

V/16 38-21

AÑO

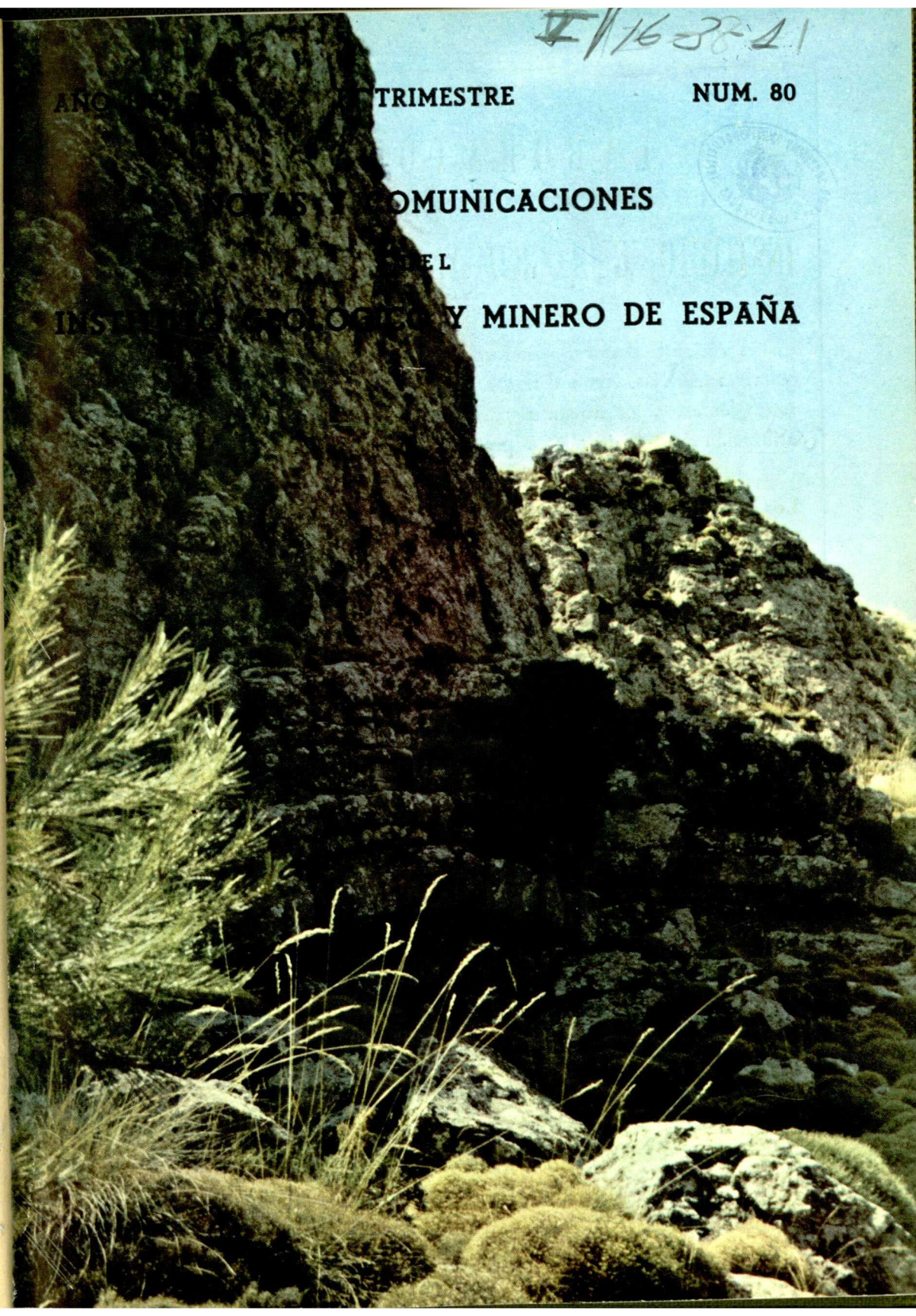
TRIMESTRE

NUM. 80

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



# LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

En el reciente desarrollo industrial español, tanto al productor de primeras materias, como al transformador y al utilizador de las mismas, se le plantean continuamente problemas en relación con la elección y utilización de los minerales y productos mineralúrgicos y metalúrgicos más adecuados para los fines que desea.

Los laboratorios del Instituto, con más de cien años de experiencia, ayudan a resolver cuantos problemas de minerales, productos metalúrgicos, materiales de construcción, combustibles, etc., se le presenten.

Los laboratorios en funcionamiento del Instituto Geológico y Minero de España, son los siguientes:

AGUAS SUBTERRANEAS	ANALISIS QUIMICO
COMBUSTIBLES Y TIERRAS CO- LOIDALES	DIFRACCION DE RAYOS X
ESPECTROQUIMICA	SEMICONDUCTORES
RADIOACTIVIDAD Y GEONU- CLEONICA	MACROPALEONTOLOGIA
METALOGENIA	MICROPALEONTOLOGIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA	FOTOGEOLOGIA
PREPARACION MECANICA	MINERALOGIA
	FOTOGRAFIA TECNICA

Los asuntos relacionados con ellos, se pueden tratar directamente en la Sección de laboratorios del Instituto o por correspondencia.



Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

Tel. 253 46 05

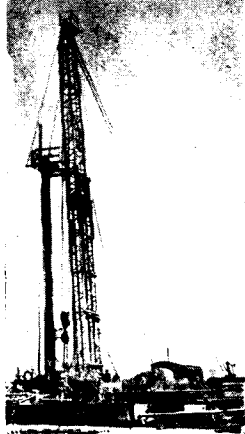
RESERVADO PARA  
LA REVISTA

ECONOMIA INDUSTRIAL



**EMPRESA NACIONAL "ADARO"**

DE INVESTIGACIONES MINERAS S.A.



ESTUDIOS GEOLOGICOS

INVESTIGACION DE CRIADEROS MINERALES

SONDEOS HASTA DE 4.500 MTS. DE PROFUNDIDAD

LABORATORIOS DE PETROGRAFIA, METALOGENIA,  
MICROPALAEONTOLOGIA, QUIMICO, TESTIGOS,  
LIDOS, CEMENTOS, PREPARACION MECANICA  
DE LAS MENAS.

DOMICILIO SOCIAL.— SERRANO Nº 116, MADRID (6). TELEFONO 2-61-79-02

OFICINAS Y LABORATORIOS — K.12 CARRETERA DE ANDALUCIA. TELEFONOS 2-37-17-00, 1-2

**DISPONIBLE**

NOTAS Y COMUNICACIONES  
DEL  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO  
DE ESPAÑA

80

CUARTO TRIMESTRE

M A D R I D

1 9 6 5

**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.**

JUAN E. COMA GUILLÉN

## NOTA SOBRE EL CORRIMIENTO DE TIERRAS DE VILLANUEVA DE SAN JUAN (SEVILLA)

---

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

---

En el mes de julio del pasado año, el autor de esta nota tuvo la ocasión de informar sobre un corrimiento de tierras ocurrido en la zona de Villanueva de San Juan (Sevilla), al sur de la provincia, corrimiento de considerable magnitud que había arruinado un tramo de la carretera provincial y amenazaba obstruir el cauce del río Carbones.

Pensamos será instructivo describirlo en esta breve reseña, pues, de una parte, el fenómeno estudiado se ajusta perfectamente, a nuestro juicio, al esquema teórico que para esta clase de corrimientos se ha establecido, y de otra pone de relieve, una vez más, la enorme peligrosidad, cuando concurren ciertas circunstancias, de las arcillas del Triás, enemigas implacables de tantas obras civiles realizadas en nuestra Patria.

### CUADRO GEOLÓGICO

Aunque el objeto fundamental de nuestro estudio no es el geológico, nos vemos obligados a apoyarnos en él para poder encontrar las causas del corrimiento. Por eso haremos una referencia esquemática a la geología de la zona.

Desde el punto de vista geológico, el área estudiada se encuentra enclavada en lo que en la terminología geológica se conoce con el nombre de Subbético. Como es sabido, éste tiene planteado una serie de problemas estratigráficos tectónicos y paleogeográficos, a los que, todavía hoy día, no se ha dado total y satisfactoria solución.

Dado que estos fenómenos no afectan al fenómeno estudiado, no se abordan aquí.

En cuanto a la estratigrafía, la zona se halla situada, fundamentalmente, en una extensa área de terrenos triásicos que afloran a partir de Morón hacia el Sur, y que ocupan casi todo el ángulo noroeste de la provincia de Sevilla.

### EXPLICACION DE LA PORTADA

Anticlinal fallado en las calizas senonenses de la Sierra de Altomira, al norte de Saceda (Cuenca). Foto con dirección N-36-W.

(Foto F. Mingarro Martín).

Depósito Legal M. 1.882.-1958

Sobre ellas, y transgresivamente, aparecen en algunos sitios formaciones terciarias cocenas y miocenas, en facies de margas y areniscas.

También se encuentran, con una significación tectónica no totalmente aclarada, una serie de afloramientos jurásicos y cretácicos a los que se podría suponer que fuesen auténticos klippes, vestigios respetados por la erosión, de verdaderos mantos de corrimientos.

Si nos referimos concretamente al área estudiada, esta zona la forma el Triás en facies Keuper, arcillas y margas abigarradas con yesos. Encima yace transgresivamente un paquete de areniscas y arenas miocenas muy permeables, que forman las partes altas de las elevaciones.

En algunos lugares estas areniscas, con *Rotalia* y *Elphidium* del Tortoniense superior, descansan sobre el Triás por intermedio de unas margocalizas con sílex y radiolarios miocenos.

Asimismo, no lejos del lugar del corrimiento afloran margo-calizas rosadas con *Truncorotalias* del Paleoceno, cuya posición, con respecto al Triás que le rodea, no nos atrevemos a definir en este bosquejo geológico.

#### ESTUDIO DEL CORRIMIENTO: CAUSAS QUE LO HAN ORIGINADO

El corrimiento se encuentra a unos 2 km. al sureste de Villanueva de San Juan, y lo situamos en el plano que acompañamos.

En esta zona el río Carbones discurre por el fondo de un valle limitado por dos alineaciones montañosas que dan por resultado un relieve accidentado, con laderas bastante pendientes.

La ladera de la alineación oeste está formada fundamentalmente por las arcillas y yesos del Triás; sobre él, constituyendo las crestas, yacen las arenas y areniscas terciarias, en algunos sitios con margo-calizas en su base.

En este cuadro topográfico y geológico es donde se ha producido el corrimiento que estudiamos, corrimiento de proporciones importantes.

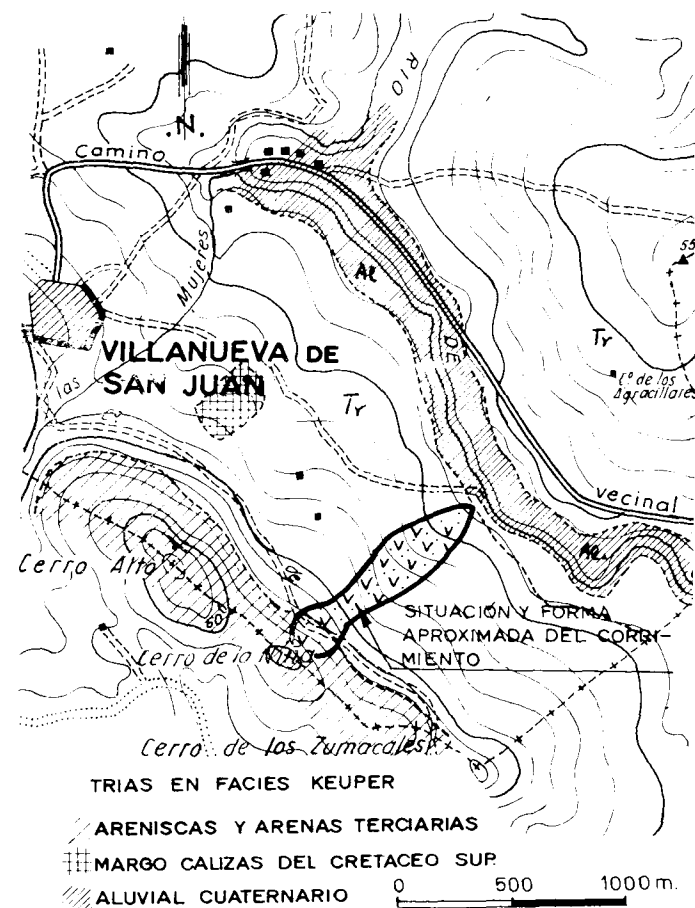
Efectivamente, al romperse las condiciones de equilibrio existentes anteriormente en el lugar, debido a un conjunto de circunstancias que analizaremos a continuación, una masa enorme de areniscas, arenas y arcillas han deslizado ladera abajo, hacia las partes bajas, como una lengua glariárica perfectamente definida, de unos 800 m. de longitud y de una anchura media de unos 200 m. La masa movilizada la estimamos del orden de 1.500.000 m<sup>3</sup>.

Las causas que han originado el movimiento de esta masa son claras, a nuestro juicio, y encajan perfectamente en el esquema teórico que, para este tipo de corrimientos, se ha establecido.

De un lado tenemos en la base unas formaciones arcillosas impermeables

que alcanzan un alto grado de plasticidad cuando se empapan de agua; de otro, unas arenas y areniscas permeables situadas encima de lo anterior, susceptibles de almacenar una cuenca hidráulica subterránea. Finalmente, una pendiente topográfica marcada.

La mecánica del proceso es la siguiente: El agua caída sobre las areniscas percola a través de ella y es detenida por el impermeable arcilloso de la



base: la parte superior de ésta se empapa lentamente, aumenta con ello su plasticidad, disminuyendo correlativamente su consistencia mecánica hasta llegar a un punto tal que esa banda superficial arcillosa se despegue de su base y se pone en movimiento, arrastrando la montera arenosa que tiene encima. El acuífero, al actuar de una manera lenta y constante sobre las arcillas, ha hecho el papel de un verdadero lubricante, siendo, en último término, la causa del corrimiento.

En nuestro caso, el movimiento ha ocurrido en un punto en donde las areniscas reposan directamente sobre las arcillas del Triás, y ello ha hecho posible desencadenar todo el proceso. En cambio, en otros lugares próximos creemos que las areniscas reposan por intermedio de un nivel margocalizo, también terciario, lo que tiene por resultado la mayor estabilidad de estas zonas.

#### RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

En general, es muy difícil conseguir detener un proceso como el que acabamos de describir, máxime cuando reviste las proporciones de éste. El único remedio eficaz sería impedir que el agua, responsable del proceso, volviese a actuar en el mismo sentido que lo ha hecho, ahora refiriéndonos a toda la masa caótica que ha deslizado. Lograrlo de una manera total creemos que es imposible. De todas formas, se han propuesto unas normas, indicando algunos trabajos a realizar que atenuarán, posiblemente, la magnitud del movimiento.

La forma de la masa deslizada la hemos reflejado esquemáticamente, en su perfil y planta, al final de este trabajo. En ellos se puede observar que la parte superior está compuesta, fundamentalmente, de terrenos arenosos provenientes de la montera terciaria y la inferior por un conjunto en el que predominan las arcillas despegadas del substratum triásico. En la cabecera del movimiento se puede observar una marcada concavidad, lo que los franceses llaman «niche de arranchement». Limitando lateralmente esta especie de inmensa laguna, se han formado en la actualidad dos vaguadas por donde discurren las aguas que parcialmente drenan la zona arenosa.

La obra que se ha recomendado tiene por finalidad aumentar este drenaje, y con ello tratar de dificultar que las aguas provenientes de una parte de la montera arenosa, y de otra de la lluvia caída sobre el área arenosa del corrimiento, pasen a la parte inferior arcillosa. Con ello se intenta conseguir estabilizar la propia zona arenosa, cabecera del corrimiento, y también la parte inferior arcillosa de él.

Este drenaje se realizaría en el sitio que aproximadamente se ha reflejado en el croquis adjunto.

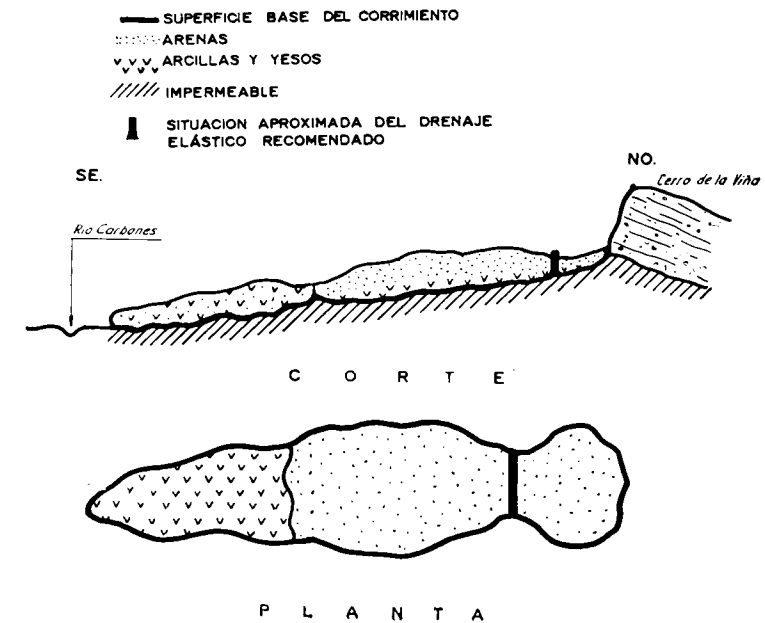
Consistirá en la ejecución de una zanja que llegue hasta las arcillas impermeables de la base, rellenas de un material suelto, muy poroso y permeable y que desagüen en las vaguadas ya citadas.

No se nos oculta el peligro que existe de que un nuevo corrimiento en la zona del drenaje destruya a éste. Este peligro lo hemos intentado disminuir recomendando precisamente un drenaje elástico.

No es segura la eficacia de estas obras. Volvemos a repetir la dificultad que presenta detener un proceso natural de este tipo. Pero son unas labores de no gran coste económico y hemos creído conveniente recomendarlas.

En cuanto se refiere a la zona inferior arcillosa, es imposible evitar la infiltración del agua de lluvia que directamente cae sobre ella. Esta zona, actualmente, es una masa caótica, de arcillas completamente agrietadas, lo que favorecerá en extremo la infiltración de la lluvia, con el consiguiente peligro. El drenaje, anteriormente recomendado, no disminuye, como es natural, este efecto.

El procedimiento para atenuar el proceso de la infiltración sería tratar esta zona de manera de tapar las grietas que en la actualidad en ella existen,



dando la adecuada inclinación a la masa para que la escorrentía se drene lo más fácilmente posible.

A pesar de todos estos trabajos recomendados, que esperamos atenuarán el peligro hoy existente, es posible que el movimiento continúe hasta que la masa haya logrado su régimen de equilibrio definitivo. Ello tendría como consecuencia la posibilidad del corte del río Carbones, formando en él una presa natural, aunque esta posibilidad, dado que el valle del río es ancho, a nuestro juicio no es probable. Pero es prudente considerarla. Ante ella hay que establecer dos hipótesis :

1.<sup>a</sup> Que el avance se realice en época en que el río lleve su caudal máximo. Creemos entonces que la erosión propia de las aguas fluviales irá arrasando las tierras y no se llegará a formar ninguna presa.

2.<sup>a</sup> Que ocurra en época de estiaje: en este caso se ha recomendado que el organismo encargado de la vigilancia y protección del río esté advertido, para que en este supuesto, ya preparado, tome sus medidas inmediatamente, medidas que podrían ser la remoción parcial de la supuesta presa natural.

Recibido el 19-VIII 1964.

ALFRED R. LOEBLICH JR. (\*\*), HELEN TAPPAN (\*\*\*)

## REALIDADES, FALACIAS Y CAMPOS A EXPLORAR EN MATERIA DE FORAMINIFEROS (\*)

### R E S U M E N

Se revisa el estado de conocimientos en materia de foraminíferos en vista de que existen algunos conceptos erróneos de gran difusión, lo que ha tenido como consecuencia que por defectuosa aplicación de algunos hechos se haya llegado a resultados falsos. La cantidad de publicaciones acerca de los Foraminíferos parece altamente exagerada, como consecuencia de un alto grado de documentación bibliográfica, pero menos de la mitad de las publicaciones que se citan se refieren a los foraminíferos en sí mismos, o a su morfología, taxonomía o presencia y menos del diecisiete por ciento son predominantemente taxonómicas; el resto se refiere a su aplicación estratigráfica.

Se compara la clasificación y subdivisión taxonómica con la que se practica en otros grupos de invertebrados y de protozoos. Apreciamos que una representación gráfica del ritmo de propuestas de géneros de foraminíferos, correspondientes a los totales acumulativos para los 20 últimos años, describe una línea recta en gráfica semilogarítmica, sin que haya indicación de la discontinuidad del impulso taxonómico que podría lógicamente haberse esperado coincidente con y resultante de, la aplicación de los foraminíferos a la geología económica. La expansión de los *eteca amoebas* de agua dulce, que carecen de interés de aplicación económica, ha seguido un esquema parecido. Las proposiciones de nuevos géneros de foraminíferos han sido consecuencia del desarrollo de nuevos métodos de estudios, de la aparición de criterios morfológicos adicionales, de sus microestructuras, del énfasis puesto en el estudio de los ciclos de vida, y de trabajos en zonas de estrato y en regiones cuyo estudio había quedado rezagado.

Determinados conceptos e ideas requieren, para su correcta aplicación, que exista una buena comprensión de la biología de los foraminíferos. Las subespecies aparentes de índole geográfica, diferenciadas por sus tamaños, resultan de retrasos o aceleraciones, regidas por las temperaturas, del ciclo reproductivo, en que las con-

(1) Traducción directa por J. M. Ríos, del original en inglés titulado *Foraminifera, Facts Fallacies and Frontiers*, aparecido en el «Geological Society of America Bulletin», vol. 75, p. 367-392 en mayo de 1964.

(2) De la California Research Corporation, La Habra, California.

(3) Del Departamento de Geología, Univ. de California, Los Angeles, California.

chas grandes se desarrollan en ambientes menos favorables (aguas frías, salinidad, etcétera). No es un caso anómalo el de la coexistencia de ejemplares robustos de foraminíferos, asociados con faunas invertebradas depauperadas, sino que es indicación de circunstancias adversas.

El tiempo de migración que requieren las especies planctónicas se considera como negligible. Discutimos cuál sea la velocidad de dispersión de los foraminíferos transportados por las corrientes, sobre la base de los estudios modernos acerca de las mismas. Se aprecia que los continentes actualmente emergentes constituyen una barrera formidable, aunque no total, para las migraciones planctónicas, cosa que no ocurría durante las épocas cretáceas y terciarias, con mas amplios mares epicontinentales. Comparamos la velocidad de los cambios evolutivos de los Protozoarios con las de evolución de invertebrados y vertebrados de más alta organización, y demostramos que es teóricamente rápida, como consecuencia del corto periodo de vida, de la rápida producción de nuevas generaciones y de la gran abundancia de progenie. Discutimos las causas de las mutaciones y extinciones de los organismos pelágicos.

Estimamos que la composición aragonítica de la concha, y es cuestión interesante en la taxonomía de los foraminíferos, no queda afectada por la edad de la concha, de modo que el armazón de aragonito, o bien se conserva en tal estado, o es completamente eliminado por la disolución. No se conoce ejemplar alguno atribuido a la superfamilia Robertinacea, cuyo armazón se haya convertido en calcita.

Las directrices que sugerimos para la orientación de futuros estudios incluyen estudios taxonómicos y estratigráficos en otras regiones y estratos adicionales, correlaciones de facies bentónicas con planctónicas, estudios morfológicos de detalles del caparazón (morfología de grandes rasgos, ultra estructuras, características aperturales, particiones internas y placas dentales, mineralogía del caparazón, etc.) y ciclos de vida, morfología, fisiología genética y ecología del animal en vivo.

#### ABSTRACT

The status of foraminiferal knowledge is reviewed in the light of some common mis-conceptions, as erroneous results have come from some misapplied facts. The quantity of foraminiferal publications has been exaggerated by a high degree of bibliographic documentation, although less than half of the publications cited concern foraminifera themselves, their morphology, taxonomy or occurrence, and less than 17 per cent are dominantly taxonomic; the remainder concern their stratigraphic application.

Classification and taxonomic subdivision in foraminifera is compared to that in other invertebrates and other groups of Protozoa. In a graphic representation of the rate of proposal of foraminiferal genera, the cumulative totals for the past 200 years follow a straight line on a semilog graph, with no indication of the discontinuity to be expected from a supposed taxonomic surge coincident with and resulting from foraminiferal economic application. The taxonomic expansion of the freshwater unicellular (thecamoebians) has followed a similar pattern. Proposal of new foraminiferal genera has resulted from new methods of study, additional morphologic criteria, study of microstructures, emphasis on the living animal and life cycles, and work in previously neglected strata and regions.

Certain concepts and ideas require an understanding of foraminiferal biology for correct application. The apparent geographic subspecies, differentiated by size, result from temperature controlled delay or acceleration of the reproductive cycle, larger shells

occurring in less favorable environments (colder water, decreased salinity, etc.). Robust foraminiferal specimens associated with depauperate invertebrate faunas are not an anomalous occurrence, but an indication of adverse conditions.

Migration time required for planktonic species is regarded as negligible. Their current borne rate of dispersal is discussed on the basis of data from modern current studies. The present emergent continents are seen to be a more formidable though not complete barrier to planktonic migrations than was present during the Cretaceous and Tertiary time of broad epicontinental seas. The rate of evolutionary change in Protozoa is compared to that of higher invertebrates and vertebrates, and shown to be theoretically rapid, because of short life span, rapid production of new generations, and great abundance of progeny. Causes of mutations and extinctions of pelagic organisms are discussed.

The importance of the aragonite shell in foraminiferal taxonomy is regarded as unaffected by geologic age, the aragonite test being preserved as such or completely removed by solution. No specimen referable to the superfamily Robertinacea has been found to have the test converted to calcite.

Suggested lines of future study include stratigraphic and taxonomic studies in additional strata and regions, correlation of benthonic facies with planktonic zones, detailed morphologic studies of the test (gross morphology, wall microstructure and lamellar character, ultrastructures, apertural features, internal partitions and toothplates, test mineralogy, etc.), and life cycles, morphology, physiology, genetics, and ecology of the living animal.

#### INTRODUCCIÓN

A lo largo de una renovación del estudio de géneros de foraminíferos y sus especies tipo, llevada a cabo durante la pasada década, los autores se dieron cuenta de la aguda discrepancia existente entre los hechos reales acerca de los foraminíferos y de su estudio, y las afirmaciones generales prevalentes en los libros de texto y en las publicaciones paleontológicas sumarias, referentes al volumen de literatura, excesiva disgregación de géneros y especies, caos en la clasificación e impacto de la aplicación comercial de los foraminíferos. Conceptos basados originalmente en el estudio de invertebrados metazoarios o animales vertebrados, han sido equivocadamente aplicados a aquellos organismos. Se ha resumido el estado de conocimientos actual en todas las fases de la investigación de foraminíferos y se han incluido además revisiones de géneros y supragéneros en el Tratado de Paleontología de Invertebrados, Parte C (Moore; 1964), pero obligadas limitaciones de espacio han impedido la expansión de las ideas y estadísticas que presentamos aquí.

Uno de los incentivos para la preparación de este trabajo procede de los comentarios y preguntas planteadas por estudiantes graduados de la Universidad de California, Los Angeles, indicadoras de que ciertas opiniones, erróneas, pero muy extendidas, obtenidas en cursos previos y en la literatura profesional, podrían actuar como inhibidoras para los estudiantes que creían que poco queda por hacer en el campo de los foraminíferos, lo que



afecta adversamente al futuro suministro potencial de foraminiferólogos. Los autores agradecen a sus compañeros de la California Research Corporation la revisión crítica y comentarios al manuscrito, especialmente a E. C. H. Lammers, L. C. Ponham y Z. V. Jizba.

#### EL CONCEPTO PÚBLICO

Los estudiantes aprenden, en los libros de texto, clases, y artículos de paleontología general, que es enorme el volumen de literatura referente a los foraminíferos, que de este modo resultan el grupo mejor conocido (mejor que cualquiera otro grupo de organismos) y que la constante división de especies y géneros ha tenido como consecuencia la constitución de una taxonomía inmanejable, ya que han sido propuestas unas 30,000 especies (incluidos unos cuatro sinónimos para cada especie válida. Así como que el descubrimiento de su valor para establecer correlaciones en los campos de petróleo dio gran ímpetu a estos estudios (Shrock y Twenhofel, 1953, p. 37; Jepps, 1956, p. 87; Moore y otros, 1952, p. 39, 56; Jones, 1963, p. 182; Reinwater, 1960, p. 47; Howe, 1959, p. 512; Newell, 1959, p. 494).

Estas afirmaciones generales, prevalentes acerca de la superabundancia de especialistas, literatura, especies descritas y sinónimos, no las encontramos con referencia a otros grupos de fósiles. Por el contrario, deploraba Cooper (1958, p. 1010) recientemente «el desvanecimiento de la fase descriptiva, taxonómica y morfológica» con respecto a la paleontología de invertebrados en general. Lo mismo puede decirse de los estudios de foraminíferos, que sólo recientemente han empezado a poner el énfasis en la morfología detallada de la concha, y en los estudios de los organismos vivientes, ciclos de vida y controles ecológicos. Estamos muy lejos de tener suficientes datos que nos permitan obtener el máximo valor informativo, estratigráfico o paleoecológico de los estudios de los foraminíferos. A lo largo de nuestra reciente renovación del estudio de los géneros de foraminíferos más pequeños, sobre la base de sus especies tipo, llevamos a cabo su examen en la mayor parte de los museos más importantes de dos continentes, así como cantidad de material típico y topotípico obtenido en préstamo, por intercambio, y en el campo, procedente del mundo entero. Se examinaron las descripciones originales, así como miles de otras publicaciones, en busca de taxas genéricos y supragenéricos, así como datos referentes a la morfología, fisiología, ecología e historia acerca de los modos de vida. Encontramos que las tan venteadas diferencias entre los niveles de estudios de los foraminíferos y de los de los ostrácodos, braquiópodos, ammonites y trilobites eran ilusorias. Nuestra única ventaja sobre otras ramas de la paleontología por lo que se refiere a la profundidad del conocimiento, reside en el mayor grado de perfección alcanzado en la documentación bibliográfica

de los foraminíferos, lo que constituye una ayuda para el especialista, pero también un fácil manantial del que se nutren las estadísticas y que es origen luego de conceptos falsos por lo que se refiere a la cantidad total de conocimientos disponibles.

Durante más de un cuarto de siglo, el último, los autores han estado relacionados, en diversas épocas, con una media docena de organizaciones académicas, gubernamentales y «económicas», y con este respaldo esperaban poder llegar a interpretar con mayor exactitud algunos datos estadísticos. Como foraminiferólogos privados nos preocupa este aspecto de nuestro «concepto público», a causa de su indiscutible efecto sobre el futuro de los estudios en este nuestro campo de especialidad.

CUADRO I. CARACTER DE 436 PUBLICACIONES ACERCA DE LOS FORAMINÍFEROS PUBLICADAS EN 1955

(Citadas por Thalmann, 1958)

<i>Materia</i>	<i>Énfasis especial</i>	<i>Número</i>
Foraminíferos en sí mismos...	Taxonomía .....	72
	Estudios estratigráficos y faunísticos .....	77
	Formas recientes y ecología .....	30
	Morfología y mineralogía del caparazón .....	21
	Análisis estadísticos .....	5
		199
Aplicaciones a otras disciplinas.....	Estratigrafía .....	164
	Paleoecología y sedimentación .....	13
		177
Miscelánea.....	Métodos de cultivo, técnicas, etc. ....	15
	Noticias de novedades .....	29
	Bibliografía, noticias bibliográficas .....	6
	Artículos populares .....	6
	Necrologías .....	4
		60

## ALGUNAS IDEAS ERRÓNEAS PREVALENTES Y CÓMO SE DESARROLLARON

*Volumen de publicaciones*

Al principio los foraminíferos fueron considerados como curiosidades microscópicas, bonitas pero sin interés práctico, y sus primeros adictos fueron coleccionistas que intercambiaban ejemplares y literatura y que pronto desarrollaron el hábito bibliográfico, añadiendo a sus publicaciones de foraminíferos, bibliografías de todas las publicaciones más antiguas. Sherborn (1888) compuso una compilación anotada de toda la literatura de foraminíferos hasta entonces publicada y, en su deseo de que fuera completa, citó incluso aquellas publicaciones que meramente incluían listas de foraminíferos. La bibliografía acerca de los foraminíferos ha sido puesta al día gracias a los esfuerzos de Beutler (1911), Liebus (1931), Liebus y Thalmann (1933a; 1933b), Thalmann (bibliografías anuales e índices para 1931-1956, publicados en el *Journal of Paleontology* v. 7, 1933; v. 33, 1959), Hiltermann (1961), y Ellis y Messina (1940 y suplementos anuales). Cantidad de otros autores han compilado la literatura corriente de determinados países, de grupos determinados de foraminíferos, o de partes limitadas de la columna geológica. Las publicaciones de foraminíferos son citadas también en varios números del *Zoological Record*, *Biological Abstracts*, *Bulletin Signalétique*, etc. Considerada en conjunto la literatura referente a este grupo, ha sido registrada sistemáticamente, con toda probabilidad, con mayor minuciosidad que la de cualquier otro grupo de fósiles, y muchos especialistas hacen uso constante de esta ayuda. Sin embargo, para los que trabajan en otros grupos esta copia de datos bibliográficos les parece indicadora de una superabundancia de literatura, en lo referente a un campo especializado.

Señaló Howe (1959) que Thalmann había registrado unos 3.261 artículos que trataron de foraminíferos entre los años 1949 y 1955, o sea un promedio de unos cuarenta artículos por mes. Parece evidente que ni los estudiosos ni los geólogos de aplicación industrial puedan ponerse al tanto de todo lo publicado. Pero en un breve análisis de las 436 publicaciones que cita Thalmann (1958) del año 1955 (calificadas por materias en el Cuadro I), nos muestra que sólo 86 indican especies nuevas, géneros o familias, y que 56 eran de menos de 10 páginas. Muchos de estos 86 trabajos no eran de índole puramente taxonómica, sino que solamente incluían, o citaban, una especie o dos, como materia incidental en estudios estratigráficos o ecológicos.

La producción anual de literatura parece menos formidable cuando nos fijamos en que sólo un 22 por 100 de los trabajos tiene carácter descriptivo

o morfológico, y otro 24 por 100 se refiere a asociaciones faunísticas recientes o fósiles, y que un 35 por 100 atañe a la aplicación a problemas estratigráficos locales, 8 por 100 a la aplicación de estudios foraminíferos o problemas de sedimentación y paleoecología y alrededor un 11 por 100 consiste en noticiario de novedades, bibliográficas y notas necrológicas. Casi la mitad de la totalidad de publicaciones se refiere a aplicaciones a la estratigrafía y más de un 10 por 100 consiste en memorias auxiliares que permiten mantenerse al tanto de las restantes! ¿Cuál sería la producción anual de trabajos sobre cefalópodos si se incluyese en la bibliografía cada publicación con listas de zonas faunísticas de ammonites que apoyan una datación de edad geológica basada en la información de ammonites?

*Superdivisión de los Foraminíferos**Semiestadística*

Una de entre las quejas más corrientes acerca de los foraminíferos es que, en proporción con respecto a otros grupos, han sido descritos excesivo número de géneros y especies. Newell (1959, p. 494) manifestó que hasta 1957 habían sido descritas unas 24.454 especies de foraminíferos, y llegaba a la conclusión de que «...no hay grupo de organismos sujetos a tan extenso estudio como el de los foraminíferos, que ahora deberán constituir el grupo mejor conocido de entre todos los fósiles». Al resumir el estado de conocimientos en cuestiones de micropaleontología, informa Howe (1959) que desde 1949-1955 los 3.261 trabajos con referencia a foraminíferos incluían descripciones de 303 géneros y subgéneros y 4.083 especies y variedades, con un promedio de unos dos nuevos nombres por día durante todo el período de siete años. Como consecuencia, los estudiantes se retraían en interesarse por este campo de actividades, y Howe (p. 514) decía que él mismo se había pasado al estudio de ostrácodos, como consecuencia de la imposibilidad de mantenerse al día en el campo de los foraminíferos.

Hay algunas falacias en estas afirmaciones. Evidentemente han sido creados muchos taxa nuevos (nuestros ficheros nos muestran que han sido propuestos 364 géneros y subgéneros entre 1949 y 1955, en lugar de 303), y existen ahora 1.200 géneros conocidos como válidos (unos 420 más que los aceptados por Cushman hace quince años, en 1948). El número de especies ha sido estimado en 21.433 para 1958, según Levine (1962, basado en Sherborn 1893; 1896, y en el *Zoological Record*); y en 24.454 para 1957 por Newell (1959, página 494, basado en Ellis y Messina, 1940 y suplementos anuales). Con una producción anual de unos 500 taxa específicos, esto arrojaría unas 27.000 especies estimadas, en 1962, algo más que lo que resulta de estimaciones previas, aunque ninguno de los índices citados contiene ni siquiera una co-

bertura medio representativa de la extensa, pero difícilmente obtenible, literatura taxonómica rusa de los últimos treinta años.

Muller y Campbell (1954, p. 167) y Blackwelder (1959, p. 205), señalaron que el 95 por 100 de todos los animales conocidos son invertebrados y 5 por 100 de éstos son protozoos. Cerca de la mitad de los protozoos son foraminíferos (Levine, 1962, p. 4), y por consiguiente estos últimos constituyen el 2,5 % de todos los animales conocidos (fig. 1). Aquí se incluyen especies desde el Cambriano hasta el Reciente, y abarcan un período de tiempo de unos 600 millones de años. Podríamos comparar estas cifras con las 10.000 especies estimadas, de trilobites, que quedan acantonadas en los 375 millones de años del Paleozoico, o las 7.500 especies de ammonoideos, que van sólo

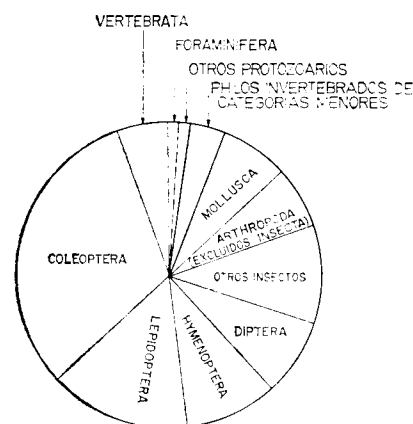


Fig. 1. Proporciones relativas de especies conocidas, vivientes y fósiles (modificado de Muller y Campbell, 1954).

desde el Devoniano al Cretáceo (330 millones de años), aunque en cualquier estrato hay mayor probabilidad, con toda seguridad, de que quede conservado un mayor porcentaje representativo de los foraminíferos diminutos, tan extremadamente abundantes, que de los invertebrados de mayor tamaño. El que haya un número total tan crecido de especies de foraminíferos, no es debido meramente a una subdivisión paleontológica excesiva, ya que según Levine (1962, p. 3), el número de foraminíferos vivientes se acerca mucho al de radiolarios vivientes, o al de ciliados vivientes, es menor que el de flagelados vivientes y únicamente excede ligeramente al de esporozoarios parásitos vivientes, y la diferencia en números totales es debida a la falta relativa de registro fósil para las formas desnudas (Cuadro 2).

Las figuras 2 y 3 (tomadas de Levine, 1962), muestran los totales acumulados de los protozoos vivientes descritos, desde 1900 hasta 1958, tanto los de vida libre como los parásitos. Más o menos un tercio de los ciliados y un

cuarto de los flagelados, así como todos los esporozoarios son parásitos, de aquí que el porcentaje de foraminíferos vivientes con respecto al de otros protozoarios vivientes sea menor que el indicado por la figura 2.

CUADRO 2. NÚMERO DE ESPECIES NOMINADAS DE PROTOZOARIOS DESDE 1758-1958

(Modificado de otro de Levine, 1962)

Protozoarios	Fósiles	Vivientes	Total
Sarcodinos	19.696	10.508	30.204
Radiolarios	(2.389)	(4.791)	(7.180)
Foraminíferos	(17.270)	(4.163)	(21.433)
Otros sarcodinos	(37)	(1.342)	(1.591)
Flagelados	334	5.212	5.546
«Esporozoarios»	—	3.513	3.513
Ciliados	14	4.776	4.790
Incertae sedis	138	59	197
<i>Total</i>	<b>20.182</b>	<b>24.068</b>	<b>44.250</b>

La impresión de que existe una subdivisión taxonómica muy extensa para los foraminíferos, es consecuencia tanto de su buena cobertura mediante índices y catálogos, como de algunos diagramas, conducentes a error, que se basan en esta amplia cobertura. La figura 4, tomada de Newell (1959, p. 493), muestra «... ritmos fluctuantes de publicación correspondientes a diversos grupos importantes de fósiles».

Estos gráficos parecen mostrar cómo, a partir más o menos de 1920, el ritmo de publicación en los foraminíferos ha estado muy por encima del de los restantes grupos mostrados. Son pocas las personas que examinan atentamente la escala de la izquierda, pero éstas observarán que se aplicaron diferentes escalas para dos grupos: los graptolites tienen una escala vertical exagerada, al doble de las de los otros grupos, como consecuencia de su número relativamente reducido, mientras que la escala vertical de foraminíferos es un décimo de las de los restantes grupos. Incluso con la escala décuple la curva rebasa el espacio atribuido en la gráfica. Ninguna persona de entre las que les fue mostrado este diagrama con objeto de oír su comentario, se fijó en la letra pequeña que advertía que sólo los «géneros y subgéneros», habían sido tenidos en cuenta en seis de las siete gráficas, mientras que la de los foraminíferos incluía «todos los taxa». Así es que el lector promedio comparaba especies de foraminíferos con géneros y subgéneros de los ammonoideos y briozoarios. Quede señalado, además, que el gráfico de la fi-

gura 5 muestra el ritmo de publicación de géneros y subgéneros de foraminíferos a la misma escala que los de los ammonoideos, mamíferos, etc., en la figura 4.

#### *Organismos o herramientas estratigráficas.*

Los foraminiferólogos, y todos los paleontólogos, en algún grado, se han visto trabados a veces por la idea de que su ciencia es meramente una herramienta para la estratigrafía. Por ejemplo, afirmaba Rainwater (1960, página 48):

«Los paleontólogos de práctica aplicada y los estratígrafos empizan a rebelarse contra estas contribuciones que incrementan la confusión (número incrementante de tipos taxonómicos de foraminíferos descritos) y comienzan a pedir que se requiera de cualquier investigador, presunto denominador de nuevas especies, que conozca previamente todas las ya bautizadas, y que sea capaz de escoger la supuesta nueva especie de entre todas las formas semejantes correspondientes a todas las épocas, una vez mezcladas a conciencia.

Se recomienda que los estudiantes de foraminíferos concentren su atención en el reagrupamiento de las más de 20.000 especies, subespecies y variedades, hasta conseguir reunir las en unas 1.000 especies válidas, agrupadas en 200 géneros o menos, y en muy pocas familias. Los paleontólogos comerciales podrían dar designaciones menos formales a las variedades que tengan interés para correlaciones locales. Con mucha frecuencia la identificación del género es suficiente para la determinación paleontológica.»

De este modo, los estratígrafos determinarían previamente la cantidad de categorías aceptables, y el paleontólogo se vería forzado a integrar todos los organismos en un esquema que diese por aceptada esta cantidad. Es evidente y manifiesto que tal sistema no es ni científico ni práctico.

Como expresaba Newell (1954, p. 96), (...los fósiles son los restos de organismos vivientes y no meras herramientas estratigráficas. Los problemas de evolución, ecología, sistemática, anatomía comparada y de zoogeografía de los invertebrados fósiles, ofrecen un amplio campo que va más allá del objetivo corriente de la geología estratigráfica». Una taxonomía enérgica y arbitrariamente limitada, tal como la que propone Rainwater, no tendría valor alguno para los estudios ecológicos o evolutivos, y no sería de gran servicio para la estratigrafía, ya que incluso estos valores se verían absolutamente oscurecidos. No tiene necesidad cada micropaleontólogo de estratigrafía local de que le sean personalmente familiares cada una de las 27.000 especies, 1.200 géneros y 239 familias y sub-familias de foraminíferos, como no la tiene cada estratígrafo de conocer todos y cada uno de los taxa estratigráficos propuestos, ni de conocer en el campo e identificar por su nombre cada una de las unidades estratigráficas reseñadas por Wil-

marth (1938) o Wilson y otros (1957; 1959). Pocos micropaleontólogos se preocupan realmente de conocer cada especie desde el Cambriano hasta el Reciente, desde el Pacífico tropical hasta el Ártico, y desde las facies arrecifales hasta las profundas. Aunque haya habido un incremento de un 55 por 100 en los 1.192 géneros hasta ahora conocidos sobre los que se empleaban hace quince años, muchos de ellos tienen un ámbito ecológico o geológico restringido. En la figura 6 se resume la incidencia geológica de los géneros de foraminíferos, agrupados por superfamilias. Sólo 136 géneros se encuentran en estratos del Carbonífero, e incluso el especialista en Terciario tiene sólo

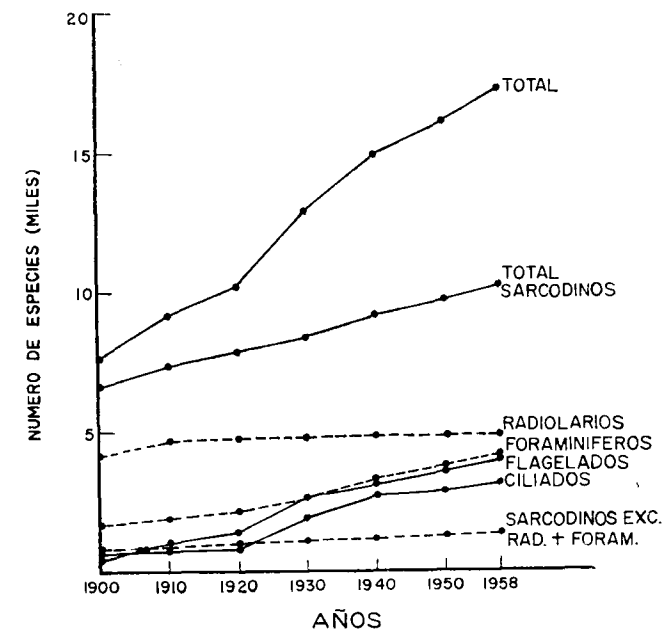


Fig. 2. Número total acumulado de especies vivientes de Protozoarios de vida libre bautizados a lo largo de 1958 (según Levine, 1962).

453 géneros, incluidos los foraminíferos grandes y chicos de cada latitud y facies sedimentaria. Podríamos comparar el número de géneros mesozoicos del orden foraminiferidos, con el número de géneros mesozoicos del orden ammonoideos. Para 75 géneros de foraminíferos triásicos hay más de 320 géneros ammonoideos; en contraste con los 140 géneros de foraminíferos del Jurásico, hay 660 géneros de ammonoideos, y en vez de los 366 géneros de foraminíferos cretácicos hay 530 géneros de ammonoideos (datos tomados del Treatise on Invertebrate Paleontology, Moore, 1959 a 1964).

La taxonomía de los foraminíferos no puede quedar limitada por límites fijados de manera arbitraria, sino que debe reflejar los conocimientos zoológicos o paleontológicos adquiridos. Los fósiles que recuperamos de los se-

dimentos no estaban controlados por limitaciones actuales de humana fabricación y los paleontólogos no pueden saber de antemano cuáles de entre los fósiles resultará más valioso para los estudios estratigráficos, ecológicos o evolutivos, ya que estos valores no se reflejan en una mera abundancia, ni en el tamaño o en la facilidad de determinación.

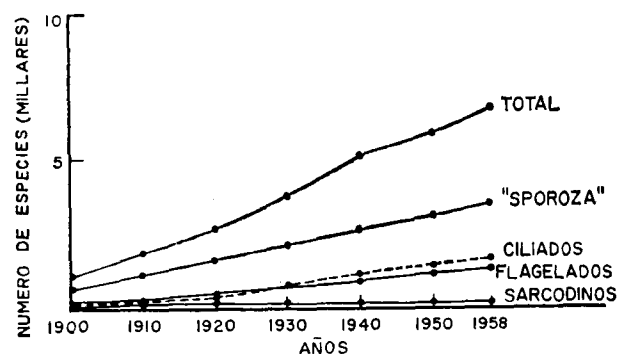


Fig. 3. Cantidad total acumulada de especies vivientes de Protozoarios de vida parásita denominados durante 1958 (según Levine, 1962).

#### *Impetu económico de los estudios de foraminíferos.*

A lo largo del siglo y medio último ha habido un incremento gradual y continuo del número de foraminiferólogos activos, y el estado actual de conocimiento en materia de foraminíferos no es solamente debido a la aplicación a fines económicos de este grupo de organismos. La figura 7 muestra la cantidad acumulada de taxa genéricos propuestos expresada por años, junto con una segunda curva adicional que indica la cantidad considerada como válida según los tratados más selectos (los restantes géneros o no fueron tomados en consideración o fueron considerados como sinónimos). En la figura 8 estas cantidades acumulativas de taxa genéricos están registradas en una gráfica semi-logarítmica. Las líneas rectas de las últimas curvas indican un incremento exponencial en el número total de géneros nominados a lo largo de más de un siglo y no una proliferación taxonómica coincidente con la aplicación de los foraminíferos a fines económicos. Una proyección de esta curva a 80 años atrás podría haber predicho la cantidad actual de taxa propuestos. Los primeros 100 lo fueron en 1816, 44 años después de la descripción del primer género, *Ammonia* Brünich (1772); los segundos 100 requirieron solamente 23 años y los 100 consiguientes aparecieron en 15 años. Unos 400 géneros fueron nominados en el primer siglo, pero, los 400 siguientes lo fueron en solamente 50 años, 400 más en 25 años, luego en 15, luego en 10 (2.000 nombres en 1955 y

2.410 en 1961). Estas cantidades incluyen sinónimos, algunas variantes en la escritura de los nombres y homónimos de posterior sustitución, pero la cantidad de géneros reconocidos ha incrementado de manera semejante, como lo muestra la figura 8.

#### *La expansión de géneros durante los últimos quince años.*

En el Treatise on Invertebrate Paleontology, Part C. (Moore, 1964), se dio la cifra de 2.829 nombres de géneros, correspondientes a los descritos como foraminíferos o teca-amebas. Suprimidos los *nómina nuda*, las formas irreconocibles, y aquellas que se situaron equivocadamente entre los foraminíferos y que fueron cambiados posteriormente a sus auténticos grupos quedan 2.467 nombres genéricos aplicados a los foraminíferos, de los que 1.200 por lo menos son considerados tentativamente como válidos, y un 52 por 100 colocados bajo sinonimias. Unos 841 nombres genéricos han sido propuestos desde la aparición de la última edición del texto de Cushman (1948), así es que en esos 15 años se propusieron 71 géneros más, que fueron más adelante reconocidos como válidos. Muchos de entre los que fueron corrientemente aceptados lo fueron de acuerdo con la tendencia reciente de aplicación de nuevos criterios, tales como el examen petrográfico de las estructuras de los tabiques, énfasis en diferentes características morfológicas (que requieren la preparación de láminas delgadas para la determinación del carácter laminar de las septas, o la disección de los foraminíferos de tamaños más chicos, con objeto de poder diferenciar características internas, tales como particiones y placas dentarias), estudios de los animales vivientes y sus ciclos de vida, y estudios faunísticos correspondientes a edades o áreas diferentes (estudios llevados a cabo en el Paleozoico inferior en Rusia, dieron como resultado la propuesta de dos tercios de todos los parathuramináceos designados desde 1947; casi dos tercios de los 103 nombres genéricos empleados para los globigerináceos planctónicos fueron propuestos durante este período).

Algunas proliferaciones de taxa han sido debidas a la necesaria denominación de homónimos, y algunos sinónimos (al parecer inevitables) han sido propuestos como consecuencia de estudios independientes, pero simultáneos, de faunas correlativas. Como consecuencia del diferente estado de conservación o de los diferentes métodos de preparación y estudio, algunos géneros no quedaron completamente descritos en la versión original; el estatuto congenérico no fue siempre señalado en la información publicada, lo que exigió después trabajos de revisión. Aunque la preparación de láminas delgadas o de disecciones es precisa para la comprensión adecuada de muchos de los foraminíferos «más chicos», la descripción de gé-

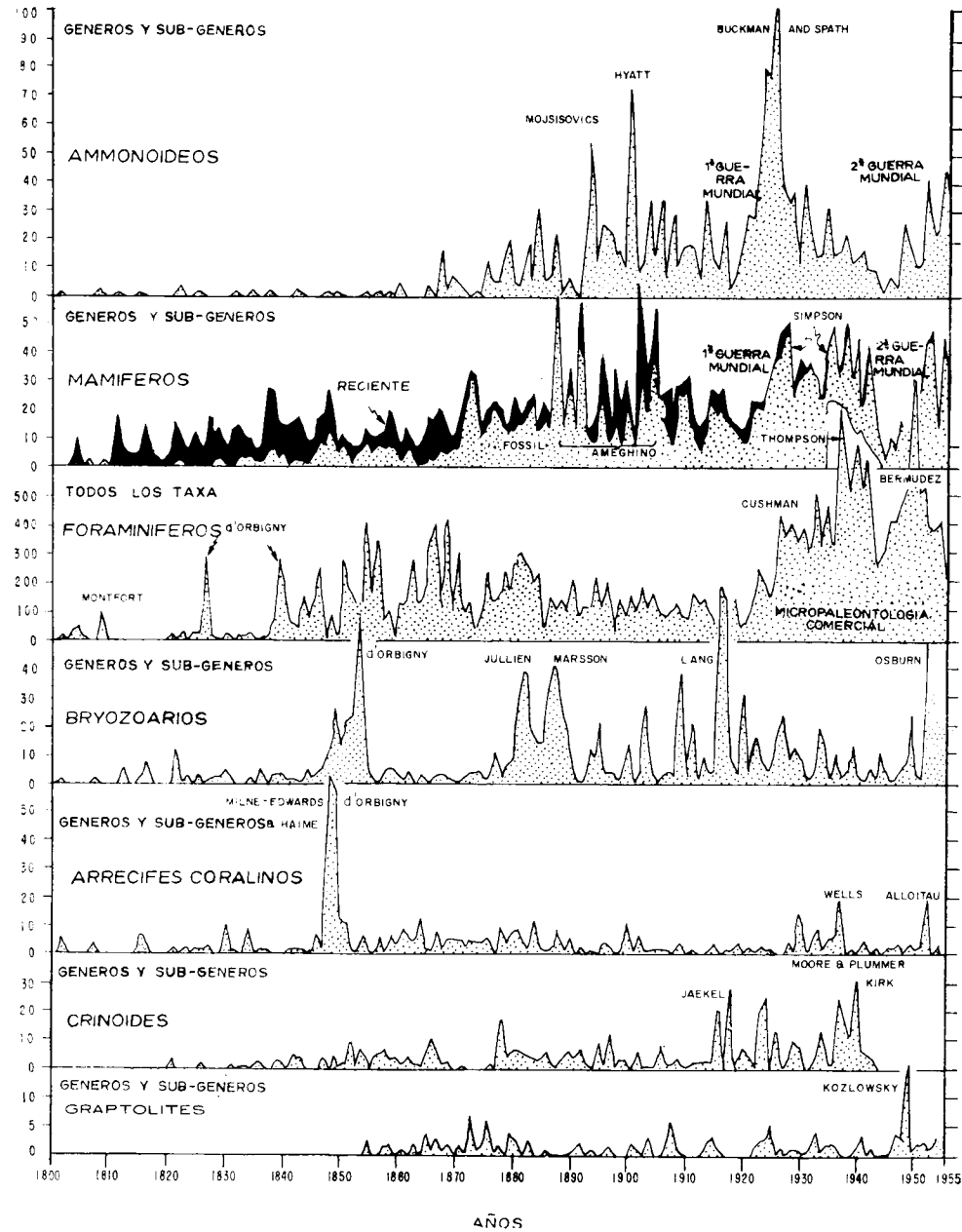


Fig. 4. Ritmos fluctuantes de publicación correspondientes a diversos grupos importantes de fósiles (tomado de Newell, 1959). Préstese atención a las diferencias de escala existentes, en la columna de la izquierda, entre las dos de los graptolites y los foraminíferos (todos los taxa en contraste sólo con respecto a los géneros y subgéneros de otros grupos).

neros basada exclusivamente en secciones delgadas no orientadas han tenido también como consecuencia la multiplicidad de taxa.

Muchos sinónimos específicos son consecuencia de las mismas causas que se han citado para los géneros: su número podría quedar reducido prestando una atención más minuciosa a las prioridades y a las reglas de la nomenclatura y también suministrando definiciones originales más detalladas, lo que tendría como consecuencia que fueran necesarias menos revisiones, con los cambios taxonómicos que arrastran consigo. Algunos taxa innecesarios, son consecuencia de falta de la necesaria familiarización con la literatura, o de la descripción incompleta o incorrecta de taxa de más antigua descripción, o de falta de consistencia con el concepto zoológico de especie, pero estos hechos no tienen mayor prevalencia, en el caso de los foraminíferos, que en el de otros grupos.

*Los «Teca-amoebas» como fósiles.*

Mucho peor conocidas que los foraminíferos, las conchas de estos diminutos sacordinos testáceos, predominantemente correspondientes a aguas dulces, han sido ocasionalmente observadas en los sedimentos marinos recientes, junto a las desembocaduras de las corrientes de agua dulce, o como contaminaciones en estratos más antiguos, donde éstos quedan re-

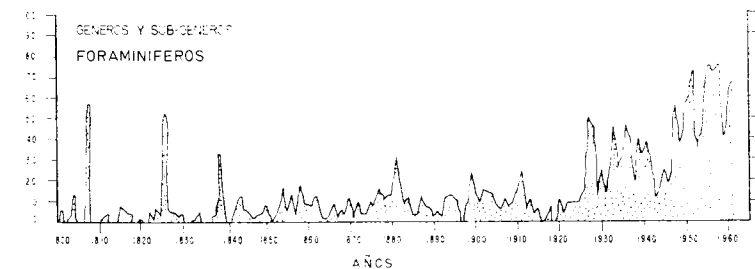


Fig. 5. Ritmos fluctuantes anuales de publicación representando solamente géneros y subgéneros de foraminíferos, y empleando la misma escala vertical y la misma cobertura de taxa que se utilizó para los restantes grupos mostrados gráficamente en la figura 4.

cortados por corrientes modernas de agua dulce. Algunos incluso fueron descritos como foraminíferos, aunque su verdadera naturaleza fue señalada posteriormente (Bolli y Saunders, 1954, p. 45). Como son todavía pocos los que han sido señalados en estratos pre-cuaternarios, han sido mayormente objeto de estudio por los zoólogos, y ampliamente ignorados por los paleontólogos. Resulta, por consiguiente, interesante observar que su expansión genérica ofrece semejanza con la de los foraminíferos, aunque a menor escala (fig. 9). El primer género de Teca-amoebas fue descri-

to en 1816 (*i. e.* *Diffugia* Leclerc en Lamarck) y en 1961 habían quedado propuestos 172 géneros, de los cuales hemos considerado válidos 76 en el Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. C. (Moore, 1964). Veintidós de estos géneros, que representan 10 de las 15 familias, han sido señalados hasta ahora como conocidos al estado fósil. Aunque la mayor parte quedan acantonados en aguas dulces y en habitat musgosos, algunos se desarrollan en depósitos marinos costeros recientes, de aquí que en futuros estudios deberá esperarse que se encuentren como fósiles más bien en sedimentos costeros y continentales.

#### SISTEMÁTICA Y CLASIFICACIÓN: ¿PROGRESO O CAOS?

Las clasificaciones zoológicas constituyen un medio de organizar vastas cantidades de datos, de manera que los zoólogos y los paleontólogos sean capaces de identificar los organismos e inferir datos, a partir de formas bien conocidas, aplicándolos a formas finalmente emparentadas, pero menos documentadas. Las clasificaciones van resultando cada vez más detalladas conforme aumenta la cantidad de datos disponibles y el número de organismos conocidos; pero como al mismo tiempo se aproximan más cerradamente a la clasificación natural, resultan cada vez más útiles.

Las clasificaciones de foraminíferos han sido tradicionalmente propuestas por los paleontólogos, de aquí que se hayan basado ampliamente en las características de los armazones, más bien que en las del organismo en vivo. Como consecuencia han sido generalmente consideradas por los protozoólogos como «artificiales». Resulta por consiguiente reconfortante para el paleontólogo encontrar que cada nueva adición de información respecto a los ciclos de vida, tipos de gametos o caracteres nucleares, aunque ha ayudado a afinar la clasificación basada solamente en las conchas, no ha entrado nunca en severo conflicto con ella.

Algunos trabajadores han sugerido recientemente la idea de un recorte energético de los taxa de foraminíferos en todos sus niveles (Rainwater, 1960, p. 48) o un retorno a la clasificación hecha por Brady en 1884 (Jepps, 1956, p. 87) o incluso una taxonomía basada en «formas» (Jones, 1963, p. 182), que resultaría más o menos equivalente a la de d'Orbigny de 1826, con cinco familias que agruparía, más o menos, un número diez veces mayor de especies. Es interesante fijarse en la observación de Jones (1963, p. 182), de que es necesaria una tajante simplificación de la taxonomía de los foraminíferos «para restaurar algo de la utilidad y valor de los microfósiles como indicadores estratigráficos», y que Jepps (1956, p. 87) afirma que la complicada estructura taxonómica de los foraminíferos (tal como fue empleada por Cushman, 1948) «...no es biológicamente sensata, aunque pueda ser-

vir el objeto comercial para el que de hecho fue ideada». Así es que se le carga en cuenta al «micropaleontólogo económico» la creación de un monstruo de Frankenstein, ¡una clasificación compleja, de la que ha perdido el control! Sin embargo, ninguna de estas llamadas a la simplificación resultaría «utilitaria», ya que volver a un sistema en que se amontonan el *Heterohelix* planctónico cretáceo, con la *Palaeotextularia* paleozoica, granular y caliza, la *Shiphotextularia* cenozoica y aglutinada, el *Bolivinooides* que va del Cretáceo superior al Eoceno, y la *Bolivinita*, de Mioceno a Reciente, como es el caso de la forma genérica «Textularia», equivaldría a destruir ambos valores, «económico» y científico, ya que tal forma-género no suministraría indicación alguna acerca de las relaciones naturales y carecería de valor para cualquier objetivo estratigráfico, paleontológico o zoológico.

	LAGINACEA	AMMODISCACEA	LIPTULACEA	PARATULACEA	ENDOTULACEA	FUSULINACEA	MILULINACEA	NODOBARIACEA	BULMINACEA	DISCORBACEA	SPIRILLINACEA	ROTALINACEA	GLOBIGERINACEA	ORBITOLINACEA	CASSIDULINACEA	CARTERINACEA	ROBERTINACEA	TOTAL
RECIENTE	40	63	84			72	51	36	35	9	26	15	27	41	1	12	512	
MIOCENO-PLEISTOCENO		30	73			49	49	35	21	5	33	21	32	48		12	408	
PALEOCENO-OLIGOCENO		32	79			46	47	45	23	5	45	23	49	46		13	453	
CRETACEO		29	111			41	51	22	8	5	11	28	13	38		9	366	
JURASICO	1	26	35			17	34	2	1	6				7		10	140	
TRIASICO		25	12		1	8	15		3	1				8		1	75	
PERMIANO		27	8		25	57	11	8									136	
CARBONIFERO		29	8	12	50	29	8										136	
DEVONIANO		24		18	21												63	
SILURIANO	4	23			2												30	
ORDOVICIENSE	6	12		1													19	
CAMBRIANO	1	1															2	

Fig. 6. Cantidades de géneros correspondientes a cada periodo geológico, agrupados según superfamilias.

Una sencillez que se base solamente en el criterio del pequeño número de subdivisiones no es necesariamente sinónima de utilidad como elemento de clasificación práctica.

Todas las clasificaciones de foraminíferos han reflejado cambios en las ideas rectoras y en los datos disponibles en diversos periodos durante los últimos 150 años. Hay muchos nombres de géneros, especies y familias, propuestos para foraminíferos, que realmente anteceden al reconocimiento de su carácter de protozoarios. Considerados antes como cefalópodos, corales, briozoarios, sus primitivas clasificaciones se basan solamente en la forma de la concha, por ejemplo, d'Orbigny, 1826, que incluyó 544 especies en 52 géneros organizados en cinco familias. Fue Dujardin el primero que demostró cual fuera la verdadera naturaleza de los protozoarios en 1835 (a-d), impulsando considerablemente su estudio.

El fundador de la temprana filosofía británica, con el establecimiento de

amplios límites taxonómicos para los foraminíferos, fue Williamson (1858) Llevó a cabo detallados estudios morfológicos de las conchas de especies vivientes, señalando diferencias en su composición (aporcelanada, hialina o aglutinada) y afirmó (1858 p. xi), que «...tales diferencias en la composición química e histológica de estas conchas es indicio probable de diferencias

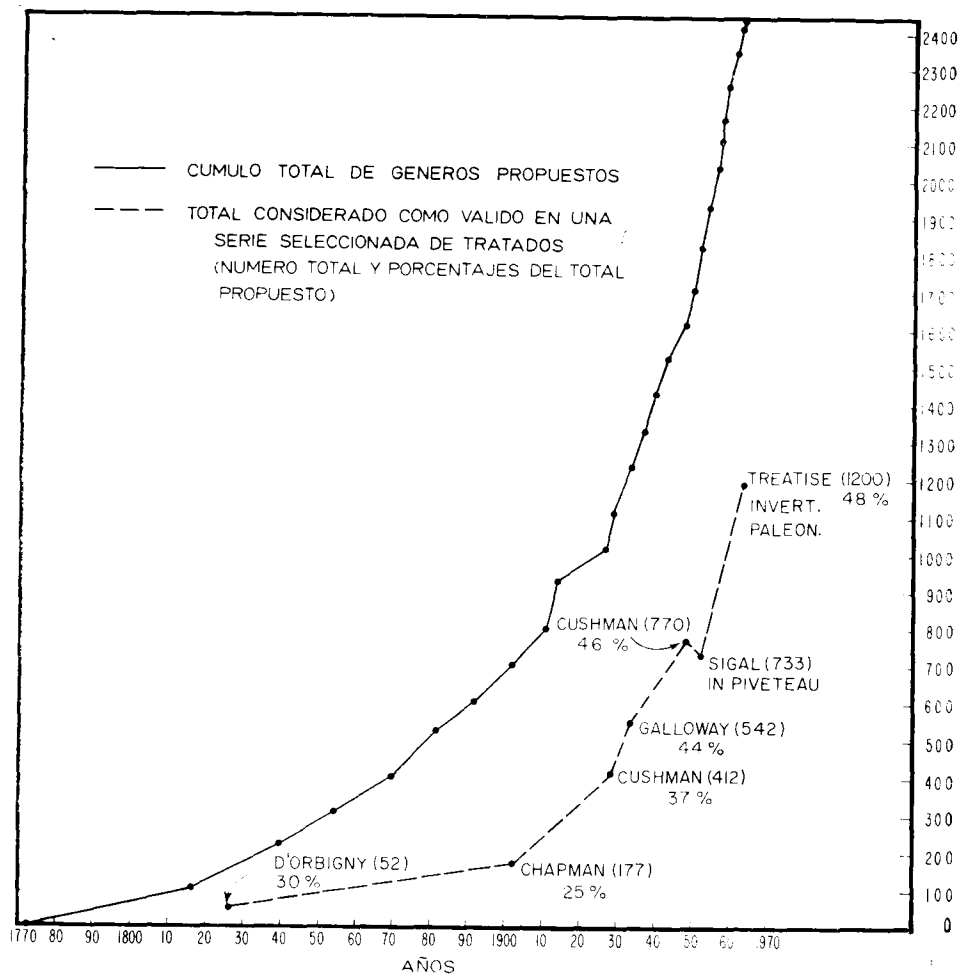


Fig. 7. Ritmo de creación de taxa genéricos de foraminíferos, acusado por el número total de géneros denominados y el número de géneros considerados como válidos en los mejores tratados.

biológicas correlativas en el sarcoda vivo... diferencias que tienen, por lo menos, valor específico». No intentó su clasificación porque «...todos los intentos de esta clase han sido hasta ahora carentes de valor alguno, dado que se basan en características de las que, por ahora, no nos podemos fiar».

Fue Carpenter, con otros (1862), el primero en utilizar la composición,

armadura, la existencia o falta de perforaciones e incluso el sistema canalífero, para su clasificación, características que han sido consideradas como importantes por la mayor parte de los investigadores que les han sucedido, ya que las variaciones en las clasificaciones posteriores se basan por lo general en variaciones en la apreciación del grado de importancia atri-

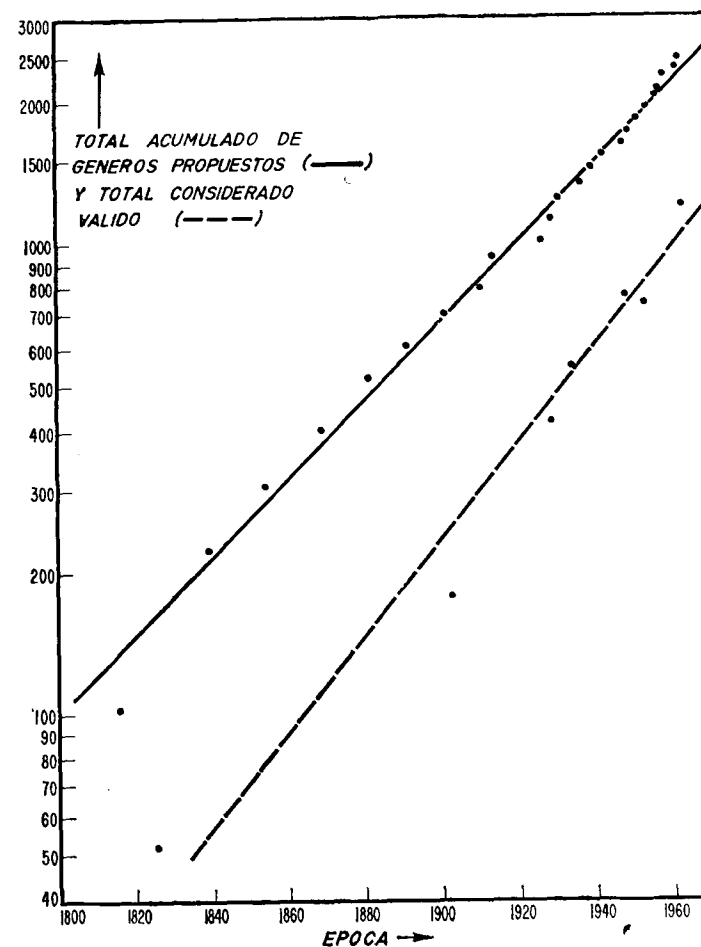


Fig. 8. Ritmo de creación de taxa genéricos de foraminíferos de la figura 7, pero llevados a escala semi-logarítmica.

buble a estas diversas características, y al rango que se les asigna en las subdivisiones resultantes.

El trabajo de exploración de avanzada realizado por Schultze (1854) sobre organismos vivientes, fue seguido por estudios análogos de sus colegas alemanes, que apoyaban sus clasificaciones en ambas biología y morfología del armazón.



Con el advenimiento de la micropaleontología económica en los Estados Unidos de América, alrededor de 1917, y su aplicación a la exploración de petróleo y datación, hubo un cuarto de siglo de dominio americano del campo, dirigido por Cushman y Galloway y sus discípulos. El gran caudal logrado de descripciones faunísticas de muchas áreas y edades fue acompañado de revisiones de la taxonomía y clasificación, llevadas a cabo por ese

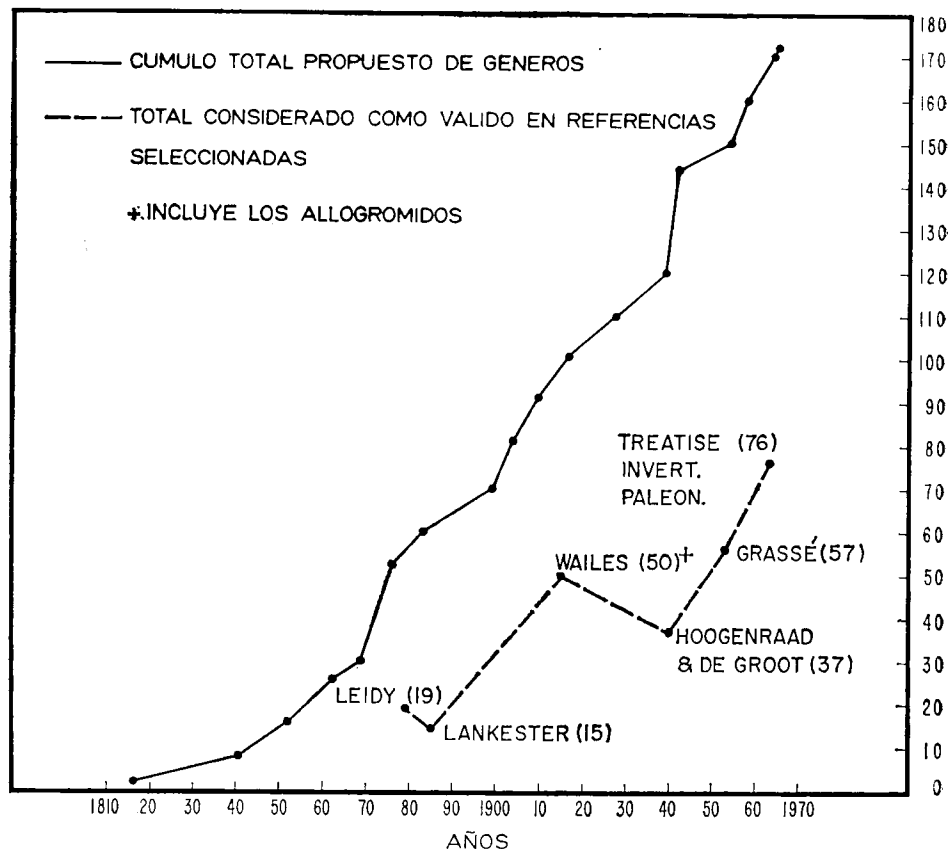


Fig. 9. Ritmo de creación de taxa genéricos de «tecamoebas», puesto de manifiesto por el número total acumulado de géneros nominados, y por el número de géneros considerados como válidos por los tratados de más garantía.

grupo de investigadores. Hubo dos excepciones a este dominio del hemisferio occidental, que fueron la publicación general sobre micropaleontología de Glaessner (1945), y la menos conocida reclasificación de los foraminíferos llevada a cabo por Chapman y Parr (1936).

El énfasis vuelve a Europa en la década de 1950. La clasificación de Le Calvez en Grassé (1953) asemeja a la de Cushman (1948); las de Sigal en Piveteau (1952) y de Pokorný (1954; 1958) fueron semejantes a la de Glaess-

ner (1945) con escasas modificaciones. A lo largo de las dos décadas previas tuvo lugar un concentrado estudio de los foraminíferos en la Unión Soviética, y en los últimos quince años aproximadamente un tercio de las especies y géneros de nueva proposición ha sido de origen ruso. Este trabajo culminó en el volumen dedicado a los protozoarios del tratado *Osnovy Paleontologii* (Ranzer, Chaernousava y Fursenko, 1959), en el que la clasificación, muy detallada, difería considerablemente de las precedentes, con particular énfasis sobre las formas que aparecen en el Paleozoico.

Otras reclasificaciones parciales atañen a agrupaciones más pequeñas dentro de los foraminíferos, o bien subrayan determinadas características morfológicas (por ejemplo, determinados géneros calizos arrollados, por Brotzen, 1942 y Bermúdez, 1952; los foraminíferos de *placa dental* de Hofker, 1951; los géneros planctónicos de Bronnimann y Brown, 1956; Bolli y otros; Barner y Blow, 1959; y Bermúdez, 1961; y los quitinosos, arenáceos y microgranulares de Bermúdez y De Riveiro, 1963).

El *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Parte C (1964) incluye todos los géneros y sub-géneros de foraminíferos descritos hasta mitad de 1962, época en que fue entregado el volumen a su editor R. C. Moore. Con tantos géneros de nueva descripción que evaluar y situar, y con muchos nuevos datos morfológicos y biológicos que tomar en consideración, era inevitable una nueva reclasificación. Como consecuencia del empleo de mayor número de criterios, el número de categorías resultante es algo mayor que en las clasificaciones anteriores. La figura 10 muestra en forma gráfica el ritmo de incremento de la categoría del grupo de familias en los tratados y monografías más selectas de foraminíferos.

Como consecuencia del excelente registro fósil, la clasificación de foraminíferos debe tener en cuenta, no sólo la información morfológica y biológica de que se dispone, sino que debe de estar de acuerdo, además, con los hallazgos geológicos conocidos. La figura 11 muestra la representación geológica de las diversas superfamilias y el número proporcional de géneros en diversos periodos del pasado geológico, junto con un supuesto e hipotético origen para las categorías de orden mayor.

La clasificación, en los foraminíferos, no es ni tan detallada ni tan compleja como las de otros muchos grupos de invertebrados. Las 27.000 especies de foraminíferos están repartidos en 1.200 géneros, 94 familias y 17 superfamilias, mientras que, por ejemplo, los ostrácodos, tienen 107 familias y 23 superfamilias para sus 911 géneros y sub-géneros, y los ammonoideos tienen 88 familias, 145 sub-familias y 38 superfamilias, con un total de 271 categorías familia-grupo para solamente 7.500 especies distribuidas en 1.938 géneros y sub-géneros. Otro grupo de protozoos, el de los radiolarios, está repartido en 23 superfamilias, 103 familias y 182 superfamilias (fig. 12).

Podría establecerse una comparación interesante con un grupo de pro-

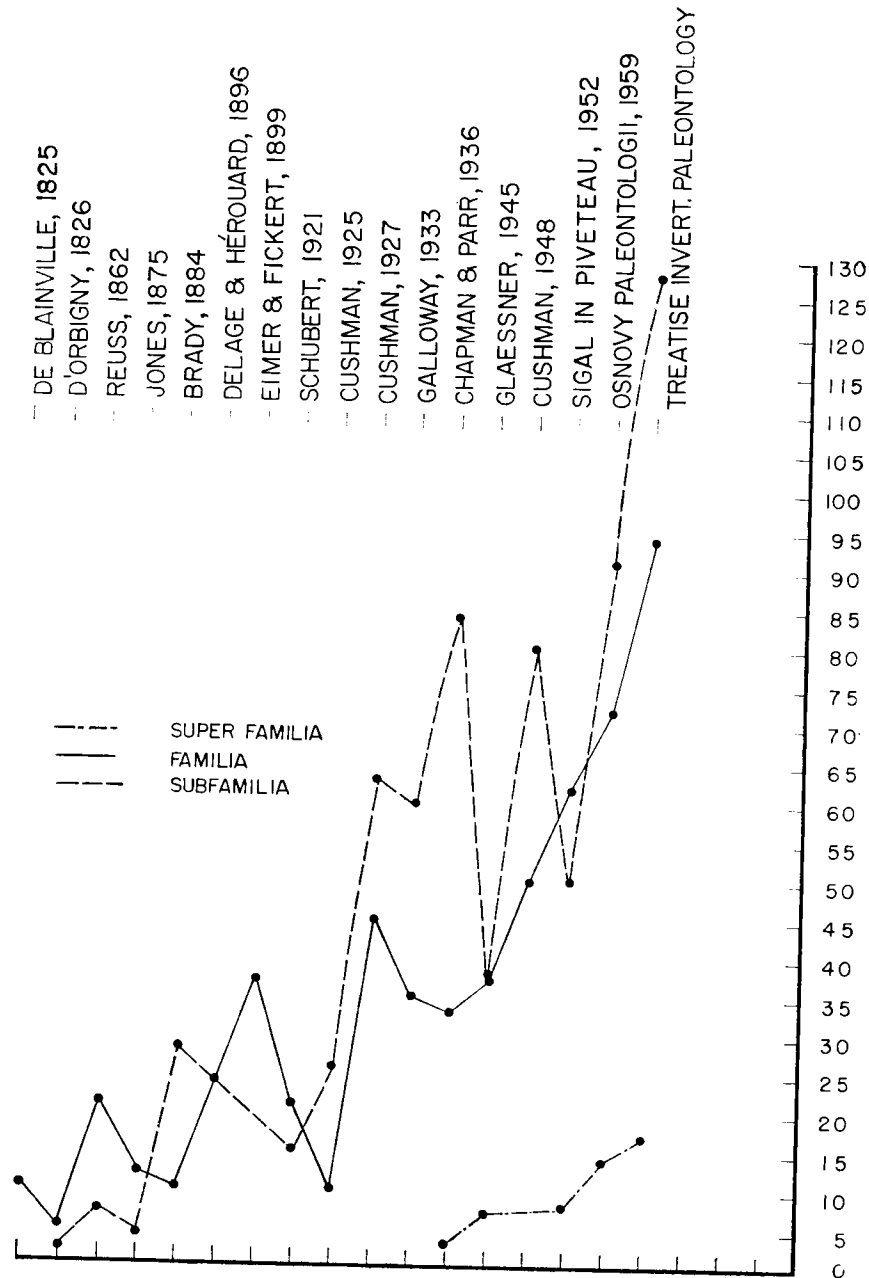


Fig. 10. Categorías supra-genéricas empleadas para los foraminíferos en los tratados de más categoría (compárese con el número de géneros reconocidos en la fig. 7).

tozoarios que no es objeto corrientemente de estudio por los paleontólogos. Levine (1962, p. 2) registraba 4.790 especies de protozoarios ciliados, cerca de la quinta parte del número de foraminíferos según sus cifras, aunque las cantidades de foraminíferos vivos y ciliados vivos son parecidas (4.163 foraminíferos para 4.776 ciliados). La actual clasificación de foraminíferos sólo incluye 62 familias que tengan representantes vivos, y Corliss (1962, p. 59), señala que los ciliados vivos están organizados en 130 familias. La proporción equivalente para la clasificación de los foraminíferos fósiles y vivos arrojaría la cifra de 1.750 familias. Incluso en relación con respecto al número total de categorías que han sido pro-

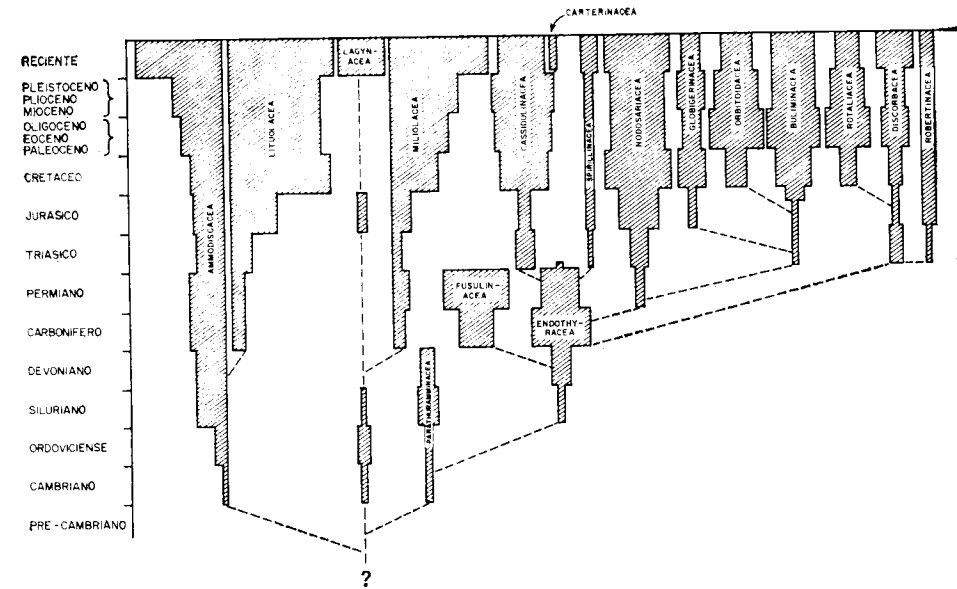


Fig. 11. Origen hipotético de las superfamilias de foraminíferos. La anchura de cada columna es proporcional al número de géneros existentes en cada periodo geológico.

puestas por los diversos trabajadores, la clasificación al uso de los foraminíferos es relativamente moderada.

Muchos de entre los taxa propuestos en cada categoría han sido pasados a sinónimas, con objeto de que la importancia que se atribuye a los diversos caracteres sea cumplidamente ponderada.

EL RELATIVO OCASO DE LA MICROPALAEONTOLOGÍA OCCIDENTAL.

Hace algunos años Cooper (1958), comentaba el desdichado declive de la paleontología, coincidente con su papel como ciencia auxiliar de la estratigrafía. Son muchas las publicaciones que se ocuparon de algún aspecto de

los foraminíferos desde que se conoció su utilidad económica, pero son escasas las descripciones de especies y de géneros que incluían detallados estudios morfológicos y son muchas las formas que han de volverse a estudiar para alcanzar una verdadera comprensión de sus caracteres. Pero incluso los estudios faunísticos y las descripciones de los «fósiles guía» han ido declinando en número, no obstante las vastas regiones y los miles de metros de estratos de que proceden. A juzgar por el volumen de publicaciones paleontológicas, Cummings (1960) indicó que la paleontología, considerada en su conjunto, parecía tener popularidad incrementante entre 1948-1958, pero las contribuciones micropaleontológicas aumentaron muy escasamente en su cifras totales y decrecieron en porcentajes del total, desde el 43 por 100 en 1949, a 18 por 100 en 1958.

Ha habido también un desplazamiento geográfico en la cantidad de trabajo micropaleontológico desde el relativo dominio americano del campo hace un cuarto de siglo. En 1955 sólo un 20 por 100 de las publicaciones acerca de los foraminíferos apareció en Estados Unidos, incluido menos del 14 por 100 de los de carácter taxonómico (sólo 12 de un total de 87 fueron americanos). Una consecuencia importante de este desplazamiento geográfico de actividades es que no sólo los avances más importantes en este campo son logrados en otros países, sino que muchos de los resultados son publicados en idiomas diversos del inglés. Durante los últimos quince años, cantidad incrementante de géneros de foraminíferos ha sido descrita en publicaciones soviéticas. Desde 1935 a 1947, 23 de un total de 342 géneros propuestos eran rusos, o sea cerca de un 7 por 100, pero desde 1948 hasta 1957, fueron propuestos en Rusia 147 géneros, un 29 por 100 más o menos del total. Este porcentaje ha continuado incrementando, de manera que de los 831 géneros propuestos, posteriores a 1948, citados en el *Treatise on Invertebrate Paleontology, Parte C* (Moore, 1964), 235 fueron publicados en la U. R. S. S. Incluye esta cifra 70 géneros, o sea el 43 por 100 de un total de 162, sólo para los años 1958-60. Branson (1962, p. 111) compiló un resumen de la literatura geológica corrientemente publicada en diferentes idiomas, basado en bibliografía geológica, excluida la americana, compilada por Siegrist y otros (1960). Llegó a la conclusión de que las publicaciones geológicas rusas no alcanzaban el total del 46 por 100 de la literatura geológica corriente, como era aceptado generalmente, sino que constituye solamente un 16 por 100 de las publicaciones geológicas no americanas. Hizo notar que la cobertura era indudablemente menos completa para las publicaciones rusas, pero sin llegar a señalar el alcance de esta deficiencia. Desgraciadamente no hay bibliografía geológica occidental alguna que trate a satisfacción la literatura geológica soviética corriente, no solamente por la falta de familiaridad de muchas gentes con este grupo de idiomas, sino más específicamente como consecuencia de la gran dificultad de su obtención. Algunos de los artícu-

los importantes en materia de foraminíferos aparecieron en volúmenes y publicaciones seriadas con ediciones limitadas a 150, y muchas no existen en ninguna biblioteca del hemisferio occidental, ni siquiera en la Library of Congress. De aquí que la cobertura de la literatura paleontológica rusa

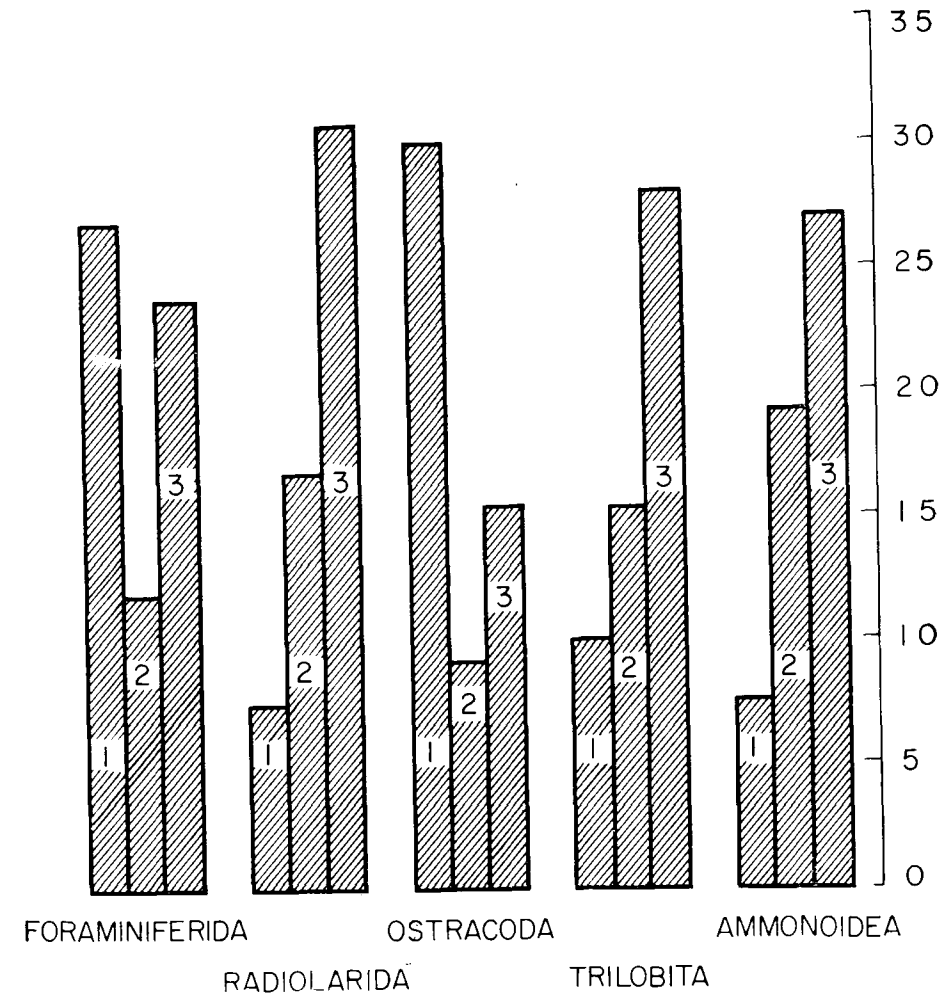


Fig. 12. Grado de clasificación de grupos seleccionados de organismos sobre la base de datos procedentes de los volúmenes del *Treatise on Invertebrate Paleontology* Moore, 1954; 1959a; 1959b; 1961; 1964). Para cada grupo: (1) Número de especies en miles; (2) número de géneros en cientos, y (3) número del grupo de categoría de familia en decenas.

en estas bibliografías sea inadecuada. Registramos 75 géneros de foraminíferos descritos en 1958, el año considerado por Branson. Treinta y cuatro de estos géneros fueron propuestos por 19 autores rusos diferentes (44 por 100 del total); sin embargo, ninguno de estos artículos rusos que con-

tenia géneros nuevos aparecía en las listas de la bibliografía de 1958. Si por lo menos un 44 por 100 de la literatura geológica importante resulta omi-

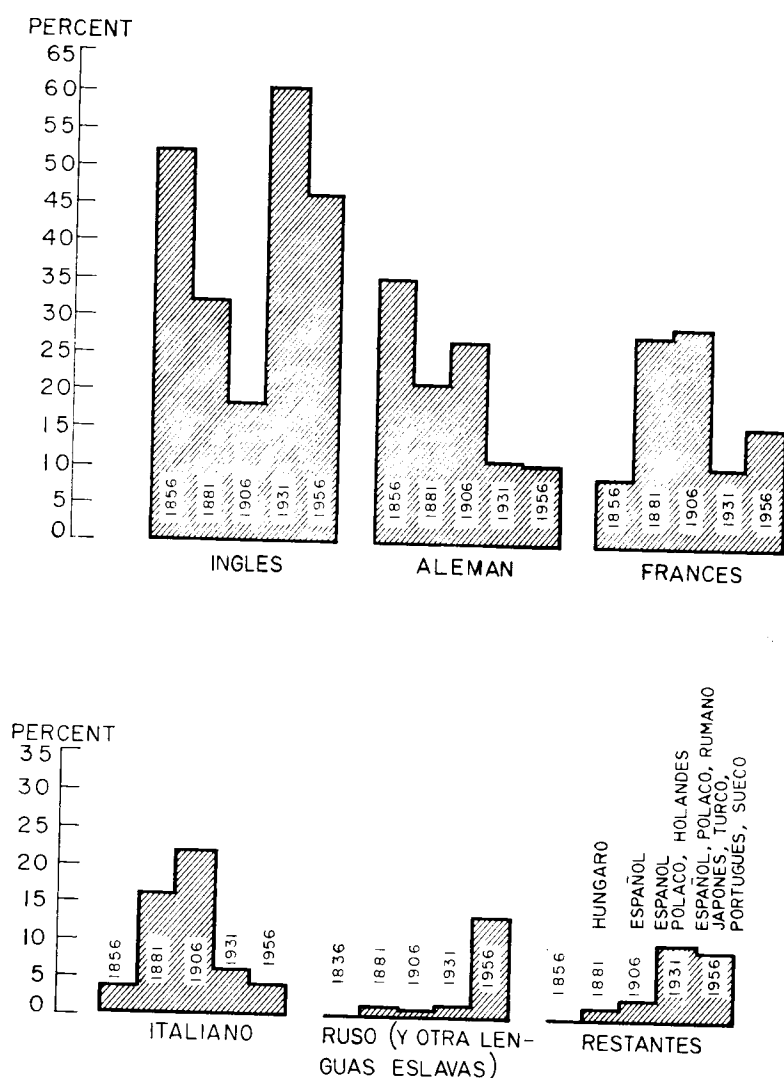


Fig. 13. Porcentajes de publicaciones de foraminíferos en diversos idiomas a intervalos de veinticinco años.

tido en las bibliografías, parece imposible llevar a cabo generalizaciones respecto al volumen de la literatura rusa.

Al compilar datos procedentes de Liebus y Thalmann (1933a; 1933b) y Thalmann (1933; 1959), se estableció una comparación de idiomas en los que se había publicado literatura de foraminíferos, a intervalos de veinticin-

co años durante el pasado siglo. Se puede ver en la figura 13 que el porcentaje publicado en inglés ha ido declinando durante más del último cuarto de siglo, mientras que la publicada en francés, ruso y otros varios idiomas ha incrementado. Solo cuatro idiomas estaban representados en los 23 artículos aparecidos en 1856, pero se utilizaron 17 para los 632 artículos registrados en 1956: inglés, francés, alemán, español, italiano, portugués sueco, ruso, ucraniano, georgiano, búlgaro, checo, polaco, húngaro, rumano, turco y japonés.

Es probable que el declive de la paleontología americana en general, y de la micropaleontología en particular, pueda ser debido en parte a la tendencia al autoexamen, o a la crítica del taxonomista por los estratígrafos. Las dudas pueden, por sí mismas, desanimar a los posibles estudiantes, por implicación de que los descubrimientos de mayor categoría han sido de hechos ya, y que sólo una prolongada «subdivisión» o «agrupamiento» es todo lo que queda al futuro especialista.

Sin embargo, como afirmaba Cooper (1958, pp. 1.015, 1.017) es seguro que la paleontología se va a complicar en lo futuro, ya que conocemos todavía un porcentaje tan pequeño del total de las faunas fósiles, «...y la proliferación de géneros y especies sólo se detendrá cuando queden escasos géneros y especies que descubrir». Ni el estratígrafo ni el paleontólogo pueden ya reconocer a primera vista todas las especies fósiles y géneros de cada grupo de organismos, pero el conocimiento adicional que resulta de una taxonomía más precisa suministrará al paleontólogo estratígrafo los medios para distribuciones zonares y correlaciones más precisas, y una mejor base para la comprensión de las interrelaciones de géneros y especie y del transcurso de su evolución. No deberían aceptar los paleontólogos el papel subsidiario que ello implica, presentando excusas por cada progreso científico, cuando la información adicional capacita para descripciones más precisas y una distribución en zonas estratigráficas más adecuada.

#### PROBLEMAS PECULIARES A LOS PROTOZOARIOS

##### *Aprovechamiento estadístico de las especies.*

Ha predominado entre los sistemáticos, durante el pasado cuarto de siglo, una tendencia incrementante hacia el empleo de métodos estadísticos para la determinación de confines específicos. El análisis estadístico permite también la determinación de límites problemáticos a partir de relativamente pocos ejemplares de especies. Con la cantidad de material de que se dispone corrientemente para los estudios de foraminíferos, el número de ejemplares utilizado en el trabajo matemático no tiene en general otro límite

que el grado de interés del investigador. La re-definición de especies de foraminíferos, a menudo, no es exigida solamente por el descubrimiento de ejemplares adicionales y de la mejor representación de la población, que es su consecuencia, sino que es debida, con más frecuencia, al empleo de métodos diferentes de estudio, o a la descripción de caracteres no observados o no mencionados originalmente.

Como consecuencia del alcance muy limitado de los datos biológicos disponibles en el caso de los foraminíferos, resulta difícil determinar cuáles de los caracteres mensurables tiene verdadera importancia biológica para este grupo, de aquí que la aplicación del método estadístico formal haya tenido poco éxito. Tres especies nuevas y tres sub-especies fueron basadas por Nicol (1944) en un análisis estadístico del *Elphidium crispum* de la costa occidental. Determinó Nicol (p. 172) que «...las especies mayores se encuentran en aguas frías y las más chicas en aguas calientes». Estudios llevados a cabo sobre ejemplares vivientes de la misma especie, más o menos en la misma época, por Myers (1943), mostraron que la progresión del ciclo de vida era más lenta con las temperaturas más frías y que como consecuencia los ejemplares continuaban su crecimiento vegetativo durante un período más largo antes de que tuviera lugar la reproducción. El foraminífero individual cesa de existir después de la reproducción, ya que todo el protoplasma es empleado en la formación de la nueva generación, y la concha vacía queda acumulada al sedimento. En regiones templadas el período vital de un *Elphidium* individual es de alrededor de un año, y el ciclo completo de generaciones alternantes, sexuada y asexuada, exigirá dos años en balsas de marea, y de 3-4 años por debajo del nivel de mareas; el retraso en el cierre del ciclo tenía como consecuencia la constitución de ejemplares con mayor número de cámaras. En las regiones tropicales el período vital individual de esta especie es de sólo seis meses, y el ciclo completo se desarrolla en un año, la evolución más rápida del tramo reproductivo tenía como consecuencia la constitución de caparazones adultos de menor tamaño. Así es que los ejemplares, menores en las aguas cálidas y mayores en las aguas frías, no representan especies, subespecies o razas, sino sencillamente diferencias de crecimiento del control ambiental. Un ataque estadístico del problema podría proporcionar en apariencia cifras interesantes por lo que se refiere a los tamaños de «poblaciones» de foraminíferos fósiles, o de conchas recientes muertas, pero un conocimiento más exacto de los animales vivientes y de su historia vital, nos pone de manifiesto que no son más que indicaciones, que merecen escasa confianza, de otras y más auténticas diferencias. Sin embargo, se han creado especies y sub-especies de foraminíferos sobre la base de caracteres de ese orden o sobre análisis estadísticos, sin que se tenga en consideración la causa biológica de las variaciones.

#### *Faunas enanificadas o depauperadas.*

Desde los últimos años de la década de 1930 hasta los 1950, se discutió mucho acerca de la existencia de faunas invertebradas enanificadas, como oposición al concepto de faunas pseudo-enanificadas debidas a selección, o «necrosis de los guijarros» de Tasch (1953). Una anomalía corrientemente citada consistía en la coexistencia, con estas faunas enanificadas, de foraminíferos bien desarrollados e incluso relativamente «gigantes», tales como los *Endothyra* relativamente grandes de las calizas de Salem y de St. Louis. Los braquiópodos y gasterópodos enanos fueron considerados como indicadores de un estado ambiental desfavorable, pero entonces resultaban inexplicables los foraminíferos en «perfecto estado de salud». Como fue mencionado en el caso de los *Elphidium*, la presencia de ejemplares grandes de foraminíferos puede ser consecuencia de un fenómeno de reproducción retardada, debido a temperaturas más frías o a salinidad, ambas circunstancias desfavorables (como fue demostrado por Bradshaw, 1957 en cultivos de *Ammonia beccarii*). Los ejemplares pequeños son fruto de condiciones óptimas y reproducción rápida. Si Tasch (1953) hubiera conocido la biología de los protozoos y sus hábitos de vida no hubiera considerado el *Endothyra* como una prueba de que no existía una verdadera enanificación en la caliza de Salem, puesto que lo que realmente indica la presencia de estos grandes ejemplares es lo adverso de las circunstancias, lo que tuvo como consecuencia la enanificación de los otros invertebrados.

No obstante la cantidad de referencias publicadas respecto del efecto ejercido por el ambiente en el desarrollo de los foraminíferos individuales, siguen apareciendo otras que atañen a los «ejemplares saludables de gran tamaño» y a las «faunas de foraminíferos enanos», que implican exactamente lo contrario que lo sugerido por los animales vivientes.

#### *Migración «versus» criterios de tiempos absolutos.*

Los invertebrados pelágicos han sido reconocidos desde largo tiempo atrás como valiosos fósiles de zona, por ejemplo, los graptolites del Paleozoico inferior o los ammonoideos del Paleozoico superior y del Mesozoico, como consecuencia de su rápida dispersión merced a las corrientes, y cambios evolutivos relativamente rápidos. En años recientes ha incrementado en Estados Unidos el reconocimiento del valor de los foraminíferos planctónicos, y algunas vacilaciones residuales quedan explicadas por las dudas abrigadas respecto a si algunas especies planctónicas «cambian» con el tiempo geológico, o en el lado opuesto, por dudas respecto a su ritmo de dispersión, y a la sospecha de una supuesta transgresión de tiempos que afectaría a las zonas faunales planctónicas. La primera duda queda refutada por investigadores

que han apoyado, en las especies planctónicas, unas 40 zonas distintas del Cretáceo y del Terciario, las cuales aparecen en el mismo orden, y han probado su utilidad en regiones tan dispersas como el Caribe, Norte de África, Nueva Zelanda, Australia, Japón, Alemania, Suiza, Suecia, Italia, U. R. S. S. y en testigos de fondo de mar profundo en ambos océanos, Atlántico y Pacífico. También son empleados en medida incrementante por estratígrafos y paleontólogos de ciencia aplicada a la economía y por estudiosos académicos en las áreas Atlántica, del Golfo, y de la Costa Occidental de los Estados Unidos.

El empleo de los foraminíferos planctónicos para la obtención de correlaciones en el Paleoceno y Eoceno inferior del Golfo y Costa Atlántica (Loeblich y Tappan, 1957), fue considerado por Young (1960, p. 352), como un ejemplo de «catastrofismo extremo». Y constituye ciertamente un caso de «catastrofismo altamente selectivo», ya que los rápidos cambios evolutivos y las extinciones tienen lugar solamente entre las especies planctónicas, mientras que los dos tercios de las especies bentónicas cruzan el límite Cretáceo-Paleoceno. El empleo de los organismos planctónicos o pelágicos abundantes, de corta vida geológica y geográficamente cosmopolitas, para una auténtica correlación de tiempos, no es inconsistente con el estudio de la estratigrafía. No debería confundirse una discusión estratigráfica, con el caso de las correlaciones basadas en 40-50 especies incluidas, con la interpretación subjetiva de los cambios evolutivos en el tiempo de una sola «cronoespecie» hipotética.

Los conceptos de rutas de migración y tiempos exigidos para la dispersión fueron ideados originalmente para explicar la presencia de los vertebrados terrestres fósiles. También se han aplicado ampliamente a los invertebrados marinos. Aunque las migraciones de vertebrados debieron ser indudablemente complicadas, durante los pasados tiempos geológicos de excesiva inundación de los continentes, este fenómeno no tuvo influencia por lo que se refiere a los invertebrados marinos a lo largo de estos períodos de dominio de mares someros epicontinentales de gran dispersión. Newell (1962, p. 593), hizo observar que tanto el tiempo de migración de las especies como las transgresiones de zonas, son factores de relativa insignificancia geológica. El tiempo requerido para la dispersión es probablemente de grado reducido para la mayor parte de los invertebrados marinos, y para organismos tales como los foraminíferos planctónicos o los que ofrecen etapas pelágicas relativamente prolongadas en el desarrollo de su vida individual, de modo que el tiempo exigido para su dispersión casi mundial es infinitésimo.

Como consecuencia de que son numerosas las zonas de ammonites de validez mundial que se presentan siempre en el mismo orden de superposición, Teichert (1958, p. 111) llega a la conclusión de que estos límites zona-

res deben representar equivalencias temporales, ya que de otro modo «...exigiría la admisión de un esquema de migraciones faunísticas de alta improbabilidad en que legiones de una especie eran seguidas en todos sitios a los mismos intervalos de distancia y de tiempos, por legiones de especies (de la siguiente zona)... y ambas olas conservaban sus identidades separadas a lo largo del transcurso de una migración masiva alrededor del mundo... sin cambios evolutivos y sin llegar a mezclarse jamás».

Si resulta difícil de aceptar esta repetida migración de enjambres de ammonites aún parece mucho más imposible la presentación de unas 40 zonas de asociaciones de foraminíferos planctónicos en orden constante, en vista del astronómico número de ejemplares que se encuentran en todos los lodos, modernos o fósiles, de *Globigerina*.

Una apreciación de la estima del tiempo que requiere la migración de faunas planctónicas puede obtenerse del estudio de las corrientes oceánicas que se establecen siguiendo la pista a botellas etiquetadas depositadas en la mar. En 1929 fue echada una de estas botellas en el Océano Surindico, entre Kerguelen y Tasmania, por una expedición alemana (Gaskill, 1959, p. 248). Se señaló más tarde su presencia en la punta meridional de Sudamérica y, habiendo rodeado el Cabo de Hornos, se observó su paso por el Atlántico; pero más adelante se la encontró de nuevo en el Océano Indico y finalmente llegó a la costa de Australia occidental en 1935 «...habiendo cubierto unas 16,800 millas marinas en 2,447 días, con un respetable promedio de unas 6.8 millas día».

Si en el actual estado de notables emersiones continentales pudo una sola botella flotar de océano a océano a merced de las corrientes hasta dar la vuelta al mundo en seis años (un instante geológicamente hablando), se debe admitir la posibilidad de una dispersión, incluso más rápida, para alguno de entre los grandes enjambres de foraminíferos planctónicos (hay más de 12,000 en un solo gramo de fango de globigerinas: Myers, 1942), a los que no afecta ni la profundidad de los mares ni las circunstancias de los fondos. Las actuales restricciones de latitud, basadas en las temperaturas, que se oponen a las migraciones planctónicas, no hubieran constituido en todo caso una barrera eficaz a la dispersión en los mares de períodos más primitivos, con sus extensos mares de bajas latitudes; de aquí la presentación cosmopolita y abundancia de los foraminíferos en los depósitos cretáceos y terciarios. A diferencia de los animales más organizados, incluso un solo foraminífero transportado por las corrientes podría por sí solo poblar una nueva región, gracias a la reproducción asexual alterna, de modo que las bíblicas parejas de Noé no constituyeran una condición indispensable.

*Catastrofismo, mutaciones y extinciones universales.*

La rapidez de migración y dispersión de nuevas especies depende en primer lugar de la susceptibilidad de producción o creación de nuevas especies. Los modernos estudios genéticos parecen estar de acuerdo en que las nuevas especies nacen de mutaciones genéticas. Cada especie está dotada de un número concreto de genes, y Auerbach (1961, p. 231) afirma que «...las mutaciones se presentan de manera regular en todas las especies de organismos. Cada gene individual sólo muta muy raramente, quizás una vez en 100.000 o en un millón de células; pero como el número de genes en la mayor parte de los organismos es muy alto, la frecuencia general promedio de mutaciones por generación debe ser considerable».

En la mosca de la fruta, en la *Drosophila*, se estima que cada gene muta como promedio una vez cada 40.000 años y, como consecuencia del gran número de genes, cualquier gameto tiene probabilidades de contener una nueva mutación. Alrededor del 1 por 100 de estas mutaciones espontáneas tiene la posibilidad de acusarse como presentando efectos morfológicos externos; el 80 por 100 puede originar cambios en el vigor o en la fertilidad, y el resto consiste en mutaciones letales (Müntzing, 1961, p. 140).

Además de estas mutaciones de aparición regular, pueden ocurrir otras inducidas por radiación, siendo las mutaciones originadas experimentalmente de las mismas clases que las espontáneas (Müntzing, 1961). La *Drosophila* manifestó una mayor frecuencia de mutación en una localidad dotada de radiación natural relativamente alta, que en áreas controladas en que la radiación era menor, y afirma Müntzing que «...la frecuencia de las mutaciones es proporcional a la cuantía de irradiación, que puede ser medida en unidades roentgen (r)». La anomalía puede consistir en una intensidad más alta durante un período corto, o en una irradiación más débil, pero actuante durante más largo tiempo. Un gene expuesto a una unidad de 1 roentgen tiene una probabilidad de mutación de unos  $10^{-8}$  (o sea de 1 en 1.000.000.000), lo mismo que se trate de una mosca de la fruta, ratón, bacteria o virus. Hay mutaciones que pueden ser desencadenadas por cambios químicos.

Se presentan mutaciones tanto en los protozoarios como en los metazoarios, pero existen algunas diferencias importantes en cuanto a la eficacia resultante. Según hizo notar Jennings (1935, p. 95), no es necesario que las mutaciones en los protozoarios se encuentren en una porción localizada del organismo (sólo las de las células germinales ocultas en el interior del metazoario pueden ser transmitidas a la progenie), porque en ese caso una sola célula constituye la totalidad del cuerpo. En segundo lugar el organismo es pequeño y «... todos sus materiales están en íntima relación con las circunstancias físicas y químicas ambientales y por consiguiente expuestas a su acción».

de aquí que la irradiación y los cambios químicos resultarían más eficaces que en el caso de los metazoarios, en que los materiales químicos pueden quedar retenidos por las capas exteriores del cuerpo o resultar excretados antes de que alcancen las células germinales. En tercer lugar, los organismos engendrados y su descendencia no están separados por largas series de generaciones de células. En los metazoarios se requieren miles o millones de divisiones celulares entre el comienzo monocelular de un individuo y su etapa adulta. Mientras que una sola división celular puede separar a los padres e hijos en los protozoarios. El factor tiempo constituye también una diferencia importante entre el caso de los protozoarios y el de la mayor parte de los metazoarios. Los organismos que se emplean para los estudios genéticos son, por lo general, los que están caracterizados por un corto período de vida, tales como los *Drosophila*, porque así los efectos de las mutaciones resultan más prontamente evidentes. Muchos de entre los protozoarios tienen incluso períodos de vida más breves y más rápida reproducción. Los foraminíferos son protozoarios relativamente complejos, y, sin embargo, la duración de la vida de una sola generación puede ser tan breve como una semana, y una alternancia completa de generaciones, sexuada y asexuada, puede transcurrir en el plazo de dos semanas. Durante ambos tipos de reproducción se desarrollan grandes enjambres de jóvenes, y las nuevas generaciones de especies de foraminíferos pueden generarse tan rápida y abundantemente como en el caso de la *Drosophila*. De aquí que el tiempo requerido para la eficacia populativa, tanto de las mutaciones favorables como de las letales, en los foraminíferos, no sea en modo alguno comparable al que requieren los vertebrados o muchos de los invertebrados de orden superior.

El reducido tiempo requerido para los cambios de población efectiva debidos a mutaciones, combinado con su breve período de vida, extrema abundancia y rápida dispersión, hacen de los foraminíferos planctónicos valiosos indicadores de épocas. De manera semejante las extinciones locales debidas a ambientes desfavorables resultarían relativamente ineficaces en el caso de los foraminíferos planctónicos, ya que las repoblaciones serían casi instantáneas en el caso de retorno de las circunstancias favorables. Las extinciones rápidas de grupos enteros de especies planctónicas, géneros y familias, tales como las que tienen lugar en los confines del Cretáceo-Terciario, tienen que haber sido debidas inevitablemente a causas cuya eficiencia fue de alcance mundial, y no solamente como una mutación letal accidental de una sola especie.

Newell (1962) discutió varias teorías referentes a las extinciones de muchos grupos de organismos afines del Cretáceo y llegaba a la conclusión (p. 608), de que:

«... la prueba geológica señala que existe una estrecha relación entre los

movimientos de la línea de costas y muchos habitats terrestres y marítimos. Los cambios eustáticos del nivel del mar producen efectos ecológicos de alcance mundial en muchas zonas ecológicas. La reducción simultánea por debajo de un límite mínimo de todas las áreas del habitat disponible podría esperarse que trajese como consecuencia una reducción crítica del tamaño de la población y, en acción conjunta con los factores biológicos que actúan constantemente, podrían conducir directamente a la extinción de las poblaciones más vulnerables en variedad de habitats».

Aunque los movimientos de las líneas de costa pueden afectar en forma adversa a muchos organismos bentónicos en diversos habitats, resulta extraño que sólo los foraminíferos planctónicos de océano abierto, que no se verían afectados por los cambios de nivel del mar y de la línea de costa, quedasen tan intensamente afectados que apenas alguna especie, género o familia, cruza el límite Cretáceo-Terciario, mientras que dos tercios de las especies de foraminíferos bentónicos, que resultan afectados por los ambientes locales y por la influencia ejercida por los cambios de línea de costa en el carácter de los sedimentos del fondo, salinidad, temperatura, profundidad del agua, etc., se presentan, tanto en el Cretáceo alto como en los estratos del Terciario bajo. Además, las extinciones en muchos otros grupos de organismos marinos tuvieron lugar precisamente entre los de carácter pelágico (por ejemplo, ammonites, mosasauros). Es preciso averiguar cuáles son los factores ecológicos controlantes en el océano abierto, más bien que los de la línea de costa, si se ha de alcanzar una explicación de las rápidas mutaciones y extinciones que son características de los organismos planctónicos y pelágicos y que los hacen aceptables como útiles indicadores de tiempos. Las mutaciones debidas a la irradiación atmosférica alcanzarían la misma importancia en los ambientes marinos que en los terrestres, y tanto los organismos terrestres, como los pelágicos de aguas superficiales, resultarían más intensamente afectados por los cambios atmosféricos (¿rayos cósmicos?) que las especies acuáticas bentónicas radicantes a lo largo de las plataformas continentales, que resultan tanto más protegidas de la radiación en proporción a la profundidad de aguas de su habitat. La gran variabilidad existente entre los ejemplares de foraminíferos planctónicos quedaría así aplicada por tal tipo de incremento en la cantidad de radiación o de mutaciones de inducción química, en combinación con el corto ciclo de vida y la numerosa progenie y las rápidas extinciones de especies planctónicas debidas al ritmo igualmente acelerado de mutaciones letales o desfavorables. Estudios experimentales llevados a cabo sobre protozoarios marinos de corta vida tales como los foraminíferos, en cultivo, podrían muy bien arrojar luz adicional respecto a las causas de cambios evolutivos del pasado y de extinciones entre otros organismos marinos.

Aunque algunos paleontólogos abogan corrientemente por la causa de

las crono-especies, y consideran a los que discuten este concepto como «catastrofistas al extremo», no todos los zoólogos y geneticistas están de acuerdo, puesto que en una reciente publicación acerca de la investigación genética expresa Müntzig (1961, p. 274) que «...muchos grupos de plantas y animales... aparecen en el registro geológico de forma más bien inesperada, pero los periodos geológicos son tan inmensos que una alteración «repentina», si es referida a tal escala de tiempo, supone, no obstante, miles de años. Por otra parte, hay buenas razones para creer que durante los períodos de alteraciones ambientales especialmente intensas, la formación de especies ha sido más ríca que durante los fases más calmadas de la historia de nuestra Tierra».

Al parecer los geneticistas no están tan seguros de la evolución gradual de las crono-especies como parecen estarlo los «nuevos paleontólogos».

#### *Importancia taxonómica y estabilidad de la concha de aragonito.*

Los esqueletos calizos de los organismos secretores de cal pueden estar compuestos, de calcita o de aragonito, o de una combinación de ambos. Se conoce el aragonito exclusivamente en algas rojas, verdes o pardas, y en algunos metazoarios tales como corales escleroactinios, numerosos moluscos incluyendo el cefalópodo *Nautilus*, los pterópodos, escafópodos, y algunos pelecípodos y gasterópodos. Por lo general comunica un lustre nacarado a sus conchas. La calcita y el aragonito están ambos presentes conjuntamente en proporciones variables en otros metazoarios, por ejemplo, algunos antozoarios, serpúlidos polychaetes, y espirórbidos y algunos moluscos, y las proporciones entre uno y otro material parecen resultar afectadas por las temperaturas. En muchas de las conchas de los moluscos la calcita y el aragonito se presentan en capas distintas, por ejemplo, los *Mytilus* y los *Inoceramus* poseen una capa exterior de calcita y otra interior de aragonito; el *Pecten* tiene una de aragonito entre dos de calcita, y el *Haliotis* posee dos capas de aragonito separadas por una de calcita.

Boggild (1930, p. 242) opinaba que la presencia original de la calcita o el aragonito o la proporción entrambos «...era debida principalmente a procesos fisiológicos radicantes en el propio animal, y sólo puede ser puesta muy inciertamente en relación de dependencia con las propiedades físicas del medio circundante».

Lowenstam (1954 a, p. 46) estaba de acuerdo en que la mayor parte de los phylum tienen una composición prefijada genéticamente, pero concentró sus estudios en el efecto ejercido por las temperaturas en aquellos phyle en que al parecer tienen lugar variaciones, tales como los serpúlidos y los moluscos citados. En éstos los mayores porcentajes de aragonito eran carac-



terísticos de ambientes más cálidos, salinidad rebajada y profundidades someras. Ninguno de estos efectos ambientales resulta aplicable a la composición mineral de los foraminíferos, puesto que toda la superfamilia robertinacea de foraminíferos está caracterizada por un caparazón de aragonito, en adición a sus semejanzas morfológicas, mientras que todos los restantes foraminíferos dotados de caparazones calizos secretados están compuestos de calcita. Aquella superfamilia no aparece restringida por profundidades o temperaturas, ya que hemos observado los géneros aragoníticos a profundidades comprendidas entre 7 y 1.182 brazas, y entre latitudes comprendidas entre el mar tropical de Timor y el Océano Ártico. Los foraminíferos quedan de este modo incluidos entre los grupos en que el mineral segregado está condicionado filogenéticamente.

La estabilidad de la concha de aragonito y, por consiguiente, el valor de este carácter mineralógico para su empleo sistemático ha sido puesto en duda, como consecuencia de la tendencia del aragonito inorgánico a recristalizar en calcita. Lowenstam (1954 b, p. 288) afirmó que la conversión de aragonito en calcita tenía lugar, al parecer, en los tubos de serpúlidos cuando quedaban expuestos al aire durante un año, ya que se obtuvieron diferentes porcentajes en un segundo estudio del mismo material. Sólo han merecido confianza para los estudios de aragonito-calcita, ejemplares recientes de foraminíferos como consecuencia de la posibilidad de inversión de aragonito en calcita en los ejemplares fósiles.

Señaló Bøggild (1930) que la proporción de aragonito conservado tiende a disminuir en las rocas más antiguas, aunque se encuentran conchas aragoníticas bien conservadas en estratos tan viejos como lo son los del Triásico. Cuando no se conserva el aragonito, o bien recristaliza en calcita, o ha sido eliminado por disolución. Consideraba Bøggild tales soluciones como un factor importante para la conversión por cementación de lodos calizos en calizas. La presencia de aragonito inalterado en material tan viejo como lo es el del Triásico, sugiere que pueda ser más estable que lo que se ha supuesto y que pueda haber otros factores implicados en las determinaciones de Lowenstam. Bøggild (p. 245) consideraba que la composición de los estratos englobantes tenía mayor influencia que la edad geológica en la conservación de las conchas de aragonito. El aragonito resultó eliminado rápidamente de las calizas puras (95 por 100 o más de carbonato cálcico), y de este modo no queda nada en las cretas del Cretáceo ni tampoco en las calizas, igualmente puras, del Danés. Si se llegase a mezclas de hasta un 10-20 por 100 de arcilla en la caliza, podría quedar preservado el aragonito. Sin embargo, si hubiera muy poco carbonato de cal (en rocas silíceas o ferruginosas), todas las conchas calizas quedarían afectadas y las calcíticas apenas sobrevivirían a las de aragonito. Lo mismo queda confirmado también por los porcentajes

relativos entre foraminíferos y radiolarios y diatomeas en el Mioceno de California, ya que con un contenido silíceo incrementante en los sedimentos, decrecen rápidamente en abundancia los ejemplares calizos.

La conversión de aragonito en calcita en los foraminíferos no aparece confirmada por lo que se refiere a los fósiles. Hay información de caparazones fósiles aragoníticos bien conservados, y nosotros llevamos a cabo análisis por rayos X de muchos ejemplares, para preparar la publicación del *Treatise on Invertebrate Paleontology, Parte C* (Moore, 1964) procedentes de un amplio campo de edades y localidades. No encontramos ejemplar alguno, de género normalmente aragonítico, que se hubiera convertido en calcita, en estratos tan viejos como los del Jurásico bajo (*Reinholdella*) que constituye el caso de hallazgo probado más antiguo de género referible a los robertináceos. Todo el material conchífero conservado es completamente aragonítico en cada ejemplar que, si partiéramos de una base puramente morfológica, tendría que ser situado en los ceratobulimínidos, epistonimínidos, o robertínidos, en estratos de cualquier edad a partir del Jurásico. Bajo circunstancias adversas para la conservación del aragonito, el muro es disuelto y sólo queda un «hueso» en los géneros aragoníticos, incluso cuando se mantienen en buen estado de conservación los caparazones completos de los géneros calcíticos. En los sedimentos margosos del Cretáceo inferior del Grupo de Washita en la Gulf Coast, sólo se encuentran moldes internos de la especie *Epistomina*, aunque abundan las especies calcíticas bien conservadas. Sin embargo, en las capas arenosas del Denton Clay pueden encontrarse conchas aragoníticas de aquel género espléndidamente conservadas, y el lustre nacarado se conserva también en algunos moluscos. También en el caso de otros organismos se ha informado que se presenta disolución en lugar de conversión en aragonito. Sorby (1879) señaló que en las playas levantadas la capa calcítica exterior del *Mytilus edulis* quedaba bien conservada, mientras que la capa aragonítica interior había sido eliminada completamente por disolución selectiva. Se sabe de algunas conchas, originalmente aragoníticas, que han sido eliminadas por disolución, y la cavidad o molde resultante de las formas más grandes ha quedado rellena más adelante por calcita de deposición secundaria (Bøggil, 1930, p. 244). Cuando las circunstancias son desfavorables para la conservación del aragonito, parece que tenga lugar más bien disolución selectiva que conversión en calcita, al menos en el caso de los foraminíferos.

#### *Uniformismo a la inversa.*

Parece que sea el pasado la llave del presente, en el caso de los foraminíferos, pues se sabe mucho más acerca de las especies fósiles y de su ocurrencia geológica que de las formas vivientes. Aunque el caso de los fo-

raminíferos vivos, abundantes y de extensión mundial, es único, porque se estudian sobre todo como fósiles recientes. De las 4.163 especies vivientes de foraminíferos denominados (en 1958), el animal en vivo propiamente dicho ha sido mencionado para muy pocas de entre ellas, bastante menos de 100 y el ciclo de vida es conocido solamente en dos docenas de especies, o sea en un 0.5 por 100. Los protozoólogos modernos se preocupan ampliamente de los protozoarios de agua dulce y parasíticos, así como de su bioquímica, fisiología, características físicas y presencias ecológicas; mucho más que de los foraminíferos marinos de modos libres de vida. Como parece que haya escasos indicios de que se invierta el interés de los zoólogos, existe un interés correspondientemente incrementante en el estudio de los foraminíferos vivos por parte de los paleontólogos, que desean determinar cuáles sean los efectos ambientales en la morfología, estudio de los ciclos de vida, y los dimorfismos, polimorfismos resultantes en algunos representantes de muchas familias adicionales y también quieren alcanzar una mejor comprensión del concepto zoológico de especie con objeto de llegar a comprender de una manera más completa y perfecta los foraminíferos fósiles.

#### CAMPOS A EXPLORAR EN LOS FORAMINÍFEROS

Desde los días en que d'Orbigny y Ehrenberg tuvieron que reajustar sus ideas acerca de los foraminíferos, considerados entonces como diminutos pólipos o nautiloides, hasta llegar a su reconocimiento como protozoarios unicelulares (o acelulares), apenas ha habido nunca cambios tan rápidos en las ideas, y descubrimientos tan intrigantes y en tan variadas direcciones como los que tienen lugar en los tiempos actuales. Durante los últimos 20-30 años ha aparecido información de gran novedad con respecto a la composición química (la presencia del aragonito en los foraminíferos sólo es conocida desde hace una década), la aplicación a la taxonomía e interrelaciones de lo que enseñan las microestructuras de los muros examinados en luz polarizada, los caracteres laminares de los muros y septas, tales como los muestran las secciones delgadas, el reconocimiento de importantes estructuras internas y características aperturales estudiadas mediante secciones y microdirección, estudios de los ciclos de vida y citología de las especies vivientes y el empleo del microscopio electrónico para el estudio de las ultraestructuras del caparazón y citoplasma.

Se necesita ampliar los trabajos en todos los campos, de modo que es bien cierto que ningún estudiante tiene que temer que todo el trabajo importante haya sido realizado ya y que haya de orientarse por otros caminos para encontrar un campo de acción interesante.

Son completamente desconocidos todavía los foraminíferos de muchas áreas y estratos geológicos, por ejemplo, del Paleozoico inferior y del Mesozoico inferior. Los alcances geológicos de muchos géneros han de ser reevaluados sobre la base de lo que actualmente se conoce acerca de ellos. Es necesaria una renovación del estudio de muchas faunas completas, y hay que definir las especies sobre la base de poblaciones, más que de ejemplares aislados. Se necesitan estudios monográficos adicionales en todos los grupos, para la determinación de la variabilidad genérica y específica, su morfología detallada y su exacta distribución ecológica y geológica, así como para la eliminación de sinónimos.

Muchas ideas que parecen ya rebasadas deben ser exploradas de nuevo, tales como estudios de la microestructura de los muros, carácter laminar y mineralogía del armazón; los métodos nuevos, tales como la microscopía electrónica, ofrecen para tales fines un amplio campo de posibilidades de aplicación. Son necesarios estudios morfológicos adicionales para muchos de los géneros y especies previamente descritos con objeto de comprobar, o corregir, su situación en la clasificación en casos en los que aún no existe tal información o es deficiente. La microestructura granular o radial del muro, el carácter septal laminar, la presencia o ausencia de modificaciones internas y de cambios ontogénicos en el caparazón son aún desconocidos para muchos de los géneros calizos hialinos. Tal tipo de información, y mucha más, es necesaria para todas las formas de nueva descripción, ya que es necesario disminuir el distanciamiento entre las especies y géneros solamente «nominados» y aquellos que han sido objeto de verdadera descripción. La publicación de nombres con solo el mínimo de datos exigidos para una validez legal de los taxa, y que no vaya acompañada de la inclusión de datos acerca de muchos caracteres importantes, ni constituye un servicio a la ciencia, ni reporta crédito al autor.

Está adquiriendo importancia incrementante la información acerca de la ecología reciente para la determinación de los paleo-ambientes, de aquí que los estudios ecológicos de las asociaciones vivientes deberían incluir datos acerca de las corrientes, temperaturas de las aguas y carácter y profundidad del fondo, estudios que deben ser llevados a cabo en facies variantes y diversas áreas geográficas.

Los estudios de las especies planctónicas han resuelto muchos problemas incordiosos en relación con las facies, para lograr correlaciones geológicas locales e inter-regionales, pero en otras áreas quedan todavía totalmente desconocidas las relaciones entre las zónulas o topozonas bentónicas de utilidad local pero controladas por las facies, con respecto a las zonas-tiempo planctónicas faunales. La revalorización de las especies planctónicas y de presencia geológica es aún necesaria para partes de la columna estratigráfica.

La información biológica ha aportado sustancia, si bien sea parcial, a la clasificación de estos organismos, que estaba basada en un principio en la morfología del caparazón, pero aún queda por llevar a cabo estudios del animal en vivo y del ciclo de vida para todos los restantes de familias y superfamilias enteras. El conocimiento de la función e importancia, con respecto al organismo en vivo, de determinadas estructuras morfológicas tales como los sistemas de canales, placas dentales, particiones y placas poríferas, ayudará a determinar cual sea la importancia de estos caracteres en la sistemática. Podría ser que se llegase a una distinción entre los caracteres imperantes y los de control ambiental, como consecuencia de trabajos experimentales en cultivos de foraminíferos en vivo, que permitiese la separación entre las verdaderas especies de meras variantes interespecíficas.

También podrían llevarse a cabo cultivos en que basar estudios genéticos, aprovechando el corto periodo de vida y del ciclo reproductivo, el que los cromosomas sean relativamente escasos (sólo 12 en la etapa diploide de *Spirillina*), y la numerosa progenie. Los resultados de tales estudios podrían sugerir causas de mutaciones y cambios evolutivos entre los organismos marinos, tan importantes para el registro paleontológico, todavía relativamente poco estudiado bajo este aspecto.

Gran parte del valor final de todos estos estudios dependerá de que el trabajo taxonómico sea cuidadoso y exacto, ya que ni la edad ni las correlaciones, ni tampoco la ecología y paleoecología, pueden ser determinados a partir de especies incorrectamente identificadas, demasiado restringidas o excesivamente inclusivas. Probablemente proseguirá el incremento de taxa genéricos y específicos de los foraminíferos, si es que la existencia de nuevos materiales o nueva información así lo exige, pero los estudiantes de foraminíferos tienen la suerte de contar con la ayuda de abundantísima bibliografía y de publicaciones regulares de índices que les ayudará a mantenerse en línea con la evolución de conocimientos pasada y presente.

El paleontólogo debe estar abierto a toda idea nueva y a toda la información que vaya siendo disponible. Es imposible estar al día en ningún campo, cualquiera que sea, sin esfuerzo, y un paleontólogo practicante no debería quedar satisfecho con la mera aplicación de la información obtenida a lo largo de sus estudios hace una década o dos, como no quedarían tampoco un geoquímico o un físico. Los avances rápidos no son indicativos de la descomposición de una disciplina en el caos, sino que denotan que se trata de un campo vital y absorbente. La física nuclear no ha quedado pasada de moda como consecuencia de su complejidad incrementante y de un progreso excesivamente rápido para su asimilación completa y concurrente con el practicante medio, bien sea su actividad de índole académica o económica. Y no hay químico que haya sugerido que, como consecuencia de la complejidad de la tabla periódica debiéramos volver a la de los cua-

tro elementos de Lempédoes por su más fácil aprehensión y recordación. Por consiguiente, tampoco podemos ser pesimistas respecto al futuro de los estudios de foraminíferos por razón del gran número de datos publicados o de la gran cantidad de trabajadores en activo. Es agradable apreciar que los foraminíferos están siendo ampliamente utilizados como valiosa herramienta para la resolución de problemas estratigáficos que no sean la mera correlación de pozo a pozo, en la misma forma que lo son los ammonites, trilobites o branquiópodos, pero además la paleontología no es una mera rama utilitaria para la geología. Los continuados y detallados estudios zoológicos y paleozoológicos de toda índole conducirán a una aplicación incrementante en otros campos, y permitirán una comprensión mejor de los organismos modernos, sus relaciones y su desarrollo evolutivo en el pasado geológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACERBACH, C. (1961): *The science of genetics*. New York, Harper and Brothers, 273 páginas.
- BANNER, F. T., and BLOW, W. H. (1959): *The classification and stratigraphic distribution of the Globigerinaceae*. «Paleontology», v. 2, pp. 1-27.
- BERMÚDEZ, P. J. (1952): *Estudio sistemático de los foraminíferos rotaliformes*. Venezuela Minist. Minas e Hidrocarb., «Bol. Geología», v. 3, 230 páginas.
- (1961): *Contribución al estudio de las Globigerinídeas de la región Caribe Antillana*. III Congr. Geol. Venezolano Mem., tomo III, «Bol. Geología», publ. especial 3, páginas 1119-1203.
- BERMÚDEZ, P. J. and RIVERO, F. C. (1963): *Estudio sistemático de los foraminíferos quitinosos, microgranulares y arenáceos*. Caracas, Univ. Central de Venezuela, 398 páginas.
- BEUTLER, K. (1911): *Paleontologisch-stratigraphische und zoologisch-systematische Literatur über marine Foraminiferen fossil und recent bis Ende 1910*. Munich, private publication by author, 144 páginas.
- BLACKWELDER, R. E. (1959): *The functions and limitations of classification*. «Systematic Zoology», v. 8, pp. 202-211.
- BOGGILD, O. B. (1930): *The shell structure of the mollusks*. «Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Naturvidensk. Og. Mathematisk. Afd. 9, Raekke II, 2, pp. 233-325.
- ROLLI, H. M. and SANDERS, J. B. (1954): *Discussion of some Thecamoebina described erroneously as foraminifera*. «Cushman Found. Foramin. Research Contr.», v. 5, pp. 45-52.
- ROLLI, H. M., LOEBLICH, A. R., JR. and TAPPAN, H. (1957): *Planktonic foraminiferal families Hammonitidae, Orbulinidae, Globorotaliidae, and Globotruncanidae*, pp. 3-50 in Loeblich, A. R., Jr., *Studies in Foraminifera*. «U. S. Natl. Mus.» Bull. 215, p. 323.
- BRADSHAW, J. S. (1957): *Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifera «Streblus beccari» (Linné) var. tepidi Cushman*. «Jour. Paleontology», v. 31, pp. 1138-1147.
- PRADY, H. B. (1884): *Report on the foraminifera dredged by M. M. S. Challenger, during the years 1873-1876*. «Repts. Scientific Results Voyage H. M. S. Challenger», v. 9 (Zool.), 814 páginas.
- BRANSON, C. C. (1962): *Volume of geologic literature*. «Okla. Geol. Survey, Okla. Geology Notes», v. 22, pp. 111, 112.
- BRÜNNMANN, P., and BROWN, N. K., JR. (1956): *Taxonomy of the Globotruncanidae*. «Eclogae Geol. Helvetiae», v. 48 (1955), pp. 503-561.

- BROTZEN, F., (1942): *Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. und die Systematik der Rotaliforines*. «Sveriges Geol. Undersökning», ser. C., no. 451, Arsbok 36, no. 8, 60 páginas.
- BRÜNNICH, M. T. (1772). *M. T. Brunnich zoologiae fundameta*. «Hafnae et Lipsiae, Grunae et Dyreboeren», 253 páginas.
- CARPENTER, W. B., PARKER, W. K. and JONES, T. R. (1862): *Introduction to the study of of the foraminifera*. London. «Ray Soc.», 319 páginas.
- CHAPMAN, F.: (1902): *The foraminifera, An introduction to the study of the Protozoa*. London, New York, and Bombay. Longmans, «Green and Co.», 354 páginas.
- CHAPMAN, F. and PARR, W. J. (1936): *A classification of the foraminifera*. «Roy. Soc. Victoria Proc., New ser., v. 49, pt. 1, pp. 139-151.
- COOPER, G. A. (1958): *The science of paleontology*. «Jour. Paleontology», v. 32, pp. 1010-1018.
- CORLISS, J. O. (1962). *Taxonomic procedures in classification of Protozoa*. «Great Britain, Symposia of the Society for General Microbiology», núm. 12. «Microbial Classification», pp. 37-67.
- CUMMINGS, R. H. (1960): *Recent advances in micropaleontology*. Liverpool and Manchester, Geol. Jour», v. 2, pt. 2, pp. 288-310.
- CUSHMAN, J. A. (1925): *An introduction to the morphology and classification of the foraminifera*. «Smithsonian Misc. Coll.», v. 77, núm. 4, pp. 1-77.
- — (1927): *An outline of a re-classification of the foraminifera*. Cushman Lab. Foram. «Research Contr.», v. 3, pp. 1-105.
- — (1928): *Foraminifera their classification and economic use*. Cushman Lab. Foram. Research, Spec. Publ., 1, 401 páginas.
- — (1948): *Foraminifera their classification and economic use*. Cambridge, Harvard Univ. Press, 4th ed., 605 páginas.
- DE BLAINVILLE, H. M. DUCROTAY (1825): *Manuel de malacologie et conchyliologie*. Paris, F. G. Levrault, 664 páginas.
- DELAGE, YVES and HEROUARD, EDGARD (1896): *Traité zoologie coeérete*. Tome 1. La cellule et les protozoaires. Paris, C. Reinwald, 584 páginas.
- D'ORBIGNY, A. (1826): *Tableau méthodique de la classe des céphalopodes*. «Ann. Sci. Nat.», v. 7, pp. 245-314.
- DUJARDIN, F. (1835 a): *Observations sur les rhizopodes et les infusaires*. «Acad. Sci. Paris, Comptes Rendus, t. 1, pp. 338-340.
- — (1835 b): *Observations nouvelles sur les prétendus céphalopodes microscopiques*. (Soc. Sci. Nat. France Bull., núm. 3, p. 36.
- — (1835 c): *Observations nouvelles sur les céphalopodes microscopiques*. «Ann. Sci. Nat.», sér 2, v. 3, pp. 108-199.
- — (1835 d): *Observations sur les prétendus céphalopodes microscopiques*. «Ann. Sci. Nat.», sér 2, v. 3, pp. 312-314.
- EIMER, G. H. T., and FICKERT, C. (1899): *Die Artbildung und Verwandtschaft bei den Foraminiferen. Entwurf einer natürlichen Eintheilung derselben*. «Zietschr. Wiss. Zool.», v. 65, núm. 4, pp. 527-636.
- ELLIS, B. F., and MESSINA, A. (1940): *Catalogue of foraminifera*. New York. «Am. Mus. Nat. Hist.» (and supplements 1941).
- GALLOWAY, J. J. (1933): *A manual of foraminifera*. Bloomington. «Principia Press», 483 páginas.
- GASKILL, G.: *Bottle overboard!*: «Reader's Digest», v. 74, núm. 445, pp. 247-252.
- GLAESSNER, M. F. (1945): *Principles of micropaleontology*. Melbourne Univ. Press., 296 páginas.

- GRASSÉ, P. P. (1953): *Traité de zoologie. Protozoaires*. Paris, Masson et Cie., v. 1, fac. 2, 1160 páginas.
- HILTERMANN, H. (1961): *Bibliographie stratigraphisch wichtiger micropaläontologischer Publikationen von etwa 1830 bis 1958 mit Kurzreferaten*. Stuttgart. E. Schweizerbart'sche, 403 páginas.
- HOFKER, J. (1951): *The foraminifera of the Siboga Expedition, Part 3*. Leiden, E. J. Brill, Siboga-Expeditie, 513 páginas.
- HOOGENRAAD, H. R. and DE GROOT, A. A. (1940): *Zootwaterrhizopoden en Heliozoen*. Leiden, A. W. Sijthoff's Fauna van Nederland. Afl. 9, 303 páginas.
- HOWE, H. V. (1959): *Fifty years of micropaleontology*. «Jour. Paleontology», v. 33, páginas 511-517.
- JENNINGS, H. S. (1935): *Genetic variations in relation to evolution*. Princeton, Princeton Univ. Press, 139 páginas.
- JEPPI, M. W. (1956). *The Protozoa, Sarcodina*. Edinburgh and London. Oliver and Boyd, 183 páginas.
- JONES, D. L. (1963): *Empirical classification of microfossils* p. 182 in *Geological Society of America, Abstracts for 1962*. «Geol. Soc. America Special Paper», 73, 355 páginas.
- JONES, T. R.: (1875): p. 316-320, in Griffith, J. and Henfrey, Arthur. *The micrographic dictionary*. London, van Voorst, 3rd. ed. v. 1.
- LAMARCK, J. B. (1916): *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*. Paris, Verdière, v. 2, 568 páginas.
- LANKESTER, E. R. (1885): *Protozoa*. «Encyclopaedia Britannica», 9th. ed., v. 19, pp. 830-866.
- LEIDY, J. (1879), *Freshwater rhizopods of North America*. «U. S. Geol. Survey Terr.», «. 12, 324 páginas.
- LEVINE, N. D. (1962): *Protozoology today*. «Jour. Protozoology», v. 9, pp. 1-6.
- LIEBUS, A. (1931): *Bibliographia foraminiferum recentium et fossilium II (1911-1930)*. Berlin, W. Junk, Fossilium Catalogus I, Animalia, pars. 49, pp. 4-36.
- LIEBUS, A. and THALMANN, H. E. (1933 a): *Bibliographia foraminiferum recentium et fossilium I (1910)*. Berlin, W. Junk, Fossilium Catalogus I, Animalia, pars. 59, 179 páginas.
- — (1933 b): *Bibliographia foraminiferum recentium et fossilium III (1911-1930, Supplementum)*. Berlin, W. Junk, Fossilium Catalogus I, Animalia, pars. 60, 28 páginas.
- LOEBLICH, A. R., Jr., and TAPPAN, H. (1957): *Correlation of the Gulf and Atlantic Coastal Plain Paleocene and lower Eocene formations by means of planktonic foraminifera*. «Jour. Paleontology», v. 31, pp. 1109-1137.
- LOWENSTAM, H. A. (1954 a): *Environmental relations of modification compositions of certain carbonate secreting marine invertebrates*. «Nat. Acad. Sci. Proc.», v. 40, 39-48.
- — (1954 b): *Factors affecting the aragonite: calcite ratio in carbonate-secreting marine organisms*. «Jour. Geology», v. 62, pp. 284-322.
- MOORE, R. C., Editor (1954): *Treatise on invertebrate paleontology, Part D, Protista 3*. «Geol. Soc. America», Univ. Kansas Press, 196 páginas.
- — (1959 a): *Treatise on invertebrate paleontology, Part L, Mollusca 4*. «Geol. Soc. America», Univ. Kansas Press, 490 páginas.
- — (1959 b): *Treatise on invertebrate paleontology, Part O, Arthropoda 1*. «Geol. Soc. America», Univ. Kansas Press, 560 páginas.
- — (1961): *Treatise on invertebrate paleontology, Part Q, Arthropoda 3*. «Geol. Soc. America», Univ. Kansas Press, 442 páginas.
- — (1964): *Treatise on invertebrate paleontology, Part C, Protista 2*. «Geol. Soc. America», Univ. Kansas Press., v. 1, 510 páginas; v. 2, pp. 511-900.
- — LALICKER, C. G., and FISCHER, A. G. (1952): *Invertebrate fossil*. New York, McGraw-Hill Book Co., 766 páginas.

- MÜNTZING, A. (1961): *Genetic research, a survey of methods and main results*. Stockholm, LITS Förlag, 345 páginas.
- MULLER, S. W., and CAMPBELL, A. (1954): *The relative number of living and fossil species of animals*. «Systematic Zoology», v. 3, pp. 168-170.
- MYERS, E. H. (1942): *Rate at which foraminifera are contributed to marine sediments*. «Jour. Sed. Petrology», v. 12, pp. 92-95.
- (1943): *Life activity of foraminifera in relation to marine ecology*. «Amer. Philos. Soc. Proc.», v. 86, pp. 439-458.
- NEWELL, N. D. (1954): *Toward a more ample invertebrate paleontology*. Harvard College, «Mus. Comp. Zoology Bull.», v. 112, pp. 93-97.
- (1959): *Adequacy of the fossil record*. «Jour. Paleontology», v. 33, pp. 488-499.
- (1962): *Paleontological gaps and geochronology*. «Jour. Paleontology», v. 36, páginas 592-610.
- NICOL, D. (1944): *New west American species of the foraminiferal genus Elphidium*. «Jour. Paleontology», v. 18, pp. 172-185.
- PIVETEAU, J. (1952): *Traité de paléontologie*. Paris, Masson et Cie., v. 1, 782 páginas.
- POKORNÝ, V. (1954): *Základy zoologické mikropaléontologie*. Praha, Naklad. Česk. Akad. Věd., 651 páginas.
- (1958): *Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie*. Berlin VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Bd. 1, 582 páginas.
- RAINWATER, E. H. (1960): *Stratigraphy and its role in the future exploration for oil and gas in the Gulf Coast*. «Gulf. Coast. Assoc. Geol. Soc. Trans.», v. 10, pp. 33-75.
- RAUZER-CHERNOUSOVA, D. M., and FURSENKO, A. V. (1959): *Osnovy Paleontologii. Obshchaya chast' Prostejšhie*. Moscow, Akad. Nauk SSSR, 368 páginas.
- REUSS, A. E. (1862): *Entwurf einer systematischen Zusammenstellung der Foraminiferen*. «K. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Cl.», Sitzungsber., v. 44 (1861), pp. 355-396.
- SCHUBERT, R. J. (1921): *Paläontologische daten zur Stammesgeschichte der Protozoen*. «Paläont. Zeitschr.», v. 3 (1920), pp. 129-188.
- SCHULTZE, M. S. (1954): *Ueber den Organismus der Polythalamien (Foraminiferen), nebst Bemerkungen über die Rhizopodei im Allgemeinen*. Leipzig, Wilhelm Engelmann, p. 68.
- SHERBORN, C. D.: (1888). *A bibliography of the foraminifera Recent and fossil, from 1565-1888; with notes explanatory of some of the rare and little known publications*. London, Duck and Co., 152 páginas.
- (1893): *An index to the genera and species of the foraminifera*. «Smithsonian Misc. Colln.», núm. 856, 230 páginas.
- (1896): *An index to the genera and species of the foraminifera*. «Smithsonian Misc. Colln.», núm. 1031, pp. 241-485.
- SHROCK, R. R. and TWENHOFEL, W. H. (1953): *Principles of invertebrate paleontology*. New York, Mc Graw Hill Book Co., 2d ed., 816 páginas.
- SIEGRIST, M., GRIER, M. C., and OTHERS, (1960): *Bibliography and index of geology exclusive of North America*. «Geol. Soc. America», v. 23, 822 páginas.
- SORBY, H. C. (1879): *Anniversary address of the president*. Proc. Geol. Soc. London 1878-79. «Geol. Soc. London Quart. Jour.», v. 35, appendix, pp. 56-93.
- TASCH, P. (1953): *Causes and paleoecological significance of dwarfed fossil marine invertebrates*. «Jour. Paleontology», v. 27, pp. 356-444.
- TEICHERT, C., (1958): *Some biostratigraphical concepts*. «Geol. Soc. America Bull.», v. 69, pp. 99-120.
- THALMAN, H. E. (1933): *Bibliography of the foraminifera for the year 1931*. «Jour. Paleontology», v. 7, pp. 343-349.

- (1958): *Bibliography and index to new genera, species, and varieties of foraminifera for the year 1955*. «Jour. Paleontology», v. 32, pp. 737-762.
- (1959): *Bibliography and index to new genera, species, and varieties of foraminifera for the year 1956*. «Jour. Paleontology», v. 33, pp. 1069-1114.
- WALLES, G. H. (1915): *The British freshwater Rhizopoda and Heliozoa*. London, «Ray Soc.», v. 3 pt. 3, 156 páginas.
- WILLIAMSON, W. C. (1858): *On the Recent foraminifera of Great Britain*. London, «Ray Soc.», 107 páginas.
- WILMARTH, M. G. (1938): *Lexicon of geologic names of the United States (including Alaska)*. «U. S. Geol. Survey Bull.», 896, 2,396 páginas.
- WILSON, D., KEROHER, G. C. and HANSEN, B. E. (1959): *Index to the geologic names of North America*. «U. S. Geol. Survey Bull. 1056-B», pp. 407-622.
- WILSON, D., SANDO, W. J. and KOPF, R. W. (1957): *Geologic names of North America introduced in 1936-1955*. «U. S. Geol. Survey Bull.», 1956-A, 405 páginas.
- YOUNG, K. (1960): *Biostratigraphy and the new paleontology*. «Jour. Paleontology», v. 34, pp. 347-358.

Recibido el 14-IX-1964.

FRANZ RADIG (\*\*)

## CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS CAPAS LIMITROFES DEVONIANO-CARBONIFERO EN LOS MONTES ASTURES (\*)

### R E S U M E N

En la playa de San Pedro, al norte de Oviedo, se observa un corte del Devónico Carbonífero bastante completo. Consiste en calizas masivas del Givetense, y areniscas y cuarcitas con una fauna de braquiópodos de edad frasnense. Con este conjunto se ponen en contacto concordante las calizas nodulosas —en su base silicificadas— del Viséense superior/Namureense A inferior (nivel de *Eumorphoceras*) y sobre éstas la caliza de montaña de edad namureense A superior (nivel *Homoceras*). El último tramo de la serie herciniana se compone de una alternancia de pizarras, areniscas y calizas con goniatites del Namureense B (nivel de *Reticuloceras*).

### Z U S A M M E N F A S S U N G

In der Playa de San Pedro, an der asturischen Küste nördlich der Provinzialhauptstadt Oviedo, steht eine paläozoische Schichtfolge an, deren Glieder sich im einzelnen datieren lassen. Nachgewiesen werden, im Hangenden seit langem bekannten karbonatischen Mitteldevons, eisenschüssige Sandsteine und Quarzite des höheren Frasniums. Nach einer Sedimentationsunterbrechung setzen im höheren Visé zunächst Kieselkalke, weiterhin Goniatiten-Knollenkalke ein, die bis in die höhere *Eumorphoceras*-Stufe hinaufreichen. Die massigen Cañon-Kalke vertreten im wesentlichen die *Homoceras*-Stufe. Eine hangende Sand/Ton/Kalk-Wechselfolge ist in das Namur B (*Reticuloceras*-Stufe) zu stellen.

### I. INTRODUCCIÓN

Un problema muy discutido de la historia del variscico astur y que hasta ahora no ha encontrado explicación satisfactoria, lo constituyen las circums-

(\*) Münster, en Westfalia.

(\*\*) Traducción directa por J. M. Ríos del original en lengua alemana, titulado *Beitrag zur Kenntnis der Grenzschichten Devon-Karbon im Kantabrischer-Gebirge (Nordspanien)*, aparecido en el «N. Jb. Geol. Paläont.», v. 3, p. 150-162, marzo 1964, Stuttgart. Se publica gracias a la amable y expresa autorización del autor y del editor

tancias estratigráficas del Devoniano superior y del Carbonífero estéril. Reside la causa en que la secuencia — aunque su sucesión se presenta por lo general firmemente concordante— muestra discontinuidades por falta de

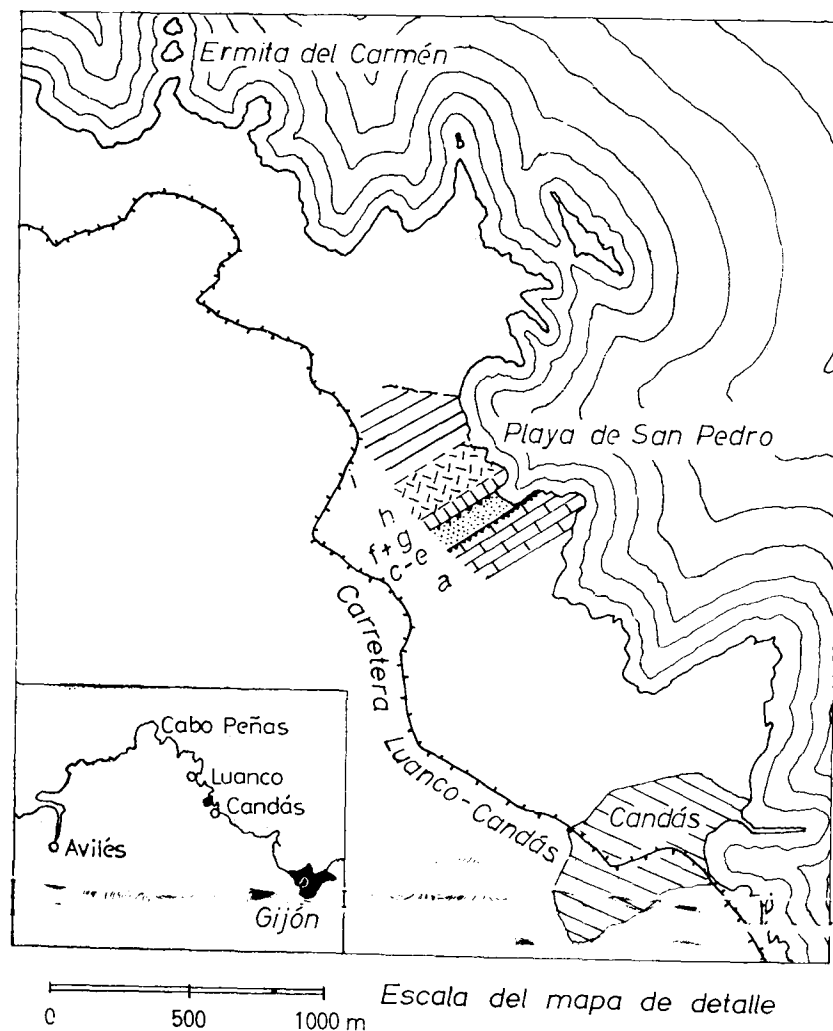


Fig. 1. Mapa geológico esquemático de la Playa de San Pedro (eliminada la cobertura). La situación de la zona investigada aparece señalada en negro en el mapa auxiliar. Como arrumbamiento de los estratos se adoptó un valor medio de  $55^\circ$ . Las iniciales se refieren a la designación en el texto (p. 60).

estratos y en que, en los miembros que participan en su constitución, sólo por excepción, hasta ahora, se han encontrado fósiles susceptibles de datación *incuestionable*. Hasta ahora, el análisis exacto del tránsito entre Devoniano su-

perior a Carbonífero sólo ha sido posible en Unquera, en la extremidad más oriental de la provincia (F. Lotze, 1957), en la zona de Llanes (F. Radig, en prensa) y en la Playa de San Pedro, al O. de Gijón.

En los años 1955 y 1956 llevé a cabo un estudio de los perfiles costeros en el dominio del Cabo Peñas, al N. de Oviedo. Los resultados de aquellos estudios cristalizaron en una tesis, cerrada en 1958. En el texto de este trabajo, que sólo existe por ahora en manuscrito, se exponen detalladamente las circunstancias geológicas en la Playa de San Pedro. (F. Radig, 1958, p. 69-70 y 76-78). Durante los últimos años y como consecuencia de diversas visitas a la bahía, se han podido añadir más observaciones. En mi trabajo de tesis sólo pude aplicar, de entre el material fósil recogido allí y en los cortes vecinos, esencialmente los braquiópodos y los trilobites para la subdivisión estratigráfica, mientras que ahora se puede añadir el estudio de los corales rugosos y de los goniatites. Como resultado de estos trabajos paleontológicos, estamos ahora en situación de cubrir muy bien el corte Devoniano/Carbonífero de la playa de San Pedro. Series estratigráficas tan completas y tan minuciosamente datables de esta edad no se conocían hasta ahora en Asturias.

## II. EL CORTE DEVONIANO/CARBONÍFERO DE LA PLAYA DE SAN PEDRO

La Playa de San Pedro yace en la costa astur entre las villas pesqueras de Luanco y Candás (Mapa Nacional de España 1:50.000, Hoja número 14, Gijón). El perfil estratigráfico puesto allí de manifiesto constituye el flanco sureste del sinclinal vergente al noroeste de Antromero (véase F. Radig, lám. 10 y fig. 2). El Paleozoico, muy empinado y en parte desplomado, queda recubierto en su parte oriental por potentes margas del Keuper, y al Oeste por Cretáceo Inferior transgresivo. Esta cobertura parece constituir la razón por la que no se ha prestado atención por lo general, en las publicaciones que tratan de esta zona, a un perfil que en la misma costa está tan bien expuesto (C. Barrois, 1882; cortes, lám. 18; L. Adaro y G. Junquera, 1916, página 345). Sólo la Hoja núm. 2, de reciente aparición (Cabo Peñas) del «Mapa Geológico de Asturias» (N. Llopis Lladó, 1962) (1), presta atención al Paleozoico de la mencionada bahía.

La serie paleozoica expuesta en la Playa de San Pedro muestra de yaciente a cubriente las siguientes unidades (fig. 2):

(1) Esta Hoja y la núm. 1 contigua por el Oeste, junto con las explicaciones por N. Llopis Lladó, aparecieron hace poco en el «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», vol. 72, bajo el título *Estudio geológico de la región del Cabo de Peñas*. El tomo correspondiente lleva la fecha de 1961, pero su distribución tuvo lugar en 1962. El trabajo fue repartido luego como separata con otros titulares («Mapa Geológico de Asturias»), y marcado con el año 1962.

a) La punta costera al E. del Hogar Infantil de Piñeres está constituida por calizas coralinas en bancos gruesos, de tonalidades primarias grises, pero, como consecuencia de la cobertura triásica adyacente por el E., pue-

Namur C	Techo laminado tectónicamente ? — ?	
Namur B	R.-Tramo 1100 m calizas arenas y arcillolitas	⊙ <i>Reticuloceras pauciretulatum</i> BISAT & HUDSON ⊙ <i>Proshumardites (P.) cf karpinskii</i> RAUZ-TSCHERN
Namur A	H.-Tramo 110 m calizas compactas	
	E.-Tramo ca 20 m calizas nudosas y abigarradas con Goniatites	⊙ Namur <i>Proshumardites (P.) delepinei</i> SCHDWF. ⊙ <i>Metacanites chancharensis</i> (RUZH.) u.o. ⊙ Visé: Vease J. KULLMANN 1963: Lámina de la pag. 318
Visé	Cal. sil. reducido grosor	
Tournai		
Famenne		
Frasne	26 m. Cuarcitas	⊙ <i>Hysteroites (Acrospirifer) bouchardi</i> (MURCH.)
	18 m Arcillas y arenas	
	30 m Aren. ferruginosas	
	Margas y Calizas Laminado tectónicamente	⊙ <i>Asteropyge</i> sp. aff. <i>nasocostata</i> (PACCKELM.) ⊙ <i>A. cf. hispanica</i> R. & E. RICHTER
Givet	Calizas masivas	⊙ <i>Stringocephalus burtini</i> DEFR.

Fig. 2. Serie estratigráfica del Devoniano superior y Carbonífero en los dominios de la bahía de San Pedro. La fauna registrada en la columna de la derecha procede, en parte, de perfiles vecinos, sobre todo de Candás.

den quedar coloreadas localmente con tonos rojos. Buzan 70° al SE. y están desplomadas. Las calizas son ricas en corales, braquiópodos y crinoides.

des. El Cretáceo Inferior, tendido, recubre las estructuras variscas. La falta de las margas verde oliva y rojas del Keuper, que en la inmediata vecindad de la punta miden por lo menos 100 metros de espesor, es la expresión de una tectónica sajónica de desgarrar, al parecer de edad neocimérica. (F. Radig, 1958, p. 113).

b) Sobre las calizas viene una estrecha zona sin afloramientos. El corte del basamento, reducido aquí por un ligero acabalgamiento, queda recubierto por basto acarreo cretáceo.

c) En análoga disposición a las calizas fosilíferas, siguen al O. del hiato, unos 30 m. de areniscas compactas, salpicadas de ferrúgine, que hasta el momento sólo han aportado artejos de crinoides en mal estado de conservación.

d) Se adosa concordante y, como las unidades petrográficas mencionadas, volcada al NO., una serie cambiante, de 18 m., en que alternan areniscas cuarcíticas y arcillolitas rojas y verdes. Las caras inferiores de los bancos más duros son portadoras de rastros de vida no caracterizables.

e) Cierra la serie clástica una cuarcita clara o color carne (secundario?), vitrosa y astillosa. Forma, al fondo de la pequeña bahía inmediatamente por debajo del Hogar Infantil mencionado, un pliegue sencillo. Dentro de la serie, que en conjunto es muy resistente, se presentan diversas zonas de carácter más calizo. Estas zonas lenticulares meteorizan con facilidad y el material se descompone en arenilla parda. El contenido carbonático hay que atribuirlo a restos de organismos, sobre todo braquiópodos, arrastrados al sedimento.

f) En el reducido hiato al Oeste de la cuarcita parece que se esconde otro acabalgamiento: El cubriente de los clásticos, que sigue cayendo hacia el SE. y que aparece invertido, muestra en su cara inferior un cabalgamiento hacia el NO. Se trata de una caliza silicea de fina estratificación y reducida potencia; se aprecia en una pequeña trinchera en la empinada ladera.

g) Esta roca silicea queda relevada hacia arriba por calizas nudosas rojas, que sólo aparecen parcialmente de manifiesto bajo recubrimiento más moderno (¿unos 20 m.?). De este nivel pudieron recuperarse goniatites, crinoides, braquiópodos y trilobites.

h) Continúan este corte hacia el cubriente, unos 100 m. de calizas compactas de variable constitución. Aparte de secciones de ammonites, reconocibles en los bancos basales de la serie, batidos por el mar, encontramos pequeños fósiles. El desplome de la serie se va convirtiendo, dentro de estas calizas gradualmente, en una posición más empinada.

i) Más o menos en la desembocadura de un arroyo procedente del SO. del valle del Antromero, tiene lugar el tránsito de las calizas compactas a una serie muy diversamente integrada, de delgada estratificación, arcilloso-are-



noso-caliza. En su parte más baja se presentan todavía intercalados diversos bancos carbonáticos, en parte espáticos, de calizas de crinoides. Además es posible observar, igualmente en la parte baja de esa unidad que rebasa ampliamente los 100 m., la presencia de varios bancos de herpolitos, a intervalos regulares de unos 2 m. El corte parcial de tales sedimentos de deslizamiento es como sigue (de arriba hacia abajo).

Techo: Arcillolita gris, de estratificación fina.

c) 10-15 cm. de caliza gris espática de crinoides, con la cara superior del estrato lisa, la inferior ondulada, rellenando el relieve de b). (2).

b) 30-40 cm. de zona deslizada: Matriz de marga pizarrena arenosa trabajada con fragmentos de caliza de crinoides de agudos cantos.

a) 10-15 cm. de capas finamente arenosas, la parte del cubriente trabajada con superficie verrugosa.

Muro: Arcillolita de sedimentación horizontal.

La alternancia arcilla-arena-caliza, queda degollada al NO. por las formaciones clásticas basales de una facies wealdense: contiene muy pocos fósiles, aparte de recortes de plantas, que a veces llegan a cubrir la totalidad de las caras, y de los elementos esqueléticos de equinodermos ya mencionados. En 1956 pude yo mismo recuperar, entre otros, cuatro fragmentos de goniátites, que en parte son de defectuosa conservación (F. Radig, 1958, p. 78); otro yacimiento de ammonites fue encontrado en la misma localidad durante el transcurso de una excursión de las realizadas durante la «I Reunión Nacional de Geología», el 17 de julio de 1962 (A. Bouroz, 1962).

### III. DATACIÓN DEL PERFIL DE LA PLAYA DE SAN PEDRO Y COMPARACIÓN CON LAS ZONAS PRÓXIMAS

La ordenación, en relación temporal, de las capas más bajas puestas de manifiesto en la zona de la bahía de San Pedro, ha sido factible merced a su rica fauna. Contiene formas-guía correspondientes al Devoniano Medio superior. Se trata del nivel, tan extendido por Asturias, de Calizas de Candás inferior (F. Radig, 1962, p. 259). En los afloramientos, comparables y vecinos, de Candás, suceden a estas calizas relativamente gruesas que contiene *Stringocephalus burtini* Defr., rocas de reducida potencia, predominantemente margosas, que son de igual manera extraordinariamente fosilíferas. Estas Calizas de Candás superior, que se sitúan en el Frasnense más bajo, resultan estiradas en San Pedro mediante un acabalgamiento (véase

2) La característica de que el primer banco de sedimentación normal que sigue a la auténtica herpolita alise la irregular superficie de las masas deslizadas, se observa también en constituciones análogas en otras regiones, por ejemplo, en el Campanense de las montañas de Bochum, en Westfalia.

página 61). Como consecuencia de su acusada composición arcillosa sirvieron de medio de deslizamiento, quedaron estiradas y laminadas, y fueron luego recubiertas de acarreo cretáceo.

Las capas separadas bajo las designaciones c) y d) en el corte de San Pedro no poseen en sí mismas ningún resto de organismo susceptible de datación. Sin embargo, encajan igualmente en el t. I, puesto que las cuarcitas suprayacentes c), contienen en los lentejones calizos una asociación de braquiópodos rica en individuos con *Hysterolites (Acrospirifer) bouchardii* Murchison (Fr. Radig, 1958, p. 70, y 1962, p. 263). En la Playa de Carranques de Perlora, situada poco más al Este, se encuentra, en unidades equivalentes, una hilada coralina de un metro de grosor con 7 especies del género *Charactophyllum* Simpson, *Disphyllum* De Fromentel, *Breviphyllum* Stumm, y *Tabulophyllum* Soshkina. G. Altevogt (1963), que estudió esta fauna, atribuyó los lechos que la contienen al Frasnense más alto. En Asturias oriental, en la región de Llanes, descubrí recientemente una fauna de braquiópodos en situación estratigráfica equivalente (F. Radig, en impresión). En León y Palencia, en la vertiente S. de las cadenas astures, se conocen de tiempo atrás fósiles isocronos procedentes de la arenisca de Necedo (P. Compte, 1960, p. 301). En la Sierra del Brezo (Palencia), también contiene cuarcitas el Devoniano Superior bajo, como en San Pedro (J. Kanis, 1960, p. 121). Las capas clásticas c) hasta e) (para cuyo conjunto propuse el nombre de «Arenisca de Piñeres», por la localidad tipo de esta fauna frasnense, desconocida hasta entonces en Asturias), son objeto en la Hoja del nuevo «Mapa Geológico de Asturias» 1:25.000 de distinta interpretación. En el mapa, las areniscas basales con ferrúgine son atribuidas al Gedianense y las cuarcitas fosilíferas al Ordovicense más bajo. Parece que el motivo para tales atribuciones resida en convergencias petrográficas respecto a la Capa de Furada y las cuarcitas armoricanas.

El estrato f) del perfil de la costa en San Pedro se compone de rocas silíceas finamente banqueadas sin macrofauna. Se presentan líticas y tipos pétreos afines en León, en Palencia y en los Pirineos, con amplio ámbito de repartición. Han sido relacionadas con un vulcanismo simultáneo que también dio origen a mineralizaciones en hierro y manganeso (A. Ovracht, conferencia 1962, referencia en F. Radig, 1963, p. 131). Fue posible su situación cronológico-estratigráfica en diversas localidades, ya que en algunos, aunque raros casos, se vieron englobadas en calizas nudosas fosilíferas del Viséense. Su datación fue posible mediante conodontos en La Uña, en la parte septentrional de la provincia de León (H. A. van Aelrichem-Boogaert, etc., 1963, p. 131), y en la zona de Porma-Bernesga mediante goniátites (R. H. Wagner, 1963, p. 10). En la primera de las localidades citadas, las rocas silíceas en consideración tienen debajo rocas silíceas del Visé, y en el segundo, calizas nudosas del Visé medio.

Hasta ahora se conocen muy pocas localidades en Asturias en que se citen rocas silíceas del Carbonífero. En el corte del Naranco, al N. de Oviedo, hay cosedimentados con los «mármoles griottos» («Marbre griotte») (3), del Visense superior, nódulos silicáticos. En la costa de Asturias occidental se presentan líticas como cantos de acarreo postvariscicos en el Estefanense de la Punta del Cuerno (W. Jaritz, 1958, p. 61). Hay que pensar que este material, así como las rocas silíceas de 60 m. de espesor dadas a conocer recientemente por W. Riemer (1963, p. 282), en la parte septentrional de la provincia de Lugo, habría de ser atribuido a las fases volcánicas exhalativas del Visense, correspondientes a la misma época en toda Europa occidental y en Africa septentrional.

La unidad anexa por su cubriente *g*), constituida por una secuencia de unos pocos decímetros de calizas rojizas de goniátites, representa el mármol grioto, tan bien conocido en la región cántabro-astur. En Asturias está señalado en infinidad de manifestaciones y no comienza allí nunca antes del Visense superior (J. Kullmann, 1963, p. 315). Contiene una rica fauna de ammonites (J. Kullmann, 1961, p. 245 y 1963, p. 316), además de conodontos bien conservados (A. C. Higgins, 1962). En las provincias de León y Palencia, en la vertiente S. de la cadena, el Visense inferior está representado por la misma facies.

En el perfil de la Playa de San Pedro, el contacto con la unidad inmediatamente superior *h*) no es muy nítido, como consecuencia de fenómenos tectónicos. Pero sólo tres kilómetros más allá de San Pedro, en el flanco sureste del sinclinal de Perlora, se puede estudiar magníficamente (F. Radig, 1962, fig. 2). Por consiguiente, es factible la integración de los resultados de Perlora en la serie de San Pedro. En la Playa de Carranques, e inmediatamente al techo de los mármoles griottos de 24 metros de espesor, con el típico color rosa carne, se observa una alternancia de calizas y margas de color predominantemente gris. Constituye, desde un punto de vista petrográfico, el tránsito entre las calizas nudosas rojas de goniátites del yacente, con el que comparte su estratificación, y las masivas calizas grises al techo. Procedente de un nivel de margocalizas amarillas y rojas pálidas, existente a unos cinco metros sobre la base de aquellas capas intercalares, tenemos una fauna de goniátites, crinoides, braquiópodos y trilobites, relativamente rica (F. Radig, 1958, p. 75). Los ammonites procedentes de esa localidad fueron objeto de un minucioso estudio por parte de J. Kullmann. Colocó la fauna en la parte más alta del tramo de *Eumorphoceras* del Namurensis A (J. Kullmann, 1962, p. 266). Se ha dado a conocer en los últimos tiempos la presencia de asociaciones de goniátites proceden-

(3) Véase J. KULLMAN, 1963, p. 316, nota 31 de pie de página, para unas observaciones referentes a la designación «mármol griotto».

tes de muchos otros puntos de la región cántabro-astur (véase J. Kullmann, 1962; R. H. Wagner, 1963; C. H. T. Wagner-Gentis, 1963).

En las capas *h*), adyacentes, las «Calizas de los Cañones» (Caliza de Montaña), como se denominan generalmente desde que C. Barrois las designó así (1882), faltan en la Playa de San Pedro fósiles susceptibles de datación, como por lo general ocurre también en toda su amplia área de distribución. Sólo ocasionalmente se encuentran braquiópodos (G. Delepine, 1937, p. 149) y fusulinas (A. C. van Ginkel, 1960) en la parte alta. La Caliza de los Cañones mide 110 m. en San Pedro. En su amplia zona de representación varían los espesores extraordinariamente y, en la parte oriental de Asturias, en la zona de los Picos de Europa, pueden alcanzar valores diez veces mayores. Su límite inferior se dispone, en sentido stratigráfico, más o menos horizontal. Su límite superior, por el contrario, no ofrece ninguna huella temporal de coetaneidad general; la sedimentación de las masivas calizas tuvo, por consiguiente, diversas duraciones en las diferentes áreas. Puesto que hasta ahora aún no se estudiado en detalle las normas de la sedimentación de las Calizas de los Cañones para todo su conjunto de manifestaciones, no es factible practicar interpolaciones de coetaneidad para grandes distancias. En cada caso es preciso buscar los criterios de edad para la subdivisión de dichas calizas, y sólo la integración de los resultados hará posible la síntesis de los procesos geológicos para todo el ámbito. Lo único que podemos decir, generalizando, es que hasta ahora en ningún sitio de España septentrional ha sido posible atribuir una edad *exacta* para su límite superior. Como, según veremos en seguida con mayor detalle, la serie adyacente por encima, en San Pedro, que es predominantemente clástica, puede ser subdividida y datada en parte, se obtiene también un criterio de edad para la Caliza de los Cañones, al menos aproximado.

La capa *i*) del corte se compone de una serie alternante de areniscas y pizarras, con bancos aislados de caliza. Es considerada como Westfaliense A dudoso en la Hoja 2 del Mapa Geológico de Asturias, y como Namurensis superior o Westfaliense más bajo en el texto correspondiente (N. Llopis Lladó, 1961, p. 286). Los hallazgos de goniátites que hemos mencionado en la página 155, dieron los siguientes resultados stratigráficos: en el material recogido por mí en el 1956 se encuentran *Reticuloceras?* sp. y *Proshumardites* (*Proshumardites*), cf. *Karpinskii* Rauz-Tschern, que sugieren el tramo de *Reticuloceras* (R1) (J. Kullmann, 1962, p. 267). El nuevo hallazgo de 1962, fue clasificado por J. Chalard como *Reticuloceras pauciremulatum* Bisat y Hudson, y también se atribuye al tramo inferior de *Reticuloceras* (A. Bouroz, 1962, p. 1.969).

Los bancos calizos intercalados en la serie fueron examinados recientemente por el Dr. W. Ziegler, de Krefeld, en busca de conodontos, desgraciadamente sin éxito.

Poco más al NO. del punto donde fueron encontrados los goniatites, bajo la capillita de San Pedro, el Carbonífero, que buza intensamente hacia el NO., queda tajado por el Cretáceo transgresivo.

#### IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Según se ve por el estudio de las investigaciones realizadas, es posible una buena datación del corte de la bahía de San Pedro, al menos en la mayor parte de los puntos. La parte visible comienza con calizas masivas del Givetense; la sedimentación de carbonatos alcanza hasta las calizas de Candás superiores, que si bien están tectónicamente afectadas en San Pedro, en la inmediata vecindad están puestas de manifiesto en diversos puntos, y llegan al Frasnense. La serie arenoso-calcítica adyacente, con 76 m. de espesor, corresponde por entero igualmente al to I (4). Después tiene lugar un fallo sedimentario, que alcanza desde el Famennense hasta el Viseense. Tal hiato, con mayor o menor amplitud, entre el Devoniano y el Carbonífero, es normal en toda la Península Ibérica (J. Carrington Da Costa, 1954, página 207), como también ocurre en la vecina Francia (G. Delépine, 1937, páginas 145 y 147). F. Lotze (1945, p. 79) señala, como característica de su Zona Cantábrica, que los cortes devonianos se hacen cada vez más discontinuos hacia el NE. Pude determinar la existencia de una interrupción en la sedimentación, del mismo alcance exactamente que la de San Pedro, en Santiuste de Llanes, en Asturias oriental (F. Radig, en prensa).

Sólo en dos localidades españolas se conoce hasta ahora una sedimentación continua, en su conjunto, para la época Devoniano Superior-Carbonífero Inferior. En Unquera, en la zona limítrofe entre Oviedo y Santander, ve F. Lotze (1957, pp. 467-468), en la serie de Tina, el equivalente de las capas de transición del Devoniano Superior al Carbonífero Inferior. Y W. Ziegler (1959, p. 301) pudo demostrar, por medio de conodontos, en el valle del Noguera Pallaresa al Sur de Sort, en la región pirenaica, la presencia del Tournaisense en facies caliza.

La sedimentación del Carbonífero comenzó en San Pedro con las calizas silíceas, que no habían comenzado a sedimentarse antes del Viseense medio. Pertenecen, con la máxima probabilidad, junto con los mármoles griotos suprayacentes, en el Viseense superior más alto. La masiva Caliza de los Cañones se inicia en, o sobre, el tramo de *Eumorphocras* (5). La próxima asignación temporal corresponde a los ammonites del tramo más bajo de

(4) Antes había surgido la sospecha de que las areniscas de Piñeres pudieran representar todavía parte del Famennense.

(5) Las capas intercalares fósilíferas de Perlorá, ver pág. 157, se deben asignar, lo más pronto, a la unidad petrolífera de las calizas rojas de goniatites infrayacentes.

*Reticulocras* dentro de la serie a su techo. El límite entre las unidades estratigráficas *h*) e *i*) de San Pedro no se puede establecer, por consiguiente, con exactitud en la escala de tiempos. El paso de sedimentación carbonatada a predominantemente clástica podría haber tenido lugar en el límite entre los namurenses A y B. La Caliza de los Cañones (caliza de Montaña) tiene esencialmente edad *Homocras*. La serie estratigráfica devoniano-carbonífera de la Playa de San Pedro tiene importancia para el análisis de las conexiones y circunstancias estratigráficas y tectónicas de Asturias en razón de los siguientes hechos:

1. El corte de San Pedro yace en la zona de más completo desarrollo del Devoniano más alto de Asturias. Las unidades presentes allí aparecen, en la mayor parte de los sitios, en constitución aberrante, reducida, o faltan por completo.

2. La arenisca de Piñeres, del Devoniano superior, no admite datación *inequívoca*, aparte de la zona de la Playa de San Pedro, más que en Santiuste de Llanes.

3. Es en San Pedro donde, por primera vez en Asturias, se observó la presencia de rocas silíceas de cierta potencia en el Carbonífero inferior, que fue posible situar en el Viseense más alto, con gran probabilidad, mediante comparación con otros afloramientos de las cadenas cántabras.

4. La fauna de ammonites de tramo inferior de *Reticulocras*, procedente de la parte más alta del corte, ha quedado sin par hasta ahora en la región cántabro-astur (J. Kullman, 1962, p. 32). Tiene su contrapartida en la fauna de Cala Calderé en Menorca (O. H. Schindewolf, 1958).

#### V. RESEÑA DE LA BIBLIOGRAFÍA

- ADARO, E. & JUNQUERA, G.: *Criaderos de hierro de España. II. Criaderos de Asturias*. «Mem. Inst. geol. min. España», 27, 677 S., 10, taf., Madrid, 1916.
- ADRIEHEM BOGAERT, H., VAN BREIMER, A., KRANS, T. F. & SIERP, N.: *A new stratigraphic interpretation of Paleozoic sections in the region between San Isidro Pass and Parua Pass (Province of León, Spain)*. «Notas Comm. Inst. geol. min. España», 70, 131-135, 1 Abb., Madrid, 1963.
- ALMEIDA, A.; GARCÍA-FRANCO, S. & RÍOS, J. M.: *Mapa geológico de España 1:50.000. Explicación de la Hoja núm. 52 Proaza (Asturias)*. «Inst. geol. min. España», 264, 77 S., 240, Abb., Madrid, 1956.
- & RÍOS, J. M.: *Investigación del Hullero bajo los terrenos mesozoicos de la Costa Cantábrica (zona de Oviedo-Gijón-Villacioba Infiesto)*. Empresa nac. «Adaro», Invest. min., 171 S., 240, Abb., 7 Festsat., 1 Kt., Madrid, 1962.
- ALDVOGHT, G.: *Die oberdevonischen rugosen Korallen von der asturischen Küste (Cabo Peñas, Nordspanien)*. «N. Jb. Geol. Paläont. Abh», 117 (Festband Lotze), 9-38, 11 Abb., taf. 1-3, Stuttgart, 1963.
- BARRIOS, C.: *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*. «Mém. Soc. geol. Nord», 2, 630 S., 20 taf., Lille 1882.

- BOUROZ, A.: *Sur la présence de Reticuloceras paucirenulatum Bisat e Hudson dans le Carbonifère du Nord de la province des Asturies (Espagne)*. «C. R. Acad. Sci.», 255, 1968-1970. Paris, 1962.
- CARRINGTON DA COSTA, J.: *Les mouvements calédoniens et prémonitones hercyniens dans la Péninsule Iberique*. «Congr. géol. internat. C. R.», 19. Sés. Alger 1952. Sect. 13. 14. 201-210, Algert, 1954.
- COMTE, P.: *Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère cantabrique*. «Mem. Insti. geol. min. España», 60. 440 S., 5 Abb., 6 tab., 3 taf., Madrid, 1960.
- DELÉPINE, G.: *Le Carbonifère du Sud de la France (Pyrénées et Montagne Noire) et du nord-ouest de l'Espagne (Asturies)*. «C. R.», II. Congr. Surtigr. Carbon. Heerlen 1935. 1. 139-158, 1 Abb., Maestrich 1937.
- GINKEL, A. C. VAN: *The Casavegas section and its fusulinid fauna*. «Leidse geol. Meded.», 24, tl. 2. 705-720, 5 Abb., 2 Diagr., Leiden 1960.
- HIGGINS, A. C.: *Conodonts from the «Griotte» limestone of north west Spain*. «Notas Comun. Inst. geol. min. España», 65. 5-22 33. Abb., Madrid, 1962.
- JARITZ, W.: *Stratigraphie, Magmatismus und Tektonik der kantabrischen Küste im asturisch-galizischen Grenzgebiet*. «Diss. math-naturwiss. Fak. Univer. Münster, 1958.
- JULIVERT, M.: *Estudio geológico de la cuenca de Beleño, Valles altos del Sella, Ponga, Nalón y Esla, de la Cordillera Cantábrica*. «Bol. Inst. geol. min. España», 71, 1-346. 72 Abb., 17 Fig., 1 Madrid, 1960.
- KANIS, J.: *Investigaciones geológicas en la zona oriental de la Sierra del Prezo*. «Estu. geol.», 16. 109-156, taf. 1 3,3 tab., Madrid 1960.
- KRYLATON, S.: *Note préliminaire sur les jaspes diamantifères des Pyrénées et leur cortège*. «C. R. Soc. géol. France», 1963, H. 5. 165-166. Paris, 1963.
- KULLMANN, J.: *Die Goniatiten des Unterkarbons im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien)*. I. *Stratigraphie, Paläontologie der U. O. Goniatina Hyatt*. «N. Jb. Geol. Paläont. bh.», 113, H. 3. 219-326, 12 Abb., taf. 19-23, Stuttgart, 1961.
- — —: *Die Goniatiten der Namur-Stufe (Oberkarbon) im Kantabrischen Gebirge Nordspanien*. «Abh. Akad. Wiss. Lit. Mainz mat.-naturw. Kl.», 1962, N. 6. 119 S., 17 Abb., 7 Taf., Wiesbaden, 1962.
- — —: *Die Goniatiten des Unterkarbons im Kantabrischen Gebirge (Nordspanien)*. II. *Paläontologie der U. O. Prolecanitina Miller & Furnih. Die Altersstellung der Faunen*. «N. Jb. Geol. Paläont. Abh.», 116, H. 3. 269-324, 11 Abb., 1 tab., 17-20, Stuttgart 1963.
- LIOPIS LLADÓ, N. (Herausgeber): *Lexique stratigraphique international*. Vol. I. Europe, fasc. 10a. Espagne. 96 S., Paris (Centre National de la Recherche Scientifique) 1958.
- — —: *Estudio geológico de la región del Cabo de Peñas (Asturias)*. «Bol. Inst. geol. min. España», 72. 233-348, 22 Abb., 10 Taf., 2 Kt., Madrid, 1961.
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. «Geotekton. Forsch.», 6. 78-92, 1 Abb., Berlin-Zehlendorf, 1945.
- — —: *Zum Alter nordwestspanischer Quarzite Sandstein-Folgen*. «N. Jb. Geol. Paläont. Mh.», 1957, H. 10. 464-477, Stuttgart, 1957.
- MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: *Estudio geológico del reborde oriental de la cuenca carbonífera Asturias*. «Inst. Estud. astr.», 229 S., 35 Abb., 25 Taf., 1 Kt., Oviedo, 1962.
- RADIG, F.: *Stratigraphie und Tektonik der asturischen Küste zwischen San Esteban de Pravia und dem Cabo de Torres (Prov. Oviedo, Nordspanien)*. «Diss. math-naturwiss. Fak. Univ. Münster. 136 S., 55 Abb., 2 Tab., 2 Kt., Münster, 1958.
- — —: *Zur Stratigraphie des Devons in Asturien (Nordspanien)*. «Geol. Rodsch.», 51 (1961), H. 1. 249-267, 7 Abb., 2 Taf., Stuttgart, 1962.
- — —: *I. Reunión Nacional de Geología. Bericht über die Vorträge und Exkursionen anlässlich des 1. spanischen Geologen Kongresses vom 15. bis 27. Juli 1962 in Oviedo*. «Zf. Geol. Paläont.», 1962, 11. 1. 568 bis 585, Stuttgart, 1963.

- — —: *Eine Oberdevon Fauna aus dem östlichen Asturien (Spanien) und ihre geologische Bedeutung*. «Z. dt. geol. Ges.», 155, im Druck.
- RIEMER, W.: *Entwicklung des Paläozoikums in der südlichen Provinz Lugo (Spanien)*. «N. Jb. Geol. Paläont. Abh.», 117 (Festband Lotze), 273-285, 2 Abb., Taf. 17-19, Stuttgart, 1963.
- SCHINDEWOLF, O. H.: *Über eine Namur-Fauna von Menorca*. «N. Jb. Geol. Paläont. Mh.», 1958, H. 1. 1-8, 9 Abb., Stuttgart 1958.
- WAGNER, R. H.: *A general account of the Paleozoic Rocks between the rivers Porma und Bernesga León, (NW-Spain)*. «Bol. Inst. geol. min. España», 74, 1-161\*, 20 Abb. (z. T. auf Taf.), 3 Prof.-Taf., 1. Kt., Madrid, 1963.
- WAGNER-GENTIS, C. H. T.: *Lower Namurian goniatites from the Griotte limestone of the cantabric mountain chain*. «Notas Comun. Inst. geol. min. España», 69, 5-42, 8 Taf., Madrid, 1963.
- ZIEGLER, W.: *Conodonten aus Devon und Karbon Süddeutschlands und Bemerkungen zur bretonischen Faltung*. «N. Jb. Geol. Paläont. Mh.», 1959, H. 7. 280-309, 3 Abb., 2 Tab., Stuttgart, 1959.
- Recibido el 29-IX 1964.

PIERRE GRESSE

ROLE DU CONTINENT DANS LA SEDIMENTATION FLUVIATILE  
ET COTIERE DE LA PROVINCE DE BARCELONA  
(PREMIERES OBSERVATIONS)

Le but d'un tel travail est de proposer aux géologues un exemple précis d'étude des différents mécanismes de sédimentation côtière. Le géologue qui étudie les strates fossilisées d'un bassin, véritable réceptacle de matériel, est amené continuellement à s'interroger sur la nature du continent d'où proviennent les particules détritiques qu'il analyse; la nature de ce continent lui échappe, car les sédiments les plus révélateurs de la bordure continentale, soumis à l'érosion, sont rarement rencontrés à l'état de couches fossilisées.

L'étude proposée ici, a pour objet de montrer la constitution sédimentologique d'une région côtière allant d'Arenys de Mar à Villanueva y Geltru (\*) sur la côte méditerranéenne.

Nous avons choisi cette région du fait de la proximité du grand massif pyrénéen, de la présence de masses granitiques formant escarpement sur la mer et surtout du climat relativement sec de ces régions qui entrave le développement d'un manteau végétal trop important et permet ainsi à l'érosion de jouer pleinement. Les produits du démantèlement ou les dépôts peu consolidés seront soumis à l'action dynamique des crues rares, mais brutales, des fleuves du type pluvial méditerranéen et aussi à celle des coulées de boue des petits oueds (10) dont le rôle, bien qu'intermittent, est localement considérable.

ANALYSE DES MINERAUX LOURDS

Les sables fluviaux étudiés proviennent aussi bien des lits que des berges des cours d'eau; il est évident que, dans ces conditions, la granulométrie est variable et son influence ne doit pas être négligée dans la répartition des espèces minérales. Par contre, les sables du littoral ici analysés ont tous été prélevés à la limite du déferlement des vagues, c'est à dire dans la zone un peu inférieure à la microfalaïse qui caractérise les plages méditerranéennes, cette zone bien qu'échappant le plus souvent, à l'action directe du

(\*) L'étude sera ultérieurement poursuivie vers le Sud jusqu'à Tarragona.

*scasch* et du *back-scasch* est soumise cependant au transport à chaque vague un peu forte ainsi que l'ont très bien vu Hours, Nesteroff et Romanowsky (7) grâce à l'observation de la dispersion de grains de verre radioactifs et teintés au bleu de cobalt. Dans un tel lieu, les prélèvements présentent l'avantage d'être tous homogènes et comparables entre eux ce qui n'est pas toujours le cas de la zone de déferlement proprement dite.

#### MORPHOSCOPIE

Il se trouve que plusieurs points de la zone envisagée ont fait l'objet d'études morphoscopiques des quartz par Cailleux et figurent comme analyses de référence dans son traité: «Initiation à l'étude des sables et des galets» (4). Quel que soit le lieu du prélèvement et ses conditions de dépôt, la proportion des grains non-usés s'est révélée (dans les dimensions voisines de 300 microns) proche de 90 %, quelques *émoussés-luisants* figurent dans les plus grossières et quelques très rares *ronds-mats* salis sont présents épisodiquement.

Ces observations, concernant les quartz, s'avèrent tout aussi valables pour les minéraux lourds qui sont tous très frais; leur remaniement a dû être assez bref, ce qui nous autorise à espérer retrouver leur source originelle aussi bien pour la sédimentation actuelle que pour celle du Tertiaire dont les minéraux ne sont encore que mal connus, mais constituent une part importante des minéraux que nous avons analysés ici. Indépendamment des formations lacustres et continentales, les transgressions marines de la fin du Tertiaire ont permis les dépôts d'une mer Méditerranée dont les capacités d'usure étaient aussi limitées que celle d'aujourd'hui.

Enfin, quelques très rares minéraux arrondis permettent de conclure à une très faible contribution de roches anciennes de genèse différente telles que celles du Trias.

#### DESCRIPTION DES ESPÈCES MINÉRALES LE PLUS FRÉQUEMMENT RENCONTRÉES

##### *L'andaloussite.*

C'est le minéral le plus abondant du cortège; de très nombreux individus possèdent le pléochroïsme rouge et des taches charbonneuses caractéristiques; il est beaucoup plus fréquent dans les fractions grossières que dans les fractions fines.

##### *Le grenat.*

Si le grossulaire est l'espèce la plus abondante, l'almandin, ainsi que des variétés de grenats jaunes ou oranges ont été très souvent rencontrés. De tels minéraux n'ont pas été signalés jusqu'ici dans les produits du démantèlement pyrénéen (8); ils caractérisent assez bien cette zone de la chaîne catalane.

##### *La hornblende.*

Elle est presque toujours du type vert et sa teinte s'assombrit parfois du fait de son altération; certains grains permettent d'observer le passage de la hornblende à la biotite ou à la chlorite.

##### *L'épidote.*

Il se présente sous deux aspects: soit des grains assez informes, produits d'altération de pyroxènes ou d'ouraltisation des feldspaths, soit des grains prismatiques à extinction caractéristique à 5°.

##### *La tourmaline.*

Contrairement à la plupart des sables où ce minéral se montre sous des habitus variés, il est ici représenté pratiquement par un seul type: la variété ferro-magnésienne brune, les indicolites étant extrêmement rares. Comme les autres minéraux, il ne présente aucune trace d'usure et, dans cette région, ne peut être considéré comme un minéral ubiquiste, indice d'apports de terrains anciens. Seuls quelques très rares grains sphériques font exception et nous rappellent la présence voisine de massifs triasiques, lesquels, sinon de nos jours du moins au Tertiaire, ont subi une légère érosion.

##### *Le zircon.*

Les remarques valables pour la tourmaline, le sont pour le zircon qui ne représente nullement un cortège ancien; les minéraux rencontrés sont en majorité du type allongé et non usé décrit par Berthois (2).

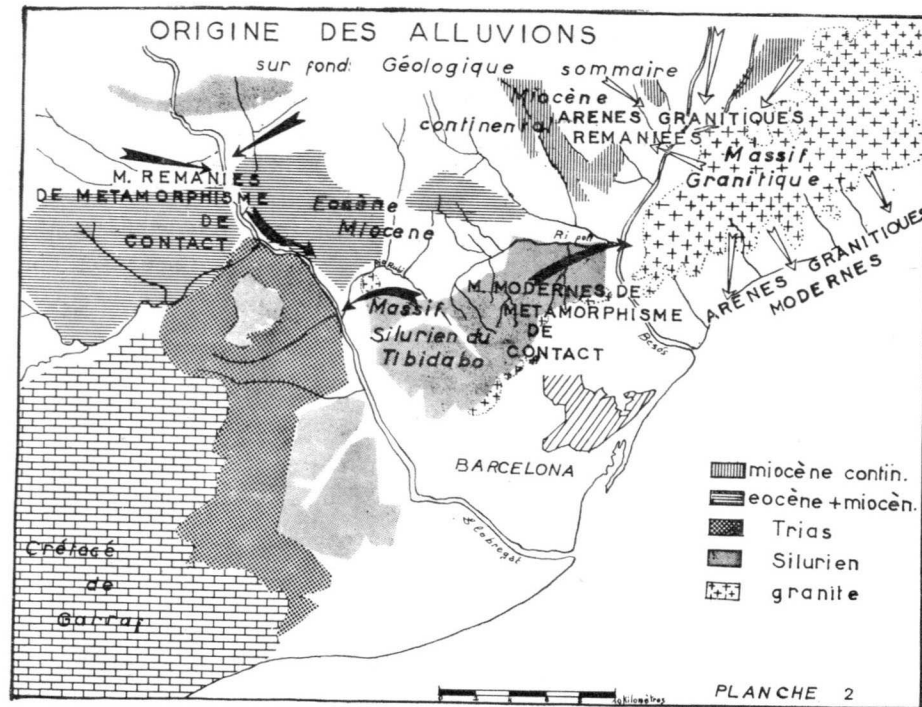


— L'influence du cours amont du Besós se traduit par des pourcentages encore élevés d'amphiboles; en revanche les épidotes sont beaucoup moins abondantes.

Cette station aval est donc le produit mixte de l'association de deux sources minéralogiques très différentes.

d) *Conclusions partielles sur le mécanisme des apports de minéraux lourds*  
(Planche 2)

Il est évident que les apports du bassin du Llobregat sont dominés par la contribution massive des différentes formations rouges conglomératiques qui



constituent un ensemble lacustre ou continental s'étageant de l'éocène moyen au pliocène sans qu'on puisse souvent trouver la transition entre ces périodes.

Quelques études des cortèges de ces dépôts ont donné les résultats suivants :

*Pliocène.*

— Andalousites, 53 %; grenats, 16 %; épidotes, 8 %; tourmalines, 11 %; zircons, 4 %; amphiboles, 4 %; sillimanite, 3 %.

*Miocène.*

— Andalousites, 55 %; grenats, 20 %; épidotes, 12 %; tourmalines, 10 %; zircons, 2 %; sillimanites, 1 %.

Le *Quaternaire continental* étudié par Mme Virgili (16) a surtout livré andalousites et sillimanites.

L'*Eocène moyen*, seul, a présenté une certaine originalité: zircons, 25,2 %; sphènes, 14,2 %; épidotes, 14,2 %; tourmalines, 11,7 %; staurotides, 6,7 %; andalousite, 5 %.

De telles analyses, bien que très fragmentaires (car n'étant pas l'objet de notre travail), indiquent des déversements analogues pour la majorité du Tertiaire catalan et explique en partie la monotonie des constituants minéralogiques des alluvions du Llobregat.

Par contre, le cours du Besós qui traverse moins de formations tertiaires sera soumis à des apports plus directs qui bouleverseront la nature de ses dépôts; d'autant que le démantèlement quaternaire sera plus réduit si l'on considère que ce fleuve possède des terrasses moins importantes que celles du Llobregat (12).

Le phénomène majeur de la sédimentation du Besós est l'apport minéralogique du Ripoll, semblable à celui du Llobregat, or, systématiquement, le Rio Rubí se manifeste dans ce Llobregat par une augmentation légère des staurotides et des épidotes (minéraux de métamorphisme). Les bassins de ces deux affluents descendent du Massif du Tibidabo, riche en divers faciès siluriens métamorphisés par la terminaison du batholite granitique. Il s'agit d'une zone où le métamorphisme de contact est particulièrement important et varié, et qui est à l'origine des apports du Ripoll et du Rio Rubí, fleuves au débit très irrégulier, mais dont la compétence peut être considérable ainsi que l'ont montré les tragiques événements de 1961.

Lorsqu'on considère la composition des alluvions du Llobregat et celle des sédiments tertiaires, on peut penser par analogie, que s'est à des massifs siluriens métamorphisés par le granite, très fréquents dans la région, que se sont alimentés les déversements de la fin du Tertiaire. Le Rio Rubí n'a fait que «rajeunir et purifier» localement le cortège *métamorphisme de contact catalan* altéré et remanié du Llobregat.



Les alluvions du Rio Besós apparaissent dans le cours supérieur étudié essentiellement d'origine granitique ainsi que le montre leur richesse en amphiboles et en épidotes, comme il en est le cas des arènes granitiques de la Costa Brava.

Les forts pourcentages en épidotes de la zone amont devant être expliqués par l'origine plus ancienne des matériaux, à travers les érosions quaternaires ou pliocènes, certains minéraux (feldspaths, pyroxènes, amphiboles) ont été soumis à des altérations que n'ont pas encore subi les arènes actuelles des plages. Dans ces arènes actuelles, l'épidote existe le plus souvent à l'état prismatique; il s'agit alors de gîtes localisés en certains points des auréoles de métamorphismes de contact signalées par Maïer.

Enfin, bien qu'il apparaisse que la plus grosse partie du matériel étudié provienne de la chaîne catalane, une contribution pyrénéenne, même faible, ne peut être écartée, en particulier en ce qui concerne les dépôts paléogènes marins. C'est pourquoi l'absence totale du disthène présente un intérêt particulier: il est en effet admis (14) que l'association disthène-staurotide caractérise les apports du Massif Central français (métamorphisme général) dans le Bassin d'Aquitaine, la staurotide étant alors usée et érodée (faciès vermiculaire). Cependant, la présence dans le sud du Bassin d'Aquitaine de staurotides fraîches en éclat anguleux conduit à les rattacher aux déversements pyrénéens. Cela apparaît confirmé par la présence généralisée de ces staurotides non usées et surtout non accompagnées de disthènes, dans ces alluvions catalanes.

#### ANALYSE DES GALETS

##### *Morphométrie*

Contrairement aux minéraux lourds, les galets des alluvions du Llobregat et du Besós présentent des indices d'éroussé fort élevés qui nous indiquent un assez long remaniement. On peut déjà penser que leur origine première est très différente des minéraux lourds, même s'ils proviennent ici, en forte partie, des conglomérats tertiaires. A cet égard, la présence de galets de grès triasique est significative quand on connaît la très faible contribution du Trias au cortège minéralogique. Cet éroussé a été acquis lors d'un parcours prolongé dans l'espace, mais aussi dans le temps, car il s'agit d'individus empruntés à des assises fort anciennes.

##### *Étude comparée du Llobregat et du Besós*

Puisque les terrains qui affleurent en bordure des fleuves n'ont pu fournir de tels galets, sinon à l'état remanié, la monotonie des ensembles observés

est lobique: elle est plus nette dans le Llobregat qui traverse ces conglomérats tertiaires et quaternaires que dans le Besós, plus directement soumis à des apports de terrains variés.

Dans le Llobregat, on trouve par ordre d'importance décroissante (\*): silex, quartz, grès fins, et grossiers du Trias, schistes lustrés, rhyolites, schistes noirs, quartzites et grès.

D'amont en aval, les proportions demeurent constantes, sauf en ce qui concerne les rhyolites et les schistes lustrés. Les galets de rhyolites sont caractéristiques du Llobregat et proviennent d'un massif très amont du fleuve: ils diminuent progressivement vers l'aval et sont totalement absents du lit du Besós. Les schistes lustrés apparaissent brutalement dans la station médiane voisine du confluent avec l'affluent Rio Rubí.

Dans le Besós, les galets d'origine variée sont plus abondants et font diminuer les pourcentages relatifs des galets les plus communs: silex, quartz et grès triasique; le cortège, par fréquence décroissante, y est le suivant: silex, quartz, grès fins et grossiers triasiques, schistes lustrés, schistes noirs, schistes à andalousites, calcaire à alvéolines (presumé Lutétien), microgranites, coracennes, quartzites, et calcaires gréseux. Quelques éléments de granite et de sénéite sont présents, mais rares, car trop rapidement désagrégés en arènes.

Le fait le plus important sera l'apparition au confluent du Ripoll des schistes lustrés en forte proportion, comme il en était le cas du confluent du Rio Rubí pour le Llobregat. Ici, le phénomène est beaucoup plus net et met en relief l'individualité de cette zone tout aussi nettement que le cortège des minéraux lourds.

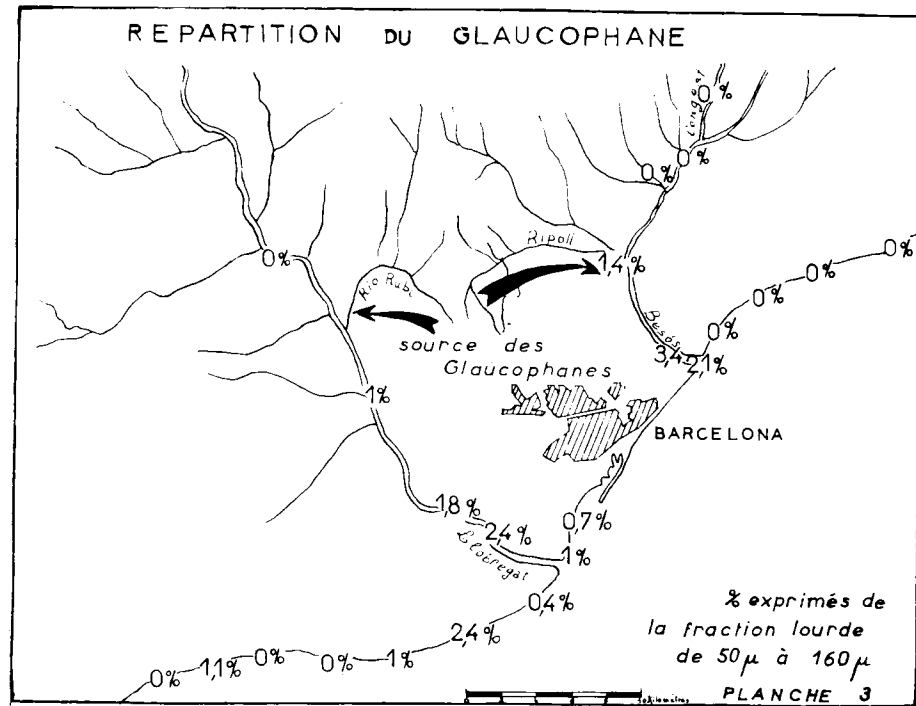
#### ANALYSES COMPLÉMENTAIRES DES ALLUVIONS ÉTUDIÉES

##### *Répartitions du glaucophane (planche 3)*

Le parallélisme établi entre le rôle des minéraux de métamorphisme de contact Silurien-granite dans les dépôts anciens et actuels, rend parfois délicate la distinction entre les deux héritages dans les cours des deux fleuves étudiés. C'est pourquoi l'observation d'un traceur différenciant les deux dépôts s'avère très utile: nous venons de signaler la présence de petits fragments de schistes lustrés dans les dépôts modernes issus du métamorphisme du Tibidabo, mais leur fragilité et leur dispersion facile en font un marqueur moins précieux que le glaucophane. Ce minéral, caractéristique des schistes métamorphiques (15), se trouve totalement absent non seulement des sédiments d'origine granitique, mais encore des alluvions du Llobregat et du Besós en

(\*) Les statistiques précises seront indiquées dans une publication ultérieure

amont respectivement des confluent avec le Rio Rubi et le Ripoll, soit qu'il n'existait pas dans les autres auréoles de contact, soit qu'il ait été trop dispersé. Le glaucophane n'est qu'un minéral accessoire, représenté par un nombre très restreint d'individus dans chaque lame : son interprétation m'apparaît de ce fait très hasardeuse. Cependant sa répartition très nette (ainsi que le montre la planche 3) dans les cours inférieurs des deux fleuves, ainsi que dans le domaine voisin des plages du delta, individualise les apports actuels du Tibidabo et les fluctuations de leur importance. On doit ainsi, lors des grandes crues, avoir une première approximation des rôles respectifs des cours amont des deux grands fleuves d'une part, et du Rio Rubi et du Ripoll d'autre part.

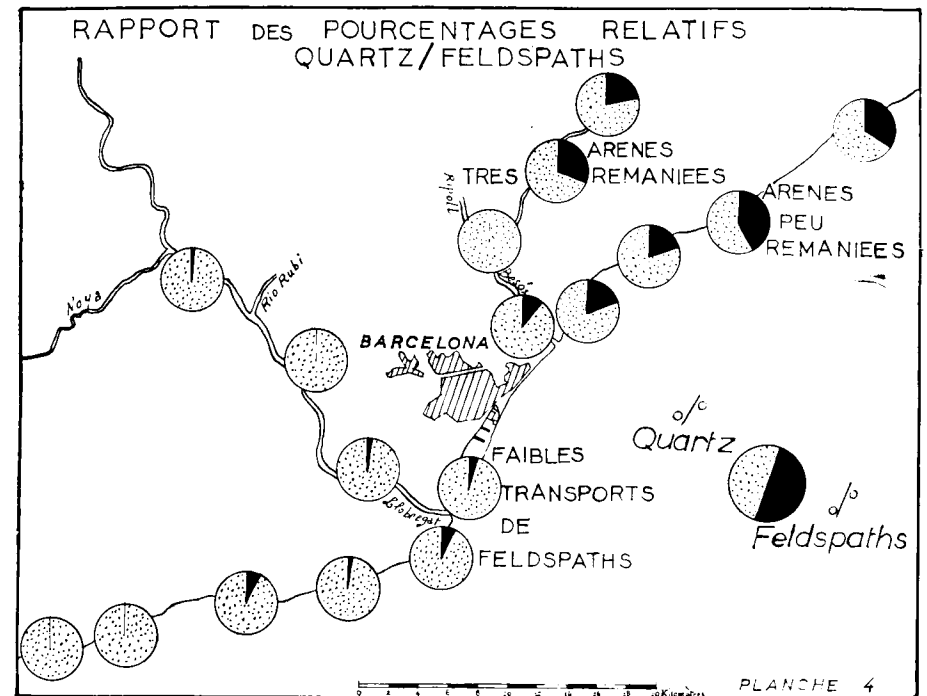


Répartition du feldspath (planche 4)

La répartition du feldspath est apparue comme un moyen commode de différencier les apports granitiques actuels, qui sont ceux par exemple des plages de la Costa Brava, des apports granitiques remaniés soit au Pliocène, soit au Quaternaire du cours supérieur (Congost) du Besòs. Dans ce dernier cas en effet, l'altération des feldspaths conduit à leur disparition partielle par divers procédés (transformation en épidotes par ouralitisation par exemple).

Après séparation au bromoforme, leur pourcentage relatif dans la fraction légère des sables sera ainsi moins abondante que dans les arènes actuelles. Nous avons procédé à un comptage des quartz et des feldspaths et figuré les résultats dans la planche 4. Afin d'éviter tout risque d'erreur de détermination dans une telle statistique, nous avons utilisé le chlorobenzène, liqueur d'indice voisin des feldspaths. Dans ce liquide, les quartz immergés apparaissent avec un relief appréciable tandis que les feldspaths ont très peu de reliefs et par suite de la dispersion du liquide apparaissent jaunâtres.

Les pourcentages les plus élevés sont situés sur la côte granitique : ceux



des cours amont du Besòs comme il était prévisible sont sensiblement plus faibles. De cette manière, un ruissellement intense provenant de la rive gauche granitique du Besòs, devrait être aisément décelé par un enrichissement en feldspaths non altérés.

A l'opposé, le Rio Rubi et le Ripoll sont totalement dépourvus de feldspaths tandis que le Llobregat en est fort pauvre.

La station aval du Besòs montre dans ce cas aussi une constitution mixte résultant des contributions antagonistes du Ripoll et du haut Besòs. Enfin, les faibles, mais notables proportions, enregistrées sur les plages du delta du Llobregat nous permettent déjà d'envisager un léger transport des sables côtiers du Nord vers le Sud.

## CONCLUSIONS

De cette étude sommaire, nous retiendrons essentiellement les éléments suivants: l'exemple de la sédimentation moderne que représente les alluvions du Rubi et du Ripoll permet d'établir une analogie entre les déversements actuels de la zone du métamorphisme de contact des schistes siluriens et du granite dans le massif du Tibidabo et ceux de la fin du Tertiaire qui provenaient certainement sinon du Tibidabo, du moins d'autres massifs métamorphiques semblables qui sont fréquents sur la carte géologique de la chaîne catalane.

L'étude des minéraux lourds et des galets nous permet d'aboutir à deux conclusions principales:

— Constatation d'une origine très locale du matériel étudié (actuel et fin III<sup>e</sup>), la contribution du massif catalan masquant ainsi celle du massif pyrénéen que cependant rien ne permet de nier dans cette esquisse trop schématique.

— Existence dans ce massif catalan de deux sources lithologiques dualistes: métamorphisme de contact Silurien-granite et arènes granitiques du Nord.

Nous émettons enfin une réserve sur ces résultats, car ils concernent un état statique du continent tel que nous l'avons trouvé en Janvier 1964. Or le régime fluvial catalan étant extrêmement irrégulier et soumis à des crues aussi imprévisibles que violentes, la nature des alluvions peut varier en liaison avec le rôle plus ou moins important d'un affluent particulier. Puchades (10) signale lors des crues du Besòs une coloration des eaux turbides en gris impliquant un transport d'origine schisteuse ou granitique ou en rouge provenant de la contribution des conglomérats tertiaires (plutôt que du Trias trop compacté). L'analyse donnée, ainsi que son interprétation, concerne cependant la résultante de plusieurs transports successifs où celui de 1961 joue certainement un grand rôle et une même étude faite après une inondation importante serait très fructueuse pour la compréhension du transport alluvionnaire de ces bassins.

CONSEQUENCES DE CES RÉSULTATS POUR LA SÉDIMENTOLOGIE  
DU LITTORAL MARITIME

L'analyse du transport côtier de ces régions et les problèmes qu'il pose doit faire l'objet d'une prochaine communication spéciale. Nous allons cependant indiquer ici au terme de cet article quelques uns des prolongements

immédiats de la sédimentation continentale dans la sédimentation marine afin de montrer les liens qui rattachent ces deux phénomènes.

Cette région du golfe du Lion est en effet caractérisée par un courant côtier NE-SW du à l'action de la houle. On peut en effet observer aisément l'obliquité de la direction des vagues par rapport à la ligne de rivage et les récentes crues catastrophiques ont permis de constater, grâce aux épaves flottantes, un transport littoral vers le Sud. Toutefois un tel courant côtier ne présuppose rien quant à la nature et à la direction des courants plus au large qui demeurent à déterminer. Nous avons indiqué les expériences de Hours, Nesteroff et Romanowsky (7) permettant de suivre le transport des sables littoraux grâce aux marqueurs radioactifs et colorés; l'intérêt de cette étude a été de mettre en évidence un déplacement préférentiel des particules fines qui étaient entraînées par les courants de houle alors que les plus grossières sont stockées sur le rivage. Si l'on considère la granulométrie très grossière des arènes granitiques de la Costa Brava, on est conduit à se poser les questions suivantes:

1) Un transport littoral des arènes vers le sud sera-t-il possible dans la zone de déferlement?

2) Est-ce que les deux unités minéralogiques des alluvions du Llobregat d'une part et du massif granitique d'autre part seront reconnaissables vers le sud de la côte?

3) Le delta du Llobregat étant bordé au sud par le massif calcaire crétacé de Garraf, aucun dépôt détritique d'origine directement continentale n'est envisageable dans cette zone. Dans ces conditions, quelle sera l'origine et le mécanisme de transport des sables des petites plages que l'on observe isolées dans les calanques?

Enfin la composition sédimentologique des dépôts côtiers étant bien définie, on est en droit d'attendre avec curiosité la répartition du matériel sur le plateau continental sous-marin et d'espérer expliquer avec un maximum de précision la genèse de son dépôt.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) ANDEL, T. J. H. VAN (1950): *Provenance, transport and deposition of Rhine Sediments* (Thèse Wageningen, 129 p.
- (2) BERTHOIS, L. (1925): *Recherches sur les Minéraux lourds des granites de la partie orientale du Massif Armorican* (Thèse, «Mém. Soc. Geol. Min. Bretagne».
- (3) BRAJNEKOV, B. (1944): *Sur l'importance de la granulométrie dans l'étude quantitative des minéraux lourds dans un sédiment*, «Bul. S. G. F.», 14, pp. 381-390.
- (4) CALLEUX, A., et TRICART, J. (1950): *Initiation à l'étude des sables et des galets*, C. D. U. Paris, V°.
- (5) DUPLAIX, S. (1956): *Formation meuble de la Gascogne et du Pays Basque*, «M. S. G. F.», numéro 77.

- (6) ERHARD, H. (1956): *La genèse des sols en tant que phénomène géologique*. Masson et Cie. Paris.
- (7) HOURS, R.; NESTEROFF, W. D.; ROMANOWSKY (1955): *Méthode d'étude de l'évolution des plages par traceurs radioactifs*. «Travaux du CREO», vol. 1, n.º 11.
- (8) GIRESE, P. (1963): *Étude de sédimentologie stratigraphique du Miocène profond de la bordure méridionale des Landes de Gascogne*. 130 pages, 40 planches. Thèse Université de Bordeaux.
- (9) PETTJOUN, F. J. (1955): *Mineral analysis of sediments. Recent marine sediments*. AAPG, pp. 592-615, fig. 1 à 7.
- (10) PUCHADES (1948): *El río Besòs, estudio monográfico de hidrología fluvial*. «Miscelánea Almera», segunda parte. Barcelona.
- (11) RITTEHOUSE, R. D. (1943): *Transportation and deposition of heavy minerals*. «Bull. Geol. Soc. Amer.», vol. 54, núm. 12, pp. 1275-80.
- (12) SOLÉ SABARIS (1963): *Ensayo de interpretación del cuaternario barcelonés*. «Miscelánea Barcinonensia», año II, núm. III.
- (13) VATAN (1947): *Le sédimentation continentale III dans le bassin de Paris méridional*. 215 p., 7 pl. Thèse Fac. Sc. Paris.
- (14) — (1948): *Rythmes de sédimentation en Aquitaine proc.* 18.º Congr. Geol. Int. Londres, pp. 74-82.
- (15) — (1949): *Etude pétrographique des matériaux sableux côtiers du Golfe du Lion entre le Cap Cerbère et l'embouchure du Rhône*. «Cong. Sed. et Quat. La Rochelle», pp. 147-156.
- (16) VIRGILI, C. (1960): *Estudio de los minerales pesados del cuaternario continental del litoral catalán*. «Anal. Edaf.», XIX, pp. 229-240, 6 figs. Madrid, 1960.

Recibido el 18-X-1964.

PIERRE FEUILLEE y JACQUES SIGAL (\*)

## PRESENCIA DE UN NIVEL CON *GLOBOTRUNCANA HELVETICA* BOLLI (TURONENSE) EN LA REGION VASCO-CANTABRICA

En el Norte de España, donde el Cretácico superior está representado por facies a veces muy diferentes, el Turonense presenta problemas difíciles. En el Norte de Castilla o de la provincia de Santander se observa en las series litorales un Turonense con Ammonites (1), pero la existencia de este piso en las series de facies flysch vasco-cantábricas no ha podido hasta ahora ser demostrada.

En el Coloquio sobre el Cretácico superior (2), se trató esta cuestión: ¿existe el Turonense, y existe en toda la depresión del flysch vasco? Atendiendo a la ausencia de macrofósiles, sólo un estudio micropaleontológico puede ser determinativo. Luego, las solas microfaunas señaladas encima del Cenomanense caracterizarían sobre todo el Senonense inferior (3). Sin embargo, G. Colom (4) había descrito en Estella formas que había atribuido a *Globotruncana helvetica*. Es ésta última especie la que hemos vuelto a buscar y recogido en numerosos puntos; esto nos permitió dar a conocer en la región

(\*) Traducción realizada por María Concepción López de Azcona. «C. R. Sem. des Seán. de la Soc. Geol. de France», fas. 5, pp. 201-202, 1964.

(1) CIRY, R. (1939): *Étude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, Leon et Santander*. «Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse», t. 74, 519 p., 74 fig., 15 pl., dont 1 carte au 200.000.—KARRENBERG, H. (1935): *Ammonitenfaunen aus der nordspanischen oberkreide*. «Paleontographica», Bd 82, pp. 125-161, 5 fig., pl. 30-33.—WJEDMANN, J. (1959): *Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes*. In Colloque sur le Crétacé sup., pp. 709-764. «C. R. Congr. Soc. Sav. Paris et Dépts.», Dijon.—FEUILLEE, P. (1963): *Ammonites du Cénomanién supérieur et du Turonien dans la province de Santander (Espagne)*. «C. R. Ac. Sc.», t. 256, pp. 974-976.

(2) RAT, P. (1959): *Aquitaine et Pyrénées au Crétacé supérieur*. Rapport III du Colloque sur le Crétacé supérieur, pp. 814-938. «C. R. Congr. Soc. Sav. Paris et Dépts.», Dijon.

(3) RAT, P. (1959): *Les pays crétacés basco-cantabriques*. «Publ. Univ. Dijon», t. 18, 525 p., 68 fig., 8 pl., 1 carte.—FEUILLEE, P. (1962): *Contribution à la connaissance du Crétacé moyen du Nord et de l'Ouest de la Navarre espagnole*. «Actes IVº Cong. Intern. Et. Pyréneennes» (à l'impression).—(1963): *La base du flysch «sud pyrénéen» (Navarre espagnole)*. «C. R. Ac. Sc.», t. 256, pp. 2640-2642.

(4) COLOM, G. (1952): *Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.», t. 44, pp. 258-344, 14 pl., 3 figs.

vasco-cantábrica la zona con *Gl. helvetica*, y llegar por consiguiente a resultados comparables a los obtenidos por J. Schwendimann (5) en Béarn, en la vertiente norte de los Pirineos.

#### I. SERIES EPICONTINENTALES DEL SUR VASCO-CANTÁBRICO (Límites cántabro-castellanos)

##### a) Región del Ebro.

En el flanco nor-oriental del anticlinal de Lalastra, encima del Cenomanense, afloran margas con prominencias calizas, compuestas en realidad de margas con *Globotruncana* alternando con bancos de calizas margosas con «Lagenas», se dividen en bloques más o menos redondeados; hemos distinguido:

1) Un nivel con gruesas Globigerinas, *Globotruncana cf. stephani* Gand. y *Gl. helvetica* Bolli, representando un Turonense bastante bajo.

2) Un nivel de calizas con «Lagenas» (*Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella* con las cuales se observa a veces *Globotruncana turbinata*), y margas con *Gl. turbinata* Mornod, *Gl. helvetica* Bolli, *Gl. renzi* Thalm. y Gand., *Gl. Sigali* Reichel, *Gl. schneegansi* Sigal, y grandes Globigerinas que pensamos representan el Turonense superior. Los medianos restos de Cefalópodos atribuibles a *Ascoceras* no proporcionaron precisiones mejores.

##### b) Región de los diapiros sur-cantábricos.

Una facies y una fauna idénticas se vuelven a encontrar en el borde del diapiros de Goyangos. Un poco por encima de las calizas cenomanenses, el Turonense superior parece estar caracterizado en los afloramientos del río Cerneja, en el pueblo de El Ribero, donde alternan prominencias calizas con «Lagenas» (*Stomiosphaera sphaerica*), *Rugoglobigerina*, y margas con *Globotruncana helvetica* Bolli, *Gl. sigali* Reichel, *Gl. turbinata* Mornod, *Gl. linnei* (D'Orb.) y *Gl. schneegansi* Sigal.

#### II. MARGAS DE LA BARRANCA

Entre el Cenomanense superior con *Rotalipora gr. turonica cushmani*, y el Coniaciense con *Globotruncana lapparenti*, *Gl. coronata*, *Gl. angusticarinata*, *Gl. sigali*, el Turonense ha sido localizado en varias localidades.

(5) SCHWENDIMANN, J. (1963): *Contribution à l'étude géologique du Crétacé supérieur de la facies flysch dans la région de Pau*. Thèse, 3<sup>e</sup> cycle. Paris.

a) En Izurdiaga, cerca de Irurzun, el Cenomanense terminal o la base del Turonense están representados por calizas con grandes Globigerinas, «Lagenas» (*Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*).

Estas formaciones están recubiertas de calizas arcillosas (ligeramente glauconianas) con «Lagenas» (muy numerosas *Stomiosphaera sphaerica*), grandes Globigerinas. Se pueden igualmente reconocer: *Globotruncana cf. imbricata* y *Gl. cf. helvetica*; estas calizas contienen algunos Ammonites en mediano estado de conservación, atribuibles a *Selwynoceras sp. gr. indeterminado schlueteri* Laube y Brüder, e Inocerámidos (*Inoceramus cf. opalensis* Bose) (6).

b) En Bakaicoa, en los afloramientos de la carretera Pamplona-Vitoria se vuelven a ver las facies margosas con prominencias: las calizas con «Lagenas» presentan secciones de *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*, *Globotruncana cf. imbricata*, *Gl. cf. stephani*, *Gl. helvetica* (formas con poco dibujo). Las margas han suministrado: *Gl. stephani*, *Gl. helvetica* y *G. schneegansi*.

c) Al Norte de Zuazu, bajo una facies parecida, ha sido determinado un nivel aun un poco más elevado; las calizas son idénticas (*Stomiosphaera*, *Pithonella*, *Rugoglobigerina*), pero de las margas se han entresacado grandes Globigerinas, *Globotruncana helvetica*, *Gl. coronata*, *Gl. sigali*, *Gl. angusticarinata*, *Gl. schneegansi* y su variedad «*praeconcarata*», *Gl. cf. turona* Olbertz. De esta manera alcanzamos el Turonense superior o (más probablemente) la base del Coniaciense.

#### III. EL FLISCH «SUR-PIRENAICO» DE LOS VALLES DEL NORTE DE NAVARRA

En los valles de Uzama, más próximos a los macizos vascos, el Cenomanense (margas y calizas margosas con microbrechas) bien caracterizado, está recubierto por series más detríticas: niveles con microbrechas conteniendo Radiolarios y algunas *Rotalipora* desgastadas, o niveles de calcarenites finamente arenosos con Textuláridos, Miliólidos, espículas y «Lagenas». El paso Cenomanense-Turonense se observa en Larrainar, en el borde del diapiro de Lizaso: una calcarenita contenía *Rotalipora turonica* (?), Globigerinas aplanadas con un comienzo de surco (? «*prae-helvetica*»?) y recubierta de una caliza con *Globotruncana* aplanada (*cf. helvetica*), o algunas veces con dos surcos (*gr. bulloides* o *inflata*).

(6) Mi agradecimiento a los señores Collignon y Sornay por la determinación de los Cefalópodos e Inocerámidos.

(7) El estudio nos resultó más fácil gracias a la ayuda que recibió uno de nosotros (G. F.) de la señora J. Aubert, con la amable autorización de la S. N. P. A.

## IV. EL «FLISCH» DE VIZCAYA Y DE GUIPÚZCOA

P. Rat (3) reconoció la microfauna del Cenomanense y la del Turonense superior-Senonense inferior (piso D de J. Sigal, 1952).

a) Fue posible entre Ceniga y Arbacegui observar la sucesión siguiente:

1) calizas con *Rot. gr. cushmani* y Radiolarios.

2) calizas con Globigerinas y probablemente *G. «praehelvetica»*.

3) margas con grandes Globigerinas, *Gl. helvetica*, *cf. turona*, *Gl. linnei*, *Gl. turbinata*.

4) calizas con *Gl. turona*, *Gl. linnei*, *Gl. aff. stephani*, *Gl. gr. convexa* Sandidge, *Gl. cf. angusticarinata*.

b) En otros puntos donde la sedimentación cenomanense es esquisto-arenosa, y donde numerosos filones eruptivos están interestratificados, la sedimentación carbonatada parece comenzar en los niveles de Radiolarios (camino de la carretera de Machinventa); se observa por otra parte, encima de los filones cenomanenses (alrededor de Barinaga), calizas con *Gümbelina*, Globigerinas y *Gl. helvetica*.

c) Cerca de San Sebastián, al SE del gran camino Añorga-Aundi, a las formaciones esquisto-arenosas y arenosas atribuibles al Albense superior y al Cenomanense (?), sucede una sedimentación carbonatada, donde los primeros términos son calizas con *Gl. helvetica*, *Gl. cf. turona*, *Gl. stephani*, *Gl. angusticarinata*, *Rugoglobigerina*, y grandes Globigerinas que representan el Turonense.

## CONCLUSIÓN

Ha sido por lo tanto, encontrado en numerosos puntos un nivel con *Globotruncana helvetica*; la existencia del Turonense puede ser de esta manera demostrada por las microfaunas; es la primera vez que consta seriamente su presencia en las series de facies flysch vasco-cantábricas; la zona con *Gl. helvetica* presenta todo el Turonense (excepto tal vez su base) y la base del Coniaciense.

Naturalmente, la extensión exacta de esta zona en el conjunto de las formaciones neocretácicas del norte español queda por precisar, y en especial, debe emprender la busca de esta microfauna en las series ricas en Cefalópodos. Además, es evidente que la estratigrafía del Turonense no está por lo tanto, completamente conocida: el Turonense puede estar representado por niveles sin Globotruncánidos (por ejemplo con solo «*Lagena*» y espículas), o faltar. No es imposible que una parte del Turonense (¿Turonense inferior?) falte

en ciertos puntos de Vizcaya o de Alava (8); por otra parte, su ausencia en los bordes de los macizos vascos no es extraña, ya que después de los movimientos mesocretácicos netos, la transgresión sobre estos macizos data en ciertos casos del Senonense inferior.

Es necesario hacer notar desde ahora, la importancia de la presencia de este nivel con *Gl. helvetica*, base estratigráfica indispensable para todo estudio, sobre el valor y extensión del piso Turonense en el Norte de España.

(8) En la parte oriental de la metida de Espinca a Alsasua, no ha sido posible observar la presencia de *Gl. helvetica*. Por encima del Cenomanense, no han podido ser recogidas más que microfaunas del Coniaciense (o Turonense superior). Los datos micropaleontológicos nos llevan, por tanto, a conclusiones idénticas a las de Wiedmann (en su estudio de las zonas de Ammonites) sobre la posibilidad en esta región de una falta de una gran parte del Turonense.

Recibido 11-XI-64.

PHILIPPE PETIT y DENISE MONGIN (1)

EL MIOCENO MARINO DE LA SIERRA DEL MUGRON  
(ALBACETE, ESPAÑA), Y OBSERVACIONES SOBRE  
*CHLAMYS PRAESCABRELLA*

La Sierra del Mugrón, situada cerca de Almansa (provincia de Albacete), tiene una longitud de 16 kilómetros y alcanza una altura de 1.208 metros, está enteramente constituida por Mioceno marino. Domina las llanuras cercanas hasta 500 metros y toma la forma de media luna, con el lado convexo abrupto y el cóncavo con una pendiente más moderada. Nombrada por E. de Verneuil y E. Collomb (1), no parece haber sido estudiada hasta ahora.

Dos cortes transversales permiten analizar la casi totalidad de las capas:

1) *Corte del Pinar de Meca.*

En la carretera que va de Alpera a la Ayora, al pie de «La Meca», parte norte de Mugrón, se aprecia del Este al Oeste la sucesión siguiente:

1.º Caliza arenosa con Lamelibranquios y Pectínidos, discortantes sobre las acrillas coloreadas del Keuper.

2.º Marga caliza con derrubios.

3.º Caliza arenosa detrítica pasando a caliza vacuolar.

4.º Caliza amarillenta con *Pecten subbenedictus*, moldes de *Perna* y con *Balanus aff. tulipiformis*.

5.º Caliza con Ostras que pasan en un estrato a *Gryphaca gryphoides crassissima* y *Ostrea plicatula*.

6.º Caliza poco compacta blanquecina con *Chlamys praescabrella*, *Chl. multistriata* y *Chl. radians*.

7.º Conglomerado con pequeños cantos calizos locales.

8.º Nivel calizo pequeño con Ostras.

9.º Conglomerado abultado por cantos calizos y fósiles rodados.

10. Caliza compacta con Lamelibranquios.

(1) La traducción ha sido realizada por M.ª Concepción López de Azcona Fraile.  
«C. R. Som. des Séanc. de la Soc. Geol. de France, fasc. 7, págs. 261-262, 1964.

11. Conglomerado amarillo con pequeños elementos calizos.
12. Caliza areniscosa anaranjada y color poso de vino.
13. Conglomerado con gruesos elementos de cuarcita y caliza mesozoicas.
14. Calizas blancas pasando a una lumaquela con Ostras.
15. Conglomerados con gruesos cantos de cuarcita y de calizas locales.
16. «Tierra roja» del Mioceno continental discordante sobre las formaciones precedentes.

Esta serie que alcanza unos 700 metros de espesor, representa la mayor parte del Burdigaliense, caracterizado por la presencia de Pectínidos: *Chlamys praescabrella* Alm. y Bof. del Burdigaliense de Cataluña; *Pecten Subbenedictus* Font. del Burdigaliense de Provenza y *Chlamys radians* Nyst ya encontrado en el Burdigaliense provenzal. Se nota en este corte la abundancia de los niveles poco compactos, muy detríticos y la presencia frecuente de conglomerados intraformacionales.

## 2) Corte de la Cruz del Mugrón.

Los derrubios tapan una gran parte del flanco de la montaña, pero algunos puntos de referencia afloran a veces, que se pueden corresponder con diferentes niveles del Pinar de Meca. Encima de estos derrubios, se encuentra la serie del corte precedente, mostrando el paso del Burdigaliense al Helveciense:

- 1.º Areniscas calizas rosas.
- 2.º Caliza rosa con *Flabellipecten* sp. y Equinodermos (18 m.).
- 3.º Calizas zoógenas mezcladas con restos de Espongiarios y de Lamebranquios: *Chlamys praescabrella* y *Pecten subbenedictus*, cuyas conchas, cuando están enteras, aparecen rodadas, desgastadas y cubiertas de Briozoos y de Balánidos (45 m.)
- 4.º Caliza fina con algunas placas de *Schizaster* sp. (2) (52 m.): primer nivel del Helveciense.
- 5.º Caliza zoógena con restos de Ostreídos y de Pectínidos cementados por Briozoos y Lithothamniums; se reconoce *Clamys gentoni*, *Chl. cf. puy-moriae* y *Echinolampas* sp. (25 m.).
- 6.º Caliza gruesa con gravas (70 m.)
- 7.º Caliza construida con Pólipos, Briozoos, *Clypeaster marginatus* y *Schizechinus mortenseni* (90 m.).
- 8.º Bancos de Ostras con *Ostrea aff. digitalina*, *O. gr. gingensis* y Espongiarios (40 m.)

La presencia de *Clamys praescabrella* Alm. y Bof. y de *Pecten subbenedictus* Font en el nivel 2 se nota aún en el Burdigaliense. Por el contrario,

el nivel 4 con *Schizaster* marca claramente el comienzo del Helveciense. Esto se confirma por la existencia en el nivel 5 de *Clamys gentoni* Font. del Helveciense de Provenza y de *Clamys puy-moriae* M. E. del Helveciense de la Loire.

En el Helveciense de Mugrón, los *Schizaster* se encuentran en abundancia con *Clypeaster marginatus* Lmk. y *Schizechinus mortenseni* Lamb. La microfauuna da resultados similares: a partir del nivel 3, aparecen los *Elphidium*, *Rotalia becarii*, *Polytrema miniaceum*, *Amphistegina lessonii*, *Plectofrondicularia vaughani*, etc. (2). Por otra parte, se pueden ver los Lithothamniums formando la parte esencial de la roca; estos organismos están prácticamente ausentes de los lechos burdigalienses subyacentes.

La Sierra del Mugrón está situada paleogeográficamente a la salida del estrecho nor-bético y representa la facies clásica del Mioceno mediterráneo, especialmente para el Burdigaliense: formaciones epirrecifales y recifales constituidas sobre fondos rocosos, en un agua clara agitada, con frecuentes intercalaciones de conglomerados de transgresión. El hecho más interesante de esta cadena es el notable desarrollo del Helveciense, que constituye todo el gran pico del flanco sur; representa un enorme biohermio de *Lithothamniums*, acompañados de Briozoos, de Espongiarios y de Pólipos aislados, con bancos de ostras intercalados, estos bancos con algas calcáreas ya han sido señalados en España por J. P. Chevalier (3).

Notemos que en el N. de Mugrón, no hay más restos de depósitos marinos miocenos.

La especie *Chlamys praescabrella* Almera y Bofill (4) del Burdigaliense de Altafulla (Cataluña), es muy abundante en Mugrón. Ha sido injustamente dada como sinónimo de *Chlamys scabrella* Lmk. del Tortoniense y Plioceno mediterráneo, por Dollfus y Dautzenberg seguidos de otros autores. Por el contrario, no parece haber sido reconocida por F. Sacco, F. X. Schaffer, ni por M. Cossmann.

Las dos especies se distinguen claramente por los caracteres de la ornamentación secundaria de las costillas e intercostillas. Pero, atendiendo a los criterios morfológicos del contorno, del número de costillas y de las orejetas, *Chl. praescabrella* pertenece a la «gran especie» *scabrella*, de la que representa la aparición del filum; este filum, con múltiples variaciones, bien estudiadas por A. Boni, se continuará en el Helveciense (donde es escasa), en el Tortoniense de Italia y de Andalucía, donde se hace más frecuente, y se extenderá finalmente por todo el Plioceno europeo con la especie tipo de Lamarek.

La especie catalana, con el nombre de *scabrella*, la han hecho figurar varios autores en el Burdigaliense y Helveciense (?) de Portugal, en el Burdigaliense de Provenza, de Austria, de Hungría, de Checoslovaquia, lo que ha creado la confusión de las especies.



Notemos aún que los ejemplares de Mugerón son de un tamaño superior a los del tipo de Cataluña y a los topotipos de J. Roger (5).

### CONCLUSIONES

El Mioceno marino de Mugerón, está relacionado, desde el punto de vista faunístico, no sólo con los de las otras provincias de España (costa oriental, Baleares y Cataluña), sino también con el de Provenza y el de la cuenca perialpina, hasta Europa central. No hay por el contrario más que una débil analogía con las mismas series de Portugal, que pertenecen a la provincia atlántica.

### BIBLIOGRAFÍA

- (1) VERNEUIL, E. et COLLOMB, E. (1856): *Sur la géologie du Sud-Est, de l'Espagne, prov. de Murcie et d'Andalousie*. «B. S. G. F.» (22), XIII, p. 674.
- (2) Los Foraminíferos fueron estudiados por P. Marie y los Equinodermos, por J. Román.
- (3) CHEVALIER, J.-P. (1961): *Recherches sur les Médépores et les formations récifales miocènes de la Méditerranée occidentale*. «Mém. Soc. géol. France», nouv. sér., núm. 93, 562, págs., atlas 25 pl.
- (4) ALMERA, J. y BOFILL, A. (1896): *Monografía de las especies del género Pecten del Burdigaliense superior y de una Lucina del Helveciense de las provincias de Barcelona y Tarragona*. «Mem. r. Ac. Cienc. Artes Barcelona», XX, cap. 2, p. 50, III, fig. 3.
- (5) ROGER, J. (1939): *Le genre Chlamys dans les formations néogènes de l'Europe*. «Mém. Soc. géol. France», nouv. sér., 40, p. 106, pl. XIII, fig. 67.

Recibido el 23-XI 1964.

G. LECOINTRE et J. C. KOENIGUER

## DETERMINATION D'UN BOIS FOSSILE RECOLTE AU RIO DE ORO

INTRODUCTION STRATIGRAPHIQUE

Contrairement aux bois fosiles précédemment recueillis sur le continent, le présent échantillon provient de la falaise Ouest de la presqu'île Villacisneros d'où M. Lecointre l'a rapporté de sa mission de 1961. Il vient de la couche 5 de Font y Sagué, c'est à dire de la même qui contient les bois décrits précédemment, mais de 15 km plus à l'Ouest (cf. G. Lecointre, «Note sur le Néogène et le Quaternaire marins du Sahara espagnol», p. 9, fig. 1).

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

### PINACEAE

*Pinuxylon pinoides* KRAUS, 1883

Collection BOUREAU num. 3650.

#### A) Les coupes transversales.

Les seuls éléments conducteurs que l'on peut observer sont des fibres —trachéides, il s'agit donc d'une structure ligneuse homoxylée.

Les zones d'accroissement sont peu marquées. Les fibres-trachéides sont disposées en files radiales alternes, leur diamètre tangentiel est compris entre 30 et 40  $\mu$ , leur paroi est peu épaisse.

On observe, disséminés dans le bois, des canaux sécréteurs normaux dont diamètre est compris entre 100 et 200  $\mu$  et est le plus souvent de 140 à 150  $\mu$ ; les cellules sécrétrices sont souvent présentes mais cependant difficile à bien observer, il semble bien qu'elles soient à paroi mince. On compte de 1 à 2 canaux sécréteurs par mm<sup>2</sup> de surface transversale.

B) *Les coupes tangentielles.*

En coupe tangentielle on observe les rayons ligneux hauts de 2 à 20 étages de cellules, le plus souvent de 7 à 8 étages. Les cellules parenchymateuses des rayons ont un diamètre tangentiel de 35  $\mu$  en moyenne et une hauteur moyenne de 20 à 25  $\mu$ , leur section tangentielle est de forme carrée.

Les rayons sont unisériés le plus souvent, ils sont parfois bisériés sur une partie de leur hauteur.

Les cellules terminales des rayons sont dépourvues de tout contenu (trachéides horizontales des rayons), au contraire les cellules du parenchyme horizontal renferment le plus souvent un contenu résineux brun-rouge.

Dans certains rayons on observe un canal sécréteur horizontal dont le diamètre peut atteindre 80  $\mu$ .

Les rayons sont au nombre de 7 à 10 au mm horizontal tangentiel, on compte entre 70 et 80 rayons ligneux dans un mm<sup>2</sup> de surface tangentielle, ils sont donc nombreux.

C) *Les coupes radiales.*

Les coupes radiales ne montrent pas une conservation des structures de détail aussi bonne que dans le cas des coupes transversales et radiales. Les ponctuations aréolées de la paroi radiale des trachéides sont de forme circulaire, espacées et unisériées, leur diamètre est compris entre 15 et 18  $\mu$  en moyenne.

Les champs de croisement sont de forme rectangulaire (25  $\mu$   $\times$  20  $\mu$  en moyenne), on distingue parfois 1 ou 2 ponctuations oculipores de type pinoïde (ex.: 9  $\mu$   $\times$  15  $\mu$ , 5  $\mu$   $\times$  9  $\mu$ ).

Les trachéides marginales horizontales des rayons présentent des ponctuations aréolées plus petites que celles de la paroi radiale des trachéides, leurs parois horizontales et terminales sont souvent ponctuées (ponctuations simples) mais lisses, dépourvues de projections.

## AFFINITÉS

La présence de canaux sécréteurs verticaux normaux conduit à attribuer cet échantillon fossile à la famille des Pinacées. Les trachéides sont dépourvues d'épaississements spiralés, on note l'absence de parenchyme vertical, les trachéides horizontales des rayons sont lisses; ce plan ligneux est donc celui d'une espèce du genre *Pinus* (sous-genre *Haploxyton*), des sections «*strobis*» et «*parva*».

D'après les dimensions des canaux sécréteurs on peut rapprocher ce bois fossile de l'espèce actuelle suivante de la section «*strobis*»:

*Pinus peuce*, connue dans les Balkans,

les rayons de cette espèce sont cependant moins nombreux que dans l'échantillon étudié.

Parmi les espèces de la section «*parva*» nous avons constaté de grandes affinités avec l'espèce circum-méditerranéenne actuelle:

*Pinus pinca* L. (sous-genre *Eupinus*);

les zones de croissance peu nettes de cette espèce actuelle, les caractères des rayons ligneux et des champs de croisement nous conduisent à rapprocher les deux types de plans ligneux.

Un bois fossile de structure voisine de celle du *Pinus pinca* a été décrit par Kraus en 1883 dans l'Oligocène de Sicile sous le nom de *Pityoxylon pincoides*, cette espèce fossile ne possède pas de trachéides des rayons, cependant les affinités du bois fossile du Rio de Oro avec *Pinus pinca* nous conduisent à le désigner sous le nom d'espèce donné par Kraus.

Nous remplaçons le nom de genre *Pityoxylon* Kraus, 1872, par celui plus récent de *Pinuxylon* Gothan, 1906:

*Pinuxylon (Pityoxylon) pincoides* Kraus, 1883.

Gisement	Oligocène de Sicile	Pliocène du Rio de Oro
Zones d'accroissement	Présentes	Peu distinctes
Diamètre tangentiel des trachéides.	27 $\mu$	30 à 40 $\mu$
Canaux sécréteurs verticaux normaux: diamètre transversal.	135 à 270 $\mu$	(100 $\mu$ )-150 $\mu$ -200 $\mu$
Hauteur (en étages)	(2) - 5 - 10 - (20)	(2)-8-(20)
Largeur	Uni-sériés	Uni-sériés.
Densité	55	75
Canaux Sécréteurs horizontaux	Présents	Présents
Ponctuations de la paroi radiale des trachéides	Unisériées	Unisériées
Ponctuations des champs de croisement	2 à 4 oculipores par champ	1 à 2 oculipores par champ

PLANCHE I  
PINUXYLON *pineoides* KRAUS

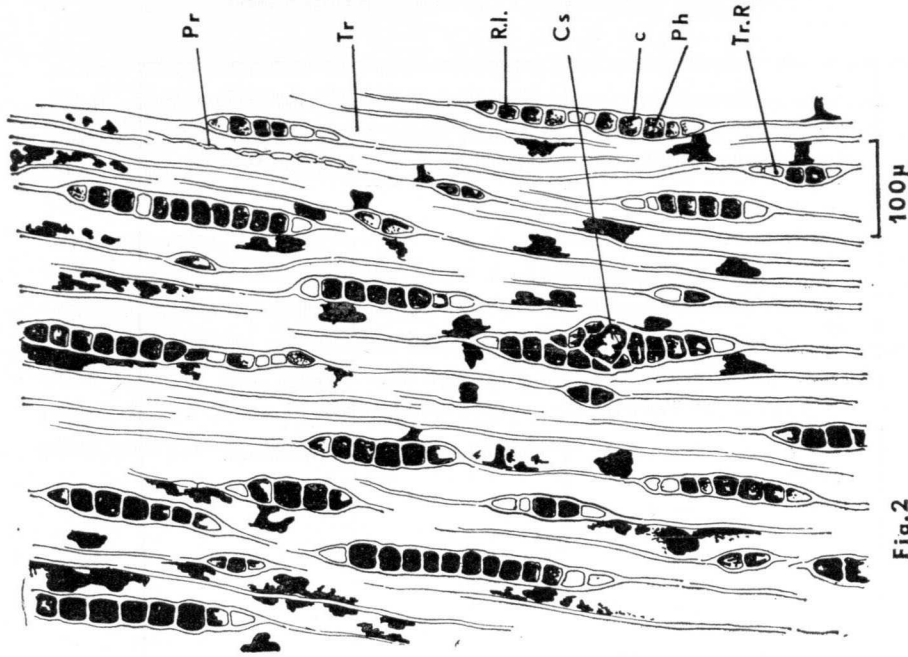


Fig. 2

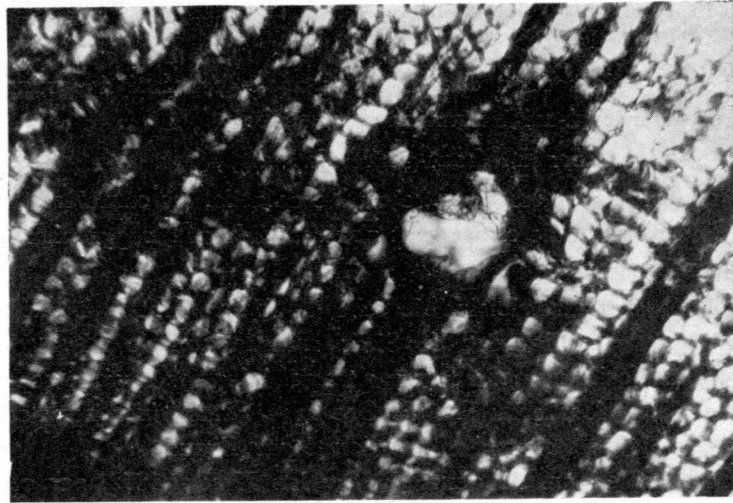


Fig. 1

Fig. 1. — Coupe transversale montrant les fibres trachéides disposées en files radiales, les rayons ligneux et un canal sécréteur normal vertical.

Fig. 2. — Schéma d'une coupe tangentielle montrant les fibres trachéides (Tr.), les rayons ligneux (R. l.) formés de cellules de parenchyme horizontal (P. h.) souvent pourvues d'un contenu résineux, sombre (c), et de trachéides, horizontales marginales (Ph.).

Signalons qu'une empreinte de feuilles de *Pinus pinea* a été décrite dans le département de l'Ardèche (sud de la France) dans des terrains d'âge miocène.

## BIBLIORGRAPHIE

- BOUREAU, ED. (1956): «Anatomie végétale», tome II, P. U. F.  
 GAUSSEN, H. (1960): *Les Gymnospermes actuelles et fossiles*. «Travaux du Laboratoire forestier de Toulouse», tome II, 1ère section, volume 1, fascicule VI, Ch. XI: Généralités, le genre *Pinus*.  
 GREGUSS, P. (1955): *Identification of living Gymnosperms on the basis of xylotomy*. «Hungarian Academy of Sciences of Budapest».  
 KRAUS, G. (1883): *Beiträge zur Kenntniss fossiler Hölzer. I: Hölzer aus den Schwefelgruben Siziliens*. «Abh. Naturf. Ges. Halle», Bd, 16, p. 79, 1883.  
 LECOINTRE, G. (1963): *Note sur le Néogène et le Quaternaire marins du Sahara espagnol*. NOT. Y COM. DEL INST. GEOL. Y MIN. DE ESP., núm. 71, pp. 5-38.

Recibido el 14-V-1965.

FRANZ RADIG (\*)

LAS HUELLAS VITALES *TOMACULUM PROBLEMATICUM*,  
GROOM 1902, DEL LLANDEILO DE LA PENINSULA  
IBERICA (\*\*)

R E S U M E N

Las pizarras del Llandeilo (pizarras de Luarca) de la costa asturiana y de los Montes de Toledo contienen *Tomaculum problematicum*, Groom, 1902. Los ejemplares hallados corresponden a los de yacimientos ya conocidos de otras regiones de Europa.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Lebensspur *Tomaculum problematicum*, Groom, 1902 tritt in den Llandeilo Schiefen der asturischen Küste und der Montes de Toledo (Spanien) auf. Die Neufunde entsprechen in morphologischer und biostratigraphischer Hinsicht aufs beste den aus anderen Gebieten Europas beschriebenen Vorkommen.

I. INTRODUCCIÓN

J. Barrande, en 1852, así como en 1872, describió en su «Système Silurien du Centre de la Bohême» diversos tipos de conformaciones globulosas o cilindroides. Como los hallazgos a que hacían referencia procedían de capas ricas en trilobites, pensó que tales cuerpos problemáticos pudieran ser considerados como huevos de seres pertenecientes a aquel fósil y los denominó «Oeufs d'origine incertaine». Poco más tarde, H. Hermite (1879, p. 541), presentó «Oeufs d'origine indéterminée», procedentes de las pizarras de *Calymene*, de la proximidad de Angers (Dep. Maine et Loire) y las comparó con los hallazgos procedentes de Bohemia. T. Groom (1902, p. 127 y sig.) se ocupó con más detalle de los que designó como «small sausage-shaped bodies».

(\*) De Münster, en Westfalia.

(\*\*) Traducción directa por J. M. Ríos, del original en lengua alemana, titulado «Die Lebensspur *Tomaculum problematicum* Groom 1902, in Llandeilo der Iberischen Halbinsel», por Franz Radig, aparecido en el «N. Jb. Geol. Paläont. Abh.», núm. 119, p. 12-18, Febrero 1964, Stuttgart.

conformaciones con configuración de salchicha, que había descubierto en las pizarras de Bronsil (Tremadoc), de los Malvern Hills, en abundantes localidades. Describió con minuciosidad la forma y el tamaño de los elementos individuales, tipo pupa de hormiga, así como su característica asociación en conformaciones estiradas, acordonadas, que cubrió con la denominación *Tomaculum problematicum*. Atribuyó la constancia de su forma a la pasada existencia de una cubierta resistente y se atilió a la interpretación original de Barrande, según la cual habían de considerarse como huevos de trilobites. M. Thoral (1935, p. 321, 321, láms. 34, 35) describió, procedentes de diversas unidades estratigráficas del Ordovicense de la Montagne Noire, hallazgos de «coprolitos (?)», que han de atribuirse al grupo de los *Tomaculum*. Finalmente, el descubrimiento de *Tomaculum problematicum*, en las capas de Herscheid de las Schiefergebirge del Rhin (R. y E. Richter, 1939 b, 1941 y K. Beyer, 1941), en las pizarras de Griffel de Turingia (M. Volk, 1941), llevó a un análisis de su significado estratigráfico. En todo caso, R. y E. Richter pudieron demostrar, en forma convincente, que en el caso de *Tomaculum* no se trataba de huevos, sino de excrementos.

Mientras tanto se tiene la noticia del hallazgo de *Tomaculum problematicum* Groom, 1902 en el Llandeilo de España (1), que confirma a satisfacción las ideas precedentes acerca de sus características morfológicas y comportamiento estratigráfico.

## II. PUNTOS DE HALLAZGO

### II-1 Asturias

Las cadenas variscas de las Montañas Cántabro Astures se adentran en el mar con dirección NE. en el ámbito de las costas asturianas. El Cabo Peñas, al N. de Oviedo, está constituido por las Capas de los Cabos (Cabos Schichten), potente unidad arcillo-arenoso-cuarcítica, que cubre la época que va desde el Cambriano medio más alto hasta adentrado el Arenigense (F. Lotze, 1957). Queda cubierto por una serie en que alternan las arcillolitas y are-

(1) Menciona P. Hernández Sampelayo (1942, p. 436), que en la Sierra de la Demanda se encuentran fósiles granulosos («granos curvos en su relieve»), que deberían ser muy semejantes a los coprolitos descritos por M. Thoral (1935), procedentes de la Montagne Noire. R. y E. Richter (1948, p. 24), estiman como posible que se trate realmente de *Tomaculum*. En la noticia de Sampelayo se echa de menos una información más detallada acerca de la localidad del hallazgo. Por amable comunicación verbal del señor A. Wienands, que actualmente investiga la región para tesis doctoral, esos fósiles podrían proceder de las Capas superiores de la Demanda (Oberen Demanda Schichten de F. Lotze y K. Sdzuy, 1961), del Cambriano superior. Por lo demás, no tengo hasta ahora noticia alguna de hallazgo de *Tomaculum* en la Península Ibérica.

niscas bien abancadas, finamente micáceas, que localmente presentan lentejones conglomeráticos de rápida extinción, e indicios de deslizamientos subacuáticos sinsedimentarios. Las partes bastamente conglomeráticas comportan a menudo fragmentos de conchas de braquiópodos, y además, en amplia repartición, huellas de vida sencilla de tipo vermiculoide, si bien no se han encontrado fósiles caracterizantes. De otros perfiles de España se conocen, en unidades estratigráficas comparables, faunas del Arenigense. Al techo, y en el flanco occidental del Cabo de Peñas, siguen unos 10 m. de cuarcita pura, vitroide, clara, sobre la que vienen pizarras oscuras entre las que se intercalan diversos bancos de psammitas cuarcíticas grises muy duras. Por lo demás, las pizarras son muy puras; su parte más baja se caracteriza por contener geodas de arcilla, ferruginosas, nodulosas, alargadas de tamaño máximo como el puño. El nivel de concreciones suministra una típica fauna del Llandeilense con trilobites (entre otros *Synhomalonotus tristani*), braquiópodos y ortóceras. Además se encontraron varios ejemplares de *Tomaculum problematicum* Groom ( lám. fig. 1-4) muy bien conservados, no obstante el intenso apizarramiento adyacente. Al techo se encuentran de nuevo series bastamente elásticas, a las que se asocian carbonatitas y efusivas básicas. Representan el Ordovicense superior. Detalles acerca de estas circunstancias pueden encontrarse en mis anteriores trabajos (1958 y 1963 a).

### II-2 Montes de Toledo

Otro hallazgo más de *Tomaculum* procede de los Montes de Toledo. El material que acompaña a la disertación doctoral de R. Merten (1955) que se encuentra en la «Colección de España» del Geologisch Paläontologischen Institut der Universität, en Münster de Westfalia, contiene, entre variedad de fósiles procedentes del Llandeilo de Los Yébenes (Toledo), un ejemplar típico de huella de vida ( lám. fig. 5). Acerca de los estratos envolventes de la fauna, dice R. Merten, que se trata de pizarras arcillosas puras, muy potentes (1.000 m. ?), que la literatura geológica atribuye en general al Cambriano, pero en realidad suministran una variada fauna de trilobites (entre otros *Synhomalonotus tristani*), ortidos, moluscos y ortóceras del Llandeilense. El yacimiento lo señala el autor en las alturas o colinas un poco al sur de la carretera de Los Yébenes a Consuegra, entre los kilómetros 3 y 4 (Hoja número 686, Turleque, 1:50.000, long. 1° 0' 08' hasta 0' 09' y lat. 39° 33' 30" hasta 39° 33' 40") (2).

(2) Las referencias geográficas referidas, como en toda la cartografía española, al meridiano de Madrid.

## III. EL MATERIAL ENCONTRADO

Tengo, procedentes del flanco occidental del Cabo de Peñas y de propia recogida, cuatro piezas de *Tomaculum* y otro ejemplar fue suministrado, como se dijo antes, por la colección de la disertación doctoral de R. Merten, procedente de la zona de Los Yébenes (3). A todos ellos es común ( lám. ) su composición por asociación de abundantes elementos individuales, cilindroides o vermiculares, que en su mayor parte muestran una ordenación longitudinal (en oposición a lo observado por R. y E. Richter). Las «pildoras» están muy próximas las unas de las otras; no se observan interrupciones en los cordones, tales como fueron reseñadas en descripciones anteriores. Puesto que la roca englobante de los fósiles está apizarrada —por lo menos en el caso del material asturiano— y como el apizarramiento y la estratificación divergen intensamente, los cordones excrementicios están (en los que yo, de acuerdo con R. y E. Richter considero como *Tomaculum*) por lo general más o menos intensamente deformados y en estado incompleto de conservación. Cada excremento individual, del tipo de pupa de hormiga, ha soportado sorprendentemente bien todos los efectos diagenéticos y tectónicos, y es evidente que apenas están deformados. De todos modos, los valores de medidas de los cordones, como conjunto, son de valor limitado o condicionado. El único ejemplar procedente del Cabo de Peñas ( lám. fig. 1 ), que aparece completamente conservado, mide 95 mm. de longitud; su máximo grosor alcanza unos 20 mm. No es posible apreciar la altura del ejemplar; no obstante, parece ser, como para todos los demás casos, más pequeña que la anchura, y podría aceptarse que los cordones poseyeran, con anterioridad a una deformación diagenética de la arcillolita, una sección transversa elipsoide, o lantejonar aplastada.

Las medidas de cada excremento han sido llevadas a la tabla 1. Esta nos muestra que difieren bastante los promedios de longitud entre las muestras estudiadas procedentes de los Montes de Toledo y las de la costa asturiana, posiblemente como consecuencia de diferentes circunstancias ecológicas y las consiguientes diferencias en los regímenes alimenticios de los organismos depositores. También es posible apreciar, por diferencias de las litofacies en yacimientos, las diferencias entre los ámbitos de vida.

Las geodas ferruginosas arcillolíticas, tan características del Llandeilense en el ámbito estudiado en Asturias, sinsedimentarias, todo lo más diagenético tempranas, parecen faltar en el ámbito de Los Yébenes.

3) Todos los ejemplares se encuentran actualmente en la «Colección española» del Instituto Geológico-Paleontológico de la Universidad de Münster.

Tab. 1. Medidas de *Tomaculum problematicum* GROOM de España. En mm.

Muestra N.º	Punto	Long. y anchura promediada de cada 10 excrementos										Promedio	
		Long.	2,3	2,3	3,1	3	3,2	3,3	1,9	2,9	3,1		3,3
L. 3.1	Los Yébenes	o	1	1	1,1	1	1	1	1	1,3	1,3	1	2,84
		o	0,9	1,1	1,2	1	1,1	1,1	1,3	1,2	0,9	1,1	1,07
L. 14.597	Cabo Peñas	Long.	4	2,4	3,5	3,2	4	3,5	3,6	3,4	3,3	3,8	3,47
		o	0,9	1,1	1,2	1	1,1	1,1	1,3	1,2	0,9	1,1	1,09

Tab. 2. Repartición regional y estrafigráfica de *Tomaculum problematicum* GROOM y terranos en las diversas localidades de hallazgo.

	Bohemia J. BARRANDE 1872	Turingia M. VOLK 1941	Ant. de Ebbe R. & E. RICH- TER 1939a	Malvern Hills GROOM 1902	No de Francia J. PÉ- NEAU 1941	Mon- tagne Noire M. THO- RAL 1935	Astu- rias	Montes de Toledo
--	--------------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------------	--	--	---------------	------------------------

## a) Repartición estrafigráfica.

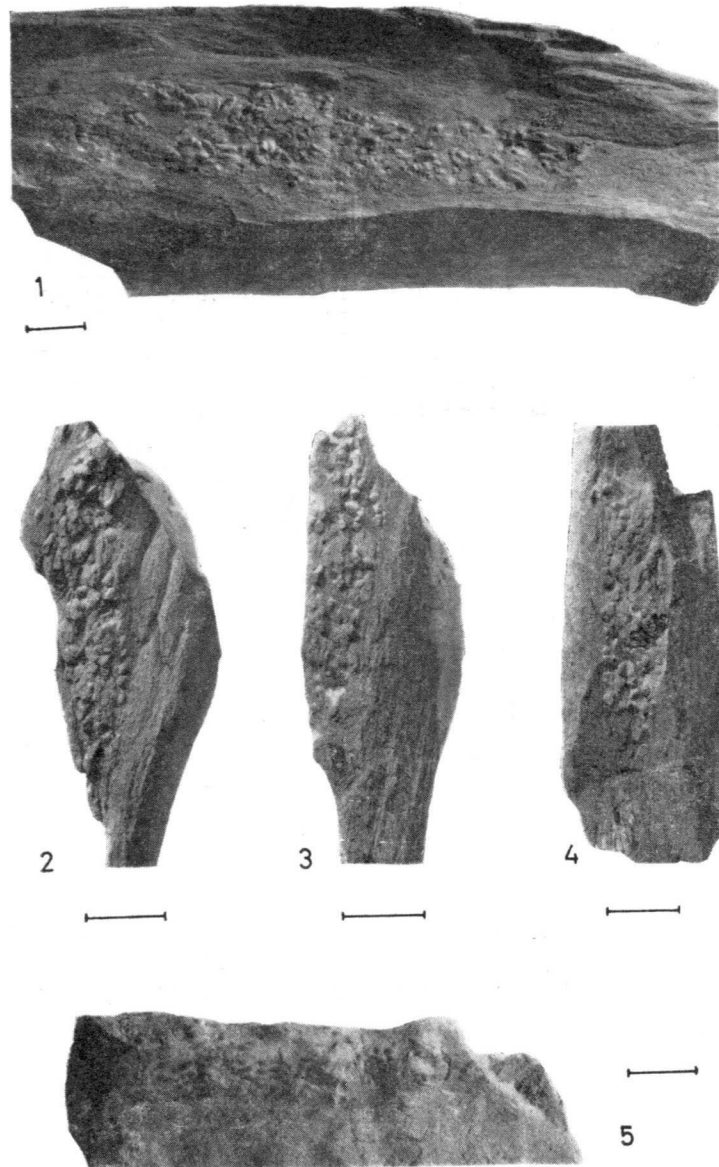
Ashgill								
Caradoc	En diferen- tes niveles							
Llandeilo	dentro del		+		+	+	+	+
Arenig	Ordovicense					+		
Tremadoc	inf. y sup.			+		+		

## b) Long. y sección de los excrementos, en mm.

Long.	1,2	Algo mayores que en el anti- clinal de Ebbe	2,0	1,5	1,5	3,47	2,84
Sección	0,9		0,8	0,53	5	1,09	1,07

## IV. COMPARACIÓN CON LOS HALLAZGOS DE «TOMACULUM» CONOCIDOS HASTA AHORA

El resultado de los estudios de los hallazgos españoles de *Tomaculum problematicum* Groom encajan bien en lo que hasta ahora se conoce acerca de estas huellas vitales. Formas y tamaños corresponden a los valores de los ejemplares descritos procedentes de otras regiones europeas (tab. 2 b). Las dimensiones de las «pildoras» quedan comprendidas entre las de las que proceden del NO. de Francia (J. Péneau, 1941) y las de las demás localidades; su relación longitud-grosor es la misma que para los yacimientos que han



EXPLICACIÓN DE LA LÁMINA: *Tomaculum problematicum* Groom 1902.

Figs. 1-4: Pizarras del Llandeilo (pizarras de Luarca), flanco occidental del Cabo Peñas (provincia de Oviedo). «Colección de España» en el Instituto Geológico-Paleontológico de la Universidad de Münster, números L. 14.597, L. 14.600 y L. 14.665. Recogida, F. Radig, 1956. Figura 5: Pizarras del Llandeilo, Los Yébenes (provincia de Toledo). «Colección de España» en el Instituto Geológico-Paleontológico de la Universidad de Münster, número L. 3.1. Recogida R. Merten, 1952. Longitud de la escala, 1 cm.

descrito otros autores anteriormente. Por otra parte, los profundos análisis llevados a cabo por R. y E. Richter (1939 a), sobre material procedente de los estratos de Herscheid en el Sauerland, coinciden plenamente con los de los yacimientos españoles. Se reconocerá al autor que si bien la forma de las pildoras y su ordenación en cordones «supra-individuales» son de categoría específica, en cambio, el tamaño puede resultar modificado por circunstancias ambientales.

Los ejemplares de *Tomaculum* de Asturias, y de los Montes de Toledo, proceden de pizarras que corresponden al Llandeilense, puesto que contienen la fauna con *Synhomalonotus tristani* (Brongniart), y que son conocidas en amplias zonas de la Península Ibérica como «Pizarras de Luarca» (C. Barrois, 1882). Son comparables a este nivel, desde el punto de vista petrográfico y paleontológico, los yacimientos de la zona de Angers, que describe J. Peneau (1944, p. 131), como pizarras arcillosas azules, con hileras nodulosas y rica fauna (entre otros *Synhomalonotus tristani*, *Illaeus giganteus*). Podrían ser más o menos coetáneas las capas de Herscheid de las Schiefergebirge rhenanas, así como las partes más altas de las pizarras de Griffel en Turingia. Por el contrario, en Inglaterra se presenta el *Tomaculum* en el Tremadocense (T. Groom 1902 y C. J. Stubblefield y O. M. B. Bulman, 1927); en Bohemia y en la Montagne Noire la fauna se conoce en un amplio dominio estratigráfico del Ordovicense. Pero en todos estos casos queda, sin embargo, acantonado el *Tomaculum* en la formación, y parece, por consiguiente, ser típica de ella (tab. 2 a). Por eso, y de acuerdo con el estado actual de conocimientos, constituye en variadas regiones un fósil-guía de utilidad para dominios estratigráficos muy circunscritos, y pudo emplearse con éxito para la aclaración de cuestiones tectónicas (R. y R. Richter 1941 y K. Beyer 1941).

#### BIBLIOGRAFÍA

- BARRANDE, J.: *Système Silurien du Centre de la Bohême. I. Recherches Paléontologiques.* Suppl. au vol. I: Trilobites, Crustacés divers et Poissons. XXX + 647 S., 35 taf., Prag. 1872.
- BARROIS, C.: *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice.* «Mém. Soc. géol. Nord», 2, 630, S., 20, 20 taf., Lille 1882.
- BEYER, K.: *Zur Kenntnis des Silurs im Rheinischen Schiefergebirge. I: Das Auftreten von Tomaculum problematicum Groom im Ebbe-Sattel und die Bedeutung der Kotpillen-Schnur für die Gliederung des sauerländischen Ordoviciums.* «Jb. Reichsst. Bodenforsch.», 61 (1940), 198-221, 6 Abb., Berlin 1941
- GROOM, T.: *The Sequence of the Cambrian and Associated Beds of the Malvern Hills.* «Quart. J. Geol. Soc. London», 58 (1902), 89-135, 35 Abb., 1 Tab., London 1902.
- HÄNTZSCHEL, W.: *Trace fossils and Problematica.* [In:] Moore, R. C. (Edit.): *Treatise on Invertebrate Paleontology* Pat. W., 177-245, 109-149. Lawrence 1962.

- HERMITE, H.: *Etude préliminaire du terrain silurien des environs d'Angers*. «Bull. Soc. géol. France» (3), 6 (1877-78), 531-543, 1 Abb., Paris 1879.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P.: *El sistema siluriano*. «Mem. Inst. geol. min. España», 45, 848 S., alfr. Abb. und taf., Madrid 1942.
- KINDELLÁN Y DUANY, J. A.: *Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja Nr. 686 Turleque (Toledo)*. «Inst. geol. min. España», 41., fig., 1 prof.-taf., 1 Kt., 1:50.000, Madrid 1952.
- LLOPIS LLADO, N.: *Estudio geológico de la región del Cabo de Peñas (Asturias)*. «Bol. Inst. min. España», 72, 233-348, 22 Abb., 10 Taf., 2 Kat., Madrid 1961.
- LOTZE, F.: *Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. «Geotekton. Forsch.», 6, 78-92, 1 Abb., Berlin 1945.
- —: *Zum Alter nordwestspanischer Quarzit-Sandstein-Folgen* «Kürzere Mitteilungen zur Geologie Spaniens I». «N. Jb. Geol. Paläont.», 1957, 11, 10, 464, bis 471, Stuttgart 1957.
- LOTZE, F. & SOBCZY, K.: *Das Kambrium Spaniens. Teil I: Stratigraphie. Teil II: Trilobiten*. «Abh. Akad. Wiss. Latv. Mamz math naturwissl. K.», 1961, Nr. 6-8, 411 S., 101 Abb., 34, Taf., 12 tab., Wiesbaden 1961.
- MERTIN, R.: *Stratigraphie und Tektonik der nordöstlichen Montes de Toledo (Spanien)*. «Diss. math.-naturwiss. Fak. Univ. Münster», 109 S., 59 Abb., Münster 1955.
- MÜLLER, A. H.: *Lehrbuch der Paläozoologie. Bd. II, Teil 3. XVII + 698 S., 854 Abb., 5 Tab.*, Jena (VEB Gustb Fischer Verl.), 1963.
- PÉNEAU, J.: *Die Anwesenheit von Tomaculum problematicum im Ordovizium West-Frankreichs*. «Senckenbergiana», 23, 127-132, 132, 13, Abb., Frankfurt a. M. 1941.
- RADIG, F.: *Stratigraphie und Tektonik der asturischen Küste zwischen San Esteban de Pravia und dem Cabo de Torres (Prov. Oviedo, Nordspanien)*. «Diss. math.-naturwiss. Fak. Univ. Münster», 136 Sr., 55 Abb., 2 Tab., 2 Kt., Münster 1958.
- —: *Ordovizium, Silurium und die Frage prävariszischer Faltung in Nordspanien*. «Geol. Rodsch.», 52 (1962), 11, 1, 346-357, 1 Abb., 1 Tab., Stuttgart 1963. [1963 a].
- —: *Reunión Nacional de Geología. Bericht über die Vorträge und Exkursionen anlässlich des I. spanische Geologen Kongresses vom 15 bis 27 Juli 1962 in Oviedo*. «Zbl. Geol. Paläont.», 1962, Teil 1, 568-585, Stuttgart 1963 [1963 b].
- RICHTER, R. & E.: *Eine Lebensspur (Syncoprinus pharmaceus), gemeinsam dem rheinischen und böhmischen Ordovizium*. «Senckenbergiana», 21, 152-167, 167, 8 Abb., Frankfurt a. M. [1939 a].
- —: *Die Kot-Schur Tomaculum Groom (= «Syncoprinus pharmaceus» Rud & E. Richter), ähnliche Scheitel-Platten und beider stratigraphische Bedeutung*. «Senckenbergiana», 21, 278-291, 6 Abb., Frankfurt a. M. 1939. [1939 b].
- —: *Das stratigraphische Verhalten von Tomaculum als Beispiel für die Bedeutung von Lebensspuren*. «Senckenbergiana», 23, 133-135, Frankfurt a. M. 1941.
- —: *Zur Frage der Unter-Kambriums in Nordost-Spanien*. «Senckenbergiana», 29, 23-39, 5 Abb., taf. 1, Frankfurt a. M. 1948.
- STUBBELEFIELD, C. J. & BULMAN, O. M. B.: *The Shington Shales of the Wrekin District*. «Quart. J. geol. Soc. London», 83, S. 96, London 1927.
- THORAL, M.: *Contribution à l'étude paléontologique de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire et révision sommaire de la faune cambrienne de la Montagne Noire*. 362 S., 35 taf., Montpellier (Impr. de la Charité), 1935.
- VOLK, M.: *Die Lebensspur «Tomaculum problematicum», Groom auch im Grifelschiefer des Thüring Ordovizium*. «Senckenbergiana», 23, 123-126, 5 Abb., Frankfurt a. M. 1941.
- —: *Bifasciulus radiatus n. g., sp., eine Lebensspur aus dem Grifelschiefer des thüringischen Ordoviziums*. «Geol. Bl. NO-Bayern», 10, 11, 44, 152-156, 5 Abb., Erlangen 1960.
- WEBER, H.: *Einführung in die Geologie Thüringens*. 201 S., Abb., 2 Kt., Berlin (VEB Verl. der Wissenschaften) 1955.

Recibido 5 10 1964.

A. HOYOS (\*) Y L. J. ALIAS (\*\*)

## MINERALOGIA Y GENESIS DEL YACIMIENTO DE ALUNITA DEL CERRO DE SAN CRISTOBAL, MAZARRON (MURCIA)

### III. ESTUDIO MINERALOGENETICO

#### RESUMEN

Se estudia en el presente trabajo el proceso mineralogenético que ha conducido a la formación de minerales del grupo de la alunita en el Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia).

El proceso de alunitización parece ser debido a la actuación de soluciones mineralizantes ácidas, ricas en iones sulfato de origen postmagmático o procedentes de la alteración de menas sulfuradas, sobre la sanidina de rocas de tipo dacita, ya que se observan fenocristales de sanidina en muy diversos grados de alteración y, en ocasiones, agrupamientos de microcristales de minerales del grupo de la alunita, muy birrefringentes, cuyo conjunto recuerda en su forma a los fenocristales de sanidina.

Las plagioclasas de la dacita han sido totalmente alteradas. El calcio ha dado lugar a la formación de yeso, mineral que se encuentra en todas las muestras rellenando grietas, y en una pequeña proporción ha reemplazado a veces a los elementos alcalinos en la estructura de la alunita.

Las soluciones mineralizantes han portado iones  $Fe^{3+}$ , responsables de la formación generalmente localizada de jarosita y soluciones sólidas de jarosita alunita.

Acompañando al proceso de alunitización, se ha producido un fuerte lavado de sílice, componente que, sólo en ocasiones, ha dado lugar a la formación de pequeñas cantidades de haloisita.

#### SUMMARY

The aim of this paper is to study the genetic process leading to the formation of minerals of the alunite group in the Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia, Spain).

Alunitization seems to be due to the action of acid, mineralizing solutions, rich in sulphate ions, upon the sanidine of dacitic rocks. The sulphate ions are probably post-magmatic in origin, though they may well come from the alteration of sulphide ores.

Sanidine phenocrysts can be observed in a wide range of alteration degree. Some of them are completely replaced by highly birrefringent, minute crystals of alunite and jarosite, the clusters of which resemble in form that of a sanidine phenocryst.

\*) Catedrático de Geología Aplicada de la Facultad de Farmacia de Madrid.

\*\*\*) Catedrático de Geología Aplicada de la Facultad de Farmacia de Santiago de Compostela.



The original plagioclase of the rock has been thoroughly altered. Calcium ions have led to the formation of gypsum, a mineral present in all the samples usually filling up small veinlets. A certain amount of calcium enters into the lattice structure of alunite replacing for sodium and potassium.

The presence of some ferric ions, carried by the mineralizing solutions, can explain the occasional formation of jarosite and alunite jarosite solid solutions.

Alunitization is accompanied by a strong leaching of silica. Only a very small amount of halloysite is formed.

### INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores (Hoyos y Alias, 1962a, 1962b) dimos cuenta del estudio de los materiales más alunitizados del yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia), descrito por Pilz (1905). Se estableció la composición mineralógica de dichos materiales y se puso de manifiesto la presencia de soluciones sólidas de jarosita-alunite en las que el número de átomos de Al que reemplazan al Fe en la estructura de la jarosita oscila entre el 40 y 50 por 100, es decir, que corresponden a miembros intermedios de la serie jarosita-alunite no descritos en la Naturaleza pero sintetizados por Brophy, Scott y Snellgrove (1962).

El objeto de este trabajo es el estudio genético del yacimiento de alunite del Cerro de San Cristóbal, a la luz de los resultados obtenidos en los trabajos anteriores y del estudio de otros materiales en distinto grado de alunitización.

### DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL EXPERIMENTAL

La descripción de las muestras 1, 2, 3, 4 y 5 se ha dado en otro lugar (Hoyos y Alias, 1962a).

#### *Muestra 6*

Masa ligeramente compacta, de color amarillento con zonas localizadas de color rojizo. Contiene algunos cristales de cuarzo. Parece tratarse de roca en grado bastante avanzado de alteración con formación de alunite y jarosita: la alunitización parece afectar a toda la masa, mientras que la formación de jarosita tiene lugar más bien en superficie y en zonas localizadas.

#### *Muestra 7*

Roca poco alterada, recubierta de un material amarillento más o menos rojizo, posiblemente jarosita. Posee una gran cantidad de fenocristales de cuarzo.

### *Muestras 8, 9 y 10*

Masas de roca muy poco alterada, con abundantes fenocristales de cuarzo y muy escasas zonas de formación de jarosita. En el interior presenta algunas cavidades rellenas por una sustancia blanca que pudiera ser alunite.

Todas las muestras presentan grietas rellenas por cristalitas de yeso, que, en lo posible, se ha procurado separar a fin de obtener muestras libres de sulfatos no pertenecientes al grupo de la alunite.

### ESTUDIO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Las reflexiones a 3.07 y 2.98 Å, acompañadas de otras de menor intensidad, tales como las 5.90, 5.71, 5.00 y 4.94 Å, ponen de manifiesto la presencia de jarosita y alunite en todas las muestras, siendo muy abundantes en la muestra 6, particularmente la segunda.

Mineral muy abundante en todas las muestras es el cuarzo, con reflexión a 4.25 Å de intensidad media y hasta fuerte, y reflexión muy intensa a 3.35 Å. En general, se presenta una banda a 3.35-3.22 Å que incluye las reflexiones a 3.35 del cuarzo y a 3.28 y 3.22 Å de la sanidina, mineral muy abundante en las muestras poco alteradas, ya que además de las reflexiones a 3.28, 3.22, 3.77, 3.46, 2.98 y 2.57 Å, aparecen en el diagrama líneas correspondientes a reflexiones de menor intensidad, tales como las de 5.84, 3.89 y 2.76 Å.

La presencia de una pequeña cantidad de haloisita es muy neta en la muestra 8.

### ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

Las curvas de A.T.D. (fig. 1) de las muestras 6, 7, 8, 9 y 10 ponen de manifiesto la presencia de los siguientes minerales:

#### *Muestra 10*

Parece contener solamente cristobalita y cuarzo, con efectos endotérmicos a 326 y 573° C, respectivamente. Aun cuando esta muestra contiene un 3.47 por 100 de SO<sub>3</sub>, no se observa en la curva de A.T.D. ningún efecto térmico debido a la presencia de alunite o jarosita.

#### *Muestra 9*

Además de cuarzo, contiene algo de jarosita, con efectos endotérmicos a 441 y 762° C, y quizás alunite.

*Muestra 8*

El primer efecto endotérmico a 520° C puede corresponder a una pequeña cantidad de haloisita, puesta de manifiesto por difracción de rayos X, aún cuando no aparecen los efectos térmicos a 100-110° C y 950-1.000° C.

Es clara la presencia de alunita, con sus dos efectos endotérmicos a 570 y 788° C. El hecho de que no aparezca el efecto exotérmico debido a la cristalización de  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> inmediatamente antes del endotérmico correspondiente a

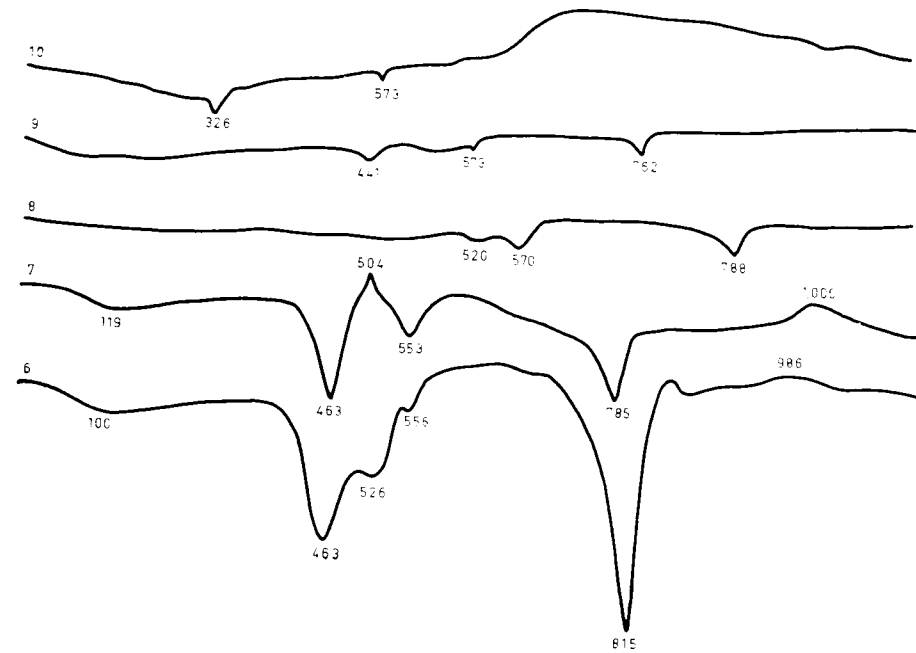


Fig. 1.—Curvas de A. T. D.

la liberación de SO<sub>3</sub> y la asimetría de éste último pico, parece indicar que más que de alunita se trata de una solución sólida de alunita-jarosita, de acuerdo con lo que se indicó en otro lugar (Hoyos y Alias, 1962a) y con las investigaciones posteriores realizadas por Alias y Girela (1965).

*Muestra 7*

Los efectos térmicos a 119, 553 y 1.000° C reflejan la presencia de cierta cantidad de haloisita. La existencia de jarosita queda confirmada por los efec-

tos endotérmicos a 463 y 785° C y un efecto exotérmico a 504° C. La temperatura a que se presenta el efecto endotérmico correspondiente a la liberación de SO<sub>3</sub> a partir de la jarosita, indica que existe conjuntamente alunita, bien sea como tal o en solución sólida; el primer efecto endotérmico de la alunita podría venir superpuesto con el de la haloisita.

*Muestra 6*

Es muy neta la presencia de jarosita y alunita, con una pequeña cantidad de haloisita.

## ESTUDIO MICROSCÓPICO

En todas las muestras se han identificado numerosos fenocristales de cuarzo y sanidina.

En la muestra 6 la sanidina se encuentra muy alterada, con formación de alunita y jarosita, minerales que se presentan en forma de micro-cristales de elevada birrefringencia. A veces aparecen agrupamientos de estos micro-cristales que recuerdan en forma a un fenocristal de sanidina, lo que hace suponer se trata de un reemplazamiento total del fenocristal de sanidina por alunita y jarosita; es frecuente observar dentro de estos agrupamientos o en su proximidad pequeños cristallitos de cuarzo, cuyo origen hay que atribuir a la recristalización de la sílice liberada en la alunitización de sanidina. En otras ocasiones se observa una alunitización parcial de la sanidina siguiendo las direcciones de exfoliación del fenocristal. Toda la masa está surcada por numerosas grietas a través de las cuales penetró la solución mineralizante.

El grado de alteración es considerablemente menor en la muestra 7, en la que todavía se encuentra algún fenocristal de sanidina totalmente reemplazado por alunita y jarosita.

Las muestras 8, 9 y 10 presentan una masa fundamental amorfa que incluye numerosos fenocristales de cuarzo y sanidina. Se observan muy escasas zonas de formación de minerales del grupo de la alunita.

## ESTUDIO QUÍMICO

Los resultados de análisis químico (Tabla 1) indican ya un mayor grado de alunitización de las muestras 1, 2, 3, 4 y 5, estudiadas en trabajos anteriores (Hoyos y Alias, 1962a, 1962b), y de la muestra 6, disminuyendo considerablemente al pasar a las muestras 7, 8, 9 y 10, a juzgar por el contenido en SO<sub>3</sub>.

TABLE I  
Resultados de análisis químico (%).

	SiO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	H <sub>2</sub> O	Total
1 a	17.88	25.10	17.31	21.93	1.20	5.18	1.38	0.87	9.31	100.16
1 b	37.13	19.82	13.81	13.30	1.60	4.02	1.10	0.95	8.35	100.08
2	9.07	32.48	35.17	1.05	0.09	6.47	0.58	—	14.96	99.87
3	12.90	30.01	30.06	5.02	0.85	6.87	1.11	0.07	12.87	99.76
4	7.44	33.45	33.50	4.20	0.11	6.63	0.54	0.15	13.89	99.91
5	21.27	26.70	26.72	6.65	0.22	5.33	1.15	0.27	11.43	99.74
6	40.10	17.78	25.89	1.40	0.33	4.76	0.54	—	9.89	100.69
7	61.46	5.88	17.46	4.56	0.46	5.27	0.32	—	5.56	100.97
8	62.83	3.69	19.21	0.27	0.76	4.38	0.37	—	7.92	99.43
9	70.53	3.24	14.10	0.55	0.31	4.72	0.75	—	5.92	100.02
10	71.18	3.47	13.36	0.53	0.72	3.94	0.21	—	6.36	99.77

Aun cuando el contenido en SiO<sub>2</sub> llega a alcanzar valores elevados en las muestras 9 y 10, todas las rocas se encuentran algo alteradas. Los resultados anteriores permiten considerar la roca madre como una dacita.

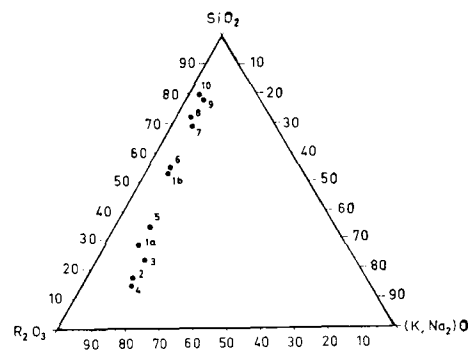


Fig. 2

Para analizar con mayor detalle el quimismo del proceso de alunitización, hemos recurrido a la representación triangular de los sistemas SiO<sub>2</sub>-R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(K,Na)<sub>2</sub>O y SO<sub>3</sub>-R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(K,Na)<sub>2</sub>O y al cálculo de los parámetros de Niggli.

De la representación triangular del sistema SiO<sub>2</sub>-R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(K,Na)<sub>2</sub>O, fig. 2, se deduce que el proceso de alunitización va acompañado de un fuerte lavado de SiO<sub>2</sub> y enriquecimiento en R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, mientras que los elementos alcalinos sufren una escasa variación, con enriquecimiento relativo en las muestras más alunitizadas, como consecuencia del fuerte lavado de SiO<sub>2</sub>.

Si no se toma en consideración el contenido en SiO<sub>2</sub>, pasando al sistema SO<sub>3</sub>-R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(K,Na)<sub>2</sub>O de la figura 3, que incluye tres componentes esenciales de los minerales del grupo de la alunita, se obtienen dos agrupamientos de puntos representativos esencialmente distintos: el primero comprende los puntos correspondientes a las muestras en un grado muy avanzado de alunitización (1, 2, 3, 4, 5 y 6), que quedan situados entre los puntos teóricos correspondientes a alunita (A = alunita, A' = natroalunita) y jarosita (J = jarosita y J' = natrojarosita), lo cual indica que la mayor parte de los sesquióxidos y elementos alcalinos se encuentran en tales muestras bajo la forma de alunita, jarosita o soluciones sólidas de alunita-jarosita, en concordancia con los resultados de difracción de rayos X y A.T.D.; el segundo agrupamiento incluye los puntos correspondientes a las muestras muy escasamente afectadas por el proceso de alunitización (7, 8, 9 y 10), y considerablemente alejados de los valores teóricos para alunita y jarosita, significando que sólo una pequeña proporción de elementos trivalentes y alcalinos se encuentran bajo la forma de minerales del grupo de la alunita y la mayor parte de los mismos debe encontrarse en forma de sanidina, como se ha puesto de manifiesto en el estudio microscópico y por difracción de rayos X.

Los valores de los parámetros de Niggli, representados en función del parámetro *so<sub>4</sub>* (fig. 4) ayudan poderosamente a esclarecer el quimismo de la alunitización, cuya intensidad viene marcada por el valor del parámetro *so<sub>4</sub>*.

La disminución acusada del parámetro *si* a medida que progresa la alunitización indica una pérdida manifiesta de SiO<sub>2</sub> en el proceso de formación de alunita, pese a que parte de la sílice liberada en la alteración de sanidina recristaliza bajo la forma de cuarzo o pasa a formar minerales del grupo del caolín.

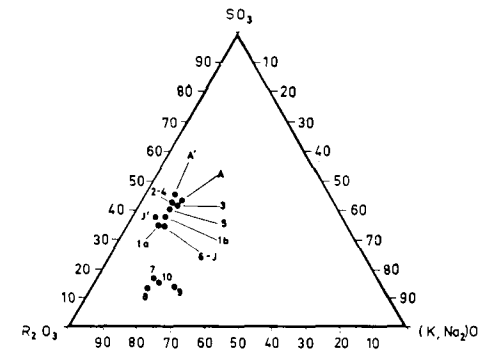


Fig. 3

La representación del parámetro *al* es una curva en campana, con un mínimo en la zona correspondiente a las muestras 1 a y 1 b, en las que el mineral del grupo de la alunita es un miembro intermedio de la serie jarosita-alunita, y una recta (A) paralela al eje X cuando se excluyen los puntos perte-

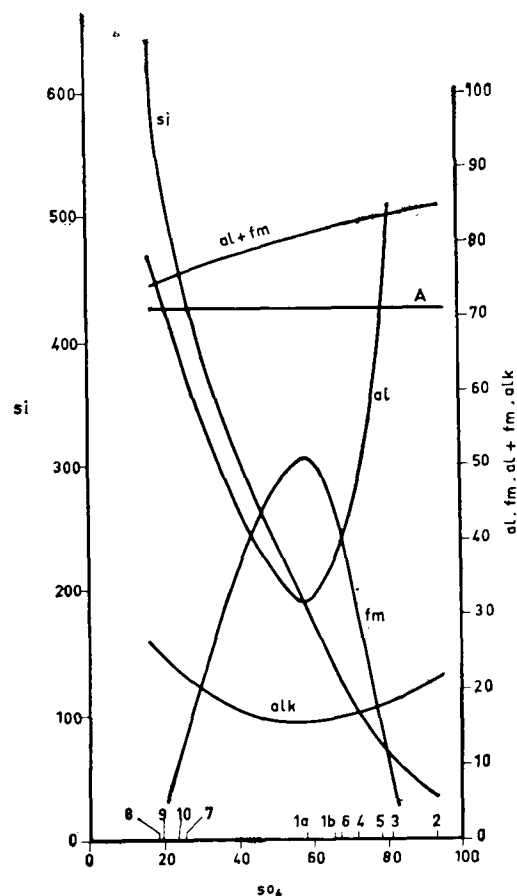


Fig. 4. Parámetros de Niggli en función del parámetro  $so_4$ .

necientes a estas muestras, de donde se deduce que en el proceso de alunitización no existen pérdidas ni ganancias de  $Al_2O_3$  y que los valores bajos del parámetro *al* de las muestras 1 a y 1 b no se deben a un lavado de  $Al_2O_3$  sino a aporte de  $Fe_2O_3$ , como luego veremos.

Del mismo modo, la representación del parámetro *fm* es otra curva en campana con un máximo para las muestras 1 a y 1 b. Cuando se considera la suma de los parámetros *al* y *fm* se obtienen valores que crecen a medida que aumenta el grado de alunitización, prueba de que, como ya indicamos antes, no

existe lavado de  $Al_2O_3$ , pero sí aporte de  $Fe_2O_3$ , como era lógico esperar por la forma en que se presenta la jarosita en numerosas muestras del yacimiento, en formaciones localizadas o recubriendo masas de alunita. El origen de este hierro puede ser atribuido a la alteración de las piritas y blendas negras que se encuentran a mayor profundidad en el mismo Cerro de San Cristóbal.

Por último, el parámetro *alk* tiene valores relativamente altos en las muestras menos alunitizadas y ricas en sanidina, disminuye al pasar a la muestra 1 a, y vuelve a aumentar ligeramente en las muestras más alunitizadas, en que la mayor parte de los elementos alcalinos se encuentra bajo la forma de minerales del grupo de la alunita; el valor más bajo corresponde a la muestra 4, que, como ya se indicó en otro lugar (Hoyos y Alias, 1962b), contiene jarosita y

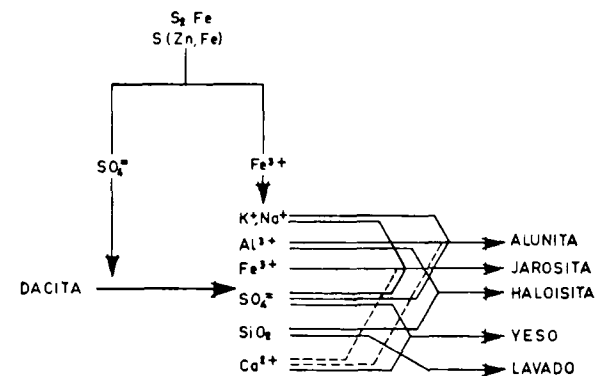


Fig. 5.—Esquema del proceso de alunitización en el Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia).

alunita en las que el 24 por 100 de las posiciones catiónicas correspondientes al K están ocupadas por  $H_3O$ . El parámetro *k* presenta valores comprendidos entre 0.8 y 0.9 para todas las muestras, excepción hecha de las número 1a y 1b en las que éste parámetro es de 0.7; Parker (1962) encuentra en síntesis de minerales de la serie alunita-natroalunita que el K tiene una preferencia de entrada sobre el Na en la estructura de la alunita, hecho que no tiene confirmación en nuestro caso; cuando la formación de alunita tiene lugar a partir de una solución, el K entra preferentemente en la red, pero cuando se trata de una formación natural por alteración de sanidina u otros silicatos alcalinos, son otros los factores que se ponen en juego: el proceso consiste en una alteración lenta de la sanidina, liberación progresiva de K y Na y formación de alunita y jarosita, sin que en ningún momento haya un exceso de elementos alcalinos en el medio a partir del cual cristalizan aquellos minerales.

Esquemáticamente (fig. 5), podemos resumir así el mecanismo de alunitización del yacimiento del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia).

Por ascensión de soluciones ácidas ricas en iones  $\text{SO}_4$  de origen postmagmático o procedentes de la alteración de menas sulfuradas, ha tenido lugar un ataque intenso, en ocasiones total, de la sanidina de rocas de tipo dacita, con formación de alunita y algo de haloisita, lavándose una gran cantidad de  $\text{SiO}_2$ . Las mismas soluciones mineralizantes han aportado algo de hierro, procedente asimismo de la alteración de menas sulfuradas, que, en zonas localizadas o recubriendo masas de alunita, ha conducido a la formación de jarosita y soluciones sólidas de jarosita-alunita. La mayor parte del calcio de la dacita, cuya presencia hay que suponer tal vez bajo la forma de una pequeña cantidad de plagioclasa, ha pasado a formar yeso, mineral que se encuentra en todos los materiales estudiados rellenando grietas de muy diversas dimensiones.

#### CONCLUSIONES

1.<sup>a</sup>—El yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia), es de una mineralogía bastante compleja, ya que, acompañando a la alunita o en formaciones más o menos localizadas, se encuentran jarosita y soluciones sólidas de jarosita-alunita, sanidina en muy diversos grados de alteración, haloisita y, muy dudosamente, algo de ilita.

2.<sup>a</sup>—Como material primario para la formación de los minerales del grupo de la alunita ha servido la sanidina de las dacitas que se encuentran en superficie, aportando, por alteración, aluminio y elementos alcalinos. Parece que también ha sido objeto de alteración una pequeña cantidad de plagioclasas; el calcio ha servido para la formación de yeso y sólo en algunos casos ha entrado en la estructura de la alunita reemplazando a los elementos alcalinos.

3.<sup>a</sup>—El ataque de las dacitas se ha efectuado por ascensión de soluciones ácidas ricas en iones  $\text{SO}_4$ , bien sean de origen postmagmático o más bien procedentes de la alteración de menas sulfuradas.

4.<sup>a</sup>—La alteración de menas sulfuradas ha aportado a la solución mineralizante cierta cantidad de iones  $\text{Fe}^{3+}$ , que han servido para la formación de jarosita y soluciones sólidas de jarosita y alunita.

5.<sup>a</sup>—El proceso de alunitización ha ido acompañado de un intenso lavado de  $\text{SiO}_2$ , aporte de hierro y sensible constancia del aluminio y elementos alcalinos. Una parte de la sílice ha dado lugar a la formación de una pequeña cantidad de haloisita por recristalización con la alúmina.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ALÍAS, L. J. y GIRELA, F.—*A study by D. T. A. of the Alunite-Jarosite system*. «Proceeding of the First International Conference on Thermal Analysis», Section 5, pp. 224-225, 1965.  
 BROPHY, G. P., SCOTT, E. S. y SNELGROVE, R. A.—*Sulfate studies. II. Solid solution between alunite and jarosite*. «Am. Min.», 47, 112-126, 1962.

- HOYOS, A. y ALÍAS, L. J.—*Mineralogía y génesis del yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia). I. Difracción de rayos X, análisis térmico-diferencial y estudio microscópico de los materiales más alunitizados*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», núm. 67, 109-121, 1962a.  
 HOYOS, A. y ALÍAS, L. J.—*Mineralogía y génesis del yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia). II. Estudio químico de los materiales más alunitizados*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», núm. 67, 123-132, 1962b.  
 PARKER, R. L.—*Isomorphous substitution in natural and synthetic alunite*. «Am. Min.», 47, 127-136, 1962.  
 PILZ, R.—*Die Bleiglanzlagerstätten von Mazarrón in Spanien*. «Zeitschrift für praktische Geologie», 385-400, 1905.

Recibido 4-III-65.

RAYMOND MIROUSE (\*)

## PALÉOGÉOGRAPHIE DÉVONIENNE DE L'EXTRÉMITÉ OCCIDENTALE DU BÂTI AXIAL PYRENEEN

### R É S U M É

Cette note comporte la description des successions de terrains dévoniens dans la partie occidentale française du bâti axial pyrénéen, c'est-à-dire dans les hautes vallées d'Ossau et d'Aspe (Basses-Pyrénées).

Ces successions présentent des variations, suivant que l'on considère tel ou tel secteur du domaine étudié: la coupe schématique complète (formations détritiques du Dévonien inférieur, calcaires organogènes et récifaux du Dévonien moyen, formations détritiques et calcaires griottes du Dévonien supérieur) présente en effet des modifications, soit dans le sens de la disparition de certains termes du Dévonien moyen et supérieur, soit dans le sens d'une uniformisation des faciès accompagnée d'une réduction d'épaisseur.

Au point de vue de la paléogéographie, on peut déduire de cette étude que l'évolution de cette région, au Dévonien, a été celle d'une plateforme continentale instable, accidentée de rides et sillons, sensiblement parallèles aux structures issues de l'orogénèse hercynienne. Une de ces rides (au Sud-Ouest), momentanément frangée de sédiments néritiques ou de formations récifales, a progressivement émergé au cours du Dévonien moyen et du Dévonien supérieur, alimentant une abondante sédimentation détritique dans le sillon subsident situé plus au Nord-Est. Une autre ride, plus septentrionale encore, plus «pélagique» sans doute, a été le siège d'une sédimentation à la fois plus uniforme et moins épaisse durant la même période; à son niveau viendront ultérieurement se localiser des phénomènes magmatiques (granite des Eaux-Chaudes).

La Zone primaire axiale des Pyrénées vient se terminer, dans sa partie occidentale, au voisinage de la vallée du gave d'Aspe, sous les terrains secondaires de son revêtement post-hercynien. On sait que s'individualisent, dans ce bâti paléozoïque, peu à l'Est du méridien de la vallée d'Ossau, deux ensembles bien distincts: un ensemble frontal («zone septentrionale») qui vient au contact des terrains secondaires de la Zone nord-pyrénéenne, et un ensemble que l'on pourrait appeler «bâti axial proprement dit» parce que, au Sud du dispositif complexe des plis-couchés des Eaux-Chaudes, il forme la vaste coupole de terrains primaires qui va trouver sa terminaison par ennoyage sous le Crétacé supérieur du pic d'Anie et des reliefs voisins.

---

(\*) Faculté des Sciences de Toulouse (France).

Les remarques qui suivent concernent précisément les terrains dévoniens appartenant à ce dernier ensemble, autrement dit ceux quiaffleurent dans la partie de la vallée d'Ossau située en amont des Eaux-Chaudes et dans la partie de la vallée d'Aspe venant au Sud du Pont d'Esquit. Cet exposé relate d'abord quelques-uns des principaux aspects de la stratigraphie de ces terrains, avant de dégager quelques idées quant à l'évolution paléogéographique du domaine étudié, durant la période correspondante.

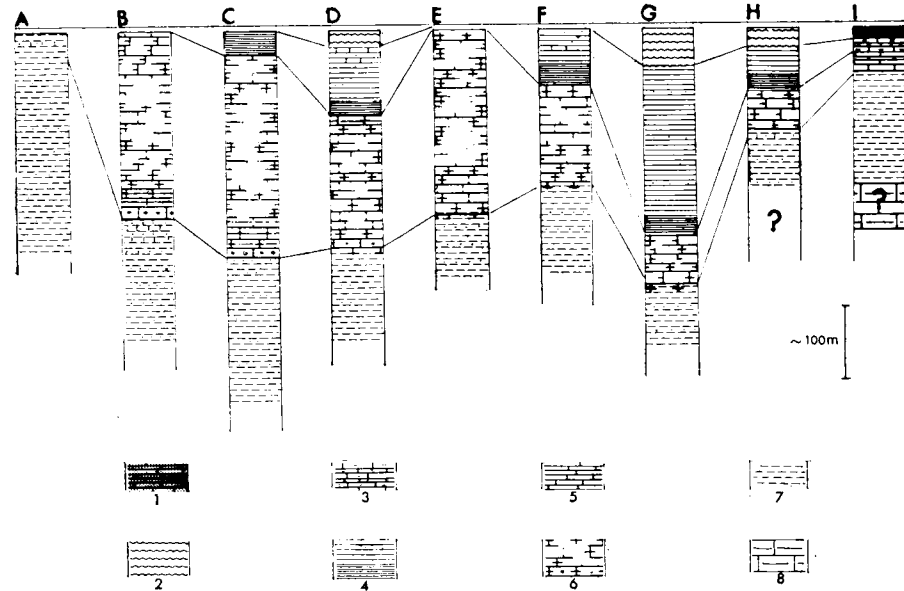


Figure 1.—Divers exemples de successions de terrains dévoniens à l'extrémité occidentale de la Zone axiale des Pyrénées.

A: Barranco de Acherito; fond d'Aspe; sud d'Aneu.

B: Sud du pic Larailé; falaise Peyreget; Sud de Tourmont.

C: Nord-Est du pic Larailé; Lacuarde; N de Tourmont.

D: Nord du pic Lariste; Caillau (vallée du R. Labadie).

E: Flanc sud de l'anticlinal du Portalet.

F: Flanc nord de l'anticlinal de Portalet.

G: Région de Lescun; Sud de Cette-Eygun; crêtes de Soques.

H: Versant sud du pic Gaziès.

I: Vallées des ruisseaux Sesques, Gaziès, Er, près du granite des Eaux-Chaudes.

1: calcaires rubanés à impregnations de Manganèse (Famennien?); 2: calcaires griottes; 3: calcaires gris à lits détritiques (Frasnien); 4: série du pic Lariste: schistes, grès, calcaires subordonnés avec niveaux ampéliteux à la base; 5: calcaires gris à grain fin, lités; 6: calcaires à Polypiers et Stromatopores, avec calcaires crinoïdiques et à nodules ferrugineux, à la base; 7: Grès, schistes, calcaires subordonnés, du Dévonien inférieur et de la base du Dévonien moyen; 8: calcaires massifs du Dévonien inférieur.

(L'ensemble de ces coupes schématiques est rapporté, à son sommet, à un niveau de référence correspondant à la base du Carbonifère; le Sud-Ouest est supposé à la gauche du tableau).

Le Dévonien inférieur se trouve représenté (1) d'une part à la périphérie du massif de granite intrusif des Eaux-Chaudes (vallées de Sesques, Gaziès, Er, Bious-Artigues) et, d'autre part, dans la partie axiale d'un certain nombre de replis anticlinaux situés plus au Sud-Ouest: anticlinal du Portalet, lames anticlinales du barrage de Bious, anticlinaux du Bois de Landrosque et des montagnes du Sud de Lescun, brachyanticlinal du Lazaret d'Urdo, aire anticlinale d'Aneu, anticlinal du Rio Acherito (2) etc...

La localisation de la série éodévoniennne au coeur de plis anticlinaux ne permet généralement pas de l'observer sur une épaisseur très importante et, en tout cas, ne permet pas d'en voir la totalité: le Silurien n'affleure, en effet, pratiquement pas sur le territoire étudié, puisque seules peuvent lui être attribuées, sans preuve paléontologique, des lames exiguës d'ampélites observées en galeries (3) ou le long de contacts anormaux (lit du ruisseau d'Aneu, 1500 m au Nord-Ouest du col de Pourtalet). Ceci fait que seul le sommet du Dévonien inférieur a pu être caractérisé avec certitude.

La coupe, que l'on peut relever sur les crêtes séparant la haute vallée du gave de Bious et la haute vallée du gave de Brousset (3 km au Nord-Ouest du col de Pourtalet) (Fig. 1 B), me paraît assez significative. On y observe, à la base, un ensemble de formations pélitiques, sombres, à microrhythmes, et présentant un débit schisteux très net; dans ces schistes viennent s'intercaler de minces lits calcaires et grauwackeux, à patine ocre. Vers la partie supérieure de cette formation, dont l'épaisseur est de l'ordre de 200-300 mètres au plus, on peut récolter quelques Brachiopodes, *Spirifer* du groupe *paradoxus*, *Atrypa reticularis* L., diverses *Schellwienella* et *Dalmanella*, associés à des Bryozoaires et à des Tétracoralliaires isolés. Plus haut cette série, essentiellement détritique jusque là, s'enrichit rapidement en intercalations décimétriques de calcaires à patine rouille: il s'agit de calcaires organo-détritiques, où existent en grand nombre les Brachiopodes et d'autres organismes. Sans entrer dans le détail de la distribution de ces faunes au sein des divers bancs, relevons la présence de *Acrosirifer paradoxus* SCHL., *Hysterolites subcuspidatus* SCHNUR, *Atrypa reticularis* L., *Dalmanella opercularis* M. V. K., *Leptocna rhomboïdalis* WILCK., *Douvilleina* sp., *Schizophoria* sp., associés à des Polypiers (Tétracoralliaires isolés et Tabulés branchus), à des Bryozoaires, à des Gastropodes et à quelques Trilobites (Phacopidés); on y trouve également des débris microscopiques, tels que des Conodontes (*Polygnathus linguiformis* HINDE,

(1) MIROUSE, R. Recherches géologiques dans la partie occidentale de la Zone primaire axiale des Pyrénées. *Thèse Sciences*, Toulouse. 672 p., 1 carte au 50.000 ème, 1962.

(2) Ces données nouvelles concernant la distribution cartographique des terrains dévoniens figurent sur la 2ème édition de la feuille d'Urdo de la Carte géologique de la France au 80.000 ème (à l'impression).

(3) DESTOMBES, J. P. et A. VAYSSÉ. Chantiers hydroélectriques pyrénéens. Géologie des galeries de Bious-Artigues (*Rapport B. R. G. M., Paris*), 1950.

*Icriodus symmetricus* BR. et M., etc.). Ces couches, que l'on doit rapporter à la partie terminale du Dévonien inférieur, sont généralement surmontées, comme cela sera indiqué plus loin, par d'épaisses formations calcaires du Dévonien moyen (Fig. 1 B).

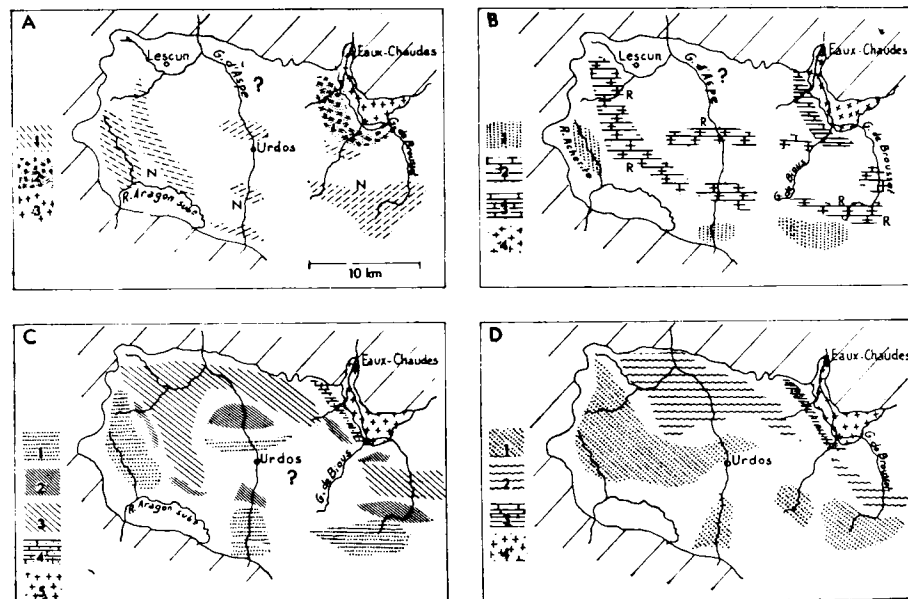


Figure 2.—Distribution des faciès des terrains dévoniens à l'extrémité occidentale de la Zone primaire axiale des Pyrénées.

A: Sommet du Dévonien inférieur. 1: dépôts essentiellement détritiques (N: calcaires zoogènes à faciès néritique particulièrement fréquents en intercalations au sommet de l'Emsien); 2: Dépôts détritiques succédant à des formations calcaires de la base du Dévonien inférieur; 3: granite des Eaux-Chaudes.

B: Dévonien moyen. 1: Couches calcaréo-détritiques à *Paraspirifer cultrijugatus* (suite du Dévonien non représentée); 2: calcaires à Polypiers et Stromatopores (R: édifices récifaux importants); 3: calcaires gris lités, en série peu épaisse; 4: granite des Eaux-Chaudes.

C: Frasnien (sommet). 1: Secteurs où le Frasnien n'est pas représenté entre le Dévonien moyen et le Carbonifère; 2: série du pic Lariste d'épaisseur réduite (fréquentes intercalations zoogènes au Sud-Ouest); 3: série du pic Lariste (épaisse série de schistes et grès); 4: calcaires gris à lits détritiques, en série peu épaisse; 5: granite des Eaux-Chaudes.

D: Famennien. 1: non représenté entre le Carbonifère et divers termes du système dévonien; 2: calcaires griottes; 3: calcaires rubanés manganifères, d'épaisseurs réduite; 4: granite des Eaux-Chaudes.

(Les terrains du revêtement post-hercynien ont été figurés en barré oblique espacé)

Il faut souligner toutefois que, par places, des variations de détail interviennent dans le schéma stratigraphique qui vient d'être rapporté. C'est ainsi que, dans plusieurs affleurements localisés au Sud-Ouest et au Sud du domaine étudié (cote 2202, à l'Ouest des pâturages d'Aneu; haute vallée du Rio Acherito)

(Fig. 1 A), les formations détritiques dont il est question ci-dessus atteignent la base du Dévonien moyen, puisqu'on peut y récolter en abondance *Paraspirifer cultrijugatus* ROEMER, *Hysterolites alatiformis* DREV., *Phacops fecundus degener* BARR., associés à d'autres Brachiopodes (*Stropheodonta*, *Atrypa*), à des Lamellibranches (*Limoptera*), à des Bryozoaires et à des Polypiers (Tétracoralliaires isolés et Tabulés).

Enfin, dans un secteur voisin du massif de granite des Eaux-Chaudes, les couches détritiques du Dévonien inférieur, localement fossilifères, paraissent admettre à leur partie inférieure d'importantes intercalations calcaires (calcaires du pic Lavigne?): c'est du moins ce qui ressort de considérations géométriques relatives à la position de ces calcaires, et non de données paléontologiques (Fig. 1 I).

Dans cette partie de la Zone axiale, les couches du Dévonien moyen affleurent plus largement que celles du Dévonien inférieur. De façon générale, elles se présentent ici sous un faciès essentiellement calcaire ce qui fait, évidemment, qu'elles contribuent pour une bonne part au dessin des grands traits de la morphologie. On peut les observer, par exemple:

—dans les anticlinaux du Portalet et du Lazaret d'Urdo, traversés en cluse par le Gave d'Aspe;

—dans les crêtes de Billare, Pinade, Lacuarde, qui appartiennent au vaste édifice montagneux qui ferme, à l'Ouest et au Sud, le dépression de Lescun;

—dans les reliefs de Peyreget, Tourmont, Estremère, qui dominent les pâturages d'Aneu, dans la haute vallée d'Ossau.

C'est, par exemple, 1500 m au Sud-Ouest du pic du Midi d'Ossau que l'on relève dans les couches du Dévonien moyen, non loin du lac Peyreget, la succession suivante, qui apparaît au-dessus du Dévonien inférieur précédemment décrit (Fig. 1 B).

A la base, viennent des calcaires en bancs épais, à patine claire, grise ou ocrée. Ces calcaires renferment de nombreux nodules pyriteux et limoniteux, souvent disparus en surface du fait de l'altération de la roche, ce qui confère à cette dernière une structure vacuolaire. Il s'y trouve quelques Brachiopodes et Polypiers, apparemment peu nombreux; il y a été mis en évidence une microfaune, assez pauvre, de Conodontes (*Spathognathus bidentatus* BL. et ZL., *Polygnathus* sp., *Paltodus* sp.). Cette assise a une épaisseur de l'ordre de 5 à 10 mètres.

Au-dessus viennent des calcaires en dalles et caleschistes (10 mètres). Ces roches sont beaucoup plus riches en débris organiques que celles de la formation sous-jacente. On y trouve en abondance des Crinoïdes (débris ou individus entiers), des Bryozoaires, des Tabulés (*Alveolites* parfois silicifiés) et quelques rares Trilobites (*Homanolotidae*).



L'assise suivante est formée de calcaires plus massifs, dont l'épaisseur totale dépasse plusieurs dizaines de mètres. Dès leur base abondent les Coraux parmi lesquels les buissons de Disphyllidés, les *Alveolites*, *Heliolites*, *Favosites*, *Thamnopora*, sont les plus fréquemment rencontrés, associés à des Tétracoralliaires isolés (*Heliophyllum*, *Grypophyllum*, etc...) et à quelques Stromatopores lamellaires; il n'est pas rare que ces divers organismes soient siliciifiés. La partie supérieure de cette formation calcaire semble en grande partie constituée par des Stromatopores plus massifs, encore associés à divers Polypiers; c'est ce que l'on observe dans la puissante assise calcaire qui forme falaise au-dessus de la vallée du gave de Bious, 500 mètres au Sud-Ouest du lac Peyreget.

Sans entrer, ici non plus, dans le détail de la signification stratigraphique des organismes rencontrés, on peut noter l'âge mésodévonien de la plupart d'entre eux. A ce propos, je ferai une remarque complémentaire. Dans la vallée du gave de Brousset, peu en amont du Caillou de Soques, la partie supérieure des calcaires à Polypiers dont il vient d'être question m'a fourni une microfaune assez abondante de Conodontes avec *Trichonodella blanda* STAUFFER, *Polygnathus pennata* HINDE, *Ancyrodella curvata* BR. et M. ?, puis *Polygnathus varca* STAUFFER, *Icriodus curvatus* BR. et M., *Polygnathus xylyus* STAUFFER, *Prioniodina proza* (HUDDLE), *Angulodus walrathi* (HIBBARD), *Bryantodus* sp., dont l'association indiquerait la partie tout à fait supérieure du Givétien, ce qui confirmerait l'attribution au Dévonien moyen de l'ensemble de la formation des calcaires à Polypiers. Il est toutefois permis de penser que l'édification de ces mêmes calcaires récifaux a pu, localement, se poursuivre au début du Dévonien supérieur: la géométrie de certains de ces édifices (Billare, Laraillé, Landrosque) et la distribution stratigraphique reconnue aux organismes qui les constituent donnent quelque vraisemblance à cette hypothèse.

La succession qui vient d'être évoquée, ne caractérise cependant pas la totalité des terrains mésodévonien dans le domaine étudié ici. On observe, en effet, les deux importantes variations que voici:

—dans la région tout à fait sud-occidentale (Rio Acherito) et méridionale (Fond d'Aspe, pâturages d'Aneu), le Dévonien moyen calcaire n'est plus représenté entre les pélites et grauwackes à *Paraspirifer cultrijugatus* et les calcaires viséens transgressifs (Fig. 1 A);

—dans la région nord-orientale, c'est-à-dire à proximité du massif de granite des Eaux-Chaudes, on voit l'assise des calcaires à Polypiers perdre de son épaisseur et présenter une stratification rythmique plus accusée (versant méridional) du pic Gaziès, 500 mètres au Nord-Ouest du lac d'Aule) (Fig. 1 B). Plus près encore des Eaux-Chaudes (vallées de Sesques, Gaziès, Èr) le Dévonien moyen ne paraît plus représenté que par 30 à 40 mètres de calcaires rubanés, microcristallins, admettant des intercalations décimétriques calcaréo-phylliteu-

ses, à grain également très fin; il faut ajouter que cette assise est apparemment azoïque et que son attribution au Dévonien moyen n'est basée que sur l'observation du passage latéral qui vient d'être noté, et sur la position de ces calcaires au-dessus du Dévonien inférieur fossilifère (Fig. 1 C).

Les terrains du Dévonien supérieur affleurent, dans cette partie de la Zone primaire axiale, beaucoup plus largement qu'on ne le pensait jusqu'à ces dernières années. On est en effet amené à y rattacher des dépôts parmi lesquels prédominent deux types bien distincts: une série détritique dite «série du pic Lariste», qui va normalement succéder aux calcaires mésodévonien, et une série calcaire sus-jacente (calcaires griottes), qui termine, par endroits la succession des terrains dévonien. On doit, de la sorte, étendre les affleurements de terrains du Dévonien supérieur (4):

—à la partie du gave de Brousset située en aval de la montagne de Tourmont.

—à la région de Cette-Eygun et du massif de Sesques, entre les vallées d'Aspe et d'Ossau;

—aux crêtes du Sud-Ouest et de l'Ouest de Lescun (Bois Larrangus, vallée de Lauga) ainsi qu'à la dépression même où est bâti le village de Lescun.

C'est dans les crêtes du Sud-Ouest de Lescun que la série détritique surmontant les calcaires du Dévonien moyen a été d'abord caractérisée par Seunes (5), au voisinage du pic Lariste. Dans ce secteur, au-dessus des calcaires à Polypiers, on observe la succession suivante (Fig. 1 D):

—schistes ampéliteux, intercalés de calcaires à Tentaculites et de calcschistes noirs (20-30 m);

—pélites schisteuses micacées sombres, parfois limoniteuses, intercalées de grès, de microconglomérats et de lits calcaréo-gréseux et grauwackeux, d'épaisseur allant de 1 à 30 centimètres. La puissance de cet ensemble est ici de l'ordre de 100 mètres environ. On peut y reconnaître une faune de Brachiopodes, avec *Cyrtospirifer verneuli* MURCH., *Productella subaculcata* MURCH., diverses *Camarotoechia*, associés à des Polypiers (*Alveolites*, *Neospongophyllum*, «*Phillipsastraca*», *Acanthophyllum*) et à des microorganismes, Foraminifères (Endothyridés) ou Conodontes (*Ancyrodella curvata* BR. et M., *Ozarkodina elegans* (STAUFFER), *Angulodus walrathi* (HIBBARD)). L'ensemble de ces faunes permet de considérer cette formation comme d'âge frasien. On peut ajouter que dans ce même secteur, à 300 mètres au NNE de la cabane Caillau, à l'amont de la vallée du ruisseau Labadie, les calcaires crinoïdiques,

(4) MEROUSE, R. Extension du Dévonien supérieur dans les hautes vallées d'Ossau et d'Aspe. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, p. 31-32, 1960.

(5) SEUNES J. Note sur la géologie de la haute vallée d'Aspe. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. IV, num. 34, 20 p., 13 fig., 1893.

abondants au sommet de la «série du pic Lariste» m'ont fourni, outre les Brachiopodes dont il vient d'être question, quelques Conodontes (*Polygnathus semicostata* BK. et M., *Palmatolepis* sp., *Roundya* sp.) dont l'association caractériserait la base du Famannien.

Il faut remarquer que la «série du pic Lariste» présente son maximum de puissance (200-300 m.) le long d'une bande orientée NW-SE, et qui court depuis le vallon de Lauga jusqu'aux crêtes frontalières de Soques, en passant par Cette-Eygun (Fig. 1 G). Au Sud-Ouest, on voit cette épaisseur se réduire (Nord du Portalet, pic Lariste, Lazaret d'Urdo, Nord de la montagne de Tourmont) (Fig. 1 C, D, F) puis s'annuler, puisque, plus au Sud-Ouest et plus au Sud, ou encore dans le flanc méridional de l'anticlinal du Portalet, le Viséen transgressif repose directement sur le Dévonien moyen ou le Dévonien inférieur. De même, au Nord-Est, on voit diminuer nettement l'épaisseur de cette même série, dans les contreforts du pic Gaziès (Fig. 1 H).

Plus au Nord-Est, enfin, c'est-à-dire au voisinage du granite des Eaux-Chaudes (Fig. 1 I), il est possible que la série du pic Lariste, dont il vient d'être question, trouve un équivalent latéral en une mince (10-20 m) assise de calcaires, à intercalations détritiques à grain très fin, qui surmonte, dans les vallées de Sesques, Gaziès et Er, les calcaires précédemment rapportés (p. 6) au Dévonien moyen.

La formation des «calcaires griottes», qui vient au sommet des terrains dévoniens, est bien apparente, par exemple, dans la coupe de la vallée du gave d'Aspe, en amont du village d'Eygun (Fig. 1 G). Sur une épaisseur de l'ordre de 60 mètres, elle est formée par une alternance rythmique de lits calcaires et de lits pélitiques, ici faiblement teintés pour la plupart; de rares intercalations ampéliteuses peuvent être observées dans cette assise dont le sommet, sous les lydiennes carbonifères, est formé d'un horizon de calcaires plus massifs. La macrofaune est rare, à notre connaissance, dans ces Griottes. Par contre on a pu recueillir, vers le sommet de la formation, à proximité de la ferme Garcet (4 kilomètres à l'Ouest d'Etsaut), une microfaune de Conodontes (*Palmatolepis distorta* BI et M., *Palmatolepis perlobata* UL. et B., *Ozarkodina arcuata* SANN., *Polygnathus* sp.). Cette association groupe des espèces considérées comme d'âge famennien moyen et supérieur, et pouvant atteindre le Strunien. Venant au-dessus de la série du pic Lariste, dont nous avons noté l'âge frasnien et famennien inférieur, l'assise des calcaires griottes représente donc la partie moyenne et supérieure du Famennien, et peut-être la base du Carbonifère.

Dans la région étudiée ici, les calcaires griottes ont, en affleurement, une extension relativement limitée. A l'image de la série du pic Lariste, on ne les rencontre plus que le long d'une bande courant NW-SE, du vallon de Lauga aux crêtes de Soques, mais ils disparaissent, vers le Sud et le Sud-Ouest, beaucoup plus rapidement que les couches détritiques du Frasnien; dans la

vallée du gave d'Aspe, par exemple, on ne les connaît pas en amont de l'anticlinal du Portalet (Fig. 1 E); dans la vallée du gave de Brousset, on ne les connaît plus à hauteur et en amont de la montagne de Tourmont (Fig. 1 B et C). Là où existent ces Griottes, le Carbonifère débute généralement par l'horizon des lydiennes; ailleurs —plus au Sud ou au Sud-Ouest, donc— les calcaires viséens, localement frangés à leur base par un mince horizon détritique, reposent directement sur des termes plus anciens du système dévonien.

Au Nord-Est, enfin, près du granite des Eaux-Chaudes (Fig. 1 I), on peut considérer comme un équivalent latéral des Griottes la partie supérieure (10-20 mètres) des calcaires rubanés à lits siliceux dont il a déjà été question plus haut. Le seul argument dont nous disposons en faveur de cette hypothèse est l'existence d'imprégnations manganifères dans ces calcaires; on connaît la localisation stratigraphique précise, à ce niveau, de la plupart des minéralisations en Manganèse connues dans la province pyrénéenne (6).

—oOo—

On peut essayer de dégager, des données stratigraphiques qui viennent d'être exposées, quelques idées sur l'évolution paléogéographique de la région étudiée, au cours des temps dévoniens.

Les couches du Dévonien inférieur traduisent l'épandage d'une importante quantité de matériel détritique, essentiellement arénacé et phylliteux (Figure 2A-1); cet épandage était momentanément interrompu par la formation de minces lits carbonatés, organo-détritiques. Compte-tenu de la nature de ces couches, et des organismes qui y ont été enfouis, on peut retenir l'idée générale d'une accumulation à faible profondeur, en milieu modérément subsident. On peut également noter que, succédant à l'épisode de calme sédimentaire, en milieu très spécial, qui avait permis le dépôt des ampélites gothlandiennes, l'accumulation de la série éodévonienne correspond à une nette réanimation de la sédimentation terrigène. Sans doute sera-t-on conduit à voir en ceci, la conséquence d'une reprise d'érosion en relation avec les manifestations de l'orogénèse calédonienne, manifestations qui viennent alors de se produire en Europe.

Du fait de la faible étendue du Dévonien inférieur visible en affleurement dans notre région, il n'est guère possible de mettre en évidence de variations de détail dans la distribution. Deux aspects, cependant, me paraissent mériter attention. Le premier de ces aspects est la présence —probable— d'assez importantes masses calcaires intercalées vers la base des dépôts éodévoniens (Fig. 2A-2), et ceci, à notre connaissance, dans le seul secteur qui se situe à proximité immédiate de l'emplacement actuel du granite des Eaux-Chaudes

(6) LOTOXOX, J. Rapport général sur les gisements de Manganèse en France. 20ème Session Congrès Géol. Intern., Mexico. Symposium del Manganese, t. V, p. 66-177, 22 fig., 1956.

(Fig. 2A-3). Ce secteur aurait donc momentanément été épargné par l'accumulation des détritiques, peut-être du fait de son plus grand éloignement de la «source» de ces derniers (rivage), peut-être du fait de conditions bathymétriques privilégiées (ride), les deux explications pouvant, bien entendu, être associées.

Le deuxième aspect à relever est la fréquence particulièrement élevée des intercalations de calcaires zoogènes (calcaires à Crinoïdes, Brachiopodes et Bryozoaires, et dans lesquels viennent déjà quelques Polypiers) au sommet du Dévonien inférieur, dans la partie méridionale et sud-occidentale du domaine étudié (Peyreget, Lazaret d'Urdo, montagnes du Sud Lescun) (Fig. 2A-N). Nous voyons en ceci l'annonce d'un changement total dans les conditions de sédimentation, changement qui commence nettement à se manifester dans un secteur bien précis. On pense évidemment à une diminution de profondeur qui aurait entraîné une augmentation de la turbulence des eaux, permettant de moins en moins le dépôt des matériaux détritiques : on peut penser aussi à l'achèvement ou à la mise en sommeil du travail d'érosion qui, au cours du Dévonien inférieur, avait alimenté en éléments pondérables la sédimentation terrigène.

Quoi qu'il en soit, nous retiendrons l'idée d'une individualisation précoce, dans cette partie du domaine hercynien, de secteurs déjà distincts, au Dévonien inférieur, par leurs caractères paléogéographiques (profondeur et éloignement du rivage, régime des apports et de la sédimentation). Il est tentant de penser à des rides et sillons appartenant à une organisation de type «plateforme continentale instable» dans un orogène en voie d'évolution : la suite de cette évolution va confirmer ce point de vue.

En ce qui concerne le Dévonien moyen, l'analyse stratigraphique qui précède nous révèle la juxtaposition de deux importants phénomènes sur lesquels il faut insister ici : il s'agit de la généralisation presque totale de la sédimentation carbonatée et de l'individualisation, très nette désormais, de secteurs distincts, caractérisés par des dépôts très différents.

La généralisation des dépôts calcaires (Fig. 2B-2) est la caractéristique la plus apparente de l'époque mésodévoniennne. La proportion des détritiques, dans les sédiments, se réduit à très peu de choses, et ceci de façon très rapide. Les organismes constructeurs se mettent à proliférer de façon très remarquable : les Coraux au début, et principalement les Tabulés, puis les Stromatopores, d'abord associés à des Tabulés encore et à des Tétracoralliaires ; les Stromatopores finissent par former une grande part d'importants édifices récifaux qui paraissent assez bien s'aligner le long d'une bande courant dans la moitié sud-occidentale et méridionale du domaine envisagé (Fig. 2B-R). Cette évolution peut parfaitement être liée (7) à une diminution de profondeur et aus-

(7) Lecomte, M. Les récifs dévoniens de la Belgique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6ème sér., t. VII, p. 1045-1068, 1957.

si à une subsidence demeurée assez active pour permettre l'édification de biohermes. Sans doute aussi l'évolution des aires continentales voisines, en relation avec les conditions géodynamiques externes, a-t-elle été un facteur important dans la généralisation de ces dépôts calcaires : le problème a souvent été posé (8) et il n'est pas question d'essayer de le résoudre par la seule étude d'une si minime partie du domaine hercynien.

Le deuxième aspect important de la paléogéographie du Dévonien moyen est ici l'individualisation très nette de secteurs bien distincts. C'est ainsi que dans la région du Rio Acherito et du Sud des pâturages d'Aneu (c'est-à-dire au Sud de la bande de calcaires récifaux dont il vient d'être question) seule existe, nous l'avons vu, la base de l'Eifélien, représentée par des pélites et grauwackes à *Paraspirifer cultrijugatus* (Fig. 2B-I) ; au-dessus viennent directement les couches transgressives de la base du Carbonifère. Ce secteur, après avoir été encore intéressé par les apports terrigènes pondérables au début du Dévonien moyen, aurait donc émergé dès ce moment. Ceci est en accord, il faut le souligner, avec ce qui avait déjà été pressenti lors de l'étude du Dévonien inférieur : la diminution de profondeur de ce dernier dans ce secteur méridional et sud-occidental annonçait bien une émergence. Quant aux édifices calcaires construits, leur élaboration, au début du Dévonien moyen, ne s'est faite qu'à une certaine distance de l'aire en voie d'émergence, sans doute le long d'un talus à l'abri des venues détritiques littorales (Fig. 2B-2).

Plus au Nord-Est, par contre, dans le secteur proche du massif de granite des Eaux-Chaudes (Fig. 2B-4), les calcaires mésodévoniens à Polypiers semblent diminuer d'épaisseur (quelques dizaines de mètres au pic Gaziès, comme je l'ai dit plus haut) pour céder la place, dans les vallées de Sesques, Gaziès et Er à des calcaires rubanés à grain fin et de faible épaisseur. Bien que l'interprétation sédimentologique de ces derniers soit délicate, je crois qu'on peut leur reconnaître un certain nombre de caractères (finesse du grain, régularité de la stratification, absence apparente de macrofaune, faible puissance totale) habituels dans la sédimentation «pélagique et réduite» que l'on connaît (9), par exemple, dans les orogènes en cours d'évolutions, sur les rides recouvertes par une notable tranche d'eau, en milieu relativement calme et stable (Fig. 2B-3).

Nous voyons donc, avec le Dévonien moyen, se préciser l'individualisation de sillons et rides : sillon (bassin) méridional dont les pentes sud et sud-ouest étaient favorables à la construction de récifs ; ride méridionale et sud-occidentale en voie d'émergence, puis émergée ; ride nord-orientale enfin, plus pélagique, et moins soumise à l'agitation des eaux et à la subsidence.

Avec le début du Dévonien supérieur (à peu de choses près au Frasnien)

(8) Lecomte, M. Le phénomène calcaire dévonien dans le synclinal belgo-rhénan. *Revue des Questions scientifiques*, 5ème sér., t. XX, p. 321-354, 1959.

(9) Aubouin, J. Propos sur les géosynclinaux. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7ème sér., t. III, p. 629-702, 16 fig., 1961.

on assiste à la poursuite et à l'amplification du mouvement d'émergence dont nous venons de noter les effets, ce qui signifie qu'avec une répartition différente, vont persister les distinctions paléogéographiques précédemment relevées. Il va se produire également une nette reprise de la sédimentation détritique, avec des modalités de détail sur lesquelles il faut insister.

Considérons par exemple l'étendue en affleurement et l'épaisseur des couches schisto-gréseuses de la «série du pic Lariste». Au Sud et au Sud-Ouest du domaine étudié, elles ne sont pas représentées: ceci non seulement dans la vallée du Rio Acherito, au Fond d'Aspe et au Sud d'Aneu, où les calcaires mésodévonien n'existaient pas non plus, mais encore dans une partie des crêtes de Pinade, Larailié, du Portalet et du Lazaret d'Urdoz, de Peyreget et de Tourmont (Fig. 2C-1). Ceci signifie apparemment que l'émergence amorcée au Dévonien moyen a gagné vers le Nord et le Nord-Est.

Non loin des secteurs précédents, le Dévonien supérieur détritique apparaît avec une épaisseur très réduite (quelques mètres à quelques dizaines de mètres) (Fig. 2C-2); il en est ainsi sur le versant septentrional des crêtes de Larailié, de Burcq, du Lazaret d'Urdoz et du Portalet, au Nord de la montagne de Tourmont. Il faut ajouter que, dans plusieurs de ces affleurements, cet ensemble détritique est fréquemment intercalé de niveaux zoogènes, avec Brachiopodes et Polypiers; autrement dit, il présente un caractère néritique bien accusé, ce qui est normal si l'on considère qu'il se trouvait en position côtière.

Plus au Nord encore, c'est-à-dire le long d'une bande au tracé sinueux allant du NW de Lescun (vallon de Lauga) aux crêtes frontalières de Soques, en passant par Cette-Eygun, la même série détritique présente son épaisseur maxima, qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres (Fig. 2C-3); ici les faciès néritiques, et en tout cas les formations zoogènes, sont apparemment beaucoup plus rares. Sans doute faut-il voir dans ces dépôts —dont les caractères généraux sont assez comparables, au point de vue de la lithologie, à ceux du Dévonien inférieur— le matériel de remplissage d'un sillon activement subsident, alimenté par l'érosion subaérienne qui avait repris sur les secteurs plus méridionaux en voie d'émergence. Il est juste de noter que nous ne connaissons pas toujours, en affleurement, la base de cette série: autrement dit il est possible que, localement, la sédimentation détritique ait débuté avant le Frasnien, comme il est possible que, localement, sur le talus bordant ce sillon subsident, les constructions récifales se soient, comme je l'ai déjà dit, poursuivies au cours du Frasnien.

Au Nord-Est du secteur précédent, quand on gagne par exemple le massif du pic de Gaziès, l'épaisseur du Dévonien supérieur détritique diminue à nouveau, comme si l'on atteignait la marge nord-orientale du sillon subsident dont il vient d'être question.

A proximité, enfin, du massif de granite des Eaux-Chaudes (Fig. 2C-5),

on peut songer à voir l'équivalent de ces couches détritiques dans le mince horizon de calcaires rubanés à lits détritiques (Fig. 2C-4), surmontant les calcaires mésodévonien dans lesquels nous avons proposé de voir des dépôts de ride, en milieu plus pélagique et plus stable. La persistance d'une ride, sur cet emplacement, au début du Dévonien supérieur, serait en accord avec les remarques faites dans les deux paragraphes précédents, et rendrait encore assez bien compte des caractères sédimentologiques des couches rapportées au Frasnien (sédimentation réduite de calcaires finement cristallins, peu ou pas zoogènes, bien stratifiés, régulièrement intercalés de lits détritiques à éléments très fins et apparemment bien classés).

La fin du Dévonien supérieur se caractérise, dans cette région comme en bien d'autres parties de la Chaîne, par le dépôt de la formation des «calcaires griottes». Une première remarque s'impose: ce dépôt, dans la partie occidentale des Pyrénées, s'est manifestement limité à une aire restreinte, plus restreinte encore que ne l'était le bassin où s'étaient accumulées les formations détritiques de la série du pic Lariste. Ceci est très net dans les hautes vallées d'Aspe et d'Ossau, puisque les «Griottes» n'y existent que dans les secteurs suivants: montagnes du Nord-Ouest et du Nord de Lescun; région de Cette-Eygun et des massifs de Sesques, Mondaut et Gaziès; moyennes vallées des ruisseaux la Brennère et Labadie, au Sud de Lescun; partie nord-est de l'antiformal du Portalet; voisinage du Caillou de Soques (Fig. 2D-2). Partout ailleurs, plus au Sud, au Sud-Ouest ou à l'Ouest, le Viséen transgressif repose sur divers termes du système dévonien, à l'exclusion des «Griottes» (Figure 2D-1). Ceci suppose une nouvelle réduction du domaine marin, au profit de l'aire exondée dont nous reconnaissons l'existence depuis le Dévonien moyen.

Ceci suppose également que les calcaires griottes ne sauraient être ici des dépôts de mer profonde. En fait, cette formation est constituée, dans la région qui nous intéresse, par des alternances rythmiques de lits calcaires et de lits pelitiques minces. Cette structure litée devait être assez régulière à l'origine. Il semble que l'on puisse mettre sur le compte d'un boudinage précoce des lits carbonatés, en relation avec des glissements de ces sédiments en cours de diagenèse, l'acquisition de la structure caractéristique de ces formations (10); dans ce cas, le rôle d'un phénomène de compaction différentielle apparaît comme moins important. Le jeu combiné d'une émergence progressive, de la subsidence, en relation avec une instabilité assez générale dans le domaine hercynien à la fin du Dévonien, rendrait assez bien compte de ces phénomènes sédimentaires, sans cependant tout expliquer.

Parmi les problèmes restant à résoudre on peut, par exemple, ranger celui de la coloration de ces roches et celui de la présence de gîtes de Manganèse

(10) OVERCHT, A. et FOURNIE, L. Signification paléogéographique des Griottes dévonien-nes de la France méridionale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6ème sér., t. VI, p. 71-80, 1956.

au niveau des Griottes du Dévonien terminal. Comme je l'ai dit plus haut, on trouve aussi de telles imprégnations dans la partie supérieure de la série réduite de calcaires rubanés (Fig. 2D-3) qui viennent au sommet du système dévonien, à proximité du granite des Eaux-Chaudes (Fig. 2D-4). Il y a là un argument pour rapporter les assises correspondantes au Dévonien supérieur, un argument aussi pour supposer que ce secteur avait conservé, jusqu'à la fin de cette période, la valeur de ride que nous lui avons déjà reconnue.

\* \* \*

L'étude stratigraphique des terrains dévoniens de l'extrémité occidentale de la Zone primaire axiale, dans les hautes vallées d'Aspe et d'Ossau, nous livre donc les principaux traits de l'évolution paléogéographique de cette région, au cours de la période correspondante.

Les observations faites suggèrent que cette évolution a été celle d'une plateforme continentale instable. Distribution et nature des sédiments indiquent l'individualisation précoce, durant le Dévonien inférieur, d'un système de *rides* et *sillons* qui nous paraissent s'être allongés, schématiquement, du Nord-Ouest au Sud-Est. Une de ces rides est venue assez rapidement à l'émergence (début du Dévonien moyen) dans la partie sud-occidentale et méridionale du domaine envisagé. L'aire *exondée* ainsi formée a gagné en étendue vers le Nord-Est et le Nord, pour atteindre son maximum d'extension à la fin des temps dévoniens: venant en bordure septentrionale de cette ride, un *sillon marin subsident* a vu ses dimensions se réduire d'autant. Les aspects les plus caractéristiques de la sédimentation dans ce sillon furent l'édification d'importantes masses récifales ou subrécifales surtout au Dévonien moyen et essentiellement sur sa bordure méridionale (talus), puis l'accumulation d'une épaisse série de matériaux détritiques au début du Dévonien supérieur, et enfin le dépôt des calcaires griottes, limité à la partie, relativement exigüe, qui était encore immergée durant le Famennien. Plus au Nord-Est encore, à proximité de l'emplacement actuel du massif de granite des Eaux-Chaudes, se situait un secteur bien distinct: les caractères des sédiments nous ont conduit à y voir une aire à valeur de *ride* en position *pélagique*. Peut-être pourra-t-on trouver un argument supplémentaire en faveur de cette interprétation dans la localisation du pluton granitique intrusif des Eaux-Chaudes: J. Aubouin soulignait récemment (11) que le magmatisme synorogénique ou post-orogénique affectait particulièrement les zones à valeur de ride, et de ride en position relativement interne par rapport à l'organisation géosynclinale.

(11) Voir (9), page 635.

Il va sans dire que ces quelques remarques, limitées à une région de superficie très restreinte, ne peuvent prétendre rendre compte de l'évolution paléogéographique de tout le domaine pyrénéen, au Dévonien: elles ne fournissent qu'une contribution locale à un effort de reconstitution qui s'amorce peu à peu (12).

(12) Voir OVTRACHT, A. Paléogéographie du Massif primaire de Mouthoumet, 21<sup>ème</sup> Session Congrès Géol. Intern., Copenhague, part. XII, p. 56-64, 1960.

DE SITTER, L. U. et ZWART, H. J. Excursion to the central Pyrenees, *Leidsche Geol. Medelingen*, Deel 26, Blz 1-49, 1961.

MIROUSE, R. et CLIN, M. Remarques sur l'évolution de la partie centrale et de la partie occidentale du domaine hercynien à la veille de l'orogénèse hercynienne, *C. R. Ac. Sciences Paris*, t. 256, p. 216-218, 1963.

Recibido el 19-X-1964.

ENCARNACION PUGA(\*)

## NUEVOS DATOS SOBRE LAS ANFIBOLITAS DEL BORDE NW. DE SIERRA NEVADA

### RESUMEN

La autora adelanta los resultados del estudio de unas treinta muestras de anfibolitas procedentes de la serie de la llamada «Mischungszone» o «Unidad Filábride», recogidas en el sector de Güéjar-Sierra (borde NW. de Sierra Nevada).

Los minerales siguientes han sido identificados en ellas: Albita, anfíboles, apatito, carbonatos, clinocloro, epidota, estilpnomelana, moscovita y menas metálicas.

Los caracteres ópticos son descritos con mayor detalle en lo que respecta a anfíboles y plagioclasas. Los primeros corresponden a glaucofana *s. l.* y actinolita; entre los feldspatos sólo esta representada la albita.

Las paragénesis evocan muy claramente la facies «prasinitica». La presencia de estilpnomelana y clorita en algunas muestras, puede sugerir unas condiciones de metamorfismo próximas al límite respecto a la facies «esquistos verdes», si estos minerales no provienen de un proceso de retr metamorfismo.

### RÉSUMÉ

L'auteur avance les résultats de l'étude de quelque 30 échantillons d'amphibolites provenant de la série de la dite «Mischungszone» ou «Unité Filábride», recoltées dans le secteur de Güéjar Sierra (bord NW de Sierra Nevada).

Les minéraux suivants y ont été identifiés: albit, amphiboles, apatite, carbonates, clinocllore, épidote, stilpnomelane, muscovite, et minerais.

Leurs caractères optiques sont décrits, avec un détail plus particulier en ce qui concerne les amphiboles et les plagioclasas. Les premiers correspondent à la glaucophane *s. l.* et à l'actinolite; seule l'albite est représentée parmi les feldspaths.

Les paragénèses évoquent fort clairement le faciès «prasinitique». La présence de stilpnomelane et chlorite dans certains échantillons, peut suggérer des conditions proches au faciès «schistes verts», si ces minéraux ne proviennent pas d'un processus de rétr metamorphose.

### SUMMARY

The author puts forward the results of the study of some 30 samples of amphibolites which come from the series of the so called «Mischungszone» or «Filábride Unit» they were picked up in the sector of Güéjar Sierra (NW. border of Sierra Nevada).

(\*) Departamentos de Geología y de Mineralogía de la Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

The following minerals have been identified: albite, amphiboles, apatite, carbonates, stilpnomelane, clinocllore, muscovite, epidote, and ores.

Their optic characteristics of the amphiboles and the plagioclases are described in greater detail. The first concern glaucophane *s. l.* and actinolite; only albite is represented among the feldspars.

The paragenesis very clearly evoke the prasinite facies. The presence of stilpnomelane and chlorite in some samples could suggest conditions which are near limit with the greenschist facies, if these minerals did not originate from a process of retrorotamorphism.

#### INTRODUCCIÓN

La presente nota tiene por objeto el estudio petrológico de las anfibolitas de una zona situada al NW de Sierra Nevada (Granada).

Con este fin se ha hecho un reconocimiento de los afloramientos de estas rocas en el campo, y una recogida de muestras adecuada. El trabajo de laboratorio ha comprendido el estudio al microscopio de 30 láminas delgadas, pertenecientes a 12 ejemplares distintos de anfibolita.

El estudio óptico al microscopio de los minerales constitutivos de estas rocas, se ha hecho principalmente mediante el empleo de una platina teodolítica de cuatro ejes, adaptada a un microscopio standard Zeiss-Winkel 679.

Para medidas de birrefringencia de minerales, se ha empleado el compensador Berek. Estas medidas han sido interpretadas según el método gráfico ideado por Tobí (1954) para uso de este compensador.

El análisis modal de las distintas muestras estudiadas, se ha hecho con la ayuda de una sobreplatina «contador de puntos».

Todos los aparatos anteriormente mencionados, son de la marca Carl Zeiss, y pertenecen al Departamento de Granada del Instituto «Lucas Mallada» (C. S. I. C.).

Se han hecho fotografías de difracción de algunas muestras en la Estación Experimental del Zaidín del C.S.I.C. de Granada. El difractómetro empleado es del modelo P.W.1051 de la casa Philips.

El estudio de estas rocas no es completo en el momento actual. Entre los datos ópticos, faltan medidas de índices de refracción y de dispersión para algunos minerales.

El estudio difractométrico de las muestras ha contribuido a justificar la existencia de los minerales que las integran. Ahora bien, falta aún un estudio preciso de fotografía de difracción de cada uno de los minerales por separado.

El tamaño extremadamente pequeño de los minerales de estas rocas, hace difícil la separación de los mismos. No obstante, se va a intentar una separación de minerales (o grupos de minerales de densidad parecida), mediante líquidos pesados, para aplicarles en fecha próxima las técnicas difractométricas, por separado.

Así mismo, faltan todavía en este trabajo análisis químicos de varias de las rocas estudiadas, los cuales están previstos.

A pesar de estas limitaciones, creemos que los datos obtenidos sobre las rocas en cuestión, son suficientes para justificar la publicación de la presente nota.

#### *Estudios anteriores*

Desde el punto de vista petrológico, este sector de Sierra Nevada todavía no había sido objeto de ningún estudio.

Zermatten (1929) estudió dos sectores del borde de Sierra Nevada, pero un tanto alejados de la zona en cuestión, (Nigüelas y Alquife); de todos modos, su consulta ha sido útil, dada la semejanza de los problemas planteados, aunque el número de muestras estudiado por este autor fue mucho menor.

Un corte de la llamada *Mischungszone*, donde se encuentran estas rocas, fue recientemente estudiado en la carretera de Sierra Nevada, por Fallot, Faure-Muret, Fontboté y Solé Sabarís (1960), pero desde el punto de vista petrológico sólo fue descrito en sus grandes rasgos.

#### *Situación geográfica y geológica*

La zona donde se encuentran las rocas objeto de estudio, pertenece al término municipal de Güejar-Sierra (Granada). Está situada al NW de Sierra Nevada; entre los macizos del Calar al W y Miguelejos al NE.

Se encuentra enclavada al S de la Hoja núm. 1.010 (La Peza), del M.T.N., a escala 1:50.000.

La zona estudiada pertenece a la zona Bética *s. str.*, y dentro de ella al macizo de Sierra Nevada. Este macizo consta, esquemáticamente, de las siguientes formaciones, enumeradas de abajo arriba: serie de Sierra Nevada, *Mischungszone* o Unidad Filábride, Triás Alpujarride y restos del manto de Guájar.

En la zona intermedia, *Mischungszone* o Unidad Filábride, se encuentran las anfibolitas que estudiamos.

#### *Modo de presentarse las anfibolitas*

Son rocas muy extendidas en Sierra Nevada, en la llamada *Mischungszone*. Como es sabido (Fallot y o. a. 1960), la *Mischungszone* comprende una serie muy variada de rocas metamórficas. La edad de la misma es dudosa, dada la total ausencia de fósiles.

En el estado actual de los conocimientos sobre la geología de Sierra Nevada, se piensa en una edad Paleozoica superior para la parte inferior de esta serie, mientras que la parte superior de la misma, se considera como más probablemente Triásica.

Los tipos de rocas más frecuentes en la Mischungszone son: micasquistos, cuarcitas, gneises, mármoles y anfibolitas.

Las anfibolitas se encuentran con frecuencia asociadas con mármoles y una roca de origen no bien conocido hasta ahora, llamada «Konglomeratisehe Mergel». También se encuentran en asociación frecuente con micasquistos.

En el sector objeto de la presente nota, se presentan formando diques o filones, que atraviesan la estratificación. La potencia de estos filones, varía desde aproximadamente 30 cms. hasta 2 ó 3 ms.

En otras partes de Sierra Nevada aparecen interestratificadas. Puede tratarse de sill o filones-capas, o bien, quizás, de coladas: pero este punto está por dilucidar.

Interpretamos las anfibolitas como rocas volcánicas o subvolcánicas, que han sufrido metamorfismo en una época posterior a la de su consolidación. Se trata por tanto de ortoanfibolitas.

Actualmente, los filones se encuentran muy fracturados. Esto ha favorecido la alteración de la roca, tanto por meteorización como, en una época anterior, por circulación de soluciones mineralizantes.

#### MINERALOGÍA

En este capítulo se hará la descripción de todos los minerales encontrados en las anfibolitas objeto de esta nota.

El orden a seguir será el alfabético. Diversos términos de los grupos de anfíboles, carbonatos y menas metálicas, serán descritos en los párrafos correspondientes.

Lista alfabética de los minerales descritos:

Albita	Epidota
Anfíboles	Estilpnomelana
Apatito	Menas metálicas
Carbonatos	
Clorita	Mica

##### 1. Albita

La albita se encuentra como mineral esencial en todas estas rocas.

El tamaño de las secciones de este mineral en lámina delgada, oscila alrededor de 400 micras; algunos cristales pueden alcanzar 1 mm.

El porcentaje de anortita es aproximadamente 7 por 100. La determinación del porcentaje de anortita, se ha hecho con la ayuda de una platina universal, midiendo:

- ángulo de ejes ópticos.
- ángulo de extinción entre 010 y la dirección de extinción más próxima, en secciones normales al eje X.
- ángulos entre los ejes X, Y, Z, respectivamente, de dos individuos de una misma macla.

Se ha hecho también proyección estereográfica de los elementos ópticos de ambos individuos, sobre un plano normal al eje b, para comparar con las gráficas de Duparc y Reinhard (*in* Winchell, 1956).

Los datos obtenidos de 35 secciones de albita estudiadas con platina universal, son los siguientes:

- El ángulo axial  $2V_x$  oscila entre  $95^\circ$  y  $105^\circ$ ; los ángulos más frecuentes son  $2V_x = 100^\circ$  y  $2V_x = 102^\circ$ . Las plagioclasas correspondientes a estos ángulos, tienen un porcentaje de anortita que varía desde 0 por 100 hasta 10 por 100, según Kaaden (1951) (*in* Tröger, 1956).

La plagioclasea más frecuente es una albita con 7 por 100 de An y 93 de Ab.

- El ángulo que forma la traza del plano de macla 010, con la posición de extinción más próxima, ha resultado ser variable entre  $13^\circ$  y  $16^\circ$ . Las plagioclasas correspondientes a estos ángulos, tienen una proporción de anortita variable entre 0 por 100 y 8 por 100 según la gráfica de A. Kohler (1952) (*in* Tröger, 1956).

- Los ángulos que forman los ejes de los elipsoides ópticos de las distintas plagioclasas estudiadas, han sido interpretados según las gráficas de A. Kohler (1941) (*in* Tröger, 1956). Estos ángulos corresponden a una plagioclasea con una proporción de anortita variable entre 3 por 100 y 7 por 100 para unos ejes, y entre 32 por 100 y 34 por 100 para otros. O sea, este dato por sí solo dejaría indeterminada la proporción de anortita de la plagioclasea, entre los dos márgenes anteriormente citados, que corresponden respectivamente a albita y andesina. Ahora bien, una andesina de esta composición, sería ópticamente negativa, y estas plagioclasas con positivas, por lo cual y junto con los datos anteriormente citados, es seguro que se trata de albita.

Para las plagioclasas macladas según la ley de la albita, se han hecho las proyecciones estereográficas de los elementos ópticos, sobre un plano normal al eje b. Estas proyecciones según las gráficas de Duparc y Reinhard (*in* Winchell, 1956), corresponden a una albita muy sódica, cuya proporción de anortita no es en ningún caso superior al 10 por 100.

De todos los datos anteriores, y dada la frecuencia con que se presentan cristales de plagioclasea con  $2V_x = 100^\circ$ , deducimos que la plagioclasea correspondiente es la más representativa en estas rocas. El término correspondiente es una albita con 7 por 100 de An y 93 por 100 de Ab.



La mayoría de los cristales de albíta se encuentran sin maclar. La macla más frecuente es la polisintética de albíta, siendo su cara de composición 010. Se observan también, aunque más raramente, cristales de albíta maclados según la ley de Carlsbad.

Generalmente, los cristales de albíta en estas rocas, forman peciloblastos con abundantes inclusiones de elementos melanocratos. Estas inclusiones pueden estar desordenadas o siguiendo una orientación preferida dentro de cada cristal de albíta.

## 2. Anfíbolcs

Los tipos de anfíbol que se encuentran en estas anfíbolitas, son dos: Actinolita, y un anfíbol sódico, con un plano axial paralelo al eje  $c$  y elongación positiva, que se puede describir como glaucofana, por lo menos en sentido lato.

### Actinolita.

La actinolita es incolora o débilmente coloreada en verde azulado pálido. El pleocroísmo se observa con dificultad; varía desde:

$n_x$  = amarillo muy pálido a incoloro

$n_y$  = verde

$n_z$  = verde azulado

$2V_x = 70^\circ$  a  $80^\circ$ . El ángulo de los ejes ópticos ha sido medido con platina universal en 10 secciones de este mineral.

$c/n_z = 14^\circ$  a  $20^\circ$ . Ángulo de extinción medido en estas mismas secciones.

El plano de los ejes ópticos contiene a los ejes cristalográficos  $a$  y  $c$ .

La birrefringencia varía de 0,0238 a 0,0270.

### Glaucofana

El anfíbol sódico de estas rocas es glaucofana *s. l.* Las propiedades ópticas son las siguientes:

$2V_x = 0^\circ$  a  $12^\circ$ . De 30 medidas en lámina delgada, 15 han sido hechas con platina universal. La figura de interferencia parece de uniaxial; las ramas de las hipérbolas no se separan apenas, dada la pequeña magnitud del ángulo de los ejes ópticos.

$c/n_z = 6^\circ$  a  $20^\circ$ . Resultado de 20 medidas realizadas con platina universal.

El plano axial contiene a los ejes  $a$  y  $c$ .

$n_z - n_x = 0,012$  a  $0,039$ .

Elongación positiva

Pleocroísmo:

$n_x$  = verde oscuro

$n_y$  = amarillo verdoso

$n_z$  = azul

La actinolita se presenta en cristales cuyas secciones en lámina delgada presentan un tamaño medio de 250  $\mu$ ; algunos cristales alcanzan 600  $\mu$ .

Generalmente, en estas rocas sólo se encuentra una de las dos clases de anfíbol citadas, pero en algunas preparaciones se pueden observar las dos.

En algunos casos, la actinolita se encuentra rodeando un resto de anfíbol sódico de color azul más o menos intenso, por lo que se destaca bien de este mineral que es generalmente incoloro o de color verde pálido.

La glaucofana, con las características ópticas anteriormente citadas, se encuentra en estas rocas, generalmente como mineral esencial.

Forma prismas bien desarrollados, cuyas secciones en lámina delgada, presentan una longitud máxima de 500  $\mu$ .

El ángulo de los ejes ópticos, pleocroísmo y disposición del plano axial, llevaron al hacer la determinación de este anfíbol, a pensar en glaucofana; pero el ángulo de extinción es mayor que el de la glaucofana *s. str.* Esta anomalía, ha motivado la ejecución de una serie de medidas detalladas de esta característica óptica, con la platina universal. A través de ellas, se ha llegado al convencimiento de que el anfíbol estudiado es una glaucofana anormal, con un ángulo de extinción anómalo comprendido entre  $6^\circ$  y  $20^\circ$ . De todos modos, sabida es la relativa variabilidad de características ópticas que se observa en este tipo de anfíboles, como se puede comprobar en la literatura existente.

## 3. Apatito

Un mineral accesorio en estas rocas es el apatito. Se encuentra en forma de pequeños prismas de 70 a 250  $\mu$  de longitud, o en secciones redondeadas de menor tamaño.

Las propiedades ópticas son: uniaxial negativo, incoloro, birrefringencia muy baja, en todo de acuerdo con las descripciones de este mineral.

## 4. Carbonatos

### Dolomita

Este carbonato se encuentra rellenando pequeñas grietas en anfíbolitas. El tamaño medio de las secciones de este mineral en lámina delgada, es de 300  $\mu$ ; algunos cristales pueden alcanzar las 500  $\mu$ .

Al microscopio, se observan cristales de dolomita, que encierran en su interior secciones idiomorfas de anfíbol. Presenta las características ópticas normales, por lo que no es preciso insistir.

#### Siderita

Es el carbonato más abundante en estas rocas. El tamaño medio de las secciones de sus cristales es de 500  $\mu$ ; los cristales mayores son de 900  $\mu$ .

El índice  $\epsilon$  de este mineral es netamente superior al del bálsamo del Canadá, según se ha podido comprobar por el método de la línea de Becke. Esta característica óptica lo diferencia de calcita y dolomita.

En lámina delgada, se observa este mineral frecuentemente alterado a limonita y hematites, principalmente en la parte externa de los cristales.

#### 5. Clorita

La variedad de clorita existente en estas rocas es clinocloro.

Las características ópticas de este mineral son las siguientes: Pseudo-uniaxial positivo. En algunas secciones se ha podido medir el ángulo axial  $2V_z = 10^\circ$  o menor.

Presenta ligero pleocroísmo:

$n_x$  = verde amarillento claro

$n_y$  = verde amarillento claro

$n_z$  = amarillo verdoso claro-incoloro

La birrefringencia  $n_z - n_x$  medida en dos ejemplares es de 0.009.

Se diferencia de la proclorita, en el color y pleocroísmo de tonos más claros.

El tamaño medio de los cristales de clinocloro es de 800  $\mu$ ; pero se suelen encontrar los cristales agrupados en determinados puntos de la roca, formando agregados de 2 a 3 mm.

#### 6. Epidota

Es un mineral esencial de muchas de estas rocas. El término de la serie de la epidota que se encuentra en ellas, es la pistacita, como se ha podido ver por el estudio de sus propiedades ópticas.

Estos cristales, se observan en lámina delgada en forma de prismas de bordes redondeados, cuyo tamaño varía entre 40 y 250  $\mu$  de longitud.

Con la platina universal se ha medido el ángulo axial de 10 secciones de este mineral, obteniéndose los siguientes resultados:

$2V_x$	moles % de	
	$Ca_4 Fe_3 (OH) Si_3 O_{12}$	$Ca_2 Al_3 (OH) Si_3 O_{12}$
74°	74	26
77°	77	23
77°	77	23
78°	77,5	22,5
80°	80	20
80°	80	20
83°	85	15
83°	85	15
84°	86	14
89°	90	10

Las proporciones de  $Ca_4 Fe_3 (OH) Si_3 O_{12}$  y  $Ca_2 Al_3 (OH) Si_3 O_{12}$  expresadas en la tabla anterior, corresponderían, según la gráfica de Winchell (1959) para este mineral, a secciones que tengan esos ángulos de ejes ópticos.

Como vemos, todas las secciones estudiadas pertenecen al término pistacita, por tener un contenido de  $Ca_4 Fe_3 (OH) Si_3 O_{12}$  comprendido entre el 10 y el 40 por 100.

Las secciones cuyo ángulo  $2V_x = 90^\circ$ , están justamente en el límite que separa pistacita y clinozoisita.

La birrefringencia  $n_z - n_x$  es de 0.069.

Pleocroísmo muy débil:

$n_x$  = incoloro

$n_y$  = incoloro

$n_z$  = verde muy claro

#### 7. Menas metálicas

Como minerales accesorios de las anfíbolitas, aparecen las siguientes menas metálicas: limonita, magnetita, oligisto y rutilo. Las tres primeras también se encuentran como minerales accidentales.

Limonita y oligisto se encuentran muchas veces como producto de alteración de magnetita. Al microscopio se ven cristales de magnetita de color negro, rodeados de una aureola de alteración de oligisto, de color rojo sangre.

Estos minerales se encuentran igualmente, como productos de alteraciones de siderita. En lámina delgada, se observa limonita siguiendo los bordes y las líneas de fractura de cristales de siderita parcialmente alterados.

El rutilo es menos frecuente que los minerales anteriores. Forma pequeños prismas de color marrón y fuerte relieve. Con frecuencia, se observan líneas de exfoliación, siguiendo la longitud mayor de los prismas. La longitud de estos prismas varía de 25 a 80  $\mu$ , alcanzando un tamaño máximo de 150  $\mu$ . Generalmente, estos cristales no aparecen aislados, sino reunidos en grupos que toman color marrón más intenso.

### 8. Mica

La especie de mica que aparece en esta roca, es moscovita.

Es un mineral poco abundante. Las características ópticas no se han podido estudiar, porque no se encuentran en cristales suficientemente grandes como para dar secciones apropiadas, sino en agregados de diminutas pajitas. Generalmente, estos agregados minerales forman bandas más o menos alabeadas, que se adaptan a los otros minerales coexistentes, siguiendo superficies de foliación.

### 9. Estilpnomelana

Es un mineral esencial, que abunda en alguno de estos tipos de anfibolita. Generalmente se encuentra asociada con clorita.

La variedad estudiada es ferrostilpnomelana. Sus características ópticas son las siguientes:

Pseudouniáxico negativo.  $2V_x = 0^\circ$

Pleocroísmo:

$n_x$  = amarillo claro

$n_y$  = verde oliva

$n_z$  = verde oliva

Presenta exfoliación en una dirección; mucho menos perfecta que las micas; las líneas de exfoliación son menos frecuentes y más irregulares.

X es perpendicular a 001.

Este mineral aparece íntimamente asociado con mena de hierro, magnetita. Sus cristales se encuentran alrededor y entre las fisuras de esta mena.

Birrefringencia  $n_z - n_x = 0,04$ .

En algunas preparaciones, se observa estilpnomelana sin color, o con un ligero color verdoso. No se han podido estudiar sus características ópticas debido al pequeño tamaño de los cristales; no obstante, no creemos que se trate de otra variedad no coloreada de estilpnomelana, sino que más bien sea el resultado de un proceso de lavado de ferrostilpnomelana. Nos lleva a pensar ésto, la presencia de algunos cristales de este último mineral, que tienen una parte coloreada en verde y con pleocroísmo de verde a amarillo, y otra parte sin color.

### ANÁLISIS MODAL

Este método es especialmente recomendado para rocas metamórficas por Harrison y Shaw (1955) y, para rocas afines a las que son estudiadas aquí, Van Der Plas (1960) lo ha utilizado también.

En el presente trabajo, se ha realizado el análisis modal de 10 muestras representativas de anfibolita, con ayuda de una sobreplatina «contador de

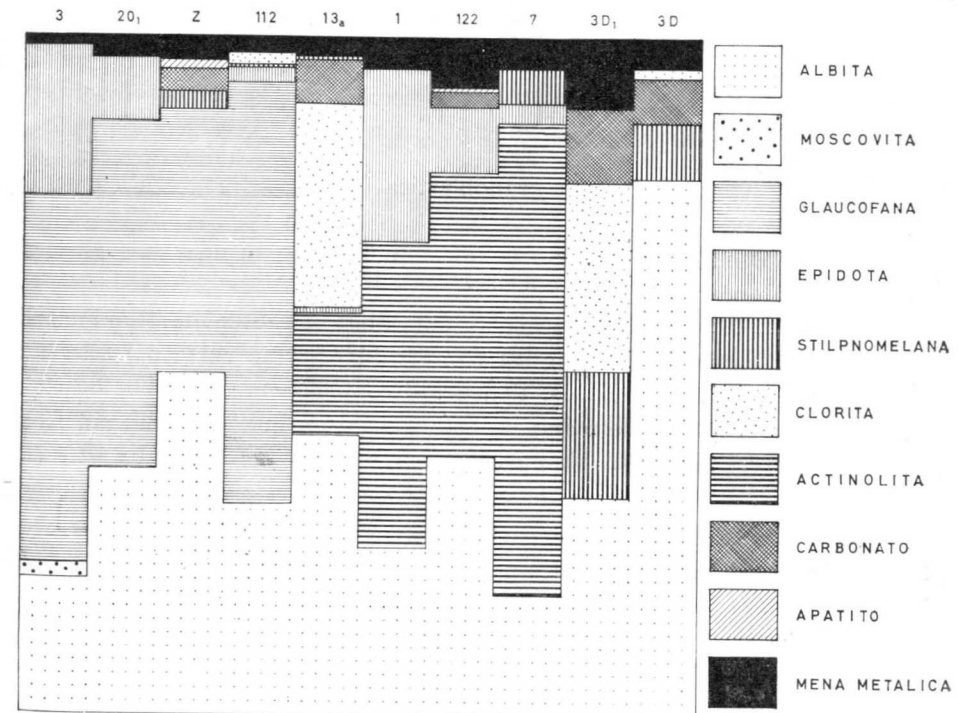


Fig. 1.—Representación gráfica de la composición modal de diez láminas delgadas de Anfibolitas.

puntos». El número de puntos contados en cada lámina delgada, no ha sido nunca menor de 500.

La representación gráfica de estos análisis modales, se hace en la figura 1.

El análisis correspondiente a la muestra 3D, no correspondería a anfibolita propiamente dicha, dada la gran cantidad de albita que posee. No obstante, se representa en el gráfico, porque como se verá en el capítulo siguiente al hacer su descripción, no se trata de una roca distinta, sino de una diferenciación leucocrata dentro de una anfibolita.

La composición química de las rocas metamórficas, es de gran importancia para llegar al conocimiento de su naturaleza originaria. Y, esta composición química, se puede calcular aproximadamente a partir del análisis modal y de la composición química de los constituyentes minerales de una roca.

#### PETROLOGÍA

En este capítulo se hará la descripción macroscópica y microscópica de algunos de los tipos de anfibolita representados en la región objeto de estudio. Todos ellos están representados en la gráfica de análisis modal, figura 1.

##### *Muestra EP 3*

Descripción macroscópica: roca granoblástica de grano fino, con estructura foliada.

En un corte perpendicular a la foliación, se observa una alternancia de capas de colores verde y blanquecino.

Las capas claras están formadas por albita y moscovita. Láminas de este último mineral se distinguen con facilidad en un corte paralelo a la foliación. Estos lechos claros, tienen aproximadamente 0,5 mm. de espesor; esta potencia no se mantiene constante, sino que se adelgazan hasta llegar a interrumpirse en algunos puntos.

Los lechos de color verde oscuro están formados por anfíbol y epidota, los cuales no se diferencian entre sí a simple vista.

Descripción microscópica: En esta roca los minerales predominantes, son anfíbol sódico y epidota; en menor cantidad aparecen albita, moscovita y mena metálica

La foliación de esta roca se observa bien en lámina delgada. Los minerales melanocratos, se disponen en capas, entre las que quedan aislados los cristales de albita, salpicados de inclusiones de anfíbol y epidota. Tanto los prismas de epidota como las láminas de anfíbol, disponen su dirección de máximo alargamiento paralela a estas capas.

La moscovita forma bandas, agregados de pequeños cristales, que siguen la foliación.

El anfíbol es glaucófano; se presenta en prismas de fuerte pleocroísmo de azul a amarillo verdoso.

La epidota en cristales de muy diverso tamaño, presenta un ligero color verdoso.

Los peciloblastos de albita tienen numerosas inclusiones de anfíbol y de epidota. En esta roca casi todas las inclusiones de la albita formadas por cristalitas de 10 a 40  $\mu$ , están rigurosamente orientadas según

una dirección determinada. Esta dirección no coincide con la de foliación, y en los peciloblastos maclados, se ha observado que tampoco coincide con la dirección del plano de macla.

En otros peciloblastos hay inclusiones en dos direcciones distintas, una de las cuales sigue la foliación.

La mena metálica es oligisto; en algunos cristales se ve el núcleo de magnetita negra y el halo de transformación a oligisto de color rojo sangre.

##### *Muestra EP 20*

Descripción macroscópica: Estructura compacta, granoblástica. Esta roca tiene color marrón con un moteado de color verde oscuro. El color marrón general de la roca se debe a la intensa mineralización de óxido de hierro que la impregna. Dentro de esta matriz de color marrón, se distinguen cristales claros de albita.

El moteado verde, se debe a los cristales de anfíbol que se distinguen a simple vista con facilidad.

Descripción microscópica: Hay una cierta foliación en esta roca. Los elementos melanocratos que predominan sobre los leucocratos, se disponen en bandas más o menos alabeadas.

El anfíbol es glaucófano *s. l.* Se presenta formando cristales prismáticos de 500  $\mu$  de longitud, de intenso pleocroísmo de azul a verde amarillento.

La epidota correspondiente al término pistacita, se encuentra ampliamente diseminada por la preparación, formando generalmente pequeños cristales.

No se observa separación clara entre algunos cristales de anfíbol y los granos de epidota que los rodean.

La albita forma peciloblastos salpicados de anfíbol y epidota, que parecen adaptarse a los huecos que dejan entre sí los elementos melanocratos.

La mayoría de los cristales de albita, están sin maclar; hay no obstante, algunas maclas polisintéticas de albita.

La moscovita, muy poco abundante, forma bandas estrechas que siguen la foliación. Estas bandas de moscovita no están formadas por un cristal único, sino por una agrupación de pajitas de este mineral orientadas más o menos paralelamente.

Los cristales de magnetita de forma redondeada, están rodeados de oligisto y limonita.

*Muestra EP Z*

Descripción macroscópica: Estructura granoblástica. Esta roca tiene un fondo de color gris oscuro, en el cual se destacan cristales claros de albita. Presenta además una impregnación intergranular de óxido de hierro, que le dan cierto tinte pardo-amarillento.

Descripción microscópica: Textura granoblástica, de grano medio; alotriomorfa.

Los minerales esenciales de la roca son albita y anfíbol; como accesorios aparecen carbonato, mena metálica, estilpnomelana y apatito.

La albita se encuentra formando peciloblastos, salpicados por numerosas inclusiones pequeñas, de estilpnomelana, anfíbol, mena metálica y apatito. La inclusión más frecuente es de estilpnomelana. En algunos peciloblastos, las inclusiones de anfíbol están perfectamente orientadas según una dirección.

Estos peciloblastos tienen bordes muy irregulares. El contacto entre los diversos cristales de albita se hace mediante una línea más o menos indentada, sin llegar a ser suturada, pero que indica recristalización.

Algunos de estos cristales presentan maclas polisintéticas; otros en cambio, están sin maclar.

El anfíbol de esta roca es glaucofana *s. l.* Se presenta en cristales de aproximadamente 300  $\mu$ , sin orientación preferencial y con fuerte pleocroísmo de azul a marrón.

El carbonato es siderita. Se encuentra parcialmente alterado a limonita y hematites, principalmente en los bordes y las líneas de fractura.

La estilpnomelana pertenece a la variedad ferrostilpnomelana, aunque presenta un color más claro que el propio de este mineral. Tiene pleocroísmo de amarillo pálido a verde pálido. Se presenta solamente formando inclusiones en la albita, en pequeños cristales de 20 a 60  $\mu$ .

El apatito forma cristales prismáticos muy pequeños (del orden de 70  $\mu$  de longitud)

*Muestra EP 112*

Descripción macroscópica: estructura compacta, granoblástica de grano pequeño. Tiene color verde oscuro en fractura fresca. La pátina de alteración le da un color verde claro a grisáceo.

A simple vista se distinguen los cristales de anfíbol verde oscuro y los de albita.

Descripción microscópica: Textura granoblástica con heterometría de grano, y en parte peciloblástica.

Contiene los siguientes minerales: albita, anfíbol, epidota y mena metálica.

Los peciloblastos de albita son alotriomorfos y de bordes muy irregulares, algo festoneados, sin llegar a ser suturados. Estos peciloblastos están rodeados de cristales más pequeños de anfíbol y epidota, y salpicados por estos minerales diversamente orientados. Las inclusiones minerales son más abundantes en la periferia de los peciloblastos que en el centro de los mismos.

La trama de unión de los distintos peciloblastos de albita, está formada por la concentración de anfíbol, epidota y mena metálica, en cristales de mayor tamaño que las inclusiones.

*Muestra EP 13a*

Descripción macroscópica: Estructura granoblástica de grano muy fino. Color verde grisáceo. No se pueden distinguir cristales a simple vista.

Descripción microscópica: Textura granoblástica de grano fino; alotriomorfa con heterometría de grano.

Los minerales que integran esta roca son clinocloro (variedad de clorita), actinolita, albita, oligisto, carbonato y epidota.

Los cristales mayores son de clinocloro. Los restantes minerales, forman un entramado de cristales de aproximadamente igual tamaño. Se observa una abundancia relativamente mayor de anfíbol o albita, según los puntos.

En los anfíboles de estas rocas hay una transición de un anfíbol sódico a actinolita y clorita. El anfíbol sódico tiene pleocroísmo de azul oscuro a verde azulado; la actinolita tiene color verde claro y no es pleocroica; el clinocloro es pleocroico de verde claro a amarillo claro.

El anfíbol sódico es menos abundante; se encuentra rodeado por actinolita y/o clinocloro.

En un extremo de la preparación hay una lámina grande de clinocloro, que tiene en el centro un pequeño cristal de anfíbol sódico, bastante pleocroico, de azul oscuro a azul claro.

Las relaciones mutuas de estos tres minerales, hacen pensar en una retromorfosis que originó la clorita y actinolita a partir del anfíbol sódico.

La albita, se encuentra con frecuencia sin maclar; las secciones macladas, lo están según las leyes de Carlsbad y la albita.

Este mineral presenta en su interior, pequeñas inclusiones de anfíbol y epidota principalmente.

*Muestra EP 1*

Descripción macroscópica: esta roca tiene estructura porfidoblástica. La matriz es de grano muy fino y color verde grisáceo; en ella se encuentran repartidos fenocristales no muy abundantes de albita.

Estos fenocristales miden aproximadamente de 0,5 a 1 cm. de longitud. Tienen bordes angulosos y están desigualmente repartidos en la roca.

En la preparación correspondiente a esta roca, no hay ninguno de estos fenocristales.

Descripción microscópica: Textura granoblástica de grano muy fino. Los minerales no presentan ninguna orientación preferencial.

Los minerales esenciales son anfíbol, epidota y albita; entre los accesorios hay rutilo.

El anfíbol es actinolita, de color verde pálido, sin pleocroísmo apreciable.

El término de la epidota, no se ha podido determinar, debido al pequeño tamaño de los cristales.

La albita de forma totalmente irregular, se adapta a los huecos dejados por el elemento negro. Presenta pequeñas inclusiones de anfíbol, epidota y mena metálica.

El rutilo se presenta frecuentemente en pequeños prismas aislados.

*Muestra EP 122*

Descripción macroscópica: La estructura de esta roca es granoblástica de grano fino. Tiene color verde grisáceo. Sólo se distinguen a simple vista en ella algunos cristales de albita.

Descripción microscópica: Textura granoblástica, con heterometría de grano. Presenta grandes peciloblastos de albita en una trama de cristales de menor tamaño de anfíbol, epidota, carbonato, apatito y mena metálica.

Los peciloblastos de albita se encuentran generalmente maclados. Alcanzan un tamaño máximo de 2 mm. y están salpicados de inclusiones de anfíbol, epidota y mena metálica. Algunas grietas en este mineral, están rellenas por carbonato.

El anfíbol más abundante es actinolita con color verde y pleocroísmo de verde pálido a verde azulado.

Algunos cristales de este anfíbol, tienen color azul pálido y por sus propiedades ópticas, parecen pertenecer a una variedad con algún contenido en sodio, sin llegar a ser glaucófana.

La epidota es pistacita y se presenta como en las demás preparaciones en granos redondeados.

El carbonato es dolomita. Se encuentra rellenando grietas; incluye en su interior pequeños cristales idiomorfos de anfíbol.

Los cristales de apatito, son muy poco abundantes, y forman prismas idiomorfos de 10 a 25  $\mu$  de longitud.

*Muestra EP 7*

Descripción macroscópica: Estructura granoblástica de grano muy fino. No se distinguen cristales a simple vista. Tiene color verde grisáceo.

Descripción microscópica: Esta roca presenta una marcada heterometría de grano.

Los minerales esenciales son actinolita, albita y estilpnomelana.

Dentro de los minerales esenciales, parece haber dos generaciones de cristales, que se distinguen entre sí por la diferencia de tamaño de grano.

Se observan cristales grandes de albita, actinolita y estilpnomelana, en una matriz de grano fino formada por estos mismos minerales, junto con epidota y rutilo.

Los peciloblastos de albita tienen inclusiones de elemento negro, que son mucho más abundantes en las partes periféricas que en el centro. Tienen forma alargada; alcanzan un tamaño máximo de 1 mm. Estos peciloblastos generalmente están maclados.

La actinolita, se presenta en cristales de menos de 500  $\mu$ , con ligero pleocroísmo de amarillo a verde pálido. Presenta agujas de rutilo en su interior.

La estilpnomelana es de la variedad ferrostilpnomelana. Tiene color verdoso y pleocroísmo de verde a amarillo. Algunos cristales no tienen color, y otros presentan una parte coloreada y otra sin color.

*Muestra 3D y 3D<sub>1</sub>*

Descripción macroscópica: Estructura compacta, granoblástica de grano muy fino. Color verde oscuro, con diferenciaciones más claras correspondientes a una mayor concentración de albita en algunos puntos. Estas diferenciaciones claras, a las que corresponde la preparación 3D<sub>1</sub>, tienen una disposición en venas de bordes difusos y están salpicadas por pequeños cristales de clorita.

La clorita se concentra alrededor de estas diferenciaciones leucocratas. A simple vista, se observan laminillas de este mineral de color verde oscuro, que se exfolian con facilidad.

Esta roca está atravesada también por pequeños filoncillos de siderita, de aproximadamente 0,05 cm. de espesor.

Descripción microscópica EP 3D: Textura granoblástica, alotriomorfa.

Los minerales esenciales son albita, clorita y estilpnomelana; en menor cantidad entran a formar parte de la roca siderita y magnetita.

La albita se presenta en cristales de bordes muy irregulares. El tamaño de sus secciones en lámina delgada, oscila alrededor de las 600  $\mu$ .

La clorita es clinocloro, se presenta en mayor abundancia. Sus cristales se concentran en determinadas regiones formando grupos de varios milímetros.

El carbonato es siderita; este mineral es paragenético en las anfibolitas, pero en la muestra en cuestión es, en parte, mineral accidental; se encuentra rellenando filones en la misma. Posiblemente el origen de esta mayor concentración de carbonato en la roca, se deba a removilización dentro de esta misma formación y concentración posterior en determinadas regiones.

Descripción microscópica EP 3D<sub>1</sub>: Textura granoblástica, de grano fino a medio, con heterometría de grano.

El mineral más abundante es la albita, que se encuentra sin macla de albita polisintética. Sus cristales alcanzan el milímetro.

El resto de la roca está formado por siderita, estilpnomelana, clorita en pequeñas cantidades, magnetita, oligisto y rutilo.

Los cristales de albita son alotriomorfos y presentan inclusiones de estilpnomelana; estas inclusiones, formando pequeños cristales, están repartidas por igual en toda la preparación, y no tienen orientación preferida.

La siderita, en cristales del orden del milímetro, está muy fracturada, y alberga en sus fracturas albita y mineral de hierro.

El rutilo se presenta en pequeños prismas, de color marrón oscuro, apenas plecroicos.

#### CONCLUSIONES

En el estudio de estas rocas, llegamos a la conclusión de que se trata de rocas volcánicas o subvolcánicas básicas, que han sufrido metamorfismo regional. Son, pues, ortoanfibolitas.

La presencia de la glaucófana ha sido interpretada, en general, como indicadora de procesos de recristalización bajo fuertes presiones orientadas. En el caso presente, ésto sería verosímil, ya que indudablemente la serie de la *Mischungszone*, encima de la cual se deslizaron los mantos alpujárrides, ha sido sometida a esfuerzos mecánicos particularmente intensos, de este tipo.

Según la nomenclatura clásica, las condiciones del metamorfismo que han originado estas anfibolitas, son de mesozona superior a epizona inferior.

Según la paragénesis mineral que las forma, se pueden clasificar estas anfibolitas, dentro de las facies anfibolita-epidótico-albitica (Turner y Verhoo- gen, 1951). Esta facies, se podría asociar a la facies prasinitica citada por los

geólogos austriacos y suizos, para designar las rocas con plagioclasa sódica (albita u oligoclasa), epidota, y un anfíbol sódico verde-azul llamado barroisita.

Las condiciones físicas correspondientes a esta facies, son alta presión y temperatura de baja a moderada, como correspondería al metamorfismo regional, con fuerte matiz dinámico que ha afectado esta zona.

La asociación ferrostilpnomelana-clorita que se encuentra en alguna de estas anfibolitas, permitiría clasificarlas también dentro de las facies esquistos verdes; tal vez en algún caso sea resultado de retrometamorfismo, o bien se deba a que, en realidad, en algunas partes del material rocoso sometido al metamorfismo, éste se mantuvo muy cerca de las condiciones límite entre ambas facies.

De todos modos, el estudio de las anfibolitas, por sí solo, no es suficiente para llegar muy lejos y con seguridad en estas cuestiones; son conclusiones un tanto provisionales que serán confrontadas, en su momento, con los resultados relativos a las demás rocas que actualmente están en curso de investigación.

*Instituto «Lucas Mallada» (C.S.I.C.)*

*Departamento de Granada.*

*Estación Experimental de Zaidín (C.S.I.C.)*  
*Granada.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- BEMMELN, R. W. VAN (1927).—*Bijdrage tot de geologie der Betische Ketens in de provincie Granada.* (Tesis E. T. S. Delft). xii + 176 págs., 11 figs. 17 fot., 5 láms. Delft (J. Waltman).
- FALLOT, P., FAURE-MURET, A., FONTBOTÉ, J. M. y SOLÉ SABARIS, L. (1961).—*Estudios sobre las series de Sierra Nevada y de la llamada Mischungszone*, «Bol. Inst. Geol. y Min. de España» T. LXXI, págs. 345-557, 71 fig. 4 lám. 1 tabl.
- HARRISON, W. D. y SHAW, D. M. (1955).—*Determination of the mode of a metamorphic rock.* «The American Mineralogist», T. 40, págs. 614-624.
- TOBI, A. C. (1945).—*Use of the Berek compensator made easier* «Geologie in Mijnbouw, N. S.», t. 16, págs. 87-89.
- TRÖGER, W. E. (1956).—*Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale.* Parte I, edición 2.ª. Stuttgart. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
- TURNER, F. J. y VERHOOGEN, J. (1951).—*Igneous and metamorphic petrology.* «McGraw-Hill, New York, Toronto, London». 602 págs.
- VAN DER PLAS, L. (1960).—*Petrology of the Northern Adula Region, Switzerland. with particular reference to the Glaucofan-bearing Rocks.* «Tesis. Leidse geol. Med. vol. 24, fasc 2», págs. 418-602.
- WINCHELL, A. N. (1959).—*Elements of optical mineralogy. Part II. Description of Minerals.* «New York, Wiley; London, Chapman y Hall».
- ZERMATTEN, H. L. J., (1929).—*Geologische onderzoekingen in de randzone van het venster der Sierra Nevada (Spanje).* Tesis E. T. S. Delft). xvi + 104 págs., 10 figs. 36 láms. Delft (J. Waltman).

Recibido el 6-1964.

R. CAPDEVILA (\*)

## SUR LA GEOLOGIE DU PRECAMBRIEN ET DU PALEOZOIQUE DANS LA REGION DE LUGO ET LA QUESTION DES PLISSEMENTS ASSYNTIQUES ET SARDES EN ESPAGNE

### RESUMEN

En este trabajo distinguimos y estudiamos dos dominios situados en la rama norte de la Cordillera Ibérica, al frente de la zona axial.

En la provincia de Lugo el dominio externo de la zona de Galicia y de Castilla está caracterizado por un intracámbrico porfiroide («Olla de sapo»), sobre el cual descansa la serie de los Cabos que comienza durante el Cámbrico medio.

El dominio interno de la zona de Asturias occidental y León está caracterizado por un infracámbrico esquistoso sobre el cual descansa una serie completa del Cámbrico.

Los dos dominios han sufrido una evolución diferente hasta el Cámbrico medio; a partir del depósito de la serie de los Cabos la evolución de los dos dominios es semejante.

Las regiones estudiadas han sufrido la orogénesis hercyniana que se traduce por la existencia de varias fases tectónicas de metamorfismo y de plutonismo, que examinamos brevemente.

En lo que se refiere a la cuestión de los plegamientos asinticos y sárdicos en la Península, definimos tres zonas: una zona norte, en la cual se desarrollaron sobre todo los plegamientos asinticos; una zona sur, en la cual se desarrollaron únicamente los plegamientos sárdicos, y una zona central, en la cual no se desarrollaron estos plegamientos.

### I. INTRODUCTION

La branche septentrionale des Hercynides Ibériques peut être grosso modo divisée en trois zones: une zone interne, comprenant un vieux socle précambrien recouvert en partie par du cambro-silurien et puissamment repris par le métamorphisme et la granitisation hercyniens, une zone intermédiaire comprenant essentiellement des terrains infracambriens, cambriens et

(\*) Service de Géologie Générale. — Faculté des Sciences. — MONTPELLIER.

El autor expresa su agradecimiento a D. Isidro Parga Pondal por la ayuda y el interés que ha prestado a estas investigaciones.



siluriens de grande épaisseur, et une zone externe: l'avant fosse des Asturies, comprenant pour l'essentiel du dévonien et du carbonifère. Ce sont les trois zones classiques de F. Lotze (1945) avec, de l'intérieur vers l'extérieur, la zone de Galice et de Castille (Galizisch-Kastilische Zone), la zone des Asturies Occidentales et du Leon (Westasturische-Leonesische zone) et la zone Cantabrique (Kantabrische zone). A leur tour ces zones peuvent être subdivisées en plusieurs domaines. C'est ainsi que la zone de

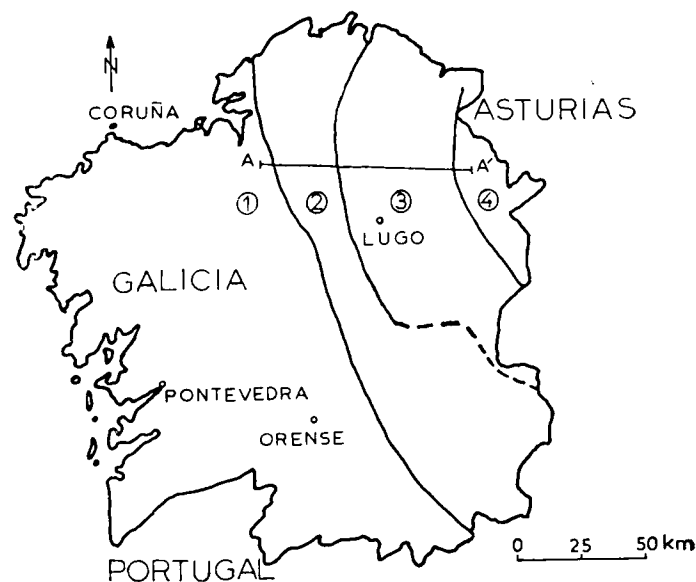


Fig. 1.—Subdivisions géologiques de Galice. 1. Domaines internes de la zone de Galice et de Castille. 2. Domaine externe de la zone de Galice et de Castille. 3. Domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon. 4. Domaines externes de la zone des Asturies Occidentales et du Leon.—AA'. Emplacement de la coupe de la Fig. 2.

Galice et de Castille, qui est la zone axiale de la cordillère Ibérique (F. Lotze, 1945), peut être subdivisée en un domaine interne, comprenant les restes d'un vieux socle précambrien, représenté en particulier en Galice par le «Complexe ancien polymétamorphique» de I. Parga-Pondal (1960), un domaine externe nord est comprenant de l'infra-cambrien surmonté en concordance par une série réduite de cambro-silurien et peut être, cela reste à vérifier, un domaine externe sud ouest appartenant à la branche méridionale de la cordillère Ibérique. De même, dans la zone des Asturies occidentales et du Leon on peut individualiser un domaine interne, caractérisé par

une série stratigraphique et des structures en plis couchés qu'on ne retrouve pas dans les domaines externes de cette zone.

Dans ce qui suit nous allons essayer de définir et d'étudier, dans la province de Lugo et plus particulièrement dans la région centrale de cette province, les caractéristiques du domaine externe de la zone de Galice et de Castille et celles du domaine interne de la zone de Asturies Occidentales et du Leon. Nous essayerons ensuite de comparer ces deux domaines entre eux puis à d'autres régions de la Meseta Ibérique, enfin nous terminerons par quelques remarques à propos des plissements assynclinaux et sardes en Espagne.

## II. DOMAINE EXTERNE DE LA ZONE DE GALICE ET DE CASTILLE

Les limites et l'étendue de ce domaine en Galice, sont représentées dans la fig. 1. Dans la région de Lugo ce domaine est limité, tant à l'Est qu'à l'Ouest, par des contacts anormaux redressés ultérieurement. C'est ainsi que d'Ouest en Est le domaine des Massifs internes repose structuralement sur le domaine externe de la zone de Galice et de Castille, lequel repose à son tour sur la zone des Asturies Occidentales et du Leon (fig. 2).

Nous allons successivement étudier les caractéristiques stratigraphiques, structurales et métamorphiques du domaine externe de la zone de Galice et de Castille.

### a) Stratigraphie

La stratigraphie de ce domaine est désormais bien connue grâce aux publications d'intérêt local de G. Puig y Larraz (1883), H. U. Nissen (1960), W. Riemer (1963) et au travail d'ensemble de I. Parga-Pondal, P. Matte et R. Capdevila (1964), aussi nous contenterons nous d'une description succincte de la succession stratigraphique telle qu'elle se présente dans la région centre-ouest de la province de Lugo.

De haut en bas nous rencontrons successivement :

e) Ampélites à Graptolites avec parfois des niveaux à nodules siliceux et des intercalations de schistes à *Crinoïdes*. L'ensemble dépasse 100 m. de puissance, il a été daté par I. Parga-Pondal et J. Gómez de Larena (1963) qui lui ont attribué un âge Ludlovien inférieur.

d) Schistes supérieurs, comprenant une série de 500 m. de puissance de schistes bleutés dont la monotonie est interrompue à plusieurs niveaux par la présence de minerais de fer oolithique. Plusieurs faits, en particulier la présence de *Synhomalonotus Tristani* dans le Sud de la province de Lugo (W. Riemer 1963), permettent d'attribuer ces schistes au Llandoilien.

Les trois termes suivants constituent d'après I. Parga-Pondal, P. Matte et R. Capdevila (1964) un ensemble équivalent aux «couches de los Cabos» que F. Lotze (1957) a défini dans les Asturies.

Ce sont, toujours de haut en bas :

c) Quartzites armoricains. Ces quartzites, de teinte claire, forment souvent les crêtes. Ils ont une puissance de 100 m. environ, présentent des stratifications entrecroisées fréquentes et renferment par endroits des *Cruziana* de grande taille. Tous les auteurs s'accordent à leur attribuer un âge Skiddavien (Arenig).

b) Schistes inférieurs. C'est un ensemble de 300 m. environ de puissance, formé par des schistes noirs ou bleutés, plus rarement verdâtres, alternant avec des bancs de grès, parfois de quartzite et quelques niveaux lenticulaires de minerai de fer. Dans certaines régions comme la Sierra de la Culebra (prov. de Zamora) cette formation présente près de sa base des bancs de quartzites blancs qui renferment de nombreux *Cruziana*.

a) A la base des schistes inférieurs (b) se trouve un niveau assez constant de quartzites blancs, d'épaisseur inférieure à 20 m., comportant des passées conglomératiques. Au sein de ce quartzite, ou même au dessus de lui, s'intercalent de petits niveaux microconglomératiques renfermant des débris de la formation porphyroïde sous jacente.

Ainsi que nous l'avont dit précédemment, l'ensemble de ces trois termes, quartzites (a), schistes inférieurs (b) et quartzites armoricains (c) représentent ici —d'après I. Parga-Pondal, P. Matte et R. Capdevila (1964), qui ont trouvé des *Cruziana* de grande taille à la base des schistes (b)— la série de los Cabos définie par F. Lotze (1957) dans les Austries. Cette série débute probablement à la partie supérieure du cambrien moyen.

p) Formation porphyroïde «Ollo de sapo». Cette curieuse formation affleure sur une grande partie de l'Espagne (R. Capdevila, P. Matte et I. Parga-Pondal 1964). Elle est constituée par des roches détritiques de type arkosique, des vulcanites acides et des intercalations de schistes et de quartzites. C'est une formation sans doute très épaisse (500 m. au moins) dont on ne connaît pas le substratum. Son âge, qui a été très discuté est estimé infracambrien par I. Parga-Pondal, P. Matte et R. Capdevila (1964). Ainsi que l'avait suggéré F. Lotze dès 1945 cette formation est analogue aux couches précambriennes de Huelva du SW. de l'Espagne.

On notera à propos de la succession stratigraphique précédente :

1) Existence probable d'une lacune importante entre les schistes supérieurs (d) dont la majeure partie au moins est d'âge Llandeilien et les ampélites (e) d'âge Ludlovien inférieur. Beaucoup de termes de l'ordovicien supérieur et du gothlandien, connus par ailleurs dans le NW. de l'Espagne, en particulier dans le N. de la province de Lugo (I. Parga-Pondal, P. Mat-

te et R. Capdevila 1964), dans la Sierra de Caurel (W. Riemer 1963, P. Matte 1963) et dans la Sierra de la Cabrera Baja (N. Llopis-Llao et J. M. Fontboté 1959, P. Matte 1964, a) manquent dans la région étudiée.

2) Existence d'une lacune très importante entre la porphyroïde (p) et le quartzite (a). Cette lacune comprend au moins le cambrien inférieur et la majeure partie du cambrien moyen.

#### b) Tectonique

Nous avons déjà vu que la série de los Cabos qui comprend le quartzite (a), les schistes (b) et le quartzite (c) repose en concordance sur la formation porphyroïde (p). La lacune existant entre la porphyroïde et la série de los Cabos permet de penser à des mouvements épigénétiques d'âge assynétique et l'existence de légers mouvements sardes dans la région de Montforte de Lemos (Lugo) (I. Parga-Pondal, P. Matte et Capdevila 1964) n'est pas non plus exclue, toutefois on peut affirmer que, dans le domaine étudié, il n'y a pas eu ni phase de plissement assynétique, ni phase de plissement sarde.

Les premiers mouvements tectoniques décelables, postérieurement au dépôt de la série de los Cabos, sont des mouvements calédoniens d'âge tectonique. Ils se traduisent par les lacunes observées entre les schistes supérieurs (d) et les ampélites (e) et par la discordance de ces dernières sur les schistes (d) (I. Parga-Pondal, P. Matte et R. Capdevila 1964).

Plus tard, tous les terrains antérieurement décrits ont été fortement plissés. Les plis observés correspondent aux deux types de plis définis par P. Matte (1964-b). Cet auteur a en effet montré qu'il existe en Galice Orientale deux types fondamentaux de plis, des plis V à plan axial subvertical ou très redressé et des plis H, à plan axial subhorizontal, appartenant à deux phases tectoniques différentes, les plis V étant postérieurs aux plis H.

Le domaine interne de la zone de Galice et de Castille est, dans le NW. de l'Espagne, essentiellement affecté par des plis de type V, les plis H étant, lorsqu'ils existent, localisés à la partie la plus externe de cette zone. La coupe type, faite dans la région centre-ouest de la province de Lugo montre à l'Ouest, des plis V orthorhombiques, de direction N.-S., avec une schistosité en éventail subverticale (exemple, les plis de la Sierra de Coba da Serpe), plus à l'Est les plis se deversent graduellement, leurs plans axiaux et la schistosité pouvant plonger jusqu'à 60° vers l'Ouest, la direction restant toujours N.-S. A la limite externe du domaine étudié les terrains peuvent être affectés de plis de type H dont un bel exemple est constitué par le pli couché situé à l'ouest de Guntín de Pallares, à l'intersection de la route

de Lugo à St. Jacques de Compostelle avec celle de Lugo à Pontevedra, dans ce cas la schistosité est horizontale ou plonge même de 10 à 15° vers le N.-E., le flanc inverse subhorizontal atteint trois km.

L'âge des plissements ne peut pas être déterminé précisément en l'absence de dépôts discordants utilisables. Il est postérieur au Ludlovien inférieur, antérieur au sthéphanien, certainement hercynien, probablement sudète (I. Parga-Pondal, F. Matte, et R. Capdevila 1964), un âge calédonien pouvant en effet être exclu pour plusieurs raisons dont la suivante: les plissements intenses qui ont affecté les séries étudiées y compris le Ludlovien ont abouti à l'apparition de schistosités très marquées et à un métamorphisme qui par endroits peut être très important. De telles schistosités et à fortiori un tel métamorphisme n'ont pu se développer que sous une charge importante d'au moins 3.000 m. de terrains et il est très fortement improbable que le Ludlovien ait pu atteindre une telle puissance.

En résumant nous dirons que le domaine externe de la zone de Galice et de Castille n'a pas connu de phases de plissement assynclinales et sardes, que les premiers mouvements tectoniques faibles sont tectoniques et qu'il y a eu deux phases tectoniques paroxysmales d'âge hercynien, probablement sudète.

### c) *Métamorphisme et granitisation*

Le degré de métamorphisme est très variable dans le domaine externe de la zone de Galice et de Castille. C'est ainsi que l'on peut trouver des migmatites (à la limite des provinces d'Orense et de Zamora) et des séries très peu métamorphiques (dans le nord de la province de Lugo, par exemple). Dans la région centre ouest de la province de Lugo le métamorphisme régional est faible, du type faciès schistes verts avec des paragéneses à séricite, chlorite et chloritoïde dans les schistes. Ce métamorphisme, qui affecte tous les terrains le Ludlovien compris, peut être considéré comme hercynien.

Les granites de ce domaine sont de deux types:

1) Granites alcalins à deux micas, concordants, provenant généralement de la granitisation sur place de la série porphyroïde (p) au cours de la formation des plis V et dont le type est le granite de Guitiriz (Lugo) (R. Capdevila 1964) ou le granite de Queija-Manzaneda (Orense), tous deux situés au coeur de grandes structures anticlinales.

2) Granites calcoalcalins à biotite, de type circonscrit, comme le diorite quartzifère de Estaca de Vares (Coruña) (I. Parga-Pondal 1931). Ces granites sont postérieurs aux précédents qu'il recoupe parfois.

L'étude détaillée du métamorphisme et des granitisations est en cours et sera ultérieurement publiée.

### III. DOMAINE INTERNE DE LA ZONE DES ASTURIÉS OCCIDENTALES ET DU LEON

Les limites et l'étendue de ce domaine en Galice sont représentées dans la fig. 1. Dans la région de Lugo ce domaine est surmonté à l'Ouest par la zone de Galice et de Castille, tandis qu'à l'Est le passage vers les domaines externes de la zone des Asturies Occidentales et du Léon s'effectue par un changement graduel des faciès, du style tectonique, du métamorphisme et du plutonisme. Mais alors que la géologie du domaine externe de la zone de Galice et de Castille était pour l'essentiel bien connue, celle du domaine dont nous allons maintenant aborder l'étude ne l'était que très sommairement, exception faite toutefois de la région Nord de la province de Lugo qui vient de faire l'objet de quelques travaux récents (L. M. Sánchez de la Torre 1962, R. Walter 1963, P. Matte 1964 b). En effet, les roches métamorphiques qui constituent toute la partie centrale de la province de Lugo étaient considérées comme étant soit de l'archéen (G. Schulz 1835, J. MacPherson 1886, C. Barrois 1882), soit du cambrien métamorphique (Mapa Geológico de España y Portugal 1955), soit du cambrien sans indication de métamorphisme (Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias 1963), soit du Paléozoïque (I. Parga-Pondal 1963). La structure des terrains métamorphiques et leurs relations possibles avec les séries sédimentaires n'avaient pas non plus été envisagées.

Une cartographie précise, réalisée au cours de l'été 1964 dans les régions centrale et Est la province de Lugo, nous a permis d'établir les rapports existant entre les séries métamorphiques et les séries sédimentaires et de relier ces séries et les ensembles structuraux à ceux qui étaient déjà connus dans le N. de la province.

Dans ce qui suit nous allons successivement étudier la série stratigraphique et ses équivalents métamorphiques, la tectonique et les phénomènes de métamorphisme et de granitisation qui ont affecté le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Léon.

#### a) *Stratigraphie*

Plusieurs auteurs ont étudié la stratigraphie de ce domaine, surtout en bord de mer, en particulier dans la région de Vegadeo, à la limite N des provinces de Lugo et d'Oviedo. Ce sont C. Barrois (1882), P. Hernández-Sampelayo (1935), F. Lotze (1961) et L. M. Sánchez de la Torre (1962). La succession stratigraphique la mieux établie est toutefois, pour le cambrien, celle qu'a étudié R. Walter (1963) dans la région de Mondoñedo, cette succession étant valable à quelques variations d'épaisseurs et de faciès près,

dans tout le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon, nous avons gardé pour le cambrien la terminologie de cet auteur.

1) Dans la région centrale et E. de la province de Lugo nous trouvons successivement de haut en bas :

c) Ampélites et schistes noirs pouvant atteindre 100 m. de puissance et renfermant de nombreux graptolithes qui, d'après I. Quintero (1962) sont d'âge Valentien supérieur (Taramon). Ces ampélites seraient donc plus anciennes que celles que l'on rencontre dans la partie ouest de la province de Lugo, dans le domaine précédemment étudié, et il semblerait par conséquent que le faciès «ampélite» puisse se développer à plusieurs époques du gothlandien.

d) Schistes supérieurs bleutés de 600-700 m. d'épaisseur, ils ont le faciès des schistes de Luarea et peuvent être rapportés au Llandeilien.

Les termes suivants, quartzites (c), schistes et quartzites (b), constituent d'après F. Lotze (1961) la série de los Cabos qui débute à la partie supérieure du cambrien moyen et se termine par le quartzite armoricain.

c) Quartzite armoricain. C'est un quartzite blanc qui, dans le domaine que nous étudions actuellement est peu puissant, une centaine de mètres et ne renferme que relativement peu de traces de vie (*Cruziana*, *Tigillites*), au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'Est., l'épaisseur de ce terme augmente et, à la limite des domaines externes de la zone des Asturies Occidentales et du Leon, dans ces domaines, il est épais de 200 m. et souvent extrêmement riche en *Tigillites*.

b) Schistes et quartzites inférieurs. Ce sont les niveaux 7 et 8 de R. Walter (1963). Il s'agit d'une série de type flyschoidé qui montre elle aussi d'importantes variations d'épaisseur et de faciès d'Ouest en Est. En effet alors que sa puissance n'est que de 600 m. environ dans la région centre est de la province de Lugo et que son faciès est essentiellement schisteux, elle devient de plus en plus épaisse et riche en quartzites vers l'Est. ; à la limite des provinces de Lugo et d'Oviedo, dans les domaines externes de la zone des Asturies Occidentales et du Leon, elle mesure près de 2.000 m. d'épaisseur et correspond à la série de la Ría de W. Jaritz (1958).

6) Schistes de Riotorto inférieurs, d'après R. Walter (1963) ce sont essentiellement des schistes marneux, peu épais (15 m.) d'âge cambrien moyen.

5) Calcaires de Vegadeo. Ces calcaires et dolomies, d'une centaine de m. d'épaisseur, constituent d'importants affleurements que l'on peut suivre sans variations de faciès notables depuis la région de Mondoñedo et Villanueva de Lorenzana par Riotorto et Meira jusqu'à Becerrea ; d'après F. Lotze (1961) ils se poursuivent par Los Nogaes et le Col de Piedrafita. R. Walter (1963) y a trouvé des *Archéocyathus* et les place au sommet du cambrien inférieur.

Sous les calcaires de Vegadeo se trouve la série de Candana composée des termes suivants :

4) Couches de passage, constituées de schistes et grès avec au sommet des niveaux calcaires et à la base un niveau de schistes noirs pyriteux. Le tout mesure à peu près 200 m. d'épaisseur.

3) Quartzites de Candana supérieurs, ce sont des quartzites blancs qui présentent de nombreuses stratifications entrecroisées et plusieurs niveaux, schisteux, leur puissance avoisine 200 m.

2) Schistes et calcaires de Candana, ils constituent une puissante série de 300 m. environ d'épaisseur essentiellement formée de schistes verts avec près de la base des intercalations parfois très importantes de calcaires.

1) Quartzites de Candana inférieurs. Ces quartzites ont une épaisseur et un faciès relativement variables. Ce sont des quartzites blancs dans lesquels on peut observer des stratifications entrecroisées, ils passent à des niveaux arkosiques et conglomératiques qui peuvent renfermer des galets de quartz et de schistes gréseux noirs. Ces quartzites dont l'épaisseur dépasse 100 m. dans le NE. de la province de Lugo deviennent de moins en moins importants vers le Sud. Ainsi que l'a montré R. Walter (1963) ils représentent la base du cambrien.

V) Schistes et grès de l' infracambrien. Ce sont des schistes noirs ou verdâtres surmontés en concordance par le cambrien inférieur, on peut les comparer (R. Walter 1963) aux «ardoises algonkiennes des Asturies».

2) En ce qui concerne les terrains fortement métamorphiques (au delà de l'isograde de la biotite) de la région centrale de la province de Lugo on peut établir la succession suivante :

2) Micaschistes supérieurs. On les trouve en particulier au NW. de Castro de Rey, ils passent latéralement, dans les zones moins métamorphiques aux schistes de Candana.

1) Quartzites du Gístral. Ces quartzites qui renferment par endroits de la muscovite et de la biotite ont une extension considérable depuis la zone de Burela jusqu'au N. de Villalba, on en trouve ensuite plusieurs affleurements au S. de Villalba en particulier dans le Monte Carballosa près de Gai-bor. Ces quartzites ont été désignés par H. U. Nissen (1960) sous le terme de «quartzites de Burela» et par I. Parga-Pondal et T. Meixandre (1965) sous le terme de «grès orthoquartzitique du Gístral». Nous y avons retrouvé au S. du Gístral de nombreux niveaux arkosiques et, au S. de San Andrés de Lousada (feuille 1:500.000, núm. 23) vers Carba, des conglomérats dont les galets de quartz et de schistes noirs, fortement déformés, peuvent atteindre 5 cm. de grand axe.

Dans la région de Bordelle au N. de San Pedro de Santaballa nous avons trouvé un important affleurement de roches basiques et ultrabasiques mé-

tamorphisées, interstratifiées dans les quartzites. Leur étude est actuellement en cours.

Par leur position, au dessous des micaschistes équivalents aux schistes de Candana et au dessus de l'Infracambrien, et par leur faciès, les quartzites du Gístral représentent l'équivalent métamorphique des quartzites de Candana inférieurs.

V) Micaschistes de Villalba. Le terme est empreunté à C. Barrois (1882) qui le premier en a fait une étude pétrographique. Ce sont des micaschistes à deux micas et grenats avec des banes et des lentilles de quartzites à hornblende verte et grenats. Dans les régions les plus métamorphiques on trouve des micaschistes à staurotide et grenats. La série des micaschistes de Villalba passe vers le N. par diminution du métamorphisme aux schistes infracambriens du faux synclinal de Mayor près de Mondoñedo.

On notera à propos des successions stratigraphiques dont nous venons de parler :

- 1) Qu'il y a une sédimentation continue depuis l'infracambrien jusqu'à l'ordovicien.
- 2) Que les seules lacunes possibles se situent entre l'ordovicien moyen et le gothlandien.

#### b) *Tectonique*

Comme dans le domaine externe de la zone de Galice et de Castille il n'y a dans le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon ni phase de plissement assynétique, ni phase de plissement sarde. Les premiers mouvements, qui se traduisent par des ondulations et des lacunes sont ici aussi d'âge tectonique.

L'orogénèse hercynienne s'est déroulée en deux phases paroxysmales ayant abouti à la formation de plis H et de plis V (P. Matte 1964 *b*). C'est dans ce domaine que l'on peut montrer la superposition des plis V aux plis H, en bord de mer au N. de la province de Lugo et dans le S. dans la Sierra de Caurel (P. Matte 1964 *b*), ainsi que dans le centre de la province en particulier dans les régions où affleurent les quartzites de base du cambrien. Le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon est surtout caractérisé du point de vue tectonique par la présence de plis couchés importants. Dans la zone de Mondoñedo P. Matte (1964 *b*) a mis en évidence un pli couché dont le flanc inverse atteint 20 km., nous avons suivi cette structure vers le S. et constaté qu'elle se poursuivait dans le centre de la province de Lugo jusque au moins la région de Becerreá. Dans la région centre ouest de la province de Lugo on ne peut pas estimer la longueur du flanc inverse, elle doit néanmoins être encore considérable puisque les terrains appartenant au pli montrent de grandes variations de faciès et

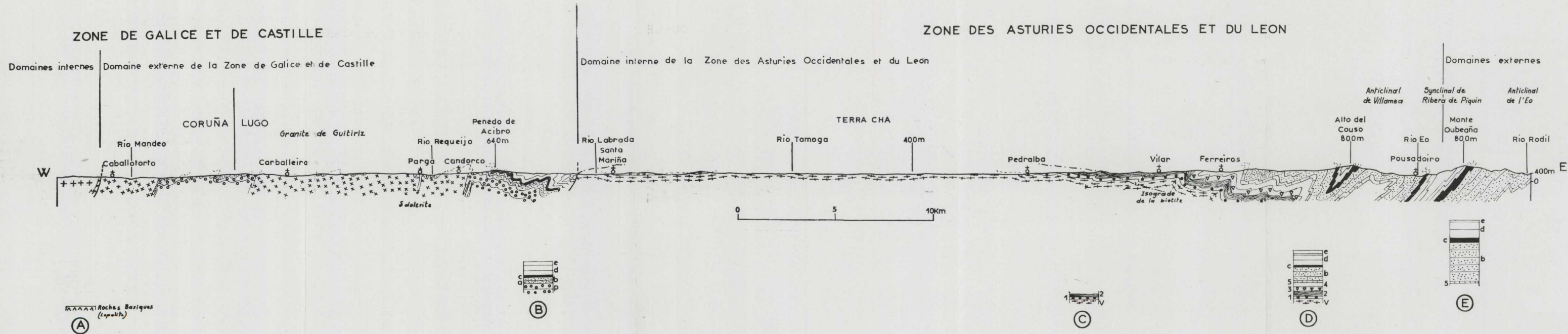


Fig. 2.—Coupe et colonnes stratigraphiques schématiques des domaines étudiés.

A) Roches basiques (Lopolite) et granites des domaines internes de la zone de Galice et de Castille

B) Colonne stratigraphique du domaine externe de la zone de Galice et de Castille. *e*, ampélites du gothlandien; *d*, schistes llanelliens; *c*, quartzite armoricain; *a*, quartzite de base de la série de los Cabos (*a*, *b*, *c*); *p*, porphyroïde «Ollo do sapo» de l'Infracambrien.

C) Colonne stratigraphique de la zone métamorphique située au centre de la province de Lugo. 2, micaschistes supérieurs; 1, quartzites du Gistral; V, micaschistes de Villalba

D) Colonne stratigraphique du domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon. *e*, *d*, *c*, *b*, comme pour B; 5, calcaires de Vegadeo; 4, schistes intermédiaires; 3, quartzites de Candana supérieurs; 2, schistes de Candana; 1, quartzites de Candana inférieurs; V, schistes infracambriens

E) Colonne stratigraphique des domaines externes de la zone des Asturies Occidentales et du Leon. *e*, *d*, *c*, *b*, et 5, comme pour D.

d'épaisseur avec ceux de «l'autochtone». En particulier les deux flancs du synclinal de Ribera de Piquin (fig. 2) qui fait la jonction entre le pli et l'autochtone montrent de grandes différences: le flanc inverse présente une série de los Cabos de 800 m. de puissance environ, couronnée par une barre de grès armoricain pratiquement azoïque alors que le flanc normal présente une série de los Cabos de 2.000 m. environ couronnée par une barre de grès armoricain qui est, dans la région où passe la coupe (fig. 2) constituée par une véritable brèche de *Tigillites*. Nous limitons le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon à l'axe de ce synclinal et à son prolongement vers le S.E., cette limite correspondant à une limite de faciés et de style tectonique.

Les plis de type V se développent essentiellement dans la partie la plus interne du domaine étudié et ils semblent prendre une grande importance dans la région sud est de la province de Lugo.

En résumé le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon n'a pas été soumis ni à des phases de plissement assynclinales ni à des phases de plissement sardes. Les premiers mouvements tectoniques décelés sont d'âge taconique, plus tard ont eu lieu deux phases paroxysmales hereyniennes, antéstéphaniennes, probablement Sudètes, dont la première a déterminé la formation de plis couchés importants.

### c) *Métamorphisme et granitisation*

1) Le métamorphisme régional le plus important affecte l'infracambrien et les quartzites de base du cambrien dans la région ouest proche du contact avec la zone de Galice et de Castille. Là et par endroits, on rencontre des roches du faciés amphibolites-almandin avec des associations du type quartz-staurotide-grenat-muscovite-tourmaline, on passe ensuite vers l'Est à des roches du faciés des schistes verts, l'infracambrien de la région de Villalba et Lugo (micaschistes de Villalba) est caractérisé par des micachistes avec l'association quartz-albite-muscovite-biotite-grenat avec des lentilles de quartzites présentant l'association quartz-albite-muscovite-biotite-hornblende verte-zoisite-grenat. Vers le N. et vers l'E. à partir de Villalba, vers le S. à partir de Sarria, le métamorphisme décroît progressivement mais il affecte toutes les roches sédimentaires puisque même le gothlandien de la limite des Asturies avec Galice renferme des séricites et des chlorites. Les variations relativement brusques de métamorphisme que l'on peut observer par exemple dans la région de Terra Chã et que C. Barrois (1882) avait déjà signalées semblent dues en partie à des mouvements postérieurs au métamorphisme qui ont perturbé l'allure initiale des isogrades.

Dans la région Lugo-Villalba, les biotites des micachistes et les hornblen-

des quartzites sont disposées à plat dans la foliation. Cette dernière correspond à la fois (sauf dans les charnières de plis) à l'ancienne stratification et à la schistosité des plis couchés, le métamorphisme semblerait par conséquent être contemporain de la formation de ces plis et serait donc hercynien. Toutefois d'après P. Matte (1964 b) on ne peut pas exclure un âge antégothlandien pour le métamorphisme. On pourrait en effet penser à première vue que l'important métamorphisme des micaschistes de Villalba n'est pas contemporain du métamorphisme plus faible qui affecte plus à l'E. les terrains cambrosiluriens. Cependant, là où l'infra-cambrien est fortement affecté par le métamorphisme régional le cambrien inférieur tout proche est affecté de la même façon (par exemple, les quartzites et les roches basiques de Bordelle dans le centre de la province de Lugo) et là où le cambrien inférieur est faiblement affecté l'infra-cambrien l'est également (par exemple dans la région de Mondoñedo). D'autre part nous avons déjà vu qu'il n'y avait pas d'orogénèse assynétique dans la région considérée, un métamorphisme antérieur au cambrien est donc très fortement improbable. Si l'on s'en tient uniquement aux roches fortement métamorphosées (au delà de l'isograde de la biotite) on peut penser que le métamorphisme est postérieur au cambrien inférieur. Or entre ce dernier et l'ordovicien moyen il n'y a pas eu de phase tectonique et les mouvements tectoniques qui n'ont même pas déterminé de schistosité ne peuvent pas être responsables d'un métamorphisme aussi important. On est donc ramené une fois de plus à ce que nous pensions auparavant: le métamorphisme qui affecte les roches du centre de la province de Lugo est postgothlandien, sans doute hercynien, très probablement contemporain de la phase tectonique ayant abouti à la formation des plis couchés.

2) La granitisation a fortement affecté le domaine que nous venons d'étudier. On y remarque des granites de deux types:

1. Dans la zone de métamorphisme élevé, au delà de l'isograde de la biotite, on remarque des granites alcalins généralement à deux micas ou muscovite seule, concordants et à bords diffus, qui proviennent de la granitisation sur place des micaschistes, ils sont syntectoniques, ce sont, par exemple, le granite de Monseiban, celui d'Hombreiro, un des granites de Sarria, etc.

2. On rencontre ensuite des granites calcoalcalins porphyroïdes et à biotite, de type circonscrit, ils déterminent souvent un métamorphisme de contact très net comme le granite situé à l'E. de Lugo (Granite de Lugo de C. Barrois 1882) qui peut être pris pour type et qui métamorphose le cambrien de la région de Castroverde et les micaschistes de Villalba dans la région de Lugo. Ces granites sont postérieurs aux précédents qu'ils recoupent.

L'étude détaillée du métamorphisme et des granitisations est en cours et sera ultérieurement publiée.

#### IV. COMPARAISONS ENTRE LES DEUX DOMAINES ETUDIÉS

Si nous comparons les données stratigraphiques et tectoniques des deux domaines précédemment étudiés nous pouvons faire les remarques suivantes.

Et ce qui concerne la stratigraphie:

1. De l'infra-cambrien à la partie supérieure du cambrien moyen les deux domaines ont eu une évolution très différente: à l'Ouest le domaine externe de la zone de Galice et de Castille présente un infra-cambrien de type «Ollo de sapos» et il y a lacune du cambrien inférieur et de la majeure partie du cambrien moyen. Cette lacune doit correspondre à une absence de dépôt car il est difficile d'imaginer une érosion ayant enlevé, de façon très régulière, d'importants dépôts depuis le NW. de l'Espagne jusque dans la province de Guadalajara, sans laisser de traces. A l'Est, le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon présente par contre une série comprenant un infra-cambrien schisteux du type «schistes du Narcea» surmonté en concordance par un cambrien complet qui débute par une série clastique.

2. A partir des premiers dépôts de la série de los Cabos (partie supérieure du Cambrien moyen) les deux domaines font partie d'un même ensemble. On remarquera cependant que dans le domaine externe de la zone de Galice et de Castille la série de los Cabos est peu épaisse (100-700 m.) et essentiellement schisteuse, plus à l'Est, dans le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon, la série de los Cabos est un peu plus épaisse (800-900 m. dans la partie la plus orientale) est plus riche en quartzites, plus à l'Est encore, en dehors du domaine précédent, la série de los Cabos présente, à la limite de Galice et des Asturies, le faciès de la série de las Rias de W. Jaritz (1958) c'est à dire à peu près autant de schistes que de quartzites et une puissance de 2.000 m. environ. Plus à l'Est enfin se trouvent les très puissantes séries de quartzites massifs constituant la série de los Cabos s. str. (F. Lotze 1957). Par conséquent il existe d'Ouest en Est une diminution du matériel pelitique, un accroissement du matériel détritique et un accroissement de la puissance totale de la formation, la zone d'alimentation pourrait être constituée par le «bloc cantabrique assynétique» (F. Lotze 1958, 1961, F. Radig 1963).

Après le dépôt du grès armoricain les deux domaines étudiés ont connu une évolution analogue marquée en particulier par l'existence de lacunes dans l'ordovicien supérieur et le gothlandien.

En ce qui concerne la tectonique, les deux domaines ont évolué de façon analogue. Ils n'ont pas subi de phases de plissement assynétiques et, dans la région de Lugo la sédimentation cambrienne suit immédiatement la sédimentation infra-cambrienne. Ils n'ont pas subi non plus de plissements sardes



et dans les deux domaines il existe de légers mouvements tectoniques. Plus tard ont eu lieu deux phases de plissement intenses d'âge hercynien, probablement sudètes. Il faut toutefois signaler que le domaine externe de la zone de Galice et de Castille a été surtout affecté par des plis essentiellement orthorhombiques alors que dans le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon ce sont surtout les plis monocliniques qui se sont développés. Il est curieux de constater que plus à l'Est de ces zones, dans la région moyenne des Asturies là où les séries cambrosiluriennes sont les plus épaisses on ne connaît qu'une tectonique tangentielle minimale (Domaine des bombements de P. Matte 1964 *b*).

#### V. COMPARAISONS ENTRE LES DEUX DOMAINES ETUDIÉS ET D'AUTRES REGIONS D'ESPAGNE

Nous ne pouvons pas ici comparer entièrement les domaines étudiés à toutes les régions connues de l'Espagne hercynienne, toutefois certaines remarques peuvent être faites :

1. Le domaine externe de la zone de Galice et de Castille présente certaines analogies avec les zones du S. de l'Espagne, en particulier les faciès de l' infracambrien y sont semblables et il n'existe pas de discordance notable connue entre ce dernier et le cambrien. Cependant il présente aussi des différences notables avec le S. de l'Espagne : lacune d'une partie du cambrien, absence de plissements sardes.

2. Le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du Leon présente de grandes analogies avec diverses zones du N. de l'Espagne. L' infracambrien et la base du cambrien y sont semblables à ceux que l'on connaît dans les Asturies, le Leon, la Sierra de la Demanda et les chaînes celtibériques ; cependant alors que dans les Asturies et le Leon il existe un important plissement assynétique (F. Lotze 1956 *a*, 1956 *b*, 1961, L. U. de Sitter 1961, V. Pastor Gómez 1962) et qu'il en existe un plus atténué dans la Sierra de la Demanda et les chaînes Celtibériques (F. Lotze 1956 *a*, 1956 *b*, 1961), il n'en existe pas dans le domaine que nous avons étudié. De même les faibles plissements sardes décrits dans la Sierra de la Demanda et les chaînes celtibériques (F. Lotze 1929-1956 *b*, 1961) ne se retrouvent pas non plus dans la région étudiée.

#### IV. LA QUESTION DES PLISSEMENTS ASSYNTIQUES ET SARDES EN ESPAGNE

Les plissements assynétiques et sardes en Espagne ont fait l'objet de plusieurs publications, F. Lotze (1956 *a*, 1956 *b*) en particulier a étudié les relations existant entre ces deux plissements. D'après lui :

— Dans le NW. et de N. de l'Espagne là où les mouvements sardes sont absents, les plis assynétiques sont représentés de façon notable.

— Dans le centre et le S., là où les plissements sardes sont évidents il n'y a pas de plis assynétiques.

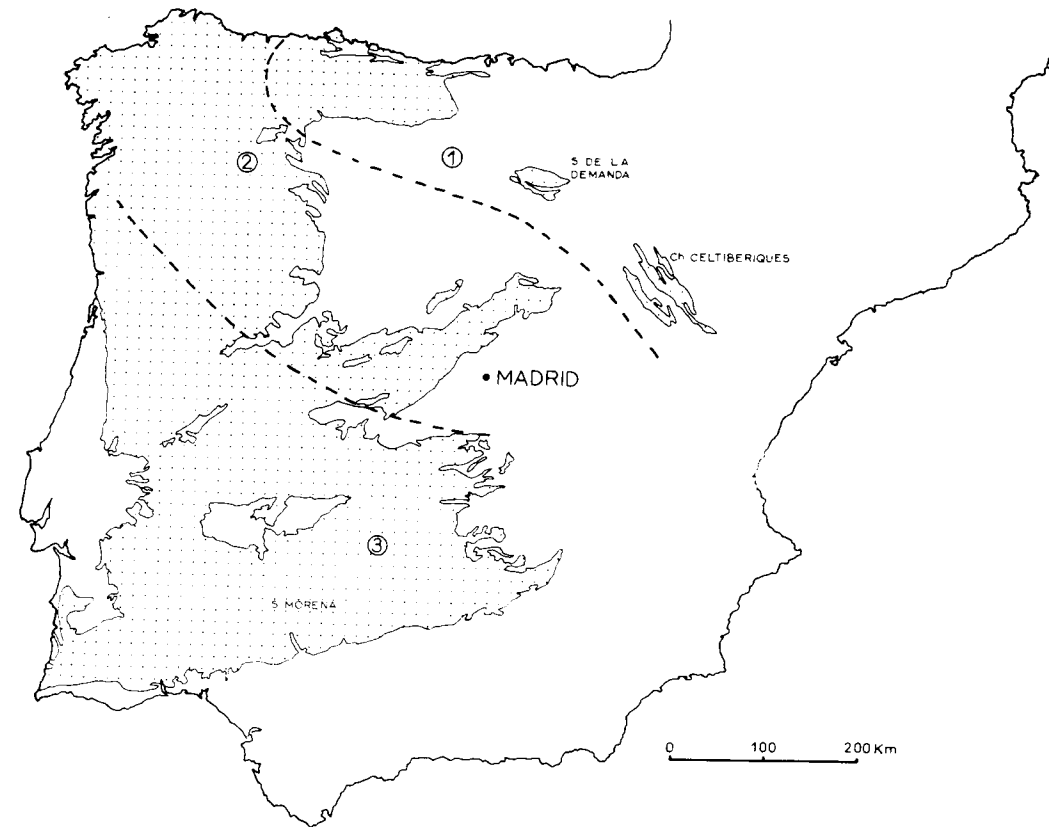


Fig. 3.--Distribution schématique des plissements assynétiques et sardes dans la Péninsule Ibérique. En pointillés : affleurements de la Cordillère Ibérique. 1. Zone où sont connus des plissements assynétiques et de légers plissements sardes (dans la Sierra de la Demanda et les chaînes Celtibériques). 2. Zone où plissements assynétiques et sardes ne sont pas connus. 3. Zone où seuls sont connus des plissements sardes.

— Dans la Sierra de la Demanda et les chaînes celtibériques où les plissements assynétiques sont amoindris les plissements sardes le sont aussi.

Il s'en suit que (F. Lotze 1956 *b*) :

— Les plissements assynétiques et sardes se remplacent mutuellement.

— Dans le NW. et le N. de l'Espagne où les terrains avaient été consolidés par des plissements assynétiques, les plissements sardes n'ont pas pu se

développer, par contre dans le S. où il n'y avait pas eu de «consolidation» assynétique les phases sardes ont pu avoir lieu.

— Les phases sardes constitueraient les mouvements tardifs de l'orogénèse assynétique.

Ces conclusions peuvent être modifiées par les résultats obtenus dans les domaines étudiés ou, tout en rencontrant des faciès de l'infracambrien et du cambrien semblables à ceux d'autres régions d'Espagne, on ne trouve pas de plissements assynétiques ou sardes. On peut penser d'après ces données que :

— l'absence de plissements assynétiques n'entraîne pas nécessairement la présence de plissements sardes,

— et que plissements assynétiques et sardes ne sont peut être pas liés puisque entre la zone où s'est développée l'orogénèse assynétique et celle où s'est développée l'orogénèse sarde il existe une zone où aucune de ces deux orogénèses n'est représentée.

En fait, comme dans beaucoup de chaînes à double déversement, la zone N. de la Cordillère Ibérique n'a pas subi une évolution identique à celle de la zone S. et, de part et d'autre de la zone axiale, les événements tectoniques autres que les phases paroxysmales ne sont pas nécessairement liés. On peut donc désormais distinguer en Espagne (fig. 3) : dans la zone N. de la Cordillère Ibérique une aire assynétique au sein de laquelle ont pu se développer de légers mouvements sardes, et une aire proche de la zone axiale où il n'y a pas eu de plissements assynétiques et sardes. Dans la zone S. il n'y a que des plissements sardes dont l'importance est variable suivant les régions.

## VII. CONCLUSIONS

Parmi les divers domaines qui constituent la zone septentrionale de la Cordillère Ibérique on peut individualiser deux domaines situés en avant de la zone axiale, ce sont respectivement de l'intérieur vers l'extérieur, le domaine externe de la zone de Galice et de Castille et le domaine interne de la zone des Asturies Occidentales et du León. Ces deux domaines sont constitués par des terrains infracambriens, cambriens et siluriens dont l'étude montre que jusqu'à la partie supérieure du cambrien moyen ils ont appartenu à des zones paléogéographiquement différentes ; à partir du cambrien moyen supérieur les deux domaines suivent une évolution analogue. Les plissements importants qui les ont affectés sont hercyniens, probablement sudètes. Ces deux domaines font partie d'un ensemble au sein duquel les plissements assynétiques et sardes ne se sont pas manifestés, au N. de cet ensemble se développe une aire assynétique, au S. une aire Sarde.

L'étude du métamorphisme et du plutonisme, qui n'a été qu'ébauchée dans cette note, montre aussi qu'il existe des variations de ces deux classes de phénomènes suivant les domaines précédemment définis. Leur étude fera l'objet d'une publication ultérieure.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARROIS, C. 1882. *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice (Espagne)*. «Mem. Soc. Geol. du Nord», t. 2, Mem. 1<sup>re</sup> série.
- CAPDEVILA, R. 1964. *Sur le contrôle lithologique et structural du granite de Guiltiriz (Lugo, Espagne)*. «C. R. Acad. Sci., Fr.», t. 258, n.° 23, p. 5682-5684.
- CAPDEVILA, R. MATTE, P., PARGA PONDAL, I. 1964. *Sur la présence d'une formation porphyroïde infracambrienne en Espagne*. «C. R. Soc. géol. Fr.», n.° 7, p. 249-250.
- HERNÁNDEZ SAMBLAYO, P. 1935. *El sistema cambriano*. Explicación del nuevo mapa geológico de España en Escala 1:1.000.000, t. 1. «Mem. Inst. Geol. Min. de España», p. 291-525.
- JARITZ, W. 1958. *Stratigraphie, magmatismus und tektonik der Kantabrischen küste im asturisch-galicischen grenzgebiet*. Diss. 123 S., 59 Abb., 3 Kt., Münster.
- LLOPIS LLADÓ, N., FONTBOTÉ, J. M. 1959. *Estudio geológico de la Cabrera Alta (León)*. «Monografías geológicas», XIII, Inst. Geol. Apl., 134 p., Oviedo.
- LOTZE, F. 1929. *Stratigraphie und tektonik des keltiberischen grundgebirges (Spanien)*. «Beitr. Geol. Westl. Mediterrangeb.», 3, 320 S., 44 Abb., 17 tab. Berlin.
- 1945. *Zur gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta*. «Geotekt. Forsch.», 6, p. 78-92. Berlin.
- 1956 a. *Das Präkambrium spaniens*. «Neues. Jb. geol. Paläontol. Mh.», 8, p. 373-380.
- 1956 b. *Über sardische bewegungen in Spanien und ihre beziehungen zur assynitischen fauna*. «Stille Festschrift.», p. 128-139, 8 Abb. Stuttgart.
- 1957. *Zum alter nordwestspanischer quartär sandstein folgen*. «Neues Jb. Geol. Paläontol.», Mh. B. H., 10, p. 464-471.
- 1958. *Zur stratigraphie des spanischen kambriums*. «Geologie», 7, p. 727-750. Berlin.
- 1961. *Das kambrium spaniens*. Teil 1: Stratigraphie. In: LOTZE, F. et SOZUY, K.: *Das Kambrium Spaniens*. «Abh. Akad. Wiss. Lit. Mainz, Math. Nat. Kl.», n.° 6, p. 285-438.
- MACPHERSON, J. 1886. *Descripción petrográfica de los materiales creácicos de Galicia*. «An. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. 15, p. 165, Madrid.
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA Y PORTUGAL. Ech. 1:1.000.000. Inst. Geol. y Min. de España, 1955. Madrid.
- MAPA GEOLÓGICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA, BALEARES Y CANARIAS. Ech.: 1:2.500.000. Ins. Geol. y Min. de España, 1963. Madrid.
- MATTE, P. 1963. *Sur la structure du Paléozoïque de la Sierra de Caurel (NW de l'Espagne)*. «C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.», p. 243-245.
- 1964 a. *Sur le volcanisme silurien du synclinal de Truchas (NW de l'Espagne)*. «C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.», n.° 2, p. 57-58.
- 1964 b. *Remarques préliminaires sur l'allure des plis hercyniens en Galice orientale*. «C. R. Acad. Sci., Fr.», t. 259, n.° 12, p. 1981-1984.
- NIESEN, H. U. 1960. *Deformation und kristallisation im nordwestspanischen küstengebirge bei Vivero*. Diss., 303 S., 216 Abb., Münster.
- PARGA PONDAL, I. 1931. *Estudio petroquímico de la diorita cuarcífera de la Estaca de Vares (Galicia)*. «An. Soc. Española de Fis. y Quím.», t. XXIX, p. 552-555.

- — 1960. *Observación, interpretación y problemas geológicos de Galicia* «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», n.º 59, p. 333-358.
- — 1963. *Mapa petrográfico estructural de Galicia*. Ech. 1:400.000. Inst. Geol. y Minero de España, Madrid.
- PARGA-PONDAL, I. et ALEXANDRE, T. 1965. *La arenisca ortocuarcítica del Giestra (Lugo)*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España» (sous presse).
- PARGA-PONDAL, I. et GÓMEZ DE LLARENA, J. 1963. *Yacimientos fosilíferos en las pizarras metamórficas de Guntín (Lugo, Galicia)*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat.», Secc. Geol., t. 61, n.º 1, p. 83-88.
- PARGA-PONDAL, I., MATTE, P. et CAPDEVILA, R. 1964. *Introduction à la géologie de l'«Olla de sapo»: formation porphyroïde antésilurienne du Nord Ouest de l'Espagne*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», n.º 76, p. 119-154.
- PASTOR GÓMEZ, V. 1962. *Probable área precambriana al NO. de León*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», n.º 67, p. 71-79.
- PUIG Y LARRAZ, G. 1883. *Descripción física y geológica de la provincia de Zamora*. «Mem. Com. Map. Geol.», 448 p., Madrid.
- QUINERO, I. 1962. *Graptolitos en la provincia de Lugo*. «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», n.º 65, p. 61-82.
- RADIG, F. 1963. *Ordovizium, Silurium und die Frage prävariszischer Faltungen in Nordspanien*. «Geol. Rundschau, Dtsch.», t. 52 (1962), n.º 1, p. 346-357.
- RIEMER, W. 1963. *Entwicklung des Paläozoikums in der südlichen Provinz Lugo (Spanien)*. «Neues Jb. Geol. Paläontol., Abhdlg., Dtsch.», t. 117, n.º 1-3, p. 273-285.
- SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. 1962. *El borde hercimano en el NE. de Galicia*. «Breviora geol. Asturica», t. 6, n.º 1-4, p. 66-71.
- SCHULZ, G. 1835. *Descripción geognóstica del Reino de Galicia*. Madrid, 8.º, 52 p.
- SITTER, L. U. DE. 1961. *Le précambrien dans la chaîne cantabrique*. «C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.», n.º 9, p. 253.
- WALTER, R. 1963. *Beitrag zur Stratigraphie des Kambriums in Galicien (Nordwest-Spanien)*. «Neues Jb. Geol. Paläont., Abhdlg., Dtsch.», t. 117, n.º 1-3, p. 360-371.

Recibido 4 II 65.

PHILIPPE MATTE (\*)

## SOBRE EL VOLCANISMO SILURIANO DEL SINCLINAL DE TRUCHAS (NW. DE ESPAÑA)

En el límite de las provincias de León y Zamora se encuentran las formaciones representantes del Siluriano en la falla geológica del mapa 1.000.000 de España (1). El estudio de esta zona sólo ha sido objeto de algunas publicaciones antiguas y poco importantes, y no ha sido abordado de manera seria más que en 1959 por N. Llopis Lladó y J. M. Fontboté (2).

Una de las unidades de esta región es el sinclinal de Truchas que corresponde, desde el punto de vista morfológico, a una zona deprimida de unos 60 kilómetros de longitud y unos 15 a 20 de anchura, limitada al Norte por las cumbres elevadas de los Montes Aquilianos y de la Sierra de Teleno (2.188 m.), y al Sur por las de la Sierra de Cabrera Baja (2.140 m.).

Se trata de un gran sinclinal complejo esencialmente esquistoso comprendido entre las cuarcitas con *Cruziana*, muy replegadas del anticlinorio del Teleno, de orientación WNW.-ESE., y las no menos replegadas del monoclinial de la Cabrera Baja, orientada E.-W. Estos dos sistemas de pliegues forman las dos sierras convergentes hacia el Este y se reúnen en los alrededores de Castro-Contrigo, con una prolongación axial de 0 a 30 grados constante hacia el Oeste, haciendo aparecer por consiguiente, al Este y sobre todo al Sur, los lechos inferiores en las cuarcitas con *Cruziana*.

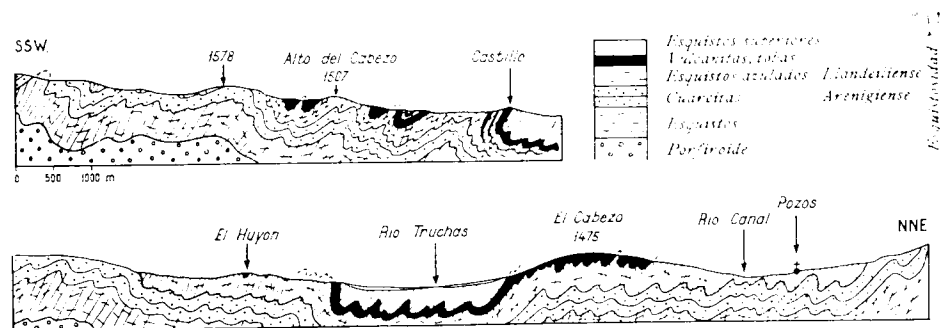
### RESUMEN ESTRATIGRÁFICO

La ausencia de fósiles determinables, el extremo replegado acompañado de una fuerte esquistosidad y por último la escasez o paso lenticular de los diferentes bancos señalados de esta serie esencialmente esquistosa, hacen difícil establecer una estratigrafía detallada. Aparece de abajo arriba:

(\*) Traducción realizada por M.ª Concepción López de Azcona Fraile. C. R. Somm. des Seances de la Soc. Geol. de France, Fas. 2, págs. 57-58, 1964.

a) Cuarcitas con *Cruziana* (100 a 300 m.): forman los flancos norte y sur del sinclinal de Truchas; su espesor disminuye del Este al Oeste. Los macizos de la cumbre comprenden intercalaciones esquistosas que son el paso a los esquistos azulados brillantes considerados del Llandeiliense. Algunas veces (flanco norte del sinclinal) un horizonte ferruginoso separa estas dos formaciones, como en la Sierra de Caurel (3. 1), que es la prolongación occidental de la Sierra de Teleno.

b) Esquistos brillantes azulados (200 m. y más): sin fósiles característicos para este lugar, son la prolongación de los esquistos de la misma facies bien datadas del Llandeiliense, en la Sierra de Caurel (3).



Corte del sinclinal de Truchas

c) Vulcanitas y tobas interestratificadas en los esquistos: conjunto esencialmente albitico en la base y riolítico en la cumbre; su espesor, que puede alcanzar 300 metros, decrece para hacerse nulo hacia el Oeste.

d) Potente serie esquistosa monótona que comprende algunos niveles areniscosos hacia la base. Hacia el Oeste (confluencia del río Cabo y del río Cabrera, río Cabrera a los alrededores de Losadilla:  $x = 2^{\circ} 56' 10''$ ;  $y = 42^{\circ} 16' 20''$ ), indiqué que estos esquistos se cargan de numerosos cantos calizos, algunos de los cuales contienen enerínidos; podrían, por lo tanto, representar el equivalente de las series gotlandienses con predominio calizo, bien datadas más al Oeste en la presa de Peña Rubia (4).

#### LA SERIE VOLCÁNICA

Esta serie se compone de vulcanitas y de tobas más o menos lenticulares, siempre muy replegadas y fuertemente afectadas por una esquistosidad subvertical o prolongada ligeramente hacia el Sur.

Se puede observar en la base un complejo albitico. La estructura de lava franca no se encuentra más que raramente (El Cabezo, véase figura).

Al microscopio se ven grandes fenocristales de plagioclasa (Albita An. 5) en una pasta de burbujas con microlitos de albita, todo salpicado de calcita bastante abundante y de clorita. Lo más corriente, son tobas albiticas, algunas veces bien estratificadas y grano-clasificadas, o microbrechas con trozos de lava con burbujas, en las cuales flotan grandes fragmentos de esquistos, a veces de más de 10 cm. de lado. Estas rocas están casi siempre recristalizadas con cuarzo y albita de neoformación y más o menos cargadas de calcita y de clorita. En el limite, se pasa a rocas constituidas esencialmente de calcita y de clorita, en las cuales las estructuras fantásticas de feldespatos y de burbujas permiten, no obstante, reconocer el origen volcánico. Las tobas han suministrado braquiópodos, desgraciadamente indeterminables. Encima de este complejo vienen esquistos con intercalaciones de areniscas cloríticas muy verdes y muy compactas, que corresponden tal vez a las rocas atribuidas anteriormente a las diabasas (2), especialmente en los alrededores de Cunas.

En la parte alta de la serie, interestratificadas en los esquistos, se encuentran tobas riolíticas, muy características en los alrededores de Valdivido. Al microscopio, se ven grandes fenocristales de cuarzo automorfo corroídos y de ortosa muy manchada de albita (pertita) flotando en un polvo fino de sericita y de fragmentos de cuarzo. En el Castillo de Truchas, estas tobas no contienen prácticamente más que feldespatos. Son con mucha probabilidad las que fueron precedentemente atribuidas (2) a un pórfido leucogranítico intrusivo y a microconglomerados.

El espesor total de esta serie volcánico-sedimentaria decrece hacia el Oeste, y en los alrededores de Losadilla no está representada más que por unos 30 metros de areniscas cloríticas.

#### CONCLUSIONES

Con esto quedan descritas, por vez primera en esta zona, una serie de vulcanitas, esencialmente albiticas en la base y riolíticas en la parte superior. La edad de esta serie, carente de fósiles, está por el momento mal determinada. Parece estar la edad comprendida entre el Arenigiense y el Gotlandiense. Por otra parte, se puede comparar esta serie con las vulcanitas de Cabo de Peñas (Asturias), bien datadas como del Caradociense-Ashgillienense (5), y, por consiguiente, a los aportes andesíticos y riolíticos de la Montaña Negra (6) de Mouthoumet (7) y de los Pirineos (8), datarlos igualmente como de esta época.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hoja 1:1.1000.000. Madrid. Inst. Geol. y Min. d'Espagne, 4.ª ed., 1955.
2. LLOPIS LLADÓ, N. y FONTBOTÉ, J. M.: *Estudio geológico de la Cabrera Alta (León)*. «Mon. gr. geol. Inst. geol. app. Oviedo», t. XIII, 1959.
3. RIEMER, W.: *Entwicklung des Paläozoikums in der südlichen Provinz Lugo (Spanien)*. «N. Jb. Geol. Pal., Abh.», págs. 273-285, 1963.
4. MATTE, P.: *Sur la Structure du Paléozoïque de la Sierra de Caurel (NW de l'Espagne)*. «C. R. somm. S. G. F.», pág. 243, 1963.
5. RADIG, F.: *Ordovizium Silurium und die Frage prävariszischer Faltungen in Nordspanien*. «Geol. Rundschau», Bd. 52, págs. 346-357, 1962.
6. GÉZE, B.: *Sur l'importance du volcanisme calédonien dans le versant méridional de la Montagne Noire*. «C. R. somm. S. G. F.», pág. 116, 1960.
7. DURAND DEIGA, M. y GÉZE, B.: *Les venues éruptives ordoviciennes de la Camp près de Felines-Termenes (massif du Mouthoumet, Aude)*. «Ibid.», pág. 268, 1956.
8. CAVET, P.: *Le paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées orientales françaises*. «Bull. Serv. Carte géol. France», t. I.V, núm. 254, págs. 83-84, 1959.

M. CRUSAFONT PAIRO (Barcelona-Sabadell)

## EL DESARROLLO DE LOS CANINOS EN ALGUNOS DRIOPITECIDOS DEL VALLESIENSE EN CATALUÑA

## RESUME

La présente note est dédiée à l'étude des proportions de la canine inférieure et supérieure des Pongidés fossiles du Miocène (Vallésien) de la région du Vallés en Catalogne, par rapport aux autres pièces de la dentition, et en comparaison avec celles des autres Pongidés fossiles et actuels et aussi avec les Homimidés fossiles et récents. Cette étude montre comment les Pongidés de notre Miocène se placent, par ces caractéristiques, aux voisinages des Pongidés actuels. Par contre, la canine des Homimidés fossiles (*Oreopithecus*, *Ramapithecus*) et de l'Homme, s'écartent de celle des grands Simiens.

## INTRODUCCIÓN

La presente nota está destinada a conmemorar, hasta cierto punto, el cincuentenario del primer descubrimiento de un Driopitécido en el Mioceno español. Ello se hace, sin embargo, con un cierto retraso, puesto que el hallazgo del pretendido *Dryopithecus fontani* Lartet en el yacimiento, que hoy consideramos como del Vallesiense, de la llamada Teulería del Firal, la Seu d'Urgell, tuvo lugar el año 1913. Este descubrimiento hizo furor en la época y de él se ocuparon algunos autores de nombradía (Vidal, 1913, *a* y 1913 *b*); Smith Woodward, 1914; Bataller, 1918; Hernández-Pacheco, E., 1914). Sin embargo, cerca de medio siglo más tarde, los hallazgos de Driopitécidos en el Mioceno de la región catalana estaban destinados a ser frecuentes, convirtiendo a algunos de nuestros yacimientos (concretamente los del Vallesiense de Can Llobateres y de Can Ponsich) en los más importantes de Europa, y en camino de convertirse en los más importantes del mundo a este respecto.

Sin embargo, no fueron estos yacimientos los que nos proporcionaron los primeros restos de Pongidos del Vallés-Penedés. Un fragmento de mandíbula izquierda de un nuevo Driopitécido, a añadir a la célebre mandíbula de La Seu, fue descubierto por el autor de esta nota en el yacimiento de Hostalets de Pierola (niveles vindobonienses de Can Vila). Fue descrito por primera vez en colaboración con Villalta hace ya algunos años (Villalta y

Crusafont, 1941), como tratándose de la misma especie de Lartet. Más tarde, nosotros mismos (Villalta y Crusafont, 1944), lo atribuimos al género *Sivapithecus* y creamos una nueva especie *S. occidentalis*. En esta misma publicación se dio a conocer el hallazgo de nuevos materiales, procedentes éstos del yacimiento que llamamos de La Tarumba I, en las cercanías de Viladecaballs y que corresponde al Vallesiense superior. Este nuevo Driopitécido fue considerado como un nuevo género, *Hispanopithecus*, especie-tipo *H. laietanus*.

No fue sino hasta catorce años más tarde cuando se iniciaron los hallazgos en el yacimiento de Can Llobateres. Dimos cuenta del primero de ellos poco tiempo después de su descubrimiento y lo atribuimos a la misma forma de Viladecaballs (Crusafont, 1958).

Desde entonces, y ante nuestro estupor, los restos de Driopitécidos aparecieron con bastante frecuencia, no sólo en Can Llobateres, sino también en la localidad-tipo del Vallesiense, la de Can Ponsich, en las cercanías del pueblo de Sant Quirze. En esta localidad descubrimos por dos veces unas piezas aisladas de un Póngido, explorando sólo por la superficie de los pequeños «bad lands». Con ello ya se podía intuir la futura riqueza del yacimiento en restos de Antropomorfos fósiles.

Hace relativamente poco tiempo, dimos a conocer con nuestro distinguido colega y amigo el Dr. Hürzeler, de Basilea, especialista en Primates superiores, el caudal de ejemplares hasta entonces recogidos (alrededor de unos veinte) y propusimos una sistemática provisional de los mismos en espera de una Monografía del eminente paleontólogo suizo, dedicada al estudio de los Driopitécidos eurasiáticos y africanos (Crusafont et Hürzeler, 1962). Se consideró la probable existencia de tres formas diferentes, que se atribuyeron con reservas a tres géneros distintos: una de ellas, de talla más pequeña, fue considerada como un nuevo género *Rahonapithecus* (genotipo, *R. sabadellensis*); la de talla media fue mantenida dentro del marco del ya descrito *Hispanopithecus laietanus* Crus. et Vill., y la tercera, la de mayor talla, fue descrita como del género *Dryopithecus*, pero constituyendo una especie nueva: *D. piveteaui* Crus. et Hürz. Desde aquel momento, el ejemplar del Vindoboniense de Hostalets (Can Vila) y los de Viladecaballs (La Tarumba I), se incluyeron dentro de la forma de talla media.

En poco más de dos años se ha conseguido doblar el número de ejemplares de Póngidos fósiles de nuestro Mioceno del Vallés-Penedés, y todos ellos proceden desde entonces de los niveles vallesienses. Un solo ejemplar, conocido con anterioridad, se ha atribuido con dudas a un Póngido: se trata de un molar inferior fragmentario, que procede del yacimiento vindoboniense de la «trinchera del ferrocarril» en Sant Quirze, con una fauna sincrónica con la del yacimiento de La Grive-Saint-Alban, en el Isère.

La presente nota está dedicada esencialmente a destacar algunos caracte-

teres que se refieren a las características de los caninos, inferior y superior, de alguno de los ejemplares hallados en las capas de nuestro Vallesiense inferior, y en modo alguno tienden a la sistemática precisa de tales ejemplares; pero, además, queremos aprovechar la oportunidad para dar cuenta del conjunto de documentos con que cuenta hoy la Colección de mamíferos fósiles del Museo de Sabadell por lo que hace referencia a este importante grupo de Primates superiores.

Antes de proseguir, queremos dar constancia de la ayuda científica que hemos recibido por parte de nuestro querido amigo el Dr. Hürzeler y asimismo a la protección económica, que en forma de magnífico mecenazgo ha hecho posible la realización de unas campañas favorables a la recolección de este extraordinario material paleomastológico. En primer lugar, la obtención de una beca, que ha sido ya renovada, por parte de la «Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research», de U. S. A., por lo que expresamos desde aquí nuestro reconocimiento, en lo que debimos al malogrado Director Prof. Fejos y a su actual sucesor, su esposa Lita Fejos, y a todos cuantos crearon el clima apropiado para la obtención de esta ayuda. En segundo lugar, no podemos silenciar el gesto verdaderamente generoso de la empresa industrial «Sandoz, S. A.», con la adquisición del terreno en donde se halla ubicado el yacimiento de Can Llobateres, con el fin de cederlo para la exploración científica a los Museos de Sabadell y de Basilea, y evitar así dificultades en el sentido de impedir la construcción de edificios en dicha localidad. Es por ello que, desde este lugar, hacemos llegar nuestra gratitud a los Dres. *honoris causa* Hans Leemann y Carl Maurice Jacottet, Directores de la casa central en Basilea; al Dr. Julio Morín, Director de la sucursal en Barcelona, y a nuestro particular amigo el Sr. Francisco Tiana, representante en Sabadell de la citada empresa, por su protección a nuestra labor científica. Hoy el terreno de Can Llobateres ha sido cedido en plan de estudio y excavaciones, a la Exema. Diputación Provincial de Barcelona, en vistas a la creación próxima del «Instituto Provincial de Paleontología», en Sabadell, dependiente de aquélla, y que sustituirá a la Sección de la misma especialidad en el Museo de Sabadell.

Ya se indicó más arriba la exacta finalidad de esta nota: la de dar a conocer algunas especiales características de determinados ejemplares de nuestra colección de Póngidos vallesienses, objetivo que no lleva implicada ninguna consideración en orden a la clasificación genérica de los mismos. Al propio tiempo, daremos cuenta de una simple forma inventariada y por yacimientos, de los ejemplares descubiertos hasta la actualidad, y finalmente aprovecharemos para dar unas listas, siempre provisionales dada la cantidad de estudios que se están llevando a cabo todavía, de las especies de cada uno de los yacimientos considerados: en primer lugar, el de la localidad-tipo del Vallesiense, Can Ponsich y, en segundo, del de Can Llobateres.

## PARÉNTESIS PREVIO

Al hablar de los ejemplares a que se dedica la presente nota y al compararlo en sus características mensurables con los de otros Póngidos y con algunos Hominidos en rápida visión esquemática, se ha de advertir que se procede a base de la suposición de tratarse de individuos del sexo masculino. No ignoramos la presencia, en nuestro lote, de otras piezas caninas mucho menos desarrolladas, y ello no podemos aún atribuirlo a un hecho concreto: si se trata de otras especies, o sea de los individuos machos de otras formas con piezas menos desarrolladas, o si de caninos pertenecientes al género femenino. De todos modos, la existencia en nuestro lote de siete piezas pequeñas, por sólo dos de gran talla, no parece abonar de una manera demasiado propicia a la segunda de estas presunciones.

## EL EJEMPLAR DE CAN PONSICH

Ya se ha dicho que esta localidad, situada a una distancia aproximada de kilómetro y medio del pueblo de Sant Quirze de Galliners o de Tarrasa, en dirección NW., descubierta por el firmante de esta nota, fue escogida como estrato-tipo del Vallesiense o Pontiense inferior. Posteriormente Thaler en su ensayo tan meritorio de zonación del Terciario, para evitar las dificultades de correlación con los niveles marinos, propuso para el Vallesiense (Crusafont, 1948) el término de «zona de Sabadell» (Thaler, 1964). El yacimiento está situado sólo a unos 50 metros aproximadamente por encima del ya clásico del Vindoboniense de la «trinchera del ferrocarril» en las cercanías de la estación de los F.F. de Cataluña, correspondiente al vecino pueblo. Hasta el presente la lista provisional de especies se establece como sigue:

<i>Plesiodimylus chantrei</i> Gaill.	<i>Steneofiber depereti</i> May.
<i>Heterosorex sansaniensis</i> (Lart.).	<i>Monosaulax minutus</i> Mey.
<i>Palerinaccus</i> sp.	<i>Prolagus oenningensis</i> Mey.
<i>Galerix exilis</i> Blainv.	<i>Taucanamo</i> cfr. <i>sansaniensis</i> Lart.
<i>Lantanothorium sanmigueli</i> Crus. et Vill.	<i>Parachleuastochoerus andradrei</i> nov. gen. et sp.
<i>Talpa vallesensis</i> Vill. et Crus.	<i>Hyotherium simorreense</i> Lart.
Mustélido indeterminado.	<i>Euprox furcatus</i> Hens.
<i>Limnonyx sinerizi</i> Crus.	<i>Micromeryx flourensianus</i> Lart.
<i>Progenetta</i> sp.	<i>Dorcatherium</i> sp.
<i>Machairodus aphanistus</i> Kaup.	<i>Myotragoceras</i> sp.
<i>Grivasmilus jourdoni</i> (Vilh.).	<i>Palaeotragus</i> sp.
<i>Citellus</i> sp.	<i>Tapirus priscus</i> Kaup.
<i>Cricetodon</i> sp.	<i>Hipparion catalaunicum</i> Pirlot.
<i>Cricetodon</i> cfr. <i>ibericus</i> Schaub.	<i>Aceratherium incisivum</i> Kaup.

<i>Dicerorhinus sansaniensis</i> (Lart.).	<i>Deinotherium laevis</i> Jourd.
<i>Chilotherium</i> sp. (?).	<i>Hispanopithecus laietanus</i> Vill. et Crus. (et alt.).
<i>Macrotherium grande</i> Lart.	

La pieza que aquí va a ser considerada ( lám. I, figs. 1 y 1 a ), fue hallada durante el mes de enero del presente año en las obras de excavación, que materializa nuestro obrero especializado Sr. Narciso Sánchez, y se trata de un fragmento de maxilar (la porción ósea, en mal estado), que conserva el C, los dos premolares y los dos primeros molares. Son del lado izquierdo y muestran un moderado estado de desgaste. La punta del canino está algo rota.

En este ejemplar, por lo dicho acerca de la falta de la porción apical de la pieza, que nos va a ocupar, sólo haremos destacar la potencia de este canino, para lo cual, prescindiendo en él de la altura de la corona (lo que se hará con el ejemplar de Can Llobateres), pondremos en relación, mediante un índice, la máxima anchura del mismo (longitud máxima medio-distal) y la misma dimensión en el P 1 superior y también mediante otro, que pondrá aquella misma medida del C en relación con la longitud P 1-M 2, superiores, para así darnos cuenta de la potencia de la pieza considerada.

Como no se trata aquí de llegar a medidas muy precisas que no hacen falta para la cuestión de que nos ocupamos, nos hemos conformado, en la mayoría de las veces, con medir ejemplares figurados excepto en los casos de las siguientes formas: *Sivapithecus sivalensis* Lyd., *Sivapithecus indicus* Pilg., *Sugrivapithecus salmontanus* Lew., *Ramapithecus brevirostris* Lew., cuyos moldes, entre otros, poseemos gracias a la amabilidad del profesor Simons, y de un gorila que pertenece a las colecciones osteológicas del Museo de Sabadell.

Índices utilizados:

a) Longitud máxima medio-distal del canino / longitud máxima medio-distal del P 1 sup.

Can Ponsich	Gorila	Ramap. brev.	Pan	Procónsul	Pithecanthropus IV	H. Neandertal (Monsempron)
1,47	1,56	0,94	1,50	1,55	1,11	1,06
		Sivan. sival.	Sivap. Indic.	Oreop. Bamb.	Homo sapiens	
		1,30	1,65	1,06	1,05	

Por lo que observa en el cuadro precedente, el canino del animal de Can Ponsich es fuerte y robusto como el de los Póngidos típicos fósiles y actuales, muchísimo más que en los Hominidos. Este índice es muy bajo en el *Oreopithecus* y cosa interesante, también en el *Ramapithecus brevirostris*, que re-

cientemente Simons (1964) considera un verdadero Homínido por otras características como la arcada parabólica de la dentición y el homeomorfismo de los premolares inferiores, de acuerdo con las ideas de Hürzeler al respecto. Según el mismo autor, el *Kenyapithecus wickeri* de Leakey (procedente de la región del Kenia) sería sinónimo de la forma asiática (Siwalik) (Simons, 1963).

b) Longitud máxima medio-distal del C / Longitud máxima medio-distal de P 1 a M 2 sup.

Can Ponsich	Gorila	Pan	Ramap. brev.	Procónsul	Pithecanthropus IV	H. Neanderthal (Monsempron)
0,36	0,40	0,35	0,29	0,33	0,23	0,24

Por este segundo índice podemos darnos cuenta de la preponderancia del canino en su dimensión medio-distal dentro del conjunto de los Pón-gidos, índice que se mantiene superior a 0,30 y que en los Homínidos es inferior a este valor, tal como lo demuestra el del *Ramapithecus*, el del *Oreopithecus*, los de los Pitecantrópidos y del Hombre de Neanderthal.

#### EL EJEMPLAR DE CAN LLOBATERES

El yacimiento vallisiense de Can Llobateres I (el II está al lado de la fuente del mismo nombre y contiene una fauna relativamente escasa), se halla situado a unos tres kilómetros de Sabadell en dirección E. y al lado de la carretera a Mollet. La localidad fue descubierta ya en 1926 por el firmante de la presente nota en compañía de su amigo D. Ramón Arquer, de Sabadell, con el descubrimiento de algunos restos de *Hipparion* y de Rinocerón-tidos, aunque en aquel momento no se había podido caracterizar todavía un nivel inferior, típico, en las capas de nuestro «Pontiense». Hacia 1958 empezaron a explotarse las arcillas de la localidad para ladrillería, y desde aquel momento ejercimos una vigilancia de la explotación con el objeto de recabar de los obreros los materiales fósiles que fueran encontrando. Debo hacer constar desde aquí mi gratitud al empresario Sr. Prats, quien me dio toda clase de facilidades para el acceso a la explotación, lo que ayudó a mi intervención. Cuando ésta fue abandonada, por la mala calidad de los materiales litológicos, empezó nuestra actuación directa y pusimos allí un obrero destinado a realizar excavaciones por nuestra cuenta, hasta que se obtuvieron las ayudas ya citadas por parte de la casa «Sandoz. S. A.», y de la «Wenner-Gren Foundation», que fueron solicitadas, ambas, a iniciativas del firmante en colaboración con el Dr. Hürzeler, en vista de la riqueza del yacimiento y principalmente por la extraordinaria importancia del mismo en cuanto a la aparición de Driopitécidos.

La fauna de Can Llobateres, que vamos a inventariar a continuación, ha sido objeto de numerosos estudios por parte de diversos especialistas, gracias a esta labor en equipo, que se ha ido aglutinando a través de los años, gracias sobre todo a los «Cursillos Internacionales de Paleontología» organizados cada dos años a partir de 1952, en la ciudad de Sabadell. Por el momento los que han intervenido en el estudio de algunos aspectos diversos de esta fauna han sido, aparte del firmante y de sus más inmediatos colaboradores (Prof. Truyols, Srta. Golpe, Sra. Plana, etc.), han sido los siguientes especialistas: Dr. Thaler y Sr. Hartenberger, de Montpellier; Dra. G. Petter, del Museo de París; P. Sondaar, de Utrecht; B. Kurtén, de Helsingfors, y principalmente el Dr. Hürzeler, de Basilea, en colaboración con el cual se están llevando ahora las labores de excavación.

Como en el caso de Can Ponsich, ya citado más arriba, la lista de formas de esta localidad, que es ya respetable, debe de ser considerada como provisional, dado el número de estudios en curso sobre su fauna. También se están llevando a cabo análisis palinológicos y de sedimentología. El estudio de los restos macroscópicos de su flora puede ser también muy útil. Por el momento se pueden citar los géneros *Sabal*, *Ficus* y *Pinus*. También podrá llevarse a cabo una determinación de su malacofauna de agua dulce, muy abundante. Por lo que se refiere a los mamíferos, dejamos en la actualidad establecida la lista de la manera siguiente:

- |  |   |
|--|---|
| <i>Plesiodimylus chantrei</i> Gail.  | <i>Proputorius medius</i> Pett.                                   |
| <i>Palerimaccus</i> ( <i>Postpalerimaccus</i> ) <i>vireti</i> Crus. et Vill. | <i>Promephitis</i> sp.  |
| <i>Heterosorex sansaniensis</i> Lart.  | <i>Trocharion albanense</i> Maj.                                  |
| <i>Galerix cvilis</i> Blainv.  | <i>Paralutra</i> sp.  |
| <i>Pseudogalerix stehlini</i> Gail.  | Mustélido indeter. sp. I.   |
| <i>Lantanothorium sanmigueli</i> Crus. et Vill.                              | Mustélido indeter. sp. II.  |
| <i>Sorex dehmi</i> Vir.  | <i>Progenetta</i> cfr. <i>crassa</i> Dep.                         |
| <i>Talpa minuta</i> Blainv.  | <i>Semigenetta mutata</i> Filh.                                   |
| <i>Talpa vallesensis</i> Vill. et Crus.                                      | Hiénido indeter. sp. I.   |
| Quiróptero indeter. sp. I.   | <i>Machairodus aphanistus</i> Kaup.                               |
| Quiróptero indeter. sp. II.  | Carnívoro indeter. sp. I.   |
| <i>Indarctos vireti</i> Vill. et Crus.                                       | <i>Stenofiber jaegeri</i> Kaup.                                   |
| <i>Ursavus primaevus</i> Gail.   | <i>Monosaulax minutus</i> Mey.                                    |
| <i>Ursavus brevirohinus</i> (Hoffm.).  | <i>Progonomys cathalai</i> Schaub.                                |
| <i>Protursus</i> nov. gen. nova sp. ( <i>in-litt.</i> ).                     | <i>Citellus</i> sp.   |
| <i>Amphicyon major</i> Blainv.   | <i>Sciuropterus</i> sp.   |
| Cánido indeter. (especie pequeña).   | Glirido indeter. sp. I (grande).                                  |
| <i>Martes mellibulla</i> Pett.   | Glirido indeter. sp. II (pequeña).                                |
| <i>Martes</i> sp.  | <i>Anomalomys gailardi</i> Vir. et Schaub.                        |
| <i>Ischyrictis</i> sp.   | <i>Pseudotheridomys nova</i> sp. (Hart. <i>in-litt.</i> ).        |
| <i>Taxodon</i> cfr. <i>sansaniensis</i> Lart.                                | <i>Eomys</i> sp. nova (Hart. <i>in-litt.</i> ).                   |
| <i>Sabadellictis crusafonti</i> Pett.  | <i>Crilectodon</i> ( <i>Eumyarion</i> ) <i>helveticus</i> Schaub. |



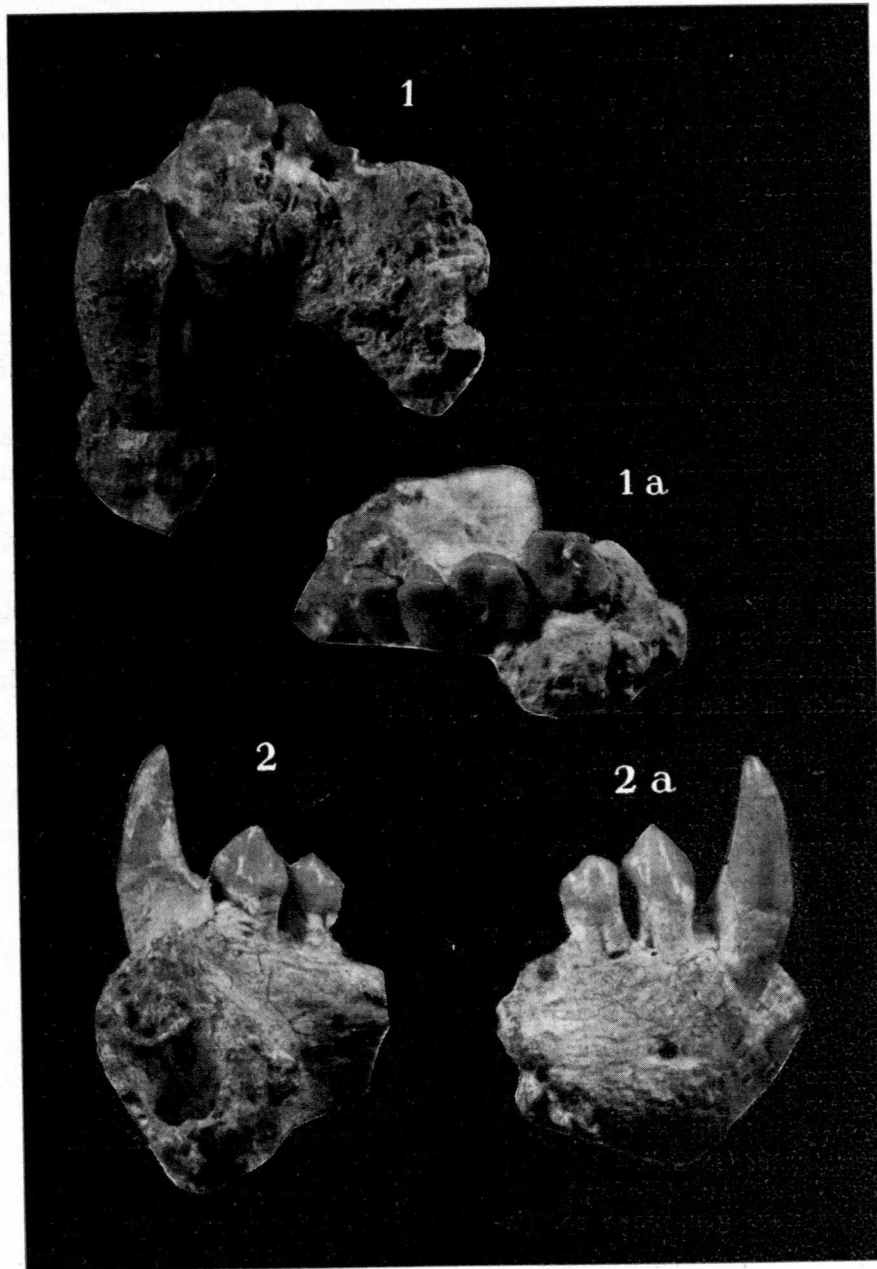


Fig. 1 y 1 a. —Driopitécido de Can Ponsich. Fragmento de maxilar con C, P 1, P 2, M 1 y M 2  
Tam. nat.

Fig. 2 y 2 a. —Driopitécido de Can Llobateres. Fragmento de mandíbula, con alvéolos de  
I 1 e I 2 y C izq., alvéolos de I 1 e I 2 derechos, el C y los P 1 y P 2 derechos.  
Tam. nat.

(Colección Museo de Sabadell)

<i>Cricetodon</i> cfr. <i>montis rotundi</i> Schaub.	<i>Listriodon splendens</i> Mey.
<i>Cricetodon sabadellensis</i> nova sp. (Hart.).	<i>Hyootherium</i> sp. (?).
<i>Cricetodon leemanni</i> nova sp. (Hart. in litt.).	<i>Micromeryx fluorensianus</i> Lart.
<i>Ruscinomys thaleri</i> nova sp. (Hart. in litt.).	<i>Euprox</i> sp.
<i>Prolagus oenningensis</i> Mey.	<i>Capreolus</i> sp.
<i>Titanomys fontannesii</i> Dep.	<i>Dorcatherium</i> sp.
<i>Hipparion catalaunicum</i> Pirl.	<i>Myotragoceras</i> sp.
<i>Macrotherium grande</i> Lart.	<i>Tragoceras</i> sp. (?).
<i>Tapirus priscus</i> Kaup.	<i>Deinotherium laevius</i> Jourd.
<i>Dicerorhinus sansaniensis</i> (Lart.).	<i>Tetralophodon longirostris</i> (Kaup.).
<i>Aceratherium incisivum</i> Kaup.	<i>Trilophodon angustidens</i> (Cuv.).
<i>Chilotherium</i> sp. (?).	<i>Hispanopithecus laietanus</i> Crus. et Vill.
<i>Taucanamo pymaeus</i> Dep.	<i>Rahonapithecus sabadellensis</i> Crus. et Hürz.
<i>Parachleuastochoerus</i> nov. gen. an- dradrei nova sp. (Golpe in litt.).	<i>Dryopithecus piveteaui</i> Crus. et Hürz.

Este yacimiento, con hasta 72 formas, constituye el más rico yacimiento «ponticense» de Europa hasta el presente, y parece ser algo superior, desde el punto de vista estratigráfico, al de Can Ponsich, que es el estrato-tipo, según dijimos, del Vallesense o de la zona de Sabadell. En él no se encuentra ningún Jiráfido, mientras que algunos metros por debajo, en el yacimiento del llamado «Castillo de Barbará», en cambio, se han hallado algunos restos atribuibles a un *Paleotragus*, como ocurre en Can Ponsich, según la lista que dimos más arriba (1). Los tantos por ciento de semejanza con los yacimientos vindobonienses parecen venir en apoyo de esta hipótesis (Crusafont y Truyols, 1960). Mientras en Can Ponsich las formas de origen vindoboniense son del orden del 76,4 por 100, aquí sólo llegan al 62,5 por 100.

El ejemplar a que vamos a hacer referencia ( lám. I, figs. 2 y 2 a ), a los propósitos básicos de esta nota, es un fragmento de mandíbula que presenta la región sinfisaria y que del lado izquierdo sólo conserva los alvéolos de los incisivos y del canino, mientras que del derecho presenta los alvéolos de los I 1 e I 2, y completos, el C y los dos premolares, con los alvéolos del primer molar que sería de tamaño bastante considerable.

Por estar en esta pieza el canino completo, se han llevado a cabo dos índices: uno de ellos diferente del que se tomó para la pieza superior de Can Ponsich, es decir, la relación entre la altura de la corona del canino y la altura, máxima como en el caso anterior, del primer premolar. El segundo índice, implícito en el trabajo de Hürzeler sobre el Oreopiteco (Hürzeler, 1954 a y b) pone en relación la longitud máxima medio-distal del C con

(1) Últimamente (noviembre 1965) se halló también aquí un canino de un Póngido.

la misma medida en el P 1 inferior, análogamente a lo que se hizo con las piezas superiores.

Indices utilizados:

a) Altura máxima de la corona del C inferior / Altura máxima corona del P 1 inf.

Can Llobat.	Gorila	Pan	Hylobates	Pliop. ant.	Proconsul	Driop. font. (St. Gaudens)
2,25	1,80	2,05	1,95	1,60	1,91	1,83

De acuerdo con este índice se ve que el canino del Drioptécido de Can Llobateres es el que muestra un mayor grado de hipsodontia, al que sólo se acerca el del *Proconsul*. Naturalmente que faltan por ver otros índices de algunas formas, pero de todos modos el dato indicado nos parece muy significativo al respecto. Por lo que hace referencia a los Homínidos, el canino del Oreopiteco no llega a rebasar, o si lo hace es con poca intensidad, la altura del P 1 (en el ejemplar núm. 10 de la Colección de Basilea, cuyo molde, entre otros, poseemos gracias a la gentileza de nuestro amigo el doctor Hürzeler, no lo rebasa en absoluto y parece ser aún más bajo). En el caso del hombre actual, ya sabemos que el grado de desarrollo es variable, pero de todos modos, aun en los casos extremos, el índice indicado poco superará la cifra uno.

b) Longitud máxima medio-distal del C inf. / Longitud máxima medio-distal del P 1.

Can Llobat.	Gorila	Sugriv. salm.	Ramap. brev.	Pan	Hylobates	Pliop. ant.	Proconsul
1,27	1,26	1,09	0,73	1,30	1,26	1,08	1,27
		Dryop. font.	Atlanthropus	Mauer	Oreopiteco	H. sapiens	
		1,04	0,77	0,94	0,82	0,80	

Según puede verse del índice que acaba de ser expuesto, todos los Homínidos incluidos el Oreopiteco y el Ramapiteco tienen un índice inferior a la unidad, mientras que los Póngidos lo presentan por encima de 1, a veces sólo ligeramente, como en el caso un poco aberrante del *Dryopithecus fontani* de Saint Gaudens y el *Pliopithecus antiquus* (tomadas las medidas de estas dos formas sobre fotografías, lo que puede haber inducido a algún error); en general, bastante superiores. El de Can Llobateres se sitúa entre los más altos de los calculados aquí.

## LOS MATERIALES DE PÓNGIDOS FÓSILES DEL VALLÉS-PENEDÉS

### *Vindoboniense*

Yacimiento de Hostalets de Pierola, niveles inferiores (sin *Hipparion*) (Can Vila) (Vallesiense inferior):

1 fragmento de mandíbula izquierda con M 2 y M3.

Yacimiento de Sant Quirze (Trincheras del Ferrocarril):

1 molar inferior fragmentado.

### *Vallesiense*

Yacimiento de Can Llobateres I (Sabadell):

1 fragmento de mandíbula con M 2-M 3.

1 fragmento de mandíbula con M 2-M 3.

1 fragmento de mandíbula con M 1-M 2-M 3.

1 fragmento de mandíbula con P 1 y un molar de leche.

1 fragmento de mandíbula con la sínfisis, alvéolos de los incisivos y el canino izquierdo, alvéolos de los incisivos, enteros el canino y los dos premolares y alvéolo del M 1 (ejemplar de que se habla en esta nota)

3 incisivos.

7 caninos definitivos.

2 caninos de leche.

1 segundo molar inferior de leche.

2 segundos premolares inferiores.

2 primeros premolares superiores.

2 segundos molares superiores.

2 terceros molares superiores.

2 terceros molares inferiores.

1 falange.

Yacimiento de Can Ponsich (St. Quirze, pueblo) (Vallesiense inferior)

3 incisivos.

2 premolares segundos superiores.

3 molares segundos superiores.

1 fragmento de mandíbula con el primer premolar en germen.

1 fragmento de maxilar con C, P 1, P 2, M 1 y M 2 (ejemplar de que se habla en esta nota).

Yacimiento de La Tarumba I (Viladecaballs) (Vallesiense superior).

- 1 fragmento de mandíbula derecha con P 1-P 2-M 1 y M 2.  
 1 fragmento de mandíbula izquierda con M 2 y M 3 fragmentado.  
 Total de ejemplares, 43.

\* \* \*

El objetivo principal que se persigue en los trabajos de excavación, realizados en colaboración con el Dr. Hürzeler y la Sección de Osteología del «Naturhistorisches Museum» de Basilea, es el de intentar el hallazgo de la cintura pélvica y de los huesos de las extremidades de estos Driopitécidos del Vallesiense, con el objeto de hacer comparaciones con el porte y disposiciones anatómicas relacionadas con el comportamiento («behaviour») diferencial entre ambos tipos. En una época casi sincrónica vivieron, relativamente cerca, dos formas fundamentalmente distintas, y eso es lo que se trata de demostrar hasta el máximo extremo posible de datos. A aumentar esta discriminación tiende la presente nota con los índices calculados.

La pregunta que, para terminar, podríamos formularnos, sería la siguiente: ¿Pudo surgir, de entre los numerosos Póngidos de nuestro Vallesiense y de nuestra región, algún tipo con manifiestos caracteres homínicos como es el caso del *Ramapithecus* entre el gran número de tipos de Driopitécidos que vivieron durante mucho tiempo al pie del Himalaya? La respuesta, de acuerdo con los datos que poseemos hasta el presente —y son ya bastante numerosos—, parece que debe darse como negativa.

#### BIBLIOGRAFÍA

- VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: *Hallazgo del Dryopithecus fontani Lartet en el Vindoboniense de la cuenca del Vallés-Penedés*. «Bol. Inst. Geol. Min. Esp.», tomo I.V. 15º de la 3.ª ser. Madrid (1941).
- VILLALTA, J. F. y CRUSAFONT, M.: *Dos nuevos Antropomorfos del Mioceno español y su situación dentro de la moderna sistemática de los Simiidos*. «Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp.», núm. 15, Madrid (1944).
- CRUSAFONT, M.: *Nuevo hallazgo del Póngido vallesiense Hispanopithecus*. «Bol. Inf. de A. E. P. V.», núms. 13-14. Sabadell (1958).
- CRUSAFONT, M. et HÜRZELER, J.: *Les Pongidés fossiles d'Espagne*. (Note préliminaire) (1962).
- CRUSAFONT, M.: *El sistema miocénico en la depresión española del Vallés-Penedés*. «XVIII. Congrès Geol. Intern. en Londres, 1948». Londres, 1950 (1948).
- THALER, L.: *Les Rongeurs du Bas-Languedoc. Rapports avec l'histoire des faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe (prétirage)* (1964).
- SIMONS, E. L.: *On the Mandible of Ramapithecus*. «Proc. Nat. Acad. Scienc.», vol. 51, núm. 3. March (1964).
- SIMONS, E. L.: *Some Fallacies in the Study of Hominid Phylogeny*. «Science», vol. 141, núm. 3584 (1963).

- HÜRZELER, J.: *Pruebas de la existencia de un Homínido en el Pontense de Europa* (Resume II Curs. Intern. de Pal. en Sabadell (1954). «Cursil. y Conf. del Inst. «Lucas Mallad Fasc. III. Madrid, 1956 (1954a).
- HÜRZELER, J.: *Zur systematischen Stellung von Orcopithecus*. «Verh. Naturf. Ges. Bas. Band». 65. núm. 1. Basel (1954b).
- CRUSAFONT, M. y TRUYOLS, J.: *Sobre la caracterización del Vallesiense*. «Not. y Com. In Geol. Min. Esp.», núm. 60. Madrid (1960).
- VIDAL, L. M.: *Nota sobre la presencia del «Dryopithecus Fontani» en el Mioceno superior Pirineo catalán*. «Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. XIII. Madrid (1913a).
- VIDAL, L. M.: *Nota sobre la presència del «Dryopithecus Fontani» al Miocè superior Pirineu català*. «Soc. Cat. de Biol.», Barcelona (1913b).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: *Los Vertebrados terrestres del Mioceno de la Península Ibérica*. «Me. R. Soc. Esp. Hist. Nat.», t. IX. Madrid (1914).
- BATALLER, J. R.: *Mamífers fòssils de Catalunya*. «Trab. Inst. Cat. d'Hist. Nat.» Barcelona (1918).

Recibido el 10-III-1965.

JOAQUIN MONTORIOL-POUS y MANUEL FONT-ALTABA (\*)

## ESTUDIO DEL YACIMIENTO DE FLUORITA «MINA BERTA» (SAN CUGAT DEL VALLES, BARCELONA).

### V. ESTRUCTURA DEL YACIMIENTO

#### RESUMEN

Las mineralizaciones del yacimiento «Berta» forman 14 bolsadas discontinuas. No obstante, entre bolsada y bolsada se encuentran filones de milonita o diaclasas, de manera que el conjunto forma rígidas alineaciones sin solución de continuidad. El diagrama de frecuencias (fig. 2) y la tabla II, ponen de manifiesto las estrechas relaciones existentes entre la mineralización y el sistema principal de diaclasas. Se observa asimismo una correlación buzamiento-potencia (fig. 4).

El conjunto de soluciones de continuidad sobre las cuales se han estructurado las bolsadas de fluorita y los filones de milonita, aparecen formando una Y superpuesta a una X (figs. 5 y 6). Ello es debido a la declinación de 15º del sistema principal y a las inflexiones que sigue el buzamiento.

En cuanto a su estructura interna, las bolsadas pueden presentar fluorita sola, fluorita y calcita o ambos minerales mezclados con milonita. Esta última puede formar puentes que van de salbanda a salbanda atravesando la mineralización.

#### RÉSUMÉ

Les dépôts minéraux du gîte «Berta» sont disposés en format 14 poches. Entre poche et poche on trouve des filons de milonite ou des diaclases, d'une telle façon que le tout forme des rigides alignements sans aucune discontinuité. Le diagramme des fréquences (fig. 2) et la table II, montrent les étroites relations entre les minéralisations et le système principal de diaclases. On peut observer aussi une corrélation pendage-épaisseur (fig. 4).

Les solutions de continuité sur lesquelles se sont structurées les poches de fluorite et les filons de milonite forment un Y superposé à un X (figs. 5 et 6). Une telle disposition est due à la déclinaison de 15º du système principal de diaclases et aux inflexion du pendage.

Par sa structuration interne, on peut distinguer poches de fluorite, poches de fluorite et calcite et poches de fluorite, calcite et milonite. Dans ce dernier cas la milonite peut former des ponts en traversant les minéralisations et en allant de l'une à l'autre des parois encaissantes.

(\*) Este trabajo forma parte de la tesis doctoral del primero de los que suscriben.

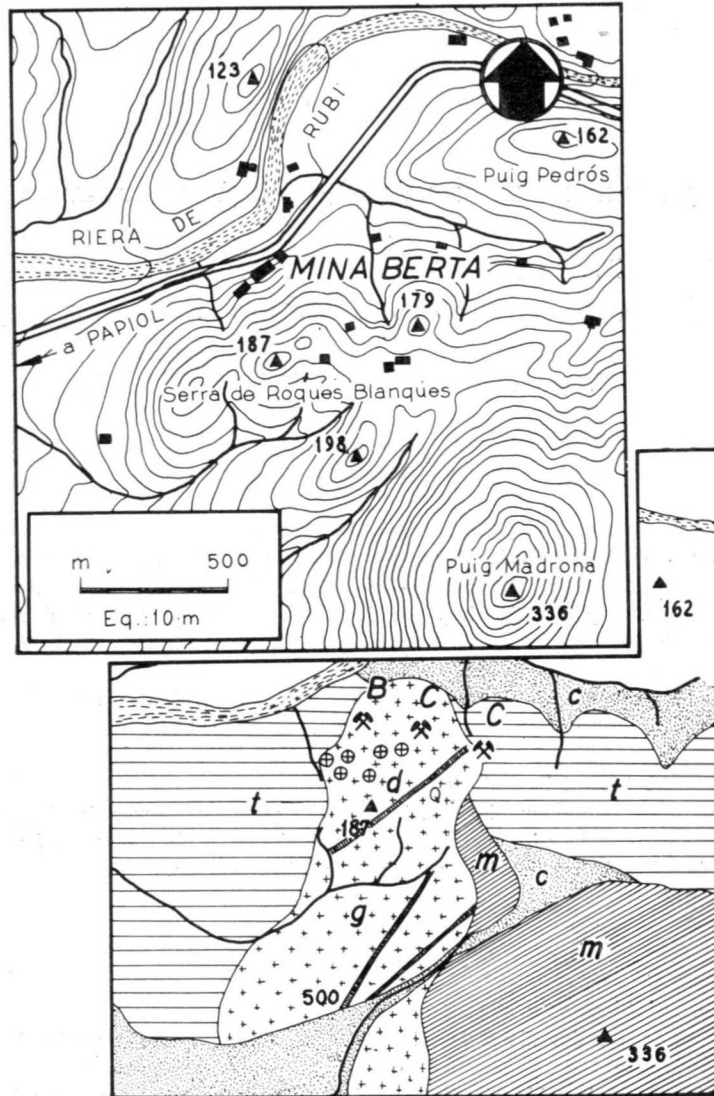
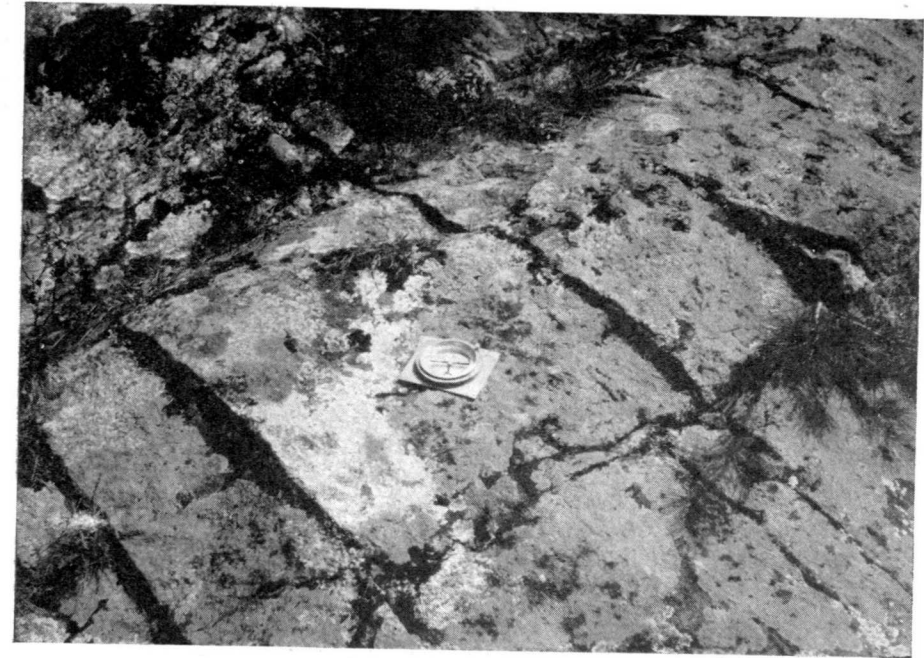


Fig. 1.—Topografía y naturaleza geológica de los alrededores de «Mina Berta» B, entrada a las labores subterráneas; C, canteras; d, estaciones de diaclasas; Q, filón de cuarzo; m, paleozoico metamórfico; t, terciario; c, cuaternario; g, granito. (Esquema basado en SOLÉ SABARÍS y otros.)

En los anteriores trabajos sobre el yacimiento de fluorita «Mina Berta», publicados en estas NOTAS Y COMUNICACIONES, hemos llevado a cabo el estudio de las principales especies existentes en el criadero, mediante la aplicación de las siguientes técnicas: roentgenografía (1), espectrografía (2), fotoluminiscencia (3), decoloración térmica, análisis térmico diferencial y de-



a) Diaclasas en el granito de las vertientes NW. de la sierra de Roques Blanques. Individuos E 20 N, que constituyen el rumbo de mayor frecuencia.



b) Diaclasas E 20 N y E 35 N cortándose bajo el ángulo de 15°

crepitometría (4). Hemos efectuado asimismo el estudio de las especies dominantes, o sea de la fluorita (5) (9), la calcita (6) y los sulfuros metálicos (7). Terminadas, pues, las investigaciones de detalle, vamos a pasar al estudio de la disposición y génesis del yacimiento, comenzando, en el presente trabajo, con la estructura general del mismo.

I. MICROTECTÓNICA

Con el fin de buscar las relaciones existentes entre la estructuración de las mineralizaciones y la microtectónica que afecta al granito (8), en donde aparecen desarrolladas, se han efectuado seis estaciones de diaclasas en las vertientes septentrionales de la Sierra de Roques Blancas. Su situación aparece marcada en la figura 1. (La espesa vegetación existente en todas las

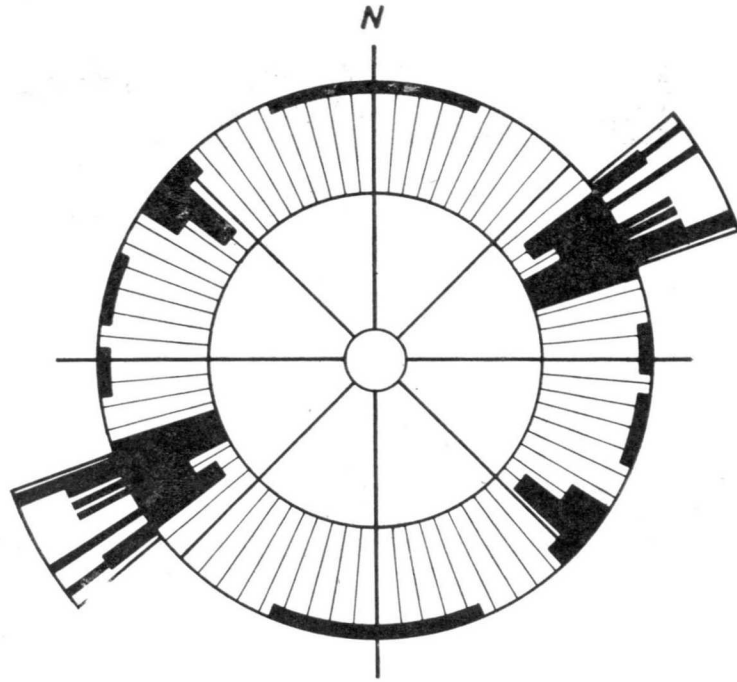
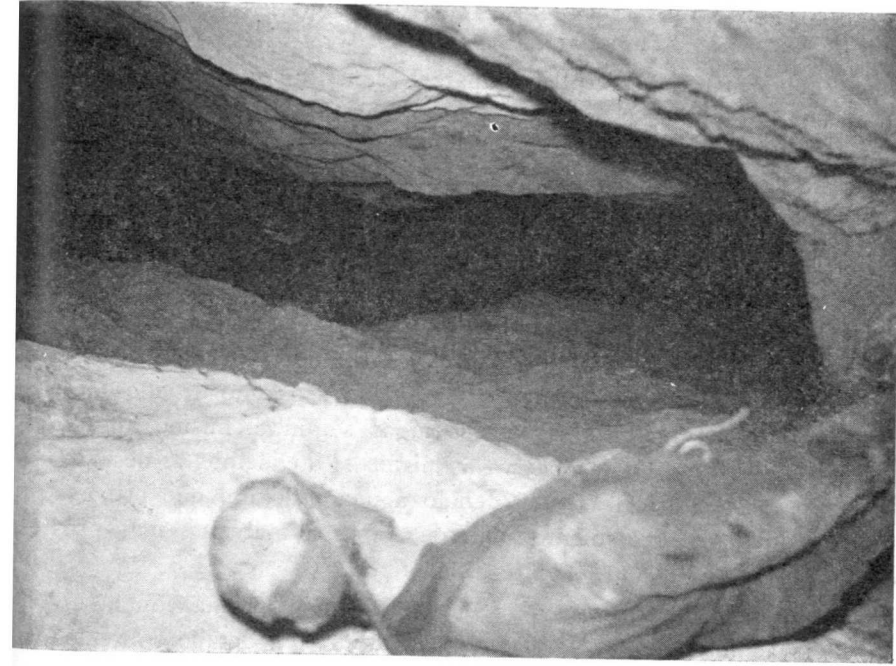


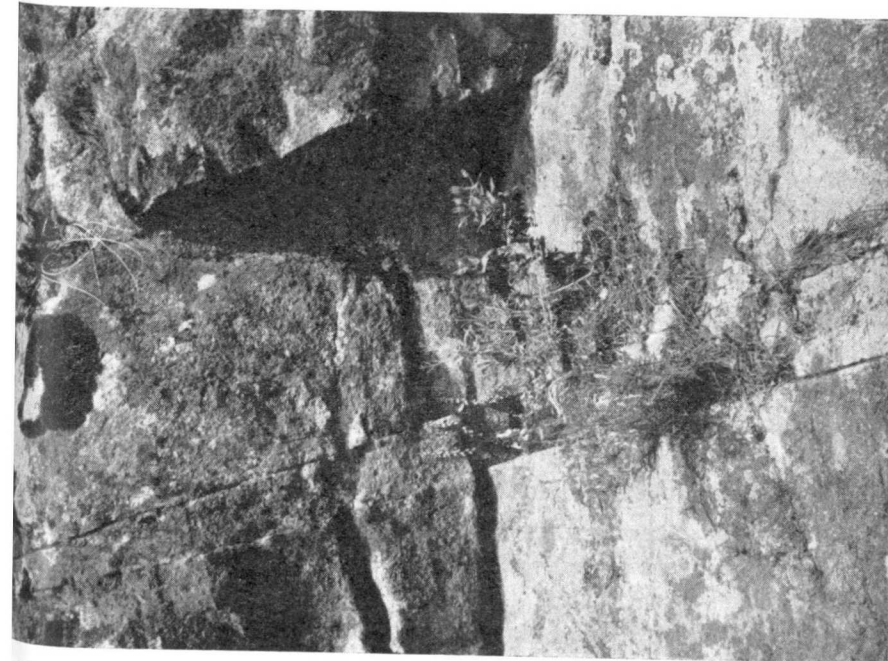
Fig. 2.—Diagrama de frecuencias de las diaclasas, comparado con el diagrama de frecuencias de las bolsadas de mineralización.

vertientes dificulta el hallazgo de áreas para efectuar las estaciones; no obstante, adentrándose en la maleza, pueden localizarse espacios libres.)

El resultado de todas las mediciones realizadas queda esquematizado en el diagrama de la figura 2 (en el cual aparecen asimismo representados cier-



b) Bolsada núm. 3. Se trata de la que posee menor potencia de todas las grandes bolsadas del yacimiento y una de las que ofrece mayor buzamiento promedio. Ejemplo de la correlación buzamiento-potencia.



a) Escalón vertical del terreno que intercepta diaclasas del grupo de Ia, poniendo de manifiesto su buzamiento (el eje de la máquina fotográfica sigue la dirección de la plomada.)

tos valores correspondientes a las bolsadas de fluorita, que se estudiarán más adelante).

El sistema mayormente desarrollado aparece constituido por individuos cuyo rumbo oscila entre E 20 N y E 35 N, o sea con una declinación de 15°. Los individuos E 20 N son los que se presentan con mayor frecuencia: siguen los E 35 N, E 25 N y E 30 N. Las diaclasas están bien desarrolladas, marcándose netamente en el granito (lám. I, a), siendo su intervalo de 40 a 70 cm. El buzamiento del plano de diaclasa oscila alrededor de los 70° (lám. II, a).

Resulta del mayor interés poner de manifiesto que, con bastante frecuencia, se presentan individuos orientados según los rumbos extremos del sistema, que se cortan bajo el ángulo de 15°. En otros casos uno de ellos desaparece en el punto de unión, la cual tiene lugar según el mismo ángulo (lámina I, b). El segundo caso se observa asimismo si atendemos al desarrollo vertical, pues existen diaclasas que, debido a una inflexión que provoca una disminución local del buzamiento, mueren sobre el individuo más próximo que ha conservado el buzamiento constante.

Los demás sistemas de diaclasas no guardan relación alguna con la estructuración del yacimiento, por lo cual no entraremos en detalle sobre los mismos.

## II. DISPOSICIÓN DE LAS MASAS MINERALES

### a) Generalidades

Los depósitos minerales son discontinuos, formando 14 bolsadas de una potencia, longitud y desarrollo vertical muy variables. Diez de ellas aparecen relacionadas con la planta número 1 (ver fig. 3): seis se desarrollan hacia arriba a partir del nivel de la planta (núms. 4, 5, 6, 7, 8 y 9); tres lo hacen hacia abajo (núms. 2, 3 y 10); y una (la 1 que es la de mayor desarrollo de la mina) lo hace en ambos sentidos.

Las cuatro bolsadas restantes se alcanzan desde la planta número 2: dos se prolongan hacia arriba (núms. 13 y 14); una lo hace en sentido descendente (núm. 11); y la 12, que es la de mayores magnitudes de la segunda planta, se desarrolla en ambos sentidos.

Como características generales presentan una orientación que va de E 21 N a E 38 N y un buzamiento que oscila entre la vertical y los 70° al SSW (con la única excepción de la bolsada 14 que buza 60°).

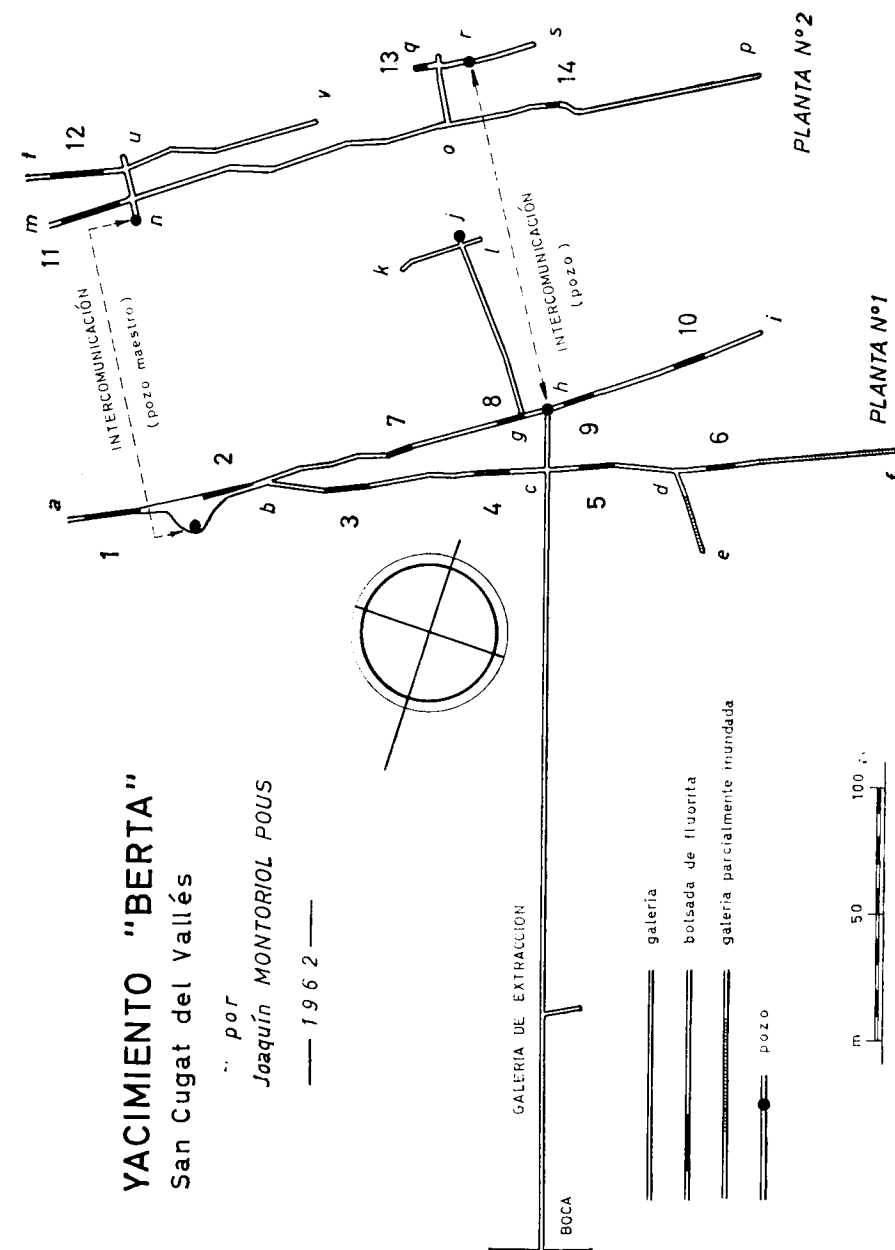


Fig. 3.

b) Desarrollo de las bolsadas

La investigación del desarrollo geométrico de las diferentes bolsadas es trabajo que no carece de dificultades. En efecto, transitando por las galerías

TABLA I

Bolsada	Orientación	Buzamiento	h ↑	h ↓	h total	Longitud	Anchura
1	E 26 N	75°	10	23	33	22	5
2	E 33 N	80°	—	12	12	20	3
3	E 23 N	85°	—	20	20	18	1
4	E 21 N	75°	20	—	20	13	2
5	E 21 N	75°	15	—	15	15	2.5
6	E 24 E	70°	20	—	20	12	2
7	E 37 N	85°	8	—	8	11	1.5
8	E 33 N	85°	20	—	20	11	2
9	E 37 N	80°	8	—	8	13	3
10	E 38 N	80°	—	10	10	13	1.5
11	E 36 N	80°	6	9	15	24	4
12	E 22 N	75°	—	12	12	21	5
13	E 28 N	90°	6	—	6	6	1.5
14	E 22 N	60°	5	—	5	6	1

h ↑, h ↓, h total, longitud y anchura, en metros.

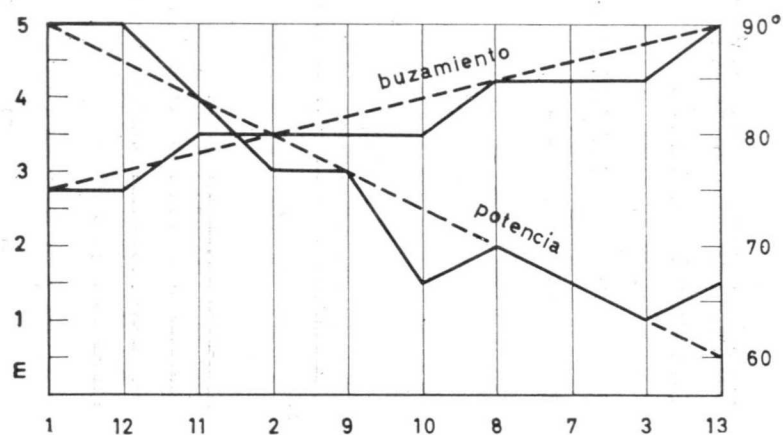
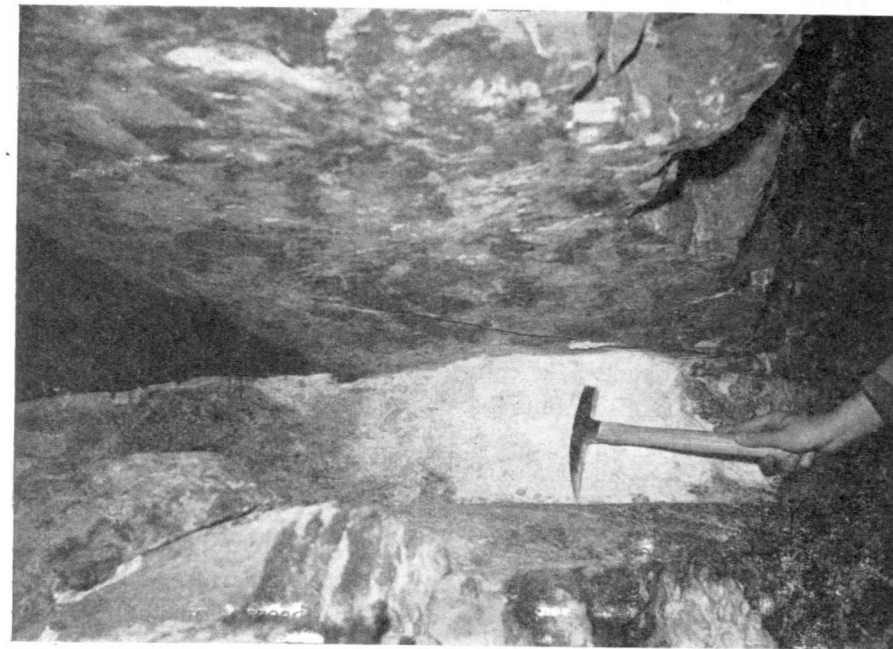


Fig. 4.—Gráfico de la correlación buzamiento-potencia.

sólo se ve, por regla general, una pequeña parte de las mismas, lo cual, debido a las irregularidades de detalle que presentan, impide hacerse una idea de su desarrollo general. Es por ello que, a pesar de lo peligroso de la em-



b) Filón de milonita de poca potencia, próximo a su acuífamiento, entre los puntos t-s (ver fig. 3)



a) Filón de milonita de gran potencia, entre los puntos i-h (ver fig. 3).



presa, procedimos a escalar todas las bolsadas abandonadas, realizando un reconocimiento total de las mismas, con lo cual logramos averiguar el desarrollo y orientación promedio de cada una de ellas. En las 4, 5 y 6 no pudimos alcanzar varias de las zonas de su parte superior, por lo cual ignoramos sus verdaderas características promedio, dando las correspondientes a la parte de las mismas explorada. Tales características se resumen en la tabla I.

Algunas de las bolsadas presentan irregularidades locales. Así, por ejemplo, la 4, cuyo buzamiento promedio de la porción reconocida es de  $75^\circ$ , ofrece en algunos puntos de su zona media fuertes inflexiones que llegan a un buzamiento local de  $45^\circ$ . Por regla general las salbandas conservan un cierto paralelismo que tiende a la convergencia al acercarnos a los límites inferior o superior de la discontinuidad.

La comparación de las diferentes bolsadas sugiere la existencia de una correlación entre el buzamiento y la potencia de las mismas. Para ponerla de manifiesto hemos construido el gráfico de la fig. 4 (se han suprimido del mismo las bolsadas 14, pequeña y con características diferentes a las demás, y 4, 5 y 6 que, como ya se ha indicado, no pudieron recorrerse totalmente, poseyéndose de las mismas una visión parcial). Su observación pone de manifiesto que, efectivamente, existe una correlación entre el buzamiento y la potencia, en el sentido de que al aumentar el primero va disminuyendo la segunda (ver. lám. 2, b).

### c) Estructura de las bolsadas

Las bolsadas aparecen intercaladas en el granito monzonítico (8) pero, por regla general, no se pasa directamente de la mineralización al mismo, sino que aparece una zona de tránsito constituida por milonita. En los puntos en que los depósitos minerales desaparecen por progresivo acuñaamiento (arriba, abajo o en los extremos) se encuentra, a manera de prolongación, la milonita.

Estos filones de roca cataclástica pueden prolongarse de una bolsada a la siguiente, o bien desaparecer por progresiva disminución de su potencia, hasta convertirse en una simple diaclasa de igual orientación. Su potencia puede oscilar entre más de un metro (lám. 3, a) y unos pocos centímetros (lám. 3, b) momentos antes de desaparecer.

Cabe indicar que la milonita no aparece únicamente formando filones o constituyendo las salbandas, sino que en las bolsadas 11 y 12 se encuentra íntimamente mezclada con la fluorita y la calcita. En algunos puntos de las mismas se la observa incluso en masas compactas, formando puentes que van de salbanda a salbanda, atravesando el depósito mineral (lám. 4, a).

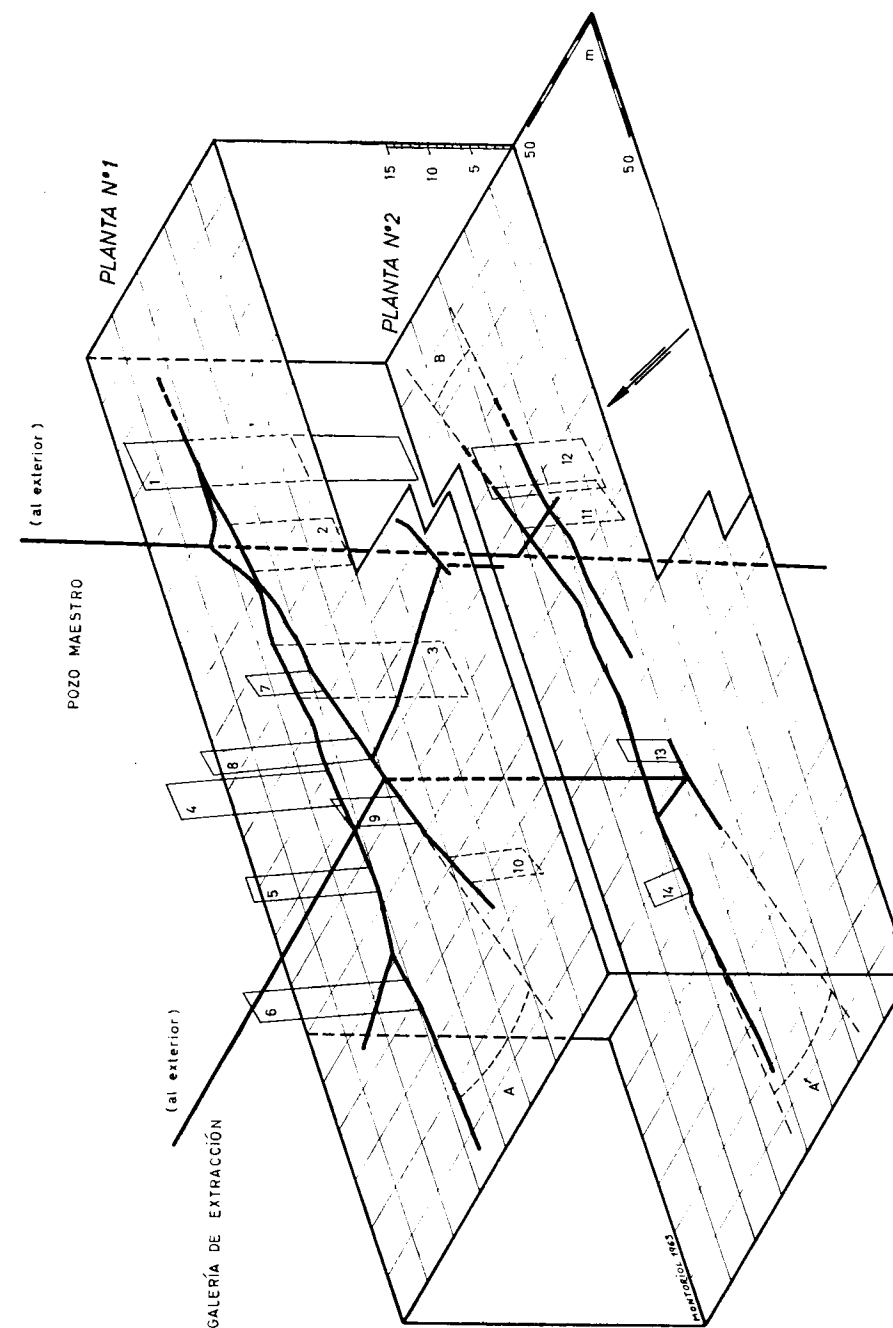


Fig. 5. — Estereograma del desarrollo de las mineralizaciones

Atendiendo a su contenido, las bolsas pueden clasificarse en tres tipos: 1) de fluorita sola; 2) de fluorita y calcita entremezcladas, y 3) de fluorita, calcita y milonita entremezcladas. En las que contienen calcita y fluorita pueden observarse extensos volúmenes que sólo contienen la primera. Por otra parte, las constituidas por fluorita presentan siempre zonas con algo de calcita entre ellas.

Habiendo comenzado el estudio de «Mina Berta», cuando ya se hallaba en las últimas fases de su explotación, nos hemos encontrado con los depósitos casi vaciados. Si ello ha constituido una gran ventaja para el estudio de la disposición y desarrollo geométrico de las bolsas, ha resultado, como es natural, un obstáculo para el estudio de su constitución interna. No obstante, el número de observaciones realizadas en las zonas de explotación o en porciones no acabadas de vaciar, es suficiente para poder establecer

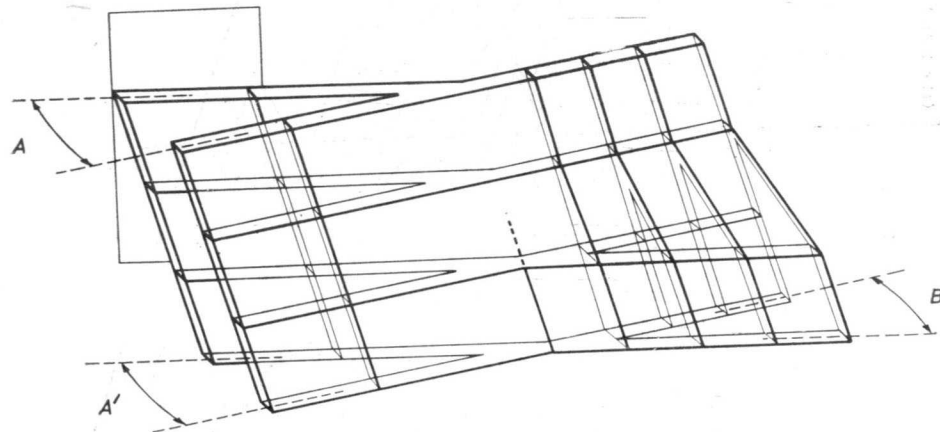


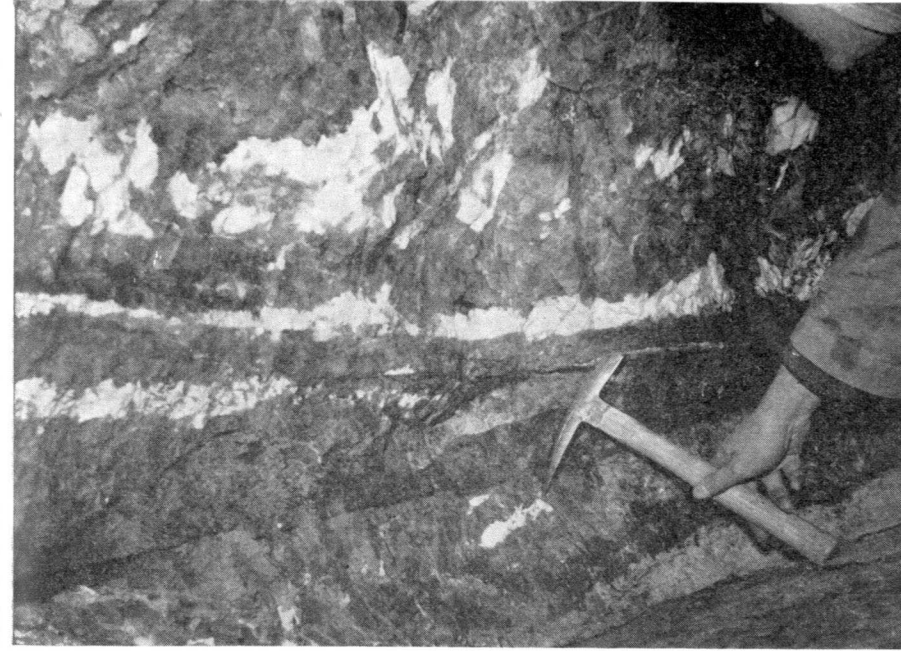
Fig. 6.—Esquema de la estructuración de las mineralizaciones.

los tres tipos anteriormente citados. Así, la bolsa 3 pertenece al tipo 1; las bolsas 1, 4, 5, 7, 8 y 9 al tipo 2; y las bolsas 11 y 12 al tipo 3.

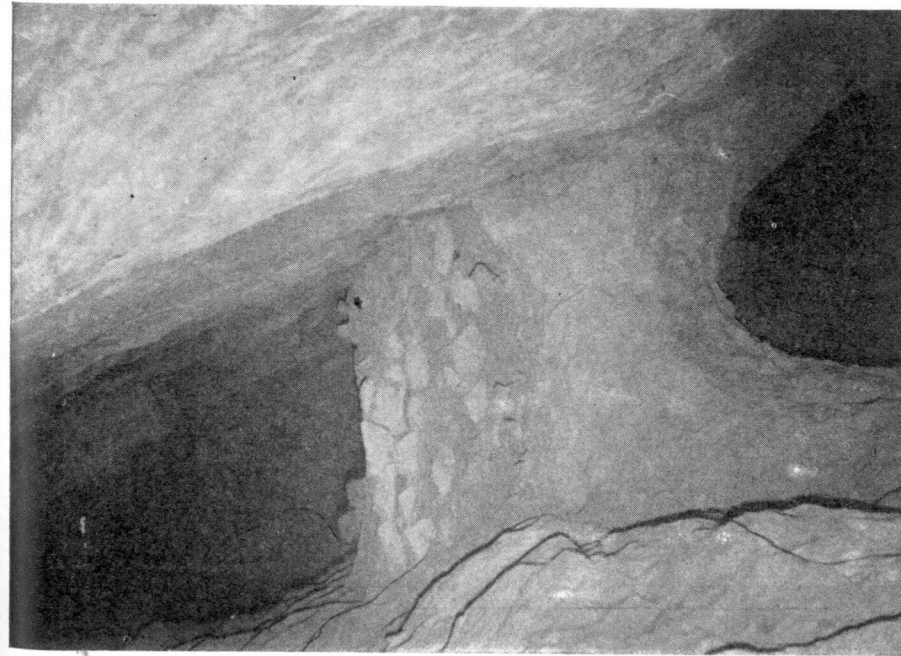
En las masas mixtas de calcita y fluorita, ambos minerales pueden aparecer mezclados sin ningún orden o con la calcita, formando unos filoncillos entre la fluorita (lám. 4, b). Cuando las zonas de mineralización contienen milonita, ésta se halla mezclada en la masa sin orden alguno.

La fluorita sola tiende a los colores verdoso y violáceo, muchas veces entremezclados, mientras que en aquellas bolsas en que aparece junto con calcita (o con calcita y milonita), tiende a blancuzca, grisácea o, a lo más, a grisácea con un ligero tinte violeta. En algunas zonas con masas de fluorita blanca se aprecia cómo ésta pasa a verde o violeta en los puntos próximos a las salbandas.

Los demás minerales, cuyo volumen alcanza un valor infinitesimal en re-



b) Pequeño depósito mineral entre los puntos u-v (ver figura 3). A la derecha pueden observarse la fluorita y la calcita entremezcladas: a la izquierda, filoncillos de calcita entre la fluorita (material blanco, calcita; material grisáceo, fluorita).



a) Bolsada núm. 12. Puente de milonita que aparecía atravesando la masa de calcita y fluorita, actualmente vaciada.

lación con el de calcita-fluorita, aparecen dispuestos de las maneras siguientes:

### 1. Galena.

Normalmente forma masas irregulares en el seno de la calcita o de la fluorita, aunque también se la puede encontrar formando filoncillos. Por lo general son masas de reducido volumen, pero a veces aparecen con tal frecuencia que se convierten en objeto de explotación industrial.

### 2. Esfalerita.

En la actualidad sólo se encuentran algunos pequeños ejemplares en las escombreras. Ignoramos, por lo tanto, la disposición que presentaba en la época en que se encontró en cantidad industrial, ya que no hemos podido encontrar información en tal sentido.

### 3. Calcopirita.

Dispuesta en masas irregulares intercaladas en la calcita y la fluorita. Muchas veces asociada a la galena y en cantidades mucho menores que ella.

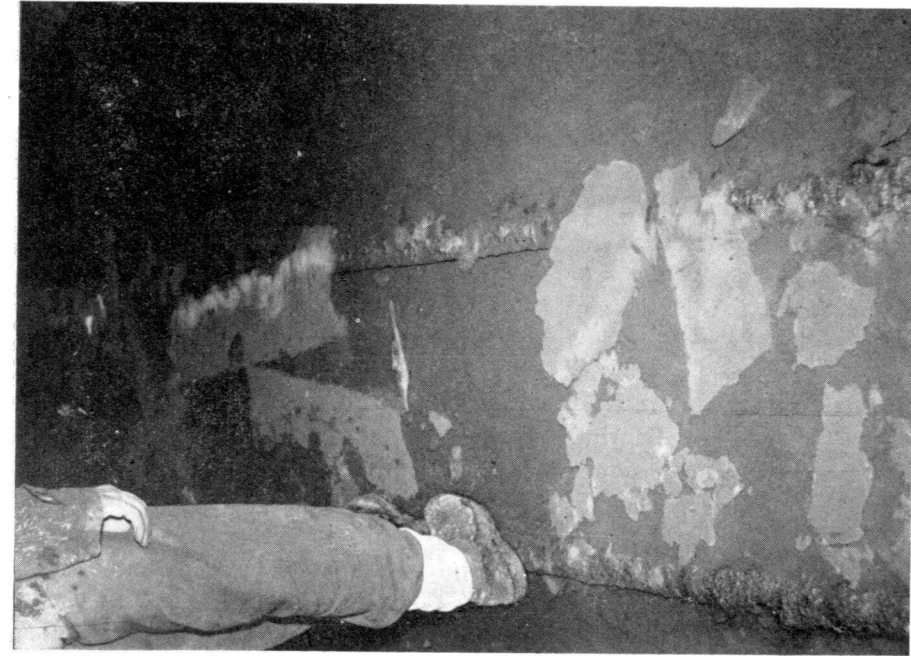
### 4. Baritina.

Ha aparecido exclusivamente en la bolsada número 1, sin que exista la menor traza en ningún otro rincón del yacimiento. Ignoramos la masa que se benefició.

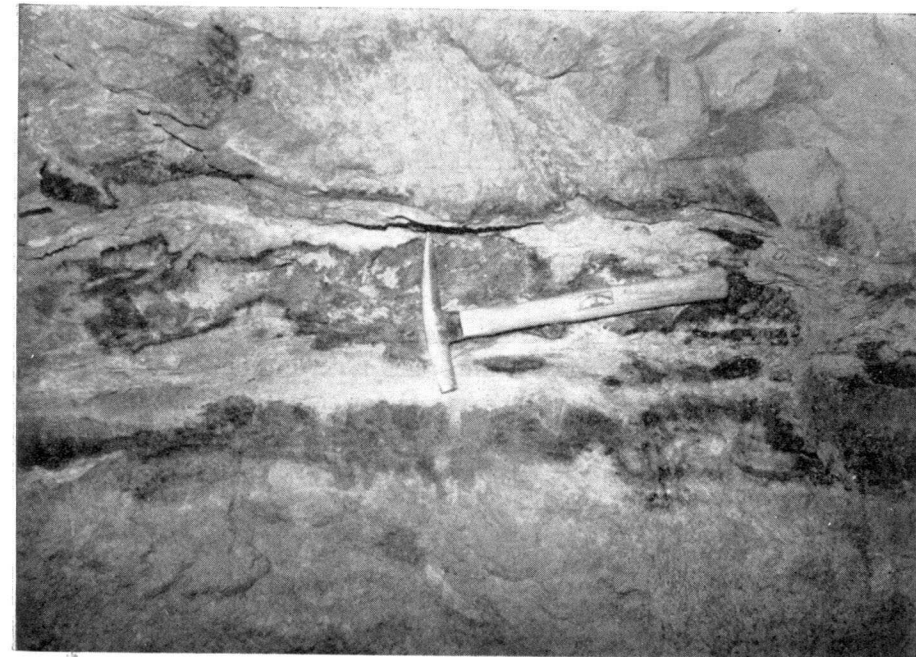
Todas las demás especies que constituyen la extraordinaria paragénesis del yacimiento «Berta» (1) no pasan de ser meras curiosidades mineralógicas.

En algunas de las diaclasas que son interceptadas por las galerías de la mina, así como en los límites inferiores de algunas bolsadas, se encuentra gran variedad de depósitos verdes, verdosos, azul-verdosos, rojizos y ocreos. Se trata de óxidos, carbonatos y sulfatos hidratados o sulfocarbonatos de cobre e hierro (hematites, goethita, auricalcita, malaquita, azurita, calcantita, melanterita, pisanita, brochantita, linarita) (lám. 5, a), a los que acompañan depósitos de óxido de manganeso.

Aun cuando se trata de un fenómeno actual, es de interés citar los depósitos de carbonato cálcico que se han formado en la planta número 2 durante el período de tiempo en que ha permanecido inundada. (Cuando comenzamos nuestras investigaciones sólo era accesible la planta a nivel de la



b) Láminas de calcita flotante, formadas en setenta y cuatro días, sobre el agua de una galería semi-inundada (entre la bolsada número 14 y el punto p; ver figura 3).



a) Depósito de óxidos, carbonatos, sulfatos y sulfocarbonatos hidratados de Fe y Cu, en una diaclasa interceptada por la galería g-j (ver fig. 3).

galería de extracción, por cuanto el pozo maestro aparecía inundado a partir de los 5 metros por debajo de ella. No obstante, durante el curso de las mismas y mediante la instalación de una potente electrobomba en el interior de la mina, se consiguió un descenso del nivel del agua de 40 metros, con lo cual quedó accesible la planta número 2.) Resulta asimismo interesante constatar la formación, en el corto lapso de tiempo de setenta y cuatro días, de extensas láminas de calcita flotante sobre el agua de alguna de las galerías semiinundadas de la citada planta (lámn. 5, b).

#### d) Disposición general de las bolsadas

Transitando por la mina es difícil hacerse cargo de la verdadera disposición de las bolsadas de fluorita. Por otra parte, la observación del levantamiento topográfico de las galerías (fig. 3) tampoco da una clara idea de la misma. Es por ello que hemos procedido a realizar el estereograma de la figura 5. En el mismo se han representado, en perspectiva caballera y escala vertical realizada a fin de evitar confusionismos gráficos, las dos plantas, dibujándose en trazo grueso las galerías y pozos, y en trazo fino los planos de bolsada con sus verdaderos buzamientos. Las porciones que quedan por encima de cada planta se han delineado en trazo continuo y las que quedan por debajo en trazo discontinuo. La observación del estereograma pone de manifiesto la disposición siguiente:

##### 1. Planta núm. 1.

Las bolsadas 3, 4, 5 y 6 aparecen alineadas sobre un mismo plano que presenta ligeros cambios de rumbo locales. La alineación puede seguirse, sin solución de continuidad, a través de bolsadas minerales, filones de milonita y planos de diaclasa. Esta unidad muere en el momento en que empalma con la que vamos a describir a continuación.

Las bolsadas 1, 2, 7, 9 y 10 constituyen la segunda alineación de la planta número 1. Al igual que en el caso anterior, la continuidad de la agrupación queda puesta de manifiesto a través de bolsadas, milonita y diaclasas.

Así, pues, el conjunto de depósitos minerales y de los filones de milonita del nivel superior aparecen dispuestos como si formaran una Y, cuyos brazos estarían constituidos por las bolsadas 3, 4, 5 y 6, y 7, 8, 9 y 10 respectivamente, y cuyo pie comprendería las bolsadas 1 y 2.

##### 2. Planta núm. 2.

La impresión de dos alineaciones paralelas, que sugiere la observación de la figura 3, es falsa. Un estudio de las alineaciones de los planos de

diaclasas y los filones de milonita, pone de manifiesto una continuidad entre las bolsadas 12 y 14, y 11 y 13.

De todo ello vemos que en la planta inferior la disposición adquiere la forma de una X, cuyos dos brazos aparecen formados por los dos pares de bolsadas que acabamos de citar. El ángulo de divergencia en las dos mitades de la X es prácticamente idéntico ( $A' \approx B$ , fig. 5).

Si pasamos del estudio planimétrico al tridimensional, el estereograma pone de manifiesto los dos hechos siguientes: 1. La proyección ortogonal sobre el plano de la planta número 2, del punto de la planta número 1 en donde se unen las dos ramas de la Y con el pie de la misma, coincide prácticamente con el punto en donde se cruzan las aspas de la X; y 2. El ángulo de divergencia de las ramas de la Y (A) es casi idéntico al que determinan al cruzarse las aspas de la X (A', B).

De todo cuanto acabamos de exponer, puede deducirse que la estructuración general de las mineralizaciones y de la milonita se asienta sobre soluciones de continuidad dispuestas tal como se ha esquematizado en la figura 6. Se trata, pues, de un sistema formando un aspa. El cruce de los dos conjuntos aparece sólo a partir de una cierta profundidad, a causa que, por encima de ella, y en uno de los extremos del sistema, uno de ellos sufre una inflexión, pasando a un buzamiento menor y muriendo, en consecuencia, sobre el plano del conjunto que ha conservado el buzamiento constante.

La relación entre la disposición tridimensional que acabamos de describir y las características del sistema principal de diaclasas del granito, es evidente. La tabla II resume tales relaciones en lo que hace referencia a orientaciones y buzamientos.

TABLA II

Características		Diaclasas	Bolsadas
Orientaciones extremas.	al N	E 35 N	E 37 N
	al E	E 20 N	E 21 N
	declinación	15°	16°
Buzamientos.....	máximo	80°	85° (90°)
	mínimo	70° (60°)	75° (60°)

Los valores de 90° y 60°, entre paréntesis, corresponden a las bolsadas 13 y 14 que presentan un buzamiento excepcional; la misma indicación en la columna de las diaclasas se refiere al buzamiento de muy escasos individuos.

Las anteriores correspondencias quedan asimismo puestas de manifiesto

en la figura 2, en donde se observan además las relaciones entre frecuencias. Para ello se ha añadido a la periferia del diagrama de diaclasas un diagrama de frecuencias y orientaciones de zonas de mineralización.

Resulta además muy interesante comparar la lám. 1, *b*, con el estereograma de la figura 5. Llama la atención el hecho que el yacimiento reproduce, a gran escala, una disposición que, a escala reducida, presentan con gran frecuencia las diaclasas. La coincidencia de ángulos es casi perfecta:  $A' \approx B \approx \text{ángulo diaclasas foto} \approx 15^\circ$ .

De todo cuanto acabamos de exponer, puede concluirse que la estructuración del yacimiento «Berta» ha venido totalmente condicionada por la tectónica.

*Sección de Mineralogía General y de Suelos.  
Departamento de Barcelona del Instituto de Edafología y Biología Vegetal. C. S. de I. C.*

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) MONTORIOL-POUS, J. y FONT-ALTABA, M. (1964): «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 73, 127.
- (2) — (1964): «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 74, 61.
- (3) — (1964): «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 77, 23.
- (4) — (1965): «Notas y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», 78, 145.
- (5) — (1964): «Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat.» (G.), 62, 220.
- (6) — (1963): «Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat.» (G.), 61, 201.
- (7) — (1964): «Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat.» (G.), 63, 35.
- (8) MONTORIOL-POUS, J.: *Contribución al conocimiento mineralógico y mineralogénico del yacimiento de fluorita de San Cugat del Vallés (Barcelona)*. «Inst. Inv. Geológicas. Dip. Pro. Barcelona, Monografías» (en pub.).
- (9) MONTORIOL-POUS, J., SAN MIGUEL, A. and FONT-ALTABA, M. (1963): «Min. Soc. of America», Special paper, I. M. A. 3th Gen. Meeting, 278.

Recibido 11-II-65.

Noticias

DATOS ESTADISTICOS Y COTIZACIONES

COTIZACION DE METALES

M A T E R I A S	30-12-59	4-1-62	3-1-63	3-10-63	31-10-63
<b>CINC</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	12,50	11,50	14,50	14,50	14,50
Londres (£ por Tn.).....	95 1/4-95 1/2	67-67 1/8	130 1/2-131	109-109 1/4	109 3/4-110
<b>ALUMINIO</b>					
Nueva York (centavos por libra) . .	28,10	22 50	24,50	24,50	24,50
Londres (£ por Tn).....	187	180,—	196,—	196,—	196,—
<b>MERCURIO</b>					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramo) .....	212-214	186-189	480-500	600-640	590-600
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.).	72	61,50	140,—	265	220
<b>VOLFRAMIO</b>					
Londres (£ por Tn).....	147-152	63-69	169-174	222,6-227,6	235-242
<b>PETROLEO</b>					
Nueva York (£ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo....	3,05-3,25	3,10	3-3,10	3,10	3,10
<b>ESTAÑO</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	98,75	113,12	171,—	191,75	180,50
<b>COBRE</b>					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	26	28,50	64,50	58,50	62,—
Londres (£ por Tn.).....	256 1/2-257 1/2	234-234 1/4	502-510	481-483	532-534
<b>PLOMO</b>					
Nueva York (centavos por libra)...	12	10,—	15,—	16,—	16,—
Londres (£ por Tn.).....	74 1/4-72 1/2	54-54 1/4	141-142	101 3/4-10 3/4	112 3/8-112 3/4

## ECONOMIA

## ENERGIA NUCLEAR ELECTRICA

Segun un informe del Euratom, se calcula que para el año 2.000 la CEE podrá disponer como minimo de 500.000 Mw. eléctricos procedentes de sus centrales nucleares. Esta capacidad instalada supondrá los 2/3 de las necesidades totales en energia de la misma. Con este informe se pretende estimular a la CEE para que supere los obstáculos que se le puedan presentar en su programa de expansión de centrales nucleares.

## CENTRALES NUCLEARES EN ALEMANIA ORIENTAL

Por un convenio firmado últimamente entre la Unión Soviética y la República Democrática Alemana, aquella aportará ayuda financiera a esta última para la construcción de cinco centrales nucleares, con una capacidad total de 3.000 Mw. Con estas centrales, cuya puesta a punto se calcula para 1970, y la que se instala actualmente en Rheinsberg (Brandemburgo), comenzada en 1957 y de una potencia de 70 Mw., el Gobierno de Alemania oriental espera poder cubrir las necesidades de energia eléctrica que se plantea a la industria.

## COMPLEJO SIDERURGICO

Quince empresas siderúrgicas alemanas y una firma minera holandesa han formado una Sociedad de Derecho público, que estudia la instalación conjunta en Rotterdam de una estación de transbordo de minerales y carbón, una fundición y una fábrica de peletización. La instalación de esta última tiene como fin primordial disminuir el precio del transporte de minerales desde los puertos europeos a las fundiciones alemanas.

Han sido también invitadas a formar parte de la sociedad varias acerías francesas, belgas y luxemburguesas.

## COMERCIO DE PRODUCTOS QUIMICOS

El último balance sobre el comercio mundial de productos químicos muestra que las exportaciones de los mismos continúan, en general, aumentando, habiendo superado durante los tres primeros meses de 1965 en un 5,7 por 100 a las realizadas en el mismo periodo de 1964. Sin embargo, este aumento sólo ha afectado a los países de la CEE, cuyas exportaciones se elevaron un 9 por 100 con respecto al año anterior, con un volumen total de transacciones de 27,5 millones de libras. Disminuyeron las exportaciones de las restantes áreas económicas.

## PROYECTO DE REACTOR EN GRENOBLE

En Grenoble, mediante cooperación franco alemana, va a ser instalado un reactor de alto flujo neutrónico. Tendrá una potencia diez veces la del reactor francés Siloe.

El nuevo reactor está proyectado para realizar investigaciones en el campo de la física del estado sólido. Se estudiarán en él principalmente los efectos estructurales de los sólidos en metalurgia.

El acuerdo establecido a este respecto entre ambos países ha sido considerado en extremo beneficioso para ambos. Las obras de construcción, valoradas entre 100 y 120 millones de francos, comenzarán antes de un año y se prevé que el reactor entrara en funcionamiento en un plazo de cuatro o cinco años, y en aquella época de 400 a 500 personas estarán trabajando en él.

## INVESTIGACION

## MISION DE RECONOCIMIENTO SISMOLOGICO DEL SALVADOR

Como consecuencia del temblor de tierra que en 3 de mayo de 1965, sacudió la villa del Salvador, produciendo 100 muertos, 500 heridos y dejando 700 personas sin abrigo, se mandó una misión de reconocimiento sismológico por la UNESCO.

Esta misión estaba compuesta por los cuatro científicos siguientes: dos sismólogos, el doctor Cima Lomnitz de Chile, de la Universidad de California Berkeley, y el señor Charles F. Knudsen, del Coast Geodetic Survey, de Estados Unidos. El geólogo Dr. Gunther Fiedler, Director del Instituto Sismológico de Venezuela en Caracas, un especialista de ingeniería parasísmica: el doctor Emilio Rosen, Director del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional de Méjico.

El señor Knudsen llegó al Salvador con sismógrafos portátiles prestados por la Coast Geodetic Survey. Gracias a estos instrumentos se pudo registrar y estudiar la réplica o sacudidas que seguían al temblor de tierra propiamente dicho, lo que pudo permitir comprobar el mecanismo del seísmo, y determinar el estado de origen volcánico o tectónico; dicho de otra manera, si ha sido provocado por movimientos de magma o de rocas sólidas.

El mencionado terremoto fue precedido durante tres meses de una larga serie de pequeñas sacudidas que continuaban haciéndose sentir en el curso de los tres meses siguientes, el observatorio sismológico de San Salvador ha registrado cerca de 7.000 por día.

Si el seísmo de 3 de mayo ha causado importantes daños a pesar de su pequeña intensidad, es porque su epicentro no estuvo situado más que a diez kilómetros de la capital, y a una débil profundidad.

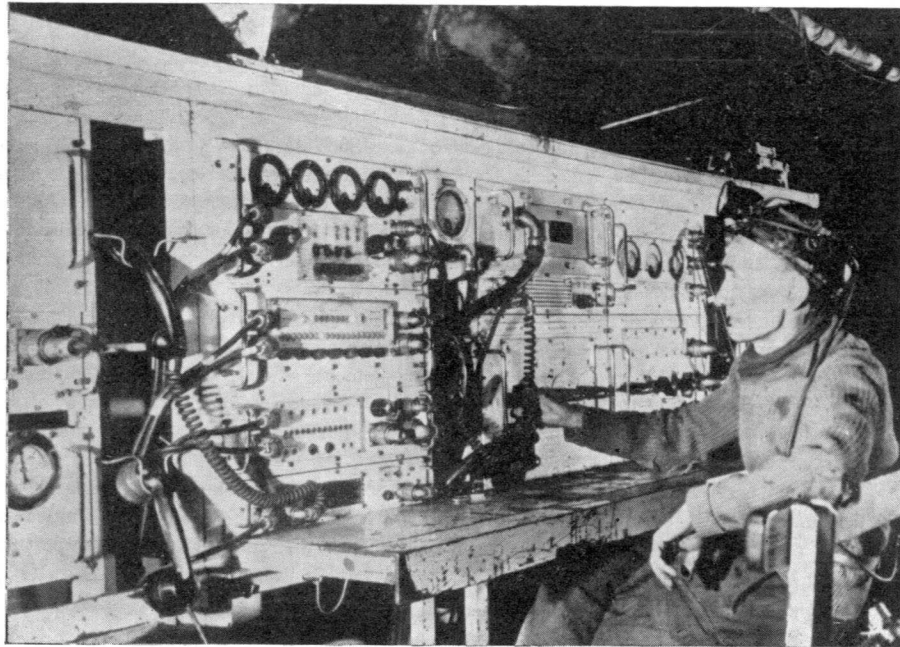
## NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

## LA AUTOMATIZACION EN LAS MINAS DE CARBON BRITANICAS

Un destacado punto de interés técnico en las minas de carbón ha sido el progreso realizado en el control remoto de los trabajos en el frente de arranque gracias a la iniciativa en el campo de la automatización; donde ésta se advierte con toda su plenitud es en la explotación minera de Bevercotes, en Nottinghamshire, primera mina del mundo en la que todas las fases de los trabajos, desde la extracción del carbón en las galerías hasta su carga en el vagón ferroviario que espera en la superficie, van controladas automáticamente. El interés en esta mina es doble: en primer lugar, porque el uso de nuevas técnicas para realizar los trabajos constituye un incentivo para el ingeniero; y en segundo tér-

mino, porque crea perspectivas de una productividad mucho mayor—que colocará nuevamente a la industria del carbón en un plazo de verdadera competencia con los otros tipos de combustible que son más económicos, por adaptarse más fácilmente a los métodos de producción en cadena.

El éxito conseguido con dos frentes experimentales con telemando, instalados en las minas de Ormonde, Derbyshire, y en las de Newstead, Nottingham, en 1963, demostró concluyentemente la posibilidad de ampliar el uso de las técnicas de control a todos los aspectos de las labores de minería, decidiéndose entonces continuar adelante con el experimento en escala grande, en las minas de Bevercotes. Como consecuencia, se procedió a revisar los planes trazados, pronosticándose ahora una producción de 1.500.000 toneladas anuales para 1968, con unos 700 hombres, cuya producción individual por jornada diaria será de ocho toneladas en vez de las tres calculadas en un principio.



Consola de telecontrol, instalada en las minas de Newstead, Nottingham, Inglaterra.

Se crearon nuevas máquinas para cortar y cargar carbón. Se ideó un transportador blindado para desempeñar una doble función: como transportador propiamente dicho, y como carril sobre el cual pudieran deslizarse las máquinas, permitiendo al mismo tiempo continuar sin interrupción el ritmo de los trabajos. Se perfeccionaron los puntales sencillos hidráulicos, usados por primera vez en 1946 para reemplazar a los de madera y acero rígido; posteriormente, la aparición de los sistemas de soporte combinados, con puntales y barras del techo unidos. Al llegar 1963, casi el 70 por 100 del carbón era extraído mecánicamente, y en 1964, más de 300 galerías estaban dotadas de sistemas accionados mecánicamente para el soporte del techo.

La adopción de la mecanización intensiva produjo excelentes resultados en cuanto al rendimiento, la eficacia y la seguridad física de los trabajadores. Se necesitaba menos personal en los puntos más peligrosos de la extracción del carbón y durante estos últimos

cuatro años se ha registrado un incremento de un 23 por 100 en la productividad. El siguiente paso consistía en concebir un equipo con el que —usando la electrónica en lugar del hombre— se pudieran controlar totalmente los trabajos en el frente de arranque. Muchas eran las grandes ventajas que ofrecía el telecontrol, y surgió el llamado sistema ROLF, cuyo control se efectúa mediante una consola principal montada en un tren de equipo que se extiende unos 55 metros a lo largo de la galería que conduce al frente de arranque, donde todo el equipo puede estar a cargo de un operario. Este tren de equipo y la cargadora avanzan como una sola unidad a medida que el frente de arranque se va retirando.

Los trabajos realizados en este aspecto fueron dirigidos por el Consejo Nacional del Carbón, con participación de los Centros de Ingeniería y de Investigaciones Mineras del Consejo, el Centro de Investigaciones sobre Seguridad en las Minas, del Gobierno, y unas 40 Compañías y organizaciones interesadas en el perfeccionamiento y suministro del equipo necesario. El primer ROLF entró en funcionamiento en las minas de Newstead en enero de 1963, y al cabo de un mes se montó otro en las de Ormonde.

Los primeros pasos dados hacia la consecución del ROLF consistieron en experimentar con todos los complicados elementos que comprende, independientemente y en distintos lugares, poniéndolos después todos juntos para crear las instalaciones experimentales. Actualmente están estudiando la forma de integrar las máquinas que se usan para construir los caminos de entrada y hacer las necesarias perforaciones estables a ambos extremos del frente de arranque, a fin de combinar el telecontrol de todo el equipo de carretera y el que funciona en los frentes de arranque.

H. D.

#### CARTOGRAFIA DE LA TIERRA BAJO LA CAPA POLAR

El Instituto Scott sobre Investigación Polar, de Cambridge, ha inventado unos instrumentos radáricos para medir la profundidad del hielo polar y definir los perfiles de la tierra existente debajo del mismo. Uno de los científicos a cargo de dichos trabajos, ha manifestado que esos instrumentos ya han sido empleados en la Antártida y en Groenlandia. Fueron transportados en vehículos y dibujaron el perfil de la tierra debajo del hielo conforme marchaban. Ahora el Instituto proyecta realizar unos ensayos desde aviones.

El señor Evans declaró que estos instrumentos pueden reemplazar a los actuales sistemas sísmicos, en que es menester hacer estallar explosivos en pozos hechos en la capa de hielo, y las ondas de choque de la zona límite hielo-roca se graban al rebotar en micrófonos instalados en la superficie. Este procedimiento no da información sobre la naturaleza de la roca subyacente.

Este nuevo método fue descubierto accidentalmente. Los científicos notaron que durante los vuelos polares el altímetro del avión daba algunas veces cifras completamente erróneas respecto a la altitud. También vieron que parte de la energía transmitida desde las estaciones de radio, instaladas en el hielo para hacer experimentos con la ionosfera, se desviaba indebidamente. En vez de ascender, descendía, y fue reflejada desde el lecho del mar de hielo.

Los aparatos ahora desarrollados pesan aproximadamente 22 kilogramos y funcionan con una batería corriente de coche de 12 voltios. Generan cortos impulsos con una energía máxima de 500 vatios. Los ecos detectados son aproximadamente un pico de esta energía, y cuanto más frío es el hielo, menor es la energía absorbida. Los resultados, particularmente en lo que respecta a la energía perdida en los ecos, han confirmado la teoría de que hay una capa de hielo relativamente caliente en el fondo con un espesor de unos cuantos cientos de metros, caldeada desde el interior de la Tierra.



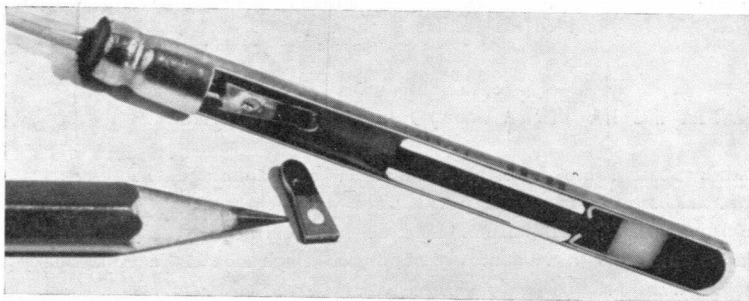
En Groenlandia, los sondeos radáricos han mostrado algunos "eccs" curiosos desde capas de hielo localizadas a unos 500 metros de profundidad. Esto quizá proporcione alguna información acerca del clima que existía hace varios siglos. El Instituto efectuará sondeos de este tipo en zonas del mundo muy distantes entre sí.

#### LOS NUEVOS DETONADORES PROPORCIONAN MAS SEGURIDAD SIN MAS GASTOS

Un nuevo desarrollo en los detonadores eléctricos ofrece un sobresaliente aumento en la seguridad de la explosión en las minas y las canteras. Las cápsulas que incorporan este nuevo rasgo tienen una resistencia muy superior a la eléctrica estática y al arcing causados fundamentales de las explosiones prematuras.

Los nuevos detonadores producidos por Atlas Chemical Industries, U. S. A., tienen una resistencia estática eléctrica quintuple y una resistencia de arco triple que las cápsulas normales.

La nueva resistencia estática y la resistencia de arco resultan de una materia especialmente en forma de un tapón, en el detonador. Esta materia forma una sonda de baja



resistencia que desvía la energía del hilo de puente. Así, la explosión, es menos probable por los impulsos eléctricos fortuitos.

La característica resistente estática, como rasgo de seguridad, es especialmente importante en las condiciones atmosféricas secas y en la preparación de la mezcla de óleo combustible nitrato amónico.

Este problema se ha hecho más crítico con el incremento del empleo de los explosivos de nitrato amónico. Se ha reconocido siempre la posibilidad de que una corriente estática pasando por los hilos de pega, podría iniciar un detonador ordinario. Esto podría causar una explosión fortuita, debida a la descarga, de electricidad estática por la cápsula. Ahora, esta posibilidad de explosión fortuita es muy reducida.

#### NUEVA PLANTA PETROQUIMICA PARA PUERTO RICO

A fines de agosto entró en servicio en Peñuelas, Puerto Rico, la mayor planta de productos petroquímicos aromáticos del mundo.

La planta es propiedad de la Commonwealth Petrochemicals, Inc, una subsidiaria de la Commonwealth Oil Refining Co. Inc, y representa una inversión de unos 2.400 millones

de pesetas. Junto a la nueva planta se está construyendo también una instalación auxiliar que utilizará los materiales de la primera.

La nueva planta había sido sometida a pruebas y producción limitada durante dos meses. La producción total proyectada es de 4.000 millones de metros cúbicos anuales de benceno, tolueno, xilenos y ortoxileno.

La construcción fue iniciada en julio de 1964 en la Bahía de Guayanilla, Peñuelas, en la costa sur de la isla.

Para mediados de 1966 quedará terminada la construcción de otra planta auxiliar, valuada en 600 millones de pesetas, que se denominará la Hercor Chemical Co., propiedad conjunta de la Hercules Powder Co. y la Commonwealth Oil. La Hercor se dedicará a la producción de paraxileno, un intermediario químico usado en la manufactura de fibra y película de poliéster.

Una segunda planta, valuada en 240 millones, será construida juntamente por la Commonwealth Oil y una subsidiaria del grupo Royal Dutch/Shell. Designada Shell & Commonwealth Chemicals, Inc., esta planta producirá ciclohexano, principal ingrediente del nilón.

Una tercera planta, también en construcción, se hallará en la costa N. de la isla y fabricará anhídrido ftálico a partir de los materiales de carga de la planta principal.

La Commonwealth Oil es la mayor empresa industrial de la isla, donde tiene una inversión de 900 millones de pesetas en plantas de refinación de petróleo y elaboración de productos petroquímicos.

#### BRASIL PROYECTA PRODUCIR MAS ACERO

La Usina Siderúrgica de Bahía, S. A. (USIBA), Brasil, iniciará un estudio para determinar la factibilidad técnica, económica y financiera de una propuesta planta de acero laminado. Dicha instalación industrial estará situada a orillas de la Bahía de Aratú, a 18 kilómetros de Salvador, Bahía, en la región subdesarrollada al noroeste del país.

La fábrica propuesta producirá por año unas 138.000 toneladas de productos de acero laminado para los mercados del norte y el nordeste del Brasil. El costo total de la obra será aproximadamente de 3.300 millones de pesetas, incluso la construcción de un muelle privado.

En la actualidad las 50 firmas productoras de acero del Brasil satisfacen sólo el 80 por 100 de la demanda nacional. A fin de satisfacer los aumentos de esta última, el Gobierno brasileño desde hace mucho plantea la instalación de una fábrica integrada en el nordeste del país, para llenar las necesidades de acero laminado de esa región.

#### NUEVA PLANTA DE EUROPIO

La existencia de una nueva fábrica de europio en el remoto Mountain Pass de California, 60 millas al sudoeste de Las Vegas, Nevada, es cosa de positivo interés para los futuros usuarios de receptores de televisión en colores. La nueva instalación es la mayor fuente mundial de óxido de europio, substancia química que mejora aproximadamente en un 40 por 100 la brillantez de los cinescopios para uso en la televisión policroma y proporciona un color más fiel, y ha resuelto un problema que desde hace mucho afrontaban los fabricantes del ramo. La televisión en colores depende de tres substancias luminiscentes, para el rojo, el azul y el verde. Las empleadas anteriormente para el rojo no daban buen resultado, porque el matiz era demasiado mate, por lo que el verde y el azul tenían que opacificarse a propósito para armonizar con el rojo, resultado de lo cual era una imagen francamente deslucida.

Esta necesidad será ahora satisfecha por la nueva mina de California, propiedad de la Molybdenum Corporation of America (Molycorp), de New York, N. Y.

Para separar las tierras raras en la citada planta se utiliza un nuevo método de extracción por disolventes. Con esta técnica, proyectada y realizada por la Molycorp y la School of Mines Research Foundation, Inc., se produce óxido de europio con pureza del 99.9 por 100. El contenido de tierras raras es de 1,10.000 del óxido. Además de su empleo en cinescopios de televisión el citado óxido sirve como material para barras de control en los reactores atómicos.

La nueva instalación fue proyectada y construida en sólo siete meses por la Bechtel Corporation, San Francisco, California. Aparte del óxido de europio se obtienen en planta varios subproductos, incluso un óxido de cerio de calidad técnica.

La materia prima empleada en la planta es el concentrado de óxido de bastnesita al 60 por 100, producido mediante flotación por espuma del mineral. La Molycorp suministra actualmente este concentrado a otros industriales usuarios de tierras raras. Unos cuatro millones de toneladas del concentrado se exportan actualmente a elaboradores de Europa y también de Japón.

## REUNIONES CIENTIFICAS

### UNION INTERNACIONAL DE CRISTALOGRAFIA

La Unión Internacional de Cristalografía celebrará su tercera Asamblea General e Internacional, con motivo del Congreso que se organiza en Moscú, durante el periodo del 12 al 19 de julio de 1966.

En el Congreso se presentarán cinco conferencias magistrales y constará de 17 divisiones para presentación y discusión de las comunicaciones. Esta reunión será seguida por un Coloquio que se celebrará del 20 al 21 de julio sobre crecimiento de cristales y comprende los siguientes temas: Morfología interna y externa y su relación con los mecanismos de crecimiento de los cristales. El efecto de las impurezas en el crecimiento de los cristales, y Epitaxis y autoepitaxis del crecimiento.

### COMISION DE LOS ATLAS NACIONALES

El plan de trabajo cuatrienio 1965-1968 de la Comisión de Atlas Nacional de la Unión Geográfica Internacional, fue tratado en las Reuniones celebradas en Londres, del 22 al 24 de julio de 1964; las resoluciones son las siguientes:

- a) Facilitar y realizar la edición de Atlas Nacionales y Regionales en cada país.
- b) Unificar las leyendas de los principales mapas.
- c) Seguir el análisis sistemático de los Atlas Nacionales y Regionales publicados.
- d) Poner al día la bibliografía de Atlas Nacionales y Regionales, así como la literatura correspondiente.
- e) Extender los contactos internacionales y las colaboraciones con el fin de estudiar los problemas planteados por los atlas complejos.

En cuanto se refiere a unificar la leyenda de las principales cartas, éstas se dividirán en los siguientes grupos: Cartas políticas, Cartas de Industria, Cartas agrícolas, Cartas de Transporte, Cartas de reservas de aguas, Cartas Geomorfológicas, Cartas de países geográficos y de la división de los países en regionales naturales.

### CONFERENCIA MUNDIAL DE LA ENERGIA

La Sesión Parcial que celebrará la W. P. C. en Tokio, del 16 al 20 de octubre de 1966, será con el tema «Problemas de la utilización de la energía en los próximos años».

Como temas españoles se han señalados los siguientes: 1.º «Problemas que presenta el aumento del consumo de energía en relación con la transformación de las estructuras y con las importaciones de energía. 2.º «Coordinación de todas las formas de transporte de energía con vistas a la reducción de pérdidas». El número de trabajos asignados a España es en principio el de tres.

### TERCER COLOQUIO SOBRE GEOGRAFIA

Durante los días 25, 26 y 27 de octubre del corriente año, se celebrará en Salamanca el Tercer Coloquio sobre Geografía, organizado por la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. Las orientaciones son esencialmente la Geografía Agraria.

Los temas serán los siguientes: «Meteorología», «Aplicaciones en los distintos grados de Enseñanza», «Problemas Agrarios de la provincia de Salamanca», «Informes sobre el Atlas Geográfico Nacional», «Aspectos diversos sobre la Geografía Agraria Peninsular».

En la Sesión de clausura se pronunciará una conferencia sobre problemas urbanos de la Ciudad de Salamanca.

### COLOQUIO SOBRE LOS TERRENOS Y CUENCAS REPRESENTATIVAS Y EXPERIMENTALES

Con el fin de contribuir al programa del Decenio Hidrológico Internacional, la Asociación Internacional de Hidrología Científica organiza un coloquio sobre los terrenos y cuencas representativas y experimentales. Este coloquio tiene proyectada su celebración en Budapest, del 28 de septiembre al 5 de octubre de 1965. Los días del 29 al 30 de septiembre serán reservados a las sesiones de los trabajos en los locales de la Academia de Ciencias de Hungría. Los días 1, 2 y de octubre estarán consagrados a una excursión y a la demostración del trabajo efectuado sobre algunos terrenos y cuencas representativas y experimentales en Hungría. Los días 4 y 5 de octubre están reservados a la elaboración de recomendaciones sobre la base de resultados adquiridos en el curso del coloquio con vistas a utilizarlas por los objetivos del Decenio Hidrológico Internacional.

El programa científico del coloquio comprenderá los temas siguientes:

- 1.º *Los terrenos y cuencas representativas y experimentales*, como instrumentos de investigación hidrológicos en general o relativos al escurrido y al transporte sólido, o a las aguas subterráneas y la evaporación, la evapotranspiración y el balance hidrológico.
- 2.º *Resultados y métodos de investigaciones experimentales* (y comprende los instrumentos), en el estudio del escurrido y transporte sólido, en el estudio de las aguas subterráneas y en el estudio de la evaporación, la evapotranspiración y el balance hidrológico.
- 3.º *Apreciaciones de experiencias adquiridas* sobre los terrenos y cuencas representativas y experimentales de un país o de una institución, todo especialmente referente a los principios, y métodos a seguir en el restablecimiento y el desarrollo de una red de tales terrenos y cuencas.

Un viaje de tres días está proyectado en la zona montañosa del norte de Hungría, y por la planicie entre el Danubio y el Tisza, pasando por el lago Balaton, que dará una vista de conjunto en las investigaciones hidrológicas experimentales que están siguiendo.

do en Hungría. Los participantes podrán visitar las cuencas experimentales de los alrededores de Miskolc y Szekeslőrvár, estudiar sobre el terreno las investigaciones consagradas a los ciclos hidrológicos de las aguas freáticas y de la capa de cobertura del manto acuífero en los alrededores de Keeskemet y de Szeged, y un tercer día para investigaciones hidrológicas sobre el lago Balaton.

Está prevista la visita de investigaciones hidrológicas de Budapest y sus alrededores.

#### COLOQUIO SOBRE HIDROLOGIA DE LAS ROCAS FISURADAS

Se organiza este Coloquio por la UNESCO con la colaboración de la Asociación Internacional de Hidrología Científica y la Asociación Internacional de Geólogos, el cual tendrá lugar en Yugoslavia, probablemente en Belgrado, en el mes de octubre de 1965.

Tiene el Coloquio por objeto la presentación y la discusión de comunicaciones científicas originales sobre diversos problemas de hidrología en las rocas fisuradas y en particular en las calizas. Se sitúa en el cuadro de Decenio Hidrológico Internacional, donde los estudios coordinados de hidrogeología de superficie de las aguas subterráneas tienen una importancia primordial. El coloquio previsto del 7 al 14 de octubre de 1965, constará de tres secciones:

Sección primera.—Aguas de superficie. *a)* Los lagos en las rocas fisuradas. *b)* La morfología de las corrientes de agua. *c)* La escorrentía.

Sección segunda.—Aguas subterráneas. *a)* Métodos cuantitativos y problemas de escurrimiento (permeabilidad). *b)* Intrusión de agua salada. *c)* Almacenamiento en las capas y terrenos de calizas. *d)* El hundimiento del suelo en su relación con las aguas subterráneas.

Sección tercera.—Geoquímica. *a)* Problemas sobre salubridad y sedimentación. *b)* Valoración de la composición química de las aguas y relación con los movimientos de aguas subterráneas.

#### COLOQUIO SOBRE EL PROYECTO DEL MANTO SUPERIOR

De los días 25 al 27 se celebró, organizado por la Comisión Nacional del ICSU, un coloquio sobre el proyecto del Manto Superior.

Primeramente hicieron la exposición los doctores Munuera y López de Azcona, de los proyectos de organización de la Comisión del Manto, preparados por la Comisión Nacional de Geodesia y Geofísica y por la Comisión Nacional de Geología, las cuales en grandes rasgos eran coincidentes.

Las sesiones siguientes se consagraron a las comunicaciones científicas, y de ellas las presentadas por escrito fueron las siguientes:

De Sismología.—«Estructura, Corteza, Manto de algunas regiones de Asia», por Gonzalo Payo, refiriéndose la comunicación a los trabajos que actualmente realiza el autor sobre la estructura cortical del mar Mediterráneo y las dificultades encontradas en el mismo. «Proyectos de perfiles sísmicos profundos, con explosiones subacuáticas», por J. M. Munuera. En ella se da cuenta del proyecto que se pretende realizar en colaboración con el Instituto Geográfico y Central y con el Instituto Geológico y Minero, análogo a lo realizado en otros países, a base de una gran explosión en el embalse de Buendía, con terminaciones en los de Guadalhorce, Barrios de Luna y Mediano, con cargas submarinas de alrededor de 10 toneladas de explosivo. «Investigación del Manto superior mediante el estudio de ondas superficiales (modos normal y superiores) y análisis espectral de ondas internas», por Al-

fonso López Arroyo. «De Sismología en General», por Juan Bonelli, donde dice que las posibles actividades relacionadas con el manto pueden ser: Estudio de las ondas sísmicas. Estudio de sismos, mecanismo, esfuerzos, tensiones y energía. Sismicidad. Trabajos de campo.

De la gravedad, geodesia, mareas y movimiento recientes de la corteza terrestre, presentó el Dr. Gaibar Puertas, un trabajo sobre movimientos recientes de la corteza terrestre en el S. E. en España. Se refiere principalmente a sus estudios al S. y S.-E. de Alicante, donde manifiesta ha evidenciado la existencia de ignorados e importantes accidentes tectónicos que, al parecer, pueden por sí solos explicar una buena parte de la geografía sísmica colegida de los registros efectuados durante los últimos cincuenta años. Sobre el mismo grupo presentó un proyecto de estudio sobre el espesor de la corteza terrestre de España, del ingeniero Luis Lozano, donde con más datos pretende continuar los trabajos que ha realizado anteriormente, con los cuales dio como espesor más probable de la corteza terrestre en España los 40 kilómetros.

En magnetismo, sobre método magnético-telúrico de prospección, presentaron una comunicación los ingenieros L. de Miguel y J. Ruiz López, haciendo consideraciones sobre la determinación de las variaciones del campo magnético terrestre y corrientes telúricas en la Península.

De Petrología y Vulcanismo hubo dos trabajos, uno del Dr. San Miguel Arribas, sobre el comportamiento reológico de los materiales de la capa granítica y basáltica bajo la dinámica de la corteza terrestre, y otro del Dr. José María Fuster sobre los trabajos de Petrografía que está realizando en la Cátedra de Petrología de Madrid.

En Tectónica presentó una comunicación el Dr. Llopis Lladó, sobre significación tectónica de los zócalos de las cuencas mesozoicas-terciarias de Europa, donde llega a la conclusión de que las cadenas paleozoicas tienen un carácter mucho menos fragmentario de lo que se había creído, y por ello se impone una revisión de los enlaces de los Hercinides europeos. En el mismo grupo presentó el Prof. Manuel Aza Medina, un trabajo sobre Investigaciones tectónicas del basamento, donde se refiere principalmente a los trabajos que han realizado en el Sahara español y en la Baja Extremadura, Hueiva y en la Fosa del Tajo.

Sobre Geología submarina hubo dos comunicaciones, una sobre «Aportación al conocimiento de la Geología submarina del Estrecho de Gibraltar», de Dr. Gaibar Puerta, que establece correlaciones entre los caracteres hidrodinámicos del Estrecho, sus rasgos morfobatimétricos y la dispersión mostrada por cada uno de los cuatro tipos de fondos considerados, y otra del Académico Francisco Hernández Pacheco, sobre posible presencia de sedimentos secundarios y terciarios sobre la plataforma continental del N.-E. de la Península Ibérica, donde se refirió a los trabajos que desde hace algunos años realiza en las playas de Galicia.

En el Grupo de Geoquímica de isótopos y composición química del Manto superior, presentó el Dr. Juan Manuel López de Azcona, un trabajo sobre «Química de las rocas profundas», en el da cuenta de la manera de organizar, con los equipos que se tienen, unos estudios sistemáticos sobre composición elemental de estas rocas, igualmente habló de la posibilidad de organizar otro sistema de análisis para la composición isotópica, para la datación y génesis de las rocas.

Como conclusión se tomó el acuerdo de crear una Comisión del Manto Superior, que ésta radique en la Comisión Nacional del ICSU, y que esté formada por los siguientes miembros, todos a título personal: Presidente honorario, D. Antonio Ríos Miró, de la Universidad Central; Presidente, don Juan Bonelli, del Instituto Geográfico; Secretario, don José María Fuster, de la Universidad Central; vocal nato, don José María Torroja, del Instituto Geográfico y de la Universidad Central; vocales, José María Munuera, del Ins-

título Geográfico; Luis de Miguel, del Instituto Geográfico; Manuel Alca, de la Universidad; Noel Llopis, de la Universidad Central; Juan Manuel López de Azcona, del Instituto Geológico, y Gonzalo Fayó, del Instituto Geográfico.

Se acordó que para el 15 de enero se presente un plan de actuación de esta Comisión Nacional del Manto Superior.

#### JORNADAS SOBRE FERTILIZANTES

Entre los días 22, 23 y 24 de noviembre, organizadas por el Sindicato Vertical de Industrias Químicas, Grupo de Abonos, se celebraron las primeras jornadas nacionales sobre fertilizantes. Estuvieron distribuidas en cinco ponencias, y asistió a la misma una importante representación del Instituto Geológico y Minero.

Primera ponencia, Situación Agraria: Influencia sobre el mercado de fertilizantes. En ella se consideró: El problema económico-social de la Agricultura Española. La influencia del mismo sobre el consumo de los fertilizantes. Métodos oficiales y privados de promoción y desarrollo del consumo de fertilizantes. En esta parte hubo dos puntos importantes en aquellos que trabajan en el campo de la Geología, que era el tema de las aguas subterráneas y el tema de los análisis del suelo, en el primero inicialmente ya se consideró la importancia que tenía fomentar los trabajos de aumbramiento de aguas subterráneas destinadas al riego y abastecimiento de zonas rurales y la formación de los correspondientes mapas hidrogeológicos; el segundo la importancia del análisis de los suelos tanto elemental y estructural, como físico en general.

La segunda ponencia: Tendencias actuales y previsibles del consumo de fertilizantes, fue considerando los diversos aspectos que pueden afectar al consumo.

En la tercera ponencia: Producción de fertilizantes, se consideraron tanto los nitrogenados como los fosfatados, potásicos, complejos, y tuvieron una importancia fundamental en los estudios sobre las materias para su producción.

El aspecto económico de la industria de fertilizantes fue el tema de la cuarta ponencia; se consideran nitrogenados, los fosfatados, los potásicos y los complejos también, así como la manera de reducir el costo de las materias primas y la manipulación de las mismas con vistas a una mejora en los precios.

La quinta ponencia trató sobre aspectos económicos del comercio de fertilizantes, y los temas de la misma están agrupados en las siete secciones siguientes: Comercialización y distribución, Distribución de sectores agrícolas, Inversiones y créditos, Comercio exterior, Aranceles, Tribuciones, Colaboración con organismos estatales y paraestatales.

En las conclusiones se recogieron varios puntos que interesan fundamentalmente para aquellos que trabajan en el campo de la Geología; entre éstas figura: Que el Mapa que hoy existe de suelos a escala nacional se completa a escala provincial con la mayor rapidez, e incluso figurando los datos de la fertilidad. Una mayor intensificación en el servicio Nacional de Meteorología, en las actividades referentes a recogida y difusión de los datos meteorológicos y climatológicos, de interés agrícola. Una rápida confección del Mapa de posibilidades de aguas subterráneas. Coordinación y desarrollo de planes de investigación y experimentación, con participación de organismos oficiales y particulares con la máxima difusión de los resultados de investigación. Tener en cuenta que para el año 1970 la necesidad de abono nitrogenado variará de 450.000 a 700.000 Tm. La consecución de combustibles a precios internacionales. Supresión de entrada de importación a los fosfatos. Consideración de la minería de potasa como industria de interés nacional. Tendencia de concentración de las entidades y fábricas de abonos.- E. DE A.

## RESERVAS, LEGISLACION, B. O. E.

### RESERVA PROVISIONAL EN LAS PROVINCIAS DE LÉRIDA Y DE TARRAGONA

Por Orden del Ministerio de Industria de 21 de octubre de 1965, se reserva provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos que pueden encontrarse en la zona que se designa a continuación, denominada: «Ampliación Zona Quinta», comprendida entre las provincias de Lérida y Tarragona. Su delimitación es un polígono irregular de lados rectos. Se parte del vértice de Guisona provincia de Lérida, y se sigue en línea recta al de Tárrega; de éste al de Conesa (Tarragona) y de aquí al de Cervera, siguiéndose al de Guisona, con lo cual queda cerrado el polígono. Esta reserva entrará en vigor el 17 de noviembre y expirará a los dos años, o cuando se haya elevado a reserva definitiva.

### RESERVA PROVISIONAL EN LA PROVINCIA DE CACERES

Por Orden del Ministerio de Industria de 21 de octubre de 1965, se reserva provisionalmente a favor del Estado los criaderos de oro que puedan encontrarse en los terrenos francos existentes en la actualidad y asimismo en los que queden libres mientras subsista la reserva, dentro de la zona comprendida en el término municipal de Calzadilla de Coria, de la provincia de Cáceres.

Se tomará como punto de partida el centro de un zahurdón cilíndrico de unos cinco metros de diámetro en el cercado de doña Magdalena Pablo Campos, que está con respecto a la esquina S.O. de la casa de la antigua mina; al S., 291,70 metros, y al E., 182 metros. Desde el referido punto de partida se medirán 500 metros al E. y se colocará la primera estaca. Desde ésta, 500 metros al S., la segunda. Desde ésta, 1.200 metros al O., la tercera. Desde ésta, 1.200 metros al N., la cuarta. Desde ésta, 1.200 metros al E., la quinta, y desde la quinta estaca a la primera se medirán 1.000 metros al S. para cerrar el perímetro de la reserva, con una superficie de 180 hectáreas, todas ellas ubicadas en el término municipal de Calzadilla de Coria, de la provincia de Cáceres. Esta reserva entrará en vigor el 17 de noviembre y expirará a los dos años, salvo que antes de su vencimiento haya sido prorrogada de forma explícita o transformada en reserva definitiva.

## V A R I O S

### PREMIO DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

La Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de Madrid, ha concedido el Premio Nacional correspondiente al año 1965, a la Memoria presentada en la Sección de Naturales, correspondiente al trabajo de investigación titulado «Geología, Mineralogía y Mineralogía de la Sierra de San Cristóbal», Logrosán, Cáceres, de la que es autor don Vicente Sos Baynat, residente en Mérida (Badajoz).

El señor Sos Baynat es doctor en Ciencias Naturales, catedrático por oposición de Instituto de Enseñanza Media; autor de numerosos trabajos de Geología; creador de un Laboratorio Geológico Minero de Extremadura; etc. Es colaborador oficial del Instituto Geológico y Minero de España, donde participa en la confección de Hojas del Mapa Nacional a escala 1:50.000.

Notas bibliográficas

## GEOLOGIA

JEAN-CLAUDE GRIFFON, JEAN MAGNE y JACQUES SIGAL: *Le Crétacé supérieur et le Paléogène dans la Dorsale Calcaire aux abords méridionaux de Tétouan (Rif septentrional, Maroc)*. «Bull. de la Soc. Geol. de France». 7.<sup>a</sup> série, tomo VI, núm. 3, págs. 305-308, 1964.

Un estudio estratigráfico detallado de las diferentes unidades tectónicas constituyentes del Dorsal calizo del Rif septentrional al Sur de Tetuán, ha permitido reconocer los niveles desde el Permiano al Oligoceno superior. Los horizontes del Cretáceo superior y del Paleogeno son estudiados más detenidamente basándose en la microfauna. Los movimientos tectónicos más importantes se sitúan en el Mioceno.

R. BUSNARDO: *Hypotheses concernant la position des unités structurales et paléogéographiques de la Transversale Jaén-Grenade (Andalousie)*. «Overdruk uit Geologie en Mijnbouw», 43 ste jaargang, nr. 7, juli, págs. 264-267.

Las unidades paleogeográficas y estructurales del corte Jaén-Granada, son reveladas más y más complejas conforme se examinan en detalle. Siempre es posible separar los dominios fundamentales del prebético y del subbético, y el paso de uno a otro son evidentes.

Las subdivisiones estructurales secundarias se aprecian más y más delicadas en relación de las variaciones laterales de las facies. Es necesario reconstruir las zonas paleogeográficas a escala de las formaciones y no a las de las unidades fundamentales.

La investigación de la posición original del complejo subbético frontal no ha llevado todavía a una solución segura en todos los casos observados. Se puede encontrar separando los elementos heterogéneos del subbético frontal, donde una parte es alóctona, del origen lejano, y la otra recuerda el frente del subbético margoso.—L.

INTERNATIONAL TRAINING CENTRE FOR AERIAL SURVEY. Delft (Holanda, 1965).

Esta publicación del Centro Técnico del Servicio Aéreo holandés comienza por un prefacio referente a la especial actividad de la fotogeología, dedicado al Dr. Carl Revertera, y continúa con un comentario para el desarrollo de la fotogeología de T. U. de Sitter.

J. F. M. Mekel, que trata de la fotogeología del borde sur de los Pirineos entre el río Segre y el río Ribagorzana, manifiesta que ha sido preparado un mapa geológico para la zona subpirenaica situada entre el valle del Segre y el del Ribagorzana, basado enteramente en los estudios fotogeológicos verificados con trabajos sobre el terreno. El subsuelo de estas regiones está formado esencialmente por sedimentos mesozoicos y terciarios. Los criterios litoestratigráficos, discernidos igualmente sobre fotografías aéreas, han servido para establecer una escala estratigráfica local. Una tentativa de correlación se hace con las unidades cronográficas utilizadas por los autores anteriores. La única fase de plegamiento

mayor reconocido, llamado pirenaico, se coloca al final del Eoceno. No obstante, es posible notar la influencia de movimientos oscilatorios desde finales del Jurásico. Las principales alineaciones tectónicas tienen direcciones Este-Oeste, o son cortadas oblicuamente por la línea SW-NE de Fornols-Segre, que es una estructura de sutura transversal importante.

P. Buringh y A. P. Vink desarrollan el tema «La importancia de la geología en la interpretación aérea de los mapas de suelos. La zona superior de la corteza terrestre constituye el objeto de los estudios edafológicos. En esta zona se realizan los procesos fundamentales de la formación del suelo. Muchos factores que influyen en la edafología tienen relaciones con la geología regional o local, por lo que una colaboración estrecha entre geólogos y edafólogos puede ser de mucha utilidad para ambas ramas de la ciencia. Los consejos suministrados por los fotogeólogos han servido mucho para el desarrollo inicial de las técnicas de fotointerpretación de la edafología. Los edafólogos deben, pues, poder reconocer y comprender un cierto número de fenómenos geológicos. Los geólogos por otra parte, sobre todo aquellos especializados en el estudio del Cuaternario, podrán beneficiarse ampliamente de la experiencia y las técnicas nuevas adquiridas por los edafólogos».

El Dr. H. Th. Verstappen desarrolló el tema «Geomorfología y Conservación de los Recursos Naturales». El método más eficaz de hacer el inventario de las reservas naturales de un país consiste en un estudio integral sobre la utilización de las fotografías aéreas, combinadas con recorridos de control sobre el terreno. La geomorfología desempeña un papel cada vez más importante en esta investigación integral, ya que constituye uno de los elementos más fundamentales de las diferentes ciencias de la tierra. Los fenómenos geomorfológicos son cartografiados normalmente a escala 1:100.000 ó 1:50.000. Las escalas mayores se utilizan para estudios detallados de la utilización de los terrenos. Un principio importante aplicado al análisis y la clasificación de la morfología es la noción de «site-catena». Este principio, combinado con un sistema de clasificación, permite una cartografía muy eficaz, con la posibilidad de variar considerablemente el detalle, la escala y la producción requerida. La atención se fija sobre la importancia de la geomorfología para los estudios de la utilización de las tierras, para la restauración y conservación de recursos hidrológicos y suelos, para los estudios hidrogeológicos, y el análisis de los emplazamientos de la presa.

Caesar Voute: «Desarrollo del significado estructural de la fractura observada en el área del Montsech». El análisis cualitativo de los elementos estructurales ha permitido comprobar que el macizo del Montsech ha sufrido una deformación tardía según un eje Noroeste-Sudeste. Este trabajo fue realizado en parte por una foto-interpretación, en parte por estudios sobre el terreno. Ha sido posible distinguir entre fallas y diaclasas de cizallamiento y fracturas de distensión, así como determinar la importancia y la dirección de los movimientos diferenciales. Los bloques fallados han basculado con ligero paralelismo, y también en sentido inverso al movimiento a lo largo de la gran falla de cizallamiento que forma el borde oriental del Montsech y que se prolonga en el valle del Segre.

J. F. Savage desarrolla el tema «Fotometría terrestre para fines geológicos», y manifiesta que ha sido posible restituir con el estereotopo estructuras geológicas fotografiadas desde el mismo suelo, sea por medio de un foto-teodolito, sea con un aparato ordinario de 25 mm. Estos procedimientos de levantamiento y restitución son un auxiliar cómodo del geólogo que trabaja sobre el terreno. En efecto, ellos solos son capaces de dar con una fidelidad evada los detalles complejos de paisajes rocosos casi verticales. En un ejemplo que dá, el problema geológico no puede ser resuelto de ninguna otra manera.

Acompañan a la publicación tres colecciones de pares estereoscópicos, una serie de cortes y dos mapas a escala 1:100.000 realizados de acuerdo con el Instituto Geológico y Minero, y publicados con la autorización del Consejo Superior Geográfico.

PETRASCHECK, W. E.: *Yacimientos y minerales. Un estudio sucinto de los recursos del subsuelo*. «Ediciones OMEGA». 558 páginas, 252 ilustraciones, 15 x 22 cm. Traducción directa de la segunda edición alemana, por Carlos Castells, Doctor-Ingeniero de Minas, Barcelona, 1965.

La primera edición de esta obra, publicada en 1950, se debe a dos beneméritos profesores de la Escuela Superior de Minas de Austria, establecida ya desde el año 1849 en Leoben, provincia de Estiria. Son padre e hijo que, dedicados, además, a las investigaciones mineras, técnicos y consejeros en empresas mineras del país y del extranjero, conocen de primera mano muchas de las cuestiones condensadas en este libro, útil tanto al estudiante de minería como al geólogo práctico. Sucesor de su padre en la cátedra de Geología y yacimientos, Walter Emil Petrascheck, en esta edición segunda, impresa en 1961, dentro del carácter general de la obra, invariable, amplia las consideraciones teóricas sobre la génesis de los minerales que integran las materias primas del subsuelo y reduce, en cambio, los detalles de los ejemplos de yacimientos en ella estudiados.

La riqueza de novedades en cada uno de los temas tratados, la abundancia de fotografías, planos y cortes geológicos, los análisis de minerales, los cuadros estadísticos, hacen atrayente desde el primer momento, la lectura de esta obra. La cuidadosa y acertada versión a nuestro idioma, las notas de pie de página redactadas por el traductor con referencia a yacimientos españoles, la excelente presentación en papel satinado y con sólida encuadernación de esta obra, como todas las de esta Editorial, contribuyen al mismo fin.

Tras unas breves consideraciones sobre lo que se entiende por «yacimientos», la obra se divide en cinco secciones: la primera comprende yacimientos metálicos; la segunda, los minerales industriales, piedras y tierras; la tercera, las sales; la cuarta, el carbón; la quinta, la geología del petróleo.

La sección primera abarca desde la página 13 hasta la 243, y es así la más extensa. Dividida en capítulos y subcapítulos, el primero de aquéllos estudia en general la génesis de los yacimientos metálicos según sea su origen: magmático, pegmatítico, neumatolítico, nitrotermal, metasomático, de impregnación y filoniano, que son objeto de otros tantos subcapítulos. A continuación se describen las modificaciones sufridas por las rocas encajantes debidas a la acción hidrotermal. Al tratar de la temperatura en relación con la génesis de los minerales, se anotan interesantes datos sobre los «termómetros geológicos». La distribución zonal de los yacimientos, su relación con la tectónica general y local, son objeto de un detenido examen.

En un segundo subcapítulo se agrupan los yacimientos resultantes de la meteorización. El tercer subcapítulo describe los yacimientos metálicos sedimentarios. Los subcapítulos cuarto y quinto tratan de las modificaciones producidas por el metamorfismo en los yacimientos metálicos. El subcapítulo sexto, expone la sistemática de los yacimientos metálicos. El subcapítulo séptimo explica los principios geoquímicos y cristalóquímicos por los que se guía la concentración de los metales. Finalmente, el subcapítulo octavo señala las provincias y épocas metalogenéticas que se pueden distinguir en nuestro planeta.

En el capítulo segundo se describen los yacimientos metalíferos en seis grupos: metales de hierro y acero; pirita, metales no férreos (cobre, plomo, cinc y estaño); metales preciosos, metales para fines especiales (mercurio, antimonio, arsénico, bismuto, uranio, torio, cerio y tierras raras, zirconio, titanio, niobio, tantaló, berilio, litio); metales ligeros (aluminio, magnesio).

En el capítulo tercero estudia los métodos de investigación y valoración de los yacimientos metálicos, dividido en tres subcapítulos: rentabilidad de las explotaciones de minas metálicas; búsqueda o prospección de yacimientos metálicos, en donde se describen los mé-

todos geológicos, geofísicos, geoquímicos y mineros; la valoración de los yacimientos metálicos.

La sección segunda (setenta y cinco páginas) comprende la descripción de los minerales y rocas industriales más importantes distribuidos en veintinueve apartados.

La sección tercera (veintinueve páginas), sales, dividida en cinco apartados, comprende las condiciones genéticas de las sales en la época actual y en las épocas geológicas, la transformación que en el curso del tiempo experimentan los yacimientos salinos y las investigaciones que deben hacerse para hallarlos.

La sección cuarta (noventa y nueve páginas), distribuida en cinco capítulos, estudia: el carbón y sus clases; las propiedades físicas y químicas de los carbones; los yacimientos de carbón; el proceso de la intracarbonización; aplicaciones de la geología del carbón.

La sección quinta, geología del petróleo, (sesenta páginas) distribuida en seis capítulos, trata de los siguientes temas: propiedades químicas y físicas de los hidrocarburos; la formación de los yacimientos petrolíferos; la búsqueda de los yacimientos; cálculo de reservas y productividad.

La obra se termina con un índice de nombres y otro índice de materias.

La obligada brevedad de estas reseñas bibliográficas no nos permite comentar muchas de las cuestiones tratadas en la obra, debiéndonos contentarnos con comprobar que en todas ellas está al día, como se demuestra por el interés con que aparecen descritas y, además, verificada por la bibliografía que termina cada uno de los capítulos en que se dividen las secciones.

El libro de Walter Emil Petrascheck, ocupa un hueco que se notaba hacía tiempo en la ya abundante literatura geológica publicada en nuestro idioma.—J. G. DE LLARENA.

H. J. NIJHUIS: *Physical alpine metamorphism in the south eastern Sierra de los Filabres south of Lubrin, S. E. Spain*. «Geologisch Instituut». Mededeeling núm. 297. 151 págs. Universitet van Amsterdam, 1964.

El área objeto del estudio, que se halla situada al sur del pueblo de Lubrín en el extremo este de la Sierra de los Filabres (provincia de Almería), se compone de rocas metamórficas de origen sedimentario e ígneo. El presente trabajo trata principalmente de la evolución a través del tiempo del metamorfismo de edad alpina.

Geológicamente, la Sierra de los Filabres forma parte de la zona bética s. s. de Fallot (1948). En general se reconocen en esta zona tres importantes complejos de unidades tectónicas. El más bajo es el complejo Nevado-Filábride, que comprende a la vez los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada» y la «Mischungszone» (= zona de mezcla), citados por autores anteriores, y que ha sido afectado por metamorfismo de medio grado de edad alpina. Regionalmente aparece recubierto por el complejo alpujarride, en el cual el metamorfismo alpino es en general de grado bajo. Este complejo, a su vez, está recubierto por el Bético de Málaga, que no ha sufrido ninguna o casi ninguna influencia de metamorfismo de edad alpina.

La parte superior de las Nevado-Filábrides, es decir, la parte que antes se designaba con el nombre de «Mischungszone», aflora en el área investigada. Dominan la estructura de este área dos grandes planos sobrecorridos, de ángulo suave, de edad alpina (posttriásica), que dividen la sucesión de estratos en tres unidades tectónicas superpuestas, a saber, de abajo a arriba: (1) la unidad de Nevado-Lubrín, (2) la unidad de Chive, y (3) la unidad de Bedar. En el área que abarca el mapa, la primera y la última sólo afloran en parte. Tanto por lo que se refiere a su grado de metamorfismo y de deformación, como a su estratigrafía, las varias unidades tectónicas muestran una semejanza notable. El autor opina que cada

unidad se caracteriza por una base de rocas prepermiánicas, cubiertas por rocas más jóvenes, en parte triásicas, en una sucesión estratigráfica considerada como normal, aunque a menudo apreciablemente reducida. Un adelgazamiento llamativo caracteriza a los planos sobrecorridos; hacia el norte por ejemplo, rocas cada vez más antiguas de la unidad de Nevado-Lubrín. Una intercalación discontinua de serpentinas separa la unidad de Chive de la unidad de Bedar suprayacente.

Debido a que, lo mismo que en otras partes de las Nevado-Filábrides, no se han encontrado fósiles y como sólo se disponía de los resultados de una determinación radiométrica de edad, la evolución de la misma en las rocas encontradas en las varias unidades tectónicas se basa principalmente en la correlación litológica con rocas fuera de la zona de las Nevado-Filábrides, como son las Alpujarrides epimetamórficas, parcialmente fosilíferas.

La base de las unidades de Chive y de Bedar está formada por el complejo prepermiánico esquisto grafitico/gneis turmalínico. Este complejo se compone principalmente de rocas metasedimentarias parcialmente grafitadas (esquistos micáceos granatíferos, localmente con estauroлита y cloritoide; cuarcitas, mármoles; esquistos micáceos calcáreos) y metamorfitas íntimamente asociadas de origen al menos en parte magmático (gneis glandulosos pasando a gneises de grano uniforme por una parte y a gneises graníticos y metagraníticos por otra). Como vestigios de su fase granítica, las rocas feldespáticas contienen grandes megacristales de perthita microclina, que a veces comprende pseudomorfo a continuación de cuarzo formado a alta temperatura. Minerales metamórficos, probablemente de edad alpina, son turmalina, microclina, albita, cuarzo y moscovita. Determinaciones radiométricas de edad indican que los granitos se remontan al Carbonífero Superior (300 millones de años). Rocas ricas en diópsido, ocasionalmente encontradas en vecindad de los gneises, pueden representar productos hercynianos de metamorfismo de contacto. Las áreas metasedimentarias del complejo son polimetamórficas y acusan la influencia de metamorfismo, tanto alpino como premesozoico (¿en parte presiluriano?). A este último se le considera responsable de la presencia de estauroлита y cianita en los esquistos micáceos granatíferos. La secuencia de rocas más baja de la unidad de Nevado-Lubrín, está formada por los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada», que son mayormente esquistos micáceos granatíferos grafitados y cuarcitas intercaladas, los cuales no afloran en el área que abarca el mapa.

Los «esquistos cristalinos de la Sierra Nevada» aparecen normalmente cubiertos por el complejo de esquistos de Tahal —atribuido al Triásico inferior y/o a un escalón más antiguo— una gruesa secuencia de esquistos micáceos finocristalinos y cuarcitas con una zona rica en conglomerados en sus partes más bajas. El autor opina que los minerales metamórficos de los esquistos de Tahal de nuestra área son de edad alpina. La presencia de cristales cloritoides y cianíticos corroídos por clorita, paragonita y estilpnomelana, los bordes de biotita que aparecen alrededor de estos productos de alteración y la presencia de cristales listados feldespáticos de albita con bordes estrechos de oligoclasa rica en calcio, indican que las rocas recrystalizaron en varias fases metamórficas. Los equivalentes de los esquistos de Tahal en la unidad de Chive están formados probablemente por una faja delgada y discontinua de rocas comparables, a saber, los esquistos de Colmenica.

Los esquistos de Tahal y de Colmenica están cubiertos por secuencias de rocas predominantemente calcáreas de edad triásica (¿y más jóvenes?), a saber, la zona brechada de mármol de Huertecica y los mármoles y anfibolitas de Atalaya, respectivamente. La Atalaya se compone de mármoles calcíticos y dolomíticos con numerosas intercalaciones, comúnmente concordantes, de anfibolitas albiticas epidóticas, que son particularmente abundantes en la parte superior de la secuencia. El autor opina que las anfibolitas, que contienen pseudomorfo alargados de feldespato, se han originado de rocas básicas ígneas que tienen, al menos en gran parte, un carácter intrusivo. La presencia de cristales compuestos agrietados de anfíbol con núcleos glaucófanoes más antiguos y bordes de color verde azulado más



jóvenes, así como de porfidoblastos postcinemáticos de albíta con bordes de oligoclasa rica en calcio, indican la naturaleza plurifical del metamorfismo alpino. Anfibolitas parecidas forman la parte superior de la zona de Huertecica. Sus partes más bajas contienen mármoles calcíticos y dolomíticos, yeso, metabasitas no esquistosas generalmente blastofíticas y capas muy delgadas de esquistos micáceos y cuarcitas. Todo parece indicar que se debe en gran parte a la influencia de movimientos entre la unidad de Chive y la de Nevado-Lubrin y que los componentes de la zona de Huertecica revistan un carácter intensamente brechiforme.

Las partes superiores de las unidades de Nevado-Lubrin y de Chive están formadas por los esquistos anfibólicos micáceos de Muñoz, que hacia arriba pasan a los mármoles y esquistos de Las Casas. El autor cree que ambos son de edad triásica (¿y más jóvenes?). La Muñoz comprende una secuencia heterogénea de esquistos anfibólicos micáceos y rocas anfibólicas afines, con glaucófano, anfíbol verde azulado, piroxeno sódico, albíta, oligoclasa, paragonita, clorita, granate y cuarzo, que forman fajas de muy variada composición mineralógica. Mármoles y esquistos micáceos cuarcíticos y calizos se hallan localmente intercalados. No se encontró ningún vestigio magmático. Con reserva se sugiere que los esquistos micáceos anfibólicos y rocas afines representan tobas básicas metamorfizadas y o tobitas, o bien sus equivalentes resedimentados. Las rocas han sido afectadas por varias fases de metamorfismo alpino, como lo evidencian, por ejemplo, la presencia de cristales compuestos de anfíbol, formados en rotación, junto a porfidoblastos de albíta estáticamente formados, con bordes de oligoclasa; la presencia de vestigios armados de cloritoide y glaucófano en cristales granatíferos formados en rotación, que están parcialmente transformados en clorita; y la corrosión de piroxeno sódico por anfíbol verde azulado. La de Las Casas se compone de rocas calcáreas y esquistos micáceos granatíferos cuarcíticos, parecidos a los intercalados en los esquistos micáceos anfibólico.

Las rocas de nuestra área están plegadas, tanto en escala grande como en escala pequeña, alrededor de ejes de plegamiento que buzan de 10° a 30° en una dirección entre N 100° y 115 E. En los esquistos de Tahal se observaron ejes de plegamiento cruzados.

El metamorfismo alpino muestra en cualquier lugar una evolución marcada a través del tiempo. Dicha evolución se ha operado en cuatro fases sucesivas, individualizadas cada una por una serie particular, de minerales metamórficos, típica de una determinada facies metamórfica. Minerales característicos de las cuatro fases fueron encontrados ocasionalmente en una misma muestra. La fase más antigua de metamorfismo alpino registrada se presenta en la facies esquistos glaucófano de Eskola (fase I), y de origen glaucófano, piroxeno sódico, cuarzo, epidota, cloritoide, cianita, granate y paragonita. Este conjunto está sobreimpreso y, en medida considerable, obliterado por recristalización posterior en la subfacies cuarcítica-albitica-epidótica-almandina de la facies esquistos verde (fase II), que dio origen a, entre otros, anfíbol verde azulado, albíta, epidota, granate, paragonita, moscovita y cianita. Los conjuntos de glaucófano y de anfíbol verde azulado se han formado bajo condiciones predominantemente sinconemáticas. Terminada la fase II, se inició un período de recristalización estática y la textura esquistosa formada durante las fases I y II está sobreimpresa por una porfidoblastesis de, entre otros, albíta, clorita, paragonita y estilpnomelana pertenecientes, probablemente, a la subfacies cuarcítica-albitica-clorítica-moscovítica de la facies esquistos verde (fase III). En cuanto al grado de metamorfismo alpino, llega a su clímax con la producción postcinemática de minerales del conjunto de la facies almandina-anfibolítica (fase IV): estauroíta, cianita, biotina, oligoclasa cálcica, que varía de oligoclasa a nortita (An 100).

En vista de nuestro conocimiento actual de las condiciones de formación de ciertos minerales de la facies esquistos glaucófano, parece ser probable que la primera fase de metamorfismo alpino registrada en nuestra área se produjera a una profundidad considerable, condición que en nuestro caso sólo pudo cumplirse después de un período prolongado de sobreescurreamiento. El autor cree que durante la porfidoblastesis estática de las fases III y IV

hubo una pendiente más pronunciada en los gradientes térmicos, a consecuencia de un flujo térmico, procedente, probablemente, de una fuente magmática más profunda.

Acompaña un mapa 1:25.000 de la zona situada al Sur de Lubrin. L.

ASENSIO AMOR, L. y MARTÍNEZ GONZÁLEZ, F.: *Formación cuaternaria del Valle de Navacerrada*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)». Págs. 113-118, tomo 63, 1965.

Se estudia un depósito antiguo de acumulación detrítica encontrado en la cuenca del Navacerrada; esta formación está constituida de bloques, cantos rodados, gravas y materiales arenoso-arcillosos. Se admite para este depósito una génesis de tipo torrencial intermitente y una edad cuaternaria reciente; probablemente corresponde al interglaciar Riss-Würmiense.

X. TEVES RIVAS: *El proceso de relleno con materiales arenosos yfangoso-arenosos en la Ría de Vivero*. «Bol. R. Soc. Española de Hist. Nat. (Geol.)». Págs. 119-127, tomo 63, 1965.

El presente trabajo estudia las características sedimentológicas del material arenoso y limoso de la ría de Vivero. Los resultados son similares a los obtenidos anteriormente en las otras rías (Eo, Foz, El Barquero) del litoral cantábrico perteneciente a la provincia de Lugo, en el Norte de España.

J. M.ª DÍEZ TABOADA: *Procesos de acumulación y evolutivo de las facies arenosas actuales de la Ría de Arosa*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)». Págs. 129-135, tomo 63, 1965.

Este trabajo puede considerarse como una nota previa en el conjunto de la investigación que forma parte de la tesis doctoral del autor, que trata de resultados parciales obtenidos en el estudio de los procesos de acumulación de material arenoso actual y de su evolución.

Llega a la conclusión de que el material de la ría de Arosa en las dimensiones menores de 2 milímetros ofrece en general una evolución completa que alterna con mecanismos de levigación y decantación, coincidentes la mayoría de las veces en parajes de desembocaduras o bien al abrigo de corrientes y marejadas; acompañan a estos procesos evolutivos ciertas modificaciones motivadas por aportes extraños, la mayoría de grado evolutivo incompleto que provocan variaciones en las condiciones del depósito.—L. de A.

#### GEONUCLEÓNICA

G. FAURE, P. M. HURLEY y J. L. POWELL: *The isotopic composition of strontium in surface water from the North Atlantic Ocean*. «Geochim. et Cosmochim.» Acta XXIX, 209 a 220, abril 1965.

Determinaron los autores la composición isotópica de muestras de aguas del norte del Océano Atlántico, procedentes de diez localidades. Los resultados muestran que la relación Sr87/Sr86 es constante, con diferencias del orden de los errores experimentales. Ocho de las muestras son de la mitad este del Atlántico Norte, de las Bahamas a Northumberland Straits de Nueva Escocia. Dos de las muestras son de las inmediaciones de las costas de África Occidental.

La relación media Sr87/Sr86 es 0.7093 ± 0.0005; la Sr86/Sr88 es 0.1149 y estas determina-

nes son concordantes con los valores procedentes de determinaciones anteriores. Consideran la composición isotópica del estroncio en los océanos, como una mezcla de tres variedades isotópicas originadas por la acción de las aguas en tres tipos de rocas en los continentes y en las cuencas oceánicas.—L. de A.

ARRY J. SVEC y ARTHUR R. ANDERSON J. R.: *The absolute abundance of the lithium isotopes in natural sources*. «Geochim. et Cosmochim.» Acta XXIX 633 a 642, junio 1965.

Han determinado la composición isotópica de litio de muestras naturales, procedentes de América del Norte y de África. El valor medio de trece espodumenas para  $Li_6/Li_7$  es de  $0.08182 \pm 0.000333$ , para un reactivo natural  $Li_2CO_3$  es 0.07926 y para el  $Li_2NaPO_4$  del Lago Searle 0.07957. Considerando las trece muestras de espodumena que representan a las principales formaciones que abastecen comercialmente el litio, deducen un peso atómico para el litio de  $6.9403 \pm 0.0005$  a base de las abundancias isotópicas y de las masas de sus núcleos.—L. de A.

#### GLACIOLOGIA

*Primer Coloquio Internacional sobre las Obras Públicas en los terrenos yesíferos*. «Comunicaciones». Tema 4.º, Madrid 1962.

Las actividades del Primer Coloquio Internacional sobre Obras Públicas en los terrenos yesíferos, se dividen en cinco tomos: El primero corresponde a análisis y crónica del Coloquio; el segundo a comunicaciones del tema 2.º Los yesos y las obras públicas, 3.º a las comunicaciones del tema 4.º. Agresividad de las aguas selenitosas sobre las distintas clases de aglomerado. 4.º. Comprende las líneas del tema 1.º. Los yesos y las vías de comunicación. Del tema 3.º, obras urbanas en terrenos yesíferos. Del tema 5.º, el yeso como material de construcción. Del tema 6.º, comunicaciones varias. Y, por último, el tema 5.º tratará de la situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España. Y el tema 6.º, Geología del yeso en relación con las obras públicas.

Al que nos referimos ahora, que es el tema 4.º, la agresividad de las aguas selinitosas sobre las distintas clases de aglomerantes, comprende los siguientes trabajos: Selección de un aglomerante hidráulico para obras en terrenos agresivos A.T.N.M.C. Francia).

Contribución al estudio del ataque a los hormigones en los terrenos con sulfatos.— Benítez, M. (España). Influencia de las aguas selinitosas en las variaciones de volumen que experimentan diversas clases de cemento durante el fraguado y primeras horas de su endurecimiento.—Campo, M. (España). Acción sobre varios tipos de hormigones de diversas clases de aguas.—Catalán, J. Alonso; Benayas, J. (España). Experimentos sobre la protección contra los sulfatos ejercida por el hierro en el cemento portland.—Cussino, L. (Italia). Protección en terrenos yesíferos mediante inyecciones.—Derqui, F. (España). Obras y circunstancias de posible aplicación a vanguardia.—Derqui, F. (España). Cemento férrico puzolánico de elevadísima resistencia a la acción de las aguas minerales sulfatadas.—Ferrari, J. (Italia). Influencia que el tipo de conglomerante ejerce en la durabilidad de los hormigones frente a los sulfatos.—García de Paredes, P. (España). Resistividad de las aguas selinitosas.—García Yagüe, A. (España). Los cementos puzolano-metalúrgicos y los trabajos en presencia de aguas selenitosas.—Guillaume, M. (Francia). El cemento aluminoso en los terrenos yesíferos.—Gumá, J. (España). La tubería de amianto-cemento en terrenos yesíferos.—Mendiluce Rosich, E. (España). Acción de las aguas selenitosas sobre probetas de mortero de pequeña sección.—Peña, C. de la (España). Cemento puzolánico de alta resistencia

química para obras en terrenos yesíferos.—Río, A.; Celani, A. y Angeletti, L. (Italia). Estudio de la influencia del yeso en las mezclas de arcilla-cemento para inyección.—Serret, A., y Anguita, F. (España). Un supercemento portland resistente a los sulfatos.—Soria, F. (España). Contribución al estudio del comportamiento de los cementos portland alto horno en los terrenos yesíferos.—Uria, F. (España). Un cemento para suelos y aguas sulfatadas.—Wittekind, T. W. (Alemania). Acción de las aguas selenitosas sobre probetas de mortero de pequeña sección (Com. 4-14). Peña, C. de la (España). Acción sobre varios tipos de hormigones de diversas clases de agua (Com. 4-4). Catalán, J.; Alonso, J., y Benayas, J. (España). Agresividad de las aguas selenitosas sobre las distintas clases de aglomerantes (Com. 4-18). Uria, J. J. (España). Cemento férrico puzolánico de elevada resistencia a la acción de las aguas minerales sulfatadas (Com. 4-18). Ferrari, F. (Italia). Cemento puzolánico de alta resistencia química para obras en terrenos yesíferos (Com. 4-15). Río, A.; Celani, A. y Angeletti, L. (Italia). Contribución al estudio del ataque a los hormigones en los terrenos con sulfatos (Com. 4-2). Benítez, M. (España). El cemento aluminoso en los terrenos yesíferos (Com. 4-12). Gumá, J. (España). Estudio de la influencia del yeso en las mezclas de arcilla-cemento para inyecciones (Com. 4-15). Serret, A., y Anguita, F. (España). Experimentos sobre la protección contra los sulfatos ejercida por el hierro en el cemento portland (Com. 4-5). Cussino, L. (Italia). Influencia de las aguas selenitosas en las variaciones de volumen que experimentan diversas clases de cemento durante el fraguado y primeras horas de su endurecimiento (Com. 4-3). Campo, M. del (España). Influencia que el tipo de conglomerante ejerce en la durabilidad de los hormigones frente a los sulfatos (Com. 4-9). García de Paredes, P. (España). La tubería de amianto-cemento en terrenos yesíferos (Com. 4-13). Mendiluce Rosich, E. (España). Los cementos puzolano-metalúrgicos y los trabajos en presencia de aguas selenitosas (Com. 4-11). Guillaume, M. (Francia). Obras y circunstancias de posible aplicación a vanguardia (Com. 4-7). Derqui, F. (España). Protección en terrenos yesíferos mediante inyecciones (Com. 4-6). Derqui, F. (España). Resistividad de las aguas selinitosas (Com. 4-10). García de Yagüe (España). Selección de un aglomerante hidráulico para obras en terrenos agresivos (Com. 4-1). A.T.N.M.C. (Francia). Un cemento para suelo y aguas sulfatadas (Com. 4-19). Wittekind, T. W. (Alemania). Un supercemento portland resistente a los sulfatos (Com. 4-17). Soria, F. (España).

Comprende en total 314 páginas y figura como fecha de edición la de celebración del Congreso del año 1962 (aparecen en 1965).—L. DE A.

#### HIDROLOGIA

BENITO OLIVER SUÑÉ: *La polución de las aguas: problemas, estado actual*. «Real Academia de Medicina de Barcelona», 13 de junio de 1965.

Se trata del discurso pronunciado por el autor con motivo de su ingreso como Numerario de la Real Academia de Medicina.

En cuanto se refiere a polución química, considera los compuestos orgánicos y los inorgánicos.

De polución física, considera: color, turbidez, temperatura, espuma, sabor y olor y radiactividad.

Polución Biológica: Bacterias, Virus, Animales, Plantas.

Considera después las consecuencias de la polución en las aguas superficiales, Aguas Subterráneas.

El último capítulo está destinado a la prevención, corrección y lucha contra la polución, en lo cual es fundamental la labor que pueden desarrollar los organismos de Aguas Subterráneas de la Dirección General de Minas y del Instituto Geológico y Minero de España.

## PALEONTOLOGIA

GINKEL, A. C. VAN: *Carboniferous Fusulinids from the Cantabrian Mountains (Spain)*. «Leidsche Geologische Mededelingen, Dec's», 34, 12-5-65. Publicación del Museo de Mineralogía y Geología de Leiden (Holanda), 225 págs., 2 planos de cotas, 5 apéndices (listas de especies por localidades, datos estratigráficos, mapas locales, tablas de indicaciones, láminas).

1. La evolución de la fauna de Fusulinidae en el Carbonífero del NO. de España, permite la identificación de la parte superior de la zona de Millerella, seguida respectivamente por las zonas de Profusulinella, Fusulinella y Protriticites.

2. No existen faltas en la sucesión de la fauna de las Fusulinidae, que se puede encontrar en toda la región de los Montes Cantábricos. Por lo cual, a pesar de las complicaciones en la estratigrafía, se cree que el levantamiento y la erosión sucesiva en una cierta región, dan como resultado un aumento de velocidad en la sedimentación renovada en otra región.

3. Ha sido aceptado un periodo de intensificación en los disturbios tectónicos al final del Namuriense, y o en la parte inferior del Westfaliense (fase de Curavacas, según Kenis, 1936). Pero cualquiera que sea la extensión y la naturaleza de esta fase, no resultaba en la sedimentación una falta uniformemente extendida en la zona Cantabro-Astúrica desde el Westfaliense A medio, hasta el Westfaliense B superior, según Wagner (1959, p. 415), por indicaciones de la flora.

4. La evolución de la fauna de los Fusulinidae, desde el Bashkiriense hasta el Kasimoviense, está bien representado en el NO. de España por un número de secciones y regiones buenas, según sigue:

a) Bashkiriense.—La formación de Escapa (parte superior) y San Emiliano, en el valle del río Luna (León), representan juntas todo el Bashkiriense. Las calizas masivas y espesas de la primera son estériles, pero los numerosos horizontes de caliza relativamente finos de la última producen gran cantidad de Fusulinidae.

b) El Moscoviense inferior es lo mejor representado completamente por la formación de Lena entre los ríos Porma y Huerna (Caudal), al Norte de las Leónides con pliegues de cobijadura (León).

c) El Moscoviense superior es lo mejor representado completamente por la formación de Corisa, en las subcuencas de la Sierra Corisa y de Casavegas (Palencia).

d) El Kasimoviense es representado parcialmente por la formación de Cristóbal, una serie parálida, en la subcuenca de Sierra Corisa en la cuenca de Pisuerga (Palencia) y que no es conocida en otras partes.

5. Cambios rápidos en facies y variaciones grandes en el espesor por distancias relativamente cortas, caracterizaba la sedimentación en el NO. de España durante el Carbonífero. Estas características dificultan mucho el reconocimiento de unidades litoestratigráficas útiles. Esto fácilmente da lugar a confusiones por la introducción de excesivas formaciones. Por el contrario, puede llevar también al reconocimiento de solamente unas formaciones definidas de manera imprecisa, las cuales en consecuencia indican menos las circunstancias de deposición y oscurecen las características paleogeográficas. Un equilibrio entre estos dos extremos da a entender el progreso general de la historia de la sedimentación, apreciando las distintas variaciones introducidas por el patrón paleogeográfico que está cambiando.

6. La aparición de la fauna en el NO. de España, semejante a aquellos de los pisos carboníferos rusos junto con la flora y fauna de tipo NO. europeo, es de muchísima importancia. Significa que no sólo en la cuenca de Donetz (Rusia), sino también en el NO. de

España, hay buenas oportunidades de relacionar los pisos carboníferos distinguidos en Rusia con los pisos carboníferos en el NO. de Europa. Se ha demostrado en el último capítulo de este artículo, que esta correlación en el NO. de España difiere evidentemente de aquella presentada por Aisenverg y otros (1960), y Gorsky y Strepanov (1960), en la cuenca del Donetz. Las discrepancias se creen causadas, por último, por distintas velocidades en la evolución de la fauna y flora en varias regiones.

7. Las discrepancias entre fauna y flora carbonífera desde aproximadamente los mismos horizontes estratigráficos suben al máximo hasta un piso en el NO. de España, v. gr.: una flora del tipo Westfaliense puede ocurrir en el mismo horizonte estratigráfico que la fauna del tipo Namuriense, y también puede ocurrir un tipo Moscoviense de la fauna Fusulinidae junto con un tipo Bashkiriense de la fauna goniatites o trilobites. Estas faltas están todavía dentro de un margen causado por la inexactitud de la determinación de la edad radiométrica, de manera que esta técnica no permite todavía la solución del problema.

ALBERT F. DE LAPPARENT, MICHEL LE JOUCOUR, ALAIN MATHIEU y BERTRAND PLUS: *Decouverte en Espagne d'empreintes de pas de Reptiles Mesozoiques*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», págs. 225-230, tomo 63, 1965.

Se describen dos huellas de reptiles en el Mesozoico del Sistema Ibérico. La primera en Boniches (Cuenca), en las areniscas rojas y blancas continentales que alternan con arcillas, sobre las areniscas rojas del Triásico inferior y bajo en las calizas dolomíticas del Triásico medio marino, fosilíferas; deben corresponder al Muschelkalk inferior; es una contrahuella de 15,5 x 13 cm. con cinco dedos gruesos (sólo tres bien aparentes a primera vista) de una pata posterior izquierda, que el autor clasifica como Cheirotherium y compara con Ch. Berthi, atribuyendo estas huellas a reptiles Tecodontos.

La segunda, cerca de Cañete, Arroyo Cerezo (Rincón de Ademuz, Valencia), se atribuye al Kimeridgiense, con molde positivo de finas gravas calizas con foraminíferos rodados por oleaje de bajo, apareciendo este sedimento pegado a una caliza marina fosilífera. Es una contrahuella tridáctila pequeña, de pata izquierda, con dedos separados; las dimensiones de las huellas son 6 cm. x 9 cm., y pertenecen probablemente a un dinosaurio de pequeña talla no conocido.—L.

CUERDA, J. y SACARES, J.: *Nuevos yacimientos cuaternarios en la costa de Lluçmajor (Mallorca)*. «Bol. de la Soc. de Hist. Nat. de Baleares», X, págs. 89 a 130 y 3 láminas, 1965.

Estudian los autores un amplio sector de la costa del término de Lluçmajor, el cual forma la parte oriental de la Bahía de Palma.

En él han sido localizados varios yacimientos fosilíferos correspondientes al Tyrreniense II (último interglacial cuaternario), con fauna marina conteniendo alguna especie termófila de significación estratigráfica. Las altitudes de estos depósitos varían entre los 0,50 a 4 metros sobre el nivel del mar.

Aunque menos numerosos, han sido también hallados restos de terrazas marinas del Tyrreniense III con fauna banal, a altitudes variables entre los 0,50 a 2,20 metros.

Formaciones dunares de cierta importancia separan ambos pisos, permitiendo deducir que entre ellos tuvo lugar una regresión marina de bastante amplitud y duración, coincidiendo con un periodo de clima más bien frío, que fue la causa de la extinción de buena parte de las especies termófilas.

Todos los yacimientos estudiados son nuevos para el Cuaternario de Mallorca.—L.

JACQUIN MONTORIOL PONS y MANUEL FONT-ALTABA: *Contribución al conocimiento de las especies minoritarias del yacimiento «Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona)*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», pág. 155-192, tomo 63, 1965.

Llevar a cabo los autores la descripción de 31 especies minoritarias del yacimiento de fluorita «Berta» (la paragénesis total comprende 44 minerales). Casi todas han sido comprobadas roentgenográficamente. En algunos casos en que ello no ha sido posible, se efectuaron determinaciones espectrográficas y análisis térmicos diferenciales.—L.

BUSNARDÓ, R. y J. TAUGOURDEAU, J.: *Intercalations végétales dans le flysch albien de los Villares (Jaén, Andalousi): Introduction stratigraphique et étude Palynologique*. «Revue de Micropaleontologia», núm. 3, diciembre 1964, pp. 164-179.

En el flysch de los Villares (región de Jaén, Andalucía) ha sido descubierta una rica microflora perteneciente al Albiense inferior. Dos nuevos géneros han sido creados, uno de microspora *Reticuloidisporites verdieri* nov. gen. sp., el otro de megaspora, *Ingentosporites jacobi*, nov. gen., nov. sp., así como la tercera especie: *Bansksisporites sylviae* nov. sp., *Hostisporites busnardoï* nov. sp., *Kuylisporites* nov. sp. Se nota la preponderancia de los Schizeaceae en la vegetación mesética de esta época y la presencia de las primeras angiospermas.—L.

#### PETROGRAFIA

NICOLE MORRE y JEAN THIEBAUT: *Constitution de quelques roches volcaniques permienes de la Sierra del Cadí (Pyrénées catalanes)*. 7.ª serie, tomo VI, n.º 3, págs. 389-396, 1964.

Un cierto número de muestras de rocas volcánicas permianas de la Sierra del Cadí, fueron estudiadas desde el punto de vista petrográfico y petroquímico. Una parte de entre ellas tiene una composición de hyalodacita y de hyaloandesita, bastante comparable con las lavas de la región del pico de Midi d'Ossau. Otras son albitofiras. El paso del primer tipo al segundo parece ser debido a un fenómeno de «espilitización», unido a los agentes metamórficos e hidrotermales contenidos en el magma.—L.

AHRENS, L. H.: *Some observations on the uranium and thorium distributions in accessory zircon from granitic rocks*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», XXIX, 711 a 716, junio 1965.

Las distribuciones del uranio y el torio en setenta y dos muestras de circones, procedentes de rocas graníticas, fueron estudiadas por el autor, quien llegó a deducir que la distribución de ambos elementos era claramente anormal.

La dispersión de los valores de las concentraciones del torio son mayor que las del uranio, pudiendo ser la causa de las diferencias en los radios iónicos.

El valor medio para la relación Th/U es 0.47 y el más frecuente del orden de 0.35.

Por las gráficas y razonamientos se aprecia la variación de la relación Th/U para las diversas muestras.—L. DE A.

BAEDECKER, P. A. y EMHANN, W. D.: *The distribution of some noble metals in meteorites as natural materials*. «Geochim. et Cosmochim. Acta», XXIX, 329 a 342, abril, 1965.

Consideran las determinaciones en p. p. m. de oro, iridio y platino realizadas anteriormente en meteoritos y en rocas básicas, ácidas y sedimentarias. Utilizan la técnica analítica de activación neutrónica, de sensibilidad elevada y fácil de evitar contaminaciones.

Estudian varias muestras de condritas, acondritas, sideritos, tectonitas, y dos granitos y una diabasa tipos.

A partir de estos datos, establece la abundancia atómica (cósmica) de dichos elementos y discute las teorías de nucleosíntesis e historia química de los meteoritos y técnicas.—L. DE A.

#### VARIOS

BLANQUET, M. P.: *Teoría de los efectos mineralógicos y granulométricos en la fluorescencia de rayos X sobre polvos y sobre pulpas*. Tomo II, págs. 165 a 166. Coloquio de Bruselas. Análisis por rayos X, del 23 a 29 de abril de 1964.

En el análisis de fluorescencia de rayos X sobre polvo y sobre pulpa, se encuentran la mayoría de los efectos de matriz, una influencia del tamaño del grano y una influencia de la naturaleza de los minerales continentales del elemento valorado. Estas dos influencias pueden conducir a factores que pasan de 10, incluso de 20 entre los números de contado con una misma ley, para un mismo elemento y análoga matriz, según la finura de la trituración y la forma mineralógica de elementos valorados.

El autor presenta un cálculo teórico para prever los efectos de la cuestión, su sentido, su orden de tamaño y su interdependencia. Las fórmulas bastantes simples obtenidas se prestan fácilmente a un razonamiento intuitivo.—L. DE A.

SCHNEEGANS, M.: *Aplicación de la espectroquímica de rayos X a las materias primas de los productos vidriados*, págs. 77 a 79. Coloquio de Bruselas. Análisis por rayos X, volumen I, 23 a 29 de abril de 1964.

Los autores dan numerosos ejemplos en los que se ve la importancia que tiene el empleo de la fluorescencia de rayos X en las industrias del vidrio.

A pesar de las limitaciones que hacen se abstenga de considerar esta técnica como universal, y capaz de resolver todos los problemas, conduce, no obstante, en casos extremadamente numerosos, a resultados precisos y fieles, con límites de detectabilidad, que por su sensibilidad ofrecen grandes ventajas, y conducen a resultados con gases reducidos y por medios sencillos.—L. DE A.

GRUBIS, B.: *Aplicación por fluorescencia de rayos X en la industria del petróleo*. Tomo II, páginas 143 a 147. Coloquio de Bruselas. Análisis por Rayos X, 23 a 29 de abril de 1964.

Con los nuevos equipos utilizando una potencia de 2 Kw., con una tensión de 100 kV, es posible en las mejores condiciones, obtener detectabilidades del orden de una parte por millón en la mayor parte de los elementos.

La sensibilidad en la valoración de los elementos ligeros, y en los líquidos volátiles, es

considerablemente mejorada por la utilización de un nuevo portamuestras, con un trayecto de la radiación de fluorescencia enteramente en vacío.—L. DE A.

HAUTECLER, M. y LESIR, M.: *Causas de error en el análisis de los polvos por fluorescencia de rayos X. Casos particulares de los minerales de hierro*. Volumen I, págs. 27 a 44. Coloquio de Bruselas. Análisis por rayos X, 23 a 29 de abril de 1964.

Los ensayos de los autores tenían por objeto esencial mostrar que son factibles los análisis precisos sobre polvo de materias de estructuras complejas cuando se observan unas reglas fundamentales: Granulometría cuidadosa de los productos, utilización de patrones de naturaleza y composición lo más próximo posible a las muestras a analizar, y disponer de una química de calidad para la verificación de los patrones.

Verificados en estas condiciones los análisis de los minerales de hierro, por fluorescencia de rayos X, conducen a resultados al menos de igualdad que los obtenidos por los métodos convencionales. Presentan un cuadro en el cual se hace la comparación de los resultados analíticos obtenidos por fluorescencia y por química con técnicas de análisis normales en las serie de 600 muestras.

Ninguna razón se opone *a priori* a que la técnica de trabajo preconizada, dé resultados cuantitativos favorables para cualquier clase de aplicación en el dominio de los productos no metálicos. La simplicidad de la preparación requerida permite llevar al máximo el método de espectroscopia de rayos X; con sus dos características, la rapidez de las medidas y la economía del procedimiento.—L. DE A.

GREENLAND, L. y LOVERING, J. F.: *Minor and trace element abundances in chondritic meteorites*. «Geochim et Cosmochim. Acta» XXIX, págs. 821 a 858, agosto 1965.

En cincuenta meteoritos representantes de todas las variedades del grupo condritico, determinaron los autores el contenido de los elementos: Cl, F, P, Mn, Ti, Zn, Ge, Co, Ni, Fe, V, Cu, Sr, Cr, Ba, y Sc. Con los resultados pretenden destacar la covariación de los contenidos de algunos elementos y la diferenciación química característica de cada subgrupo de condritas.

Los resultados parecen indicar: 1.º Los elementos en pequenísimas cantidades Cu, Zn, Ge, Cl, son fraccionados entre los carbonosos, enstatita y condritos ordinarios, de modo análogo a los elementos calcófilos. 2.º Un fraccionamiento de silicato más fase sulfurada de la fase metal tienen lugar dentro de subgrupos broncita y condrita hipersténica. 3.º Las reglas anteriores no son válidas estrictamente en ninguno de los grupos condriticos. 4.º Tiene lugar un fraccionamiento del cobalto con relación al níquel, en los subgrupos broncita e hiperstena, con enriquecimiento del primero con relación al segundo. 5.º Puede ser atribuida una diferenciación química entre los subgrupos condriticos hiperstena y broncita, con un paso menor del metal rico en cobalto de la hiperstena al subgrupo de broncita, seguida de posterior reducción.—L.

MAXWELL, J. A.: *Chemical Analyses of Canadian Rocks, Minerals, and Ores*. Department of Mines and Technical Surveys. Geological Survey of Canada. «Bulletin», 115, 1965.

Esta obra trata de una compilación, durante el período de 1846 a 1955, de los análisis químicos (completos y parciales) de las rocas y de los minerales que figuran en las publicaciones y en los archivos de la Comisión Geológica del Canadá. Solamente se mencionan los análisis

originalmente publicados y en su relación comprende 298 rocas ígneas, 185 rocas metamórficas, 347 rocas sedimentarias, 383 minerales y 97 menas.

Cada análisis está acompañado de su número y su emplazamiento geográfico (descripción y emplazamiento, según el nomenclátor topográfico nacional), de la venida geológica, de la descripción petrográfica y de la referencia. Se da el peso específico de la muestra cuando es conocida y las normas fueron calculadas para la mayor parte de las rocas ígneas.

Los análisis se han numerado por orden ascendente a partir de las rocas ígneas intrusivas hasta los minerales, y los análisis asociados son indicados por un sistema de envío. Se establece un índice de nombres y un índice geográfico, así como una lista de obras donde se han publicado los análisis.

El tomo comprende cuatrocientas setenta y seis páginas.—L.

ARRESE, MARTÍN PATINO, MORANTE, M. y JULIO RODRÍGUEZ: *Variación del poder epitáxico de la moscovita por efecto iónico y térmico*. «Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)», tomo 63, págs. 201-222, 1965.

Los autores llegan a las siguientes conclusiones:

- 1.ª Influencia del catión de cambio en el poder epitáxico de diversas micas.
- 2.ª El poder de orientación en la serie alcalina y alcalino-térrea es tanto mayor cuanto menor es el grado de hidratación.
- 3.ª El poder epitáxico crece desde la temperatura ambiente hasta 120° C, donde presenta un máximo.
- 4.ª El agua adsorbita al sistema catión-pared es la unidad del modo más libre y su pérdida ocasiona un aumento del poder epitáxico hasta 120° C, seguido de una fuerte disminución.
- 5.ª El máximo a 120° C parece estar relacionado con la existencia de un radio óptimo epitáxico.
- 6.ª El agua adsorbita a la pared no interviene más que desde 400° C en adelante, posiblemente en superposición con la pérdida de agua reticular, y produce una variación menos brusca del poder epitáxico que la perteneciente a catión-pared.
- 7.ª El agua que corresponde sólo al ión (alcalino-térreo), debe ser la responsable de la disminución a partir de 300° C, sumándose su efecto a del agua adsorbita a la pared.
- 8.ª Las diferencias encontradas a temperatura ambiente, son en general, bastante marcadas, y se reducen considerablemente desde 120° C en adelante.
- 9.ª Los iones, a medida que se deshidratan, establecen menos diferencias que los hidratados, en el poder epitáxico, y las curvas se hacen más análogas.
10. La influencia de la naturaleza del sustrato se observa en la neta distinción entre hidromoscovita y moscovita, la primera de las cuales presenta un segundo máximo a 600° C, debido posiblemente a un aumento de posiciones útiles por pérdida de los  $H_3O^+$ .
11. El segundo máximo supone una mayor ganancia de poder epitáxico en la serie alcalino-térrea, lo que parece indicar que hay una mayor pérdida de  $H_3O^+$ .
12. La pérdida de agua reticular y alteración de la superficie se pone de manifiesto por el descenso del poder epitáxico hasta 1.000° C, en que todavía existe un cierto valor residual.
13. La muestra Be presenta un poder epitáxico muy bajo y casi constante durante todo el tratamiento (a excepción de los máximos).
14. La deshidratación actúa sobre el mecanismo de orientación del  $NH_4^+$ , favoreciendo o inhibiendo el puente de hidrógeno.—L.

**Sección informativa de revistas**

Comenzamos en este número de NOTAS Y COMUNICACIONES, y como anticipo de la nueva época de esta publicación, un servicio de información de revistas referentes a temas geológicos, mineros y conexos, en el cual daremos a conocer a nuestros lectores todas las revistas y comunicaciones que se reciben en la Biblioteca del Instituto Geológico y Minero de España, con detalle de los índices de aquéllas que contengan temas de interés con las actividades antes mencionadas.

Esperamos que la nueva sección sea del agrado de nuestros lectores y les preste buenos servicios.

LA REDACCIÓN

MEMORIAS DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS Y ARTES DE BARCELONA.

Vol. XXXV, núm. 7, septiembre de 1964.

Jesús Mir Amorós: *La potasa al día.*

---

PALEONTOLOGÍA MEXICANA, núm. 21. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. México, D. F., 1965:

*Estratigrafía y paleontología del Jurásico Superior de la parte centroccidental del Estado de Puebla.*

J. M. Pérez-Ibarguengoitia, Alfonso Hokuto-Castillo y Zoltán de Cserna: *Reconocimiento geológico del área de Petlalcingo-Santa Cruz, Municipio de Acatlán, Estado de Puebla.*

Gloria Alencaster de Cserna y Blanca Estela Buitrón: *Fauna del Jurásico Superior de la región de Petlalcingo.*

---

MINISTERIO DEL AIRE. Servicio Meteorológico Nacional: *Valores diarios de las precipitaciones en la cuenca del Guadiana. Enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio 1965*

---

BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Órgano del Instituto «Lucas Mallada», de Geología. Sección de Geología.

Tomo 63, núm. 1, año 1965.

Francisco Hernández-Pacheco: *La formación de la raña al S. de la Somosierra occidental.*  
I. Asensio Amor y N. Teves Rivas: *El proceso de relleno con materiales arenosos y fangoso-arenosos en la ría de Foz (Nota previa).*

Joaquín Montoriol-Pous y Manuel Font Altaba: *Contribución al conocimiento de los sulfuros metálicos del yacimiento «Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona).*

I. Asensio Amor y N. Teves Rivas: *Erosión marina y formación de canturrales en la ría de Vñero* (Nota previa).

J. Pérez Mateos: *Contribución al estudio de los arenales costeros de Galicia. III. Los arenales de Carballo*.

A. Martín Pérez: *Determinación analítica e interpretación geoquímica del contenido de flúor y fósforo en rocas sedimentarias del sector central de las cordilleras béticas*.

Joaquín Montoriol-Pous: *Contribución al conocimiento mineralógico y mineralogénico de un nuevo tipo de yacimiento de yeso descubierto en los «tubos de lava» de la isla de Lanzarote (Canarias)*.

BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Órgano de los Institutos «José de Acosta», de Zoología, y «Antonio J. de Cavanilles», de Botánica. Sección de Biología.  
Tomo 63. núms. 1-2. año 1965.

BOLETÍN DE LA REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE HISTORIA NATURAL. C. S. I. C. Órgano del Instituto «Lucas Mallada», de Geología. Sección de Geología.  
Tomo 62. núm. 2, año 1964.

F. Hernández-Pacheco e I. Asensio Amor: *Materiales arenosos de los alrededores de Madrid*.

I. Asensio Amor y N. Teves Rivas: *Estudio fisiográfico-sedimentológico de las Rías Altas Gallegas. I. Ría del Barquero* (Nota previa).

A. Félix, M. L. Canut y J. L. Amorós: *Dilatación térmica y desorden de apilamiento en cristales moleculares. I. 2,2'-piridil*.

J. L. Amorós: *Notas sobre la historia de la Cristalografía y Mineralogía. V. La Mineralogía española en 1800: La «Origtognosia» de Andrés del Río*.

T. Martín-Patiño, F. Arrese y Julio Rodríguez: *Variación térmica del poder epitáxico de la biotita*.

Joaquín Montoriol Pous y Manuel Font Altaba: *Contribución al conocimiento de la fluorita del yacimiento «Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona)*.

Leo Imperatori: *Cuándo apareció el hombre. Consideraciones sobre el amuleto musteriense de Perales del Río*.

E. Aguirre: *Presencia en España de un fósforo del Neógeno chino, Metauros Zdanski*.

Josefa Menéndez Amor and F. F. Florschütz: *Results of the preliminary palynological investigation of samples from a 50 m boring in southern Spain*.

THE QUARTERLY JOURNAL OF THE GEOLOGICAL OF LONDON. Publ. por la Sociedad Geológica de Londres.  
Vol. 121. núm. 121, noviembre 1965.

F. W. Shotton: *Normal faulting in British Pleistocene deposits*.

D. H. Krinsley y B. M. Funnell: *Environmental history of sand grains from the Lower and Middle Pleistocene of Norfolk, England*.

M. N. Hill y F. J. Vine: *A preliminary magnetic survey of the Western Approaches of the English Channel. Isotopic age-determinations of rocks from the British Isles, 1954-64; con una introducción de P. A. Sabine y J. V. Watson*.

ANALES 1964. DEL INSTITUTO FORESTAL DE INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS. Publ. por la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial.  
Año XXXVI, núm. 9.

THE JOURNAL OF EARTH SCIENCES, NAGOYA UNIVERSITY. Publ. por el Instituto de Ciencias de la Tierra, de la Universidad de Nagoya (Japón).  
Vol. 12, núm. 1, junio 1964.

K. Miyakawa: *A peculiar porphyroblastic albite schist from Nichinan-cho, Tottori Prefecture, southwest Japan*.

S. Mizutani: *Superficial folding of the Palaeozoic system of central Japan*.

Y. Shimazu: *Energy analysis of geological phenomena. An aid to obtain a quantitative information of crustal evolution*.

Y. Shimazu e Y. Kohno: *Unsteady mantle convection and tectogenesis*.

EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN ESPAÑA. Publ. por el Servicio Nacional de Excavaciones Arqueológicas de la Dirección General de Bellas Artes.  
Tomo 40, 1965.

E. Ripoli Perelló, J. Barberá Farrás y M. Llongueras Campaña: *Poblado de Puig Castellar (San Vicente dels Horts, Barcelona)*.

Tomo 41, 1965.

\* \* \*

Martín Almagro Corbea: *La necrópolis celtibérica de «Las Madrigueras» (Carrascosa del Campo, Cuenca)*.

Tomo 42, 1965.

\* \* \*

Domingo Fletcher Valls, Enrique Pla Ballester y Enrique Llobregat Conesa: *La Ereta del Pedregal (Navarrés, Valencia)*.

Tomo 43, 1964.

\* \* \*

Elena Losada Gómez y Rosa Donoso Guerrero: *Excavaciones en Segóbriga*.

MISCELÁNEA. Publ. por la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba (Argentina).  
Núm. 44, 1964.



GEOLOGICA HUNGARICA. Publ. por el Instituto Geológico de Hungría, Budapest.  
Tomo 13, 1964.

J. Fülöp: *Formaciones del Cretáceo inferior (Berriasense-Aptense) de los montes de Bakony* (en húngaro, alemán y ruso).

\* \* \*

Tomo 14, 1964.

Dr. S. Végh: *Geología de las formaciones retiensas de la parte meridional de los montes de Bakony en Hungría* (en húngaro, alemán y ruso).

AUFBEREITUNGS-TECHNIK. Publ. por Verlag für Aufbereitung, Wiesbaden (Alemania) (en alemán).

Núm. 11, noviembre 1965.

H. Weiss: *Grandes instalaciones móviles de quebrantado.*

Prof. Dr. Ing. E. V. Ezzantho y Dr. Ing. H. Hildenbrand: *Investigaciones sobre la conductibilidad eléctrica de minerales y su deflexión en el separador eléctrico de rodillos.*

L. A. Fayed: *La preparación de arenas de monacita.*

E. O. Riedel: *Experiencias con materiales cerámicos de óxido en la técnica del cribado.*

ECONOMIC GEOLOGY. Bulletin of the Society of Economic Geologists.

Tomo 60, núm. 6, septiembre octubre 1965.

H. D. Holland: *Some Applications of Thermochemical Data to Problems of Ore Deposits. II. Mineral Assemblages and the Composition of Ore-Forming Fluids.*

J. S. Brown: *Lead Isotopes of Pegmatites, Granites and Ores.*

J. F. Holtrop: *The Manganese Deposits of the Guiana Shield.*

M. M. Roy: *Studies on Coal Macerals. III. Aerial Oxidation of Macerals.*

D. R. Derry, G. R. Clark and N. Gillatt: *The Northgate Base-Metal Deposit at Tynagh, County Galway, Ireland.*

Supriya Roy: *Comparative Study of the Metamorphosed Manganese Protorees of the World. The Problem of the Nomenclature of the Gondites and Kodurites.*

M. A. Kays: *Petrographic and Modal Relations, Sanford Hill Titaniferous Magnetite Deposit.*

W. R. Griffiths: *Recently Discovered Beryllium Deposits Near Gold Hill, Utah.*

C. M. Taylor and A. S. Radtke: *Preparation and Polishing of Ores and Mill Products for Microscopic Examination and Electron Microprobe Analysis.*

D. E. Cadwell and P. W. Weiblen: *Diamond Disc Preparation of Polished Thin Sections for Electron Microprobe Analysis.*

THE AMERICAN MINERALOGIST. Publicado por The Mineralogical Society of America.

Volumen 50, núms. 5 y 6, mayo-junio 1965.

T. A. Häkli, Y. Vuorelainen and Th. G. Sähamä: *Kitkaite (NiFeSe), a new mineral from Kuusamo, Northeast Finland.*

S. Kume and M. Koizumi: *Synthetic pollucites in the system  $Cs_2O-Al_2O_3-4SiO_2-Cs_2O-Fe_2O_3-4SiO_2-H_2O$  their phase relationship and physical properties.*

Charles Milton, Blanche Ingram, Joan R. Clark and Edward J. Dwornik: *Mckelveyite, a new hydrous sodium barium rare-earth uranium carbonate mineral from the Green River formation, Wyoming.*

Bruce R. Doe and Marcia F. Newell: *Isotopic composition of uranium in zircon.*

Persio de Souza Santos, G. W. Brindley and Helena De Souza Santos: *Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clays: Part III. A fibrous kaolin mineral from Piedade, Sao Paulo, Brazil.*

Wa'demar T. Schaller, Angelina C. Vlisidis and Mary E. Mrose: *Macallisterite,  $2MgO-6B_2O_3-15H_2O$ , a new hydrous magnesium borate mineral from the Death Valley region, Inyo County, California.*

J. J. Papike and Tibor Zoltai: *The crystal structure of a marialite scapolite.*

H. P. Schwarcz and E. L. Speelman: *Determination of sulfur and carbon coordination in scapolite by infra-red absorption spectrophotometry.*

Cynthia W. Mead, Janet Littler and E. C. T. Chao: *Metallic spheroids from Meteor Crater, Arizona.*

J. A. Chamberlain and R. N. Delabio: *Mackinawite and vallerite in the Muskox intrusion.*

Edwin Roedder: *A laboratory reconnaissance of the liquidus surface in the pyroxene system  $En-Di-Hd-Fs$  ( $MgSiO_3-CaMgSi_2O_6-CaFeSi_2O_6-FeSiO_3$ ).*

C. G. A. Harrison and M. N. A. Peterson: *A magnetic mineral from the Indian Ocean.*

Paul B. Moore: *Hühnerkobelite crystals from the Palermo pegmatite, North Groton, New York*  
Por Thornton L. Neathery: *Paragonite pseudomorphs after kyanite from Turkey Heaven Mountain, Cleburne County, Alabama.*

R. C. Doman, C. G. Cinnamon and S. W. Bailey: *Structural discontinuities in the plagioclase feldspar series.*

Ronald J. Gibbs: *Error due to segregation in quantitative clay mineral X-ray diffraction mounting techniques.*

John T. Whetten: *Mineralogical Notes: Weirakite from low-grade metamorphic rocks on St. Croix, U. S. Virgin Islands.*

Ferenc E. Rosztoczy: *The growth of crocoite single crystals.*

E. Vm. Heinrich: *Fuerther information on the geology of chromian muscovites.*

A. Bergstein, J. Sesták and E. Kitzinger: *Phases in the spinel region of the system  $CuO_x-MnO_y-FeO_z$ .*

Herman E. Roberson and Edward C. Jonas: *Clay minerals intermediate between illite and montmorillonite.*

Robert O. Fournier: *Montmorillonite pseudomorphic after plagioclase in a porphyry copper deposit.*

Clifford Frondel and Jun Ito: *Composition of palermoite.*

Clifford Frondel: *Johannsenite and manganoan hortonolite from Franklin, New Jersey.*

C. B. Rubinstein and R. L. Barnes: *Crystallographic data for rare-earth aluminium garnets: Part II.*

Margaret D. Foster and Waldemar T. Schaller: *New analysis of Genth's volborthite.*

F. Donald Bloss: *Pitfall in determining 2θ in micas.*

A. K. Baird, D. A. Copeland, D. B. McIntyre and E. E. Welday: *Note on «Biotite mica effect in X-ray spectrographic analysis of pressed rock powders» by A. Volborth.*

E. J. Cabri: *Discussion of «Empressite and stuetzite redefined» by R. M. Honea.*

Russell M. Honea: *Repli to «Discussion of 'Empressite and stuetzite redefined'».*

Michael Fleischer: *New Mineral Names.*

HOJAS GEOLÓGICAS 1:25.000 DE BÉLGICA. Publ. por el Service Géologique de Belgique.  
Jurbise-Obourg 140. Saint-Vith. Schönberg. 233.

CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE. DÉPARTEMENT DE LA GUYANE. Escala 1:100.000.  
Publ. por el Ministerio de Industria. París. 1964.  
Hoja de Lawa-Abouamy (y memoria explicativa).

HOJAS-ÍNDICE DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DEL CANADÁ. Escala 1:1.000.000. Publ. por el Geological Survey of Canada.  
Hojas núms. 1, 20, 42, 82, 92, 93, 94, 103, 104 y 114 E, 107 y 117.

MAPAS GEOLÓGICOS DEL CANADÁ. Series preliminares. Publ. por el Geological Survey of Canada.  
Mapa núm. 2-1965, Bassano. Escala 1:253.440. Mapa núm. 5-1965, Comox Lake area. Escala 1:126.720.

CATALOGUS ORIGINALIUM FOSSILIIUM HUNGARIAE. Pars zoologica  
Por J. Boda.  
Publ. por M. All. Földtani Intézet, Budapest, 1964.

MINERAL RESOURCES OF SAUDI ARABIA.  
Guía para inversiones y desarrollo.  
Boletín núm. 1, 1965.  
Publ. por el Ministerio del Petróleo y Recursos minerales, Jiddah, Arabia Saudí.

ANNALES INSTITUTI GEOLOGICI PUBLICI HUNGARICI. Publ. por el Instituto Geológico de Hungría, Budapest.  
Vol. 50, fasc. 1, 1964.

G. Pantó y L. Mikó: *Los yacimientos minerales de Nagybörzsöny* (en húngaro).

BOLETÍN INFORMATIVO. Publ. por el Instituto de Ingenieros Civiles.  
Año XIII, núm. 76, septiembre-octubre 1965.

BOLETÍN INFORMATIVO. Sindicato Nacional del Combustible.  
Núm. 4, octubre 1965.

BOLETÍN DE INFORMACIÓN. Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Departamento de Organización Científica del Trabajo.  
Núm. 205, octubre 1965.

BOLETÍN DE INFORMACIÓN. Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Departamento de Organización Científica del Trabajo.  
Núm. 206, noviembre 1965.

NUCLEAR SCIENCE ABSTRACTS. Publ. por la United States Atomic Energy Commission, Division of Technical Information.  
Tomo 19, núm. 16, agosto 1965.

\* \* \*

Tomo 19, núm. 17, septiembre 1965.

\* \* \*

Tomo 19, series 1-24.225. Enero-junio 1965, Índice semianual.

GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el United States Department of the Interior, Geological Survey.  
Núm. 224, septiembre 1965.

Índice de literatura relativa a la física de la corteza terrestre y a la exploración geológica.

COLOQUIOS SOBRE INVESTIGACIÓN E INDUSTRIA. Publ. por el Patronato de Investigación Científica y Técnica «Juan de la Cierva», C. S. I. C.  
Núms. 21-24, octubre 1964.

HOJAS GEOLÓGICAS 1:250.000 DE AUSTRALIA. Publ. por el Geological Survey of Western Australia.

Boorabbin, W. A.: *Hoja SH/51-13, 1963.*

Balfour Downs, W. A.: *Hoja SF/51-9, 1964.*

Dampier y Barrow Island, W. A.: *Hojas SF/50-2 y SF. 50-1.*

HOJAS GEOLÓGICAS 1:200.000 DE COLOMBIA. Publ. por el Ministerio de Minas y Petróleos, Bogotá.

Mapa geológico de la plancha 1-8, Medellín.

BOLETÍN DE ESTUDIOS GEOGRÁFICOS. Publ. por el Instituto de Geografía, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Tomo IX, núm. 37, octubre-diciembre 1962.

A. C. Regairaz: *Importancia de algunos rasgos geomorfológicos del presente y del pasado en Mendoza y su vinculación con recursos naturales energéticos.*

SERIYA GEOLOGICHESKAYA. Publ. de la Academia de Ciencias de la U. R. S. S., Moscú.

Núm. 10, octubre 1965 (en ruso).

F. I. Volfson y M. A. Favorskaya: *En memoria del académico Sergio Sergueievich Smirnov.*

G. S. Chteinberg: *Morfología comparada de los cráteres y circos de la luna con algunas formaciones volcánicas de Kamtchatka.*

F. I. Volfson y L. I. Lukin: *Fundamentos de localización de depósitos hidrotermales en diversos pisos estructurales.*

G. S. Gnibidenko: *Sobre la situación estructural del complejo metamórfico del Chutotk meridional.*

Yu. S. Karetin: *Sobre el papel del desplazamiento jurásico de las fallas en la formación de las depresiones y estructuras del Mesozoico Inferior de los Urales meridionales.*

K. K. Zelenov: *Titanio de origen volcánico en zonas de hipergénesis.*

A. P. Lijachev: *Papel del gabro leucocrato en la formación de intrusiones diferenciadas de norilskita.*

E. F. Maleyev: *Formaciones vulcano-plutónicas y minerales de Transcarpatia.*

M. Kralova: *Piropos de las peridotitas piroxeno-granatíferas de las montañas centrales checas.*

A. V. Urusov y L. Ya. Saydakovskiy: *Nuevos datos sobre los sedimentos triásicos inferiores de las capas surorientales del anticlinal de Veronicch y de la parte occidental precaspiana.*

*Informaciones breves diversas.*

SERIYA GEOLOGICHESKAYA. Publicación de la Academia de Ciencias de la U. R. S. S., Moscú.

Núm. 11, noviembre 1965 (en ruso).

E. K. Gerling, Yu. D. Puchkarev y N. V. Kotov: *Comportamiento de algunos minerales por calentamiento en argón en condiciones de presión elevada.*

T. V. Karpinskaya, L. L. Shanin y I. V. Borisevich: *Introducción artificial de argón en la mica, olivino y piroxeno.*

Ya. N. Belevtsev: *Particularidades de la metalogénia del escudo precambriano.*

P. N. Kropotkin y B. M. Valyaev: *Sobre la naturaleza de presiones anormalmente elevadas de las capas en yacimientos de petróleo y gas.*

A. M. Demin, S. M. Kropachev y I. V. Krut: *Complejo volcánico devoniano en el Norte del Cáucaso.*

A. V. Chekunob, I. A. Garkalenko y G. E. Jarechko: *Fallas profundas en el Norte del Mar Negro y desplazamiento longitudinal de las mismas.*

V. G. Belichenko y P. M. Jrenov: *Sobre las Caledónidas del Baikal.*

M. A. Petrossiants y L. O. Tarasov: *Sobre los complejos palinológicos de los sedimentos coniacenses, santonenses, campanenses y macstrichtenses de los pisos del Turkmenistán oriental.*

G. N. Brovko, M. I. Graiser y A. E. Mogilev: *Nuevos datos sobre la paleogeografía del Carbonífero Inferior de la región del Altaí-Sayan.*

O. V. Yuferev y O. I. Boguch: *Leyes fundamentales de distribución de los foraminíferos en Eurasia durante la época del Carbonífero Inferior (Famemiense-Bashkiriense).*

D. I. Chtcherbakov, F. V. Chujrov, F. I. Volfson y L. I. Lukin: *Sobre las actividades científicas del académico Iosif Fedorovich Grigoriev.*

TULANE STUDIES IN GEOLOGY. Publ. por la Tulane University of Louisiana, Nueva Orleans, E. E. U. U.

Vol. 3, núm. 3, mayo 1965.

Rober Douglas y William V. Siite: *Taxonomic revision of certain Discobacca and Orbitoidacea (Foraminiferida).*

Joseph D. Martinez: *Photometric determination of preferred orientation of feldspars in fine-grained igneous rocks.*

Andrew A. Arata y Crawford G. Jackson Jr.: *Cenozoic vertebrates from the Gulf Coastal Plain-1.*

NEW ZEALAND JOURNAL OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS.

Tomo 8.º, núm. 4, agosto 1965.

H. R. Blank: *Ash-flow deposits of the Central King Country, New Zealand.*

A. Ewart: *Mineralogy and petrogenesis of the Whakamaru ignimbrite in the Maraetai Area of the Taupo Volcanic Zone, New Zealand.*

R. C. Martin y A. Malahoff: *Some recent russian studies of ignimbritic rocks.*

B. W. Collins: *The volcanoes of Auckland.*

ACTA PALEONTOLOGICA POLONICA. Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia. Tomo X, núm. 3, 1965.

Hanna Gorka: *Los microfósiles del Jurásico Superior de Magnuszew (Polonia).*

Jerzy Fedorowski: *Lindstroemiidae y Amplexocariniidae del Devoniano Medio de Skaly (Montes de Swietokrzykie), Polonia.*

Waclaw Baluk: *Chitonidae del Tortonense de la depresión de Nowy Sacz, Polonia.*

John T. Temple: *Braquiópodos del Ordoviciense Superior de Polonia y Gran Bretaña.*

Publicaciones del CENTRO NACIONAL DE GEOLOGÍA DE LA HULLA.  
Publ. núm. 10, 1965.

Bernard Max Aderca: *Estudios paleontológicos, estratigráficos y tectónicos en el Westfalense B del macizo llamado Dressants d'Anderlues del distrito de Charleroi.*

Extracto del BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALEONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE.

Alan B. Shaw: *Time in Stratigraphy.*

TÉCNICA DEL AIRE COMPRIMIDO.

Tomo I, núm. 12, septiembre-octubre 1965.

ACTA CUYANA DE INGENIERÍA. Publ. por la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.  
Vol. III, 1960.

Dr. Ing. A. Schoklitsch: *Légamos y acarreos.*

GRÖNLANDS GEOLOGISKE UNDERSÖGELSE.

Boletín núm. 57, 1965.

B. J. Walton: *Sanerutian appinitic rocks and Gardar dykes and diatremes, North of Narssarsuaq, South Greenland.*

\* \* \*

Boletín núm. 58, 1965.

B. F. Windley: *The composite net-veined diorite intrusives of the Julianehab district, South Greenland.*

\* \* \*

Boletín núm. 56, 1965.

Tove Birkelund: *Ammonites from the Upper Cretaceous of West Greenland.*

\* \* \*

Boletín núm. 53, 1965.

D. Bridgewater: *Isotopic age determinations from South Greenland and their geological setting.*

\* \* \*

Boletín núm. 54, 1965.

W. Stuart Watt: *Textural and field relationships of basement granitic rocks, Qaersuarsuk, South Greenland.*

\* \* \*

Boletín núm. 55, 1965.

T. C. R. Pulvertaft: *The eqaloqarfia layered dyke, Nunarssuit, South Greenland.*

THE MINING ENGINEER. Publ. por The Institution of Mining Engineers.

Núm. 62, noviembre 1965.

I. H. Morris: *Some factors affecting rates of methane extraction.*

N. C. B.: *Report on the development of explosionproof hardstem stoppings. The East Midlands Divisional Committee.*

R. Hartill: *Remote control applied to underground conveyors.*

J. H. R. Cope: *Philosophy and future developments of R. O. L. F.*

ACTUALIDAD PORTUGUESA.

Boletín de los Servicios de Información de la Embajada de Portugal.

Núm. 12, año III, octubre 1965.

INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y ECONOMÍA.

Secretaría General Técnica. Servicio de Estadística, Ministerio de Agricultura.

Agosto-septiembre 1965.

ERRORES Y FRACASOS DE LA ERA POLÍTICA (El pensamiento de Salazar).

Discurso pronunciado por el Excmo. Sr. Presidente del Consejo, Dr. Oliveira Salazar, en el acto de toma de posesión de la Comisión Ejecutiva de Unión Nacional, en 18 de febrero de 1965. Secretariado Nacional da Informação.

Lisboa, 1965.

DOCUMENTACIÓN SIDERÚRGICA.

Dirección Comercial, Servicio de Desarrollo de Mercado.

Ensidesa (Empresa Nacional Siderúrgica, S. A.).

Documento núm. 13, octubre 1965.

REVISTA DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
Vol. 7, núm. 1/2, septiembre-diciembre 1964.

ASKANIA-WARTE. Continental Elektroindustrie Aktiengesellschaft.  
Año 21, núm. 64, octubre 1964.

INDUSTRIAS DEL CEMENTO (Memoria 1964).  
Servicio de Publicaciones de la Secretaría General Técnica, Ministerio de Industria  
Madrid, 1965.

LIST OF ACCESSIONS TO THE LIBRARY. Science Museum Library.  
Núms. 1.810, 1.811, 1.812 y 1.813, septiembre 1965.

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. Publ. por The American Chemical Society.  
Vol. 87, núm. 20, octubre 1965.

\* \* \*

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.  
Núm. 18, septiembre 65, vol. 87.

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES.

Robert Giraudon: *La série basique de la Rianila, le complexe gabbro-syenitique de l'Iharandahy et leur cadre géologique sur la cote orientale de Madagascar.*

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. Publ. por el Organo de los Ingenieros de Caminos, Canales  
y Puertos.  
Núm. 3.006, octubre 1965.

DOCUMENTACIÓN INTERNACIONAL. Publ. por el Ministerio de Asuntos Exteriores.  
Núm. 31, julio-agosto 1965.

ANNALES UNIVERSITATIS MARIAE CURIE. SKŁODOWSKA. Publ. por la Universidad María Curie.  
Skłodowska, Lublin.

Vol. XVIII, sección B, 1965.  
C. Pachuchki: *La fauna de Ammonites del Bononiense Inferior y del Kimmeridgiense Superior en Belchatow y Tuszyn.*

- S. Uziak: *Pseudorendzinas jurásicas en la altiplanicie de Cracovia, Czeszochowa.*  
J. Pomian: *The influence of field relief on flysch Rendzinas.*  
J. Cegla: *On the origin of the quaternary silts in the carpathian mountains.*  
A. Chalubinska y E. Przesmycka: *Indice de relief de la voïvodie de la Stupnica.*  
S. Nakonieczny: *The karst relief of Dubeczno peat substratum.*  
A. Kesik: *Karst phenomena in the environs of Radin.*  
M. Harasimiuk: *Decalcified «opoka» in Lechówka near Rejowiec.*  
L. Barwinska: *Density population in a choropleth map (cartogram) and a geographical map.*  
E. Rederows: *The sources of the river Bystrzyca in the Lublin province.*  
K. Wojciechowski: *Water deficits and surpluses in the Lublin voïvodship.*  
B. Szalkiewiczówna: *Changements de l'équilibre hydrodynamique de la nappe d'eau souterraines dans une zone de rebord morphologique (exemple pris du Plateau de Lublin).*  
E. Duszynska: *Hydrographical changes in the Por valley.*

BULLETIN DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE LA RÉPUBLIQUE SOCIALISTIQUE MACÉDONIENNE.  
Fasc. 10, 1963, Skopje.

- M. Strachkov: *Fosa tectónica en la planicie de Gradichk y sus alrededores (en ruso).*  
I. Nestorovski y S. Jristov: *Composición geológica y tectónica en las montañas de Suva Gora, Osoj, Suva Planina, en el valle del río Treska (en yugoslavo).*  
V. Majer y B. Crnkovic: *Efusite rocks from the surroundings of Kriva Palanka in Macedonia (resumen en inglés).*  
E. Vujanovitch: *Determinación de las temperaturas de formación de los filones de cuarzo de Pelagoniy (Macedonia) utilizando el método de decrepitación (resumen en ruso).*  
M. Simitch y V. Simitch: *Mineral facies in the metamorphic series of the green shists on the mountain Plačkovica, S. R. of Makedonia (resumen en inglés).*  
D. Guzelkovski y J. Pentserkovski: *Beitrag zur Kenntnis der geologischen Bildung und hidrogeologischen Verhältnisse des Pelagonischen Beckens und seines Randes (resumen en alemán).*  
V. Vujanovitch: *Estudio de yacimientos metálicos en Bogomil, Macedonia (resumen en ruso).*  
S. Vukashinovitch: *The anomalous magnetic field of Macedonia and its connection with geological features of the country.*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
Num. 21, 1965.

Robert Mulligan: *Geology of Canadian lithium deposits.*

GEOS. Publ. por la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia (Caracas).  
Núm. 12, mayo 1965.

Clemente González de Juana: *Notas geológicas sobre las rocas metamórficas de la región de Caratal Municipio El Rincón, Estado Sucre.*

George A. Seiglie y Pedro J. Bermúdez: *Monografía de la familia de foraminíferos Glabratellidae*

CONSEJO SUPERIOR GEOGRÁFICO. Secretaría Técnica  
Memoria General correspondiente al año 1964.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL ZAIDÍN.  
Núm. 2. Memoria 1963-1964.

NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GÉOLOGIQUE. Publ. por Editions du Service Géologique du Maroc (Rabat).  
Núm. 71.

Georges Cherotzky: *Lexique Pétrographique*.

OKLAHOMA GEOLOGY NOTES. Publ. por Oklahoma Geological the University of Oklahoma  
Volumen 25, núm. 7, julio 1965.

Charles Gregoire and Curt Teichert: *Conchiolin Membranes in Shell and Cameral Deposits of Pennsylvanian Cephalopods, Oklahoma*.

Rolf Engleman: *Block Diagram of Quachita Structure*.

Carl C. Branson: *New Names for Some Oklahoma Brachiopods*

Volumen 25, núm. 8, agosto 1965.

James E. Conkin and Barbara M. Conkin: *Ordovician (Richmondian) Foraminifera from Oklahoma, Missouri, Illinois and Kentucky*.

Harrel L. Strimple and Richard Boyt: *Rhodocrinites beanci, New Species, from the Hampton Formation (Mississippian) of Iowa*.

James Harrison Quinn: *Reevaluation of Pygmaeoceras*.

Richard W. Hedlund: *Palynological Assemblage from the Permian Wellington Formation, Noble County, Oklahoma*.

Volumen 25, núm. 9, septiembre 1965.

Carl C. Branson: *New Species of Conocardium*.

Carl C. Branson: *Holotype of Type Species of Mortonoceras*.

L. R. Wilson: *Rhizophagites, a Fossil Fungus from the Pleistocene of Oklahoma*

Volumen 25, núm. 10, octubre 1965.

C. A. Merritt: *Mt. Scott Granite, Wichita Mountains, Oklahoma*.

Carl C. Branson: *Petrodus in Oklahoma*.

GRONLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT NR. 2. Publ. por The Geological Survey of Greenland Report n.º 2.  
København, 1964.

Valdemar Poulsen: *The Sandstones of the Precambrian Eriksdjord Formation in South Greenland*.

\* \* \*

GRONLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT BR. 4. Publ. por The Geological Survey of Greenland Report n.º 4.  
København, 1965.

Ole Olesen: *Jordtemperaturmalinger I Frederikshab*.

BULLETIN OF THE SEISMOGRAPHIC STATIONS. Publ. por University of California Berkeley.  
Volumen 32, núm. 3, 1965.

*Local earthquakes in northern California, Nevada and Oregon.*

*Map of epicenters in northern California, western Nevada and Southern Oregon.*

*Map of epicenters in the central Coast Ranges of California.*

Cinna Lomnitz, Michio Otsuka y Hemendra Acharya: *Registration of earthquakes*.

SERIE «BIBLIOGRAPHIES». Publ. por Centro d'Etudes Nucleaires de Saclay.  
Núm. 61, 1965.

Ghislaine Contamin: *Les Composés des Gaz Rares*.

\* \* \*

Núm. 63, 1965.

Micheline Berton: *Applications Scientifiques des explosions nucleaires. Lière partie: Excavations (cratering)*.

GEOGRAPHICAL REVIEW. Publ. por The American Geographical Society of New York.  
Octubre 1965.

H. L. Cameron: *The Shifting Sands of Sable Island*.

Charles H. V. Ebert: *Water Resources and Land Use in the Qatif Oasis of Saudi Arabia*.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALEONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE.  
Tomo LXXIII (1964), fasc. 3, 1965.

Pierre L. Maubeuge: *Quelques données stratigraphiques nouvelles sur le problème du Permo-Trias dans la région frontiere belgo-luxembourgeoise au Nord d'Arlon: preuves de l'existence du Permien caractérisé*.

W. F. Maes, J. Souffriau, P. I. Staner et L. Baetslé: *Utilisation de radiotraceurs en hydrologie souterraine.*

Betsy Rozen: *Contribution à l'étude des Hystrichosphères et Dinoflagellates d uBartonian belge.*

R. Paepé: *Les dépôts quaternaires de la plaine de la Lys.*

P. Sartenaer: *Signification et importance du genre Cyrtiopsis dans les dépôts famenniens inférieurs. Quatrième note. Position systématique et stratigraphique du lectotype de l'espèce Spirifer Murchisonianus de Verneuil, E. 1845.*

Albert Lhoest et André Pastiels: *Deuxième contribution à l'étude des Conchos tracés du Westphalien de la Belgique.*

E. Roche: *Sporomorphes paléocènes des lignites du sondage de Loksbergen.*

J. Bouckaert and B. Owodenko: *Namurian Goniatite succession in the Coalfield of Djerdad (Eastern Morocco).*

R. Van Tassel: *Concrétions tubulées du Merksemien (Pléistocène inférieur), à Anvers.*

J. de Heinzelin: *Pogonophores fossiles?*

P. Goossens et T. Van Autemboer: *Minéralisations et sucrine zébrée dans la sierra de Baza (Andalousie, Espagne).*

J. Parent et P. Dumont: *La géologie du site de la centrale nucléaire de Chooz (Ardennes françaises).*

William R. Judd: *State of Stress in the Earth's Crust (C. R. par A. Delmer).*

Werner Schwan: *Begriff und Bedeutung der Leitstrukturen. Ein Beitrag zur tektonischen Forschungsmethodik (C. R. par B. Aderca).*

Alan B. Shaw: *Time in stratigraphy (C. R. par W. Van Leckwijck).*

Prof. Dr. Alfred Eisenack: *Katalog des fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und verwandten Mikrofossilien. Band I: Dinoflagellaten (C. R. par Pierre Piéart).*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
64-49, 1965.

R. A. Washington: *Construction and calibration of an apparatus for the measurement of surface areas of powdered samples.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
65-26, 1965.

D. K. Norris, R. D. Stevens and R. K. Wanless: *K-Ar Age of igneous pebbles in the McDougall, Segur conglomerate, Southeastern Canadian cordillera.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
65-19, 1965.

L. H. Green: *The mineral industry of Yukon territory and southwestern district of Mackenzie 1964.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
Núm. 334, 1965.

E. J. W. Irish: *Geology of the rocky mountain foothills, Alberta (between latitudes 53° 15' and 54° 15').*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
65-4, 1965.

W. Dyck, J. G. Fyles and Blake, Jr.: *Geological Survey of Canada Radiocarbon dates IV.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
64-39, 1965.

L. V. Brandon: *Groundwater hydrology and water supply in the district of Mackenzie, Yukon territory and adjoining parts of british Columbia.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
65-15, 1965.

P. A. Hacquebard, A. R. Cameron and J. R. Donaldson: *A depositional study of the Harbour Seam, Sydney Coalfield, nova Scotia.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
65-10, 1965.

Ann P. Sabina: *Rocks and Minerals for the collector: Northeastern Nova Scotia, cape breton and prince Edward Island.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Publ. por Department of Mines and Technical Surveys.  
64-43, 1965.

A. Larochelle: *The design of a spinner-type remanent magnetometer.*

\*\*\*

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA. Economic Geology Report. Publ. por el Department of Mines and Technical Surveys.  
Núm. 22, 1965.

G. A. Gross: *Geology of iron deposits in Canada. Vol. I. General Geology and Evaluation of Iron Deposits.*

BULLETIN OF THE MINERAL RESEARCH AND EXPLORATION INSTITUTE OF TURKEY. Publ. por Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Ankara (Turquia).  
Número 62, abril 1964.

Sadrettin Alpan: *The opening speech by the General Director on the occasion of granting «Service Memorial Medals» to those who worked for the M. T. A. Institute for twenty-five Adnan Kalafatcioglu and Hayri Uysall: Geology of the Beypazari-Nallihan-Seben region.*

Karl Nebert: *Nordbewegungen im südwestlichen Taurus (südlich Akseki).*

Karl Nebert: *Zur Geologie des Kelkit Cay-Oberlaufs südwestlich von Siran (Nordostanatolien).*

Tamer Ayan and Cavit Bulut: *General geology of the area defined by the polygone Balaban-Yazihan-Kursunlu-Lercent (Vilayet Malatya).*

Jobst Wipperfurth: *Die Stellung des Menderes Massivs in der alpidischen Gebirgsbildung.*

Jobst Wipperfurth: *Die Aluminium, Rohstoffe in der Türkei.*

Raimund Vaché: *Die Blei, Zinklagerstätte am Kakirdag im Antitaurus (Provinz Kayseri).*

Gernot G. Schmidt: *A review of Permian and Mesozoic formations exposed near the Turkey/Iraq border at Harbol.*

Basil Brown: *The economics of nuclear power.*

A. Vandercammen: *Spinella kiragii nov. sp. (Brachiopoda-Spiriferidae).*

N. Sönmez-Gökçen: *Introduction aux Ostracodes.*

*Mining activities in Turkey during 1963.*

ANUARIO DEL OBSERVATORIO CENTRAL GEOFÍSICO DE TOLEDO. Publ. por el Instituto Geográfico y Catastral.  
Geomagnetismo, Corrientes telúricas y Meteorología.  
Año 1961.

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL. Sección 1.<sup>a</sup> (Geodesia y Geofísica).  
Servicio de Sismología.

Boletín Sismológico de simos próximos formulado por el Laboratorio Central de Sismología (I.C.S.S.).

(Quinta publicación, septiembre, octubre, noviembre y diciembre 1964).

SERVIÇOS DE GEOLOGIA E MINAS DE ANGOLA (PORTUGAL).

Boletim 9, enero a junio 1964.

H. R. Korpershoek: *The Geology of Degree Sheet  $\frac{Sol B - 33}{H - N}$  (Noqui, Tomboco).*

«Math. Phys. Drs.».

*Notas e Estadística sobre a actividade mineira na Província de Angola, durante o ano de 1963.*

GEOLOGICAL SURVEY OF NIGERIA. Ministry of Mines and Power.  
Bulletin n.º 31, 1964.

H. A. Jones and R. D. Hockey: *The Geology of Part of South Western Nigeria.*

BOLETIM DA SOCIEDADE GEOLOGICA DE PORTUGAL. Publ. por la Sociedad Geológica de Portugal.  
Vol. XV, fasc. III, Lisboa 1964.

BOLETIM DA UNIVERSIDADE DO PARANÁ. Instituto de Geologia.  
«Geologia», núm. 11, febrero 1963.

Artur Okrajek: *Sedimentpetrographische Untersuchung an Baudentonen von Itú, Staat Sao Paulo Brasilien.*

ANALIS DO INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA. Publ. por la Universidade Técnica de Lisboa.  
Volumen XXV, Lisboa 1963.

GEOLOGICAL SURVEY. Department of Mines.  
Republic of South Africa.

Bibliography and subject index of South African Geology 1959.

BOLETÍN DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS FÍSICAS, MATEMÁTICAS Y NATURALES.  
Año XXIV, tomo XXIV, núm. 67, Venezuela, 1964.

Dr. G. Fiedler: *Deformaciones periódicas de la corteza terrestre.*

UNIVERSAL INDUSTRIAL DE SANTANDER (Colombia). Boletín de Geología. Publ. por el Departamento de Geología de la Facultad de Ingeniería de Petróleos.  
Núms. 13 y 14, 1963.

M. Julivert: *Los rasgos tectónicos de la región de la Sabana de Bogotá y los mecanismos de formación de las estructuras.*

INDEX TO THE BULLETIN THE GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPPSALA (SUECIA).  
Índice de los volúmenes XXI-XXXV (entre los años 1927-1955).



## BOLETÍN PARANAENSE DE GEOGRAFÍA.

Núms. 10, 11, 12, 13, 14 y 15, mayo 1964.

Ursula M. Kurowski: *Lebenslauf von Reinhard Maack.*

H. Martín: *The directions of flow of the Itararé ice sheets in the Paraná Basin, Brazil.*

André Cailleux et Krystyna Wuttke: *Morphoscopie des sables quartzeux dans l'ouest des Etats Unis d'Amérique du Nord.*

A. E. M. Nairn and B. Vetroská: *A problem of Volcanicity.*

K. M. Creer: *Palaeomagnetism and the results of its application to South American Rocks.*

Karl Kroemmelbein: *Neue Arten der Ostracoden. Gattung Paracypridea swain aus der Bahia. Serie des Reconcavo bahiano (Oberjura? Unterkreide, Wealdenfazies, NE-Brasilien).*

Patrick J. V. Delaney: *Itararé outliers in Rio Grande do Sul, Brazil.*

Karl Beurlen: *Novas observações sobre o cretáceo no Rio Grande do Norte.*

Riad Salamuni: *Novas observações sobre estruturas sedimentares rítmicas no permiano paranaense.*

João José Bigarella: *Variações climáticas no quaternário e suas implicações no recostimamento florístico do Paraná.*

Edwin Fels: *Spanische Stauseen.*

Fritz Jaeger: *Landschaft und Landwirtschaft Algeriens.*

Milton L. L. Formoso e Paulo Miranda Figueiredo: *Considerações sobre o método da foto-extinção na determinação granulométrica de frações finas.*

Luiz Roberto Martín: *Uso do separador magnético no estudo dos minerais pesados.*

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES. Minéralogie, Géologie, Paléontologie, Pédologie.  
Tomo 260, núm. 19, mayo 1965.

Jean-Paul Caron: *Sur la position tectonique du Trias moyen de la région toulonnaise.*

Albert F. de Lapparent, Jacques de Luvigne, Jacques Blaise et Maurice Lys: *Sur les gisements à Fusulines de l'Afghanistan central.*

Antoine Bonte: *Sur la formation en deux temps des bauxites sur mur calcaire.*

Jean Corbel: *Observations sur les vallums glaciaires actuels et méthode de datation des formes anciens.*

Raymond Capdevila et Yves Vialette: *Premières mesures d'âge absolu effectuées par la méthode au strontium sur des granites et micaschistes de la province de Lugo (Nord-Ouest de l'Espagne)*

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SEANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES. Minéralogie, Géologie, Paléontologie, Pédologie.  
Tomo 261, núm. 5, agosto 1965.

André Amstutz: *Notions fondamentales sur la géologie de l'Ossola-Tessin chronologie.*

Jean Magne et Jean-François Raoult: *Découverte du Crétacé moyen et supérieur dans le chaînon des Kef Toumiette (Chaîne calcaire de Petite-Kabylie, Algérie).*

Yves Champetier: *Coupe du jurassique supérieur de l'anticlinal d'Oliva (Province de Valence, Espagne).*

Jean Vernet: *Sur un décrochement horizontal tardif du socle dans la région méridionale de la zone des massifs cristallins externes (massif de l'Argentera, Alpes Maritimes).*

Jean-Paul Rampoux: *Sur la mise en place des plutons granodioritiques du Kopaonik (Serbie centrale, Yougoslavie); rôle tectonique et morphologique.*

Pierre Souquet: *Remarques sur la tectonique des Pyrénées centrales.*

MINERALOGICAL MAGAZINE and Journal of the Mineralogical Society. The Mineralogical Society.  
Vol. 35, núm. 269, marzo 1965.

J. R. Cann: *Cyrolite and reyerite from 'S airde Beim, northern Mull.*

A. A. Hodgson, A. G. Freeman and H. F. W. Taylor: *The thermal decomposition of crocidolite from Koegas, South Africa.*

J. H. Patterson: *The thermal disintegration of crocidolite in air and in vacuum.*

T. Isaacs: *A study of uvarovite.*

Subrata Ghose: *A scheme of cation distribution in the amphiboles.*

J. J. Fawcett: *Alteration products of olivine and pyroxene in basalt lavas from the Isle of Mull.*

A. Horrell Clark: *Rhombohedral molybdenite from the Minas da Panasqueira Beira Baixa, Portugal.*

R. J. Davis, M. H. Hey and A. W. G. Kingsbury: *Xanthosite and acrugite (Plate I).*

E. Sass, Y. Nathas and A. Nissebaum: *Mineralogy of certain pyrite concretions from Israel and their alteration products.*

J. Esson, R. H. Stevens and E. A. Vicent: *Aspects of the geochemistry of arsenic and antimony exemplified by the Skaergaard intrusion.*

J. G. D. Steyn: *The identification, mode of occurrence, and quantitative determination of crystalline phases in granulated blast furnace slag (Plates II-VI).*

N. K. Rao and G. V. U. Rao: *Intergrowths in ilmenite of the beach sands of Kerala.*

D. R. Dasgupta: *Oriented transformation of manganite during heat treatment.*

R. L. Oliver and J. B. Jones: *A chlorite-cornudum rock from Mount Painter, South Australia.*

D. L. Salter and Ian M. West: *Calciostrontianite in the basal Purbeck beds of Durlston Head, Dorset.*

W. W. Smith Aitken: *An occurrence of phlogopite and its transformation to vermiculite by weathering (Plate VII).*

S. G. Fleet and P. H. Ribbe: *An electron-microscope study of peristerite plagioclases.*

W. F. Bush and W. O. Williamson: *Enhanced production of magnesium silicates from strained magnesia.*

G. W. Brindley and Ryozo Hayami: *Mechanism of formation of forsterite and enstatite from serpentine.*

J. H. Fang and R. E. Newnham: *The crystal structure of sinhalite.*

Ian Nichol and Roy Phillips: *Measurements of spectral reflectivity of manganese oxides.*

Bartolomeo Baldanza: *Italian meteorites.*

M. Atherton and E. Harrison: *A note on feed and asymmetric devices for mineral separation.*

A. Hall: *The occurrence of prehnite in appinitic rocks from Donegal, Ireland.*

F. A. Shams: *Hydromagnesite from Hindubagh, Zhob Valley, West Pakistan.*

MINERALOGICAL MAGAZINE AND JOURNAL OF THE MINERALOGICAL SOCIETY. Publ. de The Mineralogical Society, 41 Queen's Gate, Londres.  
 Núm. 270. junio 1965.

G. J. H. McCall: *A meteorite of unique type from Western Australia: The page Mount Egerton stony-iron.*

R. P. Miller and R. A. Mercer: *The high temperature behaviour of beryl melts and glasses.*

P. M. Harris: *Pandaite from de Mrima Hill niobium deposit (Kenya).*

A. A. Hodgson: *The thermal decomposition of miscellaneous crocidolites.*

R. A. Binns: *The mineralogy of metamorphosed basic rocks from the Willyama complex, Brocken Hill district, New South Wales. Part I. Hornblendes.*

L. S. Dent-Glasser and Ian B. Smith: *Topotaxy in the system MnO-O-H<sub>2</sub>O: groutite-ramsdelite-pyrolusite.*

Kurt von Gehlen and Horst Piller: *Optics of hexagonal pyrrhotine (Fe<sub>9</sub>S<sub>10</sub>).*

P. Gay: *Some crystallographic studies in the system CaSO<sub>4</sub>-CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O. I. The polymorphism of anhydrous CaSO<sub>4</sub>. II. The hydrous forms.*

D. S. Sutherland: *Potash-trachytes and ultra-potassic rocks associated with the carbonate complex of the Toror Hills, Uganda.*

V. Dadák and F. Novák: *Tin-containing andradite from Plavno mine in the Krusné Hory Mts., Czechoslovakia.*

Y. Nathan, A. Katz and M. Eyal: *Garnets from the Eilat area, southern Israel.*

M. S. Murty: *Feldspars and pyroxenes from the charnockite series of Visakhapatnam area, Andhra Pradesh, India.*

D. I. J. Mallick: *Porphroblastite adularia from Shimabala, Zambia.*

Beryl Nashar and Ralph Basden: *Solubility of basalt under atmospheric conditions of temperature and pressure.*

N. Joel: *Determination of the optic axes and 2V: electronic computation from extinction data.*

J. Tarney and E. D. Lacy: *An improved water cell for the Emmons double variation procedure.*

C. J. Elliott and A. A. Moss: *Natural glass from Macusani, Peru.*

A. W. G. Kingsbury: *Tellurbismuth and meneghinite, two minerals new to Britain.*

A. Bhaskara Rao: *Note on the d. t. a. study of some rare Brazilian phosphate minerals.*

P. Bayliss and P. A. Males: *The mineralogical similarity of precious and common opal from Australia.*

A. Bhaskara Rao: *Scorodite from Brazil.*

M. G. Chakrapani Naidu, R. Jagadiswara Rao and K. V. Subbarao: *Berek compensator.*

BOLETÍN DE LA SOCIEDAD DE HISTORIA NATURAL DE BALEARES. Estudio General Luliano.  
 Tomo X. fascs. 1, 2, 3 y 4, año 1964.

L. Gasull: *Las Helicella (Xeroplexa) de Baleares. «Gasteropoda pulmonata».*

J. Cuerda y J. Sacares: *Nuevos yacimientos cuaternarios en la costa de Lluchmayor (Mallorca).*

INGENIERÍA.

Año XIV. julio-agosto 1965, Vol. XIV, núm. 163-164.

Robert Mitchell: *Exploración de fuentes potenciales de arena y grava usando equipos de ingeniería geológica.*

*El arrastre en las minas*, conferencia redactada por F. Tambrum y expuesta por G. Lourdeau.

ESTUDIOS GEOLÓGICOS. Instituto de Investigaciones Geológicas «Lucas Mallada». C. S. I. C.  
 Volumen XX, núm. 1-2, junio 1964.

T. Bravo: *Estudio geológico y petrográfico de la isla de la Gomera. I. Estudio geológico.*

T. Bravo: *Estudio geológico y petrográfico de la isla de la Gomera. II. Petrología y quimismo de las rocas volcánicas.*

M. L. Canut, M. Ayllón y J. L. Amorós: *Sobre la existencia de las fases I y II de NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub> y la difracción difusa de desorden de la fase I.*

M. L. Canut, M. T. Iceta y J. L. Amorós: *Subestructura antiferroeléctrica del NO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>-II.*

J. I. Amorós y M. T. Pascual: *Deslizamiento cruzado («cross-gliding») de dislocaciones en la superficie de la pirita.*

T. Martín-Patiño, F. Arrese y J. Rodríguez: *Variación térmica de las propiedades ópticas de moscovita y biotita.*

T. Martín-Patiño, F. Arrese y J. Rodríguez: *Uso de la moscovita y biotita como termómetros geológicos.*

F. Arrese, A. Lozano, T. Martín-Patiño y J. Rodríguez: *Estudio de las areniscas de Villamayor (Salamanca).*

J. Wiedmann: *Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes.*

A. Arribas: *Mineralogía y Metalogía de los yacimientos españoles de uranio «Peralonso», Villar de Peralonso (Salamanca).*

J. Menéndez Amor y M. Esteras: *Observaciones palinológicas sobre la microflora de la cuenca lignitífera de Utrillas (Teruel).*

F. Hernández-Pacheco y I. Asensio Amor: *Materiales areniscosos del frente litoral de La Barrosa Chiclana de la Frontera (Cádiz).*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. INSTITUTO DE GEOLOGÍA. Contribuciones del Laboratorio de Geocronometría.  
 Boletín 73. México, D. F., 1965.

César Rincón-Orta: *Discusión de principios y descripción de la determinación Geoquímica de edad por el método plomo-alfa o Larsen.*

Carl Fries, Jr. y César Rincón-Orta.

Josefina Valencia y Carl Fries, Jr.: *Compendio de edades de radiocarbono de muestras mexicanas de 1962 a 1964.*

## ENDEAVOUR.

Volumen XXIV, núm. 92, mayo 1965.

A. R. Ubbelohde: *La anisotropía del grafito.*

M. G. Fleming y J. A. Kitchener: *El desarrollo de la teoría de la flotación de minerales sulfurados.*

MINERÍA Y METALURGIA. Asociación de Ingenieros de Minas Metalurgistas y Geólogos de México.

Núm. 32, enero, febrero y marzo 1965.

Fausto García Castañeda: *Notas acerca de la observación de las imágenes registradas en las fotografías aéreas.*

ECONOMÍA INDUSTRIAL. Publ. por la Secretaría General Técnica del Ministerio de Industria. Núm. 22, octubre 1965.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie de Ciencias Naturales.

Separata de la Revista de la F. C. E. F. y N.

Año XXI, núms. 5 y 6, núm. 46, septiembre-diciembre de 1960.

Juan O'sacher, Ernesto E. Galloni y Jorge Serricchio: *«Seleniuros de mercurio» con azufre, plomo, hierro y cobre. Cuesta de los Llantenes, provincia La Rioja (Argentina).*

AGUA. Publ. por el Centro de Estudios de Investigación y Aplicaciones del Agua. Julio-agosto 1965.

REVUE DE L'INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE et annales des combustibles liquides.

Adm.: Editions Technip, 7 rue Nélaton, Paris 15e.

Núm. 4, abril 1965. Núm. 5, mayo 1965. Núm. 6, junio 1965. Núms. 7-8, julio-agosto 1965.

MÉMOIRES DU BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES. Publ. por Editions BRGM, 74 rue de la Fédération, Paris 15 e. Vol. 35, 1965.

Georges Scolari: *Étude géologique du bassin du Niari Oriental (République du Congo, Brazzaville) et de ses minéralisations Cu, Pb, Zn.*

TERRES ET EAUX. Publ. por Editions Terres et Eaux, 118 rue de Rivoli, Paris 1e. Núm. 45 año 18, 2.º trimestre 1965.

J. M. Daniel: *Étude des répercussions d'une exploitation de longue durée sur un système aquifère artésien.*

J. Ricour: *Considérations générales sur les ressources en eaux souterraines de la France. La «Crépine Johnson» dans la technique des forages d'eau.*

GEOLOGIE EN MIJNBOW. Publ. por el Het koninklijk nederlands geologisch mijnbouwkundig genootschap.

Núm. 9, septiembre 1965, año 44.

J. H. M. A. Thomeer: *Exploration for oil and gas by emanometric methods.*

F. G. Mulder: *Paleomagnetic investigation in the Vänern district (Sweden).*

J. H. K. Minkhorst y P. J. Muysken: *De ontwikkeling van een slagcaalsbreker.*

M. G. Rutten: *Tectonics of Late Precambrian ignimbrites in Western Rajasthan (India).*

R. W. van Bemmelen: *Megaundations as cause of continental drift.*

GEOLOGIE EN MIJNBOW. Publ. por el Het koninklijk nederlands geologisch mijnbouwkundig genootschap.

Núm. 7, julio 1965, año 44.

J. M. Mabescone: *Composition and origin of «Pedra Cangas» and related ironstones in North eastern Brazil.*

R. D. Crommelin: *De Krumbein-Tukey methode toegepast op de onderlinge vergelijking van pleistocene zandem,*

J. W. A. Bodenhausen y O. J. Simon: *Province of Murcia (Spain) on the tectonics of the Sierra de Carrascoy*

N. P. de Boer, Th. van der Hammen y T. A. Wymstra: *A palynological study on the age of some borehole samples from the Amazonas Delta Area, NW Brazil.*

GEOTIMES. Publ. por The American Geological Institute.

Núm. 2, septiembre 1965.

Peter C. Badgley, William Fischer y Ronald J. P. Lyon: *Geological exploration from orbital altitudes.*

Harry V. Warren y Robert E. Delavault: *Medical geology.*

Bonnie C. Henderson: *Salaries of earth scientists.*

BULLETIN OF THE INSTITUTION OF MINING AND METALLURGY.

Núm. 705, agosto 1965.

*Report of Joint Meeting with the Institution of Mining Engineers.*

O. W. Nicolls, D. M. J. Provan, M. M. Cole y J. S. Tooms: *Geobotany and Geochemistry in mineral exploration in the Dugald River Area, Cloncurry District, Australia.*

- C. F. Davidson: *The mode of origin of banket orebodies.*  
 B. B. Young y A. P. Millman: *Microhardness and deformation characteristics of ore minerals.*  
 R. L. Stanton: *Mineral interfaces in stratiform ores.*  
 P. Gy: *Sampling of ores and metallurgical products during continuous transport.*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.  
 7e série, tome VI, n.º 2, mayo 1965.

- G. Lucas y M. Rech-Frollo: «Traces en rosettes» du flysch éocène de Jaca (Aragón). *Essai d'interprétation.*  
 A. Poignant: *Esquisse stratigraphique du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du chaînon du Mail-Arrouy (Basses-Pyrénées).*  
 C. Boyer y R. Brousse: *Elimination des produits d'altération des roches anciennes avant leur examen en lames minces.*  
 G. Deicha: *Ultramicroscopie pétrographique: le rutile du quartz des granites.*  
 N. Vatin-Pérignon: *Caractères minéralogiques et chimiques des ordanchites de la vallée de la Santoire (massif du Cantal).*  
 C. Lorenz: *La série aquitaine de Millesimo (Italie, prov. de Savone).*  
 J. P. Thieuloy: *Un céphalopode remarquable de l'Hauterivièn basal de la Drôme: Himantoceras nov. gen.*  
 C. Allègre: *Vers une logique mathématique des séries sédimentaires.*  
 J. P. Rampoux: *Sur le Crétacé du versant ouest du Kopaonik, région de Novi-Pazar Stara Ruska, Yougoslavie.*  
 A. Chesterikoff: *Note sur l'existence d'un paléodôme dans la région de Burguete-Arrieta (Pyrénées basques espagnoles) et ses relations métallogéniques avec les minéralisations périphériques.*  
 K. Smulilowski: *Les relations pétrogénétiques entre les éclogites et les amphibolites dans le massif cristallophyllien du mont Sněžnik.*  
 R. Dughi y F. Sirugue: *Sur la structure des coquilles des oeufs de Saurapsidés vivants ou fossiles: le genre Psammornis Andrews.*  
 F. M. Bergoumioux y F. Crouzel: *Sur quelques Castoridés du bassin d'Aquitaine.*  
 D. Pajaud: *Remarques sur les Thecideidae (Brachiopodes) tertiaires. Sur une nouvelle forme du Miocène rhodanien: Glazewskia demarcqui nov. gen., nov. sp.*  
 K. Glazewski y D. Pajaud: *Sur une nouvelle espèce de Thecideidae, Glazewskia sp. (Brachiopode) du Jurassique de Podolie.*  
 S. Wenz: *Etude d'un nouveau Notagodus de la province de Lérida (Espagne).*  
 J. Cuvillier, J. Henry, R. Ribis y M. Villanova: *Microfaunes, cénomaniennes et santonniennes dans le «calcaire des cañons» (vallée d'Aspe, Sainte-Engrâce, Basses-Pyrénées).*  
 A. Combes: *Présence de masses de matériel triasique englobées dans les marnes miocènes au Sud de la Sierra de Ricote (province de Murcia, Espagne).*  
 D. Andrusov: *Stratigraphie du Paléogène des Karpatés.*  
 J. Cl. Plaziat: *Piste d'Oiseaux et remaniements synsédimentaires dans le Lutétien du détroit de Carcassonne (Aude).*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

7e. série, tome II, núm. 3 (dedicado a las cordilleras béticas españolas).

- M. Durand Delga: *Introduction à la séance sur les Cordillères bétiques.*  
 B. Escandell y G. Colom: *Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baléares).*  
 B. García Rodrigo: *Sur la structure du Nord de la province d'Alicante (Espagne).*  
 R. Busnardo y M. Durand Delga: *Données nouvelles sur le Jurassique et le Crétacé inférieur dans l'Est des Cordillères bétiques (régions d'Alcoy et d'Alicante).*  
 J. Alloiteau: *Madréporaires du Portlandien de la Querola près d'Alcoy (Espagne).*  
 G. Astre: *Monnieria dans le Tithonique récifal de l'Est des Cordillères bétiques.*  
 M. Durand Delga y J. Magné: *Une coupe du Tertiaire prébétique de Benitachell (prov. d'Alicante, Espagne).*  
 S. Duplaix y P. Fallot: *Les «konglomeratise Mergel» des cordillères bétiques.*  
 A. Foucault: *Sur la tectonique de la zone subbétique de la région de Huescar (prov. de Granada, Espagne) et sur son Nummulitique.*  
 A. Linares: *Données micropaléontologiques sur les environs de Domingo-Pérez (chaîne subbétique, prov. de Granada, Espagne).*  
 R. Busnardo: *Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaén (Andalousie, Espagne).*  
 G. Dubbar, N. y Y. Peyre: *Observations nouvelles sur le Jurassique inférieur et moyen dans les Cordillères bétiques sur la transversale de Málaga (Andalousie, Espagne).*  
 J. Azéma: *Sur la structure du Secondaire et du Nummulitique des environs de Málaga (Espagne).*  
 P. Chauve: *Etude de quelques affleurements jurassiques de la région d'Alcalá de los Gazules (prov. de Cadix).*  
 J. Didon: *Le Flysch gaditan au Nord et au Nord-Est d'Algeciras (prov. de Cadix, Espagne).*

MITTELLUNGEN AUS DEM GEOLOGISCHEN INSTITUT DER EIDGEN. TECHN. HOCHSCHULE UND DER UNIVERSITÄT ZÜRICH. Publ. por la Escuela Téc. y Sup. y la Universidad de Zürich, Suiza. Núm. 44 (1964).

Hanspeter Schielly, Dipl. Ing. Geol.: *Geologische Untersuchungen im Deckengebiet des westlichen Freiberges (Kanton Glarus).*

\* \* \*

Núm. 40 (1965).

Sibylle Dollfuss: *Über den Helvetischen Dogger zwischen Lüth und Rhein.*

\* \* \*

Núm. 42 (1965).

Heinrich Jäckli: *Der Begriff der «Grundwasser-Höffigkeit».*

\* \* \*

Núm. 43 (1965).

Ulrich P. Büchi, Gabriel Wiener y Franz Hofmann: *Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz.*

\* \* \*

Núm. 27 (1965).

Mohamed Ragaie El Tahlawi: *Geologie und Petrographie des nordöstlichen Comerseegebietes (Provinz Como, Italien).*

#### REPORT OF INVESTIGATION.

Republic of the Philippines. Department of Agriculture and Natural Resources. Bureau of Mines. Manila.

Núm. 54, mayo 1964.

Juanito C. Fernández, geol.: *Geophysical investigation of Lammin iron deposits, Piddig, Ilocos Norte.*

## INDICE

	PÁGS.
Nota sobre el corrimiento de tierras de Villanueva de San Juan (Sevilla), por JUAN E. COMA GUILLÉN...	5
Realidades, falacias y campos a explorar en materia de foraminíferos, por ALFRED R. LOEBLICH, Jr., y HELEN TAPPAN...	11
Contribución al conocimiento de las capas limitrofes Devoniano-Carbonífero en los montes astures, por FRANZ RADIG ...	57
Rôle du continent dans la sédimentation fluviale et côtière de la province de Barcelona (premières observations) por PIERRE GRESSE ...	71
Presencia de un nivel con <i>Globotruncana helvetica</i> Bolli (Turonense) en la región vasco-cantábrica por PIERRE FEUILLEE y JACQUES SIGAL...	85
El Mioceno marino de la Sierra del Mugrón (Albacete, España) y observaciones sobre <i>Chlamys praescabrella</i> , por PHILIPPE PETIT y DENISE MONGIN...	91
Détermination d'un bois fossile recolté au Rio de Oro, por G. LECOINTRE et J. C. KOENIGUER...	95
Las huellas vitales <i>Tomaculum problematicum</i> , Groom, 1902, del Llandeilo de la Península Ibérica, por FRANZ RADIG ...	101
Mineralogía y génesis del yacimiento de alunita del Cerro de San Cristóbal, Mazarrón (Murcia). III. Estudio mineralogenético, por A. HOYOS y L. J. ALÍAS...	109
Paléogéographie dévonienne de l'extrémité occidentale du bâti axial pyrénéen, por RAYMOND MIROUSE...	121
Nuevos datos sobre las antibolitas del borde NW de Sierra Nevada, por ENCARNACIÓN PUGA ...	137
Sur la géologie du Précambrien et du Paléozoïque dans la région de Lugo et la question des plissements assyntiques et sardes en Espagne, por R. CAPDEVILA...	157
Sobre el volcanismo siluriano del sinclinal de Truchas (NW. de España), por PHILIPPE MATTE...	175
El desarrollo de los caninos en algunos driopitécidos del Vallesiense en Cataluña, por M. CRUSAFONT PAIRÓ...	179
Estudio del yacimiento de fluorita «Mina Berta» (San Cugat del Vallés, Barcelona). V. Estructura del yacimiento, por JOAQUÍN MONTORIOL PONS y MANUEL FONT-ALTABA...	193
Noticias...	211
Datos estadísticos y cotizaciones...	213
Economía...	214
Investigación...	215
Novedades científicas y técnicas...	215
Reuniones científicas...	220

	PÁGS.
Reservas. legislación, B. O. E. ....	226
Varios... ..	226
Notas bibliográficas... ..	227
Geología... ..	229
Geonucleónica... ..	235
Glaciología... ..	236
Hidrología... ..	237
Paleontología... ..	238
Petrografía... ..	240
Varios... ..	241
Sección informativa de revistas... ..	245

# INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO



Ríos Rosas, 23

Teléfono 253 46 05

MADRID - 3

A partir del 1 de enero de 1966, esta Revista aparecerá con carácter mensual.

Conservará el precio de 100 ptas. número, para España, Portugal, Iberoamérica y Filipinas; para los demás países los precios serán dobles.

Las publicaciones del **Instituto Geológico y Minero**, se envían a provincias **contra reembolso**.