circo de *Itxina*, en la pared NW. o W. y que se hallan íntimamente ligadas a las zonas de conducción descritas.

Para la descripción de estas surgencias, nos vamos a valer de los trabajos efectuados por Menjón (20) el año 1903. Entresacamos:

«... el principal manantial es el de *Aldabide* o *Aldabideko-ebroa*, cuyas aguas, unidas a las de los arroyos *Sintxita* y *Malcor* o *Inerazurrum*, constituyen el río *Arrauri*.

El denominado *Alarrieta* o *Urbitarre* está formado por los denominados *Errekagatxo 1.º y 2.º*, *Pagaluze* o *Ibizarbin*, *Zalgorta*, *Mazpilora* o *Austerritze* y *Zubilendeta*.

El *Malcor* o *Inerazurrum* está formado por el *Txarritxabolcia 1.º y 2.º*, *Ubidcsasi* y otros de menor importancia.

El *Achuri* afluye también igualmente en la fuente de *Abusinaga*. El *Urkuillu* o *Zubieta*, está formado por las aguas de los *Galiturrieta*, *Atzagorta*, y otros, y confluye en el *Arrauri* en el vecino pueblo de Ibarra. Las aguas de estos arroyos desembocan en el mar mezcladas con las del *Nervión*...»

«... los aforos realizados en agosto, septiembre, octubre y noviembre de 1903 fueron los siguientes:

Manantiales	Agosto l/s.	Septiembre l/s.	Octubre l/s.	Noviembre l/s.
Aldabideko-Ebroa	37	37	73,5	39,25
Sintxita	24,40	24,40	32,2	26,00
Txarritxabolcia		11		
Inerazurrum			22	23,25
Ibizarbin		8		
Errekagatxo	31,20	31,20		
Urbitarre			49,6	45,20

El análisis de las aguas del manantial de *Aldabideko-Ebroa* fue el siguiente:

Grado hidrotimétrico total	7º. 75 C.				
Grado fijo a 130º	0,112 g/l				
Materias orgánicas	<table> <tbody> <tr> <td>En ácido oxálico</td> <td>0,00440</td> </tr> <tr> <td>En oxígeno en peso</td> <td>0,000567</td> </tr> </tbody> </table>	En ácido oxálico	0,00440	En oxígeno en peso	0,000567
En ácido oxálico	0,00440				
En oxígeno en peso	0,000567				
Nitrógeno nitroso	Indicios despreciables				
id. nítrico	id. id.				
id. amoniacal	id. id.				

Hasta aquí los resultados obtenidos por Menjón en el año 1903.

Como quiera que desde entonces pudieran haber cambiado los resultados nos pusimos en contacto con la S. A. Hijos de Mendizábal, de Durango (Vizcaya), quienes nos manifestaron en una atenta nota del 19-X-61, que adquirieron a Ramón Pradera e Hijos, de Miravalles (Vizcaya), el salto de aguas en construcción de Usabel. Según consta en la nota, los arroyos que

alimentan el depósito de Usabel son: *Aldabideko-Ebroa*, *Sintxita*, *Txarritxabolcia*, *Ubidcsasi*, *Errekagatxo*, *Pagaluze* y *Mazpilora*. La operación total de entrada al depósito fue en marzo de 1957, de 45 litros, y en septiembre del mismo año 35 litros.

Como puede observarse de ambos aforos, que los separa una distancia de cincuenta y cuatro años, los cambios sufridos son considerables, pero no vamos aquí a considerar a qué es debido la diferencia tan notable, si a error de aforos, a cambios climatológicos, a fugas en profundidad, o a otros factores. Ello puede ser motivo aparte de un estudio, en un futuro próximo.

FAUNA

En el tramo 122, se capturó un *Opilion*, clasificado por D.ª Rambla de San Miguel como *Ischyropsalis dispar* macho, Simón, 1872. Simón la cita por primera vez en Vizcaya en las cuevas de Orduña. No obstante, hemos de manifestar que tales cuevas no se hallan en nuestra provincia, si bien pueden hallarse en Alava o en Burgos, dado que Orduña se halla en el límite de las tres provincias. Por tanto, puede considerarse como el primer ejemplar hallado en nuestra provincia. No tenemos otras citas posteriores, aunque Dresco (Francia) se dedicaba hace ya dos o tres años a la recolección de *Ischyropsalis* pirenaicos, pero no tenemos noticia de que haya publicado ningún trabajo. (Datos debidos a D. Enrique Balcells, de Barcelona).

En el tramo 114 se hallaron restos óseos diseminados sobre el suelo, que según Balcells pertenecen a una ardilla. Sin duda alguna proceden de la sima que se abre en el tramo 108. Restos de murciélaguina, se pudo comprobar en el tramo 33, extendido sobre el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ANDRÉS BELLET, O.: *Sobre ciertas particularidades de la karstificación en el macizo de conglomerados cocenos de Sant Llorenç del Munt*. «Speleón», t. XI, enero-diciembre 1960, núms. 1, 2, 3, 4, págs. 27-46. Oviedo.
- (2) FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MONTAÑISMO: *Anuario de la F. E. M.*, año 1960. Madrid.
- (3) ERASO, ADOLFO: *Polje de Zaldive*. «Munibe», año 1958, núm. 4. San Sebastián.
- (4) ERASO-LLANOS-AGORRETA FARIÑA: *Karst del S. E. de Gorbica*. «Boletín de la Institución Sancho El Sabio», núm. 12. Vitoria, 1959.
- (5) EXCURSIONISTA MANUEL IRADIER (Sección Espeleología): *Notas sobre la Cueva de Mairuelegorreta*. «Munibe», San Sebastián, año 1958.
- (6) FACULTAD: «Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de Bilbao», año II, núm. 8, abril 1961, pág. 8. Bilbao.
- (7) FERNÁNDEZ-RUBIO, RAFAEL Y FRANCISCO: *Consideraciones geomorfológicas acerca de algunos fenómenos en el Karst*. «Boletín de la Institución Sancho El Sabio», número 12, pág. 43. Vitoria, año 1959.

- (8) GOROSTIAGA, EULOGIO: *Anuario Eusko-Folklore*, pág. 71. Escuela de Artes y Oficios de Vitoria, año 1926. Vitoria.
- (9) PSEUDÓNIMO: *Hierro*. Diario de la tarde. Día 25 VII-61. Bilbao.
- (10) KYRLE, G.: *Grundriss der theoretischen Speläologie*, año 1923. Viena.
- (11) LLOPIS LLADÓ, N.: *Morfoestructura de los relieves de pudúngas de Sant Llorens del Munt, Sierra de l'Obac*. «Estudios Geográficos», año V, núm. 17, págs. 687-814, 28 figs., 10 láms., 1 mapa. Madrid, año 1944.
- (12) — — *Sobre algunos principios fundamentales de morfología e hidrología kárstica*. «Estudios Geográficos», año XI, núm. 41, 36 págs., 7 figs., 12 fotogr. Madrid, año 1950.
- (13) — — *Sobre algunos fenómenos de subsistencia y solución en las cavernas*. «Speleon», t. II, núm. 4, págs. 217-224. Oviedo, año 1951.
- (14) — — *Karst holofossile et méro-fossile*. Premier Congrès International de Spéléologie. Publications du Congrès, t. II, Section 1. Paris, año 1953.
- (15) MAUCCI, W.: *L'ipotesi dell'erosione inversa, come contributo allo studio della speleogenesi*. «Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali», vol. XLVI, Trieste, año 1951-52.
- (16) — — *Il fenomeno della retroerzione nella morfogenesi degli inghiottitoi*. Atti del Congresso Nazionale di Speleologia, pág. 221-236, 15 figs. Como, año 1956.
- (17) MENJÓN, F.: *Proyecto de abastecimiento de agua del Gorbea para la I. Villa de Bilbao*. Imprenta y encuadernación de la Casa de Misericordia. Bilbao, año 1913.
- (18) MONTORIOL PONS, J.: *Los procesos clásicos hipógeos*. «Rass. Sp. Italiana», anno III, fasc. 4, págs. 119-129, 6 figs., 10 fots. Como, año 1951.
- (19) — — *Resultado de nuevas observaciones sobre los procesos clásicos hipógeos*. «Rass. Sp. Italiana», fasc. VI. Como, año 1954.
- (20) — — *La distribución térmica en las formaciones hipógeas y sus consecuencias en cuanto a la dinámica del aire*. «Memorias de la Asamblea Regional de Espeleología, Carranza (Vizcaya), año 1958». Publicaciones de la Excma. Diputación de Vizcaya. Bilbao, año 1959.
- (21) — — THOMAS CASAJUANA, J. M.: *Sobre la abundancia relativa en las formaciones hipógeas de estalactitas y estalagmitas, con algunas consideraciones sobre la morfología de los mismos*. «Urania», núm. 235, págs. 1-8, 3 figs. Tarragona, año 1953.
- (22) MEÑOYERRO, J. L.: «La Gaceta del Norte». Diario de la mañana, día 17-V-61. Bilbao.
- (23) — — «La Gaceta del Norte». Diario de la mañana, día 1-X-61. Bilbao.
- (24) NOLTE Y ARAMBURU, E.: *Catálogo de fenómenos espeleológicos de la provincia de Vizcaya*. «Speleon», t. XI, enero-diciembre, núms. 1, 2, 3, 4. Oviedo, año 1960.
- (25) — — *Caverna de Lezate*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 57. Madrid, año 1960.
- (26) — — *Notas para el estudio de la Caverna de Peña Roche*. NOTAS Y COMUNICACIONES DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, núm. 61. Madrid, año 1961.
- (27) RAT, P.: *Structure de la chaîne Basco-Cantabrique entre le Massif du Gorbea et la Plaine de Durango (Espagne)*. «Comptes-rendus des séances de l'Académie des Sciences», t. 238, págs. 707-709, séance du 8 février. Paris, año 1954.
- (28) — — *Les milieux Urgoniens Cantabriques*. «Bulletin de la Société géologique de France», 7.^a série, t. I, págs. 378-384. Paris, año 1959.
- (29) SCALA, C.: *Note in margine alla teoria dell'erosione inversa*. «Studia Speleologica», junio 1957. Nápoles.

Grupo Espeleológico Vizcaino
Excma. Diputación de Vizcaya

Recibido 20.XII 61.

CARLOS FELGUEROSO y JUAN COMA

NOTA SOBRE EL SUBBETICO DE LA PROVINCIA DE CORDOBA

A mediados del año 1961, el Instituto Geológico y Minero de España ha comenzado un estudio detallado de la provincia de Córdoba con vista al aprovechamiento racional y exhaustivo de sus aguas subterráneas. Este estudio va a durar unos dos años y tendrá, como es lógico, dos vertientes: la geológica y la hidrológica.

La Superioridad nos ha encomendado la realización de este Plan, con la colaboración de los ayudantes Llorente e Ibáñez, en lo que respecta a la toma y ordenación de los aforos realizados en los aprovechamientos existentes.

* * *

Como se sabe la provincia de Córdoba, desde el punto de vista geológico, esquemáticamente se puede dividir en tres partes: la Norte, en la que afloran sedimentos paleozoicos y rocas intrusivas; la Central, la campiña cordobesa, en donde fundamentalmente se encuentran terrenos terciarios, y al Sur, en los que hallamos sedimentación secundaria y terciaria.

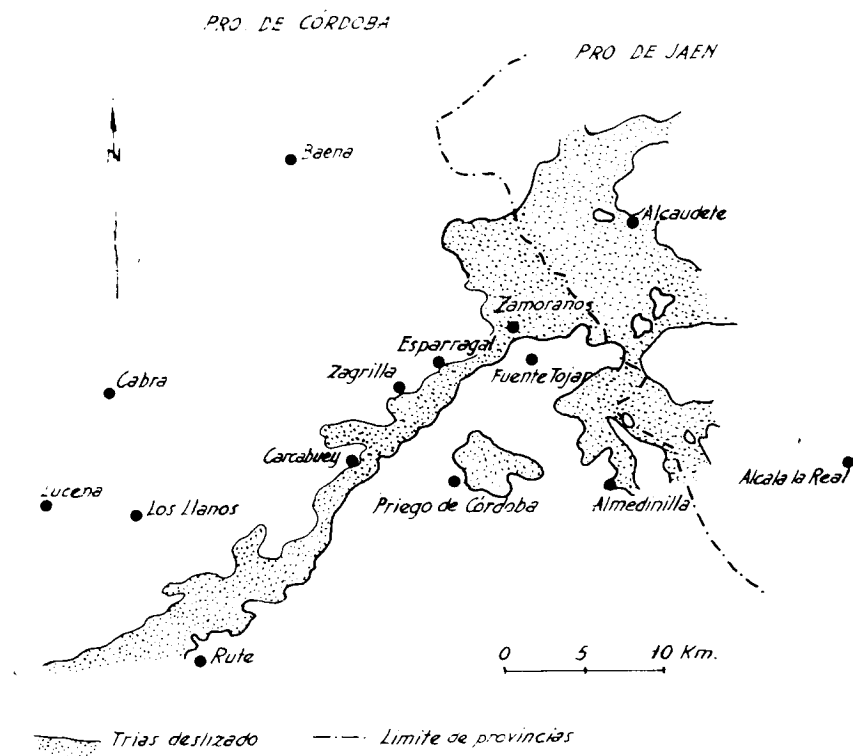
De momento hemos concentrado nuestra atención en la parte Sur y el borde meridional de la Campiña, centrando el trabajo en la zona comprendida en las hojas de Montilla, Baena, Lucena, Puente Genil, Alcalá la Real y Alcaudete. Las observaciones que ofrecemos en la presente nota se refieren principalmente a una zona definida «a groso modo» por los pueblos de Aguilar, Montalbán, La Rambla, Montemayor, Nueva Carteya, Baena, Almedinilla, Priego de Córdoba, Rute, Lucena y Cabra, aunque esporádicamente hayamos realizado excursiones radiales de mayor alcance, llegando a Puente Genil, Estepa, Antequera, Archidona, Alcaudete, etc. Este área de trabajo pertenece en su mayor parte a lo que en bibliografía geológica se conoce con el nombre de Zona Subbética.

Del trabajo que llevamos realizado hasta la fecha hemos podido establecer las siguientes conclusiones:

1. La existencia de una extensa y alargada faja de Trias que sin solución de continuidad va, por lo menos, desde el Norte de la hoja de Alcaudete hasta el Sur de la de Lucena, como puede apreciarse en la figura.

Este Trias está para nosotros deslizado sobre un yacente autóctono diverso, aunque generalmente se apoya sobre un Cretáceo.

La realidad de este hecho lo hemos podido comprobar en muchos sitios —Sur de la hoja de Lucena, Norte de Almedinilla, zona de Zamoranos, et-



cétera— sin lugar a dudas, aunque en otros, debido a que el Trias generalmente ocupa las depresiones, su posición relativa no esté clara. Para nosotros, esta masa de Trias constituye un verdadero e importante manto deslizado.

La facies de este Trias es la que en la terminología geológica se conoce con el nombre de Trias germanoandaluz y pensamos que la mayor parte de sus sedimentos pertenecen a su tramo inferior, Buntsandstein, o si se quiere Werfeniense (según Fallot).

En algunas excursiones que hemos realizado saliendo de los confines de la provincia de Córdoba hemos visto que el Trias de Antequera está también deslizado. A nuestro juicio este Trias Citrabético tendría la misma significación tectónica que por el estudiado con detalle por nosotros. Aunque

hacemos notar que esta zona del Norte de Málaga la hemos recorrido rápidamente.

2. Todo lo visto hasta ahora nos hace pensar que las formaciones jurásicas, cretácicas y terciarias del Sur de la provincia de Córdoba son, en general, autóctonas y lo mismo creemos de las que al marchar hacia el Sur se encuentran hasta Antequera. El Secundario se sumerge siempre claramente debajo del Trias deslizado, aunque encontramos Mioceno encima de él.

Pensamos, como acabamos de decir, que la mayor parte de las formaciones secundarias o terciarias del Subbético de la provincia de Córdoba son autóctonas.

3. Ciñéndonos a la hoja de Lucena y dentro de ella y como accidente de carácter local, diremos que en el macizo encuadrado por los pueblos de Cabra, Doña Mencía, Luque y Zagrilla hemos comprobado la existencia de retazos bastante extensos y frecuentes de una serie deslizada formada por Keuper, carníolas y calizas dolomíticas posiblemente del Lías inferior. Esta serie deslizada forma entre otras, la elevación sobre la que se asienta la Ermita de Nuestra Señora de la Sierra, todos los afloramientos calizos que se encuentran al Norte del pueblo de Cabra, el pico de Lobatejos y las elevaciones calizas que se encuentran inmediatamente al Sur de la carretera de Cabra a Priego.

La realidad de esta serie deslizada (el Prof. Fallot ya había hecho notar la situación deslizada de las calizas de la ermita) lo hemos comprobado en cinco sondeos de investigación y de alumbramientos de agua, en los cuales se ha atravesado en todos ellos el Keuper para entrar en tres de ellos en el Mioceno, posiblemente Burdigaliense inferior y en los otros dos, en las calizas oolíticas del Jurásico.

De todas maneras creemos que la magnitud del deslizamiento sea de pocos kilómetros, debiendo encontrar su raíz muy cerca hacia el Sur, posiblemente en las elevaciones de Camorra y Camorrilla que quizá ya solamente cabalguen a las formaciones que las rodean.

Por tanto, pensamos que las calizas oolíticas autóctonas que forman la mayor parte del macizo tendrán debajo la serie que hemos encontrado encima deslizada.

* * *

En resumen: Creemos que se puede asegurar la existencia de extensas masas de Trias deslizado que avanzan mucho hacia el Norte. Si a este hecho añadimos nuestro convencimiento de que la generalidad del Secundario del Sur de la provincia de Córdoba es autóctono creemos que ambas cosas podrían bien ayudar a aclarar problemas que no tenían fácil explicación.

Recibido 31 I 1962.

EUGENIO TORRE ENCISO

HALLAZGO DE DOS MOLARES DE MAMUT (*ELEPHAS PRIMIGENIUS*) EN UNA CANTERA DE BUJAN, PROVINCIA DE LUGO

RESUMEN

Dos molares de mamut (*Elephas primigenius*), uno casi completo y el otro reducido a su tercio posterior, se han encontrado en el año último en una cantera de caliza cerca de Buján (Lugo).

En este trabajo se hace una descripción de los molares, así como algunas consideraciones sobre la localización geográfica del yacimiento.

RÉSUMÉ

Deux molaires de mammoth (*Elephas primigenius*), l'une d'elles presque complète, l'autre réduite à son tiers postérieur, ont été trouvées l'année dernière dans une carrière de calcaire près de Buján (Lugo).

Au cours de cette communication on fait la description des molaires et aussi quelques considérations sur la localisation géographique du gisement.

En los primeros días de mayo del pasado año 1961, cuando los doctores I. Parga Pondal, J. M. López de Azcona y el autor de esta comunicación se hallaban realizando una campaña de excursiones geológicas por la provincia de Lugo, el doctor Parga recibió la noticia de que en una cantera de caliza de aquella provincia habían aparecido unos molares y huesos de animales prehistóricos, los cuales habían sido depositados en las oficinas provisionales que la sociedad «Cementos del Noroeste» tenía instaladas al lado de su fábrica entonces en construcción situada en el Oural (Lugo).

En vista de ello, acordamos trasladarnos al Oural, en donde los empleados de dicha oficina nos mostraron los restos hallados hacía aproximadamente un mes, entre ellos un molar de mamut, *Elephas primigenius*, Blum., en buen estado de conservación, que en opinión del Padre Emiliano Aguirre, compartida por el autor, es el inferior derecho.

El molar presenta una suave curvatura en sentido longitudinal, y una

superficie masticatoria aplanada, ligeramente deprimida, recorrida transversalmente por dieciséis láminas completas de esmalte, algo contorsionadas, contándose hacia el centro ocho láminas en diez centímetros de longitud de superficie masticatoria, nueve si se cuentan los centímetros desde la última cresta posterior. Cada cresta sencilla de esmalte tiene un espesor de 1,2 a 1,9 milímetros. A causa del desigual desgaste, la separación o distancia entre las dos crestas de la misma lámina aumenta visiblemente hacia la parte anterior de la superficie masticatoria, pasando de 1 ó 2 milímetros



Distribución de los yacimientos de mamut en España: 1. Pámanes (Santander). 2. Udías (Santander). 3. Posada (Oviedo). 4. Olot (Gerona). 5. San Julián de Ramis (Gerona). 6. Granollers (Barcelona). 7. Madrid. 8. Buján (Lugo).

en las láminas posteriores hasta unos 6 milímetros en las anteriores. La longitud de la superficie masticatoria, medida por su parte central, es de 19 centímetros y medio, faltando en la parte anterior del molar lo que corresponde a tres láminas, por lo que el molar completo tendría probablemente diecinueve láminas, y su longitud total deducible sería unos 22 centímetros. La anchura máxima del molar, medida por la porción central de la superficie masticatoria, es 8 y medio centímetros, y su altura, medida por su porción posterior, llega a 14 centímetros, pero hay que tener en cuenta que las partes laterales que prolongan el molar por el lado de sus raíces están rotas (fotos 1 y 2).

Los demás restos hallados incluyen una vértebra incompleta con el agujero vertebral, parte del cuerpo vertebral de otra, restos de la porción epifisaria

de un hueso largo, y varios fragmentos pequeños de otros huesos de difícil identificación.

Vivamente interesados por el hallazgo, nos trasladamos a la cantera de donde procedían el molar y los fragmentos citados, para comprobar las circunstancias en que habían sido encontrados. Nos acompañó al lugar del

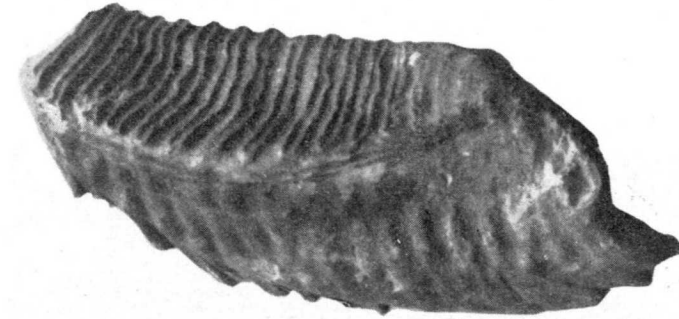


Foto 1.—Molar inferior derecho de mamut hallado en Buján (Lugo) visto por su cara interna.

yacimiento el contratista de la cantera, después de asegurarnos que un segundo molar de elefante hallado en la misma, estaba en poder de uno de los obreros que en ella trabajaban.



Foto 2.—El mismo molar de la foto anterior visto por su superficie masticatoria, con la parte posterior hacia la izquierda de la fotografía.

Para llegar a la cantera partimos de Oural (Hoja de Sarria, núm. 124, cuadrícula B-3), por carretera que, saliendo en dirección sureste, conduce al Incio, ya que la cantera se encuentra próxima a Buján (C-4), Parroquia de Santa Cristina del Viso, Ayuntamiento de Incio, hacia el kilómetro 7 de la carretera, y a unos 250 metros al este de la misma, siendo don José Manuel Rico el contratista que la explotaba para la construcción de la Fábrica de Cementos del Oural.

A la cantera se llega por un camino que va todo en caliza. Tenía, cuando la visitamos, un frente de explotación de 10 a 12 metros de altura, y en él podía apreciarse la existencia de una especie de zanja del mismo alto, originalmente rellena de tierra, cuya parte superior parecía haber sido irregularmente ensanchada, y en la parte restante, media e inferior, creemos debía de tener de 60 a 70 centímetros de anchura. En este relleno o bolsa de tierra pardo-rojiza, porosa, con claros signos de crioturbación, es en donde, a unos nueve metros de profundidad, fueron hallados los dos molares del mamut y los restos de huesos. Estas bolsas de tierra, relleno de grietas y ca-



Foto 3.—Cantera de caliza dolomítica en donde aparecieron los molares de mamut. A la derecha, en sombra, la pared posterior de la grieta en que se hallaron los restos.

vidades fraguadas en la caliza, son bastante frecuentes en todas las canteras que de esta roca existen en Galicia, y en especial en la provincia de Lugo. Debo añadir que el relleno en donde aparecieron los restos, parece haberse producido en una sola etapa, relativamente reciente, que puede datarse con gran probabilidad como de la última glaciación. Así lo atestiguan también, por otro lado, la escasa fosilización de los restos encontrados.

La cantera de que hablamos corresponde a un extenso banco de caliza dolomítica, de color gris oscuro hasta blanco, y en la que se advierte una estructura en capas finas que revela un origen sedimentario. Buza en general con un ángulo de 10 a 20° hacia el N. 200°, si bien la dirección del buzamiento varía algo a lo largo del afloramiento, como cabe esperar debido a la pequeñez del ángulo de buzamiento. La pared posterior de la grieta, que estaba casi puesta al descubierto, seguía un rumbo N. 15°. En la can-

tera podía observarse también la existencia de un importante sistema de diaclasas subverticales de rumbo sensiblemente N. 65° (foto 3).

El obrero que conservaba en su poder el otro molar de mamut encontrado, a mi juicio el inferior izquierdo, nos obsequió con el ejemplar, que es de idénticas proporciones al descrito y fue hallado entero, pero desgraciadamente había sido roto, no quedando de él, aparte de algunos fragmentos pequeños, más que una porción que corresponde aproximadamente al tercio posterior, abarcando unos 8 centímetros de superficie masticatoria con siete láminas de esmalte, y una altura máxima de 18 centímetros, medida parale-



Foto 4.—Fragmento posterior, probablemente del molar inferior izquierdo.

lamente a una de las primeras crestas posteriores. Es de suponer que ambos molares pertenecieron al mismo mamut, y muy verosíblemente también los demás restos (foto 4).

Nos vamos a permitir ahora hacer algunas consideraciones generales acerca del emplazamiento geográfico de la cantera de caliza en donde fueron hallados los molares.

La cantera se encuentra en el valle del río Mao y en la falda sur del monte de Santa Marina, el cual enlaza hacia el Oeste con los montes del Oural que forman divisoria entre la cuenca de Sarria y la de Monforte de Lemos, pero ya en la Somoza Mayor, antesala norte de dicho valle, a pocos kilómetros al sur de Bóveda se une al río Cabe, el cual inmediatamente después, atrave-

sando la corrida de cuarcitas de la Sierra de Moncay por una zona de falla, alcanza el valle o cuenca de la Tierra de Lemos.

Como es lógico, el paisaje actual no difiere, en cuanto a su morfología, del que existiría en los últimos tiempos del Pleistoceno en la época correspondiente a la última glaciación conocida con el nombre de Würmiense, durante la cual debemos admitir que existían por estas zonas rebaños de mamuts, juntamente con otros representantes de la fauna fría del Pleistoceno final o superior contemporáneos suyos, tales como el rinoceronte lanudo (*Tichorhinus antiquitatis*), el bisonte (*Bison priscus*), el oso de las cavernas (*Ursus spelaeus*), etcétera, animales que testimonian un clima mucho más frío que el actual, y una vegetación que, para ponerla de acuerdo con esta fauna, que podemos considerar subártica o periglaciár, correspondería a una tundra o quizás mejor a una estepa fría, es decir, a un tipo de vegetación abierta. Restos de esta fauna han sido encontrados también en algunas de las muchas cuevas existentes en la zona cantábrica española, incluyendo restos de mamut, el cual, según se cree, pudo vivir en Siberia durante parte del postglaciár.

Debemos de suponer que estas manadas de mamuts, en Galicia, se habían establecido durante la última glaciación en estas cuencas bajas pantanosas, de Sarria y de Lemos, mientras se formaba la terraza inferior cuaternaria existente en ellas, y en donde sin duda estos herbívoros encontrarían abundancia de alimento.

Tal vez gustasen de pasar de una cuenca a otra, atravesando los montes que forman divisoria entre las mismas. En una de esas correrías, uno de estos mamuts cayó en la zanja natural abierta entre los grandes peñascos calizos de la zona de Buján, sin que fuera imposible que esta zanja hubiese sido disimulada con maleza por el hombre contemporáneo del elefante lanudo, pues es extraño que no se hayan encontrado los colmillos del animal. Esto induce a pensar que los largos colmillos fueron utilizados por el hombre primitivo. En todo caso, si se tiene en cuenta la relativa estrechez de la grieta en donde fueron hallados los molares de mamut, es probable que los colmillos quedasen retenidos a poca profundidad.

Como se desprende de todo lo anterior, el hallazgo de estos molares de mamut tiene especial interés por varias razones.

1) Es la primera vez que se encuentran en Galicia restos fósiles de *Elephas primigenius*.

2) Se conocen bastante bien las circunstancias del hallazgo, tanto en lo que se refiere a la localización del yacimiento como a las características del mismo.

3) El hallazgo concuerda con otros análogos realizados en las cuevas de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica.

De acuerdo con la cronología del Cuaternario generalmente aceptada, la antigüedad de los molares encontrados estaría comprendida, con alto grado

de probabilidad, entre los 115.000 y los 25.000 años, edades que corresponden a la primera y tercera fases de la última glaciación, rebajables en algunos miles de años, teniendo en cuenta el retardo con que actúan sobre la Tierra las variaciones de la radiación solar, a las que se atribuye, en parte, el origen de las glaciaciones. Y si bien Zeuner (1959) considera que el mamut (*Elephas primigenius*, Blum.) en su forma típica aparece ya durante la penúltima glaciación, el hallazgo de un molar de mamut en un nivel con industria solutrense en la cueva asturiana de Cueto de la Mina, cerca de Posada (Conde de la Vega del Sella, 1916), industria estimada en general como correspondiente a la segunda fase de la última glaciación, nos inclina a aceptar esta glaciación como edad probable de los molares hallados en Buján. El profesor Jordá (1955) ha estudiado la posibilidad de que el Solutrense coincida con el máximo de la tercera oscilación fría de la glaciación würmiense que se sitúa hacia el año 25.000.

En el gráfico adjunto se da la localización de los yacimientos españoles que han proporcionado restos de mamut, de los cuales se hace mención en la bibliografía consultada.

Finalmente, expreso mi reconocimiento al profesor doctor I. Parga Pondal por haber puesto a mi disposición los molares de mamut de Buján, hoy depositados en el Laboratorio Geológico de Lage, facilitándome así su estudio y descripción. Tres de las fotografías que se publican (números 1, 2 y 4), proceden también de su archivo particular.

BIBLIOGRAFÍA

- CONDE DE LA VEGA DEL SELLA (1916): *Palcoítico de Cueto de la Mina (Asturias)*, Museo Nacional de Ciencias Naturales, 94 págs. Madrid.
- CRUSAFONT PAIRÓ, M. (1951): *Cuatro pequeñas notas sobre fauna cuaternaria del Vallés*, «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», tomo XLIX, números 1, 2 y 3 (sección geológica), páginas 117 a 126. Madrid.
- JORDÁ CERDA, F. (1955): *El Solutrense en España y sus problemas* (tesis doctoral dirigida por el doctor L. Pericot), Servicio de investigaciones arqueológicas de la Diputación Provincial de Asturias, 230 págs. Oviedo.
- PAN, I. DEL (1918): *Paleogeografía de los mamíferos cuaternarios de Europa y Norte de Africa*, Museo Nacional de Ciencias Naturales, 99 págs. Madrid.
- ZEUNER, F. E. (1952): *Dating the Past*, tercera edición, edit. Methuen & Co., 425 págs. Londres.
- (1959): *The Pleistocene Period*, edit. Hutchinson Scientific & Technical, 447 páginas. Londres.
- ISGUA, V Congreso Internacional (1957): *Libro guía de la excursión C₂ terrazas del Manzanares y del Jarama en los alrededores de Madrid*, Director: O. Riba, 57 págs. Madrid Barcelona (editado en francés).

Recibido, 24 II 1962.

PIERRE FEUILLEE (*)

EL CENOMANENSE DE LA REGION DE OÑA (PROVINCIA DE BURGOS)

R É S U M É

Le Cenomanien de la région d'Oña, connu dans son ensemble, présente une multiplicité de faciès, due à ses caractères littoraux margués. Des études en cours essaieront de montrer leur extension dans la région de l'Ebre. Crétacé à faciès wealdien étant probablement constitué pour une grande part de Cenomanien.

El Cenomanense de la región de Oña, conocido en su conjunto (1), presenta una multiplicidad de facies, debido a sus marcados caracteres litorales, donde los detalles han sido hasta ahora poco estudiados. El Cenomanense aflora en esta región en una serie de anticlinales de dirección NW-SE, donde el interior, desmantelado por la erosión, está formado de Cretáceo inferior con facies Wealdense, y donde los flancos están constituidos en su parte superior por las crestas turonenses y santonienses. Los cortes muy detallados han permitido observar la repetición de interesantes facies y microfacies, que, a falta de fósiles característicos indicadores de la edad, muestran una clara unidad de sedimentación en esta comarca.

1. ANTICLINAL DE LA SIERRA DE TESLA

En este anticlinal, situado entre la depresión terciaria de Villarcayo y el sinclinal terciario de Valdivielso, se puede observar:

a) *El Sur de la sierra* (corte NE-SW, pasado Tartales de los Montes, la larga muesca hecha por el arroyo que corre hacia Hoz de Valdivielso). El Cretáceo inferior con facies wealdense está representado por margas hojosas negras y amarillas, de arenisca roja friable y de areniscas blancas fi-

(*) Traducción de la «Soc. Geol. de France C. R.», 1961, núm. 3, 20 de marzo de 1961, pp. 74 y 75, por MARÍA CONCEPCIÓN LÓPEZ DE AZCONA FRAYLE, doctora en Ciencias Geológicas.

nas, con pasos carbonosos; se encuentran igualmente areniscas blancas más gruesas que representan la facies «albense» de los autores. Encima hay, de abajo arriba:

1. Calizas areniscosas con Orbitolinas y con restos rodados de Lamelibranquios. Cinco metros.
2. Calizas con restos y con escasas Orbitolinas. Dos a tres metros.
3. Calizas compactas, ocre a gris claro, de aspecto sublitográfico, con Alveolinas (*Præalveolina cretacea brevis*, Reichel); nivel visible solamente en la orilla derecha del arroyo; en la cumbre *Nerinea olisiponensis* Sharpe, Ostreídos, Rudistas (moldes de Ichtyosarcólitos), Políperos. Tres metros.
4. Calizas gris azuladas, un poco areniscosas, con restos rodados de Lamelibranquios y de Equinodermos. Quince metros.
5. Margas y calizas turoneses.

a) *La terminación periclinal Sur-Este del anticlinal*, cortada por el Ebro en una cortadura de la confluencia del río Oca con la del río Nela. El Cenomanense presenta caracteres parecidos; encima de las margas y areniscas de facies wealdense, las calizas areniscosas con restos recubiertos de calizas ocreas o azuladas margosas, con Algas, Miliólidos y Textuláridos; los niveles más escasos con Alveolinas (en la Venta de Oña (2)). En la cumbre, las calizas se hacen areniscosas; están recubiertas de margas turoneses con *Mammites*.

2. ANTICINAL DE OÑA Y DE PENCHES

Estos anticlinales forman la parte central de los Montes Obarenes. Tienen la misma dirección que el anticlinal de Tesla; vuelven a aparecer seis kilómetros más al Sur-Este en la orilla derecha del río Oca. El Cretáceo inferior con facies wealdense: alternancia de margas grises, blancas o amarillas micáceas, de margas negruzcas lignitosas, de margas arenosas amarillas y violetas, intercaladas con arenas blancas aglomeradas en una arenisca friable (facies «albense»).

a) *Corte de Oña*.—El aporte del Cenomanense de los anticlinales de Oña y de Penches es visible a la entrada del pueblo de Oña. En la carretera de Barcelona de los Montes, bajo la terminación del sinclinal turonense de la Rasa; presenta caracteres constantes. De abajo arriba:

1. Caliza areniscosa muy detrítica, marcada en la topografía (visible en el Km. 1). Cuatro a cinco metros.
2. Caliza areniscosa con restos rodados de Lamelibranquios y de Orbitolinas. Cuatro a cinco metros.

3. Caliza cada vez menos areniscosa, haciéndose blanca, fina, de aspecto sublitográfico, conteniendo niveles con Miliólidos y Alveolinas (*Præalveolina cretacea* var. *brevis* Reichel y var. *iberica* Reichel) solas, mezcladas en la cumbre con los restos de Lamelibranquios (cortes de Ostreídos).

4. Alternancia (bancos de un metro) de caliza blanca compacta sublitográfica y de caliza margosa, se espesce en formas arriñonadas duras en las margas más friables. Cinco metros.

5. Alternancia de margas y de areniscas friables. Cinco metros.

6. Calizas areniscosas con gruesos cristales de calcita, ligeramente dolomítica, con cristales de cuarzo cada vez más abundantes hacia la cumbre. Cuatro metros.

7. Arenisca gruesa con numerosos restos, pequeñas gravas, con vegetales silicificados. Cinco metros.

8. Margas arriñonadas con Equinidos (*Exogyra columba* Lmk minor), con restos de Ammonites, atribuidos al Turonense.

b) *Corte de Penches* —(en la carretera de Frías):

1. Arenisca roja con restos. Cinco metros.

2. Caliza areniscosa con restos de Lamelibranquios (Ostreídos). Cuatro a seis metros.

3. Margas blancas.

4. Caliza con restos de Equinodermos, y con Miliólidos. Dos a tres metros.

5. Caliza un poco areniscosa, rosácea, con restos de Lamelibranquios, con Miliólidos, en cuya parte alta se encuentra un nivel con Alveolinas (*Præalveolina cretacea* var. *cretacea* Reichel). Textuláridos, algas. Cinco metros.

6. Caliza de grano fino, sin restos, un poco areniscosa y dolomítica, en bancos de 0,20 metros un poco margosos, pasados dos metros más areniscos, poco organismos, moldes de *Ampullina* y de *Cardium*. Diez metros.

7. Margas turoneses.

c) *Corte de Barcelona de los Montes*: Una caliza ocre situada entre una caliza con restos en la base, y una caliza areniscosa terminal: 25 metros (en total).

Todos estos cortes nos muestran una serie de facies que se encadenan fácilmente unas con otras, con un espesor total variable de 40 a 25 metros del Nor-Oeste hacia el Sur-Este, donde se encuentran:

— Caliza areniscosa con restos de Lamelibranquios y Orbitolinas.

— Caliza con restos de Lamelibranquios, menos areniscosa, conteniendo frecuentemente niveles con Alveolinas, algunas veces Rudistas y Políperos.

— Caliza areniscosa, a menudo dolomítica, y pudiendo terminarse localmente por una arenisca.

Estas facies caracterizan bien el Cenomanense de Oña. Los estudios que se están haciendo tratarán de mostrar su extensión en la región del Ebro. Pero el problema del límite inferior, es decir, la llegada del mar cenomansé, queda dicho; el Cretáceo con facies wealdense está probablemente constituido por una gran parte del Cenomanense.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ALMELA, A. et SANZ, R. (1956): «Mem. Expl. Mapa geol. España», Hoja 136, núm. 268 H., 76 p., 35 fig., 1 mapa.
 (2) — — LIZAUR, J. DE et MUÑOZ, C. (1952): *Estudio de la reserva petrolífera de Burgos*. «Bol. Inst. Geol. y Min. España», t. 44, pp. 205-255, 27 pl., 1/100.000

Recibido, 26-II-62

PIERRE FEUILLEE y LOUIS GRAMBAST

PRESENCIA DE *ATOPOCHARA MULTIVOLVIS* PECK
 EN EL CENOMANENSE DE OÑA (PROV. DE BURGOS) (*)

R É S U M É

Le Cenomanien d'Oña comporte des marnes qui ont livré localement d'assez abondants restes de Charophytes.

La plus grande partie de ces fossiles, se rapporte à *Atopochara multivolvis*, et l'on voit l'intérêt de la récolte, dans un gisement espagnol, de cette espèce qui ni n'était jusqu'ici connue que d'une localité de l'Ouest des Etats-Unis.

El Cenomanense de Oña estudiado por (P. F.), está formado por margas que nos han proporcionado localmente restos bastante abundantes de Caraceas.

Esta formación ha sido señalada en el Cenomanense del flanco Nor-Este del anticlinal de Oña, a la salida del pueblo, cerca de la carretera de Barcina de los Montes. En el borde izquierdo de la carretera, después de las últimas casas, se encuentra hacia el Km. 0,5 una pequeña cantera donde se explota una caliza margosa gris-blaco sucio, de aspecto sublitográfico a menudo alterada en la parte superior. Encima de esta caliza viene una alternancia de caliza margosa y de margas visibles en una veintena de metros al N. de la carretera. La recogida tuvo lugar en el primer nivel de estas margas (niv. 4 de la fig. 1).

Son estas margas blancas, arcillosas, friables, conteniendo una proporción muy pequeña de elementos detríticos. En varias fructificaciones y en escasos fragmentos del apartado vegetativo, de Caraceas, se han encontrado, a falta de otros fósiles, pequeños Gasterópodos y radiolas de Equinidos.

La edad cenomanense parece fácil de establecer; no hemos encontrado nosotros más que una fauna poco abundante en los niveles vecinos a éstas margas: restos rodados de Orbitolinas, de Briozoos y de Equinodermos en la caliza

(*) Traducción de la «Soc. Geol. de France C. R.», 1961, núm. 7, 19 junio 1961, páginas 202 y 203, por MARÍA CONCEPCIÓN LÓPEZ DE AZCONA FRALLE, doctora en Ciencias Geológicas.

inferior (niv. 1), Ostrácodos en la caliza sublitográfica (niv. 2). Pero una serie idéntica y más fosilífera (1), reaparece después de un pequeño sinclinal turonenses, 300 metros más al Sur-Este, en la carretera (Km. 0,8 a Km. 1). Las margas equivalentes al nivel 4 con Caraceas, contienen Miliólidos y Alveolinas (*Prealveolina cretácea* var. *iberica* Reich. y var. *simplex* Reich. *Ovalveolina ovum* de Orb.). Se trata por consiguiente indiscutiblemente de niveles cenomanenses, claramente litorales, todos marinos.

Es interesante hacer notar que los restos de Caraceas están a menudo rodados, y que la gran escasez de fauna en el nivel 4 manifiesta una separación que puede ser significativa. Por otra parte, en las margas correspondientes

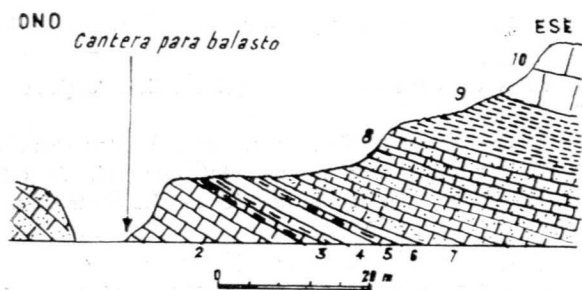


Fig. 1. Corte al Este de Oña

(Km. 0,5 de la carretera de Barcelona)

- 1: Caliza con restos (6 m.).—2: Caliza sublitográfica (10 m.).—3: Caliza margosa arriñonada (2 m.).—4: Margas blancas con Caraceas (2 m.).—5: Calizas margosas arriñonadas (0,5 m.).—6: Margas verdosas (0,5 m.).—7: Caliza areniscosa dolomítica (8 m.).—8: Caliza areniscosa (2 m.).—9: Margas con Equinidos del Turonense inferior.—10: Caliza del Turonense superior.

visibles en los otros cortes de la región, no se ha podido encontrar ningún otro yacimiento de Caraceas.

La mayor parte de estos fósiles (L. C.), pertenecen a *Atopochara multivolvis*, Peck, y se aprecia el interés de la recogida, por tratarse de un yacimiento español de esta especie, que hasta ahora no era conocido más que en una localidad del Oeste de los Estados Unidos (2).

Desde el punto de vista de su posición estratigráfica, las dos estaciones parecen vecinas o equivalentes; la americana ha sido dada como de edad cenomanense-turonense, y la española debe ser referida al Cenomanense superior, si se admite que la transgresión ha alcanzado tardíamente la región del Ebro (1).

Desde el punto de vista sistemático, la correspondencia entre las dos recogidas es cierta. A pesar de la ligera corrosión de las muestras españolas, se reconoce la arquitectura compleja del utrículo, descrito con precisión por

Peck. La parte basal en particular muestra bien la simetría característica de orden 3, cada una de las unidades constitutivas está formada de una célula corta, en contacto grande con el poro basal, sobre el lado izquierdo del cual, se apoya una célula muy corta claramente situada encima de la base, y una célula larga que toca el poro inferior en un punto de la periferia. A la derecha de la célula corta principal, el radio soporta una célula que nace en la base y se interrumpe encima del ecuador. Estas células cortas están sobremontadas por otras, cortas o alargadas. El conjunto está afectado por una espiralización hacia la izquierda, bien marcada.

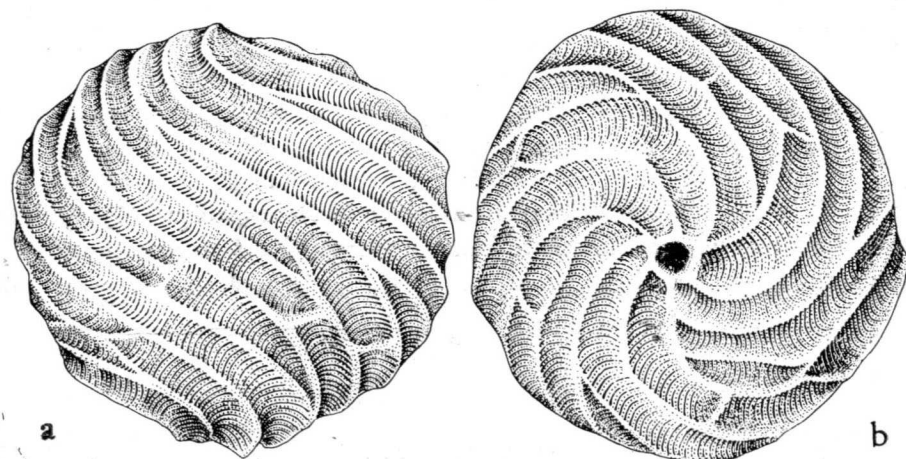


Fig. 2.—*Atopochara multivolvis*, Peck. del Cenomanense de Oña.

a) Perfil. b) Base.

La estructura del utrículo parece presentar variaciones en detalle (cf. Peck, 1957, lám. 2, figs. 6 y 8), que el estado de conservación del material español no permite apreciar con claridad. Sin embargo, en la región basal la disposición que observamos es la que Peck (p. 21, lám. 2, fig. 7), ha descrito y dado la figura.

Atopochara multivolvis Peck, conocida ahora en una localidad de Europa occidental además de la del Oeste de los Estados Unidos, parece haber ocupado en el Cretáceo medio (Cenomanense-Turonense), una vasta área geográfica.

Conviene comparar este nuevo ejemplo de gran extensión de una misma especie de Caracea fósil, con el que forma la otra representación del género, *Atopochara trivolvis* Peck, que, en las formaciones de edad cretácea inferior (Neocomiense y principalmente Aptense), ha sido señalada en los Estados

Unidos (Peck, 2, 3), África del Norte 4, Siria 5, Hungría 6, y que nosotros mismos (L. G.) hemos observado en los materiales de la misma edad procedentes de Francia (depresión de Aquitania) y de España.

En lo concerniente a las condiciones del medio del yacimiento estudiado, la presencia local de abundantes restos de Caraceas y la ausencia simultánea, o la extrema rareza, de los Foraminíferos en una formación, que de una manera general, es francamente marina, hace pensar que puede tratarse de una zona de estuario.

Se sabe por otra parte (7, 8), que los restos de estos vegetales pueden ser arrastrados por los cursos del agua para ser depositados a lo largo de las costas, a veces a gran distancia (8); no es necesario hacer intervenir una fase de sedimentación continental o lagunar para explicar esta presencia.

Por otra parte, es posible que *Atopochara multivoleis* haya sido, como la actual *Chara baltica*, capaz de desarrollarse en un medio marino muy poco salado, especialmente en los alrededores de los estuarios.

No se debe excluir la eventualidad de un remanente de sedimentos lacustres conteniendo Caraceas (Cenomanense con facies «wealdense?») por una transgresión marina contemporánea o más reciente (Cenomanense superior?); esta interpretación está de acuerdo con el estado de corrosión superficial de los fósiles.

Recibido, 26-II-62

BIBLIOGRAFÍA

- (1) FEUILLÉE P. (1961): *Le Cénomane de la région d'Olla (province de Burgos, Espagne)*. «C. R. somm. S. G. F.», pp. 74-75.
- (2) PECK, R. E. (1957): *North american mesozoic Charophyta*. «U. S. geol. Survey Prof. Paper», núm. 294 A., pp. 1-44, cf. pp. 13 et 21.
- (3) — — (1958): *A new family of Charophyta from the Lower Cretaceous of Texas*. «Journ. Pal.», vol. 10, pp. 764-768.
- (4) BÉR, C. et MAGNÉ, J. (1955): *Découverte de niveaux à Charophytes dans le Crétacé inférieur du Dj. Meimel (Constantine, Algérie)*. *Etude de la série stratigraphique*. «B. S. G. F.», (6), 1., pp. 249-256.
- (5) VAN BELLEN (1948): *On the presence of Atopochara, Peck in the Lower Cretaceous of the Sebel' Ansaryich, Syria*. «The Micropal.», vol. 4, p. 16.
- (6) RASKY, K. (1945): *Fossile Charophyten-Früchte aus Ungarn*. «Magyar Nemz. Naturwiss. Mon.», 2, pp. 1-75.
— — (1958): *New occurrence of the Atopochara trivoleis Peck in Hungary*. «Közl.», vol. 88, pp. 461-463.
- (7) PECK, R. E. (1934): *The north american Trochiliscids, Paleozoic Charophyta*. «Journ. Pal.», vol. 8, pp. 83-119.
GRAMBAST, L.: *Etude sur les Charophytes ternaires d'Europe occidentale et leurs rapports avec les formes actuelles*. Thèse, Paris, 1958 (en prensa).
- (8) MAGNIEZ, G., RAT, P. et TINTANT, H. (1960): *Découverte d'oogones de Charophytes dans le Bathonien marin près de Dijon*. «C. R. Ac. Sc.», 7, 250, pp. 1692-1694.

J. M. RÍOS

LIMITACIONES Y PERFECTIBILIDAD PERMANENTE EN LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA. PROBLEMAS QUE PLANTEAN LAS TECNICAS MODERNAS (*) (**)

El desarrollo de las modernas técnicas dentro de las especialidades geológicas, plantea serios problemas en la concepción de la tarea básica de los geólogos, que continúa siendo siempre la confección del mapa geológico.

Me gustaría que examinásemos aquí varios problemas que están inmediatamente relacionados, por un lado con el desarrollo de las modernas y precisas técnicas en el establecimiento de la estratigrafía de detalle. Por otro lado con los métodos prácticos y expeditos a que ha de sujetarse el geólogo, cuando realiza sus trabajos de campo.

Como premisa partiré de un principio que, a mí al menos, me parece indiscutible, y que es el de la perfectibilidad permanente inherente al conocimiento geológico. Es un concepto que no he visto nunca discutido en textos o en publicaciones, y que me gustaría que fuera sometido aquí a análisis. Este principio puede enumerarse diciendo que un trabajo geológico puede ser perfeccionado siempre, con independencia de su calidad, en forma asintótica.

Los factores que intervienen en el establecimiento o, más bien, la definición de esta perfectibilidad, son de tres índoles:

(*) Texto de la participación de J. M. Ríos en el coloquio organizado por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y celebrado el día 24 de noviembre de 1961, bajo la presidencia del Excmo. Sr. D. Julio Palacios.

(**) Advierte el autor que, aunque realmente sustenta los principios expuestos en esta disertación, los exagera en gran medida con objeto de suscitar un cambio de opiniones que no surgiría caso de ofrecer su real opinión, más moderada. Pero estos cambios de opiniones son muy interesantes, tanto para los participantes en la discusión, que ofrecen una argumentación sólida, como para el disertador, que llega de este modo a conocerla. En realidad el autor utiliza, siempre que lo estima necesario, todos los criterios modernos, que las modernas técnicas y los recursos económicos disponibles ponen a su alcance, incluido el micropaleontológico.

A) Por limitaciones inherentes a la índole del conocimiento geológico, cuya fuente fundamental es la observación.

A este conocimiento, o a su fuente de información, se ofrecen dos tipos de obstáculos: 1) Naturales, constituidos por obstáculos que la Naturaleza opone a la observación; 2) Circunstanciales, constituidos por las circunstancias variables en que nos sea posible practicar la observación.

B) Por limitaciones subjetivas que están representadas, sobre todo, por el carácter gradual de la capacidad en la facultad de asimilación del conocimiento, factor que, aunque variable en grado entre los distintos sujetos, es permanente en el sentido de que cada geólogo está sometido, aunque en distinto grado, a esta limitación.

C) Por limitaciones que dependen de la pura casualidad.

D) A estas limitaciones se añade una cuarta, subjetiva en cierta medida, y que regula a las anteriores, que es la del tiempo disponible.

Este conjunto de limitaciones implican que la exactitud sea un objetivo inalcanzable en la práctica de la geología, y para razonar esta afirmación voy a examinar con brevedad los factores o limitaciones a que me acabo de referir.

A) Limitaciones naturales a la susceptibilidad de observación.

1. *De fundamento.*—Mencionaré solamente algunas y, puesto que hablo a geólogos, no será necesario que desarrolle las ideas. Falta de continuidad en los afloramientos, o falta parcial o total de ellos; escasísima información acerca de los fondos marinos constituyentes de las tres cuartas partes de la corteza; abundancia, escasez o falta total de fósiles; inaccesibilidad o impracticabilidad de algunas zonas de observación.

2. *Circunstanciales.*—Como son: diferente susceptibilidad de observación, cambiante con las estaciones del año, con la hora, con la iluminación, con el sentido de la marcha. En algunos mapas de turismo se señala cual es el sentido del recorrido que mejor pone de manifiesto la belleza de un paisaje.

B) Limitaciones subjetivas. Están constituidas por el carácter gradual de la capacidad de asimilación del conocimiento ganado por la observación. Esta limitación se manifiesta, y está expresada, por el hecho de que cada vez que nos enfrentamos con un paisaje, o accidente, o problema geológico, que creemos conocido, observamos en él facetas nuevas. Unas veces depende ello de las limitaciones antes mencionadas de índole natural, al cambiar las circunstancias de la observación, pero hay siempre un fondo remanente que resulta de una auténtica limitación en la capacidad de asimilación. Así, cuando un geólogo se enfrenta por primera vez con un problema geológico, en el terreno, su atención se ve atraída hacia los rasgos más destacados, los más salientes. Estos son a veces los más importantes, pero pueden no serlo. La atención resbala sobre rasgos o características menos acusadas, y a ve-

ces más trascendentes. No es este fenómeno consecuencia de un defecto en la calidad de la observación, sino una auténtica limitación en la capacidad de asimilación. Si pasado el tiempo volvemos al mismo lugar para continuar la consideración del mismo problema, nuestra atención ya no se fijará sobre los rasgos más salientes, ya asimilados, sino que pasará automáticamente a analizar otros menos aparentes y hasta ahora inadvertidos. Esto ocurrirá tantas veces volvamos, según es mi experiencia y la de muchos otros geólogos. Por eso el conocimiento geológico es esencialmente perfectible en forma permanente, y su acercamiento a la verdad absoluta es de tipo asintótico.

C) Por limitaciones que dependen de la pura casualidad. El hecho de que la ciencia geológica se nutra casi exclusivamente, como material informativo, del suministrado por la observación, y del hecho de que la observación no pueda ser absolutamente continua y con frecuencia sea discontinua, establece el azar, o la casualidad, como un factor limitante de gran categoría. El geólogo no puede, en cada caso, pisar todo el terreno. Por consiguiente ha de extrapolar, pero la extrapolación supone siempre una renuncia a determinado grado de exactitud, muy grande en unas ocasiones, más pequeño en otras. Como, además, ocurre que hechos fundamentales del conocimiento geológico no tienen una ubicación general, sino que a veces es muy local, como, por ejemplo, es el caso en hechos tan decisivos como la localización de fósiles, discordancias, restos erosivos, o ventanas tectónicas, entre otros muchos ejemplos, si estos fenómenos no se encuentran sobre nuestros itinerarios, la pura casualidad hará que perdamos la oportunidad de apreciar conocimientos de importancia fundamental. De igual modo, un puro azar puede poner estos hechos en posesión de otro geólogo que recorra después el terreno. No es de extrañar, por consiguiente, que geólogos poco expertos rectifiquen y corrijan errores, por omisión debida al azar, cometidos por geólogos mucho mejor preparados. Por consiguiente, el azar constituye una limitación natural, que es consecuencia inmediata de la imposibilidad de practicar observaciones totalmente continuas.

Ya me doy cuenta perfecta que estos factores juegan de muy distinto modo, y en muy distinta escala, en unos y otros casos, y que en algunos son incluso casi inoperantes. Pero lo que me propongo exponer aquí no es la gradación de su calidad, sino su existencia, para señalar que son limitaciones inherentes a la índole de las ciencias geológicas.

D) Finalmente hay un factor, el factor tiempo, que en cierto modo actúa siempre, influyendo sobre, o regulando, muchos de los anteriormente citados. Hemos visto que el carácter de la perfectibilidad del conocimiento geológico es asintótico. Es el factor tiempo el que llevaría, en el infinito, el conocimiento geológico a su perfección, porque la influencia de los factores limitantes se reducen con la repetición. Repetición de los recorridos que nos permitan observar en direcciones opuestas o cambiantes, con iluminaciones

distintas, en épocas distintas, en horas diferentes. Que nos permita vencer la limitación de la capacidad de asimilación, volviendo de nuevo a examinar varias veces los mismos frentes. Que nos permita realizar una red cada vez más cerrada de itinerarios, de modo que se reduzca al mínimo posible la intervención de la casualidad. Todo ello exige tiempo. Y el tiempo exige, además y paralelamente, unos medios económicos para costear el trabajo. Son factores ambos que escapan muchas veces a la mejor voluntad del geólogo.

Resumiendo estas ideas en un ejemplo práctico. Supongamos que un geólogo decide, o se le ordena, que estudie una zona determinada. Tendrá que elegir entre dos soluciones extremas o adoptar una intermedia. O bien decidirá estudiar al detalle todos los precedentes, con el objeto de asimilar los conocimientos previos y partir de un punto de conocimientos más o menos elevado, con el peligro de que influyan en él opiniones erróneas y que inicie su trabajo con una serie de ideas preconcebidas. O bien decidirá, para evitar este escollo, enfrentarse, sin más, con el problema. O bien examinará más o menos ligeramente los antecedentes y adoptará una posición informada, pero expectante.

De todos modos, tendrá que elegir un punto de partida, aún suponiendo que lleve a cabo previamente unos reconocimientos generales, y extender después su estudio de detalle por zonas, contiguas las unas a las otras, pero cada vez más alejadas de la de origen.

Hay muchas zonas, y ello es especialmente verdadero en nuestro país, en que se verifican rápidos y frecuentes cambios laterales, tanto en hechos de estratigrafía como de tectónica. De modo que los conocimientos adquiridos al principio, no serán directamente aplicables más adelante. Pero en este país, y en todos, al ir extendiendo su trabajo, adquirirá una serie de conocimientos que le hubiera sido útil, o necesario, conocer desde el principio, para la correcta interpretación.

Las claves de hechos importantes no se descubren, a veces, más que en las etapas avanzadas del trabajo. La luz se va haciendo poco a poco en la mente del geólogo, que opera con hipótesis de trabajo que han de ser hechas y rehechas, deshechadas y vueltas a aceptar a lo largo del desarrollo del mismo. De modo que habrá una diferencia básica entre el grado de conocimiento y corrección entre la interpretación de los hechos observados en las primeras y las últimas fases del trabajo. Este no podría darse por terminado cuando se ha cubierto, finalmente, toda el área. Sería preciso volver a visitar las zonas visitadas al principio, para examinarlas e interpretarlas a la luz de los conocimientos adquiridos después. Parto siempre del principio de que se busca el acercamiento a la perfección, que se supone anima siempre todo trabajo geológico.

También sé que todo lo dicho está sujeto a otras muchas circunstancias

accidentales, como son escala del trabajo, finalidad, etc., pero todo esto es meramente accidental y yo me propongo señalar las limitaciones que estimo fundamentales.

Creo que el ejemplo expuesto pone de manifiesto, con gran vigor, la influencia del factor tiempo ligado íntimamente a factores económicos.

Esta idea nos lleva de la mano a otra que es el examen del valor y justicia de la crítica que se ejercita en un trabajo geológico sobre otros llevados a cabo anteriormente. Cada trabajo debería examinar los anteriores y someterlos a juicio, pero esta crítica no es del todo útil si no acaba con un resumen claro y objetivo de lo que aquellos trabajos establecieron firmemente y de lo que es recusable, y por qué. De nuevo el factor tiempo limita el alcance de este objetivo.

Pero para que se evalúe la crítica en su justo valor, es preciso que se tenga en cuenta que todo crítico suele partir de un grado superior de conocimiento que el geólogo o geólogos que critica, puesto que ha asimilado a través de ellos una serie de conocimientos que de otro modo hubiera debido adquirir por sí mismo. Parte al asalto de la cima desde una base más elevada y establecida por sus antecesores.

* * *

Hemos hecho un examen del carácter de perfectibilidad permanente de las ciencias geológicas, como consecuencia inmediata de la existencia de una serie de limitaciones naturales o subjetivas.

Pasaremos ahora al examen de las dificultades que nos plantean las técnicas modernas. No pretendo, ni mucho menos, agotar el tema, y sólo voy a examinar algunos ejemplos.

Partimos siempre del principio de que la tarea fundamental del geólogo y el objeto fundamental de la geología son el establecimiento del mapa geológico, ya que es el que nos expresa la disposición de los materiales de la corteza terrestre, y, de manera implícita, las causas que la originaron y los efectos de los agentes que la alteran. Además, el mapa geológico es el punto de partida para el trazado de los cortes geológicos que constituyen la expresión complementaria de dicha disposición, y la herramienta y objetivo inmediato de la mayor parte de las aplicaciones técnicas y prácticas de la geología. Y advertimos a aquellos a quienes pudieran parecer banales estas consideraciones, que de estas técnicas depende el hallazgo de materiales tan vitales para la actividad humana como lo son los metales, las sales, los carbones y el petróleo.

Haremos notar que, desde ahora, vamos a reducir el campo de visión de nuestras consideraciones del campo de lo fundamental o universal, al de la

práctica de la cartografía geológica, y aún lo vamos a reducir más, porque dentro del campo de la cartografía geológica vamos a pensar sobre todo en las peculiares características de nuestro país, tan complejo y variado, donde son de valor escaso, en muchas regiones, las extrapolaciones laterales en sentido horizontal.

Examinemos por ejemplo los problemas que nos plantea el análisis fino de la estratigrafía tal como nos es posible obtenerlo mediante las técnicas más avanzadas de la sedimentología, o de la paleontología mediante microfósiles. Escogemos el ejemplo de la micropaleontología, porque es más fácilmente expresable y porque la cuestión se plantea, fundamentalmente, en términos parecidos para todas estas técnicas, bien sean de granulometría, minerales pesados, etc., etc.

Los análisis micropaleontológicos de la estratigrafía han nacido de un concepto vertical de la geología, que es la correlación de las columnas de sondeo en las investigaciones de petróleo.

Sus frutos fueron extraordinarios. Permitted correlaciones, y luego establecimiento de edades en circunstancias en que faltaban toda clase de criterios, y en seguida se puso de manifiesto que se trataba de una herramienta de gran valor para el geólogo de petróleos, o para aquella especialidad que llaman los americanos geólogo de zonas sub-superficiales. Pronto se sintió la necesidad de establecer correlaciones con la superficie, correlaciones que se obtienen mediante el levantamiento muy minucioso, de gran precisión, de cortes geológicos longitudinales en la superficie del terreno. Y posteriormente se hizo anteceder esta tarea a la precedente, de modo que se establecieron primero los cortes superficiales, preparando o previendo las columnas que se van a obtener en los sondeos. El concepto dejó de ser vertical para convertirse en longitudinal, pero sigue siendo un concepto lineal.

Es natural que los geólogos cartógrafos quisieran hacer uso, de herramienta tan útil, y aquí es donde se ponen de manifiesto las dificultades.

Una de las principales ventajas de la micropaleontología es la dispersión areal de sus formas, factor que, unido a su diminuto tamaño, aumenta enormemente las probabilidades de que sean encontradas en el reducido diámetro del testigo de un sondeo. Esta ventaja subsiste en el caso de la geología superficial, de modo que en los casos en que faltan los macrofósiles el geólogo acude a los microfósiles para solucionar problemas de edades y frecuencias. Pero el concepto reduce su dimensión de longitudinal a puntual. Y en realidad, aunque hemos dicho que un corte de superficie micropaleontológico corresponde a un concepto lineal, no es más que una sucesión discontinua de informaciones puntuales.

Y aquí se pone de manifiesto la dificultad de fundamento que al geólogo cartógrafo presenta la técnica de la micropaleontología, así como las otras técnicas sedimentológicas.



Las mismas dataciones radiactivas, de tan transcendental importancia, tienen, sin embargo, un limitado valor cartográfico, por las mismas razones, y además porque son complicadas y costosas, aparte del factor de incertidumbre que siempre queda.

El geólogo cartógrafo funciona, sobre todo, a base de conceptos superficiales. Necesita, no sólo observar y fijar la edad y características en un punto, o una serie de edades y características distintas en una serie de puntos alineados, sino que precisa extender lateralmente ese conocimiento a las áreas que corresponden precisamente a las características de cada punto.

Existen dos criterios cartográficos fundamentales, que son el de continuidad y el de límite. Un determinado conjunto de rocas, de características uniformes y distintas de las de las rocas contiguas, o bien un grupo de rocas de la misma edad demostrada, se extienden, conservando su uniformidad por una determinada área, o serie de áreas, y sus afloramientos terminan, y quedan limitados a lo largo de una línea perimétrica. A estos criterios fundamentales se añaden otros dos, de categoría ligeramente menor, que son los de superposición o antecendencia (ambos son equivalentes), y el de correspondencia lateral.

Ni por un momento se me ocurre menospreciar la calidad y categoría del conocimiento que se alcanza con las técnicas modernas, pero sí quiero subrayar su insuficiencia en su aplicación a la cartografía geológica. Es una aportación, o serie de aportaciones, magníficas, pero insuficientes, y no solamente porque tienen carácter puntual y no superficial, sino quizás todavía más, porque su evaluación no es inmediata.

Se aprecia en modernos trabajos de cartografía geológica una tendencia, a mi juicio nociva, a basarlos en trabajos lineales, con establecimiento de cortes muy precisos y detallados, muy finos y muy exactos, y a extrapolar exageradamente entre línea y línea, con un menosprecio de los conceptos superficiales que constituyen, por naturaleza, el fundamento de la cartografía geológica.

Por mi parte, prefiero un mapa con un relleno uniforme de observaciones de superficie, peor datadas si se quiere, pero más homogéneas, que una cartografía muy exacta a lo largo de algunas líneas y en que las zonas intermedias no estén a tono con la exactitud de las líneas fundamentales. Porque también considero que una de las virtudes fundamentales del mapa es la homogeneidad en la calidad de la representación.

El concepto superficial por excelencia, y quizás el único, es el litológico. El geólogo ha de representar en sus mapas superficies de afloramientos de edades, o de calidades, homogéneas y ha de reproducirlos por reunión de observaciones de índole fundamentalmente superficial. Además, para que el

rendimiento en la tarea cartográfica sea grande, han de ser inmediatamente observables.

Todos aspiramos a la perfección, y la perfección en el mapa se expresa en la precisión. La micropaleontología y métodos sedimentológicos afines, dan sin duda una enorme precisión, pero es una precisión local. Me parece que se ofuscan los que desprecian los criterios litológicos, por creerlos carentes de precisión y se afanan, en cambio, en apurar precisiones que no alcanzan un valor más allá de lo local.

Aparte del fallo de fundamento del sistema, tenemos las dificultades accesorias que resultan de la necesidad de especialistas y de laboratorios, lo que origina un defasaje entre el reconocimiento y el conocimiento, que entraña en sí un grave inconveniente, sin contar con los más crecidos costos y otros de índole puramente material y circunstancial.

Y es que lo esencial en los trabajos de cartografía no es el establecimiento exacto y absoluto de las edades, sino que las relaciones de colateralidad y superposición, criterios fundamentalmente relativos, son los que por naturaleza tienen carácter verdaderamente cartográfico.

De modo que mantengo que el criterio litológico, con todos sus inconvenientes, seguirá siendo una base fundamental de la cartografía geológica, por su carácter de criterio superficial; y que la macropaleontología seguirá siendo la base fundamental del establecimiento de edades en la cartografía geológica por su carácter inmediato, aunque la ayuda que recibe el cartógrafo de las técnicas sedimentológicas precisas sea de enorme valor, e insustituible en los casos que fallen las otras. O dicho de otro modo, el cartógrafo deberá preferir, de necesidad, las técnicas clásicas mientras no fallen, y recurrirá a las otras solamente como corroboración o cuando no haya criterios de índole superficial y de determinación inmediata.

¿Qué haremos en tantas zonas de complicada tectónica en nuestra península con un conocimiento micropaleontológico detallado a lo largo de un río para el establecimiento de la cartografía general? Habremos logrado una preciosa información. ¿Pero cómo la extenderemos lateralmente? Sólo mediante criterios litológicos.

Se habla mucho de las imprecisiones que resultan de la aplicación de los criterios litológicos en los casos, tan frecuentes, de cambios laterales de facies o de defasajes dentro de una misma facies, y se olvida o se aparenta olvidar, que se sabe muy poco acerca de la velocidad de evolución y de propagación de las especies, aceptando como un principio sólidamente establecido el de la coetaneidad de capas con mismo contenido fósil.

Por consiguiente, no critico el uso, sino el abuso de los criterios micropaleontológicos (y de otras técnicas afines), cuando se tratan de aplicar a cartografías generales, que es el caso de que estamos hablando.

Por otra parte, es preciso avanzar mucho en el establecimiento de correspondencias entre las columnas micro y macropaleontológicas.

Se tiene la impresión, sacada de la observación de las discusiones en diferentes congresos y reuniones científicas, que el exceso de especialización nudo a la pasión por la propia especialidad, ha llevado a un divorcio entre los distintos campos. Así se pudo ver, entre otros casos, en las últimas reuniones para el estudio del Carbonífero de Heerlen, cómo los diferentes especialistas litólogos, estratígrafos y micropaleontólogos se aferraban a sus diferentes esquemas sin poder llegar a un compromiso.

Es de gran utilidad inmediata la micropaleontología en zonas sencillas o de características generales uniformes, extensas y poco cambiantes, donde la tectónica sea muy sencilla.

Pero en las regiones cambiantes en poco espacio, y tremendamente complicadas de muchas zonas de nuestra península, su valor cartográfico queda reducido a su carácter puntual, insustituible en muchos casos, pero carente de la categoría de criterio cartográfico.

Podemos establecer una comparación un poco exagerada, pero muy expresiva. Nadie sostendrá que no es tan perfecto, como representación pictórica, un cuadro de la escuela impresionista como un cuadro de la escuela flamenca. Es muy posible que, con toda su imprecisión de detalle, un cuadro impresionista nos dé una imagen mucho más viva y expresiva del conjunto que toda la exquisita minuciosidad, de lupa, de un cuadro de la escuela holandesa.

Podemos comparar un mapa obtenido con criterios superficiales menos exactos, pero más apropiados a la expresión conjunta, al cuadro impresionista. Y un mapa apoyado en líneas micropaleontológicas de gran precisión, a un cuadro flamenco en que algunas bandas están hechas con exquisita finura y se ha hecho el relleno entre medias a manchones.

Lo interesante es hallar el equilibrio, el punto justo, la manera de coordinar, para el logro de la mayor perfección, las ventajas de ambos criterios.

De todos modos, en nuestro país carecemos todavía de la organización necesaria para obtener las ventajas de los métodos sedimentológicos de precisión, aunque hayamos avanzado hacia su logro. Nos vemos obligados en todo caso a sujetarnos a los métodos clásicos de criterios superficiales menos exactos. Pero lo que quería señalar es que ello no supone, ni mucho menos, una desgracia tan grande como pudiera parecer a un observador superficial.

En cambio, la fotografía aérea nos ha suministrado una herramienta cartográfica de enorme valor. ¿Porqué? Porque su información es de índole superficial y porque es inmediatamente determinable.

En primer lugar, nos permite una preparación previa de inestimable valor y de carácter cartográfico definitivo aunque omita la precisión de edades, porque la expresión de la edad no es, en sí, un criterio cartográfico. Sólo son

critérios estrictamente cartográficos (los de edades relativas, los de antecendencia y superposición). En segundo lugar nos permite, a partir de itinerarios lineales, cortes micropaleontológicos, por ejemplo, la extensión lateral de los datos de observación. En tercer lugar, nos permite la afinación de los contactos. Finalmente, con la visión estereoscópica, nos permite establecer las relaciones de antecendencia y superposición. Además nos da una visión conjunta desde un punto de vista inédito, que pone de manifiesto accidentes o características que son absolutamente inapreciables o inobservables de otro modo.

Claro es que la herramienta tiene cantidad de limitaciones naturales y subjetivas, y que su empleo es, a veces, difícil y arriesgado. Nunca puede sustituir al estudio directo del terreno, pero lo complementa y precisa de manera inigualable.

Su valor fundamental reside en que constituye un criterio superficial por propia índole.

Todavía querría señalar otra cuestión que va ligada estrechamente a las anteriores. ¿Cabe o no cabe el factor interpretativo en un mapa geológico? A mi juicio, no. No cabe más que en la medida inevitable que resulta de la necesaria extrapolación, reducida al mínimo posible, compatible con el objetivo y las circunstancias.

Lo que quiero decir es que un mapa geológico, en mi opinión, debe ser una reproducción reducida de lo observable en la superficie del terreno y que debe omitir todo aquello que una suposición de lo que el autor piensa que existe, pero que no se ve. Bien hacían los cartógrafos de tiempos pasados con sus zonas en blanco señaladas como «terra ignota».

Por consiguiente, toda representación plana que comporte hipótesis de hechos no observados, no observables y no comprobables, no debe ser considerada como un mapa ni denominada mapa, sino todo lo más esquema geológico.

Un mapa es una síntesis de datos de observación y la extrapolación debe quedar reducida al mínimo imprescindible. Ya comprendo que el mínimo es también muy variable, según la escala y el objeto del mapa, pero toda representación plana que no se ajuste a este mínimo no debe ser denominada mapa.

El corte, por su propia índole, es interpretativo, puesto que se refiere a zonas que escapan a la observación directa y exige, forzosamente, una dosis de extrapolación más o menos grande, más o menos arriesgada. Por consiguiente deben reservarse, para los cortes, todos los juegos de interpretación.

Veamos finalmente una implicación, forzosa, de las técnicas modernas. Es una consecuencia triste pero implacable, que se impone poco a poco por la misma fuerza de los hechos: es la despersonalización de la geología. Esta despersonalización resulta de muchas causas, todas ellas en relación con las modernas técnicas. La primera y más inmediata, y quizás la más

acusada, resulta de que, cada vez más, se distancian más, las conclusiones, de la observación. Las nuevas técnicas, como hemos visto, utilizan criterios que no son de determinación inmediata. Es preciso que intervengan especialistas, que no han estado en contacto con el terreno y que devuelven los resultados a los autores. Por consiguiente, el geólogo de campo no es ya, como lo era antaño en mucha mayor medida, el autor y el interpretador total de sus observaciones, sino que ha de admitir, o requerir, colaboraciones intermedias de carácter impersonal. Pero el grado se acentúa en el caso de las organizaciones complejas y muy complejas que exigen el desarrollo de las técnicas actuales. En ese caso los datos ya no vuelven a los observadores, sino que pasan a manos de múltiples especialistas y, finalmente, de interpretadores e integradores. Entonces la despersonalización es completa, el observador actúa de manera puramente mecánica y despersonalizada: nunca llegará a conocer los resultados de sus observaciones. Los especialistas actúan igualmente de manera mecánica, y son meros catalogadores, puesto que no conocen el terreno: los integradores y resumidores viven a veces a miles de kilómetros del terreno, que no han visto ni verán nunca. Y se ensaya una mecánica aún más fría e impersonal, verdaderamente gélida. El observador no anota características, sino que perfora las casillas correspondientes en formularios prefabricados. Las observaciones se seleccionan, ordenan e integran mecánicamente. De este modo se llega, no ya a una despersonalización, sino a una deshumanización de la cartografía geológica.

Es el final de un proceso, llevado a su extremo, que resulta de manera inevitable de la aplicación de las modernas técnicas con su cortejo de especialistas y de la complicación que arrastra en las organizaciones que han de ejecutarlas.

Por mi parte me alegro mucho de poder participar aún de la época en que la cartografía geológica es un arte y no una fabricación, en que el geólogo es una persona y no una máquina.

DISCUSIÓN

Abierta la discusión por el Prof. Palacios, se manifiesta el Sr. Hernández Pacheco solidario con los sentimientos e ideas expresados y, aún reconociendo como él los valiosos e imprescindibles servicios de las técnicas modernas, lamenta que se menosprecien las técnicas clásicas y que de manera gradual se avance hacia la mecanización de la geología, con pérdida del calor que presta la personalidad. A continuación el Sr. Perconig desarrolla una defensa de los procedimientos micropaleontológicos. Señala cómo una parte importante de la micropaleontología ha sido usada desde todos los tiempos junto con los demás procedimientos clásicos. Subraya la utilidad de la mi-

micropaleontología por la muy superior dispersión de sus formas, lo que compensa el inconveniente, desde el punto de vista cartográfico, del carácter puntual de las observaciones micropaleontológicas; igualmente el superior valor de correlación que llevan consigo por esta mayor dispersión, así como por su rápida evolución. Pone de manifiesto que con organización adecuada, la micropaleontología puede seguir en el terreno a la geología de campo y que no distancia, de manera forzosa, la observación de la interpretación. También niega que la organización sea complicada ni costosa.

El Sr. Ríos contesta a estos alegatos aceptando unos y rechazando otros. Separa como micropaleontología, no en sentido biológico, sino pragmático, todo aquello que no puede ser de observación inmediata por el geólogo, y no incluye en su consideración a aquellos grupos de tamaño considerable como nummulites, orbitolinas, etc., por no considerarlos como micropaleontología en sentido práctico. Opina que el establecimiento de edades no es un objetivo puro de la cartografía, aunque la completa, pero que no lo necesita de manera imprescindible para casi ninguno de sus fines, por lo que los criterios de superposición y correlación que se logran por los procedimientos clásicos, incluido el litológico, le parecen igualmente válidos para los fines fundamentales de la cartografía, y señala que de hecho se hace cartografía geológica, de la misma índole, tanto en las eras arcaica, estéril como en las eras modernas, fosilíferas.

Manifiesta el Sr. Gavala su respeto por las técnicas clásicas que no pueden ni deben arrinconarse, pero señala con tres ejemplos vivos de la geología de la provincia de Cádiz, casos en que sólo la micropaleontología es capaz de suministrar una solución.

El Presidente resume la discusión y dice no ve discrepancias de fondo, sino solamente diferentes puntos de vista y diferencias de matiz, de modo que los criterios son perfectamente coordinables. Coincide con el ponente en que el proceso de despersonalización, llevado incluso hasta la mecanización, es ineludible por las mismas razones que la producción mecanizada, en serie, se ha impuesto sobre la bella tarea, tan personal y tan cuidada, del artesano. En ambos casos se presencia, con melancolía, la deshumanización del trabajo.

Recibido 7-II-61.

ANTONIO DUE ROJO, S. I.
Director del Observatorio de Cartuja (Granada)

CONTRIBUCION ASTRONOMICA A LA GEOLOGIA

RESUMEN

En congresos y revistas de carácter geológico o geofísico, es hoy frecuente la discusión de problemas astronómicos relacionados con el estudio de la Tierra como planeta: de aquí las valiosas aportaciones que la astronomía viene haciendo y se esperan de ella en un futuro próximo. En esta reseña se examinan algunas de esas contribuciones a la geología, cuales son varias teorías cosmogónicas generales recientemente propuestas, el origen, evolución e interpretación de la superficie lunar visible, en particular los cráteres; los datos aducidos para determinar el estado de su interior, así como otros semejantes relativos a la evolución planetaria y sus condiciones presentes, el análisis de los meteoritos y la posible paleontología extraterrestre.

SUMMARY

Today geological and geophysical meetings and reviews include frequently astronomical matters as evidently connected with the first chapter of any study on our Earth as a planet, on its origin and evolution. Hence the valuable contribution of many astronomical investigations to the geological ones, here revised: general cosmogonical theories; origin, internal status and external features of the moon; planetary evolution and present condition; meteorites, and even a possible extraterrestrial paleontology.

Al tiempo de escribirse estas líneas (diciembre de 1961), se está celebrando en la Universidad de California, en Los Angeles, una Reunión Nacional de la Unión Geofísica Americana, en cuyo programa, como también en el de la Reunión Plenaria celebrada en Washington en abril de este mismo año, se incluyen, y por cierto con preferente extensión e interés, comunicaciones relativas a ciencias planetarias; igualmente se advierte que en los últimos números de *Geophysical Abstracts*, que publica periódicamente la Geological Survey de los Estados Unidos, figuran secciones tales como Selenografía y Cosmogonía.

En estas páginas habíamos ya recogido noticias interesantes de este gé-

nero: pero las investigaciones astronómicas de interés geológico se suceden a un ritmo acelerado y vale la pena comentarlas aquí: las presentes y futuras conquistas de la Astrofísica planetaria, no solamente ilustran lo que obligadamente constituye el primer capítulo de la geología histórica al reconstruir las primeras fases de nuestro planeta, sino que probablemente están llamadas a esclarecer misterios terrestres al descubrir los de otros miembros del sistema solar al que pertenecemos como ellos, por la evidente analogía que ha de haber entre las respectivas estructuras, dinamismo e historia.

TEORÍAS COSMOGÓNICAS

Pudiera decirse que los elementos químicos que componen la Tierra están continuamente sujetos a una especie de emigración a través de los tiempos geológicos: algunos se van disipando en el espacio y otros se acumulan en la hidrosfera y litosfera para formar depósitos estables; hay factores, como las cargas eléctricas de los núcleos atómicos, su radio, el peso atómico y la valencia, que permanecen constantes y no producen cambios en la química terrestre; en cambio otros, como la temperatura, presión y concentración de unos u otros elementos en diversos sistemas geoquímicos, varían considerablemente.

Aun el porcentaje medio de los mismos elementos varía a causa de las transformaciones atómicas e intercambios cósmicos. Es verdad que la composición de las masas rocosas es en cierto modo completa, en cuanto que entran en ellas componentes de todas clases; así un km³ contiene 130 millones de toneladas de Fe, 260.000 de Cu, 100.000 de Sn, 10.000 de U, 13 de Au, etc.; pero de toda la escala hay algunos que por diferentes procesos, principalmente radiactivos, tienden a aumentar (Ca, Sr, Pb, Ar, etc.), y otros a desaparecer (H, Ne, He, K, Rb, Kr, Xe, Rn, Ra, Ac, Th, Pa, U, etc.), y hasta podríamos añadir los 13 novísimos elementos fabricados artificialmente por el hombre. Cambia, pues, la composición química de la Tierra, hecho que a veces hay que tener en cuenta cuando se investigan las perspectivas históricas terrestres en orden a su elasticidad y otros parámetros físicos (17).

A este propósito, según los datos meteoríticos, los astrolitos litófilos, representativos de la corteza y manto planetarios, tienen una composición química cuyo porcentaje en peso se distribuye así: O = 43,12; Si = 21,61; Mg = 16,62; Fe = 13,23; Ca = 2,07 y Al = 1,83; y el de los siderófilos, correspondientes al núcleo: Fe = 90,78; Ni = 8,59 y Ca = 0,63. Es decir, que los primeros son silicatos de Fe y Mg, esencialmente olivina, y los segundos el clásico Ni-Fe; una tercera clase intermedia es la de los sulfuros de hierro con alguna impureza de níquel y correspondería a una porción inferior del manto, próxima al núcleo (2).

Sabido es que no pocos geólogos modernos, ante la evidencia de los hechos (deformaciones corticales en el fondo de los océanos, datos geotérmicos y geomagnéticos, etc.), se inclinan a admitir para las primeras fases de formación de nuestro planeta, no como antes, un progresivo enfriamiento y consiguiente contracción, sino al contrario, una dilatación, al menos entre ciertos límites, cuyas causas y proceso se discuten en la actualidad. Asimismo entre los astrónomos hay división de opiniones entre una emisión de materia solar o, al contrario, una evolución de partes independientes de la materia primitiva, de las que el sol es el dirigente gravitacional, pero no el que les ha dado porciones de su propia sustancia.

A base de la primera hipótesis, bastante modificada respecto de las antiguas concepciones, intenta Egyed explicar los hechos actuales: propone al principio un campo gravitacional mucho más intenso que al presente, por su mayor densidad en el núcleo terrestre, que originaría a su vez una intensa diferenciación gravífica en el antiguo manto; de ahí la formación de materiales granodioríticos ricos en cuarzo y de menor densidad, superpuestos a una capa de materiales más básicos. Un proceso continuo de degeneración en el núcleo daría lugar a ulteriores diferenciaciones, y a éstas más bien que a causas químicas se debería el canal de Gutenberg de velocidades menores de ondas sísmicas, cuyo registro parece confirmar este episodio en la historia geológica (8).

Por su parte, la teoría de Berlage sobre el origen de planetas y satélites admite inicialmente discos de materia nebulosa que giran alrededor de su astro primario respectivo, y su transformación en series de anillos concéntricos transformación meramente mecánica por pérdida de energía debida a su propia viscosidad. La disposición actual en nuestro sistema y la mutua relación de sus componentes según la ley de Bode, así como las dimensiones y densidades medias de sus astros primarios coinciden sorprendentemente con esta hipótesis. De aquí se deduce que existía ya una envoltura solar gaseosa cuando su contenido cósmico dio origen a los planetas, en tanto que éstos al engendrar discos satélites se componían desde el principio de partículas sólidas.

Saturno y su sistema fue probablemente, en esta teoría, el primero que se condensó en la nebulosa solar, y Plutón, según Berlage, contra la hipótesis que le hace proceder de Neptuno, de quien sería satélite, parece más bien un planeta normal situado más allá de Neptuno desde su origen y con densidad media de 2,9. Este autor trata de probar directamente la tendencia de los secundarios a girar alrededor del primario a distancias que obedecen a una ley geométrica, y concluye que todo sistema de satélites cruza el sistema básico de derecha a izquierda; más aún, en contra de la antigua teoría, que hace nacer la Luna de la Tierra, cree que nuestro satélite es lo que queda de un antiguo sistema de dos astros, uno de los cuales fue asimilado por nosotros del mismo modo que lo hizo probablemente Marte con un tercer satélite que

antes tuvo: de este modo, la disposición que ofrecen hoy los satélites de Júpiter y Urano son los resultados más normales de esta clase de evolución; en cuanto a los planetoides y plutoides, los considera como objetos muy semejantes, y hasta suscita la cuestión de si las tectitas se derivan de los plutoides como los meteoritos de los asteroides (3).

Dentro del sistema solar y su probable génesis, está el caso particular del sistema Tierra-Luna con las dos opiniones principales entre los astrónomos a este respecto: o bien procede la Luna de los materiales de la corteza terrestre, sometidos a bruscos cambios de presión hasta llegar a los cuatro millones de atmósferas, con la subsiguiente emisión explosiva al espacio exterior, o bien se trata de un astro que primero fue planeta independiente y más tarde lo capturó la Tierra en virtud de energías desarrolladas en forma de mareas cuando pasó a una distancia de 26.1 radios terrestres; esta última parece matemáticamente más sencilla e incluso resulta más fácil explicar en ella retrospectivamente la cronología de los hechos; desgraciadamente no podemos tener la seguridad de que la Naturaleza escogió en efecto el método más simple para proveernos de un satélite (14). Por lo demás, la historia de la astronomía ha demostrado con frecuencia que el empeño en simplificar los procesos naturales y obligarlos a encajar en moldes fáciles de concebir, ha conducido a la ciencia a errores que más tarde se vio obligada a rectificar.

EL INTERIOR DE LA LUNA

Si es verdad que se ha logrado reunir gran copia de pormenores mediante la observación acerca de la superficie lunar, aunque siga siendo dudosa la explicación de su origen, no lo es menos que el estado físico del interior de nuestro satélite y demás caracteres internos es solamente objeto de meras conjeturas y especulaciones, y así seguirá siéndolo, al menos en un futuro próximo, mientras no se logre sustituir la observación a distancia por una exploración propiamente dicha.

Se ha calculado con suficientes garantías de certeza la densidad media lunar, que es de 3.34; por consiguiente, la de muchos minerales silíceos terrestres, tales como la peridotita y ecogilita, componentes probables de las capas más exteriores del manto de nuestro planeta (3.3), hasta el punto de que Bullen ha invertido el razonamiento, arguyendo de la densidad lunar la de esas capas terrestres. Pero si está bien determinada esa densidad media, no ocurre lo mismo con su distribución en profundidades; se admite comúnmente que es bastante homogénea y que crece tan sólo con la presión a medida que nos acercamos a su centro; así Jeffries, partiendo de una composición uniforme, asigna un valor de 3.28 cerca del exterior y 3.41 en el núcleo, fundándose pre-

cisamente en la aparente homogeneidad de nuestro manto, prescindiendo naturalmente de nuestra corteza exterior y admitiendo un cambio de fase en el límite corteza-manto.

El gradiente de densidad se calcula analizando el doble movimiento de nuestro satélite, de rotación y traslación; en este movimiento hay tres momentos diferentes: el mayor es el de su propia rotación, el menor es el relativo al eje que se dirige a la Tierra, y el llamado principal es tangente a su órbita de traslación. La dificultad de este análisis radica en la pequeñez de las diferencias entre los tres momentos, agravada por la escasa elipticidad del disco visible y las irregularidades relativamente grandes de su topografía. Las fórmulas de mecánica aplicadas en este caso, permiten calcular la homogeneidad del globo lunar relacionando el primer momento de inercia arriba citado con la masa total y el radio medio; para una esfera completamente homogénea esta relación (g) valdría 0.6 (para la Tierra, donde la mayor densidad está en el centro, vale 0.49) y para una esfera hueca sería igual a la unidad.

Los cálculos de Brown a principios del siglo pasado conducen a un valor de $g = 0.87$, es decir, a una densidad interna considerablemente inferior a la de la superficie, lo que hace sospechar un influjo perturbador que se atribuye a observaciones deficientes o a un desarrollo numérico inexacto de la misma teoría. Las recientes medidas de la figura terrestre, mediante los satélites artificiales y las fotografías lunares cada vez menos imperfectas, han suministrado datos más seguros, especialmente los relativos a las libraciones lunares, así físicas como geométricas; el resultado final es que el interior de la Luna tiene que ser capaz de soportar tensiones muy considerables, con diferencias (creadas por la desigual distribución en su figura externa) del orden de 10-100 bares, comparables a las que soporta el interior de la Tierra.

Otro elemento importante en el estudio del interior de nuestro satélite es su estado térmico, determinado a su vez por la distribución dentro de su masa de tres factores: radiactividad, conductividad térmica y temperatura a distintos niveles al tiempo de su formación; el primero y el último son los más inciertos, y para el segundo el coeficiente de incertidumbre se calcula ser igual a 2; asimismo es dudoso el mecanismo de transmisión de la energía térmica por convección y radiación, aunque es verosímil admitir para estas últimas los valores ordinarios que rigen aquí abajo, así como también lo es asignar a la Luna una composición global químicamente análoga a la de los meteoritos condriticos, entre otras razones por coincidir en ambos casos la densidad media antes mencionada, y la proporción de los elementos componentes en ellos y en el Sol. Ahora bien, los cuerpos termógenos en tales meteoritos y su proporción respectiva son: $K = 8.0 \cdot 10^{-4}$; $U = 1.1 \cdot 10^{-8}$ y $Th = 4.4 \cdot 10^{-8}$ gramos por cada gramo de su materia; y conforme a estas hipótesis se han calculado los diagramas que para una temperatura inicial de $0^\circ C$ y una opacidad relativa-

mente baja de 100/cm da para el centro 1.800° C; y para el estado actual, después de unos $4,5 \cdot 10^9$ años, y una temperatura inicial de 600° y opacidad de 1.000/cm., resultan ser 2.400°. Otros diagramas difieren poco de éstos y en ellos el flujo térmico superficial oscila entre los 10,3 y los 16,4 erg/cm²/seg.

El carácter más notable de estas curvas temperatura-profundidad, consiste en que se alcanza y excede a no mucha distancia del exterior el punto de fusión de diversos materiales; por ser el volumen relativamente pequeño la presión máxima central no puede ser mayor de 46.000 atmósferas y por tanto no es capaz de elevarlo mucho; por otra parte, la conductividad, también escasa, no permitirá el enfriamiento sino de las regiones más someras. Así, por ejemplo, la temperatura de fusión del Fe queda superada a cualquier profundidad mayor de 500 km., es decir, casi a un tercio de la cifra total (1.738); por otra parte, la solidez probada con datos astronómicos no da lugar a una composición en que predominen los materiales fundidos; la solución de esta discrepancia podría estar en que allí la radiactividad es bastante menor que en los meteoritos condriticos o en que ella está especialmente concentrada en la superficie.

Todo ello implica la presencia de discontinuidades en las diferentes capas, y como se ve, quedan muchos interrogantes por contestar, así acerca de la estructura interna como sobre la historia lunar; la respuesta adecuada, útil indudablemente para resolver problemas similares en la Tierra, la darán acaso los satélites registradores que logren hacer el viaje de circunvalación a la Luna, o mejor los que provistos de instrumentos convenientes, se consigan colocar en su superficie, desde donde transmitan los datos recogidos (11).

Las irregularidades observadas en el disco visible se ha intentado explicarlas admitiendo una variación de la densidad con la longitud y la latitud, de modo que la densidad cerca de los polos sería mayor que cerca del eje que apunta hacia la Tierra; en este caso, la consistencia de las regiones profundas no sería necesariamente muy grande y el centro podría estar a temperatura elevada; sin embargo, esta variación de densidad con la longitud y latitud difícilmente se hubiera conservado si la masa de la Luna se hubiera hallado en estado de fusión en su totalidad en algún momento. Ahora bien, un objeto del tamaño de la Luna se enfría muy lentamente incluso en tiempo tan largo como el comúnmente asignado; los cálculos de pérdida de calor prueban que durante todo ese tiempo el centro lunar habría perdido muy poco, y semejante proximidad al punto de fusión no es compatible con la consistencia al soportar las presiones arriba indicadas. No hay que olvidar que la mayoría de las hipótesis de un centro lunar líquido vienen de los tiempos en que no se conocía otra fuente de calor para los procesos volcánicos que el residual primitivo, el mismo que obligaba a admitir para la Tierra una alta temperatura original, como se lee todavía en los libros de texto elementales (19). Por lo demás, no hay otra vía en la investigación de los fenómenos naturales y de

sus causas, que las hipótesis edificadas sobre las bases científicas disponibles al tiempo de formularlas; por eso las de hoy son, desde luego, más completas y verosímiles que las de ayer, puesto que disponen de más y mejores elementos de juicio, aunque acaso mañana necesiten nueva revisión. Al buscar la explicación de lo que ocurre en el interior de la Luna, como de la Tierra, no solamente la radiactividad, sino también el magnetismo interviene en la elaboración de las teorías; al campo magnético terrestre parece estar ligado el movimiento de materiales metálicos fundidos en el interior de nuestro planeta; y como uno de los signos más conspicuos de tal actividad magnética han resultado ser las zonas de Van Allen, se trata ahora de comprobar por este medio indirecto, si se descubren también alrededor de la Luna, lo que ocurre en su interior.

LOS «CRÁTERES» LUNARES

Subrayamos ante todo que al hablar de estos ya famosos accidentes en la superficie selenita, no pretendemos prejuzgar la ya antigua controversia sobre el proceso genético de su formación; en el congreso de la Unión Geofísica Americana de abril pasado, varios profesores presentaron una proposición relativa a la nomenclatura selenográfica, abogando por una terminología más imparcial y puramente descriptiva, evitando las connotaciones genéticas tales como cráteres, volcanes, huellas o cicatrices de impactos meteóricos, etc.; de este modo se evitarían más fácilmente confusiones entre las diferentes hipótesis endógenas o exógenas acerca de las formaciones lunares.

Los 30.000 cráteres lunares telescópicamente identificables y de origen posiblemente meteórico, contrastan numéricamente con los quince o veinte señalados por los geólogos en la superficie terrestre como producidos por esa causa; contraste que en primera instancia explican los agentes erosivos que aquí han borrado sus huellas o «astroblemas» (*blema* = herida hecha por un arma arrojada; del griego *ballo* = arrojar); tales cicatrices podrían acaso ser más fácilmente descubiertas en nuestro suelo si hubiese un criterio inequívoco para reconocerlas a través de la prolongada acción erosiva durante las edades geológicas. No pocas estructuras rocosas superficiales se denominan criptovolcánicas, porque muestran signos de violentas fracturas debidas indudablemente a procesos de índole catastrófica; acaso sería más propio, conforme a la comunicación citada en la UGA, hablar de criptoexplosiones, ya que no es lógico excluir *a priori* una causa extraterrestre, y en muchos casos los efectos observados difícilmente pueden explicarse por acciones genuinamente volcánicas y mucho menos por otros agentes telúricos, v. g.: el rayo, cuyos efectos serían de carácter local y su energía evidentemente inadecuada.

Un meteorito suficientemente grande para explicar las perturbaciones ha-

lladas hoy, traería una velocidad del orden de los 15.000 m/s y necesariamente originaría una onda de choque a partir del lugar del impacto, que hundiría un gran volumen de rocas, hasta degenerar en onda elástica; por tanto, la presencia en ellas de efectos de esta clase, improbablemente debidos a otras causas terrestres, puede constituir el criterio buscado, y resumiendo los resultados de un estudio realizado sobre esta materia, se reduce al análisis de los «conos astillados» de estructura muy característica y fáciles de distinguir: en ellos se encuentran, no solamente las huellas del impacto, sino también datos topográficos para reconstruir su acción y establecer las líneas convergentes al centro de donde procedía la onda. Siete u ocho casos elocuentes que confirman esta teoría se han identificado en el suelo de los EE. UU. y han corroborado la antigua sospecha de su origen meteórico (5). Este análisis, por hoy, es impracticable en la Luna; pero la analogía de las apariencias externas podrá ser un valioso auxilio a la investigación, mientras llega el momento de examinar de cerca los pormenores en el suelo lunar; entre tanto se ha celebrado en Washington, a fines de marzo de 1961, un simposium sobre craterología, donde además de esta analogía entre la Tierra y su satélite natural, se han estudiado los efectos de impactos de otra índole, tales como los de proyectiles modernos, explosiones nucleares, etc.

Hay indudablemente en las fotografías lunares datos suficientes para afirmar que no todos los llamados cráteres son debidos a impactos exógenos: en muchos de ellos se observa una distribución sistemática y relacionada con la orografía, que excluye la intervención única de meteoritos necesariamente caídos al azar; tienen la forma de una vesícula a modo de burbuja, que al estallar hubiera dejado esa huella circular, es decir, algo procedente del interior, magmático y plástico. Hasta se ha atribuido este origen a los denominados mares, y así se explicaría mejor que en otras hipótesis el contraste de tan extensas llanuras con las ásperas montañas de otras regiones, pues tales materiales fluidos en grandes cantidades habrían nivelado y llenado abismos en un espesor de varios kilómetros (4).

Que ha habido y parece haber en la actualidad actividades de esta clase en la superficie de nuestro satélite, es cosa fuera de duda: en primer lugar está la lista de cráteres desaparecidos, como el de Linneo, observado por última vez en 1842, que desapareció entre 1843 y 1866 y tenía unos diez kilómetros de diámetro por 300 metros de profundidad; hoy solamente se ve en aquel sitio una mancha blanca que crece durante los eclipses y se asemeja a un depósito o estanque helado; el de Alhacén, de 35 kilómetros de diámetro, como arruinado por un terremoto y convertido en la actualidad en polvo blanco; el caso dudoso de Aristarco, donde pareció moverse algo en 1944, quizás por un impacto meteórico, y finalmente el más documentado del cráter Alfonso (llamado así en honor del rey Alfonso el Sabio), del que ya se habían dado noticias no del todo confirmadas acerca de una especie de velo

que oscurecía el fondo, hasta que en octubre de 1956 se obtuvo en Monte Wilson una fotografía donde se apreciaba la desaparición de pormenores que otras veces eran conspicuos; tres fotos de espectros de esta región se sacaron el 3 de noviembre del mismo año; el primero de estos era normal, el segundo presentaba una absorción anómala del carbono, y el tercero otra vez normal. Semejante irregularidad fue observada visualmente por Kozirev desde el Observatorio de Crimea, quien informó de que el pico central aparecía brillante durante algún tiempo, para recobrar después su aspecto habitual; la luminiscencia descubierta por los espectrógrafos resultaba semejante a la de los cometas, pero diez mil veces más intensa.

Se entabló entonces una discusión sobre la naturaleza del fenómeno: Donald H. Menzel, director del Observatorio de Harvard, aceptaba las pruebas documentales de esta actividad lunar, pero no las de su origen estrictamente volcánico, aunque, desde luego, los gases observados tenían que proceder del interior de la corteza; Lloyd Motz, profesor adjunto de astronomía de la Universidad de Columbia, aceptando el punto de vista de Menzel, explica los hechos diciendo que en la Luna tiene que haber mucho más uranio somero que en la Tierra, si, como parece, su estructura cortical es exclusivamente rocosa desde niveles poco profundos, a causa de la ausencia de sedimentación, en cuyo caso la radiactividad del uranio producirá un gradiente térmico más pronunciado que aquí y dará lugar fácilmente a la eyección de materias gaseosas de alta temperatura por un procedimiento semejante al volcánico, pero no propiamente tal; reconoce con todo, que no pocos accidentes sobre la haz de la Luna pueden ser debidos a fuerzas endógenas. Incidentalmente añadiremos que el impacto del Lunik, no observado ópticamente, si produjo algo parecido a una nube de polvo, ésta se disipó necesariamente en poco tiempo cayendo nuevamente al suelo, puesto que para mantenerse en suspensión, como las terrestres, es indispensable el aire que allí falta (6).

A la explicación primera y más obvia, de que nos hallábamos ante un fenómeno propiamente volcánico, se ha opuesto otra diferente de las citadas: admitiendo que la conductividad efectiva del polvo acumulado en el fondo de los cráteres, cualquiera que sea el origen de éstos, sea tal que el flujo térmico que llega a la superficie, tenga el valor comúnmente asignado de $8,4 \cdot 10^{-6}$ calorías/cm²/seg, la temperatura debida a la probable radiactividad, a sólo un metro de profundidad, resultaría ser ya de 240° C y a 25 metros alcanzaría la de fusión del basalto; de aquí se sigue en primer lugar que el polvo no puede subsistir como tal indefinidamente más allá de esa profundidad, y en segundo lugar que en esta capa de polvo somero ocurrirían fenómenos cuasi volcánicos como los recientemente observados; su proceso podría ser la liberación periódica de bocanadas de gases calientes mezclados con

polvo. Al discutirse estas apreciaciones de Fremlin, hay quienes opinan que el autor ha adoptado para la conductividad térmica valores demasiado pequeños, y al revés, demasiado grandes para el flujo; todo depende del factor radiactividad, difícil de valorar por hoy, con lo que volvemos a la conveniencia de una exploración directa. Fremlin insiste en que de no admitirse sus cifras, no se hubieran podido producir los fenómenos últimamente comprobados (9).

DATOS Y TEORÍAS PLANETARIAS

Si los planetas, como es hoy hipótesis bastante extendida entre los autores, se han formado por acreción a baja temperatura de una nube de polvo y gas, la fusión subsiguiente tiene que haber producido una reducción de los óxidos metálicos por los compuestos carbónicos captados durante aquel proceso; el metal así formado se separa y constituye el núcleo, de modo que cuanto más alta haya sido la temperatura, tanto mayor será el contenido de sílice en este ferróníquel. Las variaciones de densidad en los planetas llamados terrestres se explicarían así por los diferentes grados de reducción de los primitivos materiales no volátiles: Marte estaría compuesto de un material completamente oxidado, con la mayor parte de su sílice en fase metálica; Venus, la Tierra y los meteoritos representarían los estadios intermedios, y así el núcleo terrestre tiene que contener un 20 por 100 de sílice, cuya presencia explicaría su probable densidad y elasticidad, que no se explican satisfactoriamente por solas las propiedades del Ni-Fe. Cuando los metales producidos cerca de la superficie son segregados para acrecentar el núcleo (teoría de los poros de Gold), no se encuentran en equilibrio químico con el manto a causa de la alta temperatura y presión que rigen en la frontera manto-núcleo; allí se ha de engendrar necesariamente una considerable fuerza electromotiva debida a las reacciones Fe-Ni y Fe-Si, factor sin duda importante en conexión con la teoría del campo magnético terrestre. Los efectos de difusión iónica concomitantes que tendrían lugar en dicha frontera, ocasionarían cambios de densidad y corrientes de convección dentro del mismo núcleo. Las variaciones de composición en las regiones inmediatas del manto así producidas, podrían ser responsables y explicar los cambios en el gradiente de las velocidades sísmicas; un efecto ulterior de tal proceso sería la constante contracción del volumen del núcleo. Tal es la hipótesis de Ringwood (15).

Contra este modo de ver las cosas ha presentado algunos reparos H. C. Urey, porque no se da así razón suficiente para el escape al espacio de los gases de elevado peso atómico en la Tierra; por otra parte, la cantidad de carbono necesaria para producir Si y Fe es considerable, y tendría que notar

se mucho más el óxido de carbono engendrado en tal proceso. En cuanto a la gradación de densidades desde Mercurio hasta Marte, sugiere para el calor requerido en el propuesto proceso de reducción un origen solar inadecuado, ya que implicaría un brillo en el Sol diez mil veces mayor, del que no hay indicios verosímiles, y, además, la escasa densidad de la Luna no encaja en esta teoría (18).

Las condiciones geológicas en Venus están supeditadas a las atmosféricas, recientemente exploradas indirecta, pero eficazmente, por medios radioastronómicos; las microondas recibidas en la Tierra, según que la fuente de emisión se halle en aquella superficie o en lo equivalente a la ionosfera, dan resultados algo diferentes, pero no mucho; de ellas se ha podido deducir la probable distribución de las capas atmosféricas, siempre ocultas a la observación óptica y fotográfica; he aquí los resultados numéricos con los valores de presión y temperatura en cada estrato atmosférico: superficie = 600° K y 4 atmósferas; tropopausa = 350 y 0,5 respectivamente, que decrecen rápidamente en pocos kilómetros a 200 y 0,04; en la estratosfera se estaciona la temperatura, pero la densidad se hace un millón de veces menor en la base ionosférica, desde la cual vuelve a subir la temperatura y a acercarse la densidad al mínimo exterior.

Estos factores no permiten admitir, como se ha propuesto por varios astrónomos, ni siquiera la presencia de agua o hidrocarburos líquidos y, por tanto, tampoco una erosión acuosa propiamente tal; la que haya tiene que ser debida al viento y a las altas temperaturas, lo cual equipararía la superficie del planeta a la de los desiertos terrestres; ni los pantanos al modo de nuestro periodo carbonífero, ni los campos inundados de petróleo o el océano integral propuesto por Seltzed, tienen allí lugar. En los polvos venusianos probablemente hay un descenso térmico del orden de los 100° respecto de la media general del resto del globo (16). La elevada temperatura asignada a la superficie sólida resulta excesiva si su origen se encuentra en la ionosfera, por lo cual, contra todo lo hasta ahora admitido, hay que ponerlo en el suelo mismo; para la capa más externa las medidas en el espectro visible e infrarrojo dan menos de 300° K y permiten presumir que el espesor atmosférico total es, por lo menos, de 30 kilómetros, y que los anteriores resultados radiométricos, que daban 36° C, tenían que proceder de alguna región bastante superior. A causa del albedo, tan pronunciado en el espectro visible, ha de quedar forzosamente sólo una pequeña fracción de la radiación global del Sol capaz de calentar la superficie y aun la mayor parte de la atmósfera; queda, pues, como único recurso para explicar ese exceso de calor, el vulcanismo, o acaso un prolongado efecto de «invernadero», por el que la misma atmósfera impida la radiación por parte de la superficie, de lo recibido; lo primero se considera hoy poco probable, al menos en tan grande escala, y lo segundo significaría que la baja atmósfera compuesta, ade-

más de CO_2 , de partículas pequeñas de gases, absorbe bien la radiación infrarroja y es transparente para las de onda corta; el enfriamiento que parecen indicar las medidas de radio, sugieren pronunciados gradientes térmicos entre la porción iluminada y la oscura, así como entre el ecuador y los polos (7).

LOS METEORITOS

Comparando la elasticidad de los meteoritos litófilos y su variación según el contenido metálico, con los del manto terrestre (a juzgar por el registro de ondas sísmicas, densidad calculada y momento de inercia), se ha puesto a prueba la teoría de que la porción rocosa de los litófilos es semejante a los materiales del manto. Para ello se han calculado la densidad y módulo volumétrico, así como la relación entre ambos elementos, según tres modelos diferentes: 1) Análisis químicos (valor medio) de 94 ejemplares de condrita, hechos por Urey en 1953; 2) El de feldespatos transformados, mediante altas presiones, en jadeitas y granates por Griggs y Kennedy en 1956; y 3) Litófilos que muestran señales de transición desde una primitiva composición metálica hacia una forma de óxidos, estudiados por Wahl en 1950.

Las relaciones módulo volumétrico-densidad, y la velocidad de transmisión sísmica en ondas longitudinales para los meteoritos litófilos en los tres modelos, resultan menores que los obtenidos por el registro sísmográfico; por tanto, no hay fundamento para admitir que el manto se compone de materiales semejantes a los meteoríticos; la variación de elasticidad es también muy pequeña y no hay correlación con la de las capas internas del manto; las propiedades físicas de éste corresponden mejor a las de la dunita, y por consiguiente una composición a base de ella parece más probable al autor aquí citado (12).

Admitiendo con la mayoría de los astrónomos que los meteoritos proceden del colapso y destrucción de alguno o algunos planetas (1.000-2.000 kilómetros de diámetro), el análisis de este hecho hipotético puede contribuir a la solución del problema terrestre acerca de la discontinuidad entre el manto y el núcleo. Si no es debida a una diferencia de composición química, sino a una mera transición de fase en el silicato del manto, la energía desarrollada por semejante transición en el seno de un planeta inestable resulta demasiado pequeña para originar la proyección de fragmentos meteoríticos al espacio y, desde luego, las tensiones serían insuficientes para romper el manto, porque aquella transición está regulada por la viscosidad y es extremadamente lenta, y además se verificaría necesariamente en diferentes etapas y gradualmente; para explicar el colapso gravitatorio se necesitaría un fenómeno violento y repentino, inverosímil sin un vivo contraste en la com-

posición química: en breves términos, haría falta un núcleo de hierro (13).

En cuanto al polvo meteorítico, especialmente el que necesariamente cubre la superficie de la Luna, es hoy objeto de discusión, no ya en el terreno especulativo de las ciencias astronómicas, sino en el práctico de la astronáutica, como se hizo notar en una reseña anterior; últimamente se han publicado nuevos estudios que cambian algo el aspecto de la cuestión. Hace un par de años expuso Whipple una nueva teoría bastante más tranquilizadora para los futuros visitantes de la Luna; para él la acción combinada de la energética radiación solar y del bombardeo cósmico sobre ese polvo de constitución química necesariamente heterogénea, parece que tendrán por resultado una especie de cementación, que dará al suelo una consistencia parecida a la de las arenas del desierto, semiporosa, pero suficientemente sólida para excluir el peligro de hundirse en ellas; o acaso parecida a los campos de nieve de la Antártida, que crujirá un poco al ser pisada y exigirá precauciones contra las posibles grietas mal cubiertas o los socavones (20). Esto ya es algo muy diferente de los metros o kilómetros de espesor en un polvo blando de que se hablaba antes, atendiendo solamente a la cuantía (considerable por la ausencia de arrastre erosivo) y al escaso peso en un astro de pequeña masa. A este propósito observa T. Gold, que la erosión térmica y cósmica forzosamente ha de haber limado los bordes de los circos y cráteres hasta un kilómetro por lo menos, y las explosiones o impactos meteoríticos de mayor envergadura tienen que haber dispersado mucho material, que quizás se encuentre sedimentado en el fondo de esos mismos cráteres (10).

Al faltar allí el freno atmosférico, todos estos proyectiles, grandes y pequeños, caen con la misma velocidad de un par de decenas de km/s, que los hace altamente destructivos, sin que podamos hacernos cargo de la paridad con los que llegan a nuestro suelo en circunstancias completamente diferentes; al romperse en fragmentos, que saldrán despedidos en todas direcciones, se mezclarán naturalmente con los materiales propios del terreno lunar; de aquí, según algunos, el aspecto de piedra pulverizada y lo accidentado de aquella superficie. La misma diversidad que a veces se observa en los resultados de las medidas polarimétricas, se explica bien por esta mezcla en desigual proporción de materiales propios y aportaciones extralunares (6).

BIOLOGÍA Y PALEONTOLOGÍA EXTRA-TERRESTRES

Se habla actualmente, con motivo de los planes concretos de enviar a otros planetas, y particularmente a la Luna, proyectiles, instrumentos de medida, etc., del peligro de contaminación de otros miembros del sistema solar por los gérmenes que ineludiblemente llevarán consigo esos exploradores terrestres; y al revés, se ha dado la noticia (*Nature*, 18 de noviembre de 1961)

de que en el Departamento de química de la Universidad de Fordham, Nueva York, B. Nagy y sus ayudantes han encontrado en meteoritos organismos unicelulares, parecidos a algunas algas abisales, pero completamente diferentes de los conocidos: indicio, aunque todavía no sea prueba apodictica, a juicio de este mismo profesor, de una forma vital extraterrestre procedente de otro planeta, ya que es inverosímil se hayan recogido en el espacio interplanetario.

Por esta vía se ha llegado a considerar a la Luna como depósito natural de «astroplancton» y se ha planteado el problema en estos términos (siete meses antes de la noticia arriba citada): ¿qué cantidad, en masa, de esos microorganismos ha de ser emitida por hipotéticos planetas dotados de vida, dentro de nuestra galaxia, para que a la superficie lunar llegue un mínimo apreciable (por los futuros aparatos registradores), por ejemplo, una unidad por metro cuadrado?; esto equivaldría a una billonésima de gramo y durante todo el transcurso de la vida de nuestro satélite, unos 38 g.

Como a una distancia R de la Luna y siendo r el radio de ésta, el ángulo sólido subtendido habrá de ser $\pi r^2/4 \pi R^2$, los cien mil millones de estrellas podrían dar, si nos dejamos arrastrar del optimismo, un número igual de planetas «vivos» capaces de emitir gérmenes, y habida cuenta de sus distancias, aquella cantidad de masa orgánica procedente de cada planeta resulta ser de $6,0 \cdot 10^{18}$ g, es decir, unos seis billones de toneladas. Comparemos ahora los resultados de este cálculo, rigurosamente astronómico, con la masa de la biosfera terrestre, donde la cantidad total de carbono es de $2,8 \cdot 10^{17}$ g y la biosfera total unas diez veces mayor; porque, como es sabido, ella depende del flujo luminoso recibido, ritmo fotosintético, condiciones climatológicas, etc., y aunque estos datos nos sean desconocidos fuera del sistema solar, no es aventurado tomar a la Tierra como planeta típico.

La consecuencia, en rigor matemático es para que llegue a ser apreciable, al modo dicho, en la superficie lunar, no menos del doble de la biosfera planetaria habría de ser emitido, y desde luego, llegando toda ella sana y salva a su destino; habrá, pues, de excluir la muerte de esos seres vivos por causa de la misma eyección, del viaje planetario, llegada a la Luna (por impacto meteórico) y almacenamiento ulterior en ella al abrigo de radiaciones mortíferas. Inútil es añadir que los cálculos *despiadados* acerca de cada una de estas condiciones indispensables, se agravan aún si se considera el único mecanismo de eyección en que cabe pensar, cual es la «salpicadura» debida a un violento impacto meteórico de los que registra nuestra propia historia. Así pues, la conclusión respecto de una aportación terrestre según probabilidades reducidas, aunque no del todo nulas, permitiría esperar que se hallasen en la Luna, si se han podido conservar, microorganismos nuestros muy antiguos y ya extinguidos aquí; pero respecto de otros planetas, y mucho menos fuera del sistema solar, las cifras de probabilidad son del todo des-

favorables, y en este sentido únicamente es en el que el autor de estos argumentos califica el programa de exploración biológica lunar como virtualmente imposible y sin razón de ser. No se atreve a declarar igualmente fuera de toda posibilidad la antigua panspermia de Arrenius, y se limita a atribuir la aparición de la vida en un planeta a una de tres causas: el mero azar, la panspermia, o una intervención divina (1).

Teniendo en cuenta los datos recogidos acerca del medio ambiente venusiano, y aquellos 600° K (327° C) atribuidos a su superficie, no hay que pensar en microorganismos capaces de vivir o sobrevivir si por acaso llegaran allá; en ese nivel térmico las proteínas se desnaturalizan, el ácido deoxirribonucleico se polimeriza, y aun las moléculas orgánicas más pequeñas se disocian en breve tiempo. No hay, pues, peligro de contaminación por culpa de los posibles visitantes, automáticos o humanos, procedentes de la Tierra. En cambio, a mayores altitudes atmosféricas en Venus y en particular en la región inmediatamente inferior a la capa de nubes visibles para nosotros, sí habría riesgo de contaminar la alta atmósfera; pero a ese nivel y teniendo en cuenta la ausencia de agua, es poco verosímil la existencia de seres vivos indígenas. Si alguna vez los ha habido, a base de una composición química análoga a la terrestre (C-H-O), tendrían que haber buscado refugios subterráneos o atmosféricos; pero siempre en condiciones precarias, ya que no se vislumbra en el pasado de aquel planeta un ambiente global tolerable, y en cuanto al futuro, hay que dejar la palabra a los astronautas cuando regresen... (16).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ANDERS, E.: *The moon as collector of biological material*, «Science» v. 133, núm. 3454, págs. 1115-1116, abril 1961.
- (2) ASIMOV, I.: *What is the earth made of?*, «Fantasy and Fiction», julio 1961.
- (3) BERLAGE, H. P.: *The basic scheme of any planetary or satellite system corrected and analyzed*, Proc. Kon. Ned. Akad. Wet., ser. B, v. 62, núm. 1, págs. 63-83, 1959.
- (4) BRERETON, R. G.: *The lunar surface*, «Geo-Times», vol. 6, núm. 2, págs. 22-26, septiembre 1961.
- (5) DIETZ, R. S.: *Meteorite impact suggested by shatter-cones in rock*, «Science», v. 131, núm. 3416, págs. 1781-1784, junio 1961.
- (6) DUE, A.: *¿Qué pasa en la Luna?*, «Razón y Fe», v. 160, núm. 743, págs. 431-440, diciembre, 1959.
- (7) -- —: *El ambiente físico en Venus*, «Revista de Geofísica», v. 20, núm. 77, págs. 49-54, enero-marzo 1961.
- (8) EGYED, L.: *The expansion of the earth in connexion with its origin and evolution*, «Geophysica», Helsinki, v. 7, núm. 1, págs. 13-22, 1959.
- (9) FREMLIN, J. H.: *Volcanoes in the moon*, «Nature», v. 183, núm. 4656, pág. 239, 1959.
- (10) GOLD, T.: *Dust in the moon*, «Vistas in astrobomy», v. 2, 1959.
- (11) MACDONALD, G.: *Interior of the moon*, «Science», v. 133, núm. 3458, págs. 1045-1050, abril 1961.

- (12) NISHITANI, T.: *On the material in the earth mantle*, «Science Memos», Kyoto Univ. Coll. Ser. A, v. 29, núm. 1, págs. 37-46, 1958.
- (13) OPIK, E. J.: *The origin of meteorites and the constitution of the terrestrial planets*, «Irish Astron. Journ.», v. 3, núm. 7, págs. 206-225, 1955.
- (14) —: *The origin of the moon*, *Ibid.*, núm. 8, págs. 245-248, 1955.
- (15) RINGWOOD, A. E.: *On the chemical evolution and densities of the planets*, «Geoch. et Cosmochem. Acta», v. 15, núm. 4, págs. 257-283, 1959.
- (16) SAGAN, C.: *The planet Venus*, «Science», v. 133, núm. 3456, págs. 849-858, marzo 1961.
- (17) SANKOV, A. A.: *The evolution of geoch. conditions during the earth history*, «Pr. rod», núm. 2, págs. 10-16, 1958.
- (18) UREY, H. C.: *On the chemical evolution and densities of the planets*, «Geoch. et Cosmochem. Acta», v. 18, núms. 1-2, págs. 151-153, 1960.
- (19) —: *Origen y naturaleza de la Luna*, «El Universo», v. 15, núm. 55, págs. 61-78, abril-junio 1961.
- (20) WHIPPLE, F. L.: *On the origin of the moon*, «Vistas in Astronomy», v. 2, 1959.

Recibido 3-1-62

FE DE ERRATAS

En el artículo titulado «Astrofilita, un mineral nuevo en España» publicado en el núm. 62 de esta Revista págs. 59 a 72, del 2.º trimestre de 1961, aparecieron las erratas siguientes:

PÁGINA	LÍNEA	DICE	DEBE DECIR
59	bajo b	... el cual difiere de los gneises de biotita, así como de los esquistos de fuera del complejo en su...	... y que difiere de los gneises y esquistos de fuera del complejo en su...
61	bajo c	Gneises de anfíbol-biotita	Gneises de anfíbol-biotita
62	5 de abajo 2 de »	anfíbol verde ... que en algunas láminas delgadas se encuentre el zircón...	anfíbol azul ... que en las láminas delgadas investigadas se encuentre el zircón...
63	3 explicación fig. 3 es inútil.		
64	2 explicación fig. 4	oscuras	oscuras
65	7	mineales	minerales
66	14 de abajo 13 de »	ángulo no puede adoptarse	ángulo ha sido adoptado
67	explicación C, l. 1	medidas	medidas
68	4 5	permatita necestrio	pegmatita necesario
69	9 13 14 23 24	Langesundfjord Billings Hampshire El archipiélago Landesundfjord	Langesundfjord Billings Hampshire Los archipiélagos Landesundfjord
70	Columna B	4.73 A I 1.34 A	3.73 A 2.56 . intensidad S 1.31 A
	Columna C	10.1 A ww d 1.62 A 4.56 A	10.2 A 6.6. intensidad w d 1.61 A 1.56 A
	Columna D	2.04 A	1.04 A
	Columna E	1.535 A	1.435 A
	Explicación, última línea	escama A A	escala A — → A
	A	Astrofilita	Astrofilita, Brevik, Noruega
	B	Astrofilita noruega	Astrofilita, St. Peter's Dome U.S.A.
	C	Astrofilita en O. de	Astrofilita en gneis. O. de
71	4 5 7 27 de abajo 8 de »	españolas perece Soeb + ZV 10 A	españolas parece Saebø + 2V 10.2 A
72	8 9 18 19 21 22 28 30	gyenite fond Akan. Mapa. 1: 500.000 Soeb Noske Hünttenm. bstr.	syenite found Akad. MAPA, 1: 50.000 Saebø Norske Hüttenm., abstr.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS

PRODUCCION DE URANIO DE LOS EE. UU.

La producción de mineral de uranio en EE. UU. fue durante el año 1960 de **7.950.000** toneladas, con un valor de **152.000.000** de dólares. El productor más importante fue Nuevo México con **3.790.000** toneladas.

La producción total de óxido de uranio del país alcanzó **17.650** toneladas con un valor de **300** millones de dólares.

Las importaciones americanas de concentrados de uranio, pasaron de **15.770** toneladas en 1959 a **18.260** en 1960, de las cuales **11.310** proceden del Canadá.

PRODUCCION DE AGUA PESADA EN LA INDIA

A fines de 1961 se esperaba poner en marcha la fábrica de agua pesada de Nanga (India), con una producción anual de **14,5** toneladas; de ella la mitad será destinada a la Comisión India de Energía Atómica, y el resto esperan exportarla.

PRODUCCION DE ACERO DE LA CECA

Por los últimos informes se deduce, que la producción de acero Thomas de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero disminuirá notablemente, mientras que será ligera la disminución de la producción de acero Martin. Los aceros producidos por las nuevas técnicas de inyección de oxígeno tendrán un notable incremento, y se espera que éstos lleguen en 1965 a representar el **20 por 100** de la producción total de la CECA.

PRODUCCION DE CARBON DE LA CECA

Durante el primer semestre del año último, la producción de carbón de los países de la CECA fue de **19,26** millones de toneladas, con un aumento de **0,64** con relación al año anterior. La opinión era de no esperar una mejora fundamental de la situación mediante una fuerte disminución de las existencias en locomina. Se aprecia, pues, un importante aumento de la producción y un ligero aumento del consumo.

PRODUCCION MUNDIAL DE PETROLEO

Se cifra en **1.119** millones de toneladas el límite alcanzado por la producción de petróleo en todo el mundo durante el pasado año de 1961. Estados Unidos fue el máximo productor con **353.500.000** toneladas. A continuación figuran en las estadísticas Rusia (**166.000.000**) y

Venezuela (151.000.000). Los países del Oriente Medio totalizaron 282.790.000, y la Europa occidental, 16.500.000. Mientras que las naciones del bloque comunista suman 187 millones, sus antagonistas se reparten el resto de 932.

EL COBALTO

Desde el año 1943 al 1960 se aprecia un aumento ininterrumpido en la producción del cobalto; en cuanto a su precio, experimentó también un aumento hasta el trienio 1952-53-54, y desde esta fecha un descenso que lo coloca en 1960 con un cotización del orden de la tercera parte que en 1943 y vigésima parte que en el trienio indicado:

	AÑOS					
	1955	1956	1957	1958	1959	1960
Marruecos	750	650	423	926	1.260	1.330
Rhodesia	788	1.004	1.421	1.521	2.152	1.750
Alemania	900	936	982	1.105	1.470	1.489
Canadá	1.495	1.613	2.044	1.462	1.364	1.565
Estados Unidos	855	1.410	1.496	1.823	1.134	712
Katanga	8.507	9.089	8.115	6.501	8.431	8.222
Otros países	55	58	119	62	69	73
<i>Total</i>	13.500	14.850	14.600	13.400	15.850	15.150

Las reservas de cobalto, se encuentran en diferentes tipos de minerales, según su situación geográfica. En Katanga y en Rhodesia aparece en los minerales cuprocobaltíferos; en Canadá, en Cuba y en Nueva Caledonia en los de níquel cobaltíferos; en las piritas se beneficia en los Estados Unidos, Escandinavia, Península Ibérica, etc.; en Marruecos y en Estados Unidos hay minerales con predominio del cobalto.

Corrientemente se encuentra el cobalto como asociación secundaria con el cobre, el níquel y en las piritas, lo que al mismo tiempo que subordina su producción a la del metal principal, lo que reduce su precio de costo.

Los minerales actualmente explotados, no alcanzan más del 0,1 al 0,5 por 100 de cobalto y en su beneficio se producen más pérdidas del 15 al 20 por 100 de cobalto.

En el comercio del metal se exigen leyes mínimas en cobalto de 97 por 100, con un máximo de 0,75 por 100 de níquel, 0,5 por 100 de carbono y 0,05 por 100 de azufre. Hoy se logran fácilmente productos comerciales con 99,4 a 99,6 por 100 de cobalto y 0,2 a 0,5 por 100 de níquel, habiéndose reducido considerablemente como se ve las impurezas.

Se consideran nocivos en el cobalto el plomo, el cinc, el azufre, el carbono y el hidrógeno. Hay una serie de elementos que caso de encontrarse, lo son como indicios: tal ocurre con el arsénico, el fósforo, el bismuto, el estaño, etc.

El cobre puede reducirse fácilmente a 10 milésimas por 100 y el hierro de 5 a 10 milésimas por 100.

Las cantidades de magnesio, aluminio, silicio, calcio y oxígeno, que se suelen encontrar en los cobaltos comerciales, no suelen ser nocivas.

ENERGIA EN ALEMANIA

El destacado economista Mr. Walter J. Levy, especialista en temas de petróleo, pronostica que el año 1975, Alemania occidental registrará una demanda total de energía de 325 millones de toneladas de unidades equivalentes de carbón, lo que representa un aumento anual del 3 por 100. Las fuentes a que acudirán serán 140 millones de toneladas de carbón, en el equivalente 40 millones de aceite y combustible, 50 millones de fracciones ligeras del petróleo y 45 millones de hulla, turba, gas natural y energía hidroeléctrica.

LA SIDERURGIA ITALIANA

Se espera una elevación de la producción anual del acero bruto en la industria siderúrgica italiana de 8,2 millones de toneladas a 14 millones de toneladas en 1965, mediante un cambio de estructura de dicha industria, en la que se da cada vez mayor preferencia a los hornos altos. La industria «Società Finanziaria Siderurgica per Azioni» elevará la producción de acero de 4,5 a 9,4 millones de toneladas, y la de arrabio de 2,7 a 6 millones.

COTIZACIONES Y COMERCIO

SUMINISTROS CANADIENSES DE URANIO

Se han evaluado en 2.544 toneladas de óxido de uranio durante el primer semestre del pasado año de 1961, con un aumento de 14 con relación al año anterior, por el «Dorado Mining and Refining Limited, los suministros de las minas canadienses de uranio».

REDUCCION DEL PRECIO DEL URANIO ENRIQUECIDO

Después de la estabilidad del precio del uranio enriquecido desde 1956, la Comisión Americana de Energía Atómica, ha decidido bajar desde este año el precio en un 20 y un 24 por 100.

COMPRA DE LOS MINERALES FRANCESES DE URANIO

El Comisariado Francés de Energía Atómica, ha dispuesto que desde el 1 de julio de 1962 al 31 de diciembre de 1966, sobre la compra de minerales franceses de uranio lo siguiente: la Ley mínima será de 1,5 por 1000 de uranio (elemento contenido en el mineral—. El precio por kilogramo de uranio contenido en el mineral con leyes iguales o superiores al 2 por 1000, será de 40 NF. Para leyes entre 2 y 1,5 por 1000, estará definido por la fórmula $P = (t-1) 40 NF$.

El tope máximo a adquirir es el de 1.000 toneladas por yacimiento y año.

COTIZACION DE METALES Y PETROLEO

	31-12-58	30-12-59	2-11-61	4-1-62	23-1-62
CINCO					
Nueva York (centavos por libra)	11,20	12,50	11,50	12,50	12,50
Londres (£ por Tn.)	76-76 ¹ / ₂	95 ¹ / ₄ -95 ¹ / ₂	71 ³ / ₈ -71 ¹ / ₂	71 ³ / ₈ -71 ¹ / ₂	69 ¹ / ₄ -69 ¹ / ₂
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra)	26-80	28,10	26	26	26
Londres (£ por Tn.)	180	187	186	186	186
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramo)	218-221	212-214	190-192	191-193	191-193
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)	74	72	60	59	60 ¹ / ₂
VOLFRAMIO					
Londres (£ por Tn.)	95-100	147-152	117-119	104-107 ¹ / ₂	110-113
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
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra)	98,25	98,75	123,25	120,62	120,37
COBRE					
Nueva York (centavos por libra)					
Electrolítico	29	26	31	31	31
Londres (£ por Tn.)	221-221 ¹ / ₄	256 ¹ / ₂ -257 ¹ / ₂	228 ³ / ₄ -229	229 ¹ / ₂ -223 ³ / ₄	234-234 ¹ / ₄
PLOMO					
Nueva York (centavos por libra)	13	12	11	10,25	10
Londres (£ por Tn.)	72 ¹ / ₈ -72 ¹ / ₄	74 ¹ / ₄ -72 ¹ / ₂	62-62 ¹ / ₄	59 ¹ / ₄ -59 ³ / ₈	58 ⁷ / ₈ -59

EXENCION ARANCELARIA

Por Decreto de la Presidencia del Gobierno de 23 de noviembre de 1961, se concede exención de derechos de aduanas a los materiales, maquinaria y equipos destinados a la investigación y explotación de hidrocarburos en las provincias africanas.

MATERIALES NUCLEARES EN LOS ESTADOS UNIDOS

La Comisión de Energía Atómica en los Estados Unidos, ha estudiado la posibilidad de liberalizar el comercio de los materiales nucleares.

Ello significa que la Comisión podrá legalmente vender, comprar, ceder y prestar materiales nucleares mediante las garantías correspondientes para proteger la salud y seguridad del público, así como la seguridad nacional.

Se está estudiando la posibilidad de que la Comisión, hacia el año 1970, pueda suministrar combustible nuclear por arrendamiento u otro sistema comercial similar a todos los prototipo de potencia.

CRIADEROS

YACIMIENTO DE TORIO

Se ha descubierto un yacimiento de torio en Bodennais, en el Silberberg (Baviera). El Servicio de minas estima que su explotación tendrá interés industrial y sus leyes, por tonelada, son de 2.500 g. de torio y de 100 a 150 g. de uranio.

EXPLOTACION DE YACIMIENTOS PETROLIFEROS EN EGIPTO

Se ha firmado un convenio entre el Gobierno egipcio y la empresa estatal italiana ENI, para la colaboración en la explotación de yacimientos petrolíferos en las concesiones de 26.000 kilómetros cuadrados en el delta del Nilo y a lo largo del Mar Rojo, denominándose la nueva empresa conjunta «Compañía Oriental de Petróleos de Egipto». La aportación italiana consistirá en el suministro de material para la industria petrolífera egipcia, así como para la petroquímica, por valor de 3.000 millones de pesetas, que serán pagadas mediante la exportación de petróleo egipcio. Los beneficios de esta explotación se repartirán entre las dos entidades participantes, italiana y egipcia, en la proporción de 75 y 25 por 100 respectivamente.

PETROLEO EN EL SAHARA

El petróleo del Sahara, aunque tiene un pequeño contenido en azufre, no es apropiado para todas las refinerías, debido a la poca proporción de fracciones pesadas. Por ello, en todas aquellas que les interesan estas fracciones, la participación del petróleo sahariano no rebasará el 40 por 100, no concebándose una refinería alimentada exclusivamente con petróleo de tal origen. Del petróleo producido en el Sahara se refina actualmente en Francia, los dos tercios. La empresa que explota la mayor proporción es la Compañía de Investigaciones y Explotaciones Petrolíferas del Sahara (CREPS), de París, la que comenzó la exportación del petróleo argelino en septiembre de 1960.

PROSPECCION DE URANIO EN ALEMANIA

La prospección realizada por una Sociedad bávara en el Este de Baviera, dio resultados interesantes. Las muestras de agua tomadas en una mina de lignito a cielo abierto y en un filón de fluorita, dieron una ley en uranio de 1 mg./l.

URANIO EN LA INDIA

Consecuencia de las investigaciones realizadas, se ha descubierto una interesante formación de uranio en la provincia de Rajasthan.

URANIO ARGENTINO

Las prospecciones de uranio efectuadas en la provincia de Chubut, a unos 1.500 kilómetros al sur de Buenos Aires, han puesto de manifiesto una importante formación uranífera, con filones de más de 10 m de potencia.

NOVEDADES INDUSTRIALES Y CIENTIFICAS

EXPLOTACION DE MINAS DE URANIO EN FRANCIA

Se ha concedido a la «Compagnie Française des Minerais d'Uranium» (C. F. M. U.) un permiso de explotación de minas de uranio, otros minerales radiactivos y sustancias conexas, denominado de la Bréjade, con una superficie de unos 1,16 km.², en los territorios de los municipios de Saint-Augustin y de Merygnac-l'Eglise, departamento de Corrèze.

Esta misma Sociedad consiguió la renovación del permiso denominado «Anzème», en el departamento de La Creuse. Este permiso finalizará el 1.º de mayo de 1966.

ASOCIACION DE SOCIEDADES MINERAS

Con el nombre de «Groupe Ventures» se han asociado en Australia la «United Uranium» y la «South Alligator Uranium», con el fin de estudiar las posibilidades de ampliar la minería del uranio, principalmente en el Norte de Australia.

FABRICA DE BERILIO

Se espera que en este año se ponga en marcha una fábrica de berilio de 100.000 toneladas de capacidad anuales en Boa-Vista (Brasil), cerca de la célebre mina de berilio. Parece ser que la firma que tiene este proyecto es la entidad americana «Standard Beryllium».

PESO ATOMICO DEL CARBONO

En la XXI Conferencia de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, celebrada en Montreal del 2 al 5 de agosto de 1961, y en su Sección de Química Mineral, se recomendó para peso atómico del carbono el valor 12.000, el cual se podría considerar como base de la escala de pesos atómicos.

PLANTA PETROQUIMICA EN KOWEIT.

El primer país de Arabia que tendrá una planta petroquímica, será el Sultanato de Koweit; en ella se producirá sosa cáustica, cloro, amoníaco, urea, cloruro de polivinilo, acetileno, oxígeno e hidrógeno. Entrará en producción a mediados de 1963, y como materia prima utilizará el gas natural y el petróleo de Koweit.

Con este fin se creó la «Koweit Petrochemical Co. Ltd.», en la que participa el Gobierno con el 40 por 100; en la misma cantidad la «Oronzion de Nora» (Italia), la «Koweit National Petroleum Co.» con el 5 por 100, la «Koweit Industrial Co.» con el 3 por 100 y el público con el 12 por 100.

PROCESOS DIRECTOS DE REDUCCION

En la reciente asamblea siderúrgica de Düsseldorf, se apreció la necesidad urgente de poner en práctica los procesos directos de reducción de los minerales de hierro para la obtención de hierro metálico, como puede serlo en forma de hierro esponja, con ayuda de gas natural. Su creciente producción, además de sustituir a la chatarra, regularizaría los precios de ésta.

ALUMINIO AUSTRALIANO

Por los planes que se conocen del continente australiano, se puede suponer que pronto Begue a ser uno de los principales productores de aluminio del mundo.

Las dos entidades explotadoras de materia prima y transformadoras más importantes son la «Comalco» (Commonwealth Aluminium Corporation) y la «Alcoa».

La primera está construyendo una planta por valor de 7.650 millones de pesetas para transformar bauxita en alúmina, la cual será enviada a la fábrica de Tasmania para obtener aluminio. Esta fábrica, que tenía una capacidad de 12.000 toneladas anuales, fue elevada a 28.000 y se espera ampliarla a 60.000. Otra instalación metalúrgica se está montando en Inverargill (Nueva Zelanda) por valor de 25.500 millones de pesetas, con una capacidad anual de 120.000 toneladas.

La «Alcoa» explotará los yacimientos de bauxita de Darling Range (Australia occidental), la cual beneficiará el mineral en el complejo industrial de Kwinana, que comenzará a producir en 1964. Parte de la alúmina se enviará a Geelong (Victoria), a una factoría en construcción capaz de obtener 40.000 toneladas de aluminio al año, la que utilizará como fuente de energía los lignitos de Victoria.

Se espera que el consumo australiano de aluminio en 1965 alcance al año 120.000 toneladas y que la producción sea del orden de las 200.000 toneladas.

CEMENTO EN EL PERU

La Compañía Peruana de Cemento Portland, S. A., de Lima, proyecta la concentración de su producción de cemento, para lo cual ampliará la capacidad productiva en Atocongo, a 40 kilómetros de Lima, donde están situadas las instalaciones de materia prima, su preparación y calcinación.

Con este fin se destinarán 90.000.000 de pesetas, esperando que para el año 1965 la fábrica tenga una capacidad anual de 3,5 millones de barriles de cemento.

EL CESIO

Uno de los metales de la Era espacial más interesante para los problemas de propulsiones, es el cesio, por su propiedad de ser el que más fácilmente se ioniza. El propulsor espacial está ideado a base de ionizar el cesio a su paso a través de una placa porosa y caliente de volframio, siendo los iones acelerados por un campo eléctrico o magnético, proyectando un chorro a una velocidad de 600.000 km./h.

EL NIOBIO

La propiedad anticorrosiva a temperaturas elevadas, así como de sus aleaciones sin perder la maleabilidad y la ductilidad, dieron lugar a la preferencia de este metal entre los refractarios para las aplicaciones espaciales.

DESTILACION DE AGUA SALADA EN LAS ISLAS VIRGENES

En la isla de Santo Tomás, del grupo de las Virgenes, pronto se dispondrá de agua potable: a principios de este año se inaugurará una planta capaz de producir 1.050 metros cúbicos diarios de agua dulce, y al mismo tiempo aumentará en un 50 por 100 el abastecimiento de energía eléctrica de la isla. El agua salina devuelta al océano tiene una concentración en sales doble que a la entrada.

DESTILACION DE AGUA SALADA EN FREEPORT

En el Golfo de México, en Freeport (Texas), funciona la mayor instalación de potabilización de agua del mar. Tiene una capacidad de 4.000 metros cúbicos por día, con un rendimiento en agua de 7,5-10. El coste del m³ es de 16,20 ptas.

AGUA POTABLE EN KOWEIT

Una demostración de los éxitos que puede lograr un competente equipo de hidrogeólogos se tiene en el caso de Koweit (Kuwait). Hasta ahora el abastecimiento de agua potable, se hacía por destilación del agua salada, pero gracias al equipo de hidrogeólogos, que hizo

la prospección de aguas, se ha perforado un pozo que da 4.000 m³ de agua potable al día; se proyecta la perforación de otros pozos, hasta lograr un caudal diario de 22.000 m³, cantidad suficiente para abastecer la ciudad de Koweit.

PERSONAL

DOMINGO DE ORUETA Y DUARTE

El día 24 de enero se cumple el centenario del nacimiento, en Málaga, del que fue Director del Instituto Geológico, Excmo. Sr. D. Domingo de Orueta, Ilustre Académico y destacado investigador. En sus tiempos fue uno de los petrógrafos más conocidos del mundo lo que le mereció distinciones de varias entidades científicas internacionales y ser promovido a doctor *honoris causa* por la Universidad de Jena.

REUNIONES CIENTIFICAS

ATLAS NACIONALES

Del 7 al 10 de septiembre de 1962, tendrá lugar, en Budapest, la reunión de la Comisión de los Atlas Nacionales.

GEOMORFOLOGIA COSTERA

Del 16 al 18 de marzo, se reunirá la Comisión de Geomorfología Costera en París.

GEOMORFOLOGIA APLICADA

En mayo de 1962 y en Krakow (Polonia) tendrá lugar la reunión de la Comisión de Geomorfología Aplicada.

ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFIA EN LAS ESCUELAS

En cooperación con la UNESCO, tendrá lugar en Bangkok (Irlanda), del 26 al 30 de mayo de 1962, la reunión de la Comisión de Enseñanza de la Geografía en las Escuelas.

CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA

Del 21 al 28 de julio de 1954, se celebrará en Londres el XX Congreso Internacional de Geografía.

Las nueve secciones del Congreso serán: Geografía de la población, Geografía económica, Climatología, hidrología y glaciología, Biogeografía, Geomorfología, Geografía histórica, Geografía aplicada, Geografía regional, Cartografía.

La inscripción inicial para la participación en el Congreso, deberá cursarse antes del 1.º de octubre de 1962. Los gastos de inscripción, como miembro, son de 12 libras.

MAPAS ANTIGUOS

La Comisión de Mapas Antiguos, se reunirá en París en octubre o noviembre del año en curso.

EVOLUCION DE LAS VERTIENTES

La Comisión de Evolución de las Vertientes se reunirá a fines de agosto en Göttingen (Alemania).

CLASIFICACION BIBLIOGRAFICA

En septiembre de 1962, se reunirá en París la Comisión de Clasificación de las Bibliotecas de Libros Geográficos y Mapas.

MORFOLOGIA PERIGLACIAL

La Comisión de Morfología Periglacial, celebrará su reunión en Wisconsin durante el mes de septiembre de 1962.

ZONA ARIDA

La Comisión de la Zona Árida, organiza una reunión sobre geomorfología y utilización de los mapas en septiembre de 1962, en Grecia.

EVOLUCION DE LAS VERTIENTES

La Comisión del estudio de la evolución de las vertientes, celebró una reunión privada con once participantes, en Varsovia, el 6 de septiembre de 1961; en ella se rogó a los miembros que participen en la reunión de 1962 con informes relativos a las investigaciones cualitativas y cuantitativas de los procesos de evolución de las pendientes o con comunicaciones referentes particularmente a los problemas de modificaciones recientes de las pendientes naturales.

LA GLACIÓNUCLEONICA

Se asiste en estos momentos a la aparición de una ciencia nueva conexas con la Geología: esta es la Glacioculeónica, que se ocupa de las aplicaciones de la física y química nuclear a la Glaciología. Su importancia se apreció en las comunicaciones que sobre el particular

se presentaron en la 5.ª reunión de la Comisión Científica de Investigaciones Antártidas (SCAR), celebrada en Wellington (New Zealand), del 9 al 14 de octubre último.

Dos grandes problemas tiene la Glacioculeónica: el primero la datación por medio de los isótopos radiactivos, y el segundo las variaciones de la proporción de los isótopos estables de hidrógeno y de oxígeno.

Los isótopos radiactivos, sirven para dataciones comprendidas entre 0,1 y 6 veces el periodo de semidesintegración T. Las nieves contienen cierto número de isótopos radiactivos, presentes en la atmósfera, y que son útiles para la datación del hielo: (a) Carbono 14 (T = 5.500 años). Dentro del hielo se encuentran burbujas que contienen aire y CO₂, extraídos de varias toneladas de hielo; se han podido datar los icebergs de Greenland. (b) Tritio (T = 12 años). Este testigo de datación ha perdido parte de su utilidad, debido a su producción artificial por las explosiones nucleares. (c) Radio D (T = 22 años). Se genera en la atmósfera por desintegración del radon y se deposita en la tierra por precipitación. La dispersión de isótopos radiactivos desde la primera explosión termonuclear en 1954, sirve para detectar las precipitaciones de 1954.

Los isótopos estables, principalmente los ligeros, como el hidrógeno y el oxígeno, presentan diferencias naturales fácilmente detectables. Estas variaciones, consecuencia de los fenómenos físico-químicos a que estuvieron sometidos los elementos, son de importancia fundamental en Glacioculeónica. Depende esta composición de la precipitación entre otros factores de la temperatura del aire en las nubes y en el momento de la precipitación, lo que permite distinguir perfectamente las capas de los veranos y de los inviernos.

CONGRESO GEOLOGICO INTERNACIONAL

La vigésimosegunda reunión de los Congresos Geológicos Internacionales, tendrá lugar en Calcuta (India), del 14 al 22 de diciembre de 1964.

Para la misma se reciben los resúmenes de las comunicaciones antes del 1.º de junio de 1963, con un máximo de doscientas palabras, debiendo estar traducidos al inglés, caso de que se presenten en otro de los idiomas oficiales. El trabajo completo, con un máximo de 5.000 palabras, deberá estar presentado antes del 1.º de diciembre de 1963.

En la Comisión Nacional de Geología, Ríos Rosas, número 23, Madrid, se informa de cuantos datos sobre dicho Congreso interese a los geólogos españoles, al mismo tiempo que se les proporcionan boletines de inscripción para solicitar la participación en el mismo, rogando sean devueltos éstos debidamente cumplimentados antes del 1.º de diciembre de 1962.

SYMPOSIUM SOBRE MOVIMIENTOS RECIENTES DE LA CÓRTEZA TERRESTRE

Del 21 al 26 de mayo de 1962 se celebrará en Leipzig, el anunciado symposium sobre movimientos recientes de la corteza terrestre. En el mismo se tratarán tres proyectos presentados por la Mesa, que son: Mapa mundial de movimientos corticales, Servicio internacional de observaciones de movimientos corticales, Deriva de continentes.

MEDIDAS DE RADIACIONES IONIZANTES

En el campo de la radiactividad natural y en el de la Glacioculeónica, es de esperar tenga gran importancia la orientación dada por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, a cuanto se refiere a la medición de radiaciones ionizantes.

El Dr. Astin ha recomendado: 1.º Circulación de cámaras de ionización entre los diversos laboratorios, para estudiar posteriormente los informes de cada uno de ellos. 2.º Distribución de cuatro radionúclidos (^{32}P , ^{131}I , ^{60}Co , ^{198}Au) y, posteriormente, otros cuatro para comprobación de mediciones. 3.º La circulación de la fuente de neutrones Ra-Be suministrada por el Consejo Nacional de Investigaciones de Canadá, y posteriormente la del manantial Pu-Be. 4.º El perfeccionamiento del sistema de patrones de radio Hönigschmid y la inclusión del patrón nacional de la Unión Soviética en las comparaciones.

CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA VI REUNION PLENARIA

Del 26 al 27 de octubre, se celebrará en Melbourne la Sexta Reunión Plenaria de la Conferencia Mundial de la Energía.

El tema específico de esta reunión será: «Nuevos aspectos en el campo de la energía» y las comunicaciones se agruparán en las secciones siguientes: 1.ª Reservas energéticas. 2.ª Producción y mejora de las fuentes primarias de energía. En ella se tratará de los siguientes combustibles: a) sólidos; b) líquidos; c) gaseosos; d) nucleares. 3.ª Transformación de la energía primaria en secundaria y transporte de energía, considerándose las siguientes: a) energía hidráulica; b) energía nuclear; c) combustibles sólidos; d) combustibles gaseosos; e) energía geotérmica; f) energía solar; g) energía eólica; h) otras formas de energía. 4.ª Utilización de las energías primarias y secundarias: a) industrial; b) comercial; c) transportes; d) rural; e) residencial y general. 5.ª Evaluación económica de las diversas fuentes de energía.

CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA XIV SESION PARCIAL

La XIV Sesión Parcial de la Conferencia Mundial de la Energía deberá celebrarse en Lausana, Suiza, del 12 al 18 de septiembre de 1964.

El tema general es: «La lucha contra las pérdidas en la economía de la energía y de los combustibles». El Programa Técnico Provisional es como sigue:

División I: Aspectos Generales: A. Fuentes de pérdidas que pueden ser controladas. B. Fuentes de pérdidas debidas a las medidas empleadas como medio de protección contra daños ocasionados durante la transformación de la energía.

División II: Remedios contra las pérdidas en la transformación: A. Remedios contra las pérdidas en las centrales hidráulicas (ingeniería civil, ingeniería electro-mecánica, método de utilización). B. Remedios actuales para la mejora del rendimiento económico de las centrales nucleares. D. Remedios contra las pérdidas en el tratamiento y transformación de los combustibles. E. Progresos en el rendimiento económico de las instalaciones para la conversión directa de la energía.

División III: Remedios contra las pérdidas en el transporte o transmisión. Comparación del consumo de energía y de los costes de transporte o de transmisión para diferentes formas de energía, teniendo en cuenta las instalaciones de almacenamiento y las de los stocks.

División IV: Remedios contra las pérdidas en la utilización: A. Industria. B. Transportes. C. Calefacción de locales, acondicionamiento del aire y calentamiento del agua.

FLUCTUACIONES CLIMATICAS

Del 2 al 7 de octubre de 1961, se celebró en Roma, patrocinado por la Organización Meteorología Mundial, un coloquio sobre las fluctuaciones climáticas, con el siguiente tenario: Cambios de clima ocurridos durante el período para el cual existen variaciones meteorológicas. Cambios de clima ocurridos durante el fin del período geológico y comienzos del período histórico. Teoría de los cambios climáticos. Importancia práctica de los cambios climáticos.

EQUIPOS DE HIDROLOGIA

Del 27 de noviembre al 11 de diciembre de 1961, se celebró en Bangkok el segundo ciclo interregional de hidrología, tratando de los medios y los equipos utilizados sobre el terreno en hidrología y en hidrometeorología.

CICLONES TROPICALES

Del 18 al 31 de marzo, se celebrará en Tokyo un ciclo interregional de estudio sobre los ciclones tropicales, en el que se considerarán los aspectos siguientes en el estudio de los diversos ciclones tropicales: origen, estructura, métodos de análisis, marcas de temporalidad, previsión, predicción.

INSTRUMENTOS Y METODOS DE OBSERVACION METEOROLOGICOS

En New Delhi se celebrará, a partir del 29 de enero, una reunión de tres semanas de duración, patrocinada por la Organización Meteorológica Mundial, para tratar de los instrumentos y métodos de observación. Se tratarán los puntos siguientes: Revisión del reglamento técnico y de la guía de los métodos internacionales referentes a los instrumentos y a las observaciones meteorológicas, instrumentos hidrometeorológicos, estaciones meteorológicas automáticas, utilización del radar en meteorología, comparación internacional de los pluviómetros y de los nivómetros, medida de la nieve, instrumentos meteorológicos y métodos de observación en los aeródromos, higrimetría, medida de la evaporación, medida de la radiación, comparación de los instrumentos aerológicos y medida de la electricidad atmosférica.

RESERVAS MINERAS

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 4 de noviembre de 1961, se ha resuelto Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las resacas bituminosas, en la zona que se designa y continúa: Parajes denominados «Teso Negro» y «Prado Nuevo», del término municipal

de Villar de la Yegüa, de la provincia de Salamanca, de 75 pertenencias, con el nombre de «Salamanca Decimoséptima». Punto de partida un mojón de mampostería enlucido con cemento, de sección cuadrada, que termina en un remate piramidal, está situado a 620 m. de Villar de la Yegüa, a la derecha del camino del Molino de la Coperá (camino del Agueda), cuyas visuales, rectificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al eje de la Cruz del cementerio de Villar de la Yegüa, N. 23 g. 83 m. O. y 175 m. A la veleta de la torre de la Iglesia de Villar de la Yegüa, O. 14 g. 47 m. N. A la Cruz de piedra, situada más al SE. de Villar de la Yegüa, S. 45 g. 75 m. O.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 4 de noviembre de 1961, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje denominado «La Corredera», del término municipal de Villar de la Yegüa, de 134 pertenencias, en la provincia de Salamanca, con el nombre de «Salamanca Décimoctava». Punto de partida un mojón de mampostería de forma prismática cuadrada, que termina en un remate piramidal, a 1.420 m. del extremo N. de Villar de la Yegüa, por el camino de éste a Villar del Puerto, se traza una normal y a 200 m. se encuentra el punto de partida, cuyas visuales modificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al eje de la Torre de la Iglesia de Barquilla, S. 13 g. 25 m. O. A la veleta de la torre de la Iglesia de Villar de la Yegüa, S. 31 g. 44 m. E. Al eje de la torre de la Iglesia de Valdelamula (Portugal), O. 26 g. 43 m. S. A la unión del camino del Tambón con el del Puerto de Seguro, E. 42 g. 61 m. S. y 40 m.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 1 de diciembre de 1961, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje denominado «Los Arrabalejos», del término municipal de Villavieja de Yeltes, de 60 pertenencias, con el nombre de «Salamanca Vigésimosegunda», de la provincia de Salamanca. Punto de partida, el hectómetro 9 del kilómetro 18 de la línea férrea de Salamanca a la frontera portuguesa, cuyas visuales, rectificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: A la esquina N. de la casa de la Conquista, E. 6 g. 50 m. N. A la esquina N. del muro E. del punto del ferrocarril, E. 11 g. 46 m. S. Al extremo O. del caballete del tejado de la casa de Ituerino, N. 48 g. 95 m. E. Al eje del poste del kilómetro 19 del ferrocarril de Salamanca a la frontera portuguesa, N. 33 g. 71 m. O.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN SALAMANCA

Por Orden del Ministerio de Industria de 1 de diciembre de 1961, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje denominado «La Dehesa», del término municipal de Villar de Peralonso, de la provincia de Salamanca, de 45 pertenencias, con el nombre de «Salamanca Vigésimoprimerá». Punto de partida un mojón de mampostería enlucido con cemento, de forma prismática cuadrada, que termina en un remate piramidal, está situado en la margen

derecha del camino de Villar de Peralonso a Ledesma y a una distancia de 514 m., en dirección S. 10 g. 54 m. O. del kilómetro 2 de la carretera local de Villar de Peralonso a Tremedal, cuyas visuales rectificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: A la veleta de la torre de la Iglesia de Villar de Peralonso, O. 37 g. 74 m. S. A la Cruz de la puerta del cementerio de Villar de Peralonso, S. 45 g. 10 m. O. A la parte más alta de un muro en el punto geodésico Ventosa, N. 14 g. 14 m. O. A la parte baja de un poste de línea eléctrica, situado en el centro del camino de Ledesma, E. 41 g. 28 m. N. y 50 metros 75 centímetros.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN CIUDAD REAL

Por Orden del Ministerio de Industria de 12 de febrero de 1962, se ha resuelto: 1.º Reducir el perímetro de la reserva a favor del Estado, dispuesta por Orden Ministerial de 17 de septiembre de 1941 y ratificada por Orden de 12 de noviembre de 1942, de los yacimientos de manganeso en determinada zona de la provincia de Ciudad-Real, limitándola a la parte comprendida dentro de la nueva designación: Puerto Lápice, Manzanares, Granátula, Villamayor de Calatrava, Picón y Malagón. 2.º Levantar la reserva en el resto del perímetro, dejando sin efecto las condiciones especiales que con motivo de la misma se hubieran impuesto a los permisos de investigación y concesiones de explotación, dentro de la zona liberada, admitiéndose nuevas peticiones con arreglo a la legislación vigente. 3.º Esta reserva provisional se concede por un período de vigencia de dos años, a partir del 27 de febrero de 1962, salvo que antes de su vencimiento sea prorrogada o convertida en reserva definitiva.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1962, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «Puente de las Aguas», en el término municipal de Alburquerque, de la provincia de Badajoz, de 60 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Cuarta». Punto de partida un mojón de mampostería situado a 185 m. al O., 8 g. 44 m. N. del mojón indicador del Km. 26 de la carretera de Alburquerque a Valencia de Alcántara, cuyas visuales, modificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: Al Km. 26 de la carretera de Alburquerque a Valencia de Alcántara, E. 8 g. 44 m. y 185 m. Al caballete central, casa de peones camineros, N. 30 g. 77 m. O. El punto de partida queda establecido por la designación que se hace en esta Orden, y la demarcación, según la Orden Ministerial de 30 de noviembre de 1959, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de fecha 11 de diciembre del mismo año, y rectificación en el día 26 del propio mes, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1962, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «La Bellota», en el término municipal de Alburquerque, de la provincia de Badajoz,

de 48 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Quinta». Punto de partida un mojón de mampostería situado al pie de una calicata y a unos 152,48 m, al E., 25 g., 58 m. N. del Hm. 4 del Km. 1, situado en el cruce de la carretera de Cáceres-Herreruela a Albuquerque cuyas visuales rectificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: A la veleta central de la torre de San Mateo, S. 17 g., 86 m. O. Al eje de la cruz de San Blas, S. 49 g., 62 m. O. Al eje de la cruz puerta principal del cementerio de Albuquerque, 0,28 g., 10 m. S. El punto de partida y demarcación quedaron establecidos en la Orden de 1 de diciembre de 1959, publicada en el «Boletín Oficial del Estado» de fecha 18 del mismo mes y año, y rectificación en el de 19 de enero de 1960, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

RESERVA A FAVOR DEL ESTADO EN BADAJOZ

Por Orden del Ministerio de Industria de 30 de enero de 1962, se ha resuelto: Reservar definitivamente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona que se designa a continuación: Paraje «El Sabio», del término municipal de Albuquerque, de la provincia de Badajoz, de 32 pertenencias, con el nombre de «Badajoz Sexta». Punto de partida, el centro de una pileta situada en una piedra de granito que está a 8,40 m. de la esquina E. de la casa «El Sabio», al S. 5 g., 50 m. E., cuyas visuales, modificadas por la Jefatura del Distrito Minero, son las siguientes: A la unión de los arroyos Las Aguas y Castillejos, E. 9 g. 16 m. S. y 114 m. A la esquina O., casa del Castaño, S. 42 g., 60 m. O. A la esquina E. de la casa «El Sabio», N. 5 g., 50 m. O. y 8,40 m. El punto de partida queda establecido por la designación que se hace en esta Orden, y la demarcación según la Orden ministerial de 1 de diciembre de 1959, publicada en el «Boletín Oficial del Estado», de fecha 18 del mismo mes y año, y rectificación en el del día 19 de enero de 1960, en la que se acordó la reserva provisional de la zona.

Notas bibliográficas

CRIADEROS

CHASTRET, F. y POUGET, R.: *Etude préliminaire des relations uranium-matières organiques dans le gisement de l'Herault*. Rapport C.E.A. núm. 2069, 1961.

El estudio de los carbones y de los betunes lo hacen por análisis químico y por análisis térmicos (termogravimetría y análisis térmico diferencial). Define las correlaciones U-materia orgánica y U-Mo, Pb.

En el caso de materias orgánicas enlazadas en las rocas, se establece que el enriquecimiento en uranio es máximo, cuando la relación carbono-materia orgánica es cercana al 0,5.

El análisis térmico permite distinguir distintos tipos de betunes. El uranio, es tanto más concentrado en los betunes, cuanto que la reacción C/H es más próxima a 28. Ciertas excepciones ponen en evidencia los fenómenos de permanencia con evolución diferente de la materia orgánica. El uranio se encuentra en los betunes bajo la forma de complejo organometálico.

Las conclusiones establecen que es evidente que hay varios tipos de materias orgánicas y sus mezclas, y también de estados de evolución diferentes. Uno de estos tipos pertenece a dos grupos definidos, que son los de los bancos más ricos de las capas mineralizadas y los de inyecciones laterales de filones bituminosos uraníferos.—L. DE A.

JUAN RAMÓN CAMACHO: *Estudio analítico de la riqueza carbonífera de la provincia de Badajoz*. Instituto del Hierro y del Acero, abril-junio 1961, año XV, núm. 76, págs. 696-698.

Se hacen unas consideraciones sobre el emplazamiento de las cuencas carboníferas de la provincia de Badajoz, de las cuales tres de ellas se encuentran en explotación y una en periodo de investigación.

Se exponen las técnicas empleadas en el análisis de las muestras de carbones minerales, estudiándolo en bruto y después de una clasificación.

Como segunda parte del trabajo y siguiendo las mismas técnicas analíticas, se estudian los carbones vegetales procedentes de las dos especies arbóreas más importantes de la provincia: la encina y el alcornoque.

ESPELEOLOGIA

NOLTE y ARAMBURU, E.: *Catálogo de fenómenos espeleológicos de la provincia de Vizcaya*. De «Espeleón», XI, págs. 53 a 159, 1960.

Se sentía la necesidad de poner al día las catalogaciones de cuevas de los colaboradores del Instituto Puig y Larraz y Gálvez Cañero, ocupándose de esta importante recopilación el activo espeleólogo Nolte y Aramburu, quien tuvo una importante base para su realización en los estudios y archivos del Grupo Espeleológico Vizcaíno.

Los datos que dan de cada una de las 484 cavidades son: Número. Nombre. Fechas de las exploraciones. Aldea o lugar próximo. Dimensiones. Estratigrafía. Sedimentación y conglomerado. Fósiles. Bioespeleología. Prehistoria. Municipio. Monte. Datos del archivo fotográfico. Coordenadas del Mapa Nacional a escala 1 50.000. Bibliografía.

Completan el artículo, una relación de 103 citas bibliográficas y un índice de cavidades por orden alfabético.

Citan como la más destacada la «Torea del Carlista», de 360 m. de profundidad, que la sitúa como la segunda de España.—L. DE A.

ESTRATIGRAFIA

MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Nota sobre la extensión del Jurásico superior en el triángulo Gijón-Avilés-Pola de Siero*. «Brev. Geol. Astur.», año V, núm. 1, págs. 35-43, 1961.

Estudia el autor la constitución cartográfica hacia el interior del triángulo Gijón-Avilés-Pola de Siero, donde la constitución es continuación de la serie detrítica de la franja costera de San Lorenzo (Gijón), dado por Dubar y Mouterde, como aparentemente Jurásico superior-Kimemridgiense. Dice el autor, que de una parte la existencia de un perfecto reconocimiento litológico tras potentes series detríticas de esta zona y por otro lado la prueba de la continuidad estratigráfica entre los materiales de toda la zona citada, le inducen a concluir que todas las series detríticas representativas de esta zona, pertenecen al Jurásico superior-Kimemridgiense.

Completa el trabajo un croquis, en el cual se indica aproximadamente el área actual de distribución del Jurásico superior, según el criterio del autor.

Hubiera sido interesante para este estudio haber consultado además de la edición que cita del año 1936 del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, del Instituto Geológico y Minero, los de los años 1952 y 1955, en los cuales se podría apreciar la extensión del Jurásico por la zona indicada.

También hubiera sido interesante la consulta del trabajo de Almela, Ríos y Revilla, publicado en el año 1955, sobre la extensión estudiada.—L. F.

GEOCRONOLOGIA

COQUEMA, C.; COULOMB, R.; GOLDSTEIN, M., y SCHILTZ, J. C.: *Methodes de Chronologie par le déséquilibre radioactif*. Rapport CEA, núm. 2034, 1961.

La existencia en las familias de uranio de dos descendientes de semiperíodo largo: el ionium (de periodo de semidesintegración 80.000 a.) y el protactinium (de periodo 32.000 a.), así como la diferencia de comportamiento geoquímico de diversos radioelementos naturales, en particular el torio, permiten enfocar varios modelos de escalas geocronológicas cubriendo un espacio entre 0 y los 500.000 a.

Desarrollan los autores la teoría de dos de estos modelos más importantes y describen las técnicas de valoración radioquímica de diversos núclidos, de los que su conocimiento es necesario para la resolución de los modelos (238 U, 234 Th, 230 Th, 226 Ra, 231 Pa, 232 Th, 228 Th, 210 Po).

Dan un ejemplo de cronología de una mineralización secundaria sobre la parte alterada del yacimiento de Limouzat (Forez). Las edades de las muestras de autunita y de chalcocita tomados en diferentes niveles de la mina pueden ser valorados de 30.000 a 240.000 a

Entre las observaciones merece destacar de que han notado que para una precisión dada sobre la relación equilibrio, la precisión sobre la edad disminuye a medida que se aproxima al equilibrio. También indican que la valoración del protactinio queda bastante dificultoso y sirve sobre todo de demostración del acierto en la hipótesis del modelo elegido.—L. DE A.

GEONUCLEONICA

BONNER, F. T.; ROTH, E.; SCHAEFFER, O. A., y THOMPSON, S. O.: *Chlorine-36 and deuterium study of Great Basin lake waters*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 25, diciembre 1961, págs. 261-266.

Muestras de cloruro de aguas del Lago Mono, Lago Pyramid y el bajo Río Truckee, han sido examinadas por técnicas de computación de nivel bajo, para determinar el contenido de cloro-36. Se encontró que las muestras de Cl-36 del lago, estaban debajo del límite de detectabilidad del método, lo que indicaba una edad de exposición a los rayos cósmicos menor que 300.000 años para el cloruro examinado. Ningún cloro-36 fue hallado en muestras de superficie de cloruros de tres localidades de sal separadas, localizadas en Utah y Nevada. Cloro 36 ha sido encontrado en cantidad bastante grande en la muestra del bajo río Truckee, y se sugiere que esta actividad tiene su origen en recientes pruebas term nucleares.

Las razones de Hidrógeno-Deuterio se han determinado para el Lago Mono, Lago Pyramid, Lago Tahoe y riachuelos asociados. Esto indica que los tres lagos pierden bastante agua por evaporación, y que el agua del Lago Tahoe tiene un tiempo de residencia bastante grande, a pesar de su salida en el río Truckee. Se indica también que el río Truckee está sujeto a gran dilución por agua dulce.—L. F.

FECHTIG, H.; GENTNER, W., y KALBITER, S.: *Argonbestimmungen an Kaliummineralien-IX*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 25, diciembre 1961, págs. 297-311.

Usando los isótopos radioactivos Ar³⁷ y Ar³⁹ será posible medir la difusión del argón en muestras naturales de sanidina, fonolita y augita, y lo será en una tectita de Bohemia (moldavita) y en la silvina sintética. De las medidas de moldavita y sanidina resultó una línea recta, donde log D/a² era trazado en función de 1/T; los resultados de las otras muestras en el mismo gráfico son dos líneas rectas cortando una a otra. La teoría aplicada de capa límite por Wrage, para resolver este problema elaborado, es posible muestra que la línea recta resultante de las medidas de la moldavita, sanidina y una de las dos líneas rectas resultantes del otro material examinado, represente el volumen de difusión. La segunda línea recta en los resultados de fonolita y augita, no obstante, no obedece a estas leyes de volumen de difusión. En este caso se puede suponer otro mecanismo, probablemente basado en la difusión por imperfecciones estructurales.

Para todas las sustancias estudiadas los valores de D/a² para el volumen de difusión a temperatura ambiente son < 5 · 10⁻²⁴ (seg⁻¹). Así la pérdida causada en el argón por difusión es tan pequeña, que las edades del potasio-argón en estos materiales no necesitan ser corregidas. Para la difusión por imperfecciones estructurales los valores de D/a² a temperatura ambiente estarán entre 6 · 10⁻¹⁸ y 2 · 10⁻²⁸ (seg⁻¹). Estas pérdidas del argón no están basadas en difusión de volumen, pero pueden ser pérdidas considerables. Las investigaciones prueban además que la datación de la sanidina y mica por potasio-argón

es la mejor: por el contrario, otros feldespatos y rocas son menos convenientes, y las sales sólo se pueden usar en casos excepcionales.—L. F.

COULOMBE, R. y GOLDSZTEIN, M.: *Utilisation d'un spectromètre γ à 100 canaux dans quelques problèmes de géologie nucléaire*. Rapport CEA, núm. 1708, 1961.

El grupo de Geoquímica y Geología Nuclear del Servicio Mineralógico de CEA continúa el estudio sistemático de la distribución y la migración de los isótopos radiactivos en diversos fenómenos químicos (granitización, vulcanismo, alteración, laterización).

Al lado de las técnicas clásicas de valoración (colorimétrica, fluorimétrica, radioquímica) y un equipo muy completo de detección de radiación, el grupo dispone desde hace un año de un conjunto muy potente de espectrometría gamma, equipado de un selector de amplitud de 100 canales con memoria magnética. Este aparato, de un empleo particularmente activo, ha permitido encontrar soluciones elegantes a numerosos problemas, necesitando hasta ahora operaciones químicas largas y delicadas.

Los autores describen los instrumentos y algunos métodos de valoración adaptados al dominio o alcance de la geoquímica. El equipo sirve igualmente para las valoraciones de muestras después de sometidas a radiaciones neutrónicas, lo que amplía considerablemente los medios de investigación para los oligoelementos, particularmente difíciles al detectar por otras técnicas.—L. DE A.

EDWARD L. FIREMAN y DAVID E. FISHER: *Uranium in the Sikhote-Ain Meteorite and its Relation to the Lead Method to the Lead Method of Age Determination*. «Nature», CXCH, 644 y 45, 17 noviembre 1961.

Comentan los trabajos sobre composición isotópica del plomo de los sideritos, que conducen a encajarlos en dos grupos: el que es como el primigenio, del que tenemos su representación en el meteorito del Cañón del Diablo, y el que da para los plomos una composición isotópica análoga a la del terrestre común. Sobre el origen de ambos plomos, deducciones de edades, etc., hacen una serie de consideraciones, que es la finalidad del artículo.—L. F.

Ninth Annual Progress report of «Variations in isotope abundances of strontium, calcium, and argon and related topics». Massachusetts Institute of Technology, 1 diciembre 1961.

Este noveno informe, supervisado por Hurley como los anteriores, se edita con valiosas aportaciones, cada vez más interesantes para cuantos trabajamos en el campo de la geonucleónica.

Comienza el informe con una interesante colaboración de M. Hurle sobre las causas de la variación en las muestras naturales de la relación Sr^{87}/Sr^{86} , a la que acompaña un valioso gráfico.

Dicho investigador, con Hughes, Pinson y Fairbairn, hace un estudio de la difusión del argón radiogénico y del estroncio a temperaturas bajas, en biotitas, de la falla alpina de New Zealand.

Un estudio de la variación de la composición isotópica del estroncio en las tectitas lo realizan Schnetzler y Pinson, dando un valor medio para las 18 tectitas estudiadas de

$Sr^{87}/Sr^{86} = 0,7196 \pm 0,0006$, lo que les permite indicar la posibilidad de segregación de un material de tipo basáltico, procedente de una luna de 4,5 miles de m. de a., o de un material común de una luna de unos 175 m. de a.

El estudio de la composición isotópica del estroncio en los basaltos oceánicos y continentales, aplicado al origen de las rocas ígneas es el tema de una investigación de G. Faure y P. M. Hurley, las relaciones medidas de Sr^{87}/Sr^{86} varían de 0,7047 a 0,7101, y en las de Rb/Sr determinaron valores de 0,044 a 0,60. A base de estas series de valores, discuten la posible génesis de las rocas.

Tratan de la edad de una eclogita por la técnica $Rb \rightarrow Sr$, la relación entre ambas pléyades es de 0,0463, concordante con el orden de los valores encontrados para los magmas basálticos, lo que da posibilidad a la hipótesis de que algunos basaltos derivan de una capa de eclogita en el manto superior. Deducen según diversos criterios, edades de 4,6 a 12,6 miles de m. de a.

Deducen la edad de las piedras verdes de Ely y de la formación de hierro de Soudan, de edad precambriana, en Minnesota, que es el del orden de 2,375 m. de a.

Realizado por Pinson, Bottino, Fairbairn y Faure, se datan por la técnica $Rb \rightarrow Sr$ una serie de rocas volcánicas modernas, para las que encontraron valores de 0 a 70 m. de a.

La importancia de la Animikia, en la estratigrafía precambriana de Norte América, es evidente por el elevado número de publicaciones sobre la misma, estudian, valiéndose de ella la formación Gunflint, que es la que contiene más hierro, mientras que la Rove es la de más argilita. Los autores son P. M. Hurley, H. W. Fairbairn, W. H. Pinson y J. Hower, y deducen como edad 1,900 m. de a.

Siempre hemos considerado la importancia e influencia del tamaño de las partículas, en las valoraciones de edades por $K \rightarrow Ar$, y en esta ocasión trata J. Hower este problema aplicado a una pizarra. Da un cuadro y una gráfica muy significativas, donde se aprecia un aumento de la edad con el tamaño del grano desde 350 m. de a. para 0,08 μ a 540 m. de a. para 62 μ de las partículas.

Por medio de la relación Rb/Sr , estudian T. Pinson y C. Schnetzler la posible correlación entre tres tectitas y las posibles matrices sedimentarias, encaminados a aclarar si proceden de la fusión de materiales sedimentarios locales.

En pizarras datadas estratigráficamente, determinan la edad de sus fracciones arcillosas, por medio del $K \rightarrow Ar$, Hurley, Hunt, Pinson y Fairbairn, deduciendo de 320 a 390 m. de a. del Ordoviciense al Devoniano de New York, 180 m. de a. para el Cretáceo medio de Texas y 120 a 210 para el Mioceno de Venezuela.

La génesis de las rocas terciarias intrusivas de los estados del SW., intimamente relacionadas con los importantes criaderos de cobre, es estudiada por S. Moorbath, valiéndose de las diferencias entre las relaciones Rb^{87}/Sr^{87} para las formaciones terciarias y precambrianas.

El investigador J. Hower ha puesto a punto una técnica de espectrografía de rayos X para la determinación de las proporciones absolutas de Sr y Sb por dilución isotópica. Consideran entre otros, los efectos de matriz y de absorción.

Realizó investigaciones sobre medidas de edad en Ungava (New Quebec), George H. Beall.

La edad de la riolita de Kineo en el sinclinal de río Moose (Maine), del Devoniano inferior, es valorada por M. L. Dottino en 400 m. de a.

Ha realizado G. Faure con sus colaboradores, una investigación sobre la composición isotópica del estroncio en los caparzones de moluscos, y establecen valores para Sr^{87}/Sr^{86} de 0,7086 a 0,7251 y deducen conclusiones sobre la influencia del medio donde vivieron en esta composición. Se denomina «illita» a un conjunto de finos sedimentos arcillosos procedentes de minerales miocenos, un problema interesante de estos sedimentos es su datación.

la que efectúa S. W. Bailey por la técnica $K \rightarrow Ar$. Para aclarar, cual de las cuatro hipótesis más comunes, sobre la formación de los complejos rocosos carbonato-alcalinios, es la más verosímil, efectúa J. L. Powel un estudio por la relación $Sr87/Sr86$.

Efectúa G. Faure un estudio sobre la composición isotópica del estroncio en las rocas del complejo gábrico de Duluth (Minnesota).

La edad de la biotita autogénica de las pizarras de Utica (40 km. al N. de Montreal) fue determinada por G. H. Beall y sus colaboradores, quienes deducen 402 m. de a. por $K \rightarrow A$ y 550 m. de a. por $Rb \rightarrow Sr$.

Este grupo de investigadores del Instituto Tecnológico, de Massachusetts, estudian la edad de los granitos de su estado por medio de $Rb \rightarrow Sr$, trabajo que está en curso; también lo está la del volcán de Newberry, de Rowley (Mass.). Continúa el informe con una serie de trabajos en curso y termina con una amplia bibliografía sobre Geonucleónica.—L. DE A.

YAACOV K. BENTOR: *Some geochemical aspects of the Dead Sea and the question of its age*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 25, núm. 4, págs. 239-260, diciembre 1961.

Una comparación entre la composición química del agua del Mar Muerto, sus tributarios, otros lagos y el Océano, muestran la salinidad media del agua del Mar Muerto (31-50%) que es excepcionalmente alta, la concentración de iones SO_4 es muy baja y la del Br (5920 mg/l) es probablemente la más alta registrada para un agua de superficie. La mayor parte del calcio catiónico en el Mar Muerto y sus tributarios está equilibrada por cloruro. Un pequeño resumen de la historia geológica de su dominio muestra que el Mar Muerto no es un resto de agua de mar; este conjunto salobre es el resultado de la acumulación en una depresión interior cerrada bajo condiciones áridas. La salinidad está originada por dos causas principales: alrededor de un tercio procede del río Jordán y alrededor de dos tercios de grandes descargas salinas en el Mar Muerto. En este hecho se puede basar un método para cálculos de edad del Mar Muerto con el que se obtiene primero, una cifra máxima de 70.000, y después una mínima de 12.000 años; esta última es la más probable. El aumento de la cantidad anual de precipitación química en el sur de la depresión del Mar Muerto, se calcula en 0,306 g/cm² y está demostrado que el $ClNa$ y So_3Ca son los mayores componentes y el menor el Co_3Ca . Este resultado está de acuerdo con las observaciones actuales de la marcha de la sedimentación química en el Mar Muerto. Son rechazados los orígenes volcánicos y orgánicos del Mar Muerto y es aceptada con reservas la formación del bromo a partir de restos fósiles formados durante el Terciario.—L. F.

GEOQUÍMICA

MUELLER, R. F.: *Analysis of relations among Mg, Fe and Mn in certain metamorphic minerals*. «Geochimica et Cosmochimica Acta», vol. 25, diciembre 1961, págs. 267-296.

Datos existentes de la distribución del Mg, Fe y Mn en actinolitas metamórficas coexistentes, cummingtonitas, piroxenos de Ca y ortopiroxenos, son examinados para términos de modelos de solución teórica aplicable a soluciones sólidas binarias y ternarias.

Los análisis indican que los datos de la distribución de los mayores componentes de Mg y de Fe, pueden ser aproximados satisfactoriamente por funciones derivadas, en la suposición de que la actinolita, piroxeno de Ca y ortopiroxeno, son soluciones binarias

ideales de los miembros finales Mg y Fe y que la cummingtonita es de un tipo general de solución regular, por lo menos respecto a la composición.

Aunque la distribución de Mg y Fe se puede ver como regida por las leyes de soluciones binarias, ignorando de esta manera el elemento menor Mn, la distribución del Mn puede ser explicada solo con referencia al sistema terciario. El efecto ternario predicho es el aumento de la fracción atómica Mn (Mg + Fe²⁺ + Mn) de cummingtonita y ortopiroxeno relativa a la misma fracción de actinolita y piroxeno de Ca, estos minerales aumentan en Mg en relación con el contenido de Fe.

Ciertas relaciones invariantes observadas en la distribución de funciones, son también interpretadas en términos de los sistemas multicomponentes.

También son examinados los datos con vista a detectar la fuente elemental de ciertas desviaciones en las fracciones atómicas, las cuales pueden ser atribuidas a errores en los análisis químicos o al fallo de un elemento dado para alcanzar el equilibrio.

Además, la base energética estructural para las funciones termodinámicas, se discute en términos de la estructura cristalina de la cummingtonita.—L. F.

THODE, H. G., MONSTER, J. y DUNFORD, H. B.: *Sulphur isotope geochemistry*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», vol. XXV, núm. 3, págs. 159-174, noviembre 1961.

Valoran el azufre en 36 muestras de 17 meteoritos. Los resultados muestran una destacada constancia de las relaciones isotópicas del azufre para todos los tipos de meteoritos. No obstante parece apreciarse unas diferencias en las relaciones S^{32}/S^{34} de 0,04 por 100. La relación S^{32}/S^{34} de los meteoritos, la discuten como una base posible para una igualdad de composición a la que tenía la corteza terrestre cuando comenzó su formación.

Estudaron la misma relación, para una amplia serie de muestras de agua de varios puntos y profundidades de los océanos. Los resultados muestran que los azufres de los tres océanos son muy uniformes, con un enriquecimiento de $2,01 \pm 0,03$ por 100 en S^{34} sobre los meteoritos. Las relaciones isotópicas del azufre en conchas marinas, en animales poco profundos, sulfatos en agua de lluvia y en formaciones de yeso evaporadas del mar, los han medido y comparado con los del azufre del mar. Discuten la geoquímica del ciclo del azufre basándose en estos experimentos.—L. DE A.

MORRIS, D. F. C. y FIFIELD, F. W.: *Rhenium contents of rocks*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», vol. XXV, núm. 3, págs. 232-233, noviembre 1961.

Hacen la valoración del renio por la técnica de activación neutrónica. Las valoraciones en el granito G-1 y la diabasa W-1, dan 0,00067 y 0,00071 p. p. m. respectivamente.

Efectúan las valoraciones en diez muestras y deducen un máximo de 0,00114 p. p. m. para la riolita de Liruel, y un mínimo de 0,00016 p. p. m. para una diorita hibridizada del S. de Drummond House, Chalt, Aberteenshire.

Como dato curioso, mencionan una sílice completamente pura de «Johnson Matthey and Co.» que tiene de 0,010 a 0,012 p. p. m. de renio.—L. DE A.

MINERALOGÍA

ESTRADA, D. A. y SÁNCHEZ CONDE, C.: *Caracterización y aplicaciones técnicas de la sericita de El Rosado*. «Rev. Ciencia Aplicada», Badajoz, núm. 83, año XV, fase. 6, noviembre-diciembre 1961.

Los autores estudian en este trabajo un mineral procedente de un nuevo yacimiento de «tierra blanca», cuya explotación se ha iniciado recientemente en el lugar llamado «El Rosado», cerca del pueblo de La Manchita, en la provincia de Badajoz. Dicho mineral, análogamente a otras muchas «tierras blancas», ha sido considerado hasta el presente como un caolín. Como consecuencia de los ensayos realizados para su identificación, se demuestra que se trata en realidad de una sericita, con cierto contenido de pirofilita (un 25 por 100) y caolinita (un 15 por 100), impurificada principalmente por arena de cuarzo. Este mineral, por sus buenas propiedades, sirve para diversas aplicaciones técnicas en el campo de la cerámica, y puede emplearse ventajosamente como carga en las industrias de la goma y de la pintura.—L. F.

FILLOL URRAGA, A. y BONED SOPENA, J. A.: *Estudio de la influencia de la altura de carga en la sinterización del mineral de «Quirós»*. «Inst. del Hierro y del Acero», año XIV, núm. 78, octubre-diciembre 1961.

En el presente trabajo se estudia la influencia de la altura de carga en los principales parámetros de la operación de sinterización por aspiración. Se ha utilizado el mineral de Quirós (Asturias) en ensayos con espesores de carga comprendidos entre 15 cm. y 50 cm. según un ciclo de Dwight-Lloyd con depresión constante de 450 mm. de C. A.

En la ecuación de Arcey que relaciona la permeabilidad con la altura de carga, se ha obtenido un valor para el exponente de $n = 0,60$.

Se ha observado la máxima producción con el espesor de carga de 30 cm., para el cual el sinterizado obtenido presenta buena resistencia mecánica.—L. DE A.

CASTRO E SOLLA, L. DE: *Possibilidades das indústrias base em Portugal em face das Matérias primas Nacionais*. «Est. Not. e Trab. do Serv. de Fom. Min.», vol. XV, páginas 550, 1961.

Es una recopilación de las conferencias del Director General de Minas y Servicios Geológicos de Portugal, expuesta en el Instituto de Altos Estudios Militares de Lisboa, y el cual da la situación de las industrias básicas con relación a las materias primas extraídas de minas metropolitanas.

Se ha pretendido, ante todo, destacar las condiciones preparatorias a la del establecimiento de una siderurgia nacional, de la que una primera fábrica ha comenzado a producir en 1958 en Vila Cova, en el ayuntamiento de Mondim de Basto y Vila Real, en el norte del país y, por otra parte, debe comenzar este año otra en Seixal, sobre el Tajo, enfrente de Lisboa.

Describe minuciosamente los trabajos de prospección y de investigación minera, así como las diferentes experiencias de tratamiento de minerales y otras transformaciones en escalón semi-industrial.

Se han hecho investigaciones en casi todos los yacimientos de hierro, las antracitas de la cuenca del Duero, los lignitos, las pirritas de hierro, los manganesos, los minerales de hierro-manganesíferos que tienen hasta el 8 por 100 de manganeso, las calizas y las dolomas. Como elemento negativo, se adquiere la certidumbre de no poder contar con más hulla que el yacimiento metropolitano en Moimho da Ordem, ayuntamiento de Meiceiro do Sal.

Las minas de antracita, donde las reservas han aumentado considerablemente, alimentan regularmente la fábrica de Vila Cova, así como el consumo normal.

Todos los contratos y suministros entre la Siderurgia Nacional, S. A., de Seixal, y las fábricas de materias primas de origen mineral fueron concluidos en 1960, antes de su puesta en marcha.

La mayor parte de estas sustancias interesan simultáneamente a la siderurgia y a otras industrias base. También se han localizado y prospectado los yacimientos de cobre para alimentar la metalurgia del cobre, que es una de las industrias básicas. Este año, entrará en funcionamiento la fábrica piloto para el tratamiento de minerales de cobre, en Aparis, ayuntamiento de Moura, en el S.E.

Menciona las investigaciones concernientes a la potasa, que han revelado importantes yacimientos de sal gema; una parte solamente es explotada por disolución enviada a Torres Vedras; la salmuera es transportada por una tubería a la fábrica de sosa instalada en Póvoa de Santa Iria, ayuntamiento de Vila Franca de Xira.

Se han aprovechado los desplazamientos de algunos geólogos e ingenieros especializados para dar un avance al Mapa Geológico 1:50.000.

Se estudiaron muy intensamente las calizas; uno de los primeros ha sido ejecutado con la ayuda de ciertas industrias ya establecidas. En el norte se aprecia que las formaciones calcáreas son bastante raras. En el sur, donde hay varias industrias de mármoles, se ha procedido a estudios detallados de yacimientos situados en los ayuntamientos de Borba, Estremoz y Vila Cova.

La fábrica establecida por iniciativa oficial, en Amieira, uno de los arrabales de la villa de Porto, tiene por fin orientar a los concesionarios de minas sobre la manera más conveniente de poner en valor los productos de extracción antes de comenzar su actividad. Cerca de esta fábrica se ha tratado de completar la construcción de los laboratorios que deban apoyar esta actividad y orientarla.—L. DE A.

GIXOCQUITO, A.: *Alimentation en air comprimé des carrières*. «Rapports CEA», núm. 2064, 1961.

El objeto de este estudio es determinar la solución más económica para la alimentación del aire comprimido destinado a las máquinas de perforaciones, en los tajos de dimensiones medias (600 × 200 m.), teniendo una producción del orden de 4.000 a 6.000 t. por día.

En las canteras de las dimensiones y capacidad mencionadas que se explotan en Francia en condiciones actuales del precio de la energía eléctrica, del gasoil y del cable eléctrico suplementario, está fuera de duda que la estación de compresión fija, es preferida a los compresores móviles Diessel o eléctricos, pero no se debe perder de vista que esta ventaja puede desaparecer fácilmente con la utilización de canalizaciones mal adantadas.

En el caso de los tajos estudiados, es suficiente, por ejemplo, utilizar cien metros de tubería de acero de 80 mm. de diámetro, en la cual se hará pasar la totalidad del aire necesario para las máquinas de perforación, para que la ventaja de la estación central de compresores, sea anulada por la influencia de las pérdidas de carga. En particular, el em-

pleo de tuberías galvanizadas o con otro revestimiento liso puede ser de gran beneficio.—L. F.

NUCLEÓNICA

Chemistry Division annual report, 1960, «Univ. of Calif. Radiation Laboratory», febrero 1961.

Esta interesante memoria de Laboratorio de Radiación dedicada a Ernest O. Lawrence, recopila un avance de las realizaciones en el campo nuclear del mencionado laboratorio durante el año 1960, bajo los auspicios de la U. S. Atomic Energy Commission.

Los trabajos están agrupados de la siguiente manera: 29 de radiactividad y espectroscopia nuclear, ocho de escisión, 16 de reacciones nucleares, 25 de química física, cinco de instrumentación y 10 de ingeniería química. Tiene un complemento de 19 resúmenes de las tesis sancionadas durante el año correspondiente, un índice de las publicaciones efectuadas por el personal del laboratorio durante 1960 y finaliza con una de autores, teniendo un total de 231 páginas.—L. DE A.

DESDEVISES, J.: *Sources Etalons de Neutronie*, serie «Bibliographies», tom. 11, 1961.

Esta lista bibliográfica comprende 79 resúmenes de artículos referentes a los métodos y técnicas de la medida de manantiales de neutrones, y el estudio de la conservación de las propiedades de los patrones.—L. F.

SEGURIDAD DEL TRABAJO

SOARES CARNEIRO, FERREIRA: *A Silicose e as Minas*, «Est. Not. e Trab. do Serv. de Fam. Min.», vol. XV, págs. 51-80, 1961.

Se trata de una conferencia pronunciada en el Centro de Profilaxis Social, proponiéndose el autor dar una idea de las probabilidades del peligro silicógeno en los grandes grupos de minas metropolitanas de Portugal, teniendo en cuenta las características de su contribución petrográfica, así como el polvo que en ellas se origina.

Adoptando como base de valoración de este peligro el índice coniótico francés, se investiga principalmente a base de éste la expresión de las indicaciones sobre la eficacia de la lucha contra los polvos y no por medidas absolutas de agresividad.

Señala las dificultades que hay que apreciar, el concepto de movilidad como consecuencia del insuficiente de elementos de verificación, particularmente de aquellos de naturaleza estadística, tanto médicos como relativos a las características del empolvamiento.

Referente a las de minas con relativamente peligro de silicosis, indica la posibilidad de establecer cifras que manifiestan la enfermedad en el conjunto de minas, que todavía no son dadas, y proceder a una encuesta suficientemente amplia en el dominio minero donde es prácticamente imposible separar los silicóticos autóctonos de aquellos de otras industrias (presas y túneles principalmente).

Los resultados de la primera encuesta oficial, hecha en 1957 por radiografía, son presentados con gran prudencia, como lo hacen sus autores, a fin de evitar conclusiones

precipitadas de la primera tentativa hecha en escala nacional (una encuesta idéntica, ciertamente más precisa, la tienen actualmente en marcha).

El autor presenta el caso concreto de una mina señalada como particularmente peligrosa, analiza los resultados y concluye que el porcentaje de silicosis actual es desgraciadamente elevado (35 por 100 de su población minera), y no puede todavía ser considerado como escandaloso, siendo dada la gran actividad de la mayoría de los mineros (la media superior a 25 años, más de el 99 por 100 trabajaron más de cinco años y más del 68 por 100 llevan trabajando más de 20 años).

En esta explotación minera el porcentaje relativo a los cinco últimos años no alcanza el 1 por 100, lo que está indicando claramente lo que se ha progresado en cuanto se refiere a la prevención.

Trata de la prevención y da cuenta de la gran campaña llevada por los servicios oficiales mineros, y del futuro programa de acción en este campo para ensayar y resolver, cualquiera de las insuficiencias actuales.

Finalmente aborda los aspectos sociales de la silicosis: deplora y declara insuficiente la ayuda en material de seguros; el silicótico debe ser tratado con toda clase de cuidados, y considera el caso del seguro en materia de silicosis como el mayor mal que aflige en la actualidad a la industria minera.

Hace una llamada de buena voluntad a todos aquellos que aprecian como conviene el interés social, la economía y la explotación minera, al objeto de valorizar un campo muy importante del patrimonio nacional, en peligro, que con ayuda de todos se puede remediar.—L. DE A.

JORGE MACEDO, Ricardo: *A Técnica de Amostragem e de Contagem de Poóras e o Estudo da Prevenção da silicose em França e na Bélgica*, «Est. Not. e Trab. do Serv. de Fom. Min.», vol. XV, págs. 101-125, 1961.

El artículo, puede decirse que es el informe de la visita que realizó el autor en 1959 al Centro de Estudios e Investigaciones de la Cuena Carbonífera Francesa (CERCHAR) y al Instituto de Ingenieros de Minas, de Hasselt, Bélgica, y la ha consagrado el estudio de los problemas directamente e indirectamente enlazados con la silicosis (técnica de tomas de muestras, cómputo de polvo, examen mineralógico, ensayos de máscaras antipolvo, valoración química del SiO₂ libre y total, análisis mineralógicos por el método de Thier y asistencia social a los mineros).

Durante su estancia en Francia y Bélgica ha hecho visitas a perforaciones de los túneles del Mont Blanc y de S. Maurice, para observar la técnica de la ventilación; al Laboratorio de Química del Estado en Le Bouchet, a la Organización Profesional de Prevención de Edificaciones de Trabajos Públicos (O. P. P. B. T. P.), y al Sanatorio de Santa Bárbara para los enfermos pneumoconióticos y a la mina Houthalem, en Bélgica, para trabajar con aparatos previstos por el Instituto de Higiene de Minas.—L. DE A.

TRATAMIENTO DE MINERALES

MOURET, P. y POTIER, P.: *Lixiviation par capillarité des minerais d'uranium*, «Energie Nucleaire», 111, 251-260, julio-agosto 1961.

Las fábricas de concentración utilizan actualmente la lixiviación por agitación de minerales de uranio. Por diversas razones fue necesario estudiar la aplicación de un procedimiento más económico, que es el de la lixiviación por capilaridad.

Los ensayos de laboratorio, muestran que la lixiviación por capilaridad es aplicable a casi todos los minerales de uranio. Se trata de una utilización de la variable tiempos en lugar de las variables superficie de contacto, temperatura y concentración de reactivos.

Los ensayos semiindustriales en curso, muestran que la economía prevista en reactivos es real y que la concentración de los efluentes obtenidos permite considerar favorablemente la recuperación del uranio de las soluciones por los medios convencionales.

Consideran lo que sería una instalación de este tipo: en las cercanías del pozo de extracción, se prepara un área impermeabilizada. Sobre esta área, con un sistema de drenaje apropiado en la base, se deposita el mineral procedente de la instalación de trituración. Los efluentes se tratan de una instalación de cambio iónico, y reciclados después.

De esta manera se evitan la mayor parte de las manipulaciones clásicas y se elimina igualmente el problema de desperdiciar los efluentes.—L. F.

VULCANOLOGÍA

DENAEYER, M. E. y WALLEDAEL, M. van: *Les enclaves énallogènes du Nyiragongo et du Nyamuragira (Kivu)*, «Bull. de l'Académie Royale des Sciences d'Océanographie», núm. 15, págs. 400-467, Bruxelles, 1961.

El estudio petrográfico, químico y radioquímico de los enclaves despedidos por el Nyiragongo y por el Nyamuragira, sugiere un sub-basamento granitoide para el primero y un basamento esquito cuarzitoso urundiense para el segundo. —L. F.

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-AMERICANA Y FILIPINAS

	Ptas.
BOLETINES	
Boletines, cada tomo ...	200
NOTAS Y COMUNICACIONES	
Notas y Comunicaciones, cada ejemplar hasta el núm. 60 ...	50
Desde el núm. 61 ...	60
MEMORIAS	
GEOFISICA.	
La Interpretación Geológica de las Mediciones Geofísicas. Tomos 1.º, 2.º, 3.º y 4.º cada uno ...	250
Idem, 5.º Tomo ...	150
CRADEROS DE HIERRO.	
Hierros de Murcia ...	50
Idem de Asturias ...	50
Idem de Galicia, cada tomo ...	50
Idem de Sevilla, Jaén y Córdoba ...	100
Idem de Almería y Granada ...	100
Idem de Guadalajara y Teruel ...	100
VARIOS.	
Estudio petrográfico de la Serranía de Ronda ...	50
Monografía de las melanopsís ...	50
Conchas bivalvas de agua dulce ...	50
Memoria del Uranio (agotada) ...	100
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 municipales de piritas, cada tomo ...	100
Reservas mundiales de fosfatos, cada tomo ...	100
Libro Jubilar (tomos I y II, cada uno) ...	100
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 ...	100
Resumen de la Historia geológica de la Tierra ...	200
Temas Geológicos de Mallorca ...	250
Introducción al estudio de Petrología Estructural ...	125
Memoria de Cantillana ...	80
Estudio Metalogénico de la Sierra de Cartagena ...	100
Memoria explicativa de Marruecos ...	100
C. R. XIV Congreso Geol., cada tomo ...	100
Cordillera Cantábrica ...	200
Mapa de Hierro, con explicación ...	50
Mapa del Carbón, con explicación ...	50
Memorias Generales Anuales ...	25
Catálogo general de publicaciones ...	25
GRUAS GEOLOGICAS.	
Estrecho de Gibraltar ...	50
Los platinos de la serranía de Ronda ...	50
Minas de plomo y cobre Linares-Huelva (francés o inglés) ...	50
Sierra Morena-Sierra Nevada ...	50
Terciario continental de Burgos ...	50
Minas de Almadén (francés) ...	50
Isla de Mallorca ...	50
Sierra de Guadarrama ...	50
Aranjuez ...	50
Asturias (sólo en francés) ...	50
Sierra Morena-Llanura Bética ...	50
Despeñaperros ...	50
Guía geológica del ferrocarril Madrid-Sevilla ...	50
Idem, 5.º Madrid Irún ...	50
BOLETINES DE SONDEOS	
Tomo 1.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Cada fascículo ...	50
Tomo 2.º (fasc. 1.º, 2.º y 3.º). Idem ...	50
Tomo 3.º (fasc. 1.º) ...	50



MAPA GEOLOGICO

CARTOGRAFÍA.	Ptas.
Mapa Geológico de España, escala 1:1.500.000 (entelado)	100
Idem id., a 1:1.000.000 (cuatro hojas) 1955	250
Idem id., hojas sueltas, cada hoja	100
Idem id., escala 1:1.400.000 (cada hoja)	20
Idem id., nueva edición (cada hoja)	40
Mapa provincial de Barcelona, Cádiz, Huesca y Lérida, escala 1:200.000, cada uno ..	100
Hojas del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000	30
Atlas estratigráfico de la cuenca lulleza asturiana	100
Mapa de Guinea, escala 1:400.000	25
Mapa Manantiales Medicinales a 1:1.500.000	50
Mapa Vulcanológico 1:1.000.000	50
Mapa del Sahara 1:1.500.000	100
Mapa Sismotectónico de la Península Ibérica a 1:2.500.000	75
Mapa provincial de Cádiz a escala 1:1000.000	200
Mapa Topográfico de Asturias de Schultz	100
Mapa de Marruecos a 1:400.000	100
Mapa Geológico 1:4.500.000	25
Hojas de Marruecos a escala 1:50.000 (cada hoja)	30
MEMORIAS	
Explicación Mapa 1:1.000.000, tomos I y II (cada tomo)	100
Explicación del Mapa Geológico de España a escala 1:400.000, cada tomo	50
Memorias provinciales de Huesca y Lérida, cada una	100
Memorias del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000	50
Datos para el estudio de las Hojas del Mapa Geológico 1:50.000, Gijón-Oviedo ..	50
Memorias del Mapa Geológico de Marruecos a escala 1:50.000	50

Estas publicaciones se mandan a provincias, contra reembolso de su importe.
Para las Librerías.—Los pedidos hechos por librerías tendrán un 25 por 100 de descuento.
Para los demás países. Los precios son dobles de los marcados en esta lista.

Relación de depósitos de publicaciones de este Instituto

Barcelona.—Suministros Escolares: Plaza Universidad, 11.
Coruña.—Librería Zincke Hermanos: Canton Grande, 21.
Madrid.—Librería Geográfica Sucar: Joaquín M.^a López, 68.
Oviedo.—Agencia Editorial Santa Clara: Paseo de Santa Clara, 2.
Palma de Mallorca.—Libros Mallorca: Call, 1.
Santiago de Compostela.—Librería González: Rúa del Villar, 46-52.
Tuy (Pontevedra).—Bazar Alberto: Paseo Calvo Sotelo, 25.
Valencia.—Librería Maragat: Plaza del Caudillo, 22.
Zaragoza.—Librería General: Independencia, 8.

INDICE

	PÁGS.
Conodonts from the «Griotte» Limestone of North-West Spain, por A. C. HIGGINS.	5
Estudio geológico de la zona de Randa, por B. ESCANDELL y G. COLOM	23
Las especies transientes en la Paleomastología: su importancia en España, por M. CRUSAFONT PAIRÓ	49
Graptolites en la provincia de Lugo, por INDALICIO QUINTERO	61
Variación en las composiciones isotópicas de los caparazones fósiles, por JUAN MA- NUEL LÓPEZ DE AZCONA	83
Breve aportación al conocimiento del aparato kárstico de Itxina (Macizo de Gorbea), por medio de sus fenómenos espeleológicos, por E. NOLTE y ARAMBURU	87
Nota sobre el Subbético de la provincia de Córdoba, por CARLOS FELGUEROSO y JUAN COMA	107
Hallazgo de dos molares de mamut (<i>Elephas primigenius</i>) en una cantera de Buján, provincia de Lugo, por EUGENIO TORRE ENCISO	111
El Cenomanense de la región de Oña (provincia de Burgos), por PIERRE FEUILLEE.	119
Presencia de <i>Atopochara multivolvris</i> Peck en el Cenomanense de Oña (provincia de Burgos), por PIERRE FEUILLEE y LOUIS GRAMBAST	123
Limitaciones y perfectibilidad permanente en la cartografía geológica. Problemas que plantean las técnicas modernas, por J. M. RÍOS	127
Contribución astronómica a la Geología, por ANTONIO DUE ROJO, S. I.	139
Noticias	157
Datos estadísticos	159
Cotizaciones y Comercio	161
Criaderos	163
Novedades industriales y científicas	164
Personal	167
Reuniones científicas	167
Reservas mineras	171
Notas bibliográficas	175
Criaderos	177
Espeleología	177
Estratigrafía	178
Geocronología	178
Geonucleónica	179
Geoquímica	182
Mineralogía	184
Nucleónica	186
Seguridad del Trabajo	186
Tratamiento de minerales	187
Vulcanología	188
Instituto Geológico y Minero de España	189