

I/16-1-1

NOTAS Y COMUNICACIONES

DEL

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO**

DE

**ESPAÑA**



---

**NÚMERO 28**

---

MADRID

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

1952

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.

MATALANITA  
Nueva roca volcánica encontrada en Villanueva  
del Fresno (Badajoz)

POR

ANTONIO BASELGA RECARTE  
Con la colaboración de J. M. Cotelo Neiva y de I. Asensio Amor

ANTONIO BASELGA RECARTE  
Con la colaboración de J. M. Cotelo Neiva y de Isidoro Asensio Amor

## M A T A L A N I T A

### NUEVA ROCA VOLCANICA ENCONTRADA EN VILLANUEVA DEL FRESNO (BADAJOZ)

#### ANTECEDENTES

Propongo el nombre de *Matalanita* para esta roca porque la encontré en la finca denominada «Matalanes», del término de Villanueva del Fresno (fig. 1), finca situada a 4 kilómetros al norte de este pueblo, entre la carretera de Badajoz y el río Alcarrache (fig. 6). Es roca efusiva, muy básica, compacta, de gran densidad y muy dura, color negro a negro agrisado, aspecto de lava cordada (fig. 2), con algunos huecos del tamaño de guisante y menores en los ejemplares más esponjosos parecidos a las escorias de los hornos altos; reducida a polvo, una parte de éste resulta atraible por el imán; la superficie pulida examinada con luz reflejada y grandes aumentos presenta (fig. 3) esqueletos de mineral metálico en red cúbica entre cuyas mallas existen cristalitas microscópicas de mineral transparente que se ha clasificado (véase más adelante) como bementita. Calculados del análisis de la roca, los parámetros de Niggli, sus valores se aproximan, aunque con algunas diferen-

cias (menores *al, fm, mg* y mayores *si, c, alk*) al magma erzperidotítico de este autor; de la proyección *k-mg* comparada con las mismas proyecciones de los parámetros de las rocas de Las Cumbretes, Cofrentes, Campos de Calatrava y Zonas del Algarve que deduce Parga Pondal (figura 4), resulta que debe incluirse la matalanita entre las



Fig. 1.

rocas de quimismo atlántico que, con ligera acción mediterránea en algunas de sus variedades, tienen también influencia *pacífica* y están alineadas paralelamente a la arista alpina en la Zona Columbretes-Algarve, en la cual zona existe el lugar donde he encontrado la matalanita (véase figura 5).

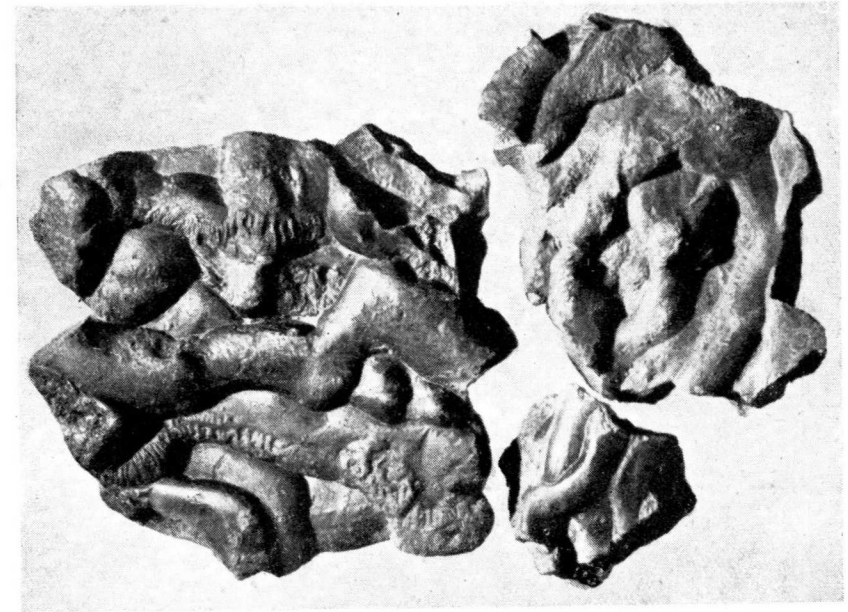


Fig. 2.—Matalanita.

Fot. Antonio Baselga.

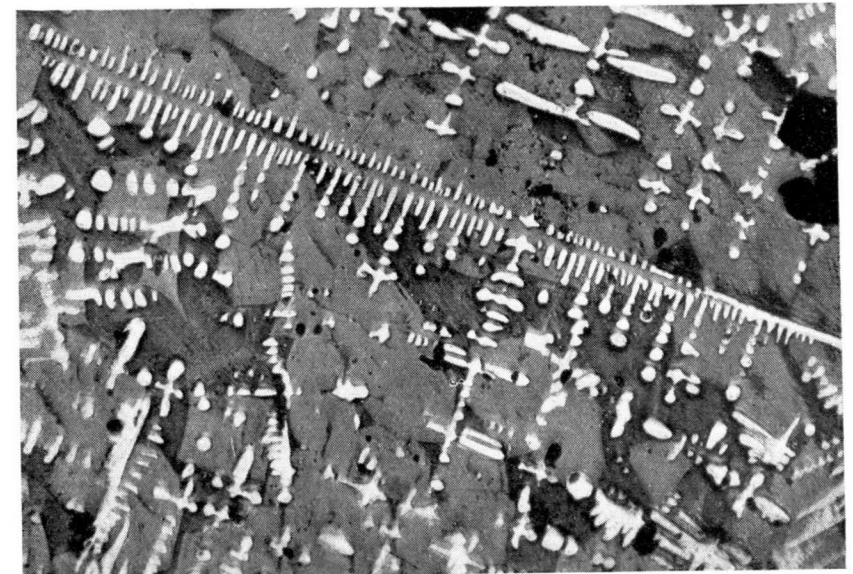
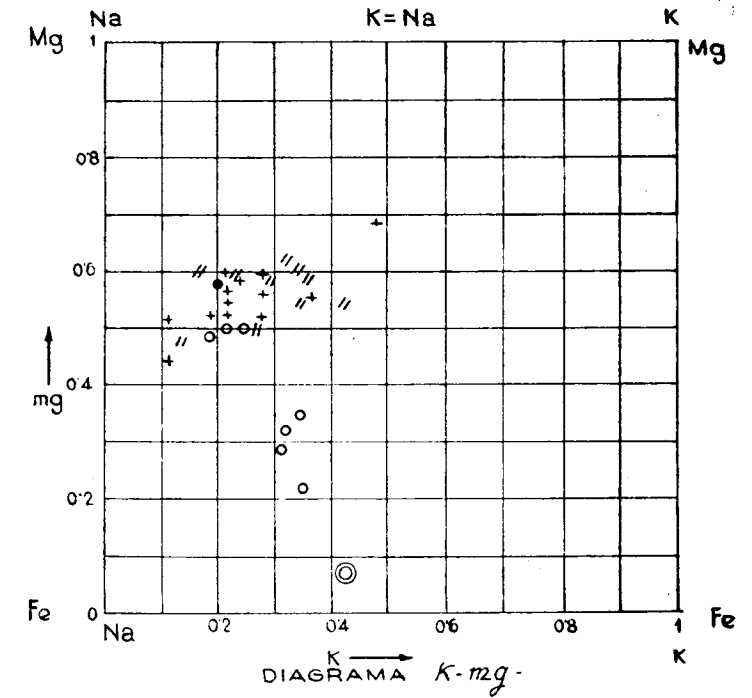


Fig. 3.—Luz reflejada 120 ×.

Fot. Lab.º Microf.º Escl.º Minas.

## GEOLOGÍA

El terreno atravesado por esta roca lo forman esquistos del Gotlandiense plegados por los movimientos hercinia-

Fig 4<sup>a</sup>

- Columbreter
- Cofrentes
- + Campos de Calatrava
- // Algarve
- ⊙ Villanueva del Fresno

nos que afectaron a toda la región, los pliegues, varias veces fracturados, se dirigen sensiblemente de Sur a Norte (S.-SE. a N.-NO.) y han sido atravesados en varios si-

tios por filoncillos de cuarzo y en otros por rocas intrusivas de la facies de las rocas verdes que tengo propósito de describir en otra ocasión.

El relieve topográfico lo forman conjunto de colinas de poca altura, de nivel medio de unos 260 metros sobre el nivel del mar, restos de un primitivo macizo monta-

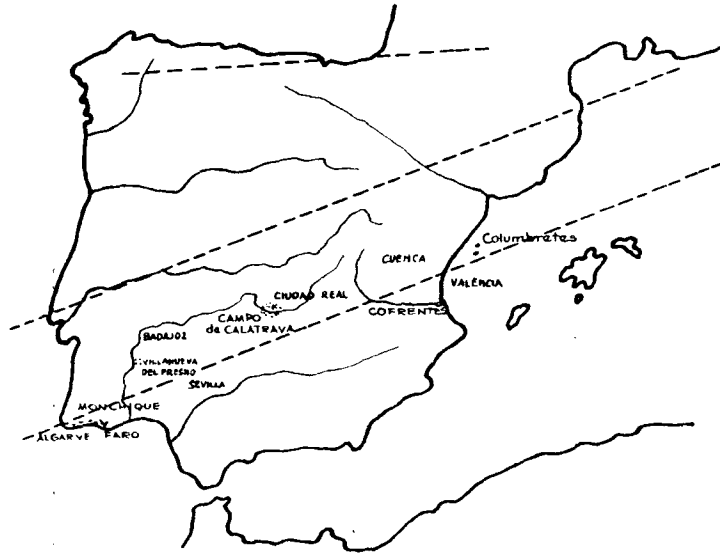


Fig. 5.

ñoso convertido en penillanura por la gran erosión que sufrió el terreno en el transcurso de los tiempos.

*Estudio petrográfico.*—El aspecto macroscópico de la roca ha sido descrito anteriormente.

Examinada la roca con el microscopio en sección delgada transparente, he tropezado con muchas dificultades para llegar a clasificar los minerales que la componen; con objetivo de inmersión y más de 500 aumentos, he logrado aislar algunos cristallitos y llegué a obtener los siguientes valores aproximados:

Textura sideronítica; sistema rómbico; índice de refracción 1,65; birrefringencia negativa 0,036; extinción recta; ángulo  $2V$  superior a  $65^\circ$ , y en otros cristales igual a  $0^\circ$ ; no he localizado minerales isótropos. Con estos datos *aproximados* e incompletos era aventurado clasificar el mineral o los minerales transparentes de esta roca: ¿monticellita?, ¿olivino?, ¿piroxeno rómbico?, entre todos ellos el mineral de ángulo  $2V=0$  (prácticamente uniaxial) puede ser la bementita  $H_{10}Mn_8Si_7O_{27}$  (véase estudio roentgenográfico), las otras propiedades ópticas de la bementita, índice de refracción = 1,64 y birrefringencia = 0,026 a 0,03 son comparables a las que yo he obtenido; el análisis químico acusa también la existencia del MnO. Aunque no he encontrado minerales isótropos, es posible que, cerca del contacto con la roca sedimentaria, existan los granates almandino y grosularia que descubre el análisis roentgenográfico y que, en el estudio óptico, pudieron pasar desapercibidos por ser quizás de tamaño ultramicroscópico.

#### QUIMISMO:

	SiO <sub>2</sub> .....	13,84
	TiO <sub>2</sub> .....	0,80
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	2,11
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	3,25
	FeO.....	60,62
	CaO.....	6,77
	MgO.....	3,60
	K <sub>2</sub> O.....	0,92
	Na <sub>2</sub> O.....	0,87
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0,61
	MnO.....	6,66
	H <sub>2</sub> O > 110 <sup>u</sup> .....	0,09
	H <sub>2</sub> O < 110 <sup>u</sup> .....	0,10
		100,24

Análisis químico efectuado  
por J. M. Cotelo Neyva...

De este análisis he deducido los siguientes parámetros de Niggli :

	si	al	fm	c	alk	k	mg	cl/m
Magma erzperidotítico tipo Extremadura.....	18,7	1,6	86,5	9,9	2,0	0,42	0,08	0,115
Magma erzperidotítico según Niggli....	15	6	91	2	1	?	0,20	0,022

En la proyección *k-mg* (fig. 4) se aprecia la extraordinaria basicidad de la matalanita; el valor de *k*, comparado con los de las rocas comprendidas en la alineación Columbretes, Cofrentes, Campos de Calatrava y Zonas del Algarve, corresponde, aunque es algo superior, al de algunas de éstas, y ello parece natural, ya que la zona de Extremadura y Andalucía queda cortada por la alineación citada anteriormente de quimismo atlántico, que con ligera acción mediterránea en algunas rocas, deja ver la influencia pacífica (Parga Pondal).

Como el análisis de la matalanita sólo corresponde a una especie, sería interesante se estudiasen con detenimiento otros yacimientos de esta nueva clase de rocas para determinar su verdadero tipo magmático, que creo será siempre distinto de todos los descritos hasta esta fecha.

En cuanto a la edad de la roca sólo es posible afirmar que es posterior al Siluriano que ha sido atravesado por la erupción; en el lugar de su hallazgo no hay terrenos más modernos; sin embargo, si se tiene en cuenta la relación indudable que debe existir entre ésta y otras erupciones análogas que puedan irse descubriendo y las de la línea Columbretes-Algarve, se puede suponer sea, como estas últimas, de edad terciaria.

ANÁLISIS ROENTGENOGRAFICO

efectuado por I. ASENSIO AMOR

Identificación de minerales en la muestra «fracción 2-A» (1)

DIAGRAMA DE LA FRACCIÓN 2-A		MINERALES PRESENTES				MINERALES DADOS COMO POSIBLES (2)			
		Bementita		FeO		Almandina		Grosularia	
Intensidad	Espaciado	Intensidad	Espaciado	Intensidad	Espaciado	Intensidad	Espaciado	Intensidad	Espaciado
FF	3,568	10	3,000						
d	3,04	6	3,05					8	2,978
FF	2,835	8	2,85			7	2,89		
dd	2,77	2	2,70					10	2,66
d	2,04								
F	2,570	4	2,56			10	2,58		
FF	2,511	8	2,52						
F	2,47			0,50	2,47				
dd	2,423	2	2,425					6	2,419
d	2,38	4	2,37			6	2,356		
d	2,313							6	2,32
dd	2,238	2	2,265			6	2,261		
FFF	2,15			1,00	2,14			6	2,16
F	2,084	6	2,10			6	2,10		
ddd	1,98	?	1,98			7	1,86	No existe en nuestro diagrama	
ddd	1,94	?	1,90					8	1,91
F	1,780	6	1,81						
dd	1,708	2	1,73						
dd	1,68					7	1,66		
F	1,65	7	1,64						
dd	1,58	2	1,59			9	1,59	10	1,58
dd	1,544	2	1,56						
FF	1,52			0,03	1,51	10	1,53		
d	1,438	4	1,44			6	1,44	7	1,47
d	1,379	4	1,375						
d	1,352							8	1,32
d	1,30			0,15	1,293	8	1,289	9	1,29
d	1,24			0,08	1,238	9	1,25		
dd	1,208					6	1,23		
dd	1,183								
dd	1,160					6	1,160		
ddd	1,141								
ddd	1,125								
F	1,101							10	1,10
dd	1,080			0,03	1,072				
F	1,067					10	1,07		
d	1,049					9	1,05	7	1,04

(1) Los detalles de la investigación roentgenográfica serán expuestos por el autor en otra publicación.

(2) Ajustadas las principales líneas de nuestro diagrama con aquellas de la Bementita y FeO, es difícil deducir con exactitud las especies a que pertenecen el resto de las líneas; no obstante, después de consultar las fichas publicadas por Boldyrev y Hanawalt, nos inclinamos a citar como probables los minerales Grosularia y Almandina.

## HISTORIA

Es indudable que han dejado de estudiarse muchas rocas semejantes a esta a causa de que, sin otra comproba-

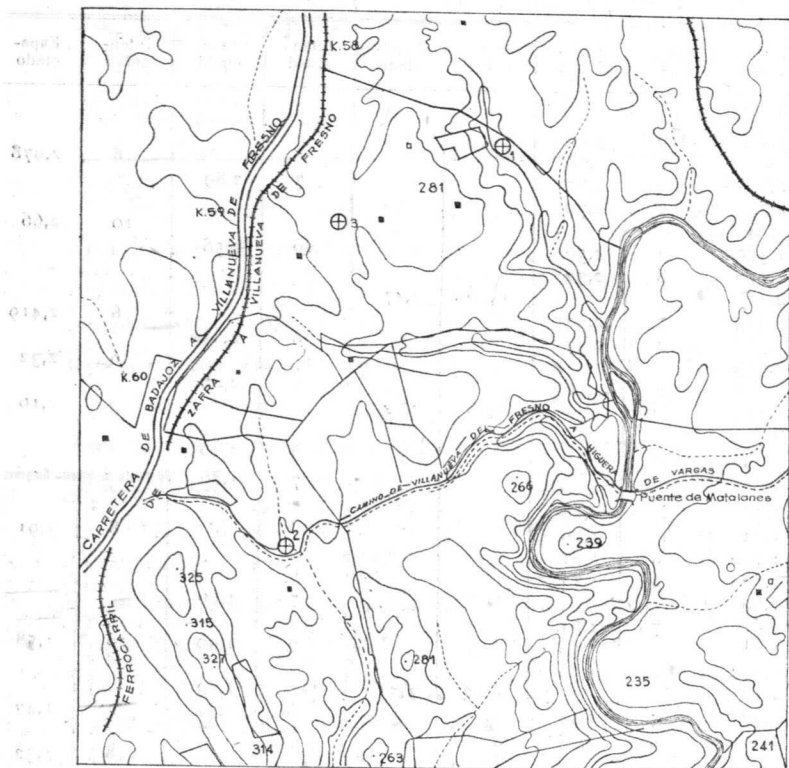


Fig. 6.— Posición que ocupan en el terreno los tres yacimientos de matalanita ⊕

ción, se han abandonado como si fueran escorias, y ello se explica porque tal parecen efectivamente (fig. 2); con la descripción siguiente de mi descubrimiento procuro demostrar la naturaleza de roca indudable que tiene la que aquí presento y la de otras muchas que han podido ser erróneamente consideradas como escorias.



Fig. 7. - Volcanito. (septiembre 1942)

Fot. Antonio Baselga.



Fig. 8 — Volcanito (abril 1943)

Fot. Antonio Baselga.



En el diseño (fig. 6) he señalado con los números 1, 2 y 3 los lugares donde he encontrado cada uno de los yacimientos que menciono; están situados en arco de círculo, el cual arco puede tener alguna relación de posición con las direcciones generales de las zonas de fractura que fueron causa final de los volcanitos y de las lavas depositadas por ellos. El año 1935, en tierra recién labrada, hallé casualmente, en 1, la primera muestra, y aunque supuse no era una escoria, no logré confirmarlo por no haber podido encontrar otros ejemplares. Confinado en Madrid durante la revolución, no pude continuar mis investigaciones.

Terminada la guerra de liberación, el año 1939, volví varias veces a buscar otros ejemplares y tuve que abandonar mis trabajos sin llegar a conseguir mis propósitos.

Tres años más tarde, en 1942, después de una gran tormenta que lavó perfectamente el suelo, descubrí (número 2 del plano), a distancia de algo más de dos mil metros del primer hallazgo, una chimeneíta volcánica (figs. 7 y 8) de unos cincuenta centímetros de diámetro, cuyos bordes (cornisa o corona de la chimenea) eran roca idéntica a la que había descubierto en el lugar 1 en 1935. La chimenea ha atravesado a los esquistos silurianos, que en el contacto inmediato han resultado migmatizados (fig. 9); parte de la lava ha penetrado entre la roca sedimentaria (fig. 10), que ha sido quebrantada, y en los trocitos de pizarra más próximos a la roca eruptiva, el poco hierro que debían contener ha quedado convertido en magnetita. (Fenómeno igual, transformación del mineral de Fe en magnetita, he observado en otra ocasión (30 julio 1946) en esquisto ferruginoso, por el que se perdió un rayo que antes había descortezado a una encina) (fig. 11). Descubierta la chimenea (fig. 8) era lógico

suponer que la lava la habría desbordado y que por consiguiente debería encontrarse algún manto o restos de él en las proximidades del volcán; vi confirmada esta suposición por el hallazgo de diferentes trozos de matalanita (fig. 2). en la tierra labrada de un huerto que existe al pie del citado volcán.

Los datos expuestos serían suficientes para poder asegurar que la roca que he descrito existe como tal en esta localidad, pero, además, he podido comprobarlo en sucesivas investigaciones.

Después de otros cuatro años de trabajos sin resultado, hallé, en 1946, en el lugar señalado con el número 3 (fig. 6), situado entre los dos anteriores, a unos 1.500 y 500 metros, respectivamente, de los números 1 y 2, otro ejemplar como el citado de 1936. Estos trozos encontrados en los lugares 1 y 3 eran ejemplares aislados, y me convencí de que si tenía constancia llegaría a hallar los respectivos yacimientos, lo que conseguí efectivamente dos años después, aunque con algunas dificultades, ya que a pesar de estar la lava casi a flor de tierra, suele hallarse enterrada y, además, la extensión de cada uno de aquellos yacimientos no es mayor de unos 300 metros cuadrados: los primeros trozos que descubrí fueron sin duda arrancados por el arado en anteriores labores del campo.

#### RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se describe una roca nueva que tiene aspecto de escoria y que como tal escoria ha venido considerándose hasta ahora, pero se demuestra corresponde a un volcánito post-siluriano (probablemente terciario).

Con la descripción anterior se aspira a inducir a otros

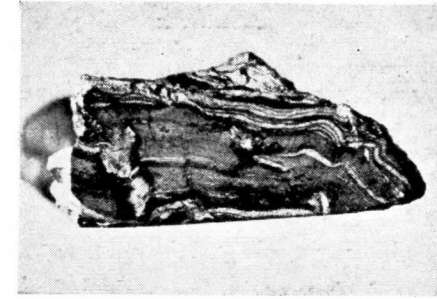


Fig. 9.—Superficie pulida de exquistó migmatizado (la parte inferior aparece en línea recta por haber sido pulimentada también la cara correspondiente)

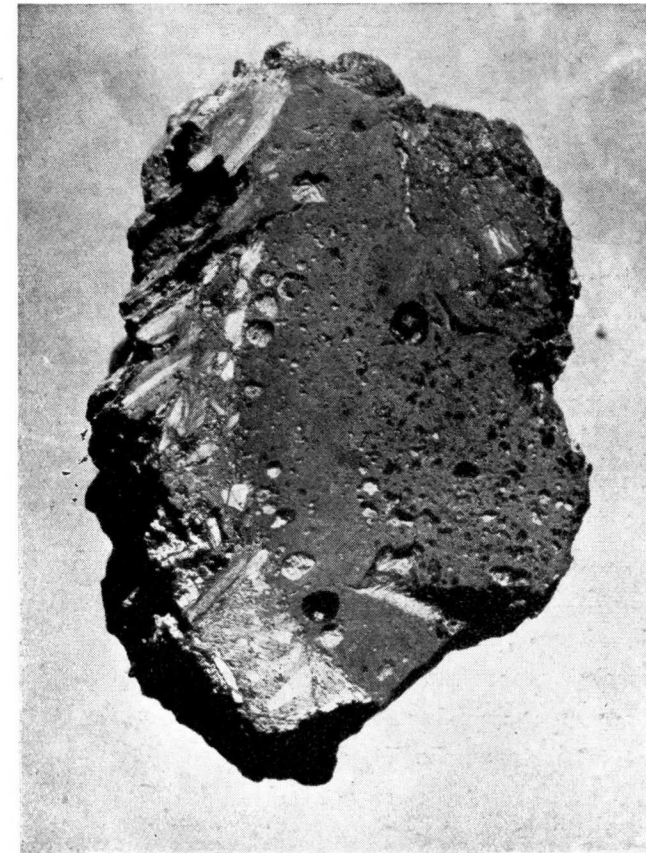


Fig. 10.—Roca atravesada por la matalanita (en el contacto inmediato, izquierda de la fotografía se ha formado una brecha de trozos de pizarra la que a su vez ha quedado doblada y en parte imantada)

Fot. Antonio Baselga.



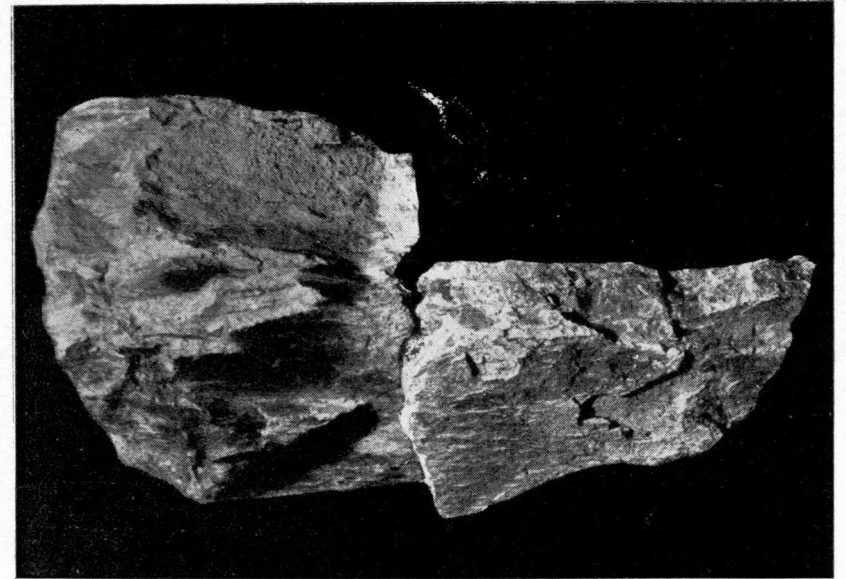


Fig. 11.—Esquisto ferruginoso atravesada por un rayo.

*Fot. Antonio Baselga.*

para que estudien rocas semejantes que encuentren en sus excursiones, ya que creo que los nuevos hallazgos han de ser causa de que sea descubierta una nueva región volcánica (Extremadura-Córdoba-Sevilla-Huelva), de la que poco se ha estudiado hasta la fecha, ni la cita San Miguel de la Cámara en su notable trabajo «Un siglo de investigaciones en las regiones volcánicas de España», recientemente publicado en el tomo II del *Libro Jubilar* de este Instituto Geológico y Minero, Madrid, 1951.

Se sugiere sea estudiado el quimismo de esta nueva región, que parece ha de proporcionar tipo magmático distinto de los descritos hasta ahora por Niggli y otros autores.

#### N O T A

Por dificultades de comunicación personal directa y debido también a otras causas, no he podido publicar este trabajo, como teníamos acordado desde el año 1946, en colaboración con el distinguido Profesor de Coimbra, Doctor J. M. Cotelo Neyva, quien ha hecho el análisis químico que aquí se publica; quiero expresarle mi gratitud y también al Dr. Isidoro Asensio Amor, que ha efectuado el análisis roentgenográfico.

Rocas de aspecto macroscópico muy parecido me fueron entregadas de varios lugares de Extremadura, una de Carmonita, por Ismael Roso de Luna; otra de Castuera, por Juan Pantoja; otra de la provincia de Ciudad Real, por Manuel Ortega y Gasset, y varias de la provincia de Orense (sin localizar), por Ignacio Baselga Neyra. En nuestro Instituto Geológico y Minero existe en las colecciones antiguas, entre los meteoritos, clasificado como uno de ellos, otra roca análoga a aquéllas, que evidentemente no es

tal meteorito, y otra sin procedencia, que sospecho pueda ser de la provincia de Huelva y que figuraba clasificada como basalto.

Como resumen de esta nota, parece natural se deba aconsejar a quienes tropiecen en sus excursiones geológicas con *escorias* de trabajos antiguos, procuren confirmar si son efectivamente escorias o si, como sospecho ocurrirá en la mayor parte de los casos, se trata de rocas volcánicas que deben estudiarse con detenimiento.

6 junio 1952.

Notas para el estudio de la metalogenia extremeña.  
Los yacimientos wolframo-estanníferos  
de la Extremadura central.

POR

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

Ldo. en C. Naturales

ENRIQUE RAMIREZ Y RAMIREZ

NOTAS PARA EL ESTUDIO DE LA METALOGENIA EXTREMEÑA.—LÓS YACIMIENTOS WOLFRAMO-ESTANNIFEROS DE LA EXTREMADURA CENTRAL

SUMARIO: 1. Los batolitos graníticos de Extremadura.—2. Sus bordes. Variaciones petrográficas y aureolas de metamorfismo.—3. Posición de los yacimientos.—4. Lugar de éstos en la clasificación metalogénica.—5. Paragénesis más frecuentes.—6. Su génesis.—7. Descripción somera de algunos.—8. La explotación de estos yacimientos. Rendimientos.—9. Su porvenir.—10. Conclusiones.

La Metalogenia extremeña está en general poco estudiada, en parte explicado por el escaso desarrollo que alcanza su minería; no por ello deja de haber algunas notas monográficas que estudian determinadas cuestiones de Mineralogía, aunque éstas sean escasas. Nosotros hemos tenido ocasión de hacer determinadas observaciones relativas a la Geología y génesis de algunos yacimientos wolframo-estanníferos, de los que queremos hacer una reseña, destacando especialmente algunos aspectos relativos a su localización, génesis y otros datos referentes a su geología.

1. *Los batolitos graníticos de Extremadura.*—Los batolitos en Extremadura están localizados siguiendo las zonas geosinclinales que corresponden a un Cámbrico mal

datado al cual atraviesan y metamorfozan, dando lugar frecuentemente a fenómenos de endomorfismo en sus bordes al englobar y digerir restos de filadidos y de pizarras que en ocasiones se ven como enclaves y porciones incluidas en la masa granítica.

Es muy importante señalar, como ya advirtió Vicente Sos (1), y nosotros hemos podido comprobar repetidas veces, que la disposición general de estos macizos graníticos es NE.-SW., haciendo suponer que los ejes de zonas de fracturas arrumbadas en esta dirección son las que han dado origen a la salida del magma granítico, ya que tienen la misma orientación y no NW.-SE., como otros autores suponen. La edad de tales rocas por ello no está bien definida, y en muchos casos atribuir las a la tectónica varisca no está de acuerdo con multitud de hechos de observación. Sin embargo, la carencia de fósiles hasta ahora absoluta en ese Cámbrico problemático, lo difícil de apoyarse en razones litológicas únicamente para hallar su edad, la presencia de un Silúrico bastante bien conocido y no afectado de metamorfismo en muchos casos, estando en contacto de las masas intrusivas, el mayor o menor desarrollo de las aureolas metamórficas y otra serie de argumentos, hacen que la edad de la intrusión no esté clara.

Para nosotros la mayor parte de los granitos que hemos podido estudiar corresponden a magmas solidificados a gran profundidad (zona abisal), y encontramos que muchos de ellos han aflorado recientemente, geológicamente hablando, apoyándonos para tal suposición en que es frecuente encontrar aún en la superficie de estos batolitos restos de la cobertera sedimentaria bajo la cual consolida-

(1) SOS BAYNAT, V.: Comunicación verbal.

ron, que ha sido arrasada en los dilatados tiempos desde el Paleozoico medio hasta nuestros días, ya que a partir del Carbonífero superior, Extremadura no ha vuelto a estar sumergida, siendo el plegamiento hercínico el que hizo emerger partes de estas tierras, llevándolas a un dominio continental. Por otra parte, los macizos extremeños ofrecen características normales que en parte han sido estudiadas en otro trabajo nuestro (2), en donde al abordar el problema de su edad hacíamos ver la dificultad existente para considerarlos derivados todos ellos de la orogenia hercínica.

Este problema aún tardará en resolverse dado lo poco estudiadas que están estas rocas, y la dificultad existente para deducir con exactitud geológica su edad, al encontrarnos con la ausencia de terrenos superiores al Devónico y la falta hasta ahora enigmática del secundario. Algunos geólogos, entre los cuales se encuentran Hernández-Pacheco (F.) y otros alemanes, como Schmidt-Thomé (3), creen que existen dos o más edades de granitos, que a nuestro modo de ver es admisible, pero no está lo suficientemente argumentado.

Los límites de estos macizos son mal conocidos, ya que hemos observado que el Mapa Geológico a escala 1/400.000 tiene algunos errores, que ahora se rectifican al hacer las nuevas hojas del Mapa 1/50.000 por el Instituto Geológico

(2) RAMÍREZ, E.: *El Batolito granítico de Plasenzuela (Cáceres)*. Contribución al estudio de los granitos españoles. «Bol. de la R. Soc. de Hist. Nat.», 1952. En prensa.

(3) SCHMIDT-THOMÉ, P.: *Basamento paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España central (provincias de Salamanca y Cáceres)*. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España. Trad. J. María Ríos. Instituto «Lucas Mallada» del C. S. de I. C., t. V, 1950.

y Minero de España. Los grandes manchones de estas rocas eruptivas para Extremadura central son los siguientes:

Sierras centrales graníticas, que comprenden: la sierra de Montánchez y su comarca al NW., sierras de San Cristóbal y de la Zarza, sierras de Robledillo, de Ibahernando, con grandes retazos pizarrosos, y sierra de Santa Cruz.

Macizo granítico de Trujillo y su comarca, especialmente desarrollado hacia el Norte; manchón eruptivo de Plasenzuela y las Zonas de Ruanes, Salvatierra de Santiago, etc. Batolito que bordea a Cáceres en los parajes hacia el Oeste, extendiéndose ampliamente hacia el Norte hasta Garrovillas. Granitos y dioritas de la comarca de Mérida, con mayor amplitud hacia el norte de esta ciudad. Una serie de isleos eruptivos que quedan localizados en Palomas, Oliva de Mérida, Alanje, sur de Villagonzalo, Guareña y la gran mancha que se extiende por la Serena.

Los granitos de Navalmoral de la Mata, Belvis de Monroy, Bohonal de Ibor, Talavera la Vieja, Mesas de Ibor, Puente del Arzobispo, Navalmoralejos, etc., ya quedan más al NE. de las comarcas por nosotros estudiadas.

Muchas veces van acompañados de un cortejo de diques básicos o bien se hallan en ellos porciones periféricas de otros tipos granudos de rocas, dioritas, pórfidos, andesitas que a veces atraviesan estas masas e incluso otras rocas más diferenciadas, como gabros y diabasas. Son muy frecuentes las aplitas, que a veces forman potentes diques y que con facilidad pasan a microgranitos, existiendo términos insensibles de paso entre uno y otro tipo de roca.

Las pegmatitas están en general localizadas hacia las zonas periféricas, pudiendo clasificarse dentro del tipo de las sencillas o bien en las plumasíticas, dado el exceso de álcalis, representados esencialmente por los feldespatos y las micas blancas.

Es muy interesante hacer notar (y por otra parte es ya un hecho conocido) que estos diques pegmatíticos evolucionan hasta dar filones de cuarzo; esta evolución se realiza por un aumento gradual de la cantidad de cuarzo de las pegmatitas y la disminución de los feldespatos y las micas hasta llegar a su total desaparición. Muchas veces estos filones cuarcíferos no se les puede considerar como tales sino más bien pegmatíticos, con gran predominio del cuarzo, presentándose en algunos casos con micas y feldespatos. No hay, sin embargo, que confundir estos filones, que a veces poseen ortosas que provienen de la masa granítica que forma la caja filoniana, por una verdadera digestión de ellos. Estos aportes de feldespatos en este caso pasan insensiblemente desde la roca encajante hasta el filón, continuidad que nos muestra claramente el proceso seguido y que no es posible confundir con los filones cuarzoso-pegmatíticos, en los cuales las ortoclasas o las micas llegan a estar totalmente aislados y con facies pegmatoide.

Observamos otras veces en los granitos marginales una predominancia de los feldespatos.

2. *Las zonas periféricas de los macizos graníticos de Extremadura. Sus variaciones petrográficas y las aureolas de metamorfismo.*—Como es normal para todo batolito, sus áreas de borde están con frecuencia ocupados por tipos porfídicos, y este hecho es muy frecuente observarlo en gran parte de los macizos extremeños, en donde se halla un granito que, si no puede entrar de lleno en el tipo porfido, hay que incluirle en el porfiroide. En estas áreas se ofrece la roca con los típicos fenocristales de ortosa, a veces perfectamente orientados según la dirección NE.-SW., fenómeno sobre el cual insistiremos más adelante.

A veces estos cristales toman una preponderancia gran-

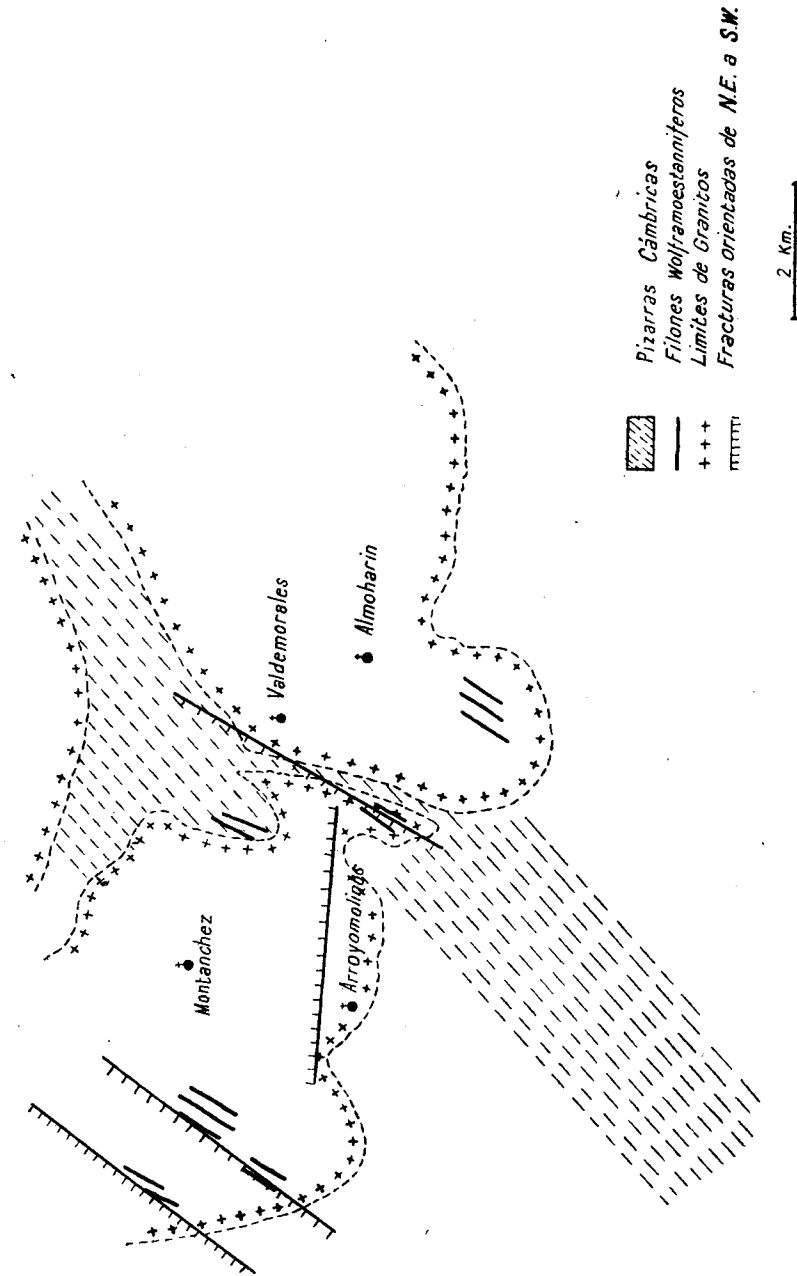


de sobre los demás elementos mineralógicos constituyentes de la roca, pero lo más frecuente sin embargo es verlos alternar con la mica negra o la moscovita, siendo muy común granitos con los dos elementos hojosos, el cuarzo en mayor o menor abundancia y la ortosa con cristales no definidos morfológicamente.

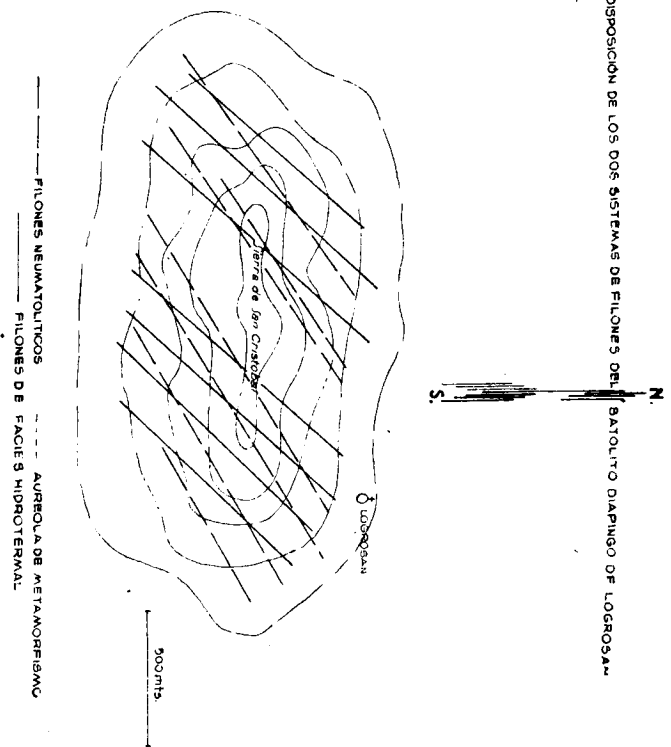
Otras veces es el tipo microgranudo el que ofrece más desarrollo, siendo los diques de aplitas los que se encuentran en muchas ocasiones alternando con los microgranitos o a veces los encontramos interestratificados entre los filadios de la aureola de metamorfismo o bien cortándolos. Este hecho—por otra parte muy frecuente en todo batolito—ya fué estudiado por nosotros al hacer un bosquejo del macizo de Plasenzuela (Cáceres) (4), donde alcanza gran desarrollo este fenómeno.

Por otra parte, en ocasiones parece existir una mayor abundancia de feldespatos en esta zona de borde relacionados con la mayor o menor abundancia de filones cuarzopegmatíticos en tales parajes. Nosotros suponemos que la frecuencia con que el granito se muestra alterado en las porciones periféricas está relacionado con la influencia que sobre él ejerce la roca encajante. Es más, esta alteración, muchas veces está en íntima relación con los fenómenos de endomorfismo que se ven en la roca granítica; el granito ha digerido asimilando elementos de las pizarras, y este aporte de materiales, además de modificar su composición en el sentido de una mayor o menor acidez o basicidad, predispone en ciertos casos a la roca para una alteración más fácil. Otras veces, sin existir este metamorfismo recíproco de los filadios y pizarras sobre la masa granítica,

(4) Obra citada.

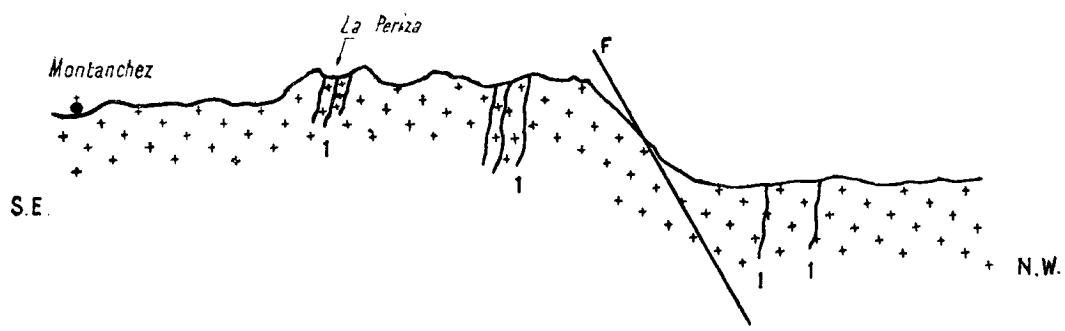
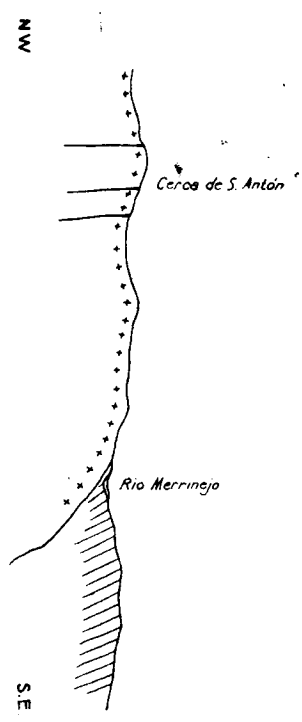


DISPOSICIÓN DE LOS DOS SISTEMAS DE FILONES DEL BATOLITO DIAPIRICO DE LOGROSA.



4-Frente Anfibolitico

CORTE ESQUEMATICO EN LA PERIFERIA DEL BATOLITO DE TRUJILLO



1. Filones wolframostanniferos

Corte esquematico por la Sierra de Montanchez con la posición de los filones que llevan estaño y wolframio



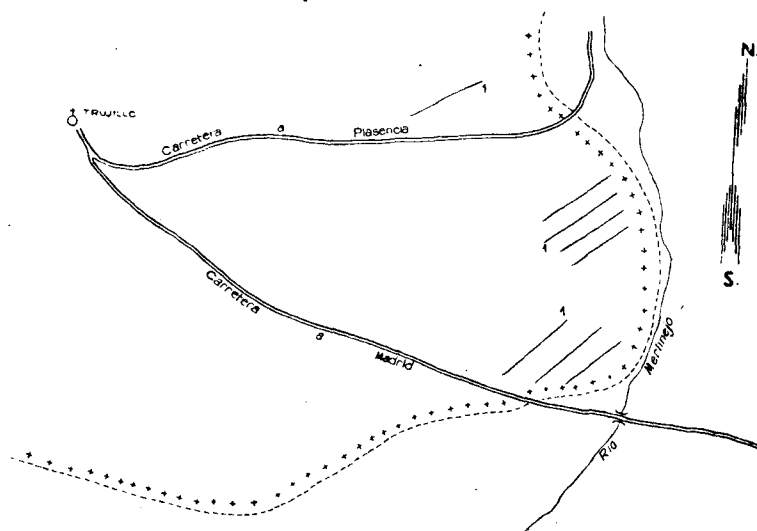
la misma presencia de la roca ha influido por contacto para que el granito sea menos resistente a la alteración «in situ».

Los diques de pegmatitas se encuentran, como ya hemos indicado, con relativa abundancia tanto en el granito como en las pizarras, existiendo tipos de esta roca filoniana con pocas variantes en relación con el que tiene una predominancia de feldespatos, bien sean éstos en cristales de tamaños no muy grandes o con la composición normal cuarzo-feldespato-mica. Con más frecuencia que otros minerales la turmalina, variedad chorlo, se presenta en estos diques a veces en concentraciones de cristales no muy bien formados.

En ocasiones el granito de los bordes contiene también turmalina como mineral accesorio, resultado probablemente de la actividad neumatolítica en tales zonas, y calificamos de facies pegmatíticas los que presentan estos granitos cuando sus cristales ofrecen el aspecto en conjunto de tales rocas sin llegar a constituirlos como tal y cuando se encuentran en diques o en pequeñas cúpulas o en fisuras irregulares rellenas de estos materiales.

La mayor parte de las veces la separación entre la roca eruptiva y la encajante es neta, ya que no hay un paso inconfundible entre unos y otros materiales.

La aureola de metamorfismo suele ofrecer desarrollo muy variable tanto en intensidad como en extensión, siguiendo diferentes puntos de los bordes de los macizos. Por lo general nos encontramos en la mayor parte de los terrenos que bordean los granitos con filadíos y pizarras afectados de un proceso que nos indican un metamorfismo medio, teniendo en cuenta que la mayor parte de las veces estamos en la zona superior a la migmatítica. La gran constancia de estos materiales que bordean los granitos



POSICIÓN DE LOS YACIMIENTOS FILONIANOS DE TRUJILLO CON CASITERITA Y WOLFRAMITA. +++: LIMITE DE LOS GRANITOS. 1: FILONES

hace que esta aureola sea muy homogénea y monótona para su estudio; raras veces se encuentran calizas en contacto de los granitos, Magacela (Badajoz) u otro tipo de roca.

Hay que destacar especialmente la poca permeabilidad de estas rocas para el fenómeno de la granitización, por lo cual es frecuente que se encuentren los filadíos y pizarras muy cercanos al granito con una migmatización escasa o a veces nula, que es sustituida por la aparición de los minerales secundarios como andalucita, granates alterados, quistolitas, piroxenos, etc., muchas veces formados más que por una metasomatosis como consecuencia de las presiones y temperaturas resultantes de la presencia de la masa granítica.

Mineralógicamente consideradas estas aureolas, son pobres, siendo restringida la serie de minerales que en ella se encuentran, y en cuanto a minerogénesis, hay que destacar particularmente por un lado la escasez de calizas que siempre favorecen su desarrollo, y en segundo lugar la localización muy acentuada de los yacimientos. Para nuestro estudio tiene mucha importancia que destaquemos que más generalmente los filones wolframo-estanníferos quedan localizados en la masa granítica más que en las pizarras.

Podemos decir que estas pizarras la mayor parte de las veces son concordantes con los granitos, habiendo una relación de dirección o arrumbamiento en la disposición de los granitos y pizarras, como ya indicamos anteriormente, dato del mayor interés en cuanto a metalogenia se refiere.

En conjunto, los filadíos y pizarras, con una serie de tipos arenáceos, ampelíticos, cuarcitosos, micáceos y otros términos de mayor o menor analogía con éstos, se encuentran muy fisurados superficialmente, siendo posible distinguir frecuentemente una pizarrosidad muy constante

NE.-SW., o bien NNE.-SSW., o bien NS., con otras direcciones de diaclasas que con frecuencia cuartejan los esquistos o les da un aspecto de gran confusión por lo irregular que se muestran estas fisuras. La alteración generalmente no es muy intensa, alcanzando lo más frecuente una profundidad que nunca sobrepasa el nivel hidrostático, pero lo más constante es desde algunos centímetros a tres-cuatro metros.

En ellos domina tectónicamente el estilo isoclinal, siendo muy constante la verticalidad de estos materiales que, unido a su difícil separación en tramos que se repiten estratigráficamente, plantean algunos problemas de interpretación tectónica para estas formaciones. Vemos, sin embargo, en ella una serie de pliegues muy comprimidos por efecto de la acción de varias fases orogénicas con acoplamiento de masas y posterior arrasamiento, según hacíamos notar en una reseña de estos materiales.

Tiene, sin embargo, grandes relaciones esta estructura con la localización de yacimientos de minerales, y su génesis está ligada muchas veces a esta disposición de conjunto de estos materiales.

3. *Posición de los yacimientos.*—Resulta de gran interés estudiar la localización de los yacimientos que nos ocupan, porque de ellos se saca gran enseñanza para el estudio de la Metalogenia extremeña y a la vez contribuye a hacer más asequible el estudio de otros problemas geológicos.

En general, todos los yacimientos por nosotros estudiados presentan características de gran uniformidad con ligeras variaciones en cuanto a sus paragénesis más frecuentes y más monótonos en lo que se refiere a su génesis. Como es lo normal para este tipo de yacimiento, los encontramos situados en los bordes de los batolitos y con

más frecuencia dentro del granito que en las rocas encajantes, como ya se indicó; sin embargo, también se encuentran en las pizarras El Serranillo (Logrosán), Valle Oscuro (Montánchez), etc. A veces se les halla incluso hacia el interior del macizo granítico, Montánchez (Cáceres), pero su localización más frecuente es en las zonas marginales de los macizos, allí donde los filones cuarzosos se disponen radialmente, penetrando en la aureola de metamorfismo.

El hecho más importante que queremos señalar es una observación nuestra que hace tiempo venimos meditando: es la marcada orientación NE.-SW. de todos los filones. Es más, casi nos atreveríamos a decir que toda la Metalogénia extremeña está en relación con este arrumbamiento o ligeras variantes de él que oscilan entre la NNE. o ENE. que de un fracturado y diaclasado que afecta preponderantemente a todos los batolitos graníticos extremeños; en algunos casos imprimen sello marcadísimo a estas masas eruptivas como ocurre en la alineación granítica que constituyen las sierras centrales extremeñas (Montánchez, Sierra de San Cristóbal y la Zarza de Montánchez, Sierras de Robledillo, de Ibahernandó y de Santa Cruz), donde este fenómeno tiene muy acentuadas sus características, que nos explican claramente la morfoestructura de toda la alineación montañosa. Pues bien: todos los filones Wolframoestanníferos que se localizan especialmente en la región central extremeña y los no enclavados en esta comarca ofrecen este arrumbamiento de una manera constante; a veces incluso en un yacimiento que ofrece a la observación dos sistemas de filones de los que únicamente es productivo el que ofrece esta dirección, siendo estéril el segundo, que a lo más está metalizado en los puntos donde se une con los del primer sistema (Mérida).

Otra nota destacada de la posición de estos yacimientos es su marcada tendencia a la verticalidad de los filones, no obstante es frecuente ver un buzamiento que los hace muy típicos por el gran ángulo de inclinación que llevan. Con marcada intensidad éstos se muestran a veces triturados, obedeciendo este hecho a nuestro modo de ver a fenómenos de fracturación o diastroísmo posteriores a la génesis de ellos que han dado lugar a veces a su rejuvenecimiento. Señalamos como muy característico en algún yacimiento dos sistemas de filones igualmente orientados en conjunto, pero con variaciones en detalles y más distintos en cuanto a su potencia y facies.

Como ya veremos después, hay que incluirlos en el tipo de yacimientos neumatolíticos, pero con variaciones que tienden a los sulfurados. Pues bien: es posible entonces ver que de los sistemas que señalamos hay uno más potente y con tendencia al *hidrotermalismo*, en general no metalizado o muy escasamente, siendo la potencia de estos filones de 40 a 90 centímetros y en algún caso aún más.

El segundo sistema de menos potencia, que a veces es muy escasa, desde 2 centímetros hasta los 30, es ya francamente neumatolítico y el que ofrece metalizaciones más interesantes. Esta disposición no se puede generalizar, pero cuando existe puede facilitar interesantes datos en cuanto a la génesis de los yacimientos.

4. *Lugar de éstos en la clasificación metalogénica.*— Todos los yacimientos que estudiamos pueden incluirse en el tipo neumatolítico, como ya hemos indicado. En efecto, se encuentran entre los minerales que constituyen su paragénesis más frecuente los de la familia del estaño con algunas excepciones que se refieren especialmente a la ausencia de fluorita, topacio y no siempre de apatito. La turmalina en muchos casos es abundante, indicando por un

lado la existencia del boro en el magma que le produjo y por otro el carácter neumatolítico típico. Sin embargo, aunque encajando estos yacimientos en los de tipo neumatolíticos habría que tener en cuenta ciertas particularidades que se refieren especialmente a la presencia de minerales sulfurados y en gran abundancia en los filones en que arman éstos.

Entre los sulfuros se encuentran, como veremos más arriba, especialmente la arsenopirita, que en muchos casos es mispiquel como el más abundante, la calcopirita, bornita, pirrotina, diversos ocreos de wolframio y estaño, y en algún caso bismuto, como sucede en el Valle de la Serena. Son más raros o no se encuentran galena, blendas y otros.

Para apoyar nuestro punto de vista en cuanto a la inclusión de estos yacimientos en el tipo de los neumatolíticos hay que hacer resaltar la constancia de la lepidolita en la caja filoniana, especialmente en las saibandas de los filones y la alteración que sufre el granito en el contacto de éstos, alteración que se refiere especialmente a la aparición de tipos de rocas muy parecidos al greisen, aunque el grado de esa alteración de los feldespatos es muy diverso y no aparecen con sus caracteres típicos la roca que corresponde a esta denominación.

En cuanto a la aparición de los minerales sulfurados, especialmente la arsenopirita, destacable por su constancia, hay que pensar que una aproximación a los yacimientos sulfurados es de tener en cuenta, aunque en dependencia íntima con los del tipo Cornuailles, ya que la mayor parte de sus caracteres los aproximan más a éstos que a aquéllos.

Es de señalar, no obstante, como ya indicamos, una cierta tendencia al hidrotermalismo, que más bien corres-

ponde a un último momento de la metalización de estos filones, que tal vez corresponda al final de la formación de los últimos cristales del magma o al menos esté en equilibrio con los feldespatos recientemente formados que a veces aparecen en la masa cuarzosa-filoniana englobados. De modo que en cuanto al lugar de estos yacimientos en la clasificación metalogénica y geológica quedan situados dentro de los neumatolíticos, pero con ciertas facies hidrotermal.

La asociación wolfram-casiterita por la presencia de aquél abona más la situación de éstos en el tipo que reseñamos.

5. *Paragénesis más frecuentes.* — Queda indicado más arriba que algunos de los minerales que aparecen en las paragénesis de estos yacimientos y hemos resaltado la presencia muy constante de la arsenopirita.

En general son poco variadas estas asociaciones de minerales, siendo de destacar su gran regularidad en cuanto a minerales accesorios en relación con las menas.

Hemos de establecer en primer lugar las relaciones existentes entre menas fundamentales; minerales de Sn. y W. Es muy constante la asociación casiterita-wolframita, pero predominando uno de ellos, salvo alguna excepción (Almojarín).

Otros minerales de wolfram o de estaño son menos frecuentes y nosotros no hemos identificado la estannina en estos filones. Para el wolfram es algo más frecuente, aunque no con mucha constancia la presencia de la scheelita y es muy posible asegurar además la existencia de Feruverita y Hubnerita, bastante normal por otra parte en todos los yacimientos.

La asociación casiterita-wolframita-scheelita no es muy frecuente (Almojarín), siendo más constante, como ya in-

dicamos, la persistencia de wolfram y casiterita. Tampoco se da con mucha constancia la presencia de scheelita con wolframita, siendo aquélla exclusiva. Hay que atribuir este hecho, lo mismo que la ausencia de fluorita, a la gran movilidad geoquímica del calcio, que a veces se muestra en filones de fosforita propiamente dicha (Logrosán), o bien en diques de pegmatitas que contienen fosforita dispersa entre los cristales de aquélla (Malpartida de Cáceres) o bien que el calcio entre como componente normal de granitos y pegmatitas destacables en muchos casos por la abundancia de feldespatos. Se podría pensar también en la marcha a la atmósfera de la fluorita, gasificación producida por lo neumatolítico de ésta y dada la ausencia del fluor como elemento fundamental de la génesis de la casiterita.

Pasando a estudiar los demás minerales que forman la paragénesis del estaño hemos de citar la ya mencionada arsenopirita, que en muchas de sus formas coinciden con el mispíquel; calcopirita, pirrotina, bournonita y otros ocos no muy bien identificados. Todos los filones llevan como ganga cuarzo y éste es algo variado en cuanto a su aspecto; el más típico suele ser el de color blanco azulado con brillo craso, que tiene fractura irregular y astillosa. Otros tipos de cuarzo se refieren al de estructura más gruesa, incluso el silex suele encontrarse con alguna frecuencia.

La turmalina (que los mineros llaman canutillo) se presenta con mucha constancia en los yacimientos y a veces en grandes concentraciones se suele dar casi únicamente la variedad chorlo; este mismo mineral aparece a veces en el granito alterado que forma la caja filoniana como elemento constituyente de él.

Es muy típico de la mayor parte de estos yacimientos el encontrar la casiterita y en otros casos la wolframita

entre el granito alterado de los hastiales en el cual, además, aparece a veces muy concentrada la mica dorada o lepidolita, estando la aparición y concentración de este elemento hojoso directamente relacionado con la acción de los mineralizadores, ya que en sí la lepidolita forma parte de la familia del estaño.

Algunos feldespatos suelen aparecer a veces en el cuarzo, bien englobado por éste o bien en las salbandas de los filones cuarzosos. El hierro es muy frecuente en todos los criaderos lo más corrientemente en forma de hematites, bien rellenando fisuras entre la masa del cuarzo o recubriendo algunas geodas de cristales de cuarzo que a veces aparecen formando bellas asociaciones e incluso de tamaño considerable. En el Valle de la Serena los filones contienen bismuto o al menos un producto de color ocráceo amarillento que así lo denominan.

6. *Su génesis.*—El problema de la génesis de los yacimientos estannowolframíferos está ligado a la intrusión granítica en que arman estos yacimientos. El datarlos, pues, supone que la edad de estos granitos sea conocida.

Sos Baynat supone que la edad hercínica que se les atribuye no es exacta y nosotros mismos participamos de estas ideas a la vez que las comprobamos en nuestros estudios de geología extremeña. Dejando aparte el problema de la edad diremos algo de su génesis.

La zona que estudiamos corresponde a la de las plesio-capas de Schneider con un magmatismo muy activo como lo demuestra la presencia de todos los batolitos que reseñamos. La actividad pliomagmática corresponde, además, a la de las raíces de los estratos silúricos movilizados por la tectónica varisca.

Los granitos en que arman estos yacimientos se caracterizan geoquímicamente por su gran acidez, aunque has-

ta ahora no poseemos datos de análisis de esta roca, tarea a realizar y que consideramos de gran interés. Predominan en ellos la biotita, aunque son frecuentes los granitos con dos micas y más bien hay una superabundancia, bien de cuarzo, bien de feldspatos. El cuarzo aparece con elementos isodiamétricos, siendo frecuentes el tipo granulita e incluso hemos hallado (Trujillo) granitos donde el cuarzo aparece en perfectas formas bipiramidales, hecho tal vez atribuible a un enfriamiento lento del magma favorecido por la consolidación a gran profundidad y por la abundancia de sílice en él.

Pero para decir algo de la génesis de estos yacimientos es preciso que insistamos sobre las fracturas arrumbadas NE.-SW. La edad de las primeras nosotros hemos supuesto que era anterior al segundo sistema (5) y de mucho mayor desarrollo que el segundo. Aquél, además, está en relación directa con el diaclasado NE. que afecta a veces muy intensamente a las masas graníticas, como ya indicamos anteriormente. Sin ningún género de dudas estas fracturas y este diaclasado han sido las vías de acceso de los agentes mineralizadores que han originado estos yacimientos, habiendo que pensar, además, que tienen su génesis íntimamente relacionada con el último período de consolidación del magma granítico, por lo cual nos vemos conducidos a creer que el fracturado NE. a que nos referimos es concomitante con el final de la intrusión granítica. Ahora bien: la edad de los granitos no está bien conocida y más aún el relacionarlos con este arrumbamiento normal a las direcciones hercínicas.

(5) RAMÍREZ, E.: *La tectónica de las pizarras cámbricas de la provincia de Cáceres*. XVII Congreso Luso Español de la Asociación para el Progreso de las Ciencias. Málaga, 1951.

Las soluciones mineralizadoras siempre muy cargadas de sílice o con un exceso de ella se han depositado en estas fisuras al ascender a regiones donde las temperaturas permitían estas deposiciones.

Con estas soluciones mineralizadoras ascendían burbujas de  $\text{Cl}_2\text{SnO}_2\text{Fl}_2\text{Sn}$ , que reaccionando con el agua de ellas, según es conocido, formaban cristales de casiterita que se cristalizaban en las grietas, pero generalmente esta deposición es anterior a la de la masa de cuarzo ya que, como hemos podido observar repetidas veces, el cuarzo se adapta a las formas cristalográficas de la casiterita, es decir, esta es un mineral que se halla envuelta por el cuarzo el cual se ha consolidado después. Nuevas mineralizaciones ascendían, dando lugar a un relleno más completo de esta fisura filoniana que a la vez arrastraban moléculas de  $\text{WO}_4\text{Fe}$  o  $\text{WO}_4\text{Mn}$ , las que solidificándose daban lugar a cristales de wolframita, que pensamos sea posterior a la formación de la casiterita, aunque anterior o simultánea de la solidificación del cuarzo. Ahora bien: se producirá wolframita o schelita, según la abundancia de hierro y de manganeso o de calcio en los gases mineralizadores, lo que nos hace suponer que estos minerales se producen mediante reacciones al ascender las columnas fluidas mineralizantes y sea el anión  $\text{WO}_4^{--}$  el que reaccione con los cationes  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$  o  $\text{Ca}^{++}$ , para dar lugar a estos minerales. De modo que la serie mineralógica en cuanto a sucesión de formación sería casiterita wolframita scheelita (6).

La wolframita suele aparecer con más frecuencia englobada en la masa cuarzosa filoniana, por lo cual es de supo-

(6) Premuras de tiempo nos han impedido consultar publicaciones modernas sobre algunas de estas cuestiones.



ner que su ascenso está más ligado a la subida de las disoluciones cargadas de sílice, y así parece confirmarse por las observaciones que personalmente realizamos.

La wolframita, según lo que acabamos de decir, sería entonces de más profundidad que la casiterita, pero siempre con la superficialidad que es necesaria para el fenómeno neumatolítico, es decir, será relativamente la wolframita más profunda que la casiterita, pero ni ésta ni aquélla son minerales de profundidad.

A veces hay alteraciones de este orden de cristalizaciones y es posible admitir que ciertas metalizaciones, especialmente las estanníferas, sean posteriores a la masa cuarzo-filoniana, ya que con frecuencia aparecen muy lateralmente y casi nada dependientes de las salbandas del filón, sino más bien encajados dentro de los hastiales de la caja filoniana.

Es del máximo interés tratar de hallar las relaciones arsenopiritas-casiterita o arsenopirita-wolframita en cuanto a sus posiciones mutuas en el espacio, sus períodos genéticos y las conexiones que existen entre ellas en cuanto a sus interdependencias en las columnas mineralizadas. ¿La arsenopirita es un mineral hidrotermal? ¿Se la puede considerar como mineral indicador de la paragénesis casiterita-wolframita? Son estas sugerencias de alto valor científico y económico para el estudio de estos criaderos, pero a los cuales no estamos aún en condiciones de contestar rotundamente; hemos observado hechos de cierta generalización en algunas localidades, pero no siempre admisibles.

Se refieren éstas a considerar la arsenopirita lateral a la casiterita o wolframita o bien superior a ellas. A veces se han envuelto ambos minerales, rodeando la arsenopirita a los otros como si ésta fuese posterior a ellos, lo que creemos sea verdadero; en otros casos se presenta la arseno-

pirita como mineral residual de un yacimiento neumatolítico, lo que supone que es inferior a éstos. En este caso ha sido la erosión la encargada de arrastrar los minerales superiores.

Suponemos, además, que en un número de yacimientos bastante amplio coexisten fenómenos neumatolíticos e hidrotermales; por un lado hay que basar estas suposiciones en el carácter mixto que presentan los yacimientos, dado el tipo de paragénesis que en ellos se presentan. Por otra parte, la asociación reseñada evoluciona hacia tipos de hibridación paragenética. En algunos casos, como Logrosán, hemos visto que de los dos sistemas de filones que se presentan el de más potencia ofrece las características de un cuarzo hidrotermal y los minerales que en ellos aparecen abonan esta idea; el otro sistema filoniano es de marcada tendencia neumatolítica, aunque en él también se haya producido una fase de hidrotermalismo, que posiblemente es posterior a la fase neumatolítica.

Otras veces hay que pensar que el fenómeno neumatolítico sea posterior a la fase hidrotermal y ello lo basamos en el siguiente hecho: Las salbandas de los filones, como ya dijimos, aparecen con gran cantidad de lepidolita y por otra parte es en esta posición donde se deposita la casiterita, a veces incluso ya en el hastial en huecos existentes entre éstos y las salbandas. En cambio, la arsenopirita aparece en la masa cuarzo-filoniana lo mismo que el tungsteno; por eso había que suponer que este mineral tiene más tendencia al hidrotermalismo, aunque en sí la cuestión sea algo confusa.

Es bastante frecuente que estos minerales neumatolíticos se difundan en el granito de la masa envolvente del filón o bien en las pizarras si es en estas rocas donde encajan los filones e incluso existen algunos casos donde las

venillas cuarzosas son estériles, pero en relación directa con un dique de granito más diferenciado y lateral a aquella venilla en donde aparece concentrada la casiterita. Este hecho se da con más intensidad en Almoharín y pertenece con los que se encuentran en Montánchez al tipo de yacimiento que calificamos de difusos por la irregularidad de los filones y la aparición de pequeñas chimeneas cuarzosas, conteniendo estos minerales.

Parece existir una cierta relación entre las pequeñas apófisis marginales de los batolitos, y los yacimientos wolframo-estanníferos.

Hemos aludido más arriba al zonado de los filones, y tenemos que insistir en este hecho, por demás interesante, en cuanto a la génesis de estos yacimientos. Los filones estratoides, compuestos, podríamos decir que estuviesen contruidos por varios filones simples, pudiendo ser interpretado este fenómeno desde distintos puntos de vista. Lo más racional, sin embargo, parece pensar en varias venidas filonianas, con descansos mayores o menores; es decir, el relleno de la grieta no se ha realizado de una vez, sino gradualmente, lo que ha dado lugar a esta zonalidad. Algunas veces, en relación con las fisuras que quedan entre estos filones pseudoestratificados, se presentan las mineralizaciones, especialmente las de wolframita, como si estas fisuras hubiesen facilitado su salida. Hemos observado más especialmente este dato en Trujillo, donde se puede apreciar claramente lo que apuntamos.

7. *Descripción de algunos de estos yacimientos.*—*Logrosán.*—Este criadero estannífero ha sido estudiado con bastante detalle por Sos Baynat (7), quien cree ver en este

(7) SOS BAYNAT, V.: *Notas y datos inéditos.*

yacimiento un tipo muy característico en relación con una pseudoestratificación del granito. El pequeño batolito de tipo diapírico, y de reducidas dimensiones de la sierra de San Cristóbal, se ve cruzado por los dos sistemas de filones ya mencionados, y orientados al NE., que es la dirección que ofrece el diaclasado de los granitos, pero sin llegar al laminado de la roca.

La aureola de metamorfismo es muy desarrollada, existiendo una zona migmatizada a la cual pasan los filones. Paralelos a los que contienen fundamentalmente casiterita, arsenopirita, calcopirita, etc., se encuentran a veces otros con fosforita. No tienen relación directa estos filones con el famoso filón «Constanza», que ha sido muy explotado, pero que encaja en los filadíos totalmente y en las migmatitas de las zonas marginales a los granitos.

La turmalina es abundante en este yacimiento, presentando relaciones restringidas con la metalización de los filones. Esencialmente hay dos sistemas de filones, uno de gran potencia (60-80 cm.), poco mineralizado y de cuarzo de facies hidrotermal, y el segundo, de muy poco grosor, con numerosos desfleques y ramificaciones que a veces se resuelven en vetillas de un cm. Forman con el sistema anterior un ángulo de 20-30°. Puede decirse que este sistema es anterior al primero, reseñado y es el que aparece metalizado con más constancia.

Fundamentalmente este yacimiento es de tipo neumatolítico y es posible que acciones fumarolianas hayan intervenido en producir alteraciones del granito que se presenta en ocasiones con casiterita difusa. Hasta ahora el wolfram falta. Se ven con frecuencia superficies de deslizamiento incluso estriadas y otras con masas arcillosas muy plásticas originadas sin duda por las fricciones de las ma-

sas que resbalan y a las cuales facilitarían sus movimientos a la manera de un lubricante.

*Montánchez.*—Muy patentemente se ve en este macizo granítico las relaciones existentes entre el diaclasado y fracturado NE.-SW. de los granitos con la génesis de los filones que en ellos arman. Es frecuente ver laminada la roca, orientándose los elementos en la misma dirección; laminado que la hace tomar facies gneísica, aunque no se encuentre el gneis típico.

Salvo en algún paraje concreto (La Periza) los filones son del tipo que hemos llamado difusos tanto por la mineralización como por la disposición irregular. Son frecuentes los saltos por rotura. La potencia es pequeña y la paragénesis restringida, esencialmente casiterita, wolframita y arsenopirita. Dentro de esta localidad se encuentran, no obstante, unos predominantemente estanníferos, otros wolframíferos y algunos de ellos con la asociación casiterita-wolframita-scheelita, además de la arsenopirita tan constante y la pirita.

Incluimos bajo el epígrafe Montánchez tanto los yacimientos situados en esta localidad como los que se encuentran en Arroyomolinos de Montánchez, Almoharín, Alcuéscar y Casas de Don Antonio.

Algunos de estos yacimientos encajan dentro de las pizarras como los situados en la zona de la Parrilla, pero en dependencia con el batolito de Montánchez. En Almoharín, en el denominado cerro del Sextil, la formación eruptiva periférica está representada por un micropórfido granítico con diques de granitos de elementos más gruesos en donde aparece la casiterita como mineral, en granos sueltos y en relación con filones cuarcíferos que suelen ser laterales y de poca potencia. En este caso los eluviones tienen una gran representación y fueron los que ayudaron

a descubrir este yacimiento. En esta comarca los aluviones ofrecen cierto interés, pero nunca forman grandes masas. Refiriéndonos a aluviones hemos de decir que los criaderos cacereños nunca tienen masas explotables ni por su volumen ni por la concentración de los minerales en ellos. En este sentido son más remarcables los eluviones que en ocasiones presentan características interesantes en cuanto a su origen.

*Cáceres.*—Algunos de los yacimientos de esta localidad han sido estudiados, aunque no con gran detalle, por geólogos alemanes. Son destacables los parajes de Valdeflórez donde la paragénesis es de gran interés mineralógico y genético. Los filones arman en pizarras silúricas que son atravesadas por ellos y cuyo origen hay que buscar en el plutón granítico que se desarrolla al W. y S. de la ciudad.

La asociación comprende: casiterita, arsenopirita, nacríta, turquesa, lepidolita, ambliogonita, pirita, tal vez flogopita, scheelita, etc.

En el paraje del Trasquilón, próximo a la carretera de Cáceres a Mérida, se encuentra una explotación antigua de ambliogonita con casiterita, que actualmente se explota por sus aluviones, alcanzando cierta importancia.

En Valdeflórez los filones cortan casi normalmente a las pizarras, es decir, tienen rumbo NE. y a veces alcanzan potencia considerable, siendo verticales predominantemente.

Siguiendo el borde de los granitos que afloran en las cercanías de la ciudad y que siguen casi limitados por el río Salor, aguas abajo del puente de la carretera de Cáceres a Badajoz hallamos una serie de pequeños yacimientos wolframíferos que quedan localizados hacia Malpartida de Cáceres.

Aquí los filones encajan en un granito de facies porfi-

dica, encontrándonos con una asociación mineralógica limitada a la wolframita con arsenopirita, diversos ocre y algunos indicios de casiterita.

Todos los filones que se encuentran en estas zonas marginales están orientados al NE. o bien N.-NE., siendo de poca potencia con ligeras excepciones. Existen cerca de ellos algunos diques de pegmatitas que llevan fosforita como elemento accesorio o bien filones de fosforita muy pobres que en otra época motivaron los comienzos de trabajos de minería que pronto se abandonaron. Cerca de éstos se encuentra el de fosfatos de Aldea Moret, que ya está estudiado en parte, y que se relaciona con las calizas del famoso calerizo de Cáceres.

Próximo a Cáceres se encuentra Torremocha, donde también afloran filones con wolframita especialmente, que encaja en el granito y que presentan características normales dentro de las que hemos establecido para la región central extremeña.

*Trujillo.*—El batolito de esta localidad alcanza no gran desarrollo, pero se relaciona con los que se extienden hacia la comarca de Plasenzuela, Salvatierra de Santiago, etcétera.

Por el borde W. se encuentran ya cerca de la aureola de metamorfismo filones arrumbados al NE. cerca de la carretera que desde Trujillo se dirige a Plasencia. Tienen espesor considerable estos filones comparados con los que hallamos para este tipo de yacimiento, siendo de 30-70 centímetros de potencia lo más frecuentemente. El río Merriño establece la separación entre los granitos y las pizarras con una banda de anfibolitas de bastante desarrollo, ya que su frente no será menor de 250 m. de potencia.

Encontramos en este yacimiento turmalina muy diseminada, arsenopirita, pirita, wolframita, en algún caso casi-

terita, ocre de color amarillento o verdoso con algunos otros minerales.

8. *La explotación de estos yacimientos. Rendimientos.*—La explotación de esta riqueza nacional en Extremadura es por demás anómala en muchos aspectos para que no la pongamos de manifiesto. No nos puede pasar desapercibido el estado anárquico que reina en estos trabajos, desorden que se deriva de varias causas.

Las minas están en poder, la mayor parte de las veces, de aventureros que sólo ven en ellas un procedimiento de lucro en gran escala, recurriendo a los métodos más intolerables, ya que se destruye en gran parte una materia de tanto interés para el país como es el estaño o el wolframio.

Sin la más elemental dirección técnica, unos mineros improvisados de la noche a la mañana trabajan con sus escasísimos medios los filones a cielo abierto por lo general, que frecuentemente lo pierden. Estos filones al no darles con la prontitud que ellos desean el apetecido mineral son abandonados, sucediendo a veces que llegaron a puntos próximos a la metalización.

Raras veces se persiguen los filones en galerías y cuando éstas se hacen, más que tales trabajos, son cuevas donde se trabaja con el mayor peligro de quedar enterrados los que en ellas se hallan.

El resultado final de estas actividades es ver convertido un campo filoniano en un verdadero caos de calicatas, zanjas, pozos abandonados, amontonamientos de tierras, rocas, lo cual produce la impresión más deplorable. En algún caso las explotaciones están en manos de alguna entidad comercial que lleva a cabo una explotación más racional.

La zafra suele ser triturada por los procedimientos más

rústicos, practicándose el lavado a mano con recipientes medianamente adecuados.

Salvo determinadas zonas que ya tienen alguna tradición en minería, son generalmente gentes sin la menor experiencia. Atraídos por las perspectivas de grandes riquezas aparecen en estos lugares mineros de otras comarcas ya explotadas que se convierten en maestros de los demás. Suele ser, sin embargo, más rápida la aparición de compradores, aventureros que comercian de la manera más vil y más ventajosa con los minerales que allí surgen, aprovechando el primer momento de desconcierto.

Se cometen los fraudes más refinados al mezclar ilmenita, oligisto u otros minerales con la casiterita o la wolframita.

Queremos decir algo de los rendimientos que se obtienen refiriéndonos a datos personalmente obtenidos. Consecuencia del sistema de explotación anárquico y de ser estos minerales de tipo superficial predominantemente, en la primera época de trabajos los rendimientos suelen ser buenos, teniendo en cuenta las características de estos filones. Es normal que un grupo de obreros integrado por 6-7 individuos obtengan una media de 10-12 kilos diarios. Dada las anomalías de estas metalizaciones a veces se hallan bolsadas de 100 kilos o en algunos casos superiores.

Otras veces el grupo trabaja tres-cuatro días y al no hallar nada y carecer de recursos para seguir los trabajos sin percibir ningún beneficio, abandona aquel filón cuando el mineral se hallaba cerca.

Se desconocen toda clase de entibaciones u otros procedimientos de protección, no pudiéndose seguir un filón aunque la metalización continúe cuando la profundidad y el estado de labor ofrecen mínimas garantías. Muchos yacimientos dan como producción mensual una tonelada, tra-

bajando una media de 30-40 obreros. Suelen obtenerse 2-3 toneladas en los primeros momentos.

De los yacimientos de Logrosán, por ejemplo, se puede calcular una producción de 45 toneladas en dos años. En otros yacimientos wolframíferos se puede calcular una producción anual no superior a las 18 toneladas para un yacimiento medio.

9. *Su porvenir.*—Hemos de decir algo de las perspectivas minero-económicas que a nuestro modo de ver se pueden prever para esta minería. Sabemos que el problema de explotación depende directamente del precio más oscilante para el wolframio que para el estaño. La mayor parte de los yacimientos conocidos ofrecen posibilidades limitadas, pero éstas pueden ser mejoradas racionalizando sus explotaciones que en todo caso han de adaptarse a la riqueza y características del yacimiento. Con el sistema de explotación que actualmente predomina se malogra una riqueza de tanto interés para la nación en cuanto a su economía exterior e interior.

Una prospección metódica de determinadas zonas, en algunos casos con la intervención de organismos oficiales y el empleo de procedimientos eléctricos de sondeos o gravimétricos puede ampliar el número de yacimientos descubiertos o aumentar las posibilidades de algunos de los que se explotan.

Es obvio anotar que un estudio, detenido, geológico en las zonas en que habría de realizarse la prospección es condición precisa e indispensable. Un mayor control de las producciones de estos yacimientos a la vez que se metodizan y racionalizan las explotaciones haciendo intervenir elementos técnicos en ellas y una ordenación eficaz de los trabajos, aumentarían las posibilidades de los existentes.

10. *Conclusiones:* 1.ª Los bordes de los batolitos ex-

tremeños o en sus aureolas de metamorfismo, están atravesados por filones de cuarzo orientados de NE. a SW., que suelen contener en ocasiones casiterita, wolframita y otros minerales en paragénesis con ellos.

2.<sup>a</sup> Las aureolas de metamorfismo por lo general no suelen alcanzar gran desarrollo, encontrándose una zona migmatítica que no siempre es observable por quedar encima un nivel de pizarras metamórficas, a veces no bien caracterizable.

3.<sup>a</sup> Los granitos de la Extremadura central presentan un diaclasado con grandes fracturas arrumbadas al NE.-SW. que los caracteriza en cuanto a su tectónica. A veces este diaclasado es muy intenso, dando lugar a un laminado de la roca que ordena sus elementos en esta misma dirección, haciéndoles tomar un aspecto gneísico.

4.<sup>a</sup> Estas diaclasas y fracturas están en conexión con la génesis de estos yacimientos.

5.<sup>a</sup> Los granitos se muestran en sus bordes influenciados por las pizarras, destacándose especialmente este fenómeno por la alteración de la roca en las zonas marginales de los batolitos. En ocasiones hay asimilación de materiales por el magma.

6.<sup>a</sup> Las paragénesis más frecuentes de estos yacimientos están constituídas por casiterita, wolframita con arsenopirita y pirita y turmalina muy constantes. En otros casos la asociación wolframita-scheelita es muy típica. Acompañan a veces calcopirita, pirrotina, hematites y en las cajas filonianas es muy característico el desarrollo de la lepidolita.

7.<sup>a</sup> Es de destacar la ausencia de fluorita como mineral neumatolítico.

8.<sup>a</sup> Situamos estos yacimientos dentro del tipo neumatolítico con tendencia al hidrotermalismo.

9.<sup>a</sup> Los granitos petrográficamente quedan caracterizados por la predominancia de la biotita, tipos granulíticos o granitos con dos micas. Hay con frecuencia gran proporción de feldespatos y son frecuentes las estructuras porfídica y pegmatítica.

10. La explotación de estos yacimientos se realiza de una manera anárquica y con los más primitivos procedimientos, dando lugar a pérdidas considerables de minerales y malográndose yacimientos de ciertas posibilidades.

11. Los rendimientos son limitados, pero de cierto porvenir, teniendo en cuenta el tipo de yacimiento.

12. La génesis queda en relación con el ascenso de gases mineralizadores que, conteniendo soluciones de sales de estaño, al reaccionar con el agua de las soluciones producirían la casiterita, siendo la wolframita posterior en su formación a aquélla.

13. Por su idiomorfismo la casiterita y la wolframita se depositan anteriormente al cuarzo, aunque hay alteraciones de este orden de formación.

#### BIBLIOGRAFIA

1. HERNÁNDEZ PACHECO (F.): La tectónica peninsular y sus relaciones con las aguas mineralizadoras. Discurso de recepción en la Real Acad. de Farmacia. Madrid, 1950.
2. RAGUIN (E.): *Giles minéraux*. Masson et Cie. París, tercera edición.
3. — *Geologie du granite*. Masson et Cie. París.
4. V. SOS: Notas y datos inéditos.
5. SCHMIDT-THOMÉ: Basamento paleozoico y cobertura moderna de la parte occidental de España central (provincia de Salamanca y Cáceres). Trad. J. M.<sup>a</sup> Ríos. Instituto Lucas Mallada. Publicaciones extranjeras sobre Geología de España. T. V.
6. El equilibrio físico-químico en metalogenia, litogenia y metalurgia. I. Roso de Luna. Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Minas. Madrid.

7. HERNÁNDEZ PACHECO (F.): El segmento medio de las sierras centrales de Extremadura. Publicado en la Revista «Las Ciencias». Año 1949.
8. KLOCKMANN RAMDOHR: Tratado de Mineralogía. Trad. F. Pardillo. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1947.
9. JORDANA Y SOLER: Yacimiento de minerales y de combustibles sólidos y líquidos. Editorial Salvat. 1935.

12 junio 1952.

El diapiro de Murguía (Alava) y Comentarios al  
“flysch de bolas“ cenomanense de la misma región

POR

JOSE MARIA RIOS

JOSE MARIA RIOS

EL DIAPIRO DE MURGUIA (ALAVA)  
Y COMENTARIOS AL «FLYSCH DE BOLAS»  
CENOMANENSE DE LA MISMA REGION

PREÁMBULO

La Naturaleza se complace en desconcertar a los que tratan de profundizar en sus arcanos. He visitado este diapiro de Murguía en diversas ocasiones, desde el año 1943, intentando completar lo más a fondo posible su conocimiento, pero aquélla vela celosamente por sus secretos y los protege de muy diversas maneras. En este caso extiende sobre ellos un espeso manto de verdura, muchas veces áspera y pinchosa, y cuando esta protección no le parece suficiente llama en su ayuda al agua y al aire. Las nieves y las lluvias, las nieblas y el fango han sido obstáculos que en ninguna ocasión pude salvar del todo. Así es que, si en Geología nunca puede considerarse un estudio como completo y definitivo, ya que la Naturaleza siempre guarda algún truco escondido en la manga, en este diapiro de Murguía cada visita ha desvelado algún secreto, pero ha puesto de manifiesto otros más.

Nos damos, por ahora, por vencidos, y vamos por con-



siguiente a exponer todo lo que concemos y también lo que ignoramos.

#### EL DIAPIRO DE MURGUÍA. ANTECEDENTES

El diapiro de Murguía es una curiosa estructura tectónica que enclava en la región cantábrica, en la divisoria geográfica de aguas atlánticas y mediterráneas dentro de la provincia de Alava. El puerto de Altube, por el que descende la carretera de Vitoria a Bilbao, queda en la vecindad inmediata del borde septentrional del diapiro.

La disposición geológica general de la zona en que ubica ha sido descrita en otros trabajos nuestros anteriores (8, 9, 10, 11 y 12), por cuya razón no entraremos en el detalle de su descripción.

Es gemelo de otros diapiros próximos (Orduña y Salinas de Añana), y más alejados, pero de idéntico marco regional (Medina de Pomar, Villasana de Mena, Maeztu, etcétera), que han sido descritos en los trabajos antes mencionados, pero cuando los publicamos teníamos de este de Murguía un conocimiento muy elemental y fragmentario por quedar en la margen de la zona objeto de nuestros estudios. Posteriormente hemos tenido oportunidad de visitarlo, en varias ocasiones, ampliando cada vez su conocimiento, y por fin nos decidimos a publicar el conjunto de resultados, si bien éstos no pueden considerarse en modo alguno definitivos.

En efecto, sobre las dificultades de observación ya mencionadas, inherentes al irregular y lluvioso clima de la región en que se enclava, hay que añadir que una gran parte del área del diapiro de Murguía y zonas contiguas

está cubierto de espeso bosque o tupida vegetación de helechares, espinos y argomas, o de cultivos, con una espesa capa vegetal que imposibilita toda observación. Entonces hay que tratar de inferir, por el color o la índole de las tierras, lo que ocultan, y nunca se tiene la seguridad de acertar.

Por esta razón algunos contactos quedan indecisos y se han señalado en el mapa de manera especial, indicando su carácter provisional.

En algunas zonas interesantes, la Sierra de Oro, por ejemplo, la representación topográfica es deficiente, y resulta imposible fijar en el mapa con exactitud la posición y forma de los contornos geológicos.

La presencia del triás en Murguía parece haber pasado inadvertida hasta tiempos recientes, y a pesar de la existencia llamativa de ofitas y carniolas en diversos puntos del diapiro, no fué acusada por Adán de Yarza (1) (1885), quien no obstante señala las ofitas de Vitoriano, ni por los investigadores anteriores Verneuil, Collomb y Trigger (13) (1860), Carez (2) (1881), ni tampoco más tarde por Sampelayo (4) (1934), en sus recorridos por la zona de asomos triásicos.

Independientemente lo señalaron Lotze (6) (1934), y Del Valle, Mendizábal y Cincúnegui (5) (1936). Lotze, en su estudio de los «isleos autóctonos» (Klippen), presenta un bonito esquema y corte del diapiro de Murguía, que reproducimos más adelante (fig. 9). Del Valle, Mendizábal y Cincúnegui estudian, en la hoja de Vitoria, la mitad oriental del diapiro.

Aquí se completa, basada totalmente en datos propios y originales, la imagen de este diapiro. Su interés reside

en que a pesar de su semejanza genética con los restantes diapiros cantábricos antes mencionados, ofrece una peculiaridad que lo sitúa en grupo aparte, por conservar un «sombbrero» o isleo, testigo del antiguo techo, que descansa sobre el keuper en el centro del diapiro.

Muchos extremos se han puesto en claro, y la abundancia de datos tectónicos recogidos ayudan a reconstituir su forma. Pero se han puesto de manifiesto algunas formaciones confusas, cuyo origen, edad y «mise en place» quedan en la oscuridad.

#### EL «FLYSCH DE BOLAS» CENOMANENSE. ANTECEDENTES

«Flysch de bolas» es la denominación creada recientemente por Ciry y Mendizábal (3) para una serie heterogénea de capas que no obstante reúnen algunas características comunes que permite agruparlas y reconocerlas.

Constituyen el tránsito de las facies de margas y margas calíferas grises, atribuidas al turonense, a las facies pardas y pizarreñas, micíferas, que caracterizan la mayor parte del cenomanense y todo el cretáceo de la faja cantábrica, y que hemos denominado en diversos trabajos «flysch pardo cantábrico». Ciry y Mendizábal han demostrado, mediante la presencia de orbitolinas de gran tamaño (*O. aperta*), hallada en alguna localidad en los niveles más altos del «flysch de bolas», que se trata presumiblemente de la parte más alta del cenomanense.

La relación del «flysch de bolas» con el diapiro de Murguía no es otra que la de pura coincidencia de localidad, es decir, el «flysch de bolas» es una más entre las formaciones atravesadas por el diapiro, pero aproveche-

mos el hecho de que en nuestros estudios de esta región hemos reunido muchos datos de observación, tanto del diapiro de Murguía, como de la mencionada facies de tránsito, para describir uno y comentar la otra en el mismo trabajo, pues aunque son cuestiones realmente independientes, resulta más cómodo para la descripción, y para evitar reiteraciones, tratarlas ambas simultáneamente.

A nuestro juicio, el «flysch de bolas» no tiene la uniformidad litológica que podría darle una absoluta personalidad de tramo, y aún menos la tiene de orden paleontológico, ya que no es frecuente hallar en ella las orbitolinas que han permitido establecer su edad.

Estimamos, pues, que su valor de nivel no es estrictamente riguroso; pero, no obstante, reconocemos que presenta determinadas características comunes, para que «grosso modo» puedan estimarse como coetáneas las capas que las ofrecen.

El turonense constituye un conjunto calizo-margoso de extraordinaria potencia dispuesto en bancos muy regulares y a veces muy finos, de color gris, exentos de mica o al menos conteniéndola en cantidad tan reducida que no permite considerarla como característica. Su fauna comprende algún *Ammonites*, alguna *Pleurotomaria*, relativa cantidad de *Inoceramus* y bastantes equinidos que, cosa curiosa, parecen corresponder sistemáticamente a tipos senonenses más altos que el resto de la fauna. Por razón de su propio espesor, de los espesores de las formaciones al techo y de la continuidad sedimentaria, parece lógico, a pesar de todo, considerar el conjunto como turonense.

La facies parda, cenomanense-eocretácea, se caracteriza por estar cargada de mica, por ser pizarreña, de colores

negros o pardos, contener lechos de areniscas amarillas, nódulos de limonita y lentejones, a veces inmensos, de calizas arrecifales. Su espesor es enorme, y aunque hay diferenciaciones litológicas con tramos mucho más areniscos, y otros de margas azules, en gran conjunto es extraordinariamente uniforme y monótona. Contiene escasos fósiles, y entre ellos los más abundantes son las orbitolinas. Las especies de pequeño tamaño, las más abundantes, han sido poco estudiadas, pero a primera vista parecen repetirse las mismas especies en toda la serie. Las de gran tamaño se localizan en la parte superior y son cenomanenses. Pero la monotonía litológica, la irregular distribución de las orbitolinas y su escasez, así como la aparente unidad de especies han impedido, por ahora, separar sistemáticamente del conjunto el cenomanense, si bien se ha hecho localmente y «grosso modo». Las calizas arrecifales contienen además, y sobre todo, coralaris y rudistidos, y se desarrollan tanto en el cenomanense como en los tramos más bajos, irregularmente, a niveles caprichosos.

Entre ambas facies, tan distintas, se desarrolla una zona irregular, de tránsito, que es a lo que parece corresponder, por las descripciones, el «flysch de bolas» de Ciry y Mendizábal, si es que nuestra interpretación de sus datos es correcta.

Y decimos irregular porque en los distintos cortes que hemos estudiado, y que reproduciremos más adelante, sus características litológicas varían bastante, así como sus espesores.

Según nuestro punto de vista, y es difícil apreciar hasta qué punto coincide con el de los citados autores, las ca-

racterísticas comunes al «flysch de bolas» son las siguientes:

Cuando descendiendo por las margas turonenses encontramos unas margas areniscosas, más calizas y duras en general que los niveles anteriores, de color gris pardo, con algo de mica, y con abundantes fragmentos de restos fósiles (espículas de equinidos), entramos, a nuestro juicio, en los primeros niveles distintos que el turonense, en la parte alta del «flysch de bolas». Se comprende que ha de haber tránsito, de modo que esta transición es inevitable y *siempre* se encuentra esta diferenciación. No es tan seguro en cambio que se haga siempre *rigurosamente* al mismo nivel. En alguna rara localidad se encuentran ya orbitolinas en estos niveles.

Después tiene lugar frecuentemente una recurrencia del tipo de las margas turonenses, pero su carácter es variable en potencia, en finura de capas, variedad que también presenta el turonense, en compacidad (de duras a desgredadas) y en continuidad, ya que más o menos pronto repiten de nuevo las margas areniscosas o areniscas gris pardas. Las margas contienen, como las turonenses, equinidos, más raramente ammonites y mucho más raramente orbitolinas, que acompañan a los niveles sucios, arenosos y pardos. Las margas se cargan gradualmente de mica y se ensucian de arena tomando un color más acusadamente parduzco, o bien son desgredadas en pizarrillas gris oscuras, pero recurren con frecuencia las margas grises más o menos duras, que se meteorizan en pequeños esferoides irregulares o «bolas» que cubren el suelo, y cuya peculiar forma de meteorización ha sido la base para la denominación de «flysch de bolas».

Hace años cortamos, en varios de nuestros itinerarios, ese nivel y anotamos su presencia en diversas localidades con la observación «se desgrega en bolas», coincidiendo así con la denominación de Ciry, pero bien por falta de continuidad en las observaciones o bien por no considerar esta característica como suficientemente específica, ya que muchas margas arriñonadas se desagregan más o menos marcadamente en bolas, no unificamos entonces todas las observaciones en un nivel con personalidad propia.

Finalmente, y por tránsitos ahora ya casi insensibles, llegamos a encontrarnos metidos de lleno en el flysch pardo. Estamos en él, sin duda alguna, cuando todo es pizarreño, cuando hay bancos de areniscas amarillas intercaladas y cuando abundan los nódulos de limonita. Es de señalar también que bajo el «flysch de bolas», y ya en el flysch pardo hay recurrencias de margas arenosas duras, en lechos regulares, cuya superficie viene teñida por óxidos de hierro de un vivo color rojo cinabrio; estas capas son muy interesantes, ya que por su llamativa tonalidad sirven muy bien como referencia.

\* \* \*

Para orientar al lector describiremos brevemente el plan de exposición.

Comenzaremos por presentar nuestra interpretación del corte del «flysch de bolas» en Amurrio, que puede considerarse como la localidad «tipo» en la descripción de Ciry y Mendizábal, ya que es allí donde los niveles areniscosos más altos contienen orbitolinas.

Este corte queda fuera de nuestro mapa, pero no muy lejos en dirección al NO.

Trasladándonos desde allí en dirección al diapiro, presentaremos otro corte del «flysch de bolas» por Lezama y, entrando ya en la zona representada en el mapa, seguiremos su desarrollo hasta llegar al diapiro.

Describiremos éste observándolo primero en sus formaciones encajantes, lo que nos dará oportunidad de dar repetidos cortes al «flysch de bolas» en gran parte de su periferia.

Nos alejaremos del diapiro en dirección al NE. para continuar el análisis y descripción del «flysch de bolas» en esa dirección.

Pasaremos luego a la descripción de su interior, y de los diversos problemas geológicos que plantea.

\* \* \*

Iniciamos con toda intención el trabajo con la descripción del corte de Amurrio por el cerro de San Pedro (figura 1), porque, como acabamos de decir, es en su serie sobre la que apoyan Ciry y Mendizábal la descripción del «flysch de bolas».

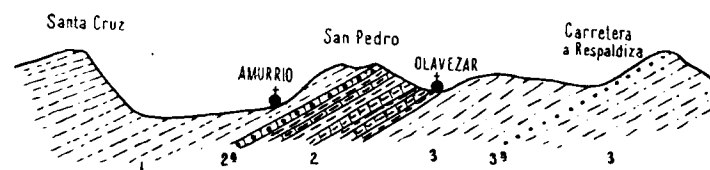


Fig. 1.

En el esquema de la figura 1 hemos representado:

- 1) Margas turonenses.
- 2) Coronando el flysch de bolas tenemos unas hiladas de arenisca y maciños, cuajados de restos fósiles con *Orbitolina scutum* Fristch, Re-

*ticulipora* aff. *ligeriensis* d'Orb, y *Neithea quadricostata* d'Orb, *Ostrea* sp., *Gonomya* sp. y radiolas de equinidos. Las especies son cenomanenses y los fósiles los más altos encontrados, de esta edad, dentro de la serie.

2) Margas gris amarillentas, sucias, pizarreñas y micáceas con lechitos calizo margosos y arenosos intercalados; éstas hiladitas calizo-margosas se desagregan en bolas; cerca de la cumbre encontramos en estos lechos una curiosa *Serpula* de sección pentagonal, *S. pentagonalis* n. sp. (semejante a la *S. quinque cristata* Munster, que es característica del lias. Véase Goldfuss, lám. 67, fig. 7). Este conjunto 2 es evidentemente una transición de 1 a 3.

3) Flysch pardo amarillento de facies cantábrica que comprende el eocretáceo y además la mayor parte del cenomanense.

En la bifurcación del ramal de carretera a Respaldiza hay un grueso y duro banco de arenisca (3.<sup>a</sup>) de estratificación algo irregular y salpicado de manchas pardas y amarillentas cuyo grano varía de fino a medio, muy áspero al tacto; en el escombros, muy meteorizado, se aprecia abundancia de restos fósiles que no se ven en cantera; en general, son fragmentos inclasificables, pero pudimos determinar la *Exogyra flabellata* d'Orb, de modo que estamos aún en el cenomanense. En niveles intermedios, en la subida a Olavezar, encontramos pequeñas *Orbitolina scutum* Fristch, pero no las grandes *O. aperta* que cita Ciry en el mismo tramo.

Posiblemente ha cambiado la kilometración de la carretera, porque el kilómetro 123, donde Ciry halló en abundancia grandes orbitolinas en unos taludes, se encuentra ahora en una llanadita entre tierras de labor. Las laderas están ya un poco alejadas y cubiertas de maleza y follaje, donde no se ve afloramiento alguno, pero sueltas, en el piso, encontramos allí las orbitolinas pequeñas. En los únicos taludes que presenta la carretera en ese sector bastante más al Norte, no encontramos absolutamente nada. El resto del corte coincide con el que damos aquí.

Más al SE., acercándonos al diapiro, trazamos por Lezama el siguiente corte:

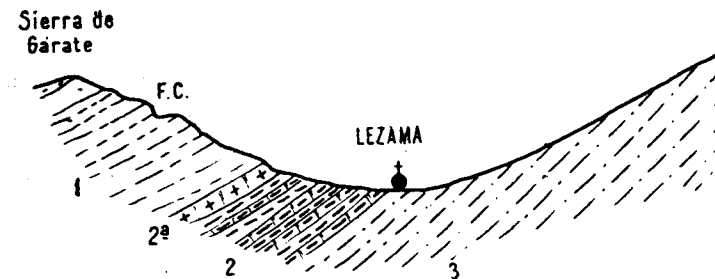


Fig. 2.

- 1) Margas turonenses.
- 2) Margas areniscosas con muchos restos de fósiles engastados (equinidos, grandes *Rhynchonella* y otros restos indeterminables).
- 2) Margas azules hojosas, descompuestas; intercalados, niveles más duros tableados, que se desagregan en bolas (2.<sup>a</sup> + 2. flysch de bolas).
- 3) Flysch de facies cantábrica.

Continuando en la misma dirección, y rebasada la estación de Inoso, en la línea del F. C. de Miranda a Bilbao, se corta de nuevo el «flysch de bolas», pero debido al denso y magnífico bosque de hayas y robles que cubre la ladera la observación es muy deficiente y no permite trazar un corte continuo que merezca confianza.

Descendiendo hacia el fondo del valle del Altube partimos de las margas turonenses en la vía del F. C. Inmediatamente nos internamos en el bosque, y ya no vemos nada hasta llegar al torrente. En su cauce observamos margas pardo oscuras micáceas, entre las que se intercalan hiladas más duras y finamente arenosas, muy regulares, cuya superficie aparece teñida de color rojo cinabrio vivo e intenso. Hemos rebasado por consiguiente el «flysch de bolas», oculto en el bosque. Pero ascendiendo por el cauce hacia Gújuli, encontramos, por encima, lechos margosos-

calizos que se descomponen en bolas y alternan con pizarillas gris oscuras desagregadas. En el bosque y en posición estratigráfica confusa, pero al parecer más alta, encontramos fragmentos y bloques sueltos de areniscas pardo-oscuras con restos fósiles que contienen orbitolinas de pequeño tamaño.

No deja de haber escarpes que ofrecen buenos afloramientos, pero carecen de continuidad y no permiten seguir el estudio ininterrumpido de la serie.

El turonense, acompañado en su base por el «flysch de bolas», está tajado por la bella cascada de Gújuli, y su parte baja desaparece de nuevo en el bosque para asomar bajo el chalet de Oriol, en un escarpe que se orienta ya al Este.

Entre el chalet y la fábrica de luz del Altube, el espeso arbolado impide ver las capas, pero el piso cambia de carácter al pasar al flysch pardo. Se encuentran cantos y fragmentos de areniscas micáceas amarillas, y areniscas pardas con orbitolinas de pequeño tamaño que permiten fijar el contacto con relativa precisión.

En cambio, enfrente, al otro lado del valle, hacia el kilómetro 25 de la carretera que conduce de Vitoria a Bilbao poco después de rebasado el puerto de Altube, encontré Santiago García Fuente grandes ejemplares de *O. aperta* donde yo había encontrado con anterioridad pequeñas orbitolinas en abundancia.

Es evidente que en la zona del chalet de Oriol y de la fábrica de electricidad, las formaciones se estrellan contra el diapiro. En el suelo cubierto de vegetación y follaje es difícil verlo, pero alguna vez asoman las margas rojas y algún manchón de ofitas muy alteradas. Las primeras se

ven al pie mismo de la ermita de la Piedad de Belunza, que descansa aún sobre las margas turonenses, las mismas que sustentan el chalet de Oriol. No faltan bloques de carnioles y alguna zona confusa de contacto donde se desarrollan vetas de barita actualmente en explotación.

Hemos llegado al diapiro por una de sus zonas más confusas, pero ya que estamos aquí partiremos desde este punto para rodearlo en sentido contrario al del movimiento de las saetas de un reloj.

Las formaciones encajantes del diapiro, que muy poco más allá se presentan en disposición completamente normal y no afectada por este fenómeno tectónico, están en cambio trastornadas con violencia variable y a veces muy grande, en el contacto inmediato. Las capas al N. de Belunza, a lo largo de la carretera a Orduña y del corto ramal que une a ésta con Izarra, siguen muy de cerca el contacto del turonense con el keuper; casi coinciden con él, y presentan una disposición muy variable y con frecuencia muy trastornada y confusa, acusando la violencia del contacto. Pero, como decíamos, estos efectos desaparecen en cuanto nos alejamos un poco de aquél y las capas adoptan en seguida su uniforme disposición tabular de orden y escala regionales.

En el mismo Izarra, el contacto del turonense con el keuper es violento, y las margas de aquella edad están muy maltrechas, pero poco más al S. el carácter del contacto se normaliza, en el sentido de que las capas encajantes están verticales o incluso desplomadas en el contacto, para perder rápidamente pendiente al alejarnos de él, pero se presentan uniformes, ordenadas y continuas, conservando la misma disposición en todo el borde del diapiro, que de esta manera se dibuja muy limpio y neto.

Entre Izarra y Larrazcueta el turonense linda con el keuper mediante capas verticales, o incluso algo desplomadas, pero ordenadas, que rápidamente pierden inclinación al alejarnos del diapiro en dirección al Oeste.

Entre Larrazcueta y Abornicano, hacia el kilómetro 34 de la carretera, encontramos margas rojas, con carniolas, diminutos jacintos de compostela y ofitas alteradas, un típico y reducido afloramiento de trías entre los cultivos y bosques.

Estos cubren toda la ladera del monte La Llana (cota 797) al O. de Abornicano, por lo que su estructura no se ha podido poner del todo en claro. Tampoco está clara la relación con el dispositivo conjunto de otras capas turonenses que se encuentran al otro lado de la carretera, hacia Guillerna, de las que nos ocuparemos al estudiar el interior del diapiro.

El monte La Llana está coronado por unas capas de carácter más calizo que el que generalmente ofrece el turonense, y más bajas que él. Estas capas descienden de las cumbres hasta pasar por Andagoya, donde se pueden examinar a perfección en las trincheras del F. C. y en el recodo donde la carretera cruza el río Bayas.

La disposición de este corte está representada en la figura 3, donde se aprecia cómo las capas, llevadas a la vertical en el contacto con el keuper, pierden rápidamente pendiente hasta quedar en seguida casi horizontales.

La explicación de esta figura 3 es como sigue:

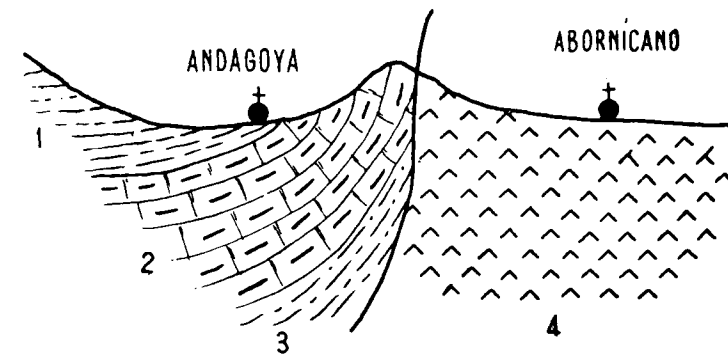


Fig. 3.

- 1) Margas turonenses.
- 2) Estas margas se vuelven, en tránsito rápido, más calizas y se cargan algo de arena hasta convertirse en bancos calizos oscuros, muy regulares, duros y compactos, que contienen pequeños equinidos mal conservados; alternan con margas calizas gris-azuladas y con calizas azuladas oscuras que ofrecen magníficos lisos; aparecen veteadas de calcita, su grano es fino, y la textura compacta. Presentan fucoides y, donde son arenosas, contienen además restos fósiles en que se reconocen cojinetes y radiolas de cidaris; hacia la base se hacen más margosas hasta convertirse en margas gris azuladas, aún compactas. Quedan en contacto estas últimas hiladas con el keuper del diapiro.

Estos niveles 2 estimamos, por diversas razones, que constituyen la parte alta del «flich de bolas»; primero por sus caracteres litológicos y paleontológicos, que encajan en las características que señalamos antes para sus niveles más altos; después, por comparación de este corte con el inmediato.

En efecto, estas capas de calizas se siguen con relativa facilidad, a causa de su dureza, a través del espeso bosque y malezas de las orillas del río Bayas, en dirección a Luquiano, donde se presentan desplomadas o verticales, pero muy ordenadas y continuas.

Antes de llegar a Andagoya y caserío de la Encantada hallamos, entre el denso follaje, afloramiento de pizarras pardas de la facies cantábrica cenomanense-eocretácea, con algún arrecife de calizas coralinas, y con orbitolinas de pequeño tamaño.

Poco más allá el terreno abre de nuevo y nos permite obtener un claro corte (fig. 4), cuya descripción es como sigue:

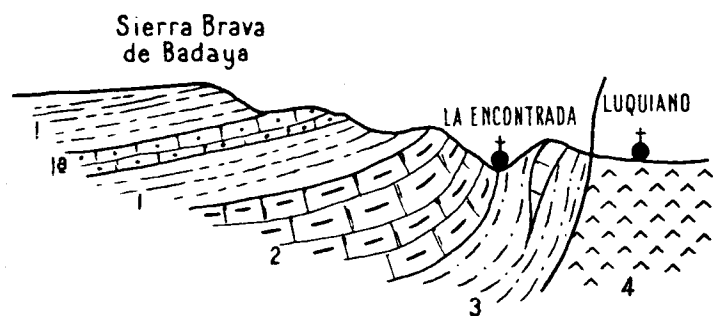


Fig. 4.

- 1) Margas turonenses.
- 1.ª) Intercalación caliza que se acuña de manera muy acusada hacia el Este, hasta desaparecer.
- 1) Continúan las margas turonenses.
- 2) Calizas margosas en lechos delgados y muy bien estratificados que se reúnen en bancadas compactas destacadas en cejo; contienen equinidos (*Hemiasiter verniculi*, Desor); por debajo hay calizas margosas, bien estratificadas, grises en su superficie, gris azuladas en fractura, que es compacta y de grano muy fino; finalmente margas en capas gruesas y compactas, tableadas y duras, que se desagregan en bolas.
- 3) Flysch de facies cantábrica, con calizas que contienen briozoarios, coralarios y pequeñas orbitolinas cónicas.
- 4) Keuper del diápiro.

Este corte, al mostrarnos claramente las margas de boias, nos permite situar estratigráficamente el corte anterior, ya que sus niveles calizos más altos de 2) son prolongación del nivel calizo de Andagoya, y las capas, apar-

te de su identidad litológica, se siguen, además, casi paso a paso.

Algo más al Este, en Aperregui, podemos trazar un corte parecido (fig. 5), cuya descripción es la siguiente:

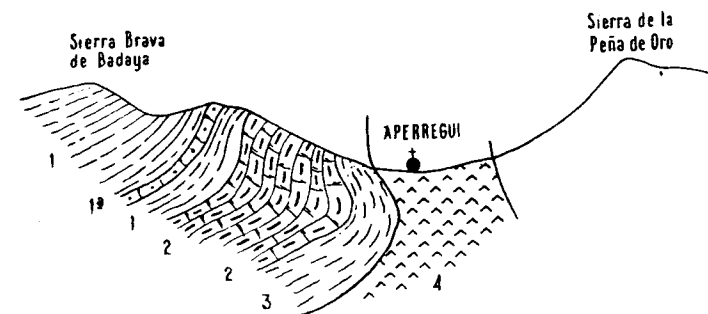


Fig. 5.

- 1) Margas turonenses.
- 1.ª) Mismo lecho calizo del corte anterior, próximo ya a su acuñamiento y desaparición.
- 1) Continúan las margas turonenses.
- 2) Calizas arenosas y margosas, sucias y pardas con grandes *Orbitolina aperta* y otras más chicas, probablemente la *O. scutum*.
- 3) Flysch pardo de facies cantábrica.
- 4) Keuper del diápiro, con ofitas.

Prosiguiendo nuestro recorrido del borde del diapiro por las formaciones encajantes, las formaciones continúan con la misma disposición.

A la altura de la cota Ocabide obtenemos un nuevo corte que resulta más confuso que los anteriores debido a que una parte se desarrolla bajo el piso de un espeso hayedo. El corte (fig. 6) presenta la siguiente serie:



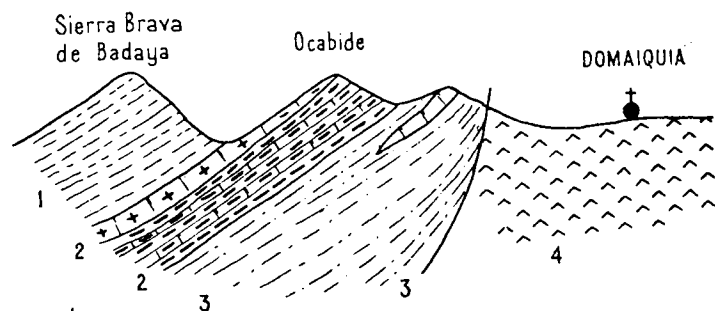


Fig. 6.

- 1) Conjunto de margas y margas calíferas de colores grises de la base del turonense.
- 2) Calizas gris parduzcas arenosas, con restos de fósiles, bajo las cuales se desarrolla una fina alternancia de calizas margosas y margas grises que en seguida queda oculta en el hayedo.
- 3) Un manchón o corrida caliza, aflorante entre el bosque de robles, parece pertenecer a la facies parda del flysch cantábrico.
- 4) Keuper con margas rojas, diminutos cuarzos bipiramidados y carniolas.

Más claro resulta el corte que se traza poco más allá cuando el contorno del diapiro nos obliga a subir hacia el N. en dirección a Jugo y Murguía. Este corte (fig. 7) es como sigue :

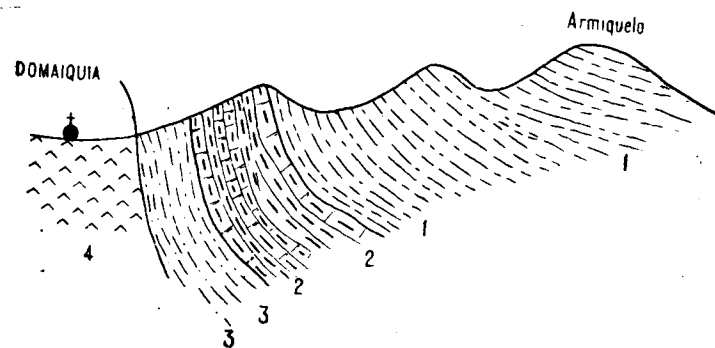


Fig. 7.

- 1) Margas y calizas margosas, grises, del turonense

2) Calizas arenosas de colores pardos en fines hiladitas, que cubren a calizas y margas grises en bancos finos. Capas de margas duras, de aspecto parecido a los turonenses, pero de tonos más sucios y pardos y con abundante mica; se desagregan en bolas que cubren el piso. No se aprecian horizontes blandos y todo el conjunto parece de índole muy caliza.

3) Flysch pardo con nódulos ferríferos y capas calizo-margosas teñidas superficialmente de vivos tonos rojos color cinabrio. Bancos de areniscas pardo amarillentas con abundantes restos fósiles. Maciños y areniscas con orbitolinas grandes y chicas. Pizarras pardas micáceas. Presenta en esta zona diversas bancadas de calizas arrecifales.

4) Keuper de Domaquia.

Otro corte muy bonito nos lo suministra, a lo largo de nuestro recorrido, el camino que une a Jugo con la carretera general de Vitoria a Bilbao (fig. 8), y es el siguiente :

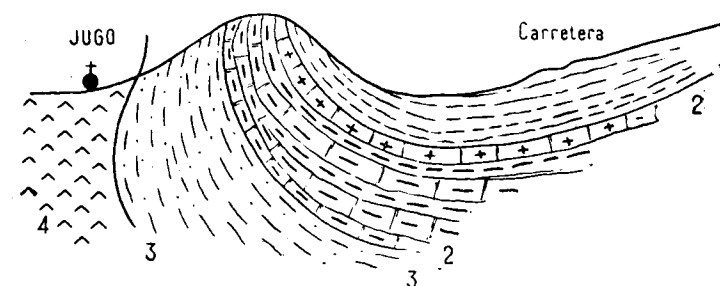


Fig. 8.

- 1) Conjunto turonense de margas calíferas grises.
- 2) Margas grises arrañonadas, con algunas hiladas areniscosas que contienen restos fósiles. Abundan los equinidos y encontramos *Hemias-ter* sp. y algún fragmento de ammonites mal conservado (*Mantelliceras mantelli* Sow.?). Muy parecido en color y aspecto al turonense, se desagrega en bolas. De carácter muy calizo, en lechos duros.
- 3) En tránsito muy rápido, casi tajante, encontramos el flysch pardo amarillento micáceo, aunque con alguna recurrencia de margas grises. Capas de margas duras finamente areniscosas teñidas de color rojo cinabrio. Abundancia de ocre de vivos tonos. Nódulos ferríferos. Su carácter es más bien areniscoso en banquitos e hiladas muy regulares. Intercalados, lechos calizos.
- 4) Keuper.

Las mismas circunstancias se repiten más al N., donde el flysch pardo amarillento alcanza un desarrollo relativamente potente y donde hay algunos bancos de calizas de facies arrecifal. Junto a uno de ellos asienta la ermita de Jugache.

De esta manera llegamos a Murguía sin que hayamos visto traza del jurásico que señala Lotze en esta zona (figura 9), y que por razones de diversa índole sospechamos que no existe, suponiendo que se trata de una confusión, ya que dada la enorme potencia de las formaciones cretáceas en esta zona, el afloramiento en serie normal es imposible, y por otra parte la disposición y estilo tectónico de las formaciones y contactos en este borde del diapiro tampoco inclinan a creer en la presencia del jurásico.

En Murguía nos encontramos en una extensa llanada de cultivos y edificaciones donde nada es visible. Es, pues, una zona confusa en que hemos inferido, por la disposición general, la marcha de los estratos.

El borde del diapiro queda aquí indeterminado por un trecho, pero además lo vamos a abandonar de momento para proseguir la marcha del «flysch de bolas» hacia el NE. Pronto retornaremos a aquél.

En Murguía, a la entrada misma del pueblo, hay un confuso cerro calizo, unas calizas irregulares, comprimidas y laminadas cuya edad no hemos podido determinar, pero que deben corresponder o al flysch pardo cantábrico más alto, o quizás al «flysch de bolas», el cual se caracteriza bien poco más al NE. como margas tableadas que se desagregan en bolas.

Aquí se disponen las capas en un violento sinclinal, muy estrecho, que avanza en dirección NO. hasta Mar-

quina. Está flanqueado por la facies parda del cenomane-eocretáceo, y en su eje descansan el «flysch de bolas» y algo de turonense.

Este sinclinal termina, en cubeta, en el mismo pueblo de Marquina, donde encontramos las pizarrillas pardas y negras, micáceas, del cenomanense-eocretáceo con orbitolinas abundantes y arrecifes de caliza.

El flanco SO. del sinclinal, hacia Sarría y Murguía, no es visible, y desaparece en la llanada bajo los cultivos y tierras de labor. El cerro antes mencionado, al NE. inmediato de Murguía, forma parte de aquél a juzgar por la pendiente de las capas, y a partir de allí el flanco del sinclinal está constituido por el borde del diapiro (capas de Jugache y Jugo), y abre rápida y ampliamente hasta perder el carácter de tal geosinclinal.

La rama NE. se acusa muy bien desde Marquina, como margas grises tableadas del «flysch de bolas» y por el turonense inferior con equinidos.

Entre Murguía y Zárate es donde el sinclinal empieza a abrir considerablemente. El piso aparece materialmente cubierto de bolas procedentes de la descomposición de las margas del flysch, que son de colores gris-pardos y, además, aunque hay pocos afloramientos, se encuentran fragmentos de margas duras arenosas con restos fósiles. Al llegar a Zárate (sin ver casi afloramientos), encontramos en el piso fragmentos de margas arenosas teñidas de color cinabrio, de modo que debemos estar en la facies parda del flysch cantábrico, que no tardamos en encontrar con todas sus características en las inmediaciones de Zárate al NO. del pueblo, con pizarrillas pardas micáceas, desagregadas, con lechos areniscosos, de los que algunos están teñidos de cálidos tonos ocre por los óxidos de hierro.

Entre Zárate y Manurga, y metidos ya en la facies cantábrica del flysch pardo (cenomanense-eocretáceo), encontramos *Orbitolina aperta* de muy gran tamaño acompañada de otras especies más chicas, en niveles bastante más bajos que el contacto con el «flysch de bolas».

En esta facies se encuentran, como de costumbre, arrecifes de calizas de facies análoga a la urgo-aptense, que tan gran desarrollo alcanzan más al Norte en las cumbres del Gorbea, en cuyas faldas estamos.

Al llegar a Manurga encontramos toda la serie con sus lechos de color cinabrio, las pizarrillas pardas desagregadas, y ya en el mismo pueblo lechos margosos duros, gris pardos, del «flysch de bolas», cuyos fragmentos abundan entre Manurga y Murúa.

Esta última localidad está de lleno sobre el «flysch de bolas», que se manifiesta al S. de ella como margas grisáceas parduzcas, micáceas y hojosas, mientras que al N. tiene arrecifes calizos del flysch cantábrico.

Y aquí dejamos la descripción del «flysch de bolas», que podíamos continuar mucho más lejos, hacia el Este, para volver a ocuparnos, en Murguía, del diapiro.

Salimos de la población, en dirección Oeste, por una amplia llanada cultivada, o con bosque y edificaciones, donde nada es visible. Al Norte se desarrolla el flysch cantábrico; al S. tenemos el keuper.

A la altura de Amézaga nos encontramos entre dos montañas de confusa constitución. No se ven afloramientos de capas; el piso del bosque está constituido por una espesa capa de arcillas amarillas en que se encuentran abundantes fragmentos y bolas, bien rodados, de areniscas amarillas micáceas procedentes del flysch eocretáceo-cenomanense. Las arcillas se explotan en varias tejerías.

Es imposible adivinar que existe debajo, si bien al N. tenemos la casi completa evidencia de que sea dicho flysch pardo cantábrico. Sin embargo, el espeso manto de arcillas no parece proceder de una alteración «in situ», sino de un depósito potente de detritus de aquella formación arrastrado desde las laderas del Gorbea, del que estos montes son las estribaciones más meridionales.

En cuanto rebasamos la colladita entre ambas montañas, que viene a coincidir con la bifurcación de carreteras de Vitoria a Bilbao por el puerto de Altube y de Vitoria a Orduña, se extienden de nuevo las llanadas con bosque o cultivos, pero allí se percibe la presencia del keuper a ambos lados de la carretera por algún afloramiento casual de arcillas rojas, por la existencia de canteras de yeso en explotación, y porque hay ofitas, aunque muy alteradas y meteorizadas, difícilmente reconocibles. Estamos, pues, aún sobre el diapiro.

Poco más al Oeste está Belunza, nuestro punto de partida en la descripción del diapiro. Un espeso bosque, bellísimo de hayas y robles mezclados, cubre el terreno, pero con todo, la presencia en el suelo de fragmentos de carníolas, si estamos en el triás, o de areniscas amarillas, si nos encontramos en el flysch pardo cantábrico, nos permite fijar el contacto con relativa aproximación.

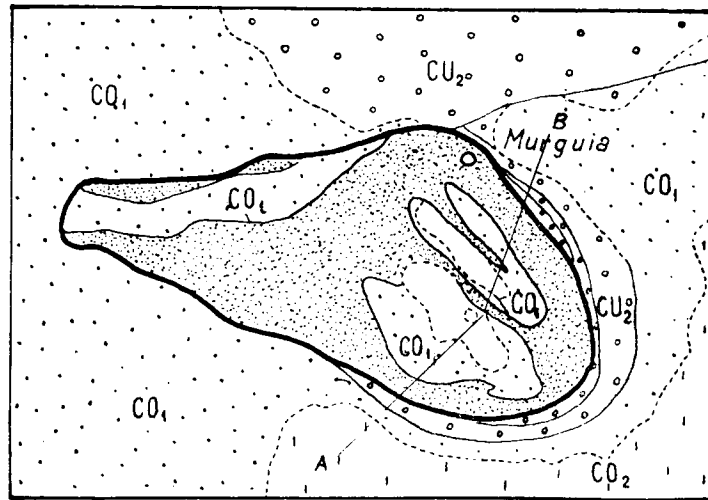
Hemos cerrado por consiguiente el perímetro del diapiro, con retorno al punto de partida, pero el interior no está constituido exclusivamente como en otros diapiros gemelos, por ejemplo, el Orduña, por una revuelta masa de margas del keuper, sino que presenta diversas manchas, isleos o «klippes» de otras formaciones más modernas, de muy diversas categorías en lo que se refiere a tamaño o índole, y cuya naturaleza sigue siendo, en al-

gunos casos y a pesar de nuestros esfuerzos por aclararla, muy confusa.

El más importante con mucha diferencia por su tamaño de estos «klippes» o isleos es el central con que culmina la Sierra de Oro. Es un verdadero sombrero o testigo de techo, que reposa sobre las margas del keuper, y está constituido por rocas de diversos caracteres cuyas relaciones mutuas no son siempre claras. Dominan, sobre todo, las margas y calizas grises, constituyendo aquellas la base o zócalo sobre que descansan éstas, repartidas en diversas



Fig. 9. — Corte a través de la extensión de Keuper de Murguía; longitud del corte 10,9 Km. K = Keuper, j = Jura. co = Eocretáceo, cu = Neocretáceo. (Según Lotze, 1934).



Mapa tectónico de la extensión de Keuper de Murguía. Escala 1:190.000. Punteado fino: Keuper, CU<sub>1</sub> y CU<sub>2</sub>; Eocretáceo, CO<sub>1</sub> y CO<sub>2</sub>; Neocretáceo. (Según Lotze, 1934).

manchas, de las cuales la más importante es la que culmina la Sierra de Oro (cotas 813, 801, 841, 892). Desgraciadamente, la representación topográfica de esta Sierra en el mapa a escala 1:50.000 es muy deficiente. Ha sido imposible fijar con exactitud la posición y disposición de las diferentes corridas calizas, y no podemos garantizar la precisión ni de su ubicación ni de sus contornos.

Las margas constituyen una gran masa o mogote de planta groseramente ovalada-circular, que se extiende entre Vitoriano, Domaquia y Aperregui. Son margas grises de aspecto idéntico a las turonenses y contienen además, en abundancia a veces, las mismas especies de equinidos e *Inoceramus*, por lo que podemos afirmar con casi absoluta seguridad que se trata de los mismos niveles que contornean el diapiro. Su disposición es en cubeta muy bien acusada, con arrumbamientos paralelos a las márgenes y pendientes hacia el centro. La misma disposición reflejan las calizas que coronan la Peña de Oro, igualmente conformadas en profunda cubeta muy bien acusada.

Parece que esta forma deba atribuirse a deformación por gravitación sobre un fondo plástico y cedente, y que por consiguiente la deformación sea secundaria. Debido al mayor espesor que gravita en el centro, la masa calizo-margosa se ha hundido, desplazando las plásticas margas triásicas radialmente, las cuales a su vez han levantado los bordes, más ligeros, acusando con mayor vigor la forma de cubeta.

Las margas grises, más o menos calizas y duras, o margosas y desagregadas, aparecen con su típica estratificación fina y regular. En el borde meridional, al E. de Aperregui, encontramos además, en la base, capas areniscas con ostreitas y radiolas de cidaris que parecerían co-

rresponder ya a los niveles altos del «flysch de bolas», y además abundan las bolas de desagregación en el suelo en la subida de Aperregui a la Ermita de Oro.

El contacto con el triás es incierto por hallarse en tierras de labor o bajo el bosque, pero Aperregui está sobre ofitas, y volvemos a encontrar las ofitas en extensa mancha al SE. de Vitoriano, muy alteradas y apenas reconocibles en algunos sitios, acompañadas de margas rojas y carniolas. Al S. SO. de Vitoriano hay de nuevo ofitas y margas rojas, con carniolas y abundantes y diminutos cuarzos bipiramidados.

Diversas manchas de calizas grises se encuentran sobre las margas; la más importante es la ya mencionada de la Peña de Oro. Desgraciadamente, no podemos detallar sus caracteres, ya que las vimos bajo densa lluvia que las enmascaraba. Parece que tenga que tratarse de las calizas turonenses que coronan este tramo.

Otra extensa mancha ovalada de margas turonenses se sitúa entre Vitoriano, Domaiquia y Murguía. Está separada de la anterior por una faja o cuchilla de keuper que se inserta entre las dos. La disposición de aquella parece igualmente en cubeta o al menos en sinclinal muy agudo. Soporta también retazos calizos.

Por el Oeste está bordeada por una curiosa banda caliza de características muy peculiares, que parte de Vitoriano donde sustenta una ermita, y continúa en dirección a Domaiquia siendo recorrida a lo largo por la carretera de la Ermita de Oro. Es una caliza gris-parda, áspera y arenosa, cuajada con frecuencia de restos fósiles. Su fractura es amarilla anteaada, cristalina y compacta. Sus aflora-

mientos presentan una textura irregular, como fracturada, pero su arrumbamiento es muy uniforme. Están dotadas de gran pendiente. Contienen ocasionalmente grava de cuarzo bien redondeada.

No se parece a ninguna de las calizas vistas en la región, salvo quizás, vagamente, a algunas calizas del «flysch de bolas». Lo más curioso es que contienen bancos de *Hippurites*, largos y delgados (*H. vidali*, Math) y *Orbitoides* sp de pequeño tamaño. Están acompañados, por la base, por capas de arena y areniscas amarillas, bastas e irregulares, con gravilla de cuarzo bien rodada, que recuerdan la facies albense ibérica, con lechos ferríferos de limonitas y ocre color cinabrio y, para que la semejanza sea mayor, con lignitos.

Por su contenido fósil se trata, sin duda, en el caso de las calizas, de capas de edad campanense-maestrichtense. Los lechos basales, areniscosos, pudieran representar el santoniense. El problema que plantean no es el de su edad, que resulta clara por su contenido fósil, sino el de su «mise en place».

Otras formaciones «fantasma» son las siguientes: Si avanzamos de Amézaga a Guillerna, partiendo de las llanadas sin afloramientos de Murguía, los primeros asomos que encontramos corresponden a una extraña formación de conglomerados, en un conjunto o serie estratigráfica en donde faltan en absoluto. Es un pequeño afloramiento, bastamente detrítico, de pudingas cuyos cantos, de calizas secundarias al parecer, varían desde el tamaño mediano al de gravillas en elementos bien rodados. Junto a ellos, en relación nada clara, hay un confuso y diminuto afloramiento de margas tableadas de aspecto turonense, que a

su vez están en contacto con el trias de Guillerna, con ofitas.

Este trias continúa más allá, al Este de la cota de San Fausto (cota 751), donde presenta ofitas, muy alteradas junto al cementerio de Guillerna, acompañadas de margas rojas.

Rebasadas éstas encontramos de nuevo las pudingas, que son sólidos y duros conglomerados grises, constituidos por elementos rodados y semirodados de margas calizas de aspecto de las del cretáceo superior o del «flysch de bolas», y escaso cemento bastante consolidado. No se ve traza de elementos paleozoicos ni de cuarzo. Tampoco parece contener elementos procedentes del flysch cantábrico, pero hay unas calizas rosadas, en bolos bien rodados, que no recordamos haber visto en el cretáceo superior y pudieran, quizás, ser eocretáceas. Este conglomerado está inclinado (15°-35°) con componentes al NO.-NE. Sus afloramientos son aquí relativamente claros, pero quedan en seguida recubiertos por la espesa capa de arcillas amarillas y bolas de areniscas de flysch cantábrico antes mencionada.

Reaparecen los conglomerados una vez pasada la suave colladita, al iniciar el descenso hacia Belunza, y constituyen allí un afloramiento relativamente extenso: más allá de ellos la presencia del trias es indudable.

Vimos por primera vez estos conglomerados en 1949, en un diminuto afloramiento del ramal de carretera de Belunza-Izarra, aislado entre tierras de labor y nos llamó extraordinariamente la atención su existencia, sin que por entonces viéramos estas rocas por ningún otro lado.

Se trata de los únicos conglomerados que recordamos en muchos kilómetros a la redonda, y no podemos expli-

car nos ni su posición estratigráfica segura, ni su génesis. ¿Son quizás oligocenos? Es muy poco probable.

Las misteriosas arcillas amarillas con bolas y cantos de areniscas amarillas eocretáceas de San Fausto y de la falda del Gorbea, se extienden por toda la alta colina (cotas 700 y 747) al Oeste de Guillerna y Luquiano. No se ve un solo afloramiento de roca firme, pero además el monte es muy molesto de andar por estar recubierto de tojos y aliagas o de bosque. ¿Se trata de una alteración «in situ» del eocretáceo? ¿O de un arrastre detrítico de esta formación procedente del Gorbea? Más bien nos inclinamos a esta última hipótesis, siempre que se considere como tal hipótesis.

Al SO. de estas colinas y N. del Barrio de Arriba (de Abornicano) encontramos una corrida de margas grises y aspecto turonense, uniformemente arrumbada y continua, que está en contacto con el keuper. Los afloramientos no son muy buenos y no podemos precisar si se trata del turonense o del «flysch de bolas»; más bien creemos que del primero. Pudiera ser continua esta mancha con la de la cota de La Llana (cota 757) al NO. de Abornicano, pero el contacto tiene lugar bajo un espeso bosque y no es observable. Lo cierto es que inmediatamente al N. y al S. hay trias con margas y ofitas, así es que pudieran ambas manchas estar separadas por esta formación.

No sabemos si aquellas margas se extienden hasta Larrazcueta. La observación allí es difícil y es además de las pocas zonas del diapiro que no hemos pisado de manera real, pero es manifiesto que al N. de ellas está presente el trias, en área más o menos reducida, hacia Izarra y Be-

lunza. Como casi toda esta zona se desarrolla en tierras de labor no es fácil adivinar lo que hay debajo.

Finalmente, al NE., E. y SE. de Belunza hay varios «klippes» de tamaño reducido o muy reducido que parecen anegados por el keuper. Es difícil establecer en qué medida son continuos y separados por las margas del triás, a causa de las difíciles condiciones de observación.

#### BREVE ANÁLISIS DE LAS CUESTIONES PENDIENTES

Aparte de cuestiones de detalle en la precisión de los contactos o de otros problemas de menor monta y pequeña trascendencia hemos señalado tres problemas de orden mayor y son los siguientes:

1.º «Mise en place» de las calizas de *Hippurites* y *Orbitoides* y edad de las capas de carbón que las acompañan en su base.

2.º Todo lo referente a los conglomerados.

3.º Todo lo referente a las capas sin consistencia, de aspecto aluvial, constituídas por detritus del flysch pardo cantábrico. Vamos a concretar nuestras ideas acerca de estos problemas.

1.º *Calizas de Hippurites y Orbitoides y capas de lignito.*

Referencias concretas a estas formaciones tenemos en el trabajo de Carez (2) y en la memoria descriptiva de la hoja de Vitoria (5). El trabajo de Carez viene ilustrado por una figura que reproducimos a continuación. Debido a que la figura original aparece bastante borrosa en el ejemplar de que disponemos para consulta, la hemos esquematizado algo, y la reproducimos invertida, con el

Este a la derecha, para mayor facilidad de comparación (fig. 10).

#### Corte por las minas de Vitoriano

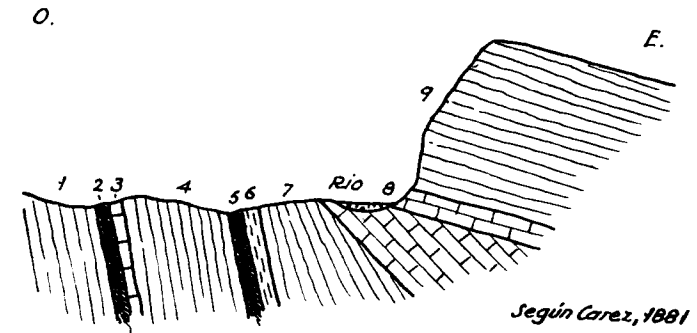


Fig. 10

En esta figura las formaciones, según Carez, son las siguientes:

- 1: Margas azules sin fósiles.
- 2: Lignito, 20 metros.
- 3: Margas grises arenosas con *Limnea*, *Planorbis*, granos de *Chara*, 1 metro.
- 4: Margas azules con *Micraster heberti*, 1,50 metros.
- 5: Lignito, 6 metros.
- 6: Caliza margosa blanca con *Limnea* y *Chara*, 2,50 metros.
- 7: Margas azules, 200 metros.
- 8: Caliza compacta gris, 30 metros.
- 9: Margas azules con *Micraster brevis* Desor y *Micraster larteti* Mun Chalm., 100 metros.

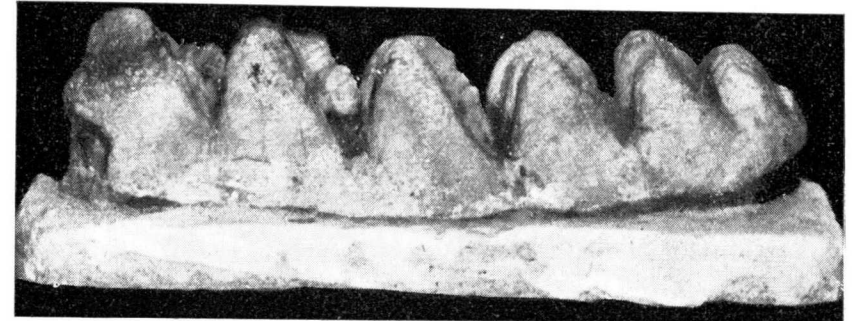
Refiere el conjunto al senonense y dice que las capas más bajas son visibles en Murguía donde, levantadas hasta la vertical, se estrellan contra el cenomanense de *Orbitolina cóncava* y es en las minas de Vitoriano donde la base del senonense es más claramente visible. Es esta base lo que representa su figura (fig. 21 de Carez, fig. 10 de

este texto). No es fácil encajar este corte en nuestro mapa, pero, dada su orientación y las capas representadas, podemos suponer que su dirección es más bien NE.-SO. y que está trazado al N. de la collada de Intusi. En ese caso las capas 9 son los margas turonenses al Oeste de Jugo; las calizas 8 son las que se encuentran en la falda septentrional de la cota 744; el río de la figura es el modesto barranco que desciende desde la collada hacia Vitoriano y las margas 7 son de nuevo las del turonense. Las capas 6, 5 y 3, 2 son las capas de lignitos que se explotaron en tiempos. Las calizas campanenses-maestrichtenses no vienen señaladas; el triás tampoco; finalmente, las capas 1 pertenecen al pie de la masa de la cota 892 o Peña de Oro.

Atribuye, pues, edad santoniense a los lignitos. No se nos oculta que su coincidencia con nuestros resultados es meramente casual, pues se basa en un corte que no corresponde a la realidad pero que, en cierta medida, la refleja.

Debido a estar abandonadas las labores hace años no hemos podido visitarlas, lo que nos impide relacionar con exactitud las tres formaciones afectadas; calizas campanense-maestrichtenses, margas y areniscas lacustres con lignitos y margas grises turonenses, pero tenemos la impresión, a juzgar por los reducidos afloramientos, que las capas de lignitos suceden en forma normal a las calizas y quizás también a las margas turonenses.

Contradictorias resultan las apreciaciones de los autores de la hoja de Vitoria, pues en las páginas 11-12 afirman que *«el triás ha levantado y roto las capas cretáceas que lo cubrían y quedan flotando sobre él dos trozos arqueados de calizas senonenses que forman la Peña de Oro y el Inturi separados por una faja de keuper que ha diapirizado sus bordes, pues en su contacto con la masa del Inturi se*



Tercer molar superior derecho a  $\frac{1}{2}$



LÁMINA II



Tercer molar superior izquierdo  $\times \frac{1}{2}$

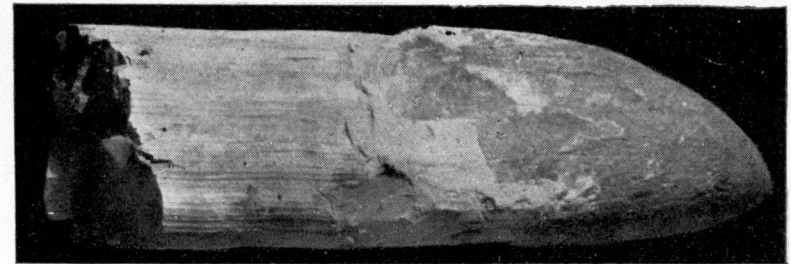


Fig. 1. - Segundo molar superior derecho  $\times \frac{1}{2}$

Fig. 2. - Segundo molar superior izquierdo  $\times \frac{1}{2}$

Figs. 3 y 4. - Incisivos inferiores o defensas  $\times \frac{1}{3}$



Vértebra cervical  $\times \frac{1}{3}$



Vertebra dorsal n.  $\frac{1}{2}$

LAMINA V



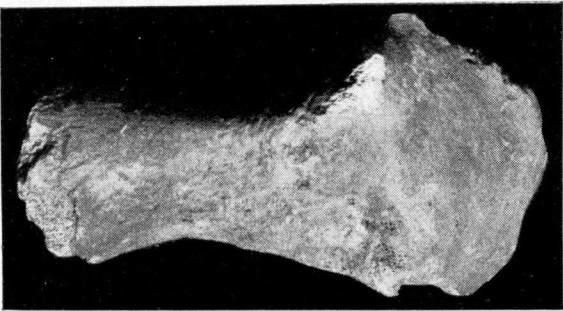
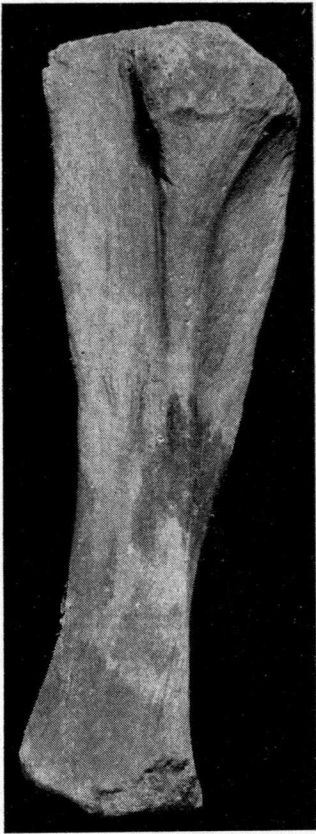


Fig. 1. — Fémur  $\times \frac{1}{5}$

Fig. 2. — Tibia  $\times \frac{1}{5}$

Fig. 3. — Peroné  $\times \frac{1}{2}$



*presentan capas verticales de lignitos y areniscas que por su naturaleza y posición nos inclinamos a considerar, según luego confirmamos, como pertenecientes al cenomanense, levantado hasta la vertical por debajo de las calizas senonenses.*

*En el cruce del yacimiento de lignito con la carretera que conduce de Vitoriano a la Ermita de Oro, se descubre, en posición difícil de precisar con relación a los lignitos, una formación margosa de facies parecida a la pontiense, formación cuya ubicación no podría explicarse en el lugar en que se encuentra, dada la falta de sedimentos miocenos en toda la provincia y su situación en paraje cuya topografía actual no se presta a suponer que en él haya podido existir alguna pequeña cuenca aislada de aquella edad, a menos que el movimiento ascendente de la masa triásica, unido a la erosión, hayan modificado del todo la topografía de dicha época, lo que indicaría que una gran fase de la emersión triásica ha debido tener lugar en fecha sumamente reciente, pliocena o cuaternaria, lo que no debe extrañar, pues conocida la continuidad de estos movimientos debidos a la llamada tectónica de la sal es probable que sigan efectuándose en la actualidad».*

Hay que establecer que el cenomanense, que según los autores de la hoja contiene los lignitos es, a juzgar por la litología, nuestro flysch pardo cantábrico cenomanense-eocretáceo, pero según ellos comprende además el turonense y el coniaciense. En este caso, si los lignitos ocupasen su parte más alta se colocarían junto al santoniense. Es otra mera coincidencia ya que se llega a ella según criterios, a nuestro juicio, erróneos, pero que no deja de resultar curiosa y en cierta medida significativa. Para los autores de la hoja de Vitoria nuestras margas turonenses

son ya senonenses, y debe recordarse a este respecto nuestra observación acerca de las edades y clasificaciones de los equinidos que las pueblan, observación hecha también por Ciry (3, pág. 76).

En la hoja de Vitoria se atribuyen al mioceno arenas con cantos de cuarzo y una caliza margosa cuajada de restos de gasterópodos lacustres y continentales (5, pág. 14) de difícil clasificación y en la que aprecian facies francamente terciaria.

A partir de la época en que Egozcue encontró por allí dientecillos de un placoide que asimiló al *Lamna elegans* Agass. se tuvo la impresión de que estas rocas eran terciarias. Quizás Gómez Lluca, que examinó los fósiles recogidos en aquéllas por los autores de la hoja de Vitoria y los atribuyó al pontiense, por su aspecto de conjunto, se dejó sugerir por aquel hecho.

No vi yo las calizas, pero es evidente que las areniscas acompañan a las capas de carbón y son coetáneas. La misma impresión obtuvo Carez, y es evidente que sus conjuntos 2-3 y 5-6 corresponden a estas mismas rocas.

El encuentro de las capas de calizas de *Hippurites* y *Orbitoides* lanza nueva luz sobre esta materia. Aunque las capas con lignitos aparecen violentadas por el keuper en el pequeño afloramiento que me fué dado observar, no obstante parecen acompañar al paquete de calizas citadas y coincide con ello el dato de posición que dan los autores de la hoja de Vitoria con capas de carbón arrumbadas al N. 17,0 y con pendiente de 60° E. (5, pág. 21) que encaja con la disposición general de las calizas. Examinados los antecedentes pasemos a estudiar la cuestión de la «mise en place» de este conjunto.

Creemos, y los hemos repetido en varias ocasiones (8.

9, 10, 11), que las formaciones del cretáceo superior deben adelgazar rápidamente hacia el Norte, tan rápidamente, sino más, que engruesan en la misma dirección las del flysch pardo cantábrico.

La línea más próxima por el Sur de afloramientos del neocretáceo superior queda unos 20-30 kilómetros al SO.-S. y SE. y es muy continua, compleja y potente, pero no esencialmente distinta en sus características litológicas, ya que tenemos un maestrichtense de calizas arenosas con *Orbitoides*, un campanense con *Hippurites* y un santoniense arenoso y areniscoso de características lacustres. Así, pues, este afloramiento de Peña de Oro nos ofrecería un compendio muy reducido, pero equivalente, de aquellas formaciones y nos mostraría un acuñaamiento muy rápido de espesores hacia el Norte; este afloramiento constituiría un testigo paleogeográfico de enorme interés.

Queda la cuestión del potente conjunto coniaciense, pero si vemos con qué rapidez se acuña al S. de Berberana hacia el Este no podemos resistirnos a aceptar que ocurra de la misma manera hacia el Norte, y al mismo ritmo de acuñaamiento habría desaparecido a la altura del diapiro de Murguía.

Si aceptamos estos hechos, el misterioso ísleo calizo con *Hippurites*, *Orbitoides* y lignitos estaría «in situ» y su «mise en place» quedaría plenamente explicada.

No obstante no deja de resultar sospechoso que sea el único resto preservado de la erosión y que coincida precisamente con un trastorno tectónico tan señalado como el de Murguía. Pero ¿qué otra explicación cabe? Ningún fenómeno de deslizamiento parece lógico dada la disposición general de las formaciones.

¿Qué pensaremos ahora de las manchitas de conglome-

rados? No tenemos clave alguna para ellas, pero también hay que tener en cuenta que el caudal de datos de observación es escaso. Quizá un examen más detallado de sus relaciones con las rocas restantes y de sus elementos componentes arroje luz que ilumine su origen, pero circunstancias de diversa índole impidieron que aquel caudal de observaciones fuera mayor.

En cuanto a los supuestos aluviones de las cotas San Fausto y 747 al NE. de Abornicano nos encontramos en posición parecida.

Ninguna de las tres formaciones más o menos misteriosas fué señalada, que sepamos, anteriormente.

No queremos cansar más al lector con referencia a este diapiro, y haremos caso omiso de su génesis tectónica ya que es análoga a la de los restantes diapiros que describimos con detalle anteriormente (9) y que además estudió Lotze (6) refiriéndose precisamente a este diapiro de Murguía.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) ADÁN DE YARZA (R.): «Descripción física y geológica de la provincia de Alava.» Mem. Com. Mapa Geológico de España. Madrid, 1885.
- (2) CAREZ (L.): «Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de l'Espagne.» París, 1881.
- (3) CIRY (R.) y MENDIZÁBAL (J.): «Contribution a l'etude du Cenomanien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et de la Navarre occidentale.» Libre Jubilaire Charles Jacob. Annales Hebert et Haug. T. VII. París, 1949.
- (4) HERNÁNDEZ SAMPELAYO (P.): «Investigaciones petrolíferas en España. Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería. Madrid, 1932 y 1933.
- (5) INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Hoja núm. 112. «Vitoria.» Madrid, 1936. Hoja núm. 111. «Orduña.» En prensa.

- (6) LOTZE (F.): «Über autochtone Klippen mit Beispiele aus den Westlichen Pyrenäen.» Nachrichten v. d. Ges. der. Wis zu Göttingen. Berlín, 1934.
- (7) RAT (P.): «L'Albien superieur marin dans la serie schistogreseuse du Sud-Ouest de la Biscaye.» Compt. rendes seances de l'Acad des Sciences. t. 232 págs. 2115 a 2117. Junio, 1951. París.
- (8) RÍOS (J. M.<sup>a</sup>), ALMELA (A.) y GARRIDO (J.): «Contribución al conocimiento de la Geología cantábrica. Un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander.» Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo VIII. Madrid, 1949.
- (9) RÍOS (J. M.<sup>a</sup>): «Diapirismo.» Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LX. Madrid, 1947.
- (10) — «Nota acerca de la geología cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander.» N. y C. del I. G. y M. de España, núm. 19, 1949.
- (11) — «Estudio geológico de la zona de criaderos de Hierro de Vizcaya y Santander.» Temas profesionales. Dir. Gen. de Minas y Combustibles. Madrid, 1949.
- (12) RÍOS (J. M.<sup>a</sup>) y ALMELA (A.): «Dos cortes geológicos generales a través del Sistema Cantábrico (Burgos, Alava, Vizcaya y Santander).» N. y C. del I. G. y M. de España (en prensa).
- (13) VERNEUIL, COLLOMB y TRIGER: «Note sur une partie du pays basque espagnol.» Bol. Soc. Geol. de France, tomo XVII, fase 1860, París.

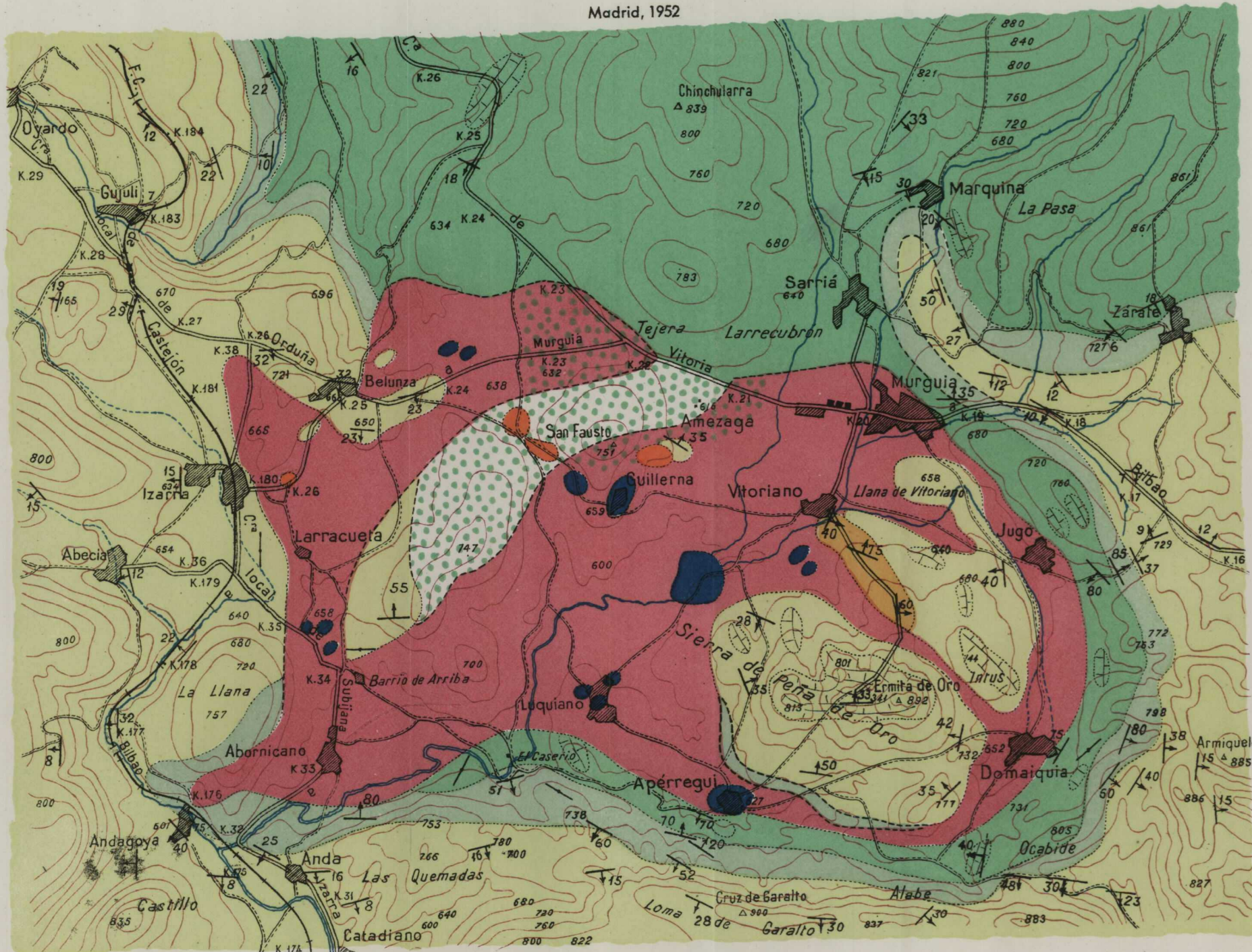
NOTA: Las figuras 1 a 8 de este texto son croquis y no cortes a escala.

16 junio 1952.



# DIAPIRO DE MURGUÍA (ALAVA)

Por JOSÉ MARÍA RÍOS  
Madrid, 1952



## SÍMBOLOS CONVENCIONALES

- |  |  |  |
|--|--|--|
| FORMACIONES DE EDAD O ÍNDOLE INCIERTAS |  | ¿Aluviones? ¿Alteración «in situ» del Flysch pardo cantábrico? |
|  |  | Pudingas de edad indeterminada.                                |
|  |  | Calizas de Hippurites de edad Campanense-Maestrichtense.       |
| TURONENSE                              |  | Calizas.   |
|  |  | Margas grises.   |
| CENOMANENSE SUPERIOR                   |  | Flysch de bolas.   |
| CENOMANENSE-EOCRETACEO                 |  | Flysch pardo cantábrico con calizas arrecifales.               |
| TRIÁSICO                               |  | Keuper con ofitas.   |

- Contactos vistos.
- Contactos supuestos.
- Rumbo y pendiente de las capas.
- Capas verticales.

Escala 1:50.000  
Topografía del Mapa Nacional de España a escala 1:50.000

Nota sobre un nuevo yacimiento de «mastodon  
longirostris», Kaup

POR

LUIS BADILLO  
Ingeniero de Minas

LUIS RADILLO

Ingeniero de Minas

## NOTA SOBRE UN NUEVO YACIMIENTO DE «MASTODON LONGIROSTRIS», KAUP

En las proximidades del kilómetro 235 de la carretera Madrid-Burgos, es decir, unos cuatro kilómetros antes de llegar a esta ciudad, se suceden una serie de cerros y colinas. Entre éstas se encuentra la conocida con el nombre de «Monte de la Abadesa».

En este lugar se explotan unas canteras con el fin de obtener materiales de construcción para la ciudad de Burgos, y durante estos trabajos de extracción se encontraron diversos restos de mamíferos. El contratista de esta cantera comunicó al Rvdo. P. José María Ibero, S. J., el hallazgo de estos restos, que fueron recogidos por él. Como por las condiciones del yacimiento, el material se deterioraba con suma facilidad, la labor no resultaba fácil y requería gran cuidado y conocimiento en la materia. Una vez en su poder, preparó convenientemente aquellos trozos que ofrecían más facilidad a la rotura y cuidadosamente embolsó todo lo encontrado mandándolo al Instituto Geológico. Gracias a la meritoria labor del P. Ibero ha sido posible la conservación y el estudio posterior de dichos restos.

Como nos fuera comunicada la aparición de nuevos

restos, el Instituto me comisionó para reconocer el yacimiento y efectuar la recogida total del material encontrado. En esta labor fui acompañado por el P. Ibero, que en todo momento me proporcionó su valiosa y eficaz ayuda, por todo lo cual le expresamos nuestra más sincera gratitud.

La formación terciaria de esta región pertenece al Pontense y está formada en las capas observadas y en orden ascendente por: arcillas rojas, arena de grano muy fino intercaladas con lechos de margas grisáceas de poco espesor y tierra vegetal, con un espesor aproximado de unos veinte metros, encontrándose los restos aproximadamente en el contacto de las capas de arcilla con las de arena. Por la simple observación de los restos se podía asegurar que pertenecían a un «mastodon», aunque por estar muy fragmentados los molares encontrados, base principal para su clasificación, no se podía afirmar la especie a la que pertenecían.

Después de su reconstrucción quedaron en el estado que puede observarse en las láminas 1 y 2. Se trata de molares más bien estrechos, compuestos de colinas armadas de dos mamelones principales reunidos por mamelones secundarios, más o menos irregularmente dispuestos. Constan de cinco filas de mamelones y una sexta o talón, y los mamelones secundarios están unidos al principal correspondiente por el lado interno. Como consecuencia, consideramos se trata respectivamente de los terceros molares superiores derecho e izquierdo del «Mastodon longirostris», Kaup.

Las figuras 1 y 2 de la lámina 3 corresponden respectivamente a los segundos molares superiores derecho e izquierdo. Aunque muy desgastado el primero y muy incompleto el segundo, se ve en ellos claramente la existencia de

cuatro filas de mamelones; de aquí que se le clasifique a este mastodonte como «tetralophodonte».

Aunque algún autor americano adopta para la especie que estamos considerando la clasificación siguiente:

Familia = Bunomastodontidae. Subfamilia = Tetralophodontinae. Género = Tetralophodon. Especie = Longirostris, hemos preferido conservar el nombre de «Mastodon longirostris», Kaup.

Las figuras 3 y 4 de la lámina 3 corresponden a los incisivos inferiores o defensas. Como puede observarse, se han conservado bien, aunque sólo se han podido reconstruir una pequeña parte de ellos.

Entre el material encontrado destacan asimismo dos vértebras, reconstruidas en su mayor parte, aunque, como puede verse en las láminas 4 y 5, no están completas. La primera corresponde a una vértebra cervical, y la segunda a una dorsal.

En la lámina 6 podemos observar parte de una extremidad posterior. En la figura 1 vemos parte del fémur, ya que no se ha podido reconstruir más que la parte central. En el extremo superior faltan la cabeza y el gran trocánter, y en la inferior, las cabezas articulares y la fosa intercondiliana. En la figura 2 observamos la tibia casi completa, faltando únicamente en su parte inferior el maléolo interno, y en la figura 3 la extremidad articular inferior del peroné.

Se ha recogido además una gran cantidad de fragmentos, que no se han podido reconstruir, dado su pequeño tamaño y su estado de conservación. Entre ellos se deja adivinar algún trozo que bien pudiera pertenecer a la cintura pelviana y otros a algún hueso del tarso.

## BIBLIOGRAFIA

- BIEDERMANN: Mastodon angustidens. Mémoires de la Société Paléontologique de Suisse. Año 1876.
- GAUDRY: Quelques remarques les mastodontes a propos de l'animal du cherichra. Mémoires de la Société Geologique de France. Año 1891.
- LARTET y CHAUTSE: Recherches sur les mastodontes. Año 1879.
- MEYER: Studien uber das Genus Mastodon. 1867-1870.
- LARTET: Sur la dentition des proboscidiens fossiles. Año 1858-59.
- OSBORN: Proboscidea. Año 1936.
- WARREN: The mastodon giganteus of North America. Año 1852.

La presencia del Félido *PSEUDAELURUS*  
*TOURNAUENSIS* (Hoernes) en el Mioceno  
de Hostalets de Pierola y Sabadell

(Vallés-Penedés)

POR

M. CRUSAFONT PAIRÓ

M. CRUSAFONT PAIRÓ

LA PRESENCIA DEL FELIDO *PSEUDAELURUS*  
*TOURNAUENSIS* (HOERNES) EN EL MIOCENO  
DE HOSTALETS DE PIEROLA Y SABADELL

(Vallés-Penedés)

INTRODUCCIÓN

La presente nota tiene por objeto señalar la presencia de este interesante Férido miocénico en los niveles del Meótico o Vallesense de la cubeta del Vallés, en la Depresión Prelitoral Catalana. La cita de la especie es la segunda de España y la tercera de la Península Ibérica. En efecto, ya anteriormente a nuestras campañas explorativas por el Mioceno español, Román la había citado del Burdigaliense inferior de Horta das Tripas, en las cercanías de Lisboa (1). Asimismo, el autor, en colaboración con su colega Doctor Villalta, había descrito un fragmento de mandíbula procedente de los niveles vindobónienses de Hostalets de Pierola en el Vallés-Penedés (sector del Penedés) (2). La especie existe también, inédita, en el Vindoboniense del Valle del Manzanares (cuenca del Tajo) y será dada a conocer por el firmante en un trabajo en vías de redacción (3).

La cita de hoy se refiere a un nuevo hallazgo efectuado

en las cercanías de Sabadell, en el sector del Vallés, en las capas atribuidas por nosotros a este nivel intermedio entre el de Sant Quirze (trinchera del ferrocarril) y Hostalets de Pierola (Can Mata), del Vindoboniense terminal y el de Piera (Pontiense s. str.).

La caracterización de la especie en Hostalets de Pierola estaba basada en un fragmento de mandíbula con el P4 y el M1, hallado en las cercanías de la casa de campo de Can Vila, en un lugar muy próximo al del descubrimiento de la mandíbula del *Sivapithecus occidentalis* y dentro de una asociación perfectamente típica del Vindoboniense terminal (tipo La Grive).

Al pie de la página 144 del trabajo anteriormente citado (2), se indicaba el hallazgo ulterior de un fragmento de la misma mandíbula, conteniendo la región premolar anterior con el alvéolo del P2, y el P3 entero. Con el objeto de completar la descripción de esta pieza, incluyo en esta nota una nueva reproducción de la misma, dando a conocer, al propio tiempo, las características completas de la serie.

La cita de Sabadell (Vallés) se basa en la determinación de la extremidad distal de un húmero cuyos caracteres son típicos de la especie de Hoernes y, con ello, amplió las listas de mamíferos fósiles y las de las localidades de este sector de la Depresión, aun cuando el lugar del hallazgo fué señalado ya por el autor en colaboración con Truyols en un plano incluido en reciente trabajo (4).

#### EL GÉNERO «PSEUDAEURUS» GERVAIS

El género *Pseudaelurus* fué segregado por Gervais (5) dentro de los Félidos a base de dos caracteres importan-

tes: la ausencia de la tuberculosa inferior y la presencia de un pequeño premolar de más que en los *Felis* ordinarios. Hoy, a la vista de los trabajos de Dehm (6), podría ampliarse en el sentido de tener uno o dos premolares supernumerarios con respecto al indicado género. Este autor indica que, junto con *Proailurus*, el género *Pseudaelurus* viene a representar, dentro de la filogenia de las martas y de los gatos, lo que *Ursavus* respecto a la de los perros y los osos. Este punto de vista del autor alemán quizás se basa en la opinión de Deperet de considerar este denticulo posterior con su pequeño reborde (formando el talónido) como un resto de la punta interna o metacónido de los Mustélidos que hubiera tomado una posición muy retrasada de la parte principal de la pieza y cuya definitiva desaparición tendrá lugar en los *Felis* propiamente dichos. Sin embargo, por mi parte, dudo que esto sea verdad desde el punto de vista evolutivo, teniendo en consideración que varias de las piezas descritas por Dehm de Wintershof-West poseen a la vez metacónido y talónido. Creo, por lo demás, que el género *Pseudaelurus* está ya muy avanzado en la línea evolutiva de los Félidos y que posiblemente es reciente en la historia filogenética de los mismos. Más aún, si como indica Teilhard de Chardin (7), el *P. edwardsi* de las Fosforitas de Quercy, no es sino un *Ailurogale*, pues según él, el género fué creado por Gervais para designar algunas formas dudosas o heteróclitas de aquella localidad. La pretendida especie oligocena ha sido considerada como más primitiva por el hecho de tener el alvéolo para el P2 mayor que el correspondiente a la pieza homóloga en *P. tournauensis*; sin embargo, en algunos de los ejemplares de Dehm, se señala la presencia

incluso de un P1, lo que demuestra aún mayor primitividad.

De acuerdo con Simpson, podemos (8) considerar que los géneros *Pseudaelurus* y *Metailurus* son perfectos tipos de transición desde los Nimrávinos a los Félidos [véase Stock (9)].

En la actualidad se conocen tres especies europeas absolutamente ciertas del género de Gervais, el *P. quadridentatus* Gervais de Sansan, que es el genotipo, y el *P. transitorius* Deperet y *P. lorteti* Gaillard, cuyos holotipos son de La Grive.

#### HISTORIA DE LA ESPECIE

La presente especie fué considerada primeramente por Hoernes como *Felis tournauensis* en 1881 (10), completando la descripción y figurándola por primera vez al año siguiente (11). Con este mismo nombre continúa conociéndose a través de las obras de Schlosser (12) y de Hofmann (13). En 1892 Deperet describe un *Pseudaelurus transitorius* del yacimiento de la Grive Saint-Alban (14), admitida como tal por los diversos autores franceses Román (1), Gaillard (15), Mayet (16), etc. Stehlin y Helbing (17) son los primeros en sospechar la identidad de las especies de Hoernes y de Deperet, por lo que la especie debería, en todo caso, ser considerada (dada la diferenciación genérica establecida por el último de los citados paleontólogos) como *Pseudaelurus tournauensis* (Hoernes). En 1929, Kretsoi (18) propone el nuevo nombre genérico *Styriofelis* para cuya caracterización y separación del género *Felis* aduce las mismas razones que valieron para el establecimiento del género de Gervais, por lo que, según

indica Thenius (19), este nuevo nombre debe ser desechado. En este mismo trabajo, nuestro querido colega austriaco se declara definitivamente por la prioridad del nombre de Hoernes, cosa que también está insinuada en Virot (20).

La especie es conocida del Burdigaliense y del Vindoboniense, sin que sea posible, como creían algunos autores, que las formas de ambos niveles presentaran algunas diferencias en la talla como indicando una evolución progresiva del tamaño en orden geológico ascendente, pues los valores numéricos hallados en los ejemplares del Vindoboniense de Göriach, La Grive y del Vallés-Penedés (véase más adelante) caen perfectamente dentro de la variabilidad establecida para los numerosos ejemplares del Burdigaliense de Wintershof-West. El cuadro de medidas comparativas que se incluye es demostrativo de mi aseveración.

Quizás puedan establecerse unos grados de mayor especialización a través del tiempo en esta especie, atendiendo a los caracteres que, con excelente criterio analítico, incluye Dehm en su ya citada obra, respecto de la presencia o ausencia del P1, de la reducción del P2, de la presencia o ausencia de metacónido en M1 y otros que especificaré más adelante.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS EJEMPLARES

A) Mandíbula izquierda con alvéolos del C y del P2 y los P3, P4 y M1. Vindoboniense. Hostalets de Pierola (Vallés-Penedés, sector del Penedés). Colección Museo de Sabadell.

En el trabajo anteriormente citado (2) dimos ya una des-



cripción del fragmento de mandíbula hallado primeramente que contenía sólo el P4 y el M1. Otro fragmento hallado después en el mismo lugar encaja perfectamente con el anterior y completa la mandíbula.

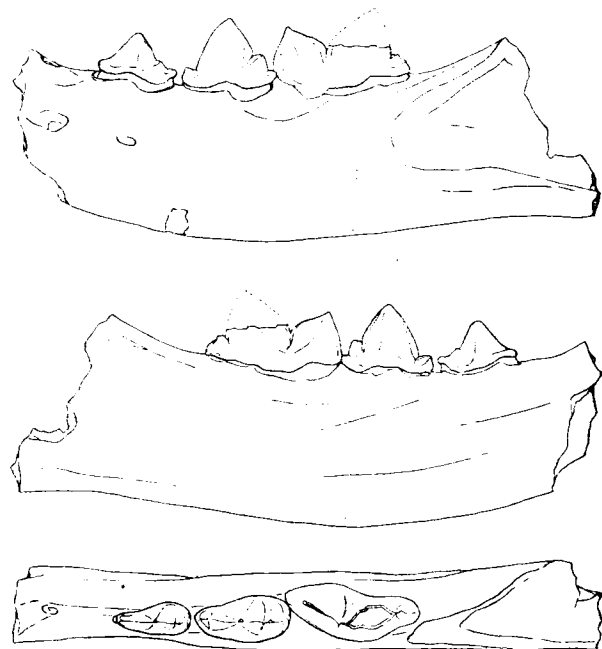


Fig. 1

Después del borde posterior del alvéolo para el canino, existe un pequeñísimo diastema de 1,5 mm., que le separa del alvéolo del P2, que es muy reducido, y que indica el alojamiento de una pieza uniradiculada. El diastema entre éste y el P3 es de 3 mm. El P3 es, comparativamente al P4, una pieza baja y alargada a pesar de su menor tamaño, presentando un rudimento de punta anterior que se reduce casi a un abultamiento del reborde basal. En la parte posterior existe un tubérculo más destacado situado

en posición más inferior que el homólogo de la pieza siguiente. La pieza se ensancha considerablemente por la región del talónido.

El P4 tiene protocónido alto, presentando en la porción anterior un paracónido pequeño, aunque mayor proporcionalmente al de P3. El tubérculo posterior en la región del talónido es fuerte y acusado y está rodeado por el reborde basal. La pieza es más ancha por el centro que por las regiones anterior y posterior, aunque también el talónido es relativamente ancho.

El M1 es bialado (proto y paracónido), no muestra el menor vestigio de metacónido y, por el contrario, presenta un rudimento de talónido, como es típico del género, aun cuando es bastante reducido en comparación con algunos de los ejemplares del Burdigaliense. Por detrás de la carnicera no se observa ningún alvéolo, o sea que no existe M2.

La fosa masetérica de la mandíbula hace llegar su borde anterior hasta la altura del talónido de M1. Existen dos forámenes nutricios que se sitúan a la altura del centro del P2 y P3, exactamente como indica Dehm.

B) Fragmento de húmero izquierdo con la extremidad distal. Meótico o Vallesense. Sabadell (Vallés-Penedés, sector del Vallés). Colección Museo de Sabadell.

Este ejemplar fué hallado en el subsuelo de la ciudad de Sabadell y procede de un pozo abierto en la colina llamada «Serra d'En Cameró», cerca de la carretera de Sabadell a Tarrasa (\*). En este lugar el Mioceno, generalmente detrítico, aflora por causa de la erosión diferencial, sobresaliendo de la terraza superior del Ripoll sobre la

(\*) El ejemplar fué donado al Museo de Sabadell por D. José Sorribas, que lo había recogido en el lugar del hallazgo.

cual se asienta la industriosa ciudad del Vallés. El resto fué hallado a la profundidad de unos trece metros por debajo del travertino superficial y dentro de unas margas arenosas típicas de esta zona.

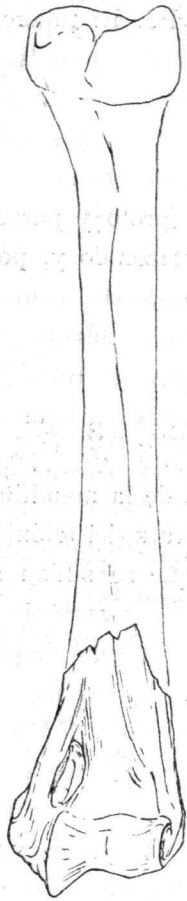
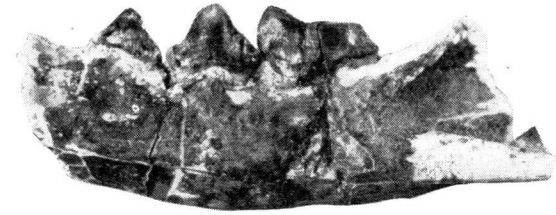


Fig. 2

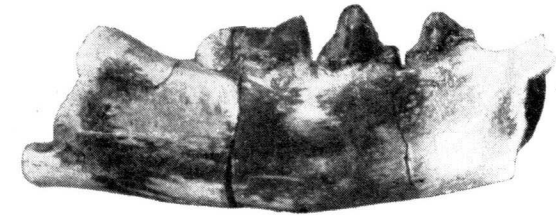
A pesar de tratarse de un resto óseo aislado y aun fragmentado, el ejemplar muestra unas características propias del género *Pseudaelurus* y, por su talla, encaja per-



1



1 a



1 b



2



2 a



fectamente en la especie de Hoernes. Los detalles de la apófisis cúbito-radial se corresponden completamente con los dados a conocer por Gaillard a base del húmero completo descubierto en el yacimiento de La Grive Saint-Alban (15). Destaca la típica posición y forma del foramen supracondilar, el gran diámetro transversal en relación con

## M E D I D A S

*Mandíbula de Hostalets de Pierola (\*)*

	Host.	Göriach	La Grive	Chilleurs	Wintersh.	Lisboa
P <sub>2</sub> . Longitud (alv.)...	1,7 mm.	—	—	—	2,4-3,8 mm.	—
Anchura (alv.)...	1,2 mm.	—	—	—	—	—
P <sub>3</sub> . Longitud.....	7 mm.	—	7,1 mm.	—	6,3-8,5 mm.	—
Anchura.....	3,1 mm.	—	3,3 mm.	—	—	—
Altura.....	4,5 mm.	—	—	—	3,9-5,2 mm.	—
P <sub>4</sub> . Longitud.....	8,9 mm.	9,0 mm.	9,0 mm.	7,5 mm.	7,8-9,3 mm.	—
Anchura.....	4,5 mm.	4,2 mm.	4,3 mm.	3,0 mm.	—	—
Altura.....	6,5 mm.	—	—	—	5,1-6,2 mm.	—
M <sub>1</sub> . Longitud.....	12,0 mm.	12,5 mm.	11,6 mm.	10,0 mm.	9,6-12,8 mm.	—
Anchura.....	4,0 mm.	5,2 mm.	5,3 mm.	3,5 mm.	—	—
Long. P-M.....	31,5 mm.	—	—	—	31-39 mm.	—
Long. P <sub>3</sub> -M <sub>1</sub> .....	27,0 mm.	—	25,5 mm.	—	—	25 mm.
Alt. man. bajo M <sub>1</sub> ...	13,5 mm.	15,0 mm.	14,1 mm.	—	11,3-19,2 mm.	—
Grosor man. bajo M <sub>1</sub> ...	6,6 mm.	—	7,6 mm.	—	—	—

*Húmero de Sabadell:*

	Sabadell	La Grive
Diámetro anterior-posterior.....	12,5 mm.	12,0 mm.
Diámetro transversal.....	25,1 mm.	24,0 mm.

(\*) Viret en su reciente revisión de la fauna de La Grive (21) dice que: «malgré la petitesse de P<sub>4</sub>, cette pièce conviendrait mieux à *P. lorteli*». Creo, sin embargo, que el cuadro de medidas que se incluye, es bien demostrativo al efecto y no creo que se pueda dudar ahora de la atribución del ejemplar a la especie de Hoernes.

el ántero-posterior con respecto al género *Felis*, etc. La superficie capitulum-troclea es ancha y la troclea muy marcada. Se observa asimismo la fortaleza de la cresta supracondilar y la gran anchura de la fosa oleocraneana; el cóndilo medial es fuerte y ancho, algo más quizás que el homólogo de La Grive. Se observan, además, claras analogías en las proporciones y posición del epicóndilo lateral y de las fosas coronoide y radial. Thenius ha dado a conocer (19) otro fragmento distal de húmero que concuerda, según el autor, con el correspondiente del yacimiento del Isère.

#### CONSIDERACIONES

Dehm ha ideado (6) una fórmula de representación de los caracteres de la presente especie en relación con su estadio evolutivo, expresando mediante una especie de grafismos alelomórficos los detalles de la dentición sujetos al progreso ortogenético. De acuerdo con esta fórmula (\*), la

(\*) Los signos convencionales usados por Dehm, son como sigue:

a.—Presencia de M <sub>2</sub> inf	A.—Ausencia
b.—Presencia de metacónido en M <sub>1</sub>	B.—Ausencia
c.—Escasa longitud de M <sub>1</sub>	C.—Gran longitud
d.—Escasa altura de P <sub>4</sub>	D.—Altura pronunciada
e.—Escasa altura de P <sub>3</sub>	E.—Altura pronunciada
f.—P <sub>2</sub> con dos raíces separadas	F.—Falta el P <sub>2</sub>
g.—Presencia de P <sub>1</sub>	G.—Falta el P <sub>1</sub>

Además existen los siguientes signos que indican transición:

cC.—Longitud mediana de M <sub>1</sub>
fF.—Raíces soldadas en el P <sub>2</sub>
Ff.—Una sola raíz en el P <sub>2</sub>

A esos signos añado:

h.—Talónido bastante desarrollado	H.—Talónido rudimentario
-----------------------------------	--------------------------

mandíbula de Hostalets de Pierola podría ser caracterizada como sigue:

A B cC D E Ff G H

en la que he introducido un nuevo término H y h, indicando, el primero, talónido muy reducido, y el segundo, talónido más desarrollado.

Con ella a la vista, puede deducirse que el ejemplar de Hostalets pertenece a un individuo que presenta el máximo de los caracteres progresivos. Destácanse, además, dos caracteres realmente excepcionales si se compara con los elementos de Wintershof-West, como son, la extraordinaria pequeñez del alvéolo para el P<sub>2</sub> y la altura del P<sub>4</sub>, que sobrepasa a la máxima de las señaladas por el autor alemán. Con lo cual, el carácter evolucionado del ejemplar catalán queda aún más reforzado de lo que indica la misma fórmula.

He de indicar, además, que la presencia de un P<sub>1</sub> en algunos de los ejemplares de Baviera hace ampliar el diagnóstico del género. Es importante también tener en cuenta la posible existencia, en la especie que me ocupa, de un M<sub>2</sub> inferior y de metacónido en M<sub>1</sub> también inferior. El material descrito por Dehm nos habla de una especie en plena evolución, mostrando mandíbulas de tipo primitivo al lado de otras más evolucionadas, con ligera ventaja de las primeras.

\* \* \*

Finalmente termino haciendo constar que la cita del *Pseudaelurus tournaensis* asociado al *Hipparion* en el Meóico del Vallés, hace llegar la presente especie al nivel geológico más alto hasta ahora conocido de la misma.

Por lo tanto el Félido objeto de descripción se conoce actualmente de los siguientes niveles:

*Burdigaliense*: Portugal, Francia, Alemania.

*Vindoboniense*: España, Francia, Austria, Checoslovaquia.

*Pontiense inferior* (Meótico o Vallesense): España.

*Sección de Paleontología del Museo de Sabadell (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), abril 1951.*

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) ROMAN, F.: Le Neogène continental dans la basse vallée du Tage. *Com. du Service Geol. du Portugal*. Lisbonne, 1907.
- (2) DE VILLALTA COMELLA, J. F., y CRUSAFONT PAIRÓ, M.: Los Vertebrados del Mioceno continental de la cuenca Vallés-Penedés. I. Insectívoros. II. Carnívoros. *Bol. del Inst. Geol. y Min. de España*. Tomo LVI. Madrid, 1943.
- (3) CRUSAFONT PAIRÓ, M., y DE VILLALTA, J. F.: Paleomastología del Valle del Manzanares. En prensa.
- (4) CRUSAFONT PAIRÓ, M., y TRUYOLS SANTONJA, J.: Hallazgo del *Plesiodimylus chantrei* Gaillard en el Meótico del Vallés. *Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 22. Madrid, 1951.
- (5) GERVAIS, P.: Zoologie et Paléontologie françaises. París, 1859.
- (6) DEHM, R.: Die Raubtiere aus dem Mittel-Miocän (Burdigalium) von Wintershof-West bei Eichstätt in Bayern. *Abhand. der Bayer. Akad. der Wissens. Neue Folge. Heft*, 58. München, 1950.
- (7) TEILHARD DE CHARDIN, P.: Les carnassiers des Phosphorites du Quercy. *Annales de Paléontologie*, 1914-1915. París.
- (8) SIMPSON, G. G.: The principles of classification and a classification of Mammals. *Bull. of the Amer. Mus. of Nat. Hist.* Vol. 85. New York, 1945.
- (9) STOCK, CH.: Skull and dentition of the American Miocene cat. *Pseudaelurus*. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, Vol. 45, 1934.

- (10) HOERNES, R.: Vorlage von Säugethierresten aus dem Braunkohlenablagerungen der Steiermark. *Verh. k. k. Geol. R. Anst.* Wien, 1881.
- (11) — Säugethierreste aus der Braunkohle von Georiach bei Turnau in Steiermak. *Jb. k. k. Geol. R. Anst*, 32. Wien, 1882.
- (12) SCHLOSSER, M.: Die Affen, Lemuren, Chiropteren, etc., des europäischen Tertiärs und deren Beziehungen zu ihren ansereuropäischen Verwandten. II. III. *Beitr. z. Paläont. Österr. Ungarns*, 7-8. Wien, 1889-1891.
- (13) HOFFMAN, A.: Die Fauna von Goeriach. *Abh. k. k. Geol. R. Anst.* 15. Wien, 1893.
- (14) DEPERET, CH.: La faune de mammifères miocènes de La Grive-St. Alban (Isère). *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 5. Lyon, 1892.
- (15) GAILLARD, C.: Mammifères miocènes nouveaux ou peu connus de La Grive-St. Alban. (Isère). *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 7. Lyon, 1889.
- (16) MAYET, L.: Etude des mammifères miocènes des sables de l'Orléannais et des faluns de la Touraine. *Annal. Univ. Lyon N. S. I. Fasc.*, 24. Lyon, 1908.
- (17) STEHLIN, H. G., et HELBING, H.: Catalogue des ossements de mammifères tertiaires de la collection Bourgeois à l'école de Pont-Levoy (Loir-et-Cher). *Bull. Soc. Hist. Nat. Loir et Cher*, 18. Blois, 1925.
- (18) KRETZOL, N.: Feliden-Studien. *Föld. Intezet Haziny*. Budapest, 1929.
- (19) THENIUS, E.: Die Carnivoren von Göriach (Steiermark). *Sitz. der Österr. Akad. der Wissen., Mathem.-naturw. Kl., Abt. I*, 158. Bd., 9 u. 10 Heft. Wien, 1949.
- (20) VIRET, J.: Quelques considerations preliminaires a propos de la revision de la faune des mammifères miocènes de La Grive St. Alban. *Bull. Mens. de la Soc. Linn. de Lyon*, 18 ème. année. núm. 4. Lyon, 1949.
- (21) — Catalogue critique de la faune des mammifères miocènes de La Grive Saint-Alban. (Isère). I. *Nouv. Arch. du Mus. d'Hist. Nat. de Lyon. Fasc. III*. Lyon, 1951.

21 junio 1952.

Rectificación a la serie estratigráfica de las Sierras  
de Turp y Aubens en el Valle del Segre  
(Provincia de Lérida)

POR

JOSE MARIA RIOS

JOSE MARIA RIOS

RECTIFICACION A LA SERIE ESTRATIGRAFICA  
DE LAS SIERRAS DE TURP Y AUBENS EN EL  
VALLE DEL SEGRE (PROVINCIA DE LERIDA)

En un trabajo nuestro, recientemente aparecido (1), se describe la serie estratigráfica de las Sierras de Aubens y de Turp (págs. 11 a 54) y en ella se atribuye determinada edad a un tramo de la serie estratigráfica; reconocimientos posteriores nos han llevado a la convicción de que dicha atribución es errónea y deseamos ahora rectificar y hacer la necesaria corrección.

El tramo en cuestión es un paquete de calizas dolomíticas a las que se atribuye edad aptense (apartado E, páginas 44 a 47). Esta atribución es la que aparece en el mapa y cortes y se admite con ciertas reservas en el texto, ya que no se halló en dichas calizas resto fósil alguno.

Resulta que dicho trabajo, aunque fechado y aparecido en 1951, fué realizado años antes, hacia 1945 ó 46. Entonces no conocíamos las regiones contiguas más que por estudios de otros trabajos o por visitas rápidas y locales, pero recientemente al completar los reconocimientos para el estudio de la hoja de Artesa de Segre, tuvimos

---

(1) «Análisis estratigráfico y tectónico de una parte del Valle del Segre, en la provincia de Lérida (la zona de Coll de Nargó)» Bol. Inst. y Min. de España. Tomo XLIII. 1951.

oportunidad de examinar en diversas localidades series análogas a la que nos ocupa y ya entonces nos dimos cuenta de nuestro error de interpretación.

En estos días, con ocasión de preparar en compañía de mi querido colega don Antonio Almela una visita de geólogos franceses a las sierras subpirenaicas ilerdenses, las hemos cortado dos veces, de Norte a Sur, por los ríos Flamisell y Noguera, a través de las sierras de San Gervás, Montsech y Montroig, y de Sur a Norte, por el Segre, cortando las sierras de Peramola, Turp y Aubéns, Nargó, San Juan y Prada. Esta visita nos ha dado, en espacio de tiempo muy breve, una serie de imágenes de diversos cortes geológicos en que aparece el tramo en cuestión, siempre con caracteres muy bien acusados, casi inconfundibles, que lo destacan con gran personalidad en la serie estratigráfica.

Se trata, en el caso de las sierras del Turp y Aubéns, no de calizas aptenses, sino de las dolomías que se atribuyen al dogger, por todos los geólogos que estudiaron la región y con cuya atribución hemos coincidido en la hoja de Artesa de Segre. No recordamos que en localidad alguna de los extensos afloramientos de esas dolomías se cite fósil de ninguna clase.

En dicha reciente excursión las vimos sucesivamente:

En el Montsech, bajo calizas grises aptenses y sobre las margas fosilíferas del lías medio y superior.

En el Montroig, donde no existe el aptense, bajo las capas del turonense - santonense (entre las dolomías del dogger y estas últimas queda el nivel, discontinuo, de bauxitas); en esa sierra de Montroig se aprecia además a perfección su extinción desde los grandes espesores en la confluencia de los ríos Segre y Noguera (en ellas se apoya el embalse de Camarasa) hasta su desaparición total hacia

el Oeste, bajo las cumbres de la Sierra; hacia el E. son aún visibles con reducido espesor en el anticlinal que divide en dos elementos la Sierra Carbonera, anticlinal que taja el Segre poco antes de su confluencia con el Noguera.

Su caracterización litológica es siempre idéntica y muy clara.

En la sierra de Turp y Aubéns se sitúa estratigráficamente en la misma forma que en el Montroig, y su caracterización litológica es igualmente muy clara. Quedan comprendidas entre el turonense-santonense y las margas fosilíferas del lías medio y superior.

Las volvemos a encontrar, siempre con perfecta caracterización litológica, al salir ya por el N., abandonando las sierras marginales por la sierra de Prada para llegar al valle de Seo de Urgel. La situación estratigráfica es allí muy neta bajo potentísimas masas de calizas urgo-aptenses y sobre las margas fosilíferas del lías medio y superior.

Como yacente tienen siempre, por consiguiente, las margas fosilíferas del lías medio y superior. Como cubriente tienen hacia el N. y sobre todo hacia el NE. las calizas urgo-aptenses; hacia el S. y sobre todo hacia el SO. donde faltan las formaciones eocretáceas, capas del turonense-santonense, de vario carácter litológico. Se extinguen hacia el SO. y esta extinción es muy clara en la sierra de Montroig.

Esta corrección no tiene trascendencia mayor, ni modifica sino en cuestiones de pequeño detalle las conclusiones de aquel trabajo. No afecta en absoluto a la interpretación tectónica, y si bien se refleja en la interpretación paleogeográfica, lo hace sólo extendiendo en exceso hacia el Sur de la facies aptense que debe terminar un poco más al Norte y en forma aun más rápida y brusca que lo que se suponía.



Algunas plantas fósiles permianas de la provincia  
de Lérida

POR

JOSEFA MENÉNDEZ AMOR

JOSEFA MENENDEZ AMOR

## ALGUNAS PLANTAS FOSILES PERMIANAS DE LA PROVINCIA DE LERIDA

Con motivo de una de las expediciones realizadas en la Sección de Paleontología de este Instituto por el señor Revilla, a la provincia de Lérida, tuvo ocasión de visitar un yacimiento fosilífero vegetal en el pueblo de Baró, de cuya existencia fué notificado por el médico de Salás de Pallás, señor Ferrer Condal, quien asimismo colaboró en la recogida de los fósiles estudiados.

El estado de conservación no es demasiado satisfactorio por lo fragmentado que se presentan la mayor parte de ellos. Hace algún tiempo tuvo la amabilidad de encomendarme su estudio, y en la presente comunicación van los resultados obtenidos. He aquí la enumeración de las especies clasificadas:

### EQUISETINEAS:

*Annularia stellata*, Schl.

*Annularia spicata*, Gut.

### PTERIDOSPERMAS:

*Callipteridium Rochei*, Zeil.

*Callipteridium Regina*, Römer.

- Callipteris conferta*, Brgt,  $\beta$  *sinuata*.  
*Callipteris lyratifolia*, Goepp, var. *grandis*, Mnd-Amor.  
*Pecopteris* (*Asterotheca*) *Candollei*, Brong.  
*Neuropteris* sp.  
*Dictyopteris Schützei*, Römer.  
*Odontopteris Duponti*, Zeil.  
*Sphenopteris* aff. *frondosa*.

## CORDAITALES :

- Cordaites* sp.

## BENNETITALES :

- Pterophyllum* sp.

## GINKGOALES :

- Baiera* sp?  
*Psymphyllum expansum*.

## CONIFERALES :

- Walchia piniformis*, Sch.

## FRUTOS :

- Rhabdocarpus conicus*, ?

Encuéntranse además gran cantidad de restos, que por lo imperfecto de su conservación no permiten una clasificación cierta, ni aun genérica, y que por ello no figuran en la anterior relación.

Algunas de las especies identificadas concuerdan exactamente no sólo con la descripción propia, sino también con las figuras que acompañan a aquélla en la bibliografía consultada; por esta razón nada se dice de ellas, sien-

do sólo comentadas aquellas que por presentar alguna particularidad, debe quedar ésta consignada. Entre éstas figuran el *Callipteris conferta*, Brgt; el *Callipteris lyratifolia*, Goepp, y el *Sphenopteris* aff. *frondosa*, Goepp.

Los ejemplares del primero presentan todos ellos una constante irregularidad en el tamaño y forma de las pinnulas colocadas a uno y otro lado del raquis, pues mientras unas son largas y más o menos agudas en el ápice, otras son más pequeñas y obtusas. Estos caracteres sólo los hemos encontrado señalados por Schmalhausen en su trabajo titulado «Die Pflanzenreste der Artinskischen und Permischen Ablagerung im Osten des Europäischen Russlands»; acompaña a la descripción una fotografía que concuerda exactamente con la morfología de nuestros ejemplares y que considera como una forma del *Callipteris conferta*, tipo que denomina  $\beta$  *sinuata*; el que este trabajo esté escrito en ruso y tan sólo una breve mención haga en alemán, nos impide consignar los detalles que para tal forma da el autor.

Respecto al *Callipteris lyratifolia*, Goepp., el ejemplar de mayores dimensiones y mejor conservado, pertenece a la parte superior de una penna primaria. Sus pinnulas se insertan oblicuamente sobre el raquis, son decurrentes, de contorno ovalado-lineal, de 20-30 mm. aproximadamente de longitud por 10 de anchura, pinnatifidas y provistas de 5-7 lóbulos lineales, enteros, oblicuos, arqueados, obtusos en la terminación, decurrentes en la base, pero sin que lleguen a tocarse; lóbulo superior de mayor tamaño y más o menos redondeado.

Nerviación muy fina; nervio medio ligeramente arqueado; nervios secundarios simples y derechos.

Los ejemplares que poseemos morfológicamente coinciden con el figurado y descrito por Zeiller en su «Flore

fossile d'Autun et d'Epinaç» como *Callipteris lyratifolia*, Goebb.; sin embargo, las dimensiones que este autor da para los ejemplares por él estudiados no coinciden con las de los nuestros, siendo las de éstos muchísimo mayores, casi el doble. Ahora bien, la variedad *stricta* de esta especie presenta notables diferencias en cuanto al tamaño, disposición y forma de pinnulas y lóbulos, ya que aquéllas son mayores y éstas más estrechas, largas y agudas en el ápice. Ello no es obstáculo para que por conservar comunes con la especie tipo los caracteres fundamentales, se la considere por el autor como una variedad de ella. Creo nos encontramos ante un caso semejante, en el que sólo el factor tamaño establece la diferencia, pudiendo por tanto admitirse en todo caso que la especie española constituye una nueva variedad del *Callipteris lyratifolia* que podríamos denominar *grandis*.

Se le cita en el Permiano superior de Millery, en el medio de Cordesse y en el inferior de Igornay.

Finalmente, en cuanto al *Sphenopteris aff. frondosa*, Goebb., puede desde luego afirmarse pertenece a tal género, quedando incluida la especie dentro del grupo *Trichomanides*, caracterizada por tener las frondes simples o divididas, bi o tripinnadas; pinnulas divididas dicotómicamente en lacinias lineales o filiformes, simples o bifurcadas. De todas las especies que comprende esta Sección, con la que hemos visto mayores analogías es con el *Sphenopteris frondosa*, pero la escasez de material recogido nos obliga a considerarla por el momento afín a dicha especie, sin poder asegurar se trata de ella exactamente, por lo menos mientras no se recojan más ejemplares.

Respecto al *Neuropteris* que se menciona, no hemos encontrado especie alguna a qué referirlo; el disponer tan

sólo de un ejemplar, y éste mal conservado, nos impide llegar más allá en su clasificación.

El Permiano había sido citado en la provincia de Lérida por Dalloni y Schmidt y ratificado por los señores Almela y Ríos al hacer la explicación del Mapa geológico; entre las especies vegetales fósiles citadas por ellos, son comunes con las nuestras: *Annularia stellata*, Schl.; *Callipteridium Rochei*, Zeil.; *Callipteris conferta*, Goebb., *Odontopteris Duponti*, Zeil.; *Walchia piniformis*, Sch., y con duda el *Callipteris lyratifolia*, Goebb.

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) 1869. SCHIMPER (W. PH.): *Traité de Paléontologie végétale*, pág. 14.
- (2) 1887. SCHMALHAUSEN (J.): *Die Pflanzenreste der Artinskischen und Permischen Ablagerungen*. «Mem. Com. Geol. de Rusia», vol. II, núm. 4.
- (3) 1890-96. RENAULT (B.): *Bassin Houiller et Permien d'Autun et d'Epinaç*, fasc. II, IV.
- (4) 1892. ZEILLER (M. R.): *Bassin Houiller et Permien de Brive*, fasc. II.
- (5) 1893. POTONIE (H.): *Die Flora des Rothliegenden von Thüringen*.
- (6) 1930. CARPENTIER (A.): *La flore permienne du Bou Achouch (Maroc Central)*. «Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc. Notes et Memoires».
- (7) 1947. ALMELA (A.) y RÍOS (J. M.): *Explicación del Mapa geológico de la provincia de Lérida*. Instituto Geológico y Minero de España.

10 agosto 1952.

LAMINA I

Fig. 1.—*Annularia stellata*, Schl.  
Fig. 2.—*Annularia spicata*, Gut. (x 4).



Fig. 1.



Fig. 2.



LAMINA II

Fig. 1.—*Callipteridium Rochei*, Zeil.  
Fig. 2.—*Callipteridium Regina*, Weis. ( $\times 2.5$ ).

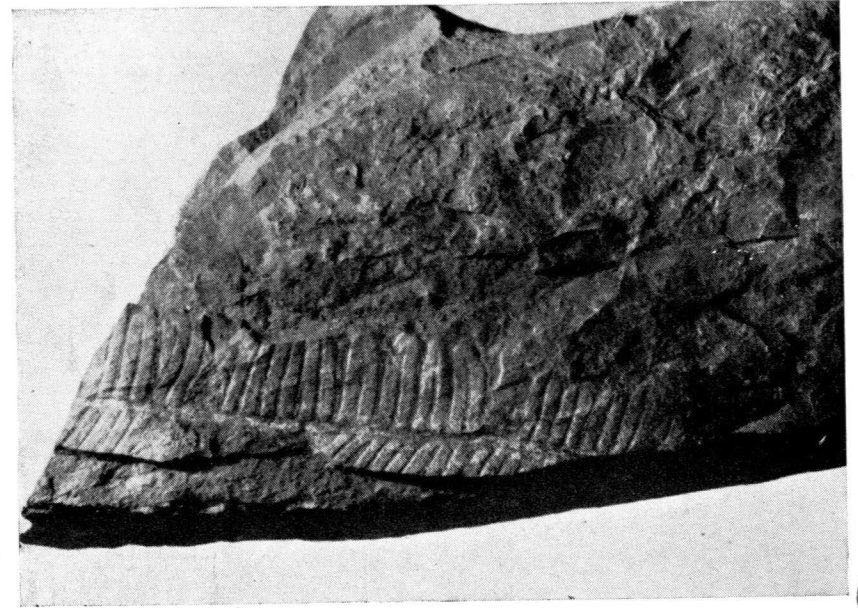


Fig. 1.

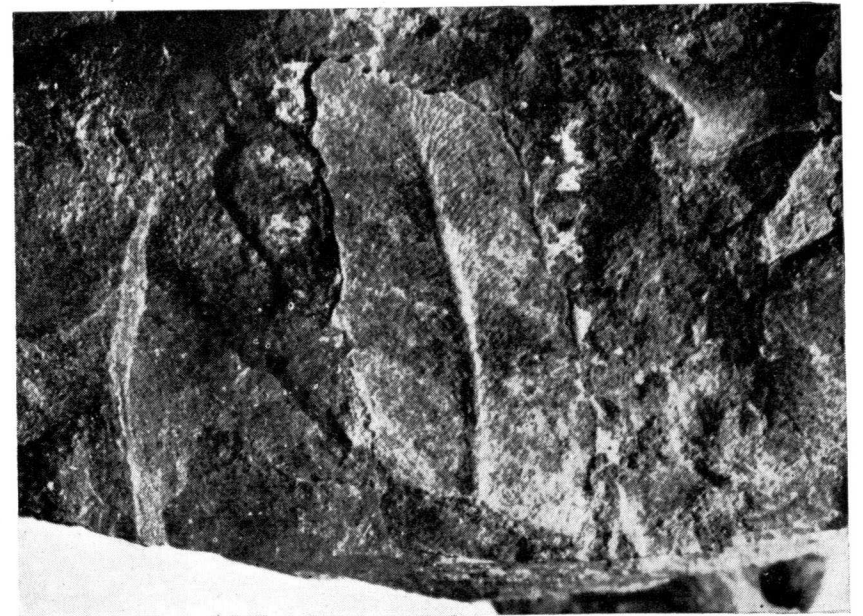


Fig. 2.

LAMINA III

- Fig. 1.—*Callipteridium conferta*, Brgt.,  $\beta$  *sinuata*.  
Fig. 2.—*Callipteris lyratifolia*, Goepf, var. *grandis*, Mdz.-Amor.

LÁM. III

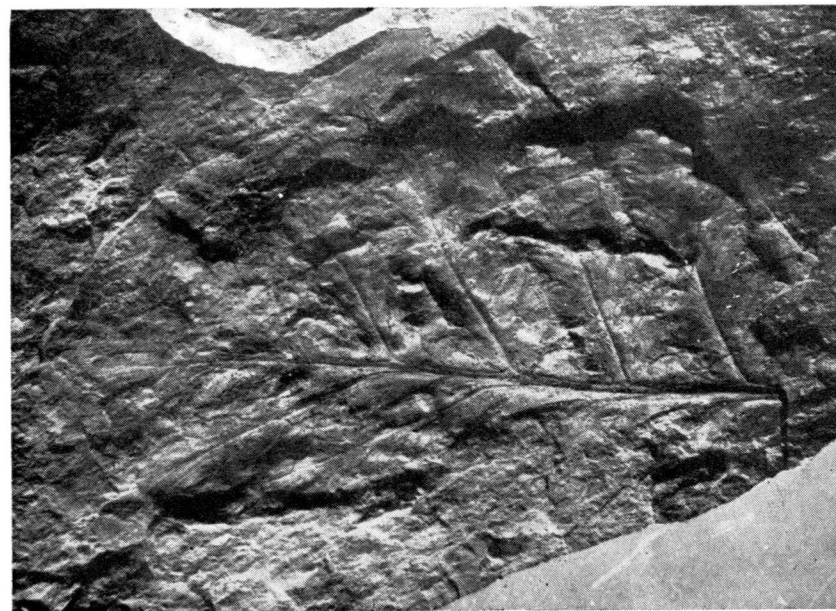


Fig. 2.

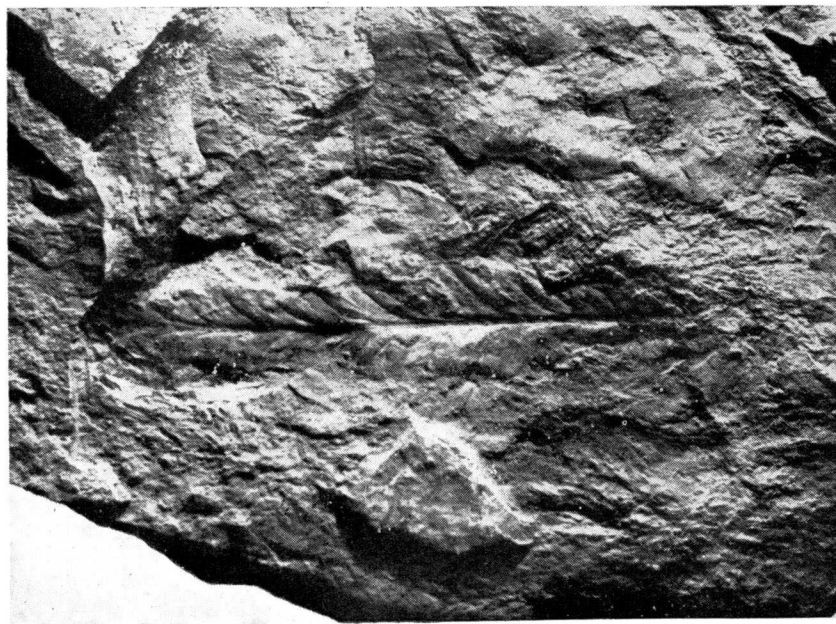


Fig. 1.



LAMINA IV

Fig. 1.—*Pecopteris (Asteroteka) Candollei*, Brong. ( $\times 2.5$ ).  
Fig. 2.—*Odontopteris Duponti*, Zeiller ( $\times 1.5$ ).

LAM. IV



Fig. 2.

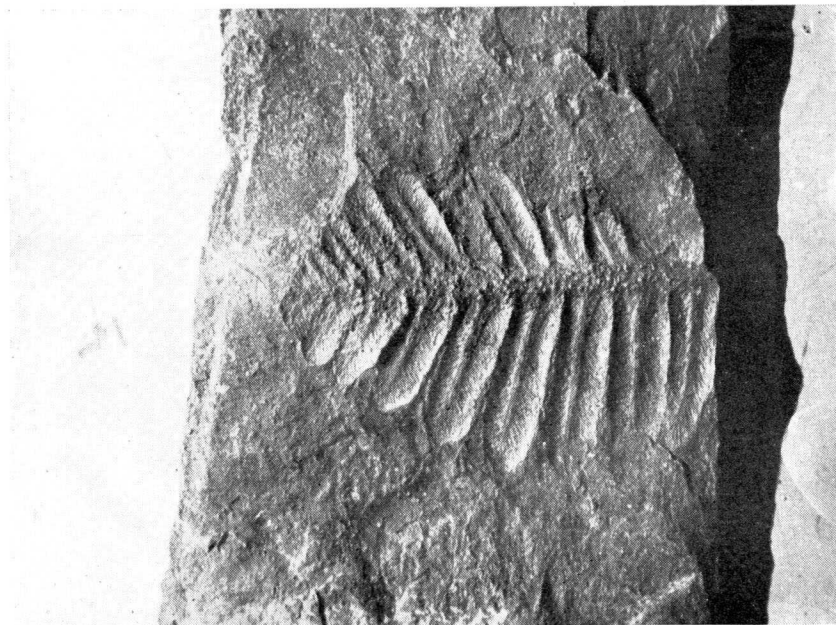


Fig. 1.





LAMINA V

Fig. 1.—*Cordaites* sp. ( $\times 0.5$ ).  
Fig. 2.—*Cordaites* sp.



Fig. 1.

LAM. V



Fig. 2.



LAMINA VI

Fig. 1.—*Sphenopteris* aff. *frondosa*, Goepf ( $\times 2$ ).  
Fig. 2.—*Pterophyllum* sp. ( $\times 0,5$ ).



Fig. 2.

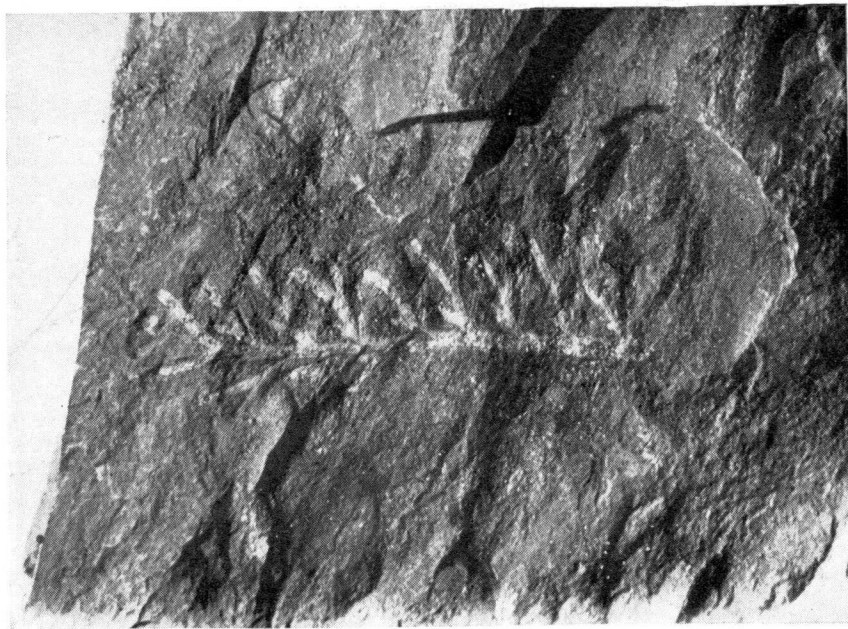


Fig. 1.



LAMINA VII

Fig. 1.—*Baiera* sp. (ligeramente aumentada).  
Fig. 2.—*Psymphyllum expansum*, Schimper.

LÁM. VII

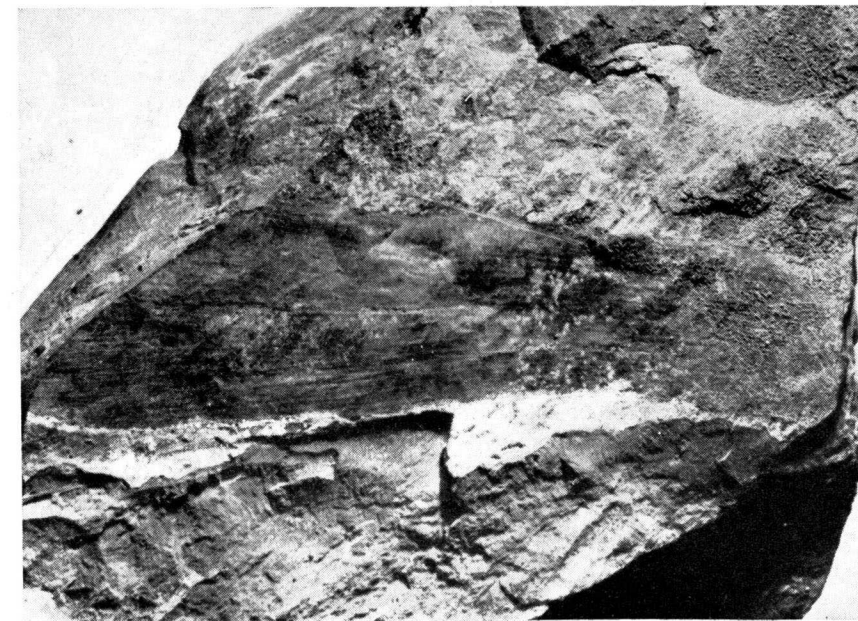


Fig. 1.

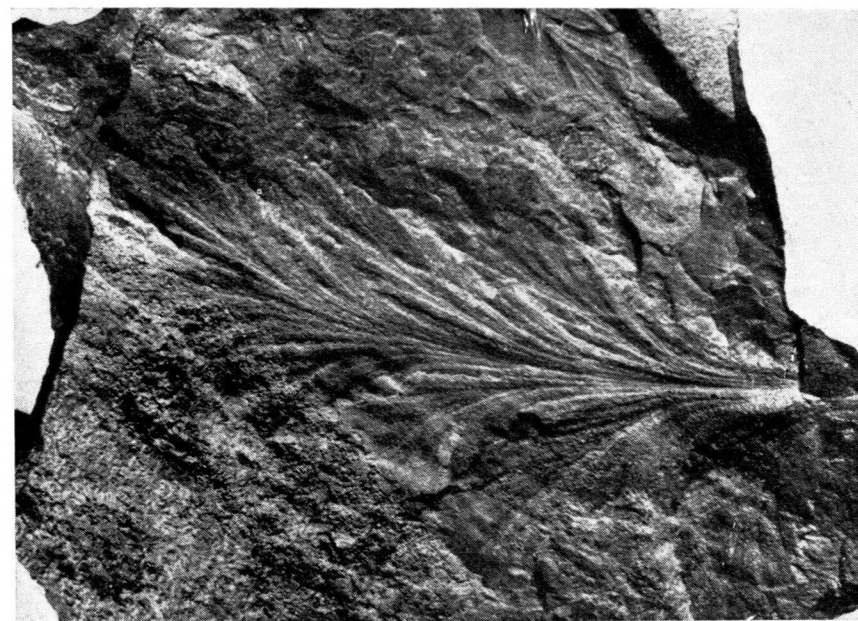


Fig. 2.



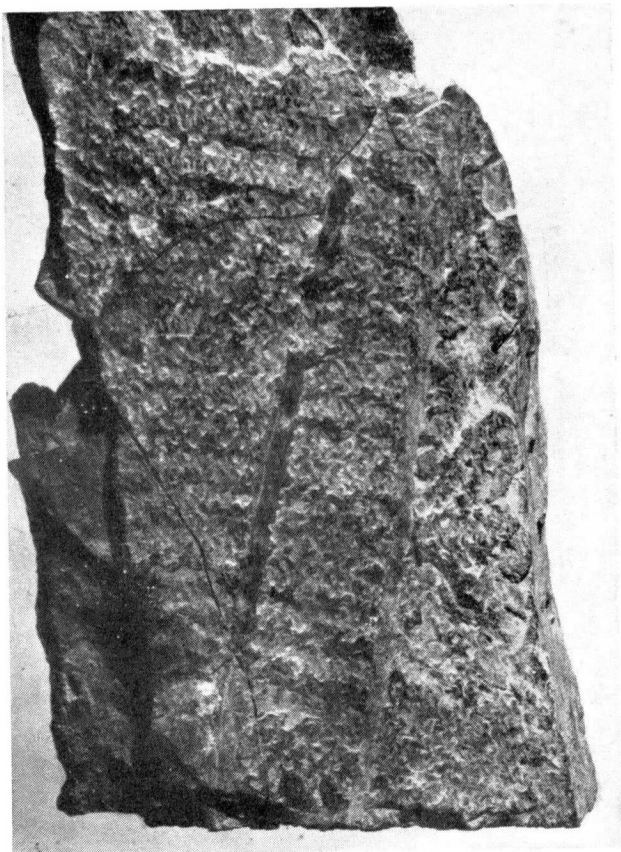


Fig. 1.

LAMINA VIII

Fig. 1.—*Walechia piniformis*, Schl.  
Fig. 2.—*Rhabdocarpus conicus*? (× 3).



Fig. 2.



Yacimiento fosilífero cambriano de Montuerto  
(León)

POR

A. ALMELA Y J. DE LA REVILLA

A. ALMELA Y J. DE LA REVILLA

## YACIMIENTO FOSILIFERO CAMBRIANO DE MONTUERTO (LEON)

En el reconocimiento geológico realizado por uno de nosotros en la provincia de León para estudiar la reserva carbonífera existente en aquella provincia, y la posibilidad de encontrar niveles carboníferos productivos bajo el recubrimiento más moderno (\*), se tuvo la suerte de encontrar un nuevo yacimiento fosilífero cambriano bastante abundante, pero de fauna poco variada sólo compuesta de *Eoorthis* primordiales en sus variedades *multicostatae* y *paucicostatae*, y *Nisusia vaticina*. Este yacimiento se encuentra en las inmediaciones de Montuerto, en una faja cambriana que constituye la base de una interesante y compleja serie, dispuesta en precioso sinclinal cortado por la carretera. Dos son los niveles cambrianos que, como ya se dijo, integran este terreno, uno inferior pizarreño y otro superior calizo, amarillento, en el que se intercalan unas calizas arcillosas rojas, que son las que encierran los fósiles.

Como son muy abundantes los restos que encierran estas capas, quedamos con el deseo de efectuar una bús-

---

(\*) Almela. Estudio Geológico de la reserva carbonífera de León. Boletín del Instituto Geológico y Minero. T. LXII. Pág. 408. Madrid 1949.

queda más detenida, que tal vez podría incrementar la lista de fósiles de este yacimiento.

Así, pues, hicimos una nueva visita más sosegada a Montuerto, rebuscando durante varios días en sus inmediaciones, y ello ha dado como resultado el hallazgo en el mencionado yacimiento de una fauna bastante abundante, más variada que la anteriormente recogida y con ejemplares en general bastante bien conservados.

La novedad más interesante de esta última fauna fósil recogida es la existencia de bastantes Trilobites de varios géneros, juntamente con los fósiles anteriormente hallados, que precisan y confirman la edad primeramente atribuida a las capas que los contienen.

A continuación damos la relación de especies encontradas en Montuerto:

Placas de *Trochocystites*.

*Eoorthis* primordiales, Vern. et Barr.

*Eoorthis* primordiales var *multicostatae*, Samp.

*Eoorthis* primordiales var *paucicostatae*, Samp.

*Nisusia vaticina*, Vern. et Barr.

*Billingsella Richtofeni?* Walcott.

*Paradoxides Pradoanus*, Vern. et Barr.

*Conocoryphe Sulzeri*, Schlot.

*Conocoryphe Ribeiro*, Barr. et Vern.

*Ctenocephalus coronatus*, Barr.

*Ptychoparia fichti*, Walcott.

*Placas de Trochocystites*.—Son bastante abundantes en trozos incompletos.

*Eoorthis primordiales*, Vern. et Barr.—Hemos encontrado siete ejemplares sueltos, en buen estado de conservación, que se ajustan en todo a la descripción de la es-

pecie y a las variedades *multicostatae* y *paucicostatae* de Samp. y varios incluidos en la roca.

En la figura 1 representamos un ejemplar de la variedad *multicostatae*, y en la figura 2, otro de la *paucicostatae* de Samp.

*Nisusia vaticina*, Vern. et Barr.—Tenemos dos ejemplares y varios en trozos de roca.

En la figura 3 damos uno de los ejemplares.

*Billingsella Richtofeni?* Walcott.—Sólo hemos encontrado un ejemplar, que por estar incluido en la roca y no verse más que una valva, no podemos asegurar pertenezca a la especie descrita por Walcott en su obra «The Cambrian Faunas of North America».

Representamos este ejemplar en la figura 4.

*Paradoxides pradoanus*, Vern. et Barr.—Hemos recogido cinco cefalotórax que creemos pertenecen a esta especie y uno de ellos es el de la figura 5.

*Conocoryphe Sulzeri*, Schlot.—No tenemos más que un ejemplar en roca con restos de *Eoorthis*.

*Conocoryphe Ribeiro*, Vern. et Barr.—Recogimos un ejemplar completo arrollado y tres cefalotórax en los que se aprecia la granulación característica, y otros dos, que no tiene bien conservado el cefalotórax y sí el raquis y las pleuras. En la fig. 6 vemos un ejemplar completo y en la fig. 7 un cefalotórax.

*Ctenocephalus coronatus*, Barr.—En la figura 8 presentamos un ejemplar análogo al tipo, y en la figura 9, otro cuyas mejillas, en su parte más alta, se presentan en forma aguda, y que tal vez sea una variedad de aquél.

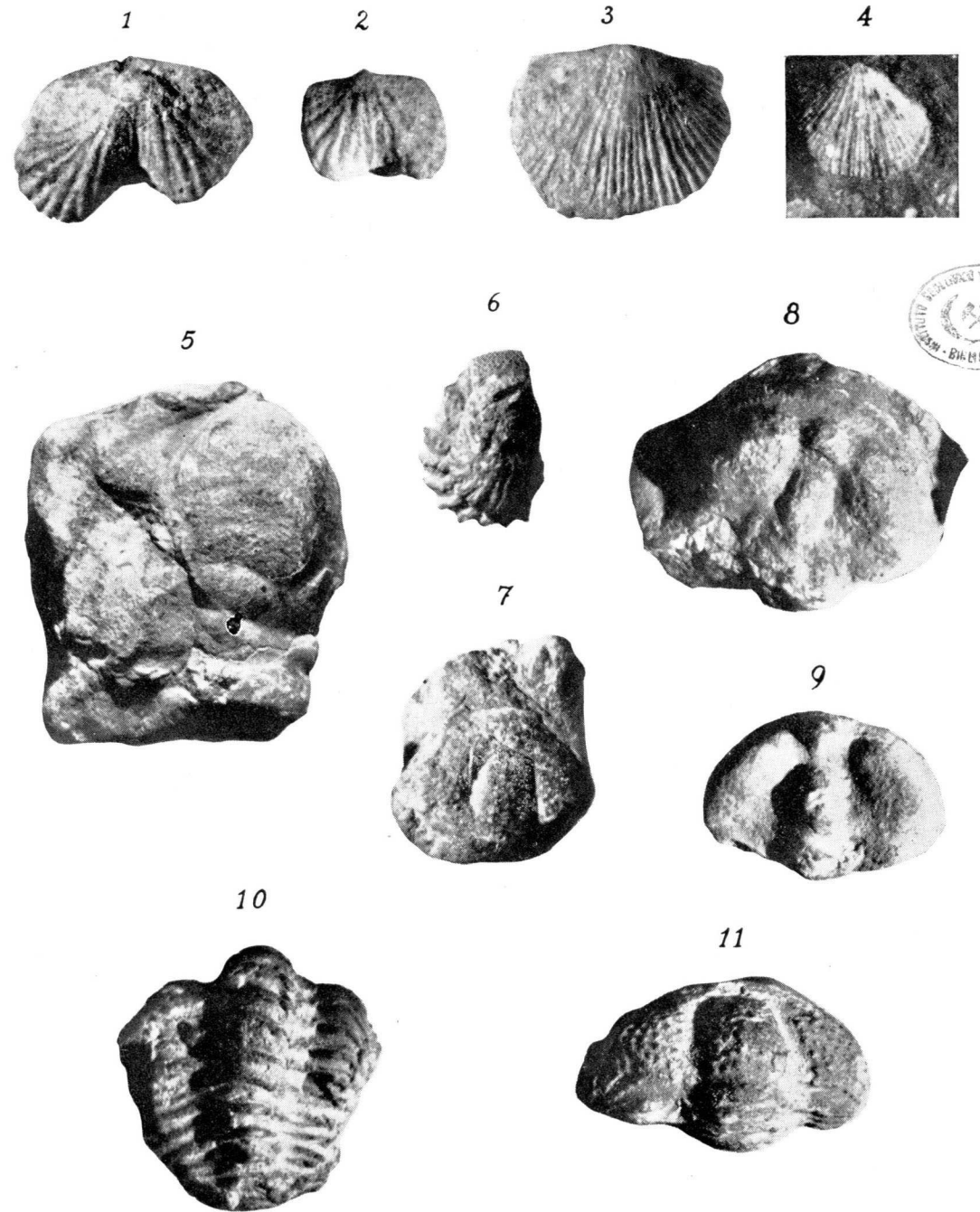
*Ptychoparia fichti*, Walcott.—Hemos encontrado un ejemplar arrollado completo y un cefalotórax.

Representamos el primero en las figuras 10 y 11.

Ya que tratamos del género *Ptychoparia* (Corda) que-

EXPLICACION DE LA LAMINA

1. *Eoorthis primordiales* var. *multicostatae*, Samp.  $\times 2$  y  $1/2$ .
2. *Eoorthis primordiales* var. *paucicostatae*, Samp.  $\times 2$  y  $1/2$ .
3. *Nisusia vaticina*, Vern. et Barr.  $\times 2$  y  $1/2$ .
4. *Billingsella Richtofeni*? Walcott.  $\times 2$  y  $1/2$ .
5. *Paradoxides Pradoanus*, Vern. et Barr.  $\times 2$  y  $1/2$ .
- 6 y 7. *Conocoryphe Ribeiro*, Barr. et Vern.  $\times 2$  y  $1/2$ .
- 8 y 9. *Ctenocephalus coronatus*, Barr.  $\times 2$  y  $1/2$ .
- 10 y 11. *Ptychoparia fichti*, Walcott.  $\times 2$  y  $1/2$ .





remos señalar que Zittel, en 1870, lo coloca en la familia Conocephalidae (Salter); el mismo autor, en 1927, y otros, le incluyen en la familia Olenidae (Burmeister), y en 1941, Rudolf y Emma Richter (Die Fauna des Unter-Kambriums von Cala in Anadalousien) proponen reunir en la familia de los Conocoryphidae (Angelin) los Conocoryphinae y los Ptychopariinae.

*Horizonte.*—De la observación de los fósiles reseñados en esta nota deducimos, en resumen, que el horizonte a que pertenecen es el Acadiense.

Madrid, septiembre de 1952.

Accidental descubrimiento y salvamento  
de un nuevo horizonte de hidrocarburos  
en Lacq (Francia)

POR

JOSE CANTOS FIGUEROLA  
Ingeniero de Minas

115

JOSE CANTOS FIGUEROLA

Ingeniero de Minas

## ACCIDENTADO DESCUBRIMIENTO Y SALVAMENTO DE UN NUEVO HORIZONTE DE HIDROCARBUROS EN LACQ (FRANCIA)

En el año 1949 tuve ocasión de visitar por primera vez la zona petrolífera de la S. N. de Petróle l'Aquitain en el Bajo Pirineo francés, cuyo centro de actividad se encuentra actualmente en Pau.

En aquella ocasión di una breve nota (1) que fué publicada en la Revista de este Centro.

Recordaré que en ella, cuando no se había aún descubierto en la zona más que gas metano, en condiciones económicas, hice elogios de la S. N. P. A., confiando en su valiente decisión, pues había gastado en muy pocos años la respetable cifra de 4.000 millones de francos, sin resultado económico, creyendo que algún día obtendrían el premio a su esfuerzo. Bien próxima estaba esa fecha, puesto que al año siguiente se descubrió el campo de Lacq junto a Pau, poniéndolo inmediatamente en producción.

### *Geofísica:*

El verano pasado, gracias a la extraordinaria amabilidad tanto de la S. N. P. A. como de la Soc. de Propec. Geophysique, tuve ocasión de estudiar durante varios

---

(1) J. CANTOS: *Notas breves sobre las investigaciones petrolíferas en el Bajo Pirineo francés.* (NOTAS Y COM. DEL I. G. Y M. DE ESP.). 1949.

días sus equipos y procedimientos geofísicos, en particular el sísmico de reflexión cuyos métodos especiales, como pude comprobar una vez más este verano, se podían considerar como de los mejores empleados en el mundo. Entre otras modificaciones y avances, diré que hace dos años empleaban 24 sismógrafos (geofonos) para cada explosión. El año pasado iniciaron un nuevo método con 73 geofonos cada vez y este verano utilizaba el equipo 144 geofonos por explosión. El método es extraordinario, pero no podemos decir sea barato, pues les cuesta un solo equipo sísmico la respetable cifra de 13 millones de francos mensuales y funciona todo el año sin interrupción.

Pero qué importancia le concederán a este procedimiento, para que después de haber empleado todos los más modernos existentes actualmente y haber gastado ya cerca de 1.000 millones de francos, en este momento es el único que tienen en funcionamiento continuo.

#### *Estructura de Soumoulou.*

Hace un año alcanzaron los 4.082 metros en la nueva estructura de Pau-Soumoulou a Levante de la primera población. La estructura es como la de Lacq, un descubrimiento geofísico. El método con el que se obtuvo el éxito fué el sísmico de reflexión mencionado, pues ninguno de los demás métodos determinó el anticlinal. Este dió agua salada a gran presión a los 3.600 metros de unas dolomías del Cenomanense o Turonense, o quizás contacto del Cenomanense-Albense. A los 4.082 dió petróleo con fuerte presión, pero por dificultades materiales que se comprenden a tales profundidades, no han realizado aún las pruebas de producción.

Este sondeo modelo, realizado con una sonda, no moderna, calculada para solamente 3.500 metros de profundidad, se ha llevado con el máximo lujo de detalles analíticos como son: Sobre la toma del testigo material, todos los métodos de testificación geofísica entre ellos el nuevo Microlog (Microtestificación). Estudio continuo

micropaleontológico. Densidad de barros; viscosidad y Ph. Gráficos de velocidad para calcular el fisuramiento de la roca. Proporción caliza-marga-arenisca por clasificación de los detritus del sondeo. Comparación de esta proporción con la testificación geofísica. Cantidad de gases, presión, etc. y su comparación con el fisuramiento (por velocidad). Calcimetría química y otros que no recuerdo.

Resumen de todo esto es que queda en reserva sin terminar su conocimiento, una estructura de 20 x 6 kilómetros de dimensiones aproximadas, que aunque profunda, puede tener gran interés en el futuro.

#### *Estructura de Lacq.*

Este suave anticlinal ya descrito en otro artículo (2) se siguió estudiando por el método sísmico de reflexión, modificándose algo su forma y aumentado su extensión hacia el NO. Hoy está en producción por medio de un cuadrículado de sondeos de 500 m. de distancia mutua.

La capa productiva está a los 650 m. de profundidad media con diferencias máximas que no llegan a los 100 metros. Se creyó primero que se trataba de calizas del Campaniense bajo el Eoceno, pero hoy consideran localizada la capa productiva en calizas fisuradas con sílex del Senonense inferior, bajo las calizas del Campaniense. Además el Campaniense aparece erosionado en sus flancos.

#### *Producción.*

Actualmente tienen en Lacq 15 sondeos en producción, preparando alguno más para su explotación. La presión de salida es de cinco a seis kilogramos. Según cálculos teóricos el sondeo La 4 (el mejor de todos), podría llegar a dar inicialmente más de 7.000 toneladas de

(2) J. CANTOS: *Los nuevos campos petrolíferos del Bajo Pirineo francés.* (NOTAS Y COM. DEL I. G. Y M. DE ESP.). 1950.

petróleo al día, pero esto estropearía el sondeo y podría dañar a la estructura. Actualmente están en una producción total del yacimiento de 290.000 toneladas al año, muy inferior a la posible, pues sería fácil de duplicar sin dañar al campo; pero en estas condiciones pueden hacerle durar de quince a veinte años. En el momento de mi última visita se realizaba un sondeo de estudio con desviación en el fondo, para intentar cortar posibles fisu-



Corte transversal esquemático del anticlinal de Lacq.

ras verticales de la misma capa impregnada, lo que pudiera traducirse en una mayor producción.

#### *El nuevo descubrimiento de Lacq.*

Durante la primavera pasada el sondeo *La 3* de Lacq, que se seguía como labor de prospección, cortó a los 3.500 metros bajo unas margas del Cretáceo inferior, el techo de unas calizas jurásicas. En seguida observaron que se producía un aumento de los barroes en el depósito regulador o lo que es lo mismo, se comprobó que los barroes eran empujados hacia el exterior.

Sin duda habían perforado el techo de un horizonte con gas a presión y como previsión pusieron un diafragma entre el varillaje y la tubería de revestimiento del sondeo, cerrando todos los demás conductos de salidas de barroes. Al poco tiempo el barómetro marcaba 200 kilogramos de presión y seguía en aumento.

Antes de las veinticuatro horas, al llegar el barómetro a marcar los 350 kgs. de presión, saltó verticalmente la cabeza de la sonda, arrastrando al varillaje que quedó empotrado y retorcido contra la torre, escapándose el gas en gran cantidad (unos 350.000 m<sup>3</sup> al día) según cálculos aproximados.

El varillaje se rompió en el interior del sondeo, lo que no se puede concebir más que por los efectos rapidísimos de corrosión (menos de veinticuatro horas) producidos por los gases que son muy sulfurosos.

Afortunadamente no se produjo incendio, pero el peligro era inminente. Hubo que mandar apagar todas las instalaciones y quemadores de los otros pozos; empezó el desalojamiento parcial de los caseríos cercanos e incluso se cortó la importante línea férrea de París-Pau durante cuarenta y ocho horas.

Durante ese tiempo, con grandes dificultades y peligros, provisto el personal de caretas adecuadas, se consiguió encauzar el gas hacia un quemador a cierta distancia del sondeo, consiguiendo con buen éxito terminar la primera etapa del salvamento y a partir de ese día quemando en una gran llama de más de 20 metros de altura los 350.000 metros cúbicos diarios de gas.

Mientras tanto fué llamado urgentemente y llegó al lugar un técnico americano especialista en dominar erupciones e incendios en pozos de petróleo, con cuyo asesoramiento y ayuda se consiguió cementar la propia perforación hasta el fondo, a pesar de su enorme presión, con lo que han conseguido salvar este nuevo y prometedor horizonte. Hasta terminar el total taponamiento se tardó más de un mes. Hoy se siguen dos nuevos sondeos en los extremos N. y S. teóricos del nuevo campo, con más posibilidades de cortar el nivel de agua salada que el del petróleo (si existe). Pero se pretenden aclarar lo antes posible si se encuentran ante un nuevo y magnífico campo petrolífero o ante un depósito de gas del tipo de los de St. Gaudenz. La diferencia entre los gases de ambos yacimientos está en que el de Lacq es mucho más sulfuroso

e incluso corrosivo. Grave inconveniente, pero ya estudian la posibilidad de aprovechar el azufre que contiene. Los dos citados nuevos sondeos son: el primero el *La 101* situado al N. del eje del anticlinal, que se encuentra actualmente hacia los 2.000 m. de profundidad en caliza muy cavernosa del Aptense, con oquedades como la que se atravesó recientemente de 6 m. de altura. El otro el *La 102*, que a los 1.500 m. de profundidad también está en la caliza Aptense y perdiendo barros como el anterior. Estos sondeos se siguen con los naturales cuidados y previsiones como, por ejemplo: sujeción adecuada de la cabeza de la sonda a grandes masas de hormigón; barros adicionados de barita para aumentar su densidad y preparación de llaves y conducciones para evitar los peligros pasados.

Actualmente esperan la llegada de un potente equipo de sondeo marca IDECO, americano, para más de 4.000 metros de profundidad. Digo potente, porque los actuales, con los que han conseguido llegar a los 4.082 m. en Soumoulou y 4.165 en Bastennes, son trenes calculados para 3.000 y 3.500 m. de máximo y convenientemente modificados sobre el terreno para conseguir los niveles alcanzados.

Madrid, septiembre de 1952.

## La clasificación de los esquistos cristalinos según Jung y Roques y los problemas del metamorfismo regional

POR

E. TORRE ENCISO  
Catedrático de Ciencias Naturales

E. TORRE ENCISO  
Catedrático de Ciencias Naturales

## LA CLASIFICACION DE LOS ESQUISTOS CRISTALINOS SEGUN JUNG Y ROQUES Y LOS PROBLEMAS DEL METAMORFISMO REGIONAL

Uno de los capítulos de la Geología que ha experimentado mayores cambios en estos últimos años es el del metamorfismo regional. La introducción del concepto de migmatitas (Sederholm), el desarrollo de la teoría del frente migmatítico (Wegmann) y las nuevas ideas acerca de la tan debatida cuestión de la granitización, han ensanchado el marco del metamorfismo clásico y han obligado a plantear de nuevo los problemas del cristalofílico. Como consecuencia de ello, nuevas clasificaciones de los esquistos metamórficos fueron propuestas, entre las cuales ocupa un lugar destacado la de Jung y Roques.

La clasificación zonal de los esquistos cristalinos de Jung y Roques recoge lo mejor de la escuela geológica francesa y tiene en cuenta las nuevas teorías hoy en boga, que dichos autores han sabido injertar hábilmente en el cuerpo de doctrina tradicional. Tiene además la ventaja de ser una clasificación sencilla que se adapta admirablemente a las necesidades del geólogo de campo. En manos de sus autores ha dado buenos rendimientos y ha contribuido a esclarecer los problemas que plantea el cristalofílico en Francia.

En España hay extensas zonas de metamorfismo regional que han sido hasta ahora poco estudiadas. Una de las más interesantes es, sin duda, la porción noroeste de nuestra Península, en donde los terrenos cristalofílicos ocupan amplias áreas. Actualmente un grupo de geólogos españoles realiza el cometido de cartografiar la mitad occidental de Galicia. Este grupo ha sugerido que sería conveniente dar a conocer en nuestro país la clasificación de Jung y Roques. He aquí el motivo de la publicación del presente artículo, que tiende a llenar la laguna existente en la bibliografía española sobre estas cuestiones, y a facilitar la mejor comprensión de las futuras hojas del nuevo mapa geológico de la región gallega.

No es misión ni deseo del articulista adoptar una postura crítica, sino exponer en forma resumida las ideas de Jung y Roques sin deformarlas. Por tanto, la crítica apenas asomará alguna vez a lo largo de las presentes líneas.

#### DIFICULTADES QUE PLANTEA EL ESTUDIO DEL CRISTALOFÍLICO

Cuando se pretende abordar los terrenos cristalofílicos desde un punto de vista que no sea el meramente petrográfico, se tropieza con dificultades que no se plantean en la serie sedimentaria.

En primer lugar, el investigador de campo se ve obligado a estudiar la distribución geológica de los terrenos cristalofílicos en un área de gran extensión, condición impuesta no sólo por la considerable potencia de las capas metamórficas, sino también por la muy lenta variación de los caracteres de una serie en el sentido horizontal.

Por otra parte, el geólogo que pretende estudiar el cristalofílico no puede hacer amplio uso de los principios ge-

nerales de la estratigrafía, ni suele recibir ayuda alguna de la paleontología.

Como guía para el estudio geológico de una serie cristalina se utiliza la esquistosidad, que puede ser tomada como base de referencia de las demás particularidades del cristalofílico. Sobre ser la esquistosidad un carácter muy aparente y general, se presta muy bien como base de referencia y para la representación cartográfica.

Las diferentes facies del cristalofílico aparecen asociadas sobre el terreno según ciertas reglas. Algunas asociaciones de rocas son muy frecuentes, otras no se presentan o son raras. Teniendo esto en cuenta, Jung y Roques han establecido sus agrupaciones de facies en *zonas de metamorfismo*, y a esta rama del estudio del cristalofílico la designan con el nombre de *zoneografía*.

El estudio geológico de campo de los terrenos cristalofílicos, tal como lo conciben Jung y Roques, abarca en lo esencial los siguientes puntos:

1. Estudio de las series cristalinas a lo largo de cortes debidamente seleccionados de la región dada. Estos cortes muestran el orden de superposición de los esquistos cristalinos, la potencia y la naturaleza de las distintas fases, así como sus características estructurales y petrográficas.
2. Estudio de la repartición de las zonas de metamorfismo sobre el terreno, y de las facies en las distintas zonas. Este estudio permite apreciar cómo los resultados parciales obtenidos de los cortes se relacionan entre sí y se complementan unos con otros, y conduce a un esquema geológico-estructural de la región considerada.
3. Estudio de los caracteres micrográficos de los esquistos cristalinos. El examen microscópico permite pre-



cisar las características de los diferentes términos de las series cristalinas y puede contribuir a aclarar problemas oscuros.

4. Estudio, en cuanto sea posible, de los caracteres estratigráficos, que tienden a la determinación de la edad de los terrenos cristalinos y del metamorfismo general.

#### LA CLASIFICACIÓN DE LOS ESQUISTOS CRISTALINOS DE JUNG Y ROQUES

De los tres grandes grupos de rocas metamórficas generalmente aceptados, milonitas, cornubianitas *lato sensu* y esquistos cristalinos, nos ocuparemos tan sólo de estos últimos, por ser ellos los que aparecen ligados al metamorfismo regional (1).

Tres notas caracterizan a los esquistos cristalinos: su origen metamórfico, su esquistosidad y su cristalinidad. Su aspecto es bastante uniforme, pero no obstante dan lugar a facies bien diferenciadas.

La clasificación de los esquistos cristalinos establecida por Jung y Roques es, en lo esencial, una clasificación geológica. Las diferentes facies que pueden presentar estos esquistos son agrupadas, atendiendo a razones de orden puramente geológico, en zonas de metamorfismo, de modo que a cada zona corresponde una asociación de facies.

Jung y Roques distinguen en primer lugar dos grandes grupos de esquistos cristalinos, a saber: ectinitas y migmatitas.

(1) Es menos correcto llamarles pizarras cristalinas. La palabra pizarra corresponde más bien a la francesa *ardoise*, y no hay necesidad de utilizarla en sustitución de esquisto, de significado más amplio.

Las *ectinitas* (griego *ektenein*, tenso, aludiendo a los fenómenos de tensión que determinaron su esquistosidad) son los esquistos cristalinos cuyo metamorfismo se ha producido sin aporte feldespático importante. Las asociaciones de facies de ectinitas constituyen diferentes zonas de ectinitas.

Las *migmatitas* (griego *migma*, mezcla) son esquistos cristalinos que durante su metamorfismo recibieron abundante aportación feldespática. El nombre de migmatitas fue empleado primeramente por Sederholm para designar ciertas rocas cuyos caracteres texturales evidencian su condición de rocas mixtas, y es tomado por Jung y Roques en el sentido más amplio que ha recibido de Wegmann.

Las diferentes facies de migmatitas se agrupan también en zonas de migmatitas.

En realidad, la distinción entre ectinitas y migmatitas no es muy tajante, especialmente cuando se comparan muestras de rocas desvinculadas de su posición en el campo. Pero unas y otras se diferencian netamente cuando se las estudia en su ambiente geológico. Las ectinitas constituyen potentes series que recubren extensos dominios generalmente exentos de manifestaciones graníticas, y su cristalinidad puede variar ampliamente de un lugar a otro. Por el contrario, las migmatitas se presentan habitualmente en conexión estrecha con macizos graníticos, y su cristalinidad, siempre muy acusada, varía relativamente poco. Las migmatitas, por otra parte, ocupan áreas bastante bien delimitadas.

A continuación pasamos a describir en detalle las ectinitas y migmatitas.

## LAS ECTINITAS

Aplicando la terminología de Rosenbuch a las ectinitas, podrían clasificarse en orto y paraectinitas, según derivasen de rocas erúptivas o sedimentarias. Pero no siempre es posible resolver el problema de la naturaleza de la roca de partida. Jung y Roques prefieren clasificar las ectinitas ateniendo a su facies, definida ésta por su textura, su estructura y su composición química.

La textura típica de las ectinitas es la llamada *textura cristalofílica*, cuya manifestación más aparente es la esquistosidad. Las ectinitas ricas en minerales de hábito micáceo son particularmente esquistosas. Pero existen naturalmente otras variantes texturales. Cuando contienen abundantes minerales de desarrollo acicular, la textura resultante es fibrosa. Hay también una textura hojaldrada («feuilletée»), que resulta de la disposición alternante de capas de minerales micáceos y capas no micáceas. Texturas compactas, y por tanto débil esquistosidad, se encuentran en las ectinitas formadas por minerales granudos, y texturas glandulares («œillées»), en las que contienen cristales de dimensiones relativamente grandes en medio de una pasta más fina.

Dos fenómenos diferentes de orden microscópico determinan la esquistosidad: la orientación de los minerales de neoformación, y la intervención de acciones mecánicas. Ambos tipos de fenómenos se relacionan íntimamente entre sí.

Los minerales de neoformación hojosos o escamosos se disponen con los planos de crucero orientados paralelamente al plano de esquistosidad macroscópica, y los minerales aciculares se orientan según una dirección prefe-

rente contenida también en este plano. Tampoco es raro que los minerales de recristalización se distribuyan en el plano de esquistosidad, pero en hojas alternas de composición diferente.

En muchos casos la esquistosidad viene determinada, al menos en parte, por fenómenos de naturaleza puramente mecánica. Rasgos habituales de las rocas sometidas a fuertes tensiones mecánicas son, por ejemplo, la presencia de minerales rotos, cuyos fragmentos se disponen en línea en el plano de esquistosidad dando la impresión de haber sido estirados, la extinción ondulante del cuarzo, la torsión de las maclas de los feldespatos, etcétera.

A menudo se puede observar que los fragmentos derivados del desmenuzamiento de los minerales cicatrizaron por recristalización. Hay que suponer que el estiramiento fué contemporáneo de la recristalización, pues no sólo los minerales residuales, sino también los de neoformación, presentan huellas de acciones mecánicas.

Puede hablarse, por consiguiente, de una esquistosidad mecánica y de una esquistosidad de recristalización estrechamente ligadas entre sí. La concordancia existente entre ambos tipos de esquistosidad, su aparición simultánea y la sustitución progresiva de la orientación mecánica por la recristalización orientada, demuestra la identidad de origen de ambos fenómenos.

La ausencia de estructuras cataclásticas en las zonas más profundas del metamorfismo regional se atribuye a los siguientes hechos: a), las recristalizaciones son allí más completas, y los minerales residuales mucho más raros; b), la resistencia de las rocas a las tensiones deformantes aumenta con la presión hidrostática, y por tanto

con la profundidad, y c), posiblemente la tensión del metamorfismo disminuye a medida que la profundidad aumenta.

Por lo que se refiere a la estructura de las ectinitas, es sabido que tratándose de rocas metamórficas no puede hablarse de un orden de cristalización de sus minerales constitutivos, pero se puede establecer, como lo hizo Becke, un *orden cristaloblástico* que va desde los minerales llamados fuertes, capaces de desarrollar su propia forma, hasta los minerales débiles, que ocupan los espacios que los otros dejan libres y carecen de forma propia. Las estructuras caracterizadas por el desarrollo simultáneo de los minerales se llaman cristaloblásticas, y ofrecen las siguientes variantes: granoblástica, cuando los minerales recrystalizaron en granos de dimensiones análogas; lepidoblástica, cuando predominan los minerales de hábito micáceo; nematoblástica, si hay preponderancia de minerales aciculares o fibrosos; peciloblástica, cuando los minerales se presentan en cristales grandes que engloban otros pequeños; diablástica, si los minerales presentan bordes dentados que se interpenetran; kelifítica, equivalente a una estructura diablástica fina desarrollada en orla alrededor de un mineral, frecuente en rocas básicas.

Además de los minerales de neoformación, la roca puede contener minerales residuales, en cuyo caso la estructura se dice residual. Variante suya es la estructura blastoporfídica, en la cual los minerales residuales aparecen en medio de una pasta más fina originada por recrystalización. Finalmente, en la estructura porfiroclástica, los minerales residuales se presentan rotos.

La composición mineralógica interviene también en la caracterización de las facies de las ectinitas, pero siempre

al lado de los caracteres derivados de la textura y estructura. Para una misma proporción de cuarzo, feldespato y micas, una roca puede presentar, por ejemplo, la facies de micacita si posee una textura de grano fino, y la facies de gneis si su textura es de grano grueso y los feldespatos aparentes. Esta circunstancia hace que las facies no puedan ser definidas con todo rigor.

De acuerdo con lo anterior, Jung y Roques clasifican las facies de las ectinitas en dos grandes grupos:

A) *Facies feldespáticas*.—Con feldespatos apreciables macroscópicamente. Aquí se incluyen las leptinitas, constituidas casi exclusivamente por cuarzo y feldespato, y los gneises, con abundantes minerales no feldespáticos.

B) *Facies no feldespáticas*.—Con feldespatos no aparentes. Este grupo comprende: las micacitas, con micas predominantes; las cloritocitas y sericitocitas, con clorita o sericita dominantes; las serpentinas, anfíbolitas y rocas afines; las cuarcitas, los cipolinos, etc.

Dentro de cada facies, las diferentes variedades se establecen teniendo en cuenta los minerales no característicos más abundantes macro o microscópicamente, y a veces reciben nombres especiales.

Vamos a considerar ahora brevemente las facies más importantes.

*Leptiniāas*.—En sentido estricto, las leptinitas son rocas cristalofílicas formadas exclusivamente de cuarzo y feldespato de textura finamente granuda. Pero Jung y Roques, siguiendo el precedente sentado por G. Mouret, estiman conveniente ampliar este concepto a las rocas que exhiben un débil porcentaje en otros minerales, sin que éste llegue a empañar el aspecto leucocrato ni la textura compacta de las ectinitas *stricto sensu*. Se pueden distin-

guir las siguientes variedades: leptinitas biotíticas, moscovíticas o de dos micas; leptinitas sericíticas o cloríticas; leptinitas felsíticas, nombre que Roques reserva para las leptinitas sericíticas de grano submacroscópico; leptinitas anfibolíticas, etc.

*Gneises.*—La textura de estas rocas puede ser más o menos esquistosa según la naturaleza de los minerales que acompañan al cuarzo y feldespato. Los gneises, ricos en minerales de hábito micáceo, exhiben frecuentemente una textura hojaldrada.

En conjunto, los gneises-ectinita son de grano bastante fino, generalmente no superior a un centímetro, y en esto difieren de los gneises-migmatita, más ampliamente granoblásticos. Como variedades más importantes tenemos: los gneises biotíticos o con dos micas; con biotita y granate; con biotita y silimanita; anfibólicos, piroxénicos, sericíticos, cloríticos, etc.

Los llamados porfiroides son gneises sericíticos o cloríticos de textura glandular que a veces se aproximan mucho a leptinitas sericíticas por su abundancia en feldespatos y su pobreza en fenoblastos.

*Micacitas.*—Su riqueza en moscovita o biotita les confiere una textura muy marcadamente esquistosa o a veces hojaldrada. El tamaño del grano puede variar desde muy fino hasta dimensiones comparables a las que se encuentran en los gneises.

La naturaleza de la mica se especifica frecuentemente en la designación de las variedades, de las cuales se pueden citar las siguientes: micacitas con biotita y estaurocita; con sericita y biotita; con clorita y biotita; con moscovita, biotita y granate, etc. Algunas micacitas que con-

tienen bastante feldespato—sólo visible al microscopio—reciben el nombre de micacitas feldespáticas.

*Cloritocitas y sericitocitas.*—De aspecto verdoso y muy lustrosas, a causa de la presencia de abundante clorita o sericita. Por lo que se refiere a la textura, ésta es comúnmente esquistosa y menos frecuentemente hojaldrada.

Estas facies se distinguen a menudo con los nombres de esquistos cloríticos o sericíticos respectivamente cuando el grano es fino. También suele aplicarse el nombre de filadios (o filitas) a las sericitocitas de grano tan fino, que los minerales micáceos no se perciben macroscópicamente.

He aquí algunas variedades correspondientes al grupo que nos ocupa: cloritocitas feldespáticas; sericitocitas feldespáticas; esquistos cloríticos y sericíticos; esquistos cloríticos con epidota, etc.

En las talcocitas, el talco adquiere la categoría de mineral esencial al lado de la clorita.

A continuación de las facies que acaban de ser consideradas, vienen las facies de carácter básico representadas por las serpentinas, anfibolitas y piroxenitas. Las primeras, cuyos componentes esenciales son los minerales del grupo de la serpentina, poseen una textura que varía de fibrosa a esquistosa o compacta, y sus diferentes variedades se designan siguiendo las normas habituales. Se pueden distinguir, por ejemplo: serpentinas con olivino, con anfíbol o piroxeno, con clorita, con espinela, con granate, etc. Las anfibolitas se ofrecen en texturas compactas, granudas, aciculares o fibrosas (si las fibras son muy finas reciben el nombre de esquistos anfibólicos). Son, por lo general, ricas en feldespato, y según los minerales que acompañan al anfíbol, pueden distinguirse las siguientes fa-

cies: anfibolitas feldespáticas, con granate, con piroxeno, con zoisita, esquistos anfibólicos con actinota, gedrita, glaucófana, etc. En cuanto a las piroxenitas, su textura es compacta hasta granuda, y dan origen a las facies que siguen: piroxenitas feldespáticas, con anfíbol, con granate, con zoisita, con escapolita, etc. Las eclogitas encajan también en este lugar.

Aplicando siempre el mismo criterio, pueden establecerse otras facies y sus variedades, tomando en consideración primero el mineral esencial, y después los minerales secundarios. A título de ejemplos podríamos citar entre otras la cuarcita, el cipolino, la granatita, cuyos minerales esenciales son respectivamente el cuarzo, la calcita y el granate.

Finalmente, en las ectinitas es frecuente la presencia de pequeñas lentes de cuarzo o de pegmatita que miden como máximo algunas decenas de centímetros de largo, sin que puedan referirse a ninguna intrusión granítica, y cuya composición se relaciona estrechamente con la de la facies que las alberga. Deben interpretarse como segregaciones locales—cuarzo y pegmatita de exudación—, y son típicas de los esquistos cristalinos.

#### LAS ZONAS DE METAMORFISMO EN LAS ECTINITAS

Más interesante que la discusión anterior, que en lo esencial no ofrece grandes novedades, es la división en zonas de metamorfismo expuesta por Jung y Roques (1). Una observación de campo de antiguo conocida, la superposición de las micacitas sobre los gneises, permite estable-

(1) También llamadas *zonas de isometamorfismo*.

cer dos grandes zonas: a) la *zona cuarzo-filitosa* (1) o *zona de las micacitas*, que toma estos nombres de las facies más frecuentemente representadas en ella y se caracteriza por la ausencia de feldespato; b) la *zona feldespática* o *zona de los gneises*, caracterizada porque los feldespatos se hacen aparentes.

La zona de las micacitas se puede dividir a su vez en otras dos, atendiendo a la naturaleza de los minerales micáceos presentes, a saber: una *zona de las micacitas superiores*, caracterizada por la ausencia de facies con biotita, y una *zona de las micacitas inferiores*, definida por la presencia de facies biotíticas.

La zona de los gneises se subdivide también en dos, de acuerdo con la naturaleza de las micas: *zona de los gneises superiores*, con moscovita presente, y *zona de los gneises inferiores*, carente de moscovita.

En ocasiones se comprueba la presencia de facies del gneis en la zona de las micacitas o viceversa, pero estas excepciones son más aparentes que reales, y en todo caso las dificultades surgen cuando se consideran muestras aisladas y no sobre el terreno, en donde por ejemplo una facies de gneis que eventualmente puede presentarse en la zona de las micacitas, se distingue perfectamente de las que pertenecen a la zona de los gneises.

Por otra parte, existen facies que no son características de la zona en donde se encuentran, ya que, por ejemplo, una anfibolita carecerá de moscovita, aun en el caso de hallarse en la zona de los gneises superiores. No obstante, parece ventajoso definir las zonas por el más pequeño número de minerales posible, seleccionados de tal modo que

(1) Roques llama minerales filitosos o filitas a todos los minerales de hábito escamoso o micáceo.

se les encuentre en la mayoría de las rocas de la zona. Según Jung y Roques, las series clásicas de Grubenmann, epi, meso y cata, no forman verdaderos conjuntos geológicos, al menos en el Macizo Central francés, y la causa es que dichas zonas han sido definidas atendiendo a un gran número de minerales. Las contradicciones surgen especialmente cuando se pasa de una secuencia de rocas metamórficas, de una composición química determinada, a otra secuencia de composición diferente, como cuando nos encontramos, por ejemplo, con serpentinas epimetamórficas en gneises de la mesozona.

El cuadro siguiente resume la división en zonas de metamorfismo de las ectinitas, propuesta por Jung y Roques. En el sudoeste del Macizo Central francés estas zonas se superponen casi siempre en el orden indicado en el cuadro. La intensidad del metamorfismo aumenta, naturalmente, al pasar de una zona a otra inferior. Por encima de la zona de las micacitas superiores suele existir una zona de esquistos no metamórficos.

#### ZONAS DE METAMORFISMO EN LAS ECTINITAS

ZONAS DE METAMORFISMO		MINERALES DE REFERENCIA
Zona cuarzo-filitosa o de las micacitas	Zona de las micacitas superiores.	Con clorita y moscovita.
	Zona de las micacitas inferiores.	Con biotita y moscovita.
Zona feldespática o de los gneises	Zona de los gneises superiores.	Con biotita y moscovita.
	Zona de los gneises inferiores.	Con biotita solamente.

Conviene insistir en las diferencias que existen entre las zonas de Jung y Roques, y las establecidas por Gru-

benmann y Niggli, de una parte, y por Barrow y Tilley, de otra. Se podrían también hacer comparaciones con la clasificación en facies de Eskola, pero esto exigiría más espacio.

En las series clásicas de Grubenmann y Niggli, la sucesión de las zonas se cumple en el campo para cada una de las secuencias, pero los límites no coinciden cuando se pasa de una secuencia a otra.

Las zonas establecidas en Inglaterra por Barrow y Tilley se excluyen mutuamente, pues están definidas por un solo mineral-índice, que por otra parte puede reaparecer en otra zona más profunda. Sin contar que a veces no es posible seguir sobre el terreno una zona determinada, por escasear las secuencias que condicionan su aparición.

Por el contrario, los caracteres propuestos por Jung y Roques para la definición de las zonas de metamorfismo tienen validez para la mayoría de las secuencias, y son lo suficientemente aparentes para imprimir caracteres de *facies* a la mayor parte de los esquistos cristalinos.

El cuadro que damos a continuación, tomado de De-naeyer, establece las equivalencias entre las zonas admitidas por los distintos autores. El paralelismo entre las zonas de Jung y Roques y las de los otros autores que figuran en el cuadro se cumple únicamente para las rocas aluminosas ácidas. No se podría establecer, por las razones apuntadas antes, para todas las rocas pertenecientes a las zonas de las ectinitas, y en particular para las rocas básicas. El cuadro tampoco resulta aplicable a las facies *residuales*, en las cuales no se ha llegado a un equilibrio.

## CLASIFICACION ZONAL Y MINERALES INDICES

(J. y R. = Jung y Roques; B. y T. = Barrow y Tilley; G. y N. = Grubenmann y Niggli)

ZONAS DE J. Y R.	MINERALES INDICES	ZONAS DE B. Y T.	ZONAS DE G. Y N.
Micacitas superiores.	Moscovita (sericita), Clorita (sin biotita). (Albita).	Con clorita.	Epizona.
Micacitas inferiores.	Biotita + Moscovita o Biotita + Clorita Oligoclasa, An <sub>20</sub>	Con biotita. Con granate. Con estaurótida.	Mesozona
Gneises superiores.	Biotita + Moscovita. Andesina, An <sub>20-30</sub>	Con silimanita.	Catazona
Gneises inferiores	Biotita (sin moscovita) Plagioclasa, An <sub>r</sub>		

## DISTRIBUCIÓN DE LAS FACIES EN LAS ZONAS DE LAS ECTINITAS

La repartición de las principales facies de las ectinitas en las zonas de metamorfismo es, en líneas generales, la siguiente:

En la zona de las micacitas superiores las facies más difundidas son las cloritocitas, sericitocitas, filitas y cuarcitas sericíticas. Las facies gnéicas están representadas por los porfiroides, gneises cloríticos o sericíticos y leptinitas sericíticas y felsíticas. Las facies básicas incluyen principalmente esquistos epidotíferos o anfibólicos y epidotitas.

En la zona de las micacitas inferiores, las facies de micacitas y de gneises no han perdido del todo su aspecto se-

ricítico, pero comparece por primera vez la biotita al lado de los granates y la estaurótida. Los gneises contienen abundantes lenticuias de cuarzo de exudación, y las leptinitas se parecen ya a las que se encuentran en la zona de los gneises. Las anfibolitas asumen la representación de las facies básicas, junto con las serpentinas y epidotitas que subsisten en esta zona, y las calizas ostentan el carácter de cipolinos.

Las facies adquieren un aspecto más cristalino en la zona de los gneises superiores, cuyos gneises, ampliamente moscovíticos, todavía recuerdan un poco a las micacitas. Además de las facies de dos micas, se encuentran gneises exclusivamente biotíticos, generalmente granatíferos. Comparcen las pegmatitas de exudación en sustitución de las lenticuias de cuarzo. Las micacitas de esta zona son también más cristalinas.

Por último, en la zona de los gneises inferiores las facies carecen de moscovita, abundando en particular los gneises ricos en biotita y silimanita groseramente esquistos, a los que se asocian facies exclusivamente biotíticas y micacitas con biotita y silimanita. También pueden presentarse en esta zona las anfibolitas y algunas otras facies de menor relieve.

## LAS MIGMATITAS

Al igual que en las ectinitas, se pueden distinguir diferentes facies de migmatitas, que sobre el terreno se distribuyen en *zonas de metamorfismo* o de *migmatización* (1). Claro es que aquí las únicas facies posibles son

(1) Utilizamos el vocablo *migmatización*, siguiendo a los autores de habla alemana, para designar el proceso de formación de migmatitas. La palabra *migmatización* significaría más bien la formación de un migma.

las facies de leptinitas o de gneises, pues las migmatitas se originan por mezcla de una roca-trama y de un aporte feldespático. Algunos caracteres texturales de las ectinitas son compartidos por las migmatitas, pero éstas difieren de las ectinitas por su riqueza en feldespatos y por su mayor grano. En algunas facies glandulares los feldespatos pueden tener tamaños superiores a cinco centímetros. El tamaño del grano varía en sentido contrario a como varía en las ectinitas, es decir, que las facies más exageradamente glandulares, en las cuales la cristalización recuerda en cierto modo a las pegmatitas dentro de la serie eruptiva, se encuentran en donde la ascensión del frente migmatítico fué mayor (véase más adelante).

Las migmatitas presentan también particularidades estructurales que les distinguen de las ectinitas. Llama la atención la abundancia de mirmekita en todas las facies, muy frecuentemente primaria, y por tanto no se la encuentra constituyendo una orla de reacción en torno a los feldespatos, como ocurre en los granitos. La mirmekita no existe en las ectinitas.

Los feldespatos son pecilíticos. Las plagioclasas, que rara vez presentan estructuras zonales, engloban numerosas gotitas de cuarzo. La diferencia entre minerales fuertes y débiles es también menos acusada en las migmatitas que en las ectinitas, a causa de los fenómenos de corrosión. Los fenómenos de naturaleza mecánica son igualmente raros, aunque se encuentran migmatitas con inequívocos signos de estiramiento, evidenciado por la deformación plástica de los cuarzos y por la existencia de feldespatos rotos y cementados de nuevo por ulterior cristalización.

Los feldespatos calcosódicos de las migmatitas oscilan

entre la oligoclasa y la andesina; son por tanto menos ácidos que lo que cabría esperar. Y mientras el único feldespato potásico de las ectinitas es una microclina normal, las migmatitas contienen frecuentemente una microclina sódica o una anortosa. Las sucesiones mineralógicas son, por lo demás, análogas a las de las ectinitas.

En cuanto a la composición química global de las migmatitas, se aproxima mucho a la de un granito hololeucocrato calcoalcalino de la clasificación de A. Lacroix. Se distinguen no obstante de los granitos en que, a igual proporción de calcio y álcalis, las migmatitas contienen más alúmina, lo que las acerca a los sedimentos.

Roques ha hecho el cálculo del aporte mínimo necesario para la formación de las migmatitas por mezcla con un esquisto. Se obtienen porcentajes muy elevados que oscilan entre el 50 y el 80 por 100. Ello demuestra que una migmatita siempre contiene más *ichor* que trama. Este *ichor* poseería los caracteres de una aplita calcoalcalina.

La distinción entre las facies se basa fundamentalmente en las texturas, que son muy características y variadas en las migmatitas, pues las asociaciones mineralógicas no sirven para la definición de las facies de las migmatitas por no responder nunca a una situación de equilibrio.

Tres grandes grupos pueden establecerse según Jung y Roques: diadisitas, embrechitas y anatexitas (1).

*Diadisitas.* — Reciben el nombre de *diadisitas* (griego *diadusis*, traspasar, penetrar) las migmatitas en las cua-

(1) En Galicia hace ya bastantes años que Parga Pondal, en comunicación verbal, me informó de sus hallazgos de migmatitas de diversos tipos. También el geólogo alemán Walter Carlé, en su trabajo sobre terrenos fundamentales gallegos, reseñado en la bibliografía que figura al final de este artículo, señala la presencia de esta clase de rocas en la región gallega.



les el aporte y la trama ectinítica aparecen bien diferenciados. El aporte se individualiza bajo la forma de una red de filones graníticos, o más frecuentemente, en forma de numerosas lenticulas lacolíticas, en las cuales el granito exhibe una textura orientada. De acuerdo con la naturaleza de la trama se puede establecer la distinción entre micacitas-diadisitas y gneises-diadisitas.

*Embrechitas.* — Las *embrechitas* (griego *embrechein*, imbibir) son migmatitas que conservan la textura cristalo-fílica regular de las ectinitas. Ofrecen el aspecto de un gneis muy feldespático de textura grosera.

Las principales facies que pueden presentar son las siguientes: embrechita glandular, con porfiroblastos constituidos por feldespatos alcalinos; embrechita acintada («rubannée»), con los feldespatos individualizados en capas delgadas separadas por capas de mica; embrechita amigdalar, con los feldespatos dispuestos en formaciones lenticulares alargadas en medio de una trama micácea; embrechitas con pliegues sinmigmáticos, cuando las capas micáceas sin perder su continuidad, presentan sinuosidades o repliegues que se superponen con cierta regularidad, conservándose no obstante la textura regular esquistosa de la roca; finalmente, embrechitas leptónicas, muy pobres en mica, sea por el volumen del aporte feldespático, sea porque la roca-trama fuese de suyo abundante en feldespato.

Aquí, como siempre, las variedades se designan teniendo en cuenta la presencia de otros minerales aparte el feldespato.

*Anatexitas.* — La facies anatexítica (griego *ana*, de nuevo, hacia atrás; *teko*, fundir) surge cuando los pliegues sinmigmáticos que acabamos de describir adquieren tan fuerte desarrollo que la roca pierde su textura regularmen-

te esquistosa, mientras al propio tiempo las alineaciones micáceas se hacen discontinuas. A veces la alineación puede obliterarse del todo o casi del todo, como ocurre en las llamadas anatexitas nebulíticas, cuyas micas se disponen en grupos alargados, imprecisos y arremolinados. Filoncillos aplíticos atraviesan frecuentemente a las anatexitas, cortando las alineaciones micáceas, y no es rara la presencia de pliegues sinmigmáticos meandriformes, a los que Sederholm ha dado el nombre especial de pliegues ptigmáticos.

Las anatexitas se aproximan a los llamados granitos de anatexia, formados *in situ* por migmatitización. Las muestras de estos no difieren de las de los demás granitos, pero cuando se estudian en el campo, es decir, en áreas de cierta extensión, se distinguen porque el tamaño del grano varía mucho de un lugar a otro, y tan pronto son aplíticos o granudos como pegmatíticos. Su diferente origen se delata por la presencia de restos de anatexitas incompletamente transformados.

#### ZONAS DE METAMORFISMO EN LAS MIGMATITAS

Como se desprende de lo expuesto, tres zonas de metamorfismo cabe distinguir en las migmatitas, a las cuales puede añadirse aun la zona de los granitos de anatexia, estrechamente relacionada con las zonas de migmatitización propiamente dichas. Tendríamos, pues, en orden descendente: zona de las diadisitas, zona de las embrechitas, zona de las anatexitas y zona de los granitos de anatexia.

Cada zona se caracteriza por la facies dominante que se encuentra en ella.

Siguiendo a Wegmann, se designa como *frente de mig-*

*matitas* la superficie de separación de las migmatitas y de las ectinitas, o sea, la superficie superior de la zona de las migmatitas.

Existe perfecta independencia entre las zonas de las migmatitas y las de las ectinitas. Lo que llamamos frente de las migmatitas no enlaza con un nivel fijo de la serie zonal de las ectinitas, sino que, por el contrario, esta serie puede ser más completa en unas regiones que en otras, pues el frente migmatítico puede alcanzar un nivel más o menos alto en la serie de las ectinitas y determinar la supresión de alguna de sus zonas. Por tanto, cabe la posibilidad de distinguir cinco tipos diferentes de series cristalofílicas, a saber :

- I. Frente de migmatitas en las micacitas superiores.
- II. Frente de migmatitas en las micacitas inferiores.
- III. Frente de migmatitas en los gneises superiores.
- IV. Frente de migmatitas en los gneises inferiores.
- V. Frente de migmatitas en la base de los gneises inferiores.

El mayor o menor desarrollo de las zonas de migmatitas dependerá también de la altura alcanzada por el frente migmatítico. Así, por ejemplo, mientras la región correspondiente al tipo V se caracteriza por la inexistencia de diadisitas y embrechitas, pasándose directamente de las ectinitas a las anatexitas, en la región correspondiente al tipo III están representadas las embrechitas con espesores considerables, y en las regiones de los tipos I y II aparecen las diadisitas. Las zonas de las ectinitas están, asimismo, desigualmente representadas en los diferentes tipos, como puede apreciarse en el esquema que reproducimos (figura 1).

En el sudoeste del Macizo Central francés el tipo I se

realiza en la Montaña Negra, en donde el frente migmatítico alcanza la zona de las micacitas superiores. La zona de las micacitas inferiores no es aquí en realidad más que una zona de metamorfismo de contacto. En el Rouergue, región que encaja en el tipo II, se desarrolla una auténtica zona de micacitas inferiores que ya no se limita al contacto

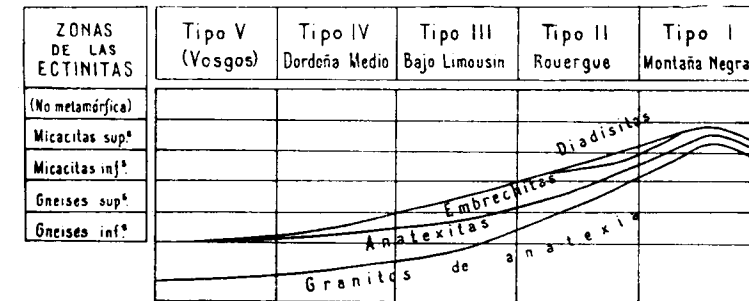


Fig. 1.- Diagrama representativo de los cinco tipos de series cristalofílicas, según Jung y Roques (ligeramente modificado). En el sudoeste del Macizo Central francés se pasa de un modo continuo del tipo I al IV a través de las regiones mencionadas en la figura. El tipo V pertenece a otro ámbito geográfico.

inmediato con las migmatitas, y el frente migmatítico se detiene en dicha zona. El tipo III corresponde a la región del Bajo Limousin, y el tipo IV viene ilustrado por los macizos del Dordoña medio y de Neuvic. El tipo V no se da en el Macizo Central.

Por tanto, en el sudoeste del Macizo Central se comprueba una elevación progresiva del frente migmatítico a medida que se avanza de norte a sur. La región de Neuvic y del Dordoña medio, situada al norte, corresponde al punto más bajo del frente; la Montaña Negra, en el extremo meridional, al punto más alto. Las divisorias entre zona y zona no son líneas rectas sobre el mapa, sino curvas gres-

ramente concéntricas, con la concavidad dirigida hacia el norte.

#### ZONEOGRAFÍA DE LAS ECTINITAS

Cuando se estudia la distribución de las zonas de las ectinitas en el campo, llama la atención el paralelismo existente entre la esquistosidad cristalofílica y las zonas de metamorfismo. En consecuencia, se pasa de una zona a otra cuando uno se desplaza perpendicularmente a la esquistosidad de la serie ectinítica, y por el contrario, se permanece en una misma zona cuando se sigue el rumbo de esta esquistosidad.

Otro hecho que salta en seguida a la vista es la continuidad de las zonas de ectinitas, que con frecuencia pueden seguirse a lo largo de decenas y aun centenares de kilómetros. No obstante las zonas pueden aparecer interrumpidas por dislocaciones tectónicas—generalmente posteriores al metamorfismo—que originan contactos anormales. La ascensión del frente migmatítico puede también determinar la supresión de las zonas inferiores de ectinitas; en este caso la interrupción es contemporánea del metamorfismo, aunque según Roques representa una fase tardía.

En todos los dominios de ectinitas el orden de sucesión es siempre el mismo, si bien puede faltar alguno de los primeros o de los últimos miembros de la serie. El orden de superposición, en cambio, no siempre es el normal, ya que los empujes tectónicos pueden ocasionar la inversión del orden zonal originariamente existente, Roques supone que la acción tectónica determinante de la inversión fué posterior al metamorfismo, entre otras razones porque mientras la superposición normal existe en regiones donde los esquistos cristalinos ofrecen una disposición sencilla, las series

invertidas se encuentran en ámbitos de una mayor complejidad tectónica y de difícil interpretación.

En cuanto a la potencia de las distintas zonas de ectinitas, Roques da a título de orientación los espesores encontrados en el sudoeste del Macizo Central francés que se transcriben a continuación:

Zona de esquistos: 4 kilómetros. Montaña Negra.

Zona de las micacitas superiores: 3 kilómetros. Bajo Limousin.

Zona de las micacitas inferiores: 3 kilómetros. Bajo Limousin.

Zona de los gneises superiores: 4 kilómetros. Bajo Limousin.

Zona de los gneises inferiores: 6 kilómetros. Macizo de Neuvic.

Se trata de valores aproximados que sólo reflejan el orden de magnitud de los espesores de las diferentes zonas, los cuales, por otra parte, pueden variar dentro de límites bastante amplios al pasar de una región a otra.

Primitivamente, tanto las zonas de metamorfismo como la esquistosidad se disponían, según Roques, horizontalmente. Los pliegues que presentan los esquistos cristalinos los interpreta dicho autor como disposiciones secundarias derivadas de acciones tectónicas tardías. La continuidad de las zonas de metamorfismo y su paralelismo con la esquistosidad, no resulta fácil de explicar a menos que el conjunto hubiese sido primitivamente horizontal. La coincidencia entre la esquistosidad cristalofílica y la antigua estratificación de la serie sedimentaria, parece estar también a favor de esta hipótesis. Hay que concluir, por tanto, que la esquistosidad cristalofílica existía ya antes de producir-

se el plegamiento de los sedimentos, y que aquélla fué plegada simultáneamente con éstos. De ello se desprende también que el metamorfismo parece ser anterior al plegamiento de la serie sedimentaria.

#### ZONEOGRAFÍA DE LAS MIGMATITAS

Las migmatitas aparecen en todas partes en la base de la serie de las ectinitas, pero el desarrollo de las zonas en las migmatitas está en relación con la altura alcanzada por el frente migmatítico, de donde resultan los cinco tipos de series cristalofílicas ya mencionados.

Existe absoluta independencia entre el frente migmatítico y las zonas de las ectinitas.

En cuanto a la continuidad, superposición y desarrollo relativo de las distintas zonas recogemos a continuación algunos datos.

Las zonas de las migmatitas son mucho menos continuas que las de las ectinitas.

La zona de las diadisitas está muy poco desarrollada. En el sudoeste del Macizo Central no aparece más que esporádicamente en la vertiente norte de la Montaña Negra, y parece ser privativa de las regiones donde el frente migmatítico alcanzó los más altos niveles en la serie de las ectinitas.

La zona de las embrechitas está por lo común muy desarrollada, alcanzando potencias de varios miles de metros. Su presencia es característica de las regiones tipos I, II y III.

La zona de las anatexitas está situada bajo la zona de las embrechitas en las regiones pertenecientes a los tres primeros tipos. Localmente en las regiones del tipo

III pueden aparecer las anatexitas directamente en la base de la serie de las ectinitas. En las regiones del tipo IV las anatexitas aparecen inmediatamente debajo de los gneises inferiores.

Finalmente, por lo que respecta al emplazamiento de las migmatitas, tuvo lugar, según Roques, en una fase tardía del metamorfismo regional en el sudoeste del Macizo Central francés.

En efecto, la independencia del frente migmatítico respecto de las zonas de las ectinitas indica claramente que no es preciso atribuir a las migmatitas el metamorfismo de las ectinitas. Las migmatitas no son en general posteriores al metamorfismo de las ectinitas, pues, por ejemplo, las embrechitas presentan una esquistosidad cristalofílica que en nada se distingue de la de las ectinitas, y es improbable que sea el resultado de un fenómeno diferente del que ha dado su esquistosidad a las ectinitas. La única particularidad distintiva de las migmatitas es la desaparición de la regularidad de la esquistosidad en las anatexitas.

#### DISTRIBUCIÓN DE FACIES Y ORIGEN DE LOS CARACTERES TEXTURALES EN LAS MIGMATITAS

Resumimos a continuación los principales hechos en relación con el enunciado de este epígrafe.

Ya se ha dicho que las facies más groseramente glandulares, cuya cristalización adquiere caracteres que hacen recordar la cristalización pegmatítica, tienen su sede allí donde el frente migmatítico penetró más alto, en tanto que las anatexitas más profundas sólo excepcionalmente son glandulares.

Puede comprobarse también una variación semejante en la regularidad de la esquistosidad. Las facies de embrechitas más regularmente esquistosas se encuentran en regiones donde el frente de migmatitas asciende a muy altos niveles, para brillar por su ausencia en aquellos lugares donde las migmatitas se han detenido en la zona de los gneises inferiores. Por lo demás, la esquistosidad cristalofílica de las embrechitas no difiere de la que presentan las ectinitas.

La zona de las embrechitas, en la parte superior de las migmatitas, debe concebirse como una especie de corteza que, habiendo experimentado un enfriamiento rápido, quedó sometida a la última fase del estiramiento de las ectinitas. Esta corteza falta únicamente en las zonas más profundas de elevada temperatura.

Asimismo, las diadisitas serían intrusiones locales ectinitizadas en las regiones frías del frente migmatítico.

Por el contrario, las anatexitas, de posición más profunda, han escapado al estiramiento y han desarrollado pliegues sinmigmáticos, que según la opinión dominante no son posteriores al enfriamiento de las migmatitas. Pero se han interpretado a menudo como testimonio de una fase orogénica anterior al emplazamiento de las migmatitas o contemporánea de éste. Aparecen primero localmente en la base de las embrechitas, y cuando se generalizan forman alineaciones en remolino que producen la impresión de haberse originado en un medio pastoso. La plasticidad resulta aún más notoria en los pliegues pigmáticos descritos por Sederholm, los cuales han podido ser reproducidos por vía experimental, operando en medios viscosos.

Por otra parte, la posición de las anatexitas con plie-

gues sinmigmáticos es la que sería de esperar de sus particularidades estructurales. En las zonas altas el caparazón de embrechitas protege a las anatexitas de un enfriamiento rápido, mientras que en los gneises inferiores, donde reinaba una temperatura más elevada, las anatexitas no precisarían protección embrechítica, y por tanto, pueden encontrarse en contacto inmediato con las ectinitas. Las anatexitas conservarían su plasticidad durante mucho tiempo, incluso en el momento de su plegamiento, durante el cual las texturas anatexíticas habrían adquirido su aspecto definitivo.

Hasta aquí las interpretaciones clásicas que atribuyen a las migmatitas texturas sintectónicas. Pero Roques sostiene que las texturas de las embrechitas son típicamente cristalofílicas, y nos revelan que el proceso de emplazamiento de las migmatitas no es posterior al metamorfismo, debiendo situarse en su etapa final. El metamorfismo habría sido interrumpido por el plegamiento.

#### EL METAMORFISMO REGIONAL EN EL CUADRO DE LOS FENÓMENOS GEOLÓGICOS

A continuación se da una idea del encadenamiento de fenómenos ligados al proceso del metamorfismo general, tal y como lo concibe Roques.

Según este autor, las ectinitas se originaron durante el proceso de hundimiento de una potente serie sedimentaria. La superposición de las distintas zonas de metamorfismo, que al aproximarse a la base contienen los minerales característicos de las altas temperaturas y presiones, no deja lugar a duda sobre las condiciones ambientales. Hay que contar también con las acciones mecánicas que

bajo la forma de tensiones determinaron la esquistosidad de esta serie de rocas, al menos en parte.

La explicación más extendida acerca del origen de estas tensiones mecánicas consiste en hacer responsables de las mismas a las fuerzas orogénicas. Según esto, la ectinitización se produciría como consecuencia de un plegamiento contemporáneo de la elevación de temperatura. Pero esto está en pugna—afirma Roques—con lo que sugiere la observación geológica de las series cristalofílicas, pues la intensidad del plegamiento no guarda relación con la esquistosidad, la cual se manifiesta lo mismo en donde la tectónica es sencilla que en las regiones muy plegadas, sin que se aprecien cambios importantes en sus características. Por otra parte, las fuerzas orogénicas ordinarias no sólo son extrañas al metamorfismo, sino posteriores, de modo que los esquistos cristalinos estaban ya metamorfizados al producirse la fase orogénica. Debemos añadir que la esquistosidad cristalofílica, a diferencia de lo que suele ocurrir con la esquistosidad de sedimentos no metamórficos sometidos a fuerzas tangenciales, muestra siempre una perfecta concordancia con la estratificación con pocas excepciones. De modo que hay que presumir que la esquistosidad se produjo cuando las rocas no estaban aún plegadas, y que en un principio se disponía horizontalmente.

Por lo tanto se impone distinguir—así lo entiende Roques—entre tensiones cristalofílicas y tensiones orogénicas ordinarias. Deben existir fenómenos mecánicos independientes de los fenómenos orogénicos clásicos y que serían el origen de la esquistosidad cristalofílica.

Conduce a los mismos resultados la consideración de ciertos granitos de textura esquistosa que existen en el

Macizo Central francés. La esquistosidad de estos granitos es perfectamente concordante con la esquistosidad cristalofílica de las micacitas encajantes, y por otra parte difiere por su regularidad de texturas parecidas originadas por milonitización que se encuentran a lo largo de dislocaciones tectónicas (falla de Argentat, en el Macizo Central). Las particularidades de estos granitos deben atribuirse, por tanto, al metamorfismo general. No deben considerarse como granitos sintectónicos, sino como granitos sincinemáticos, o si se prefiere, «sinectínicos». *Los fenómenos cinemáticos no coinciden con los fenómenos tectónicos*, según Roques.

La esquistosidad cristalofílica horizontal no puede explicarse como consecuencia de una compresión vertical, en relación con un aumento de la presión de sobrecarga, al aumentar la profundidad. Más posibilidades explicativas encierra la idea de un *estiramiento en sentido horizontal*, dados los abundantes signos de estiramiento que muestran las ectinitas. Este estiramiento se *produciría únicamente bajo una elevada presión de sobrecarga, y no se manifestaría en la cubierta sedimentaria no metamórfica*. «En el juego de tensiones que afectan a la corteza terrestre, la formación de los esquistos cristalinos representa el estiramiento, la de las cadenas montañosas, la compresión de las capas profundas» (Roques).

A juzgar por el párrafo anterior, Roques atribuye la esquistosidad no a una compresión lateral relacionada con la orogenia, ni tampoco a una compresión en sentido vertical, sino a un estiramiento, que debemos suponer ligado a un fenómeno de distensión de la corteza terrestre. Ahora bien; no es fácil concebir este estiramiento, en el caso

que nos ocupa, si no es como resultado indirecto de una compresión.

Siguiendo de nuevo los razonamientos de Roques, un hecho de singular importancia tuvo lugar durante el proceso de hundimiento de los sedimentos en regiones profundas: el avance ascensional del frente migmatítico en la serie sedimentaria, cuando ésta se hallaba aún en vías de metamorfismo. El emplazamiento de las migmatitas tuvo lugar *coincidiendo con la etapa final del metamorfismo de las ecinitas*, pues la corteza superior de las migmatitas, que fué la primera en enfriarse, sufrió los efectos del estiramiento, dando lugar a las embrechitas, mientras que las anatexitas, pertenecientes a un nivel más bajo, conservaron sus texturas pastosas.

Más tarde, una fase orogénica sustrajo los esquistos cristalinos a la acción del metamorfismo. Esta fase orogénica plegó los gneises, y transportándolos a una zona superficial interrumpió el metamorfismo. Este proceso pudo operarse con rapidez o con lentitud. En el primer caso, los esquistos cristalofílicos no experimentaron transformaciones secundarias. En el segundo caso, los gneises de las zonas más profundas sufrieron un proceso de retromorfosis en las zonas superiores de metamorfismo.

El emplazamiento de los granitos se produjo en distintos momentos del ciclo descrito. Los batolitos intrusivos tardíos penetraron en los esquistos cristalinos sustraídos a los efectos del metamorfismo regional y desarrollaron una aureola de contacto.

En resumen, en opinión de Roques, el metamorfismo general está ligado a un proceso de hundimiento en regiones profundas, durante el cual los sedimentos serían sometidos a una elevación de la temperatura y de la presión, y

simultáneamente a un estiramiento. La ascensión del frente migmatítico es el único fenómeno discontinuo en este proceso de metamorfismo, y pudiera estar en relación con los fenómenos de orden orogénico que motivaron la detención del metamorfismo en las capas que hoy afloran en la superficie. Según Roques, nada se opone a que *el metamorfismo general—considerado separadamente del fenómeno de la migmatización—sea un proceso permanente a una cierta profundidad de la corteza terrestre*. Y si el metamorfismo se nos presenta siempre en estrecha relación con la sedimentación geosinclinal, es sólo porque no nos es posible observar sus efectos en otro lugar. *Únicamente en los dominios de sedimentación geosinclinal el frente migmatítico habría ascendido en la serie ecinitica, y la acción orogénica habría sido lo suficientemente enérgica para hacer que los gneises sean hoy accesibles a la directa observación*.

Así, pues, el punto de vista de Roques puede concretarse en las tres conclusiones siguientes:

1. El metamorfismo general, y su resultado más aparente, la esquistosidad, son anteriores al plegamiento, y aquél pudiera ser un proceso que se está desarrollando de un modo continuo en los niveles profundos de la corteza terrestre.

2. La ascensión del frente migmatítico sería, en cambio, un fenómeno de carácter discontinuo que se intercala al final del metamorfismo.

3. El plegamiento tectónico surge a renglón seguido como fenómeno igualmente discontinuo en probable conexión con la migmatización.

Alguna de las anteriores conclusiones ofrece aspectos discutibles, pero parecen respaldadas por el testimonio de las observaciones de campo.

## BIBLIOGRAFIA

- BARTH (T. F. W.), CORRENS (C. W.), ESKOLA (P.): «Die Entstehung der Gesteine». Springer, Berlin, 1939.
- BECKE (F.): «Über Mineralbestand und Struktur der Kristallinen Schiefer». *Denkschr. Akad. Wiss. Viena*, Vol. 75, 1903.
- CARLÉ (W.): «Ergebnisse geologischer Untersuchungen im Grundgebirge von Galicien (Nordwest Spanien)». *Geotektonische Forsch.* Heft 6. S. 13-36, 1945. (Existe una traducción española de J. M. Ríos con el título: «Resultado de investigaciones geológicas en las formaciones antiguas de Galicia». Instituto «Lúcas Mallada». Madrid, 1950.)
- DENAEYER (M.-E.): «Tableaux de Pétrographie». Lamarre, Paris, 1951.
- GRUBENMANN (U.): «Die Kristallinen Schiefer». 2.<sup>a</sup> ed. Berlin, 1910.
- GRUBENMANN (U.) y NIGGLI (P.): «Die Gesteinsmetamorphose». I. Allgemeiner Teil. Gebr. Borntraeger, Berlin, 1924.
- HARKER (A.): «Metamorphism». Methuen, Londres, 1932.
- JUNG (J.) y ROQUES (M.): «Les zones d'isométagmorphe dans le terrain cristallophyllien du Massif Central français». *Rev. Soc. Hist. Nat. d'Auvergne*, Nouv. série, t. II, 1936.
- JUNG (J.), ROQUES (M.), RICHARD (J.): «Les schistes cristallins du Massif Central». *B. S. C. G. F.*, t. XXXIX, 1938.
- ROQUES (M.): «Les schistes cristallins de la partie sud-ouest du Massif Central français». Tesis. Clermont-Ferrand, 1941.
- SEDERHOLM (J. J.): «Om granit och gneiss». *Bull. Comm. Géol. Finlande*, t. XXIII, 1907.
- «Über die Entstehung der migmatitischen Gesteine». *Geol. Rundsch.*, 4, 1913.
- «On migmatites and associated pre-Cambrian rocks of Southwest Finland». *Bull. Comm. Géol. Finlande*, n.º 58, 1923, y n.º 77, 1926.
- TILLEY (C. E.): «The facies classification of metamorphic rocks». *Geol. Mag.* Londres. Vol. 61, n.º 718, 1924.
- WEGMANN (C. E.): «Zur Deutung der Migmatite». *Geol. Rundsch.*, t. 26, 1935.

Septiembre, 1952.

Noticias



*XIX Congreso Geológico Internacional celebrado en Argel en septiembre de 1952.*

En la primera quincena del mes de septiembre y en la ciudad de Argel han tenido lugar las sesiones del XIX Congreso Geológico Internacional, que han reunido bajo el mismo techo a más de 1.200 geólogos pertenecientes a cincuenta y seis países, o sea una representación prácticamente completa de todos los países cultos de la tierra.

No es de extrañar tan nutrida asistencia si se tiene en cuenta que la institución de los Congresos Geológicos Internacionales, que se reúnen periódicamente cada cuatro años, data ya de setenta y cinco años atrás y es una de las manifestaciones de este tipo más antiguas que se conocen.

Desde el primer Congreso, celebrado en París hasta éste, sólo causas graves, tales como grandes guerras, han suspendido temporalmente el cumplimiento estricto de la periodicidad marcada.

El anterior Congreso, la reunión núm. XVI<sup>ta</sup>, tuvo lugar en Londres en 1948. Desde su clausura una comisión permanente, que presidía el presidente de aquél, se ocupó de la organización de la actual reunión.

El incremento de las actividades geológicas en todo el mundo con la multiplicación del número de personas a ellas dedicadas (más de 20.000 solamente en Estados Unidos) y la intensa investigación de riquezas minerales exigida por el ritmo creciente del consumo, hace de la organización de estos Congresos, antaño de carácter e intimidad casi familiares, gigantescas empresas cuyos trabajos y gastos de organización llegan al límite de resistencia de los países y entidades a cuya realización se encomiendan.

Este desarrollo gigante es al mismo tiempo muestra de su pujanza y germen de su debilidad, pues plantea problemas delicadísimos de organización, así como limita la capacidad de fructificación de los resultados.

El Congreso de Argel resultará seguramente un punto singular en la curva de realización de estas reuniones, constituyendo un alarde o culminación de logros y también una fuente de dificultades planteadas, de cuya resolución nacerá probablemente otra modalidad de congreso distinta de la que ha caracterizado las sesiones hasta ahora celebradas.

Resulta, pues, de considerable interés analizar las funciones y resultados de éste.

Puede estimarse que su principal fruto específico es el enorme avance que se ha dado al conocimiento de la geología africana en general, pero sobre todo al de la geología norte-africana.

Durante años, nuestro país vecino, a quien cupo el honor y pesada carga de organizar este Congreso, dedicó lo mejor de sus geólogos en grandioso esfuerzo de organización, de personal y económico, a hacer progresar el conocimiento de la geología de aquellas regiones norte-africanas, hasta colocarlo a la altura media de los países europeos. En esta tarea colaboró también España en escala moderada, pero muy honrosa, a través de su Comisión del Mapa de Marruecos.

Muchos otros temas han sido tratados en las reuniones de este Congreso, pero ninguno iguala a nuestro juicio en importancia, ni de lejos, a la labor presentada por Francia y reunida en los magníficos mapas geológicos impecablemente ejecutados, desde todos los puntos de vista, que se nos han dado a conocer.

También España realizó un considerable esfuerzo en este sentido al presentar la nueva edición del Mapa Geológico de la Península a escala 1 : 1.000.000, que por la cantidad de novedades introducidas es en verdad más bien un nuevo mapa. Realizado por el Instituto Geológico y Minero de España, en cumplimiento de la misión que le está encomendada, viene a reemplazar a la edición de 1936. Desde la aparición de ésta, la actividad geológica en la Península ha sido considerable y gran cantidad de trabajos inéditos, facilitados generosamente por sus autores, han contribuido a componer la nueva fisonomía de esta edición de 1952, que es la contribución oficial de España a este Congreso; geólogos portugueses y franceses colaboraron también para que la representación geológica de sus países o de la parte de su país que viene comprendida en nuestro mapa, estuviera como la de España, completamente al día.

Aparte de los resultados específicos del Congreso, cuyo fruto es la exposición y discusión de infinidad de temas que fueron leídos por sus autores, están los resultados genéricos fruto de las reuniones del Consejo rector, de la Asamblea general y de las Comisiones permanentes que constituyen la osatura de esta Organización.

En este sentido se manifestó como de interés primordial el estudio de la organización de una Asociación Geológica Internacional. Se trataba con esta Asociación de resolver algunos de los problemas que plantea el gigantismo que afectan ahora los Congresos internacionales.

Debería haber estado integrada por una serie de asociaciones nacionales asentadas en cada país, cuya constitución se ha acordado en principio por el pleno de la Asamblea. La misión principal de la asociación internacional hubiera sido apoyar moral, técnica y económicamente al Consejo permanente del Congreso y al país que acepte la realización de cada futura reunión, para la organización y financiamiento de la misma.

No obstante, como la creación de una Unión Internacional Geológica suscita muchos recelos, no se llegó a acordar su constitución, y se aprobó, en cambio, una recomendación para que en cada país se creara, o designara si ya existía, una asociación nacional o cualquier otra entidad que constituyera el lazo de unión entre el Congreso y los miembros de cada país.

Se ha acordado que dichas asociaciones nacionales guarden la mayor independencia posible, ya de organismos políticos, ya de otros organismos culturales internacionales y que se pongan incondicional y libremente a disposición de los Congresos, cuya supremacía e independencia quedará siempre o deberá quedar asegurada en sus organismos permanentes.

A continuación se tomó otro acuerdo, por el que se establecía que, una vez creadas las entidades nacionales, no se consideraba urgente la constitución de la Unión Internacional.

Como consecuencia de este acuerdo, y teniendo en cuenta además muchas otras consideraciones, el grupo español, muy nutrido en proporción al número de geólogos actuantes en nuestro país, resolvió en varias reuniones, sostenidas a este efecto, constituir una Asociación Española de Geólogos. Se da el caso de que a pesar de ser tan reducido el número de geólogos españoles (reducidísimo en proporción al número de habitantes, si se compara con la inmensa mayoría de los países cultos), varios entre ellos no han tenido ocasión de conocerse hasta las reuniones de Argel y han debido aprovechar una ocasión excepcional para conocerse fuera del país.

Esta asociación tratará de fomentar el conocimiento y relaciones mutuas entre los geólogos españoles, mediante reuniones anuales destinadas a estudiar o recorrer en el campo zonas de interés geológico general. Ello suministrará la oportunidad, ahora inexistente, de mostrar a geólogos extranjeros los problemas de nuestro suelo. Finalmente, pero no menos importante, tratará de ser el enlace, dentro de España y a través de la Asociación Internacional, con los organismos permanentes del Congreso.

Conviene decir ahora que los geólogos españoles asistentes al Congreso de Argel, y que reunidos acordaron constituir la asociación antes mencionada, fueron los siguientes: D. José García Siñeriz, Jefe de la Delegación española, quien además representaba, por designación especial, a la Academia Pontificia de Ciencias, al Instituto Geológico y Minero y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Fué honrado con la presidencia de algunas secciones e invitado a dirigir la palabra a los asistentes en la ceremonia de clausura. D. Agustín Marín y Bertrán de Lis, que ostentaba la delegación de la Comisión del Mapa de Marruecos, y además los Sres. Abollado, Alía, Almela, Bataller, Cardoso, Fuster, Fontboté, Gálvez Cañero, Julivert, Lizaur, Llopis, Marcet, Meléndez, Reig, Ríos, Sáenz, Solé y San Miguel de la Cámara. Así, pues, todos o casi todos los sectores de la actividad geológica española, Instituto Geológico, Universidades, Consejo Superior de Investigaciones, Jefatura de Sondeos, Escuelas Especiales de Caminos y Minas, Instituto Lucas Mallada, Museo de Ciencias Naturales, etc., etc., estuvieron representados.

Aparte de la aportación oficial consistente en el mapa antes mencionado, casi todos los señores asistentes de la Delegación española presentaron trabajos acerca de los más diversos temas.

La representación española fué honrada con designaciones para puestos

en casi todos los organismos permanentes, pero no queremos alargar esta rápida y urgente nota informativa, y dejamos para otro estudio más detallado de resultados la mención individual de las comunicaciones españolas y la lista de los puestos permanentes conseguidos, tanto más que algunos de éstos están aún en manos de la Junta rectora, y no existe todavía la lista oficial.

También expondremos más adelante aquellas sesiones cuyas actuaciones o discusiones resultaron más interesantes. Así, por ejemplo, recordamos la discusión entablada ya desde Congresos anteriores y reuniones de Heerlem acerca de la aceptación universal de la división americana del Carbónífero, que fué rechazada por la mayoría, de modo que sigue en vigor la de uso clásico y universal de nuestro hemisferio.

Despertaron gran interés las exposiciones de Hans Stille, de Pruvost, de Bucher, etc., etc.

El lado oficial y social de este Congreso se inició por la sesión inaugural presidida por el Gobernador General de Argel. Durante ella se ofreció la presidencia efectiva del Congreso al ilustre Profesor Jacob, quien la compartió en dos vicepresidencias con los Sres. Pruvost, Profesor de la Sorbona, y Dalloni, Jefe de los servicios geológicos de Argelia. El Sr. Fourmarier pidió que fuera ofrecida la presidencia de honor al ilustre geólogo Emm. de Margerie, lo que fué aprobado por aclamación. Una recepción en el palacio del Sr. Gobernador General de Argelia fué ofrecida a los Sres. Delegados, y resultó brillantísima en el marco del espléndido palacio y bellísimos jardines. La sesión de clausura fué presidida por el Sr. Ministro de Industria, quien retenido por reuniones urgentes e importantes, no pudo presidir además la de apertura. Hubo recepciones en el Ayuntamiento y en la Ciudad Universitaria.

La organización de tan complejísima y variada reunión de gentes y actividades fué excelente, y cargó casi totalmente sobre los hombros del Profesor Dalloni y del Secretario General Sr. Pierre Laffite.

Las Asambleas Generales tuvieron lugar en el salón de actos de la Universidad, bellísima sala subterránea, dotada de refrigeración, muy agradecida en el calor insistente y pegajoso que nos afligió durante la duración del Congreso. Estas sesiones fueron muy concurridas y no se piense maliciosamente que fué debido sobre todo a la agradable temperatura, pues también estuvieron muy concurridas las caldeadas aulas de la Universidad, donde se reunían las secciones.

Los actos solemnes tuvieron lugar en la gran sala de actos, muy bella en su sencillez y grandiosas dimensiones, del edificio en que está instalado el palacio de Gobernación.

Un sistema de traducciones múltiples simultáneas permitía oír en francés, inglés e idioma original cada uno de los discursos pronunciados mediante dispositivo de auriculares individuales. Complemento del Congreso fueron las series de excursiones geológicas realizadas antes y después de su celebración, que sirvieron para dar a conocer a los participantes los

problemas de la geología norteafricana y los enormes avances logrados en su conocimiento.

En el curso de la reunión plenaria del Congreso, la Delegación Mexicana ofreció su país como sede del próximo Congreso Internacional, que deberá celebrarse en el año 1956, propuesta que fué calurosamente acogida y aceptada por unanimidad.

#### *Aprovechamiento del calor volcánico.*

En un artículo reciente del «Chem. & Engg. News» se ve el interés de los Ingenieros de Minas de diversos países para el aprovechamiento con fines industriales de la energía que encierran las venas de agua y gases termales existentes en las regiones volcánicas. La utilización de la energía volcánica para calefacción, conducción de energía eléctrica, maduración artificial de cosechas, etc., ya es una realidad en Islandia y en Italia, y en las instalaciones montadas con este fin se ha observado que una de las principales dificultades es la acidez de los gases y vapores.

#### *Yacimientos de pizarra bituminosa en Norteamérica.*

Ha sido estudiado el yacimiento de pizarras bituminosas del Mahogany Ledge, y según el informe de la Oficina de Minas, tiene una extensión de mil millas cuadradas con una reserva de 100.000 millones de barriles, lo que representa el triple en las reservas petrolíferas de los pozos norteamericanos.

#### *El petróleo de Alemania Occidental.*

En Alemania Occidental se produjo durante el año 1951 1.366.248 toneladas de petróleo, con un aumento de 247.635 con respecto al año anterior. De aquella producción el 78 por 100 corresponde a empresas alemanas.

La producción de gas natural durante el año 1951 fué de 71.876 millares de metros cúbicos, con un aumento del 6,9 por 100 sobre la producción del año 1950.

#### *Aplicación industrial de la energía atómica.*

El gran desarrollo que va alcanzando la Nucleónica acerca cada vez más el día en que existan empresas industriales interesadas en la producción de combustibles atómicos y energía eléctrica que puedan hacer la competencia al carbón, petróleo y gas. En estas fechas ya existe una cen-

tral norteamericana de energía de este tipo que es la de Idhao Falls (Idhao) sujeta a la jurisdicción y verificación de energía atómica.

La Comisión Norteamericana de Energía Atómica ha anunciado hace unos meses que está dispuesta a estudiar cualquier propuesta de empresas privadas que tenga por objeto la producción de materiales excendibles y de energía.

#### *El mercado del plomo en Londres.*

El día 1 de octubre la Bolsa de metales de Londres reanudará la contratación libre de plomo, con la que va a convertirse, otra vez, en el centro del mercado internacional del plomo.

Puede esperarse que los niveles de apertura no estén muy lejos del precio americano, que equivale a unas 128 libras esterlinas por tonelada larga. Pero en el continente europeo se ofrece plomo a cotizaciones que van de 115 a 120 libras, y esto puede significar inclinación a precios de apertura más bajos.

#### *Azufre en Méjico.*

Se encuentra en una isla deshabitada del Noroeste: la isla Socorro, del grupo Revillagigedo. Los estudios realizados llevan a la conclusión de que los yacimientos contienen más de 800.000 toneladas de azufre de 95 por 100 de pureza.

Esperan producir 200 toneladas diarias de refinado dentro de nueve o doce meses. Calculan que el costo de la tonelada, incluidos derechos de extracción y de exportación de Méjico, será de unos 18,70 dólares. Los precios del mercado mundial varían entre 90 y 120 dólares por tonelada.

#### *El petróleo en Venezuela.*

Desde que esta industria comenzó su expansión —hace unos treinta años—, la renta nacional se ha multiplicado por 27.

Ha pasado de 1.500 en 1947 y a 7.195 en 1951.

La última cantidad traducida a bolívares de 1936 para eliminar la política inflacionista, representa 3.334 millones; los ingresos del país están ahora un 122 por 100 por encima que hace quince años. En 1951 la participación media por persona en dicha renta ha sido de 1.419 bolívares y, teniendo en cuenta la inflación, de 660. Como la cifra en 1936 ascendió a 446 bolívares, resulta que la renta media real de los habitantes de Venezuela ha subido un 48 por 100 en tres lustros, a pesar de que la población creció un 50 por 100 mientras tanto.

#### *Minería boliviana.*

Las cuentas del ejercicio de 1951 de la Compañía minera boliviana Aramayo, han cerrado con un beneficio mucho mayor que el del año precedente. Se produjo más estaño, plomo, cinc, plata y wolframio que en el anterior, consiguiéndose además precios más altos para los cuatro últimos metales.

Se ha confirmado que el nuevo Gobierno boliviano va a nacionalizar los tres grandes grupos mineros: Patiño, Hochschild y Aramayo.

#### *Criaderos de uranio en Nigeria.*

En la colonia inglesa de Nigeria se ha descubierto uno de los mayores criaderos de uranio del mundo. Se calcula que cada tonelada de mineral contiene uranio y niobio por valor de 14 dólares. La formación comprende 40 hectáreas, con un contenido de 230.000 toneladas de mineral por decímetro vertical. Se desconoce el espesor de la formación. Los derechos de extracción pertenecen a la Corona británica.

#### *Criaderos de uranio en Alemania.*

Se asegura que en las montañas de la Selva Negra, Alemania Occidental, existen considerables criaderos de uranio. No se han revelado ni el tamaño de las formaciones ni las reservas. Se dice que la cantidad descubierta es suficiente para las necesidades de la Alemania Occidental en cuanto a las investigaciones atómicas.

#### *Centro europeo de Investigación Nuclear en Como.*

Recientemente se han reunido en París delegados de doce países europeos para establecer un Centro de Investigación Nuclear, y después de minuciosos razonamientos se acordó su instalación en Italia.

Se piensa construir un reactor nuclear y un Instituto que abarque todas las ramas de la nucleónica.

#### *Establecimiento de energía atómica en Australia del Sur.*

En el viaje efectuado recientemente por EE. UU. e Inglaterra por el Director de Minas S. B. Dickinson, se han tomado importantes datos sobre los últimos adelantos sobre energía atómica, con los que el Gobierno de Australia del Sur está preparando el proyecto de una instalación de energía atómica.

El programa que propone es amplio y creen que tardarán diez años en

realizarlo, siendo una de las primeras instalaciones la de separación por flotación de los minerales de uranio de sus gangas, que se espera funcionen para fin de año.

#### *Programa europeo de construcción de reactores nucleares.*

El primero de los proyectados y de los construídos en Francia es el «Zoe», y en la actualidad se proyecta la construcción de uno o dos reactores de potencia media alrededor de 15 kilovatios.

En Suecia se está terminando la construcción de un reactor de 100 kilovatios en las inmediaciones de Estocolmo, y se espera funcione en 1953. Se emplean en su construcción de tres a cuatro toneladas de uranio, y utiliza como moderador el agua pesada. Se destinará a la investigación y a la producción de isótopos.

En Bélgica se ha anunciado la construcción de un reactor nuclear, y en Holanda se está proyectando la construcción de un reactor para un barco de 5.000 toneladas.

#### *Clasificación de neutrones.*

Por la energía se clasifican los neutrones en tres grupos: 1.º Neutrones lentos, con energías térmicas o casi térmicas debajo de 0,3 Mev. 2.º Neutrones rápidos, que tienen energías superiores a la captura de resonancia entre 0,3 y 15 Mev. 3.º Neutrones de energía elevada, con energías mayores que las típicas de enlace nuclear, 15 ó 20 Mev.

#### *La minería de uranio en los Estados Unidos.*

En el valle del Colorado existe una formación de carnotita que cubre 130.000 km.<sup>2</sup>, con vértices en Colorado, Utah, Arizona y Nuevo Méjico, donde las explotaciones se efectúan tanto en plan familiar como por grandes empresas, debido a que el mineral se encuentra en bolsadas que permite su laboreo sin necesidad de mecanizaciones. Aunque el uranio vale 45 veces lo que el oro, son mayores los beneficios obtenidos por éste, debido a las pequeñas leyes de los criaderos que se están explotando.

El transporte tiene dificultades tanto por la carencia de carreteras como por la pendiente de los caminos que en algunos casos llega al 30 por 100, y el transporte, según las circunstancias, se efectúa a lomo o en camiones de 21 toneladas.

Gracias a este interés y libertad de la minería del uranio de los Estados Unidos, donde colaboran todos los que tienen afición minera, se ha podido situar su producción como la segunda mundial; el primer puesto lo sigue manteniendo el Congo Belga.

#### *El mercado del oro.*

El Gobierno del Reino Unido ha creído justo anunciar a los productores coloniales que no tienen obligación de convertir su oro en objetos fabricados para venderlo en los mercados libres.

Después de Australia y Costa de Oro, que están vendiendo ya oro libre en lingotes, el Gobierno de Africa del Sur y el de Canadá han decidido seguir la recomendación británica.

El mercado comenta de modo favorable tales directrices, que modificarán en algo su estructura. Al no ser necesarias guías en el futuro, algunos traficantes que no podían actualmente participar en las transacciones podrán hacerlo sin dificultad, con lo que el mercado libre se verá más animado.

Notas informativas

### *La Hoja de Bembibre.*

Dejando aparte los preliminares de la Hoja entre los que incluimos todas las generalidades, orografía, hidrografía y antecedentes de trabajos anteriores, vamos a detallar en esta nota informativa los capítulos de estratigrafía y minería que son los que por distintas razones presentan un interés especial.

Desde el punto de vista estratigráfico la Hoja presenta dos terrenos fundamentales, que son el siluriano y carbonífero, recubierto en parte este último por terrenos modernos. Secundariamente, y en su límite con Ponferrada, aparece una pequeña mancha de granito que enlaza con Monte Arenas. El siluriano que rodea al carbonífero en tres direcciones: norte, este y sur se presenta con gran potencia y desarrollo vertical desde las cuarcitas ordovicienses de la base, hasta las hiladas altas que han de empalmar fuera de la Hoja con las calizas de la parte alta de Ponferrada, que marcan el tramo superior de este terreno. La Hoja recoge el detalle estratigráfico de este terreno, aportando como novedad la perfecta colocación del criadero sedimentario del Coto Wagner, al que nos referiremos más adelante en la parte minera.

El carbonífero, que adopta una forma de cubeta ocupando la parte central de la Hoja, lo atribuimos provisionalmente al estefaniense apoyado en transgresión sobre el siluriano infrayacente. En la estratigrafía de este terreno, se dedica especial atención al estudio y discusión de los trabajos de autores anteriores rebatiendo en parte las escalas establecidas por Urrutia y Patac para este tramo del carbonífero, apoyando nuestras afirmaciones en datos regionales de indiscutible valor. El estudio de la estratigrafía ha sido facilitado en parte por los resultados obtenidos en el sondeo perforado en las proximidades de Torre por el Instituto Geológico en colaboración con Adaro. Desgraciadamente, los argumentos paleontológicos se limitan a flora, ya que no ha sido posible encontrar fauna, que ayudase a una clasificación mejor fundamentada de los monótonos niveles litológicos que presenta la zona.

La parte minera se divide también en dos secciones de parecida importancia y que corresponde precisamente a cada uno de los terrenos a que acabamos de referirnos. La parte de hierro se refiere al Coto Wagner, importantísimo yacimiento de tipo sedimentario referible al siluriano. La buena calidad del mineral, la constancia de las capas y la importancia de la ubicación, hacen de este yacimiento uno de los de mayor valor de España. Por esta razón se le dedica en la Hoja una especial atención aportando gran cantidad de datos de tipo geológico-minero.

En el carbonífero está ubicada la interesante cuenca de Torre con multitud de explotaciones de antracita que producen una cantidad importante de este combustible. Se detalla en la Hoja la relación de todas las minas con sus características más importantes y se establece la escala de sucesión de paquetes de capas haciendo posible el intento de sincronización de las distintas capas en unos lugares y otros de la cuenca.

Se completa el estudio de la Hoja con la descripción y enumeración de manantiales y con la de distintas canteras.

La Hoja de Bembibre recoge en definitiva todos los aspectos fundamentales de la geología y minería de esta interesante zona de España sobre la que, hasta la fecha, apenas existían publicaciones.—

#### *Hoja núm. 20. Sisargas (La Coruña).*

La Hoja número 20 del Mapa Geológico Nacional de escala 1:50.000, denominada de Sisargas, comprende las islas de este archipiélago y el Cabo de San Adrián. La parte de terreno a representar es pequeña, pero la Dirección del Instituto Geológico, de acuerdo con órdenes superiores, consideró oportuno editarla por separado al igual que en el Mapa Topográfico Nacional.

Se puede decir que la casi totalidad de la superficie representada es granito anatectítico, perteneciente a las mismas formaciones que se representan en las Hojas inferiores 39 y 40, denominadas de Lage y Carballo. Este granito se encuentra cruzado por varios diques ácidos y alguno básico, como el basalto olivínico que existe en la Salgueira.

Se han representado dos formaciones micacíticas, una entre la Salgueira y Pedra d'Oso y la otra al oeste de la Sisarga Grande, entre el Deseñbarcadero y la Galera.

La variación esencial respecto al mapa 1:400.000 es la sustitución de algunos terrenos que figuraban como de estrato cristalino por granito anatectítico, que es como se van a representar.—L. DE AZCONA.

#### *Hoja núm. 44. Carballo (La Coruña).*

La Hoja geológica de Carballo del Mapa a escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España comprende un conjunto de rocas eruptivas y metamórficas con ausencia de terrenos estratificados fosilíferos. El granito aparece en los cuatro ángulos NW., SW., NE. y SE. de su perímetro. El contorno atlántico corre sensiblemente de E. a W.; cerca del ángulo NW., en el límite de la Hoja, está el istmo de la península de Veo, cuyo extremo norte se halla situado en la Hoja de Sisargas; este istmo sólo representa dos kilómetros de anchura; el resto del contorno septentrional es la costa del Océano, en la que se presentan como accidentes geográficos más destacados, marchando de W. a E. el

monte Atalaya de Malpica unido por un tómbolo con tierra firme, el cordón litoral y albufera de Baldayo y la península de Cayón.

Geológicamente, la distribución de los terrenos difiere sensiblemente de la contenida en el Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000 y a 1:400.000. El manchón diluvial del centro de la Hoja en los alrededores de Carballo queda eliminado por su escasa importancia, habiéndose comprobado que se trata en puntos aislados y llanos del norte del núcleo urbano de Carballo, de una formación eluvial sobre rocas básicas de tipo anfibolitas y gabros. En determinados lugares del curso de los ríos hay depósitos aluviales de valor inapreciable.

En términos generales puede decirse que el centro de la Hoja está formado por una potente masa de rocas básicas de gabros de distinta estructura que pasan a anfibolitas en los bordes, los cuales ofrecen por su contorno las características de un lopolito; esta zona, ancha en el límite inferior de la Hoja desde el norte de Agualada hasta la parroquia de Ardaña, se estrecha bruscamente en Oza Vella y desde aquí se dirige deflecada en retazos hacia el nordeste para terminar en estrecha faja de menos de un kilómetro de anchura y menor basicidad en la costa de Barrañán. Estas rocas señaladas como estrato-cristalino en el Mapa del Instituto Geológico, sin duda por el predominio de la estructura orientada que presta a sus rocas aspecto cristalofílico, tiene distinta extensión que la que en éste se le atribuye, siendo necesario resaltar que el granito no llega hasta Carballo (pueblo) por el sur y sureste; que el contacto de gabros y anfibolitas con el granito de biotita es directo en la Hoja de Santa Comba, pero no en la de Carballo, donde separa ambos macizos de rocas una zona de esquistos micáceos y verdosos de cinco a seis kilómetros de anchura.

A la mencionada mancha de rocas básicas hay que añadir dos zonas graníticas: una al W. y otra al E.; la primera es de granito de dos micas anatectítico, orientado entre 10° y 50°; cruza la Hoja diagonalmente de SW. a NE. desde la ermita de San Blas junto a Folgoso hasta Chamín en el municipio de Arteijo, y pasa al otro lado de la faja de anfibolitas y dioritas de Barrañán para terminar en el límite de esta Hoja y entrar en la Hoja de Betanzos abarcando el Monte Barbeito.

En la parte suroccidental está separado este granito de los gabros por una mancha de gneises y esquistos cristalinos que se extienden y terminan en punta hacia el Norte en Verdes y Cances, desde cuyo punto, siguiendo al NE., el granito anatectítico está en contacto directo con los gabros. Ese granito se caracteriza por la profusión de pegmatitas de grano muy variable y con frecuencia en forma de masas irregulares de contornos indefinidos. También en él hay notables mineralizaciones de arsenopirita y de wolframita y casiterita, estas dos últimas explotadas parcialmente en el Monte Neme.

El otro manchón granítico es prolongación al Sur del que se extiende por la Hoja de La Coruña: es granito biotítico porfiróide que corre por la Hoja de Betanzos casi en el límite con la de Carballo, sin asomar en



ésta sino ligeramente en la iglesia de Santa Marina de Lañas; pero después ya penetra francamente en la Hoja de Carballo por las inmediaciones del lugar de Compañeiro, desde donde dirige su borde al SO. hasta encontrar la carretera de Carballo a La Silva. Delimita así una ancha zona que ocupa casi toda la parroquia de Montemayor. Su característica es la uniformidad, ausencia de pegmatitas y lamprófidos, abundancia de gabarros y diques de aplita, tendencia constante a la descomposición en bolas y presencia de amplia aureola de metamorfismo en el contacto con los esquistos cristalinos que le circundan por todo su alrededor.

Aparte estos manchones de rocas cristalinas básicas y ácidas y una pequeña mancha en el mismo extremo NO. en Beo, que es de granito anatexitico análogo al de la faja diagonal SO.-NO. ya citada, el resto de la Hoja lo llena un conjunto de rocas gneísicas y esquistosas, de las cuales ya se ha mencionado la pequeña de Verdes y ahora hay que dar los dos manchones mayores. Uno al O. del granito de dos micas cubriendo parte de los ayuntamientos de Malpica y Puente Ceso, con su centro en Cerqueda, su límite N. en la costa y el S. en Castro, por donde pasa a la Hoja de Lage. El otro manchón, algo mayor, está en la parte oriental de la Hoja entre los gabros y granito de dos micas de un lado, y el granito de biotita del otro. Característica común de estas manchas de gneís y esquistos cristalinos es el hallarse sometidos a un intenso metamorfismo regional, pudiendo asegurarse que no existe en ellos ningún retazo sedimentario que haya escapado a su acción; se hallan migmatizados y atravesados por enjambres de filones de origen eruptivo, ya ácidos, como aplitas, microgranitos, pórfidos felsíticos; ya básicos, como doleritas, diabasas y lamprófidos, influenciados por aquel metamorfismo que les imprimió aspecto de gneíses y de anfíbolitas, respectivamente.

El conjunto estratiforme arrumba entre N 10° y N 30°; la estructura es isoclinal e imbricada con números pliegues fallas que originan contactos anormales, por ejemplo, entre Cerezo y Monte Cotón, donde se presenta la sucesión esquistos-gneís glandular-esquistos.

Descifrando este intrincado conjunto afectado por las perturbaciones, parece ser que los antiguos sedimentos de edad indeterminada, pero muy posiblemente anteriores al cambriano, fueron sometidos al metamorfismo en el fondo de un geosinclinal, cuyas partes más profundas afloran en la faja de gneís glandulares que parten del S. de Malpica y adquieren una enorme extensión en los Montes de Borneiro (Hoja de Lage). El contacto anormal con las micacitas o de éstas con el granito anatexitico se explica por descensos en pliegues fallados hasta aflorar por erosión unos al lado de otros niveles muy distintos. Por el contrario, en la mancha oriental dominan las micacitas y esquistos verdes; menos frecuentes son gneíses micáceos y se hallan ausentes los glandulares; estamos, pues, en presencia allí de niveles superiores de las rocas metamorfizadas.

Respecto a tectónica, existen tres sistemas de fracturas. Las más antiguas se orientaron en las direcciones de los granitos anatexiticos, gneís y esquistos, con fallas según el rumbo boreal de los pliegues. Otro siste-

ma posterior, probablemente herciniano, afectó a todo el territorio atravesándolo de O.-NO. a E.-SE., produciendo fallas escalonadas y tendencia a caer hacia el E., que combinadas con los trastornos antes citados producen el aspecto en la representación del Mapa de una serie en escalera muy visible en los contornos del granito de dos micas. De estas fracturas las tres mayores son: la que abrió la gran ensenada de Baldayo y separó las islas Sisargas de la península de Beo; la que sigue algo más al S. desde la ensenada de Beo, por Buño y Cances, hasta Bértoa y Golmar, seguida por el curso del Alto Allones, y la tercera, la de Corcoesto, que aprovecha el río Allones en su curso inferior para salir del macizo montañoso y desembocar en el fondo de la ría de Lage. El último momento de perturbación, coetáneo con el desgajamiento del occidente gallego, es muy moderno, y originó la bien visible fractura meridiana del valle de Razo al N. de la Hoja continuada al S. por el valle de Ardaña.

En resumen, la extensión y delimitación de las manchas difieren notablemente de las señaladas en el Mapa Geológico 1:400.000; se rectifica la zona central de la Hoja, desapareciendo el terreno diluvial, y se especifica la naturaleza de las rocas, distinguiendo dos clases de granito y las variedades de rocas cristalofílicas, acompañando con esquemas y cortes las aclaraciones correspondientes.—MARTÍN CARDOSO, PARGA PONDAL y LÓPEZ DE AZCONA.

#### *Hoja núm. 235. San Cebrián de Campos.*

Terminados los trabajos de campo para estudio de esta Hoja al finalizar el pasado año, se han realizado por los autores de esta nota al principio del corriente los trabajos de gabinete necesarios para redactar su explicación, y la publicación de la misma tendrá lugar seguidamente.

El territorio comprendido en ella, sito entre los 42° 10' y 42° 20' latitud y los 0° 50' y 1° 10' longitud O. Madrid, pertenece a la meseta septentrional de Castilla a León y a la gran cuenca hidrográfica del Duero, dominando en esta comarca las llanuras y páramos de altitudes generalmente incluidas entre los 780 y 880 metros sobre nivel del Mediterráneo; en ellos la erosión de los ríos Carrión y de la Cueva, poco caudalosos salvo en fuertes avenidas, han labrado vallejitos que a trechos presentan pequeños escarpes, siendo en casi todo su curso las orillas muy llanas y tendidas e incluyendo los lechos mayores algunas zonas pantanosas.

Según datos que consigna el capítulo Geografía Física, su clima es duro, de tipo continental, con frecuentes heladas de —10 a —15 centígrados en el largo invierno y algunos días de fuerte calor hasta 35° a la sombra en el verano. Las precipitaciones de agua y nieve se acercan a la media peninsular, de 350 a 400 mm., pero con el defecto de sufrirse a veces prolongados estiajes.

En cuanto al capítulo III, Estratigrafía, se consigna que la de este territorio es bastante monótona, correspondiendo sólo a tres distintos sistemas: Mioceno, Diluvial y Aluvial, no muy desarrollado este último.

Las capas neogenas representan sólo a un piso, el Tortoniense, de los tres que en la formación miocena palentina ha diferenciado Hernández Pacheco (E.) en sus ya clásicos estudios de esta comarca, pues aquí faltan las típicas *calizas pontienses* o «de los páramos» y las *arcillas yesíferas sarmatienses*, tan bien desarrollada en alrededores de la vecina ciudad de Palencia, así como en las parameras y valles de Baltanás y de Cerrato. De los dos tramos tortonienses, reconocidos en las zonas al N. y NO. de San Cebrián, el inferior está integrado por *margas* y *arenas*, mientras el más alto hállase formado por *arcillas calizas*, casi idénticas a las típicas de Tierra de Campos.

En los sectores que atribuimos al Cuaternario las tres series de terrazas fluviales, bastante erosionadas en general, a más de las *arenas* y pequeños fragmentos de *margas* y *calizas* muestran algunos trozos más voluminosos de *cuarcitas* arrastrados desde el borde N. de la gran cuenca; montañas cantábricas, por las grandes avenidas.

Su Tectónica es de escaso interés, pues los movimientos orogénicos y fuertes inclinaciones de los estratos sólo son bien visibles junto a las orlas montañosas que cierran la cuenca en Salamanca, Soria, Zamora y León, mientras en las comarcas centrales de la misma, cual la reseñada en estas líneas, las capas se presentan horizontales o sub-horizontales. Por observaciones en distintos parajes se ha llegado a determinar leve, casi imperceptible, inclinación hacia el O. del conjunto de capas neógenas que rellenan la cubeta; aparte de esto se aprecian buzamientos en distintas direcciones poco acentuados, o sea, de escasa inclinación y muy localizados en pequeñas extensiones.

A diferencia de lo más frecuente en el conjunto de la cuenca duriense la parte occidental de la Hoja que reseñamos muestra sus estratos con suave inclinación al E. y en el ángulo NE. de esta comarca se presentan con muy ligera pendiente, hacia el N. NE. en algunos parajes.

En el capítulo Sondeos se incluyen datos referentes a las perforaciones, para alumbramientos de aguas, realizados por este Instituto en Lomas y Villalumbroso. Se emboquilló el primero a 850 metros de cota, junto al pueblo de Lomas, y tras atravesar dos gruesos tramos de *arcillas variadas*, con 130 metros y más de 60 metros de espesor, que encerraban dos pequeños *bancos* de *arenas* y sólo algo de *agua, no surgente* en el segundo de ellos, se abandonó la perforación a los 200 metros de profundidad en tramo de *arcillas impermeables*.

Otro sondeo, emboquillado a 776 metros de altitud dentro del pueblo de Villalumbroso, llegó a 191 metros de profundidad. Su éxito fué notable en estas secas comarcas, ya que, a más de las *arcillas amarillentas*, típicas en Tierra de Campos, se cortaron cuatro *bancos* de *arenas acuíferas* que dieron un total de 72 litros por minuto, de *agua surgente*, que basta para alimentar las dos fuentes públicas.

Consigna el capítulo Hidrología numerosos datos referentes a las *capas acuíferas* susceptibles de alumbramientos artesianos y a los muchísimos pozos que toman su agua de la capa freática, reconocida en la mayor parte

del territorio estudiado, cuya profundidad oscila entre límites relativamente amplios cual son los tres metros, con bastante caudal, en el terreno cuaternario de Villoldo, hasta los 11 metros, con menor caudal en las arcillas calizas de Lomas; son numerosísimas las aldeas y pequeños pueblos, de este no muy fértil territorio, en que los alumbramientos freáticos son hasta ahora único recurso para necesidades del vecindario y sus ganados.

Sólo en las vegas de los dos ríos pueden cultivarse huertas, con legumbres y frutales, dedicándose el resto de los campos de labor a cultivo de cereales, poco remunerador por escasez de agua. El Valle del Carrión es el más fértil y los poblados, no importantes, emplazados junto a sus orillas están relativamente bien surtidos.

Unos breves renglones, integrando el capítulo de Minería y Canteras, consignan que en el territorio estudiado no hay establecida explotación alguna de minerales o rocas útiles, salvo los barreros y excavaciones donde se arrancan y tratan arcillas plásticas.

Por último, en el capítulo Bibliografía se citan los nombres y publicaciones de ilustres autores, cual Mallada, Hernández Pacheco, P. Palacios, Hernández Sampelayo, San Miguel de la Cámara, Royo Gómez y otros varios que han publicado estudios interesantes para conocimiento de este territorio y vecinos o semejantes comarcas de la cuenca terciaria del Duero.—A. DE ALVARADO y C. ORTI SERRANO.

Notas bibliográficas

## CRIADEROS

MACKAY, R. A. y BEER, K. E.: *The Albit-Riebeckite-Granites of Nigeria*. «Dep. of Scien. & Ind. Research. Geol. Sur. & Museum», 1952.

La importancia industrial de este trabajo radica en que los granitos estudiados de Nigeria se pueden considerar como una posible reserva de uranio y niobio. Los últimos años se hicieron estudios para aprovechamientos de uranio en formaciones sedimentarias con leyes de 100 a 200 g/T, y da la circunstancia que es del mismo orden el contenido en los granitos que nos ocupan; los problemas físicos de separación no son insuperables, y además contienen 2.600 g/T  $(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_5$ . Se describe el estudio radiactivo de las localidades de Kaffo Valley, Darowa, Kigom Hills y Teria, que completados con el químico conducen a la conclusión de que el único distrito interesante económicamente es el primero.—L. DE AZCONA.

DAVIDSON, C. F. and BOWIE, S. H. V.: *On thucholite and related hydrocarbon uraninitic complexes*. «Bull. of the Geol. Surv. of Great Brit.», No. 3, 1 a 19, 1951.

Hace tiempo se conoce la existencia de carburos radiactivos en los diques de pegmatita, denominados tucolita por los ingleses y carburano por los rusos, los cuales también se encontraron en Sierra Albarrana en los reconocimientos que efectuamos con Carbonell (A.). Estudian en este trabajo varios ejemplares y llegan a la conclusión de que el carburano no es un verdadero mineral, sino un complejo de uranio y carbono de origen hidrótermal, resultante de una condensación o polimerización de hidrocarburos fluidos efectuada por las radiaciones de los minerales de uranio.—L. DE AZCONA.

BEEBY THOMPSON, A.: *Pesquisas de petróleo en Portugal*. «Estudos, notas e trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro». Ministerio da Economia. Direcção Geral de Minas e Serviços Geologicos, vol. VII, fasc. 1-2, 1952.

Después de hacer mención de algunas tentativas realizadas para explotar rocas asfálticas consideradas ricas en materias bituminosas, pasa

el autor a estudiar la zona más interesante desde el punto de vista petrolífero, correspondiente a una faja mesozoica que se extiende al N. de Lisboa, en dirección NE. y que comprende las localidades de Torres Vedras, Monte Real, Canto d'Azeche, Arruda, Belas y el Algarve. De cada una de ellas hace una sucinta descripción geológica y estratigráfica, indicando las manifestaciones positivas sobre la existencia de petróleo. En algunas de ellas, sin embargo, en el domo de Arruda por ejemplo, a pesar de existir aquéllas no se observan vestigios de petróleo, aun cuando el autor cree que esto puede ser debido a la resistencia que los considerables estratos hacen a la salida o derrame del petróleo o gas que en este caso se encontraría a profundidad. Análogo hecho se registra en el domo de Belas y en el Algarve, que cita sin embargo por su interés geológico.

Las zonas petrolíferas corresponden a terrenos muy dislocados, ricos en fallas y a las que Choffat denomina estructuras «tifónicas» y de cuyo origen no existe una explicación satisfactoria. Parece, sin embargo, que estas áreas tifónicas tienen muchas semejanzas con las estructuras de los domos de sal, si bien los de Guilhim y Loulé en el Algarve presentan aspectos que no admiten una simple explicación, pues lo distantes que se encuentran de las áreas tifónicas conocidas no permiten asociarseles a los domos de sal tectónicos.

El petróleo reconocido en la región citada parece en su mayor parte provenir de una migración vertical o lateral por las líneas de fractura.

Finaliza relatando y comentando los resultados de la perforación, que por lo que a Torres Vedras se refiere, no son desfavorables para una primera tentativa.—JOSEFA MENÉNDEZ AMOR.

MARTINS DA SILVA, J.: *Considerações sobre depósitos de zinco do sul de Portugal*. «Estudos, notas e trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro». Ministerio da Economia. Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos, vol. VII, fasc. 1-2, 1952.

Solamente se conocen en el sur de Portugal dos distritos donde los minerales de cinc sean susceptibles de aprovechamiento industrial.

Uno de ellos es el de Santa Susana, cerca de Alcácer do Sal, donde el cinc aparece en forma de blenda que lleva algo de plata y oro, estando además acompañada de calcopirita, calcosina y galena.

El segundo yacimiento, situado en Sobral d'Adica, comprende dos grupos de minas, uno a 4 kms. y que es el mejor de todos los depósitos, y otro a 6 kms., de la cual no se ha comprobado aún el valor económico minero. El primer grupo comprende a su vez cinco minas situadas en el Arcaico-Precámbrico del Alentejo.

Las rocas predominantes son pizarras, cuarcitas y calizas, todas ellas afectadas por las acciones orogénicas que provocaron fracturas en la dirección NE.-SW. Los minerales que existen son hemimorfita, smitsonita

y un poco de descloicita, mezclados con óxidos de hierro hidratados en diferentes proporciones, arcilla y sílice, dando origen a cuatro tipos de mineral. Acompañan como ganga blenda, galena y pirita.

La ausencia de minerales de alta temperatura acentúa el carácter telmagmático de estos depósitos.—JOSEFA MENÉNDEZ AMOR.

JEANNET, A.: *Sur deux Echinides tertiaires de la Nouvelle-Calédonie*. «Bull. Soc. Geol. de France», 6.<sup>a</sup> serie, t. 1, fasc. 7, pág. 413, lám. XII. París, 1951 (abril 1952).

Por tratarse de Equínidos, siempre muy raros en esta región, el hallazgo de estas dos especies es una gran contribución a la fauna equinológica de la misma. Se trata del *Holcopneustes* (?) *Pomeyrolii* sp. nov. y del *Strongylocentrotus* sp.; de ambos da su autor amplias y detalladas descripciones, atribuyéndolos al Plioceno, si bien Mmm. Gubler los refiere al Burdigaliense superior.—JOSEFA MENÉNDEZ AMOR.

DAVIDSON, C. F. y ATKIN, D.: *On the occurrence of uranium in phosphate rock*. «Atomic Energy Division». Informe 124, 1952.

Recuerda el autor que Strutt (1908) puso en evidencia que la fosforita tiene un contenido en uranio superior al medio de la corteza terrestre, y son de todos bien conocidas las manifestaciones de la Comisión de Energía Atómica de los S. U. sobre obtención de uranio de la fosforita.

Enumera el autor los fosfatos de Africa del Norte, algunos de Marruecos, con 0,034 por 100 de U; los de los Estados Unidos de América, alguno de Florida dió el 0,15 por 100 de  $U_3O_8$ ; los del Océano Pacífico, Océano Indico y Mar Caribe, con un máximo en el segundo de 0,008 por 100 de  $U_3O_8$ ; los de las Islas Británicas, donde una muestra de fosfato del carbonífero de Ambergote, Derbyshire, dió 0,108 de  $U_3O_8$ , y varias de Europa, con máximos de 0,007 y mínimos 0,002 por 100 de  $U_3O_8$ , como los de Logrosán (Cáceres), en el que destacan que la muestra era pobre en fosfatos, lo que parece indicar que el contenido en uranio es mayor del normal, aunque dicen también que la muestra era de tamaño pequeño para un buen estudio. También considera los fosfatos de Nigeria, algunos con 0,011 por 100 de  $U_3O_8$ .

Efectúa un estudio de las turquesas, y entre ellas una de Arabia llega al 0,030 por 100 de  $U_3O_8$ . En los huesos fósiles la muestra que dió más contenido fué una de Carolina del Sur, con 0,190 por 100 de  $U_3O_8$ . De los apatitos figuran entre los más ricos los de Uganda (Detto), con 0,030 por 100.—L. DE AZCONA.

## CRISTALOGRAFIA

VICENTE MUEDRA, S. J. y BERMUDO MELÉNDEZ: *Autodidaxis cristalográfica*. Editorial Paraninfo. Madrid, publicada en 1951 (aunque no lleva impreso el año). Un volumen encartonado, 21 × 15 cm., XIX + 324 páginas, 209 figuras intercaladas en el texto, una lámina reproducción del grabado de Durero «Melancolía» y XIII cuadros.

Esta obra, de carácter completamente didáctico, está concebida y desarrollada para servir de iniciación a los estudios de Cristalografía geométrica, física y química y de la estructura de los cristales. La competencia de sus autores, Catedrático de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central el segundo, y del Colegio de Padres Jesuitas de Sarriá (Barcelona) el primero, son la máxima garantía de la excelencia de este libro, en el cual se conjugan la parte científica escrupulosamente expuesta dentro del carácter elemental que debe de tener con el desarrollo pedagógico que la experiencia de sus autores ha proyectado sobre sus páginas. Por esta razón resulta muy apropiada para los alumnos que inician sus conocimientos en la Ciencia de los cristales, con la extensión conveniente sin que exceda del grado de sencillez y claridad que se necesita para que los estudiantes abandonen el prejuicio de que la Cristalografía es una ciencia aburrida, difícil y antipática.

La profusión de figuras tan acertadamente escogidas y con el mayor cuidado dibujadas, ponen a la vista del lector lo que con dificultad se aprende sin la constante asistencia del profesor, resultando muy exacto el título de *Autodidaxis* que la obra lleva. Los cuadros completan, con su resumida exposición, las ideas que el estudiante adquiere en texto y figuras.

A pesar de la calidad del papel, las figuras resultan claras, a excepción de un número muy escaso de ellas.

Conforme a la división clásica de la Cristalografía, la obra se desarrolla en tres partes: una Cristalografía geométrica general precedida de una breve historia de esta Ciencia, una segunda parte que trata de la Cristalografía geométrica descriptiva y de una tercera parte que comprende la Cristalografía y Cristaloquímica, aquélla tratando más especialmente la Óptica cristalina que es la parte fundamental de la Física de los cristales por su aplicación a la Petrografía, y que los autores han compendiado admirablemente para reducir sus dimensiones sin detrimento de la claridad ni del contenido esencial. La segunda, la Cristaloquímica, expone las leyes de la misma y las estructuras más importantes, con ejemplos y figuras, enumerando las modalidades de la trama reticular en el extenso e importante grupo de los silicatos.

En la Cristalografía geométrica, con loable propósito, insisten, extendiéndose un poco, en facilitar la determinación de las simetrías restringidas; de las formas de los cristales con notaciones de caras y zonas y utilizan, dentro de la concisión que impone el carácter de la obra, las proyec-

ciones estereográficas, con una mediana claridad y esquemas muy bien elegidos.

En un apéndice que avalora aún más el mérito de la obra, se incluyen unas claves para el reconocimiento de las formas cristalinas simples por la configuración de sus caras, y de los sistemas cristalinos y ejes de simetría en toda clase de formas, simples o compuestas. Al final va una sucinta, pero bien escogida bibliografía general.

Creemos que la finalidad perseguida en el plan y exposición de esta obra será plenamente lograda por sus autores, y el principiante encontrará en ella un libro muy útil para su iniciación en el conocimiento de la Ciencia de los cristales.—GABRIEL MARTÍN CARDOSO.

## GEOFISICA

LANDES, JENNETH K.: *Nuestro globo se contrae*. «Bull. of the Geol. Soc. of Amer.», 63, núm. 3, 225-240, 1952.

Es un hecho que el globo se contrae, y entre las posibles causas que enuncian los autores figuran la solidificación de los pliegues sinclinales sobre un núcleo líquido, el enfriamiento continuo de la roca sólida y el aumento de la densidad debido a la acción de las presiones. Hacen un detenido estudio de los procesos de hundimiento, a los que admite como explicación de los climas glaciares y las grandes inundaciones, dice como consecuencia de estos fenómenos que son escasas las formaciones sedimentarias fosilíferas existentes sobre el nivel del mar, y regularmente separadas y totalmente insuficientes como testigos de la historia de la sedimentación y evolución de la tierra.—L. A.

HORNE, J. E. T.: *Notes on the Photoluminescence of Minerals*. «Bull. of the Geological Survey of Great Britain», No. 3, pag. 20 a 42, 1951.

Revisa los trabajos sobre fosforescencia desde el descubrimiento en 1602 por Vizenzo Cascariolo. Estudia el mecanismo de la luminiscencia y los efectos de las impurezas y la temperatura. Considera en detalle los dos grupos de minerales fosforescentes, el de los volframatos y molibdatos y el de los compuestos de uranio. En las aplicaciones geológicas se ocupa de la chelita, villenita, minerales de uranio, minerales de mercurio y circon y de la localización de los minerales luminiscentes. Recuerda la importancia que tiene para el prospecto de petróleos la fluorescencia de los crudos, bien directamente o por extracción con tetracloruro de carbono. Se ocupa de la fotografía de fósiles con luz ultravioleta y, por último, da una amplia lista de minerales luminiscentes y otra de minerales de uranio fluorescentes.—L. DE AZCONA.

ROTHÉ, J. P.: *La estructura de l'Atlantique*. «An. di Geof.», IV, 1, 27 a 125, 1951.

Trata el autor de la hipótesis que formuló en 1947 de que el Océano Atlántico está dividido en dos zonas: una occidental de carácter simático y otra oriental con estructura continental.

Considera la distribución de los hipocentros sísmicos, la forma de la costa, la prolongación de las unidades morfológicas africanas en el mar y el valor muy elevado de la velocidad de las ondas sísmicas superficiales propagándose bajo la parte occidental del Atlántico. Discute el estudio de P. Caloi y sus colaboradores y da nuevos argumentos a favor de esta hipótesis.—L. DE AZCONA.

## GEOLOGIA

HAMILTON, WARREN B.: *Precisión de los datos geológicos*. «Bull. of the Geol. Soc. of Ame.», LXIII, núm. 3, 323-24, 1952.

Continuamente se ve la necesidad del empleo de datos cuantitativos en Geología y la tendencia de algunos geólogos a la admisión de valores, a los que asignan más precisión que la correspondiente a las técnicas de medida. Los casos a que se refieren los autores son cada vez más frecuentes; en las mediciones de espesores estratigráficos detallados, la asignación de valores con precisión del orden de decímetros en las diferentes capas es fácil, pero no se puede creer que a la formación en conjunto se le dé una medida con error de decímetros, a no ser que se efectúe con buenos aparatos registradores, debido al error de cada asignación parcial y sus variaciones locales. En los análisis químicos y espectroquímicos es costumbre de algunos analistas dar varias cifras decimales, que son totalmente erróneas y que no tienen utilidad alguna para el geoquímico. Lo mismo se podría decir de los análisis granulométricos y en general de los de constantes físicas. Otro caso en que se muestran valores que al lector le parecen precisos, es en el paso de las unidades no métricas, propios únicamente de países atrasados o aislacionistas, a unidades métricas, como sería en el caso de una formación de una potencia aproximada de mil pies decir que tiene 305 m. Por ello es necesario imbuir en los geólogos un perfecto sentido de precisión en los datos experimentales y en los valores obtenidos.—L. A.

KULP, J. LAURENCE: *El origen de la hidrosfera*. «Bull. of the Geological Society of America», 62, 326 a 30, 1951

A las ideas revolucionarias de H. Brown (1949) y las recientes de W. W. Rubey sobre el origen interno de la hidrosfera se añaden las presentadas ahora por Kulp. Su hipótesis de que si el A<sup>40</sup> desprendido es un

índice de evasión acuosa, con calculos acertados puede servir para deducir el agua desprendida durante los tiempos geológicos y se demuestra que esta cantidad es del mismo orden de magnitud que la suma de cantidades de agua de la hidrosfera, atmósfera y corteza terrestre. Tatel (1950) y otros autores intentaron calcular la edad de la tierra por la cantidad de A<sup>40</sup> desprendida de la tierra y contenida en la atmósfera, donde es varios cientos de veces más abundante que en la tierra. Al suponer que el A<sup>40</sup> y el H<sub>2</sub>O (vapor) tienen un comportamiento similar en cuanto a su migración hacia la superficie terrestre; utilizar los valores más recientes para el K<sup>40</sup> generador del A<sup>40</sup>, el período del K<sup>40</sup> y el potasio contenido en el núcleo férreo del planeta, llega el autor a demostrar que las pérdidas totales de H<sub>2</sub>O y A<sup>40</sup> pueden ser del mismo orden de magnitud durante el transcurso de los 3.300 m. a.

La conclusión a que llega Kulp es que si los océanos se han formado desde el interior durante la época geológica, se deduce que las rocas metamórficas y graníticas en que se apoyan los continentes se han formado también de la misma manera gradualmente. Las pruebas de una hidrosfera derivada prestan apoyo adicional al origen sugerido por Bucher (1950), basado en que una corteza basáltica se ha ido alterando gradualmente en relación a sus regiones débiles y actividad orogénica, ya que en dicho caso ha existido todo el material necesario para la transformación de la corteza.—L. A.

## GEOQUIMICA

WARREN, HARRY V., DELAVault, ROBERT E. y IRISCH, RUTH I.: *Investigaciones biogeoquímicas en el noroeste del Pacífico*. «Bull. of the Geol. Soc. of Amer.», 63, núm. 5, 435-484, 1952.

Los autores han tabulado los datos de contenidos normales y anormales de cobre y cinc, en los diversos cuerpos orgánicos de diferentes épocas, principalmente los árboles más comunes y las plantas menores del noroeste del Pacífico con el fin de utilizarlas de indicadores de los posibles enterramientos de cobre y cinc.—L. A.

## ESTRATIGRAFIA

MOORE, RAYMON. C.: *Stratigraphical viewpoints in measurement of geologic time*. «Trans. of the Amer. Geoph. Union», XXXIII, 150 a 156, 1952.

Para la medida del tiempo geológico es necesaria una coordinación de las investigaciones físicas y químicas y relacionar los espesores estratigráficos con los valores deducidos por radiactividad para poder establecer

consecuencias geocronológicas. Para que una medición tenga interés es necesario que al mineral o roca correspondiente, se le sitúe perfectamente su formación en la sucesión geológica. Los métodos estratigráficos de fijación de edades son aplicables desde el precambriano a las rocas modernas, y según el autor sólo por medio de los fósiles se puede establecer la correlación de las formaciones con una precisión adecuada. Se ocupa de las técnicas basadas en la sedimentación, paleontología, paleogeografía y diastrofia. Da una gráfica de escalas geológicas, donde acopla las de Holmes (1945), Marble (1950) y las dos de Schuchert (1931).—L. DE AZCONA.

TUZO WILSON, J.: *Some considerations regarding geochronology with special reference to precambrian time.* «Trans. of the Amer. Geoph. Un.», XXXIII, 195 a 203, 1952.

Las recientes valoraciones de edades de algunas rocas precambrianas del Canadá, sugieren que ciertas rocas de tipo Proteozoico tienen edad mucho mayor que las de tipo Algonquino, Arqueozoico o Arcaico. Se ha notado recientemente que el Shield aparece dividido en dos porciones de rocas arcaicas, estructural y petrológicamente diferentes, las que pueden ser raíces de montañas de diferentes edades. Se sugiere que cada una de estas provincias tuvieron actividad durante periodos diferentes, que aproximadamente pueden ser fechados.—L. DE AZCONA.

#### NUCLEONICA

JAMES, R. A., GHIORSO, A. y ORTH, D.: *L-Electron Capture and Alpha-Decay in  $N_p^{235}$ .* «Phys. Rev.», LXXXV, 369 y 70, 1952.

Hacen los autores un nuevo estudio sobre la desintegración del  $N_p^{235}$

Desintegración	%	Periodo
$\alpha$	0.0005	$2 \times 10^4$ a
Captura K	< 10	> 12 a
Captura L	> 90	< 450 d
Total	100	410 d

ROTHÉ, J. P. y PETERSCHMITT, E.: *La Radioactivité des Vosges Hercyniennes.* C. R. A. C., 1.610 a 12, 1952.

Del estudio general de la zona, establecen que en estaciones distantes varios kilómetros sin salirse del macizo petrográfico, las valoraciones son muy parecidas, pero cuando hay un cambio brusco de roca, los valores obtenidos varían en unos metros una cantidad importante. Comparan la ra-

diactividad con el contenido en  $K_2O$  y se ve un aumento de aquélla con éste como es natural, y es del orden de un 1 por 100 de  $K_2O$  contenido en la roca. Parece confirmarse la ley de Evans (1935), que liga el contenido en potasio con la de otros elementos radiactivos.—L. DE AZCONA.

SEABORG, GLEEN T.: *Some Comments on the Mechanism of Fission.* «Phys. Rev.», LXXXV, 157 y 58, 1952.

Hace un estudio de la relación  $Z^2/A$  de las excisiones espontáneas conocidas, las que por la gráfica construida están íntimamente relacionadas con el período. De los razonamientos que expone llega a la conclusión de ser posible la predicción aproximada, al menos para núclidos par-par, de la excisión espontánea de núclidos no descubiertos, lo que permite la ejecución de experimentos adecuados para su detección.—L. DE AZCONA.

JENKS, G. H. y SWETEN, F. H.: *Calorimetric determination of the relation ship between the half-life and average, beta-energy of  $C^{14}$ .* «Phys. Rev.», LXXXIV, 803 y 4, 1952.

Los autores hicieron mediciones del calor generado en una muestra con cantidades apreciables de  $C^{14}$ . Para el  $C^{14}$  puro la energía manifestada por mol es  $1.72 \times 10^{-2}$  W  $\pm$  1.4 %. El producto de la constante de desintegración y de la energía beta media es computada como  $1.79 \times 10^{-10}$  KeV/desin. seg. Por lo tanto, si la energía es 49.0 KeV, el período es 6.030 a., y para un período de 5.500 a. se necesita una energía de 45 KeV.—L. DE AZCONA.

BEGEMANN, F., BUTTLAR, H. V., HONTERMANS, F. G., ISAAC, N. y PICCIOTTO, E.: *Application de la méthode du RaD a la mesure de l'age «chimique» d'un minerai d'uranium.* «Bull. du. Cen. de Phys. Nuc. de L'Univ Lib de Brux.», No. 37, agosto de 1952.

La medida de una edad se puede hacer por la relación de un elemento activo que reúna determinadas condiciones de una serie larga con el final de las serie; los autores emplean el RaD de actividad  $\beta$  y período 22 a, y como final el plomo total del ejemplar siempre que esté en equilibrio radiactivo; para ello sólo utilizan una pequeña porción de muestra. Esta técnica la aplicaron a la pezblenda de Shinkolobwe. La medida directa del RaD<sup>210</sup> es difícil por su energía débil (0,025 MeV)<sub>2</sub>, pero se puede efectuar por la  $\beta$  del RaE<sup>210</sup> (1,17 MeV) o por la  $\alpha$  del RaF<sup>210</sup>. Con la técnica descrita no necesitan valorar el plomo; basta separar una fracción y operar sobre ella, que puede ser de 0,5 mg., que corresponde a 5 mg. de



una plezblenda de 700 ma. Se evitan las valoraciones del plomo y uranio y efectúa las determinaciones con una rapidez grande. La sensibilidad del método sólo está limitada por la determinación del plomo; las técnicas actuales permiten medir de 1 a 10 mg. de plomo, con lo que se facilita la valoración de edades geológicas en inclusiones radiactivas de rocas ordinarias.—L. DE AZCONA.

BOWIE, S. H. V.: *Autradiographic techniques in geological research*. «Bull. of the Geol. Sur. of G. B.». No. 3, 58 a 71, 1951.

Estudia los diferentes tipos de emulsiones y sus características, la autorradiografía con particular alfa y beta, la exposición y cámaras, el examen e interpretación de las impresiones, así como la medición cuantitativa de la radiactividad, con lo que llega a la conclusión de ser uno de los métodos más precisos y rápidos para localizar los constituyentes radiactivos de los agregados minerales, que las emulsiones alfa son aptas para localizar el uranio y el torio y las betas para el potasio, estudio de la distribución y paragénesis de los minerales.—L. DE AZCONA.

HÉE, A., KLEIBER, FLESCHE y JAROVY: *Centres Radioactifs et aimantation de deux roches*. «Ann. de Geophysique», tom. 7, 245 a 253, 1951.

Se examinan en esta memoria los resultados obtenidos en el estudio por métodos fotográficos de la radiactividad de la rhyolita de Roskopf y del granito de Raon-l'Étape. Dan los autores observaciones concernientes a la localización de átomos activos en varios elementos y en particular de los compuestos de hierro y sobre el coeficiente de imanación de las dos rocas estudiadas.—L. DE AZCONA.

AHRENS, L. H.: *The oldest rocks*. «Trans. A. G. U.», V. 33, 193 a 195, 1952.

Las mayores edades geológicas valoradas son del orden de 2.000 m. a., correspondientes a tres áreas de pegmatitas, que son: Southeastern Manitoba (Canadian Shield), Southern Rhodesia (Southern African Shield) y Varuträsk, Sweden (Baltic Shield). De la misma edad o algo posteriores parecen ser las pegmatitas del Norte de Karelia. Estas edades fueron valoradas por los métodos del estroncio y del plomo. Al final llega a la conclusión de que, salvo algunos errores de constantes, valoraciones analíticas, etc., el límite máximo de edad puede considerarse como 2.200 m. a. L. DE AZCONA.

MC CRADY, EDWARD: *The use of lead isotope ratios in estimating the age of the earth*. «Trans. of the Am. Geophys. Un. XXXIII, 156 a 170, 1952.

Con los valores de Nier de la composición isotópica de los plomos, se han hecho varias tentativas para calcular la edad de la tierra. A partir de estos datos, y por métodos estadísticos, se ha determinado la edad, pero en todas las ocasiones con el defecto común de suponer conocida con precisión razonable la edad en años de uno o más de los minerales, recurriendo a sus asociaciones geológicas. Sostiene el autor que la edad de las rocas encajantes no tiene correlación con la edad del mineral, la cual debe ser la de separación del magma y no la de su emplazamiento. Propone un método para determinar en años la edad de los granitos a partir del momento actual, así como de la corteza terrestre original. Por consideraciones de las composiciones isotópicas de los plomos, deduce por el método de mínimos cuadrados para edad máxima de la materia  $5.07 \times 10^3$  ma. Razona que la edad real es menor que ésta.

El hecho de que las ecuaciones de mínimos cuadrados, suponiendo la desintegración alfa como la única causa de cambio en las relaciones isotópicas de uranio y plomo en el pasado, pueda ser extrapolado de la actual relación  $U^{235}/U^{238}$  con un multiplicador de Lagrange no significativo diferente de cero, es interpretado como que los otros procesos diferentes de la emisión alfa son de poca importancia (tales como escisión natural, selectividad isotópica en la formación de los cristales, pérdida de radón), o sea, que su existencia en el cambio de composición de los minerales es despreciable para el resultado de los cálculos.

A estos razonamientos se tiene que hacer la observación de que el autor considera como edad de la materia la de formación del  $U^{235}$  y que el razonamiento para la deducción del límite máximo tiene algunos puntos que necesitan revisión.—L. DE AZCONA.

HURLEY, M. PARTRICK: *Alpha ionization damage as a cause of low helium ratios*. «Trans. of the Am. Geophys. Un.», XXXIII, 174 a 183, 1952.

Ha investigado la posibilidad del desprendimiento de helio de los cristales minerales por la acción de una ionización intensa con partículas alfa. El desprendimiento del helio del circon y esfeno ha sido nulo para casos de pequeños bombardeos alfa y aumentado progresivamente hasta la pérdida de casi todo el helio cuando sufrieron un bombardeo de  $10^{-16}$  a/mg. En los circones de los granitos donde la acción de la actividad alfa pudo ser importante, parece ser una de las causas principales de la pérdida de helio. La relación entre la pérdida de helio y número de partículas por miligramo fué estudiada para el circon y esfeno para utilizarlo en una

medida aproximada de la edad del mineral. Han trazado curvas teóricas que representan el proceso y permiten valorar la edad de muestras sometidas a una acción intensa de las partículas alfa.—L. DE AZCONA.

MULHOLLAND, G. I. y KOHMAN, T. P.: *Natural Radioactivity of Lanthanum 138*. «Phys. Rev.», LXXXVII, 681-2, 1952.

La investigación tenía por objeto descubrir el escaso  $\text{La}^{138}$  (0,089 %), así como la radiactividad gamma natural de este núcleo.

Calculan una captura electrónica parcial con  $7 \times 10^{10}$  a. como período y una emisión parcial  $\beta$  de  $1.2 \times 10^{12}$  a.

La energía máxima del  $\text{La}^{108}$  es de  $1.0 \pm 0,2$  MeV.—L. DE AZCONA.

KULP, J. LAURENCE, TRYON, LANSING, E. y FEELY, HERBER W.: *Techniques of natural carbon-14 determination*. «Trans. of the Am. Geophys. Un.», XXXIII, 183 a 192, 1952.

Describen las técnicas usadas en el «Lamont Geological Observatory» para la preparación y medida del  $\text{C}^{14}$  en ejemplares naturales de carbón. Comienzan preparando el bióxido de carbono puro por incineración o hidrólisis, la reducción con magnesio caliente y la extracción de todos los elementos del producto separado menos el carbono. El rendimiento es generalmente del 90 por 100 del carbono de la muestra con un contenido en cenizas del orden del 1 por 100.

Describe y da al diagrama de extracción del  $\text{C}^{14}$  y del contador con detalles de la operación y esquema del montaje en oposición, y dicen que con tres días de computación se pueden medir edades en muestras de madera de 25.000 a. y de cortezas de 30.000 a. Tienen en estudio la aplicación de este método cuantitativo de valoraciones de edades a varios ejemplares de interés geológico.—L. DE AZCONA.

ROBERTS, FRANK H. H.: *Carbon-14 dates and archeology*. «Trans. of the Am. Geophys. Un.», XXXIII, 170 a 174, 1952.

Los métodos de determinación de edades por el  $\text{C}^{14}$  han suministrado a la arqueología una técnica que ayuda enormemente para situar las muestras en su posición cronológica. Aunque en algunas ocasiones existen dispersiones grandes en los valores deducidos, sin embargo éstas proporcionan una aportación considerable a la arqueocronología.

Con materiales de procedencia diversa han demostrado la ocupación humana del Nuevo Mundo, por lo menos hace diez mil años. En los valores deducidos existen varios de ocho mil quinientos años, ocho mil años y alrededor de siete mil años, y muchos de cinco mil a cuatro mil años. Es-

tos escalonamientos de varios siglos pueden ser debidos a alternativas de ocupación y emigración. Con las mediciones se puede decir que los mil quinientos años se caracterizaron por el comienzo de un marcado aumento de la población, que continúa hasta la llegada de los españoles.—L. DE AZCONA.

GHIORSO, A., HIGGINS, G. H., LARSH, A. E., SEABORG, G. T. y THOMPSON, S. G.: *Spontaneous Fission of  $\text{U}^{234}$ ,  $\text{Pu}^{238}$ ,  $\text{Cm}^{240}$  and  $\text{Cm}^{244}$* . «Phys. Rev.», LXXXVII, 1.630-4, 1952.

Las escisiones espontáneas son:

Núcleo	Escisiones g/h	Período en años
$\text{U}^{234}$	$13 \pm 6$	$(2 \pm 1) \times 10^{16}$
$\text{Pu}^{238}$	$(5.8 \pm 2) \times 10^7$	$(3.5 \pm 1) \times 10^9$
$\text{Cm}^{240}$	$(1.0 \pm 0.2) \times 10^{11}$	$(1.9 \pm 0.4) \times 10^6$
$\text{Cm}^{244}$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{10}$	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^7$

Representa en una gráfica las ordenadas el período en años y las abscisas la relación  $Z^2/A$  de diez núcleos impar-impar, dándose la circunstancia de ser una recta, que para valores instantáneos de  $10^{-20}$  s., corresponde una relación  $Z^2/A$  de 47.

Manifiestan que sus observaciones están de acuerdo con las de autores anteriores.

KIENBERGER, C. A.: *The Specific Alpha Activity of  $\text{U}^{234}$* . «Phys. Rev.», LXXXVII, 520, 1952.

Con nuevas técnicas se han conseguido cantidades importantes de un óxido de uranio de pureza superior al 99.95 por 100, según determinaciones espectrales, conteniendo  $94.70 \mp 0.08$  por 100 de  $\text{U}^{234}$ ,  $4.02 \mp 0.03$  por 100 de  $\text{U}^{235}$  y  $1.28 \mp 0.03$  por 100 de  $\text{U}^{238}$  en peso del metal. Después de efectuadas las correcciones oportunas, dió el contador para el  $\text{U}^{234}$  la cantidad de  $(0.6457 \mp 0.0013) \times 10^7$  impulsos por minuto y miligramo, o sea, que la actividad alfa específica es de  $(1.347 \mp 0.004) \times 10^7$  desintegraciones y el período calculado  $(2.520 \mp 0.008) \times 10^5$  a.—L. DE AZCONA.

PEARCE, R. M. and DARBY, E. K.: *Double beta-decay of  $\text{Sn}^{124}$* . «Physics Rev.», LXXXIV, 1.049-1.050, 1952.

El período determinado por Fireman (1949) es  $0.4 \times 10^{16}$  a., y Kalkstein (1951) y Libby (1952) dan  $> 2 \times 10^{17}$  en caso de que exista. El es

tudio hecho ahora conduce, como los dos últimos, a un resultado negativo, con las condiciones operatorias el límite mínimo del periodo caso de existir es de  $0.3$  a  $0.6 \times 10^{17}$  a.

La importancia de la doble actividad beta del  $\text{Sn}^{124}$ , es grande; caso de confirmarse puede servir de índice por comparación con el  $\text{Te}^{124}$ , para deducir el momento de formación de los átomos del estaño.—L. DE AZCONA.

MACGREGOR, M. H. and WIEDENBECK, M. L.: *The Decay of Rubidium*<sup>87</sup>. «Phys. Rev.», 420, LXXXVI, 1 may 1952.

Las investigaciones conducen a que la desintegración del  $\text{Rb}^{87}$  es beta simple con período  $(6,20 \pm 0,3) \times 10^{10}$  a.—L. DE A.

SEGRÉ, EMILIO: *Spontaneous Fission*. «Phys. Rev.», 21 a 28, LXXXVI, 1 april 1952.

Después del descubrimiento por Libby (1939) y Petrzhak y Flerov (1940) de la escisión natural del uranio, se efectuaron múltiples investigaciones en este campo, principalmente en Los Alamos, los cuales se recopilan en el trabajo reseñado.

Los límites superiores de las escisiones espontáneas encontradas por g. y seg. son las siguientes:

Elemento	A	$\lambda$ e/ g. seg.
Ra	226	< 0,6
Th	230	< $0,3 \times 10^{-4}$
Th	232	$4,2 \times 10^{-5}$
Pa	231	$5 \times 10^{-3}$
U	232	16
U	233	< $2 \times 10^{-4}$
U	234	< $9 \times 10^{-3}$
U	235	$3,0 \times 10^{-4}$
U	238	$6,90 \times 10^{-3}$
Np	237	$\leq 1,4 \times 10^{-3}$
Np	239	< 11
Pu	238	$2,14 \times 10^{-3}$
Pu	239	$1,0 \times 10^{-2}$
95	241	46

De estos valores se puede deducir el período por la fórmula  $T = 1,32 \times 10^{16}/\lambda cA$ , donde A es la masa atómica.

Trata también de la emisión neutrónica natural de la escisión espontánea y dice que el uranio ordinario emite  $1,5 \times 10^{-2}$  n/gs.—L. DE A.

## PALEONTOLOGIA

BOUREAU, E.: *Sur un nouveau «Medullosa» du Stephanien de Rive-de-Gier*. «Bull. Soc. Geol. de France», 6.<sup>a</sup> serie, t. 1, fasc. 7, pág. 419, láms. XIII y XIV. París, 1951 (abril 1952).

Este trabajo fué motivado por la observación de dos preparaciones de la colección Renault, que figuraban con el nombre de *Heterangium geriense*. Ya D. H. Scott comprobó que no se trataba de tal género, sino de una *Medullosa*, pero de ella no hizo descripción ni dibujo. Tal estudio es el que acomete el Dr. Bureau, acompañándolo además de una comparación con algunas de las especies actualmente conocidas.

Dentro del género *Medullosa*, la especie estudiada corresponde al subgénero *Anglorota* Schpf., siendo la más reciente conocida de este grupo.

El estudio anatómico de la misma se hace en corte transversal y longitudinal, comprendiéndose en el primero de ellos el de la vaina peridérmica interna, el del leño primario y secundario, el de las raíces en estado joven y adulto, el de las trazas foliares y el de las glándulas secretoras.

Después de señalar sus afinidades con otras especies, concluye con la diagnosis propia, ya que de las once que comprende el género difiere de todas ellas por su gran tamaño.—JOSEFA MENÉNDEZ AMOR.

GLACON, J. y MONGIN, O.: *Nouvelles observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Crétacé des Monts du Hodna (Algérie)*. «Bull. Soc. Geol. de France», 6.<sup>a</sup> serie, t. 1, fasc. 7, pág. 425, lám. XV. París, 1951 (abril 1952).

Tras un breve estudio estratigráfico de la serie cretácea de los macizos del Djbel Sekrine, Fournal y Hadjar el Abiod, en la región de Ampère, que va del Valanginiense al Turonense, se acomete el de una fauna muy interesante de Lamelibranquios, por su rareza y variaciones principalmente.

Las especies que se estudian y que no habían sido señaladas aún son el *Arca* (*Barbatia*) *cymodoce* Coq., *Pedalion* cf. *germani* (Pictet et Campiche), *Plicatula multiplicata* von Koenen, *Plicatula radiola* Lk., *Trigonia migliorinii* Tavain, *Trigonia* sp. y *Pholadomya picteti* Meyer-Eymar.

De todas ellas se hace su correspondiente diagnosis, señalándose además sus relaciones y diferencias con especies afines, así como los yacimientos en que fueron recogidas. Se dedica una especial atención a la *Plicatula radiola* Lk., y de sus variaciones; de su estudio biométrico, hecho en 120 ejemplares, se ha deducido su evolución comprobando la existencia de cinco variedades y mutaciones, de las cuales una es nueva. Se consiguan los caracteres específicos constantes y los variables observados en una y otra valva.

Todo ello demuestra que durante el Aptiense aparece una *Plicatula* (*P. orbigny*) que es considerada como la «mutación ascendente» de la especie; durante el Albiense evoluciona aumentando su tamaño, multiplicando regularmente sus costillas y haciéndose más numerosas sus escamas en la valva derecha y más escasas en la izquierda. Esta forma corresponde a la *P. radiola* s. s., que durante la misma época da una variedad lateral cuyas formas extremas constituyen la variedad *gurgitis*, con mayor número de costillas. Otra variedad lateral, determinada por condiciones ecológicas, es la *lamellosa*, en la que se produce un gran desarrollo de sus estrías de crecimiento. En el Cenomanense la *P. radiola* se hace más convexa originando la variedad *inflata*, mientras que la *P. orbigny* origina una rama descendente sin evolución, que es la *P. cotteani* Peron.—JOSEFA MENÉNDEZ AMOR.

## PETROGRAFIA

BEER, K. E.: *The Petrography of some of the Riebeckite-Granites of Nigeria*. «Dep. of Scien. & Ind. Geol. Survey & Museum», 1952.

Se describe la petrografía de los granitos de riebeckita del norte de Nigeria, que tienen gran interés porque ciertas modificaciones son ricas en pirocloro y forman una importante reserva de uranio y niobio. El autor resume los conocimientos de la mineralogía y distribución de estas rocas, y da una aportación petrográfica interesante. Los minerales raros contenidos en estas intrusiones sódicas son criolita, circón, topacio, torita y circunstancialmente tounsenolita. Tipos de rocas similares, en apariencia de la misma provincia petrográfica, fueron descritas en el Sudán francés y comparadas con las análogas de América y Madagascar.—L. DE AZCONA.

GUIMERÃES, D.J.: *Encore a propos de la Génese des Orthopyroxenes («Más aún sobre la génesis de los ortopiroxenos»)*. Inst. Tec. Indust. Avulso, núm. 11, 20 págs., 5 figs, 3 microfots, Belo Horizonte (Minas Gerais), 1952.

El autor, que ha publicado ya varias notas sobre este tema, algunas de las cuales hemos reseñado en esta publicación, vuelve sobre la cuestión con nuevos datos y observaciones.

El estudio cristalogenético de los piroxenos rómbicos presenta grandes dificultades y por ello, aunque se ha escrito bastante sobre él, conviene insistir sobre la discusión del problema, ya que su resolución abre posibilidades de abordar y resolver otros problemas petrogenéticos.

En 1929, al estudiar el autor las rocas basálticas del Alto Río Branco, en el Estado de Amazonas, reconoció que la transformación del piroxeno monoclinico en piroxeno rómbico es un fenómeno magmático. En 1930,

estudiando las rocas de la provincia magmática de Roroimma, trató de dar una interpretación físico-química del fenómeno. Varios trabajos posteriores del autor y de otros petrógrafos se han ido sucediendo y el actual tiene por objeto principal fijar las ideas por medio de una revisión de las observaciones, para poder comprobar si existen errores en las interpretaciones anteriores.

En el folleto se abordan las siguientes cuestiones:

I. Hiperstenización, de cuyo estudio llega a las cuatro conclusiones siguientes sobre la transformación del piroxeno monoclinico en rómbico.

Se puede esquematizar la transformación de clino en orthopiroxeno de la manera siguiente:

1. Pigeonitización visible o imperceptible.

2. Substitución iónica del calcio por  $Fe^{2+} + Mg^{2+}$  sin cambio inmediato de dirección de elasticidad óptica, pero con remplazamiento de Z por X; después Z toma la dirección del eje b, cuando la eliminación del calcio es casi completa. Finalmente, el elipsoide de elasticidad óptica gira alrededor de Z hasta que X se hace paralelo a (001) del clinopiroxeno.

3. Durante la recristalización del piroxeno rómbico, que conserva aún una extinción oblicua, el ángulo de los ejes ópticos varía de algunos grados por debajo de 40° a su valor definitivo, de acuerdo con la composición final del ortopiroxeno.

4. La cara (001) del piroxeno monoclinico se convierte en (010) del piroxeno rómbico; la cara (010) del primero se convierte en (001) del segundo y (100) de piroxeno monoclinico se conserva como (100) del piroxeno rómbico.

II. Variación de la proporción de calcio en los piroxenos monoclinicos.

III. Microestructuras.

IV. Discusión.—M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.

## QUIMICA MINERAL

HARVEY, C. O.: *The chemical determination of Uranium, with special reference to its occurrence as a minor constituent of minerals and rocks*. «Bull. of the Geological Survey of Britain», No. 3, pag. 43 a 57, 1951.

En esta comunicación se da cuenta de la aportación del Geological Survey and Museum al estudio de los métodos para valoración de uranio en minerales y rocas. Considera los métodos del ferrocianuro potásico y del peróxido de hidrógeno, así como la extracción del nitrato de uranilo por el éter etílico y el tratamiento por cupferrón. La técnica propuesta como definitiva es: descomposición de la sustancia mineral, extracción por éter del nitrato de uranilo, purificación por tratamiento de cupferrón y determinación absorciométrica como peruranato. Trata después de los análisis de los materiales síliceos, fosfatos con tierras raras (monacitas).

Indica los métodos adecuados para la determinación de uranio en carbonatos, fosfatos no ricos en tierras raras, sulfuros, vanadatos, tantaloniobatos y, en general, en todos los minerales.—L. DE AZCONA.

CONWAY, J. G. y MOORE, M. F.: *Spectrographic Analysis of Radioactive Materials*. «Anal. Chem.», XXIV, 463 y 64, 1952.

Los dos peligros de análisis de muestras de radiactividad alfa son: el riesgo del operador y la posible contaminación de los aparatos. Para evitar ambas, principalmente con las muestras de los transuránidos, han ideado los autores una cámara, en la que se pueden excitar las muestras por arco y chispa sin peligro alguno para el operador ni contaminación del laboratorio.—L. DE AZCONA.

#### TECTONICA

FOURMARIER, P.: *Aperçu sur les déformations intimes des roches en terrains plissés*. «Ann. Soc. Geol. de Belgique», t. LXXV, pág. 181-194, 3 figs., 2 láms. Lieja, 1952.

El autor, que hace muchos años se consagra principalmente al estudio de las diaclasas de las rocas sedimentarias y muy especialmente de su esquistosidad, condensa y completa en este trabajo las nociones y datos ya expuestos en notas anteriores; en él se toman los caracteres de la esquistosidad propiamente dicha en relación con los esfuerzos geodinámicos, la carga estática y el movimiento diferencial de los bancos; el estiramiento considerable de los niveles esquistosos conduce a una disposición que el autor ha propuesto llamar pseudo-foliación; el microplegamiento es característico de una zona intermedia entre la de esquistosidad y la de foliación. Demuestra que a causa de un cambio en las condiciones de equilibrio de las rocas afectadas por foliación se pueden esfoliar y entonces está la noción de retroesquistosidad en relación con el retromorfismo.—M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.

FOURMARIER, P.: *Efforts verticaux et efforts tangentiales dans l'évolution de la croûte superficielle du Globe*. («Esfuerzos verticales y esfuerzos tangentiales en la evolución de la costra superficial del Globo terrestre»). «Bull. "Ciel et Terre" Soc. Belge Astr.\* Met.\* wt Phys.\* du Globe», t. LVII, julio-agosto. Bruselas, 1951, 25 págs., 10 figs.

Estudia el autor los diversos tipos de deformaciones en tiempos geológicos y actuales, discutiendo los diversos casos y causas. Del estudio se deducen las siguientes conclusiones:

La costra terrestre se ha ido constantemente deformando en el transcurso de los tiempos geológicos y sigue deformándose actualmente.

Las deformaciones son de varios tipos: zonas plegadas, áreas de hundimiento, fosas tectónicas. Aunque espectaculares las primeras afectan a un tonelaje mucho menor que las otras.

Estas deformaciones son la consecuencia de la aplicación de fuerzas que, unas rompen el equilibrio, otras tienden a restablecerle; unas son propias de la Tierra, otras tienen un origen exterior al planeta. El desequilibrio se facilita aún por la heterogeneidad de la constitución de la costra.

Pueden considerarse dos modos extremos de intervención de las fuerzas: tangenciales u horizontales y radiales o verticales. Se han dado argumentos para establecer el predominio de los esfuerzos verticales en la mayoría de los casos, sin querer renunciar sin embargo a admitir la intervención de fuerzas tangenciales o esfuerzos horizontales en ciertos casos. A este fin, el autor pasa revista rápidamente a los principales conceptos tectogénicos; disminución del núcleo con las diversas concepciones emitidas: corrientes subcorticales, deriva, teoría de la sucesión, tectónica de corrimiento por gravedad.

Los esfuerzos verticales desempeñan papel fundamental en las deformaciones de la costra terrestre; los tangenciales deben tomarse en consideración como casos particulares.—M. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA.



## INDICE

	PÁGS.
Matalanita. Nueva roca volcánica encontrada en Villanueva del Fresno (Badajoz), por ANTONIO BASELGA RECARTE ... ..	3
Notas para el estudio de la metalogenia extremeña. Los yacimientos wolframo-estanníferos de la Extremadura central, por ENRIQUE RAMÍREZ Y RAMÍREZ ... ..	17
El diapiro de Murguía (Alava) y Comentarios al «flysch de bolas» cenomanense de la misma región, por JOSÉ MARÍA RÍOS ... ..	49
Nota sobre un nuevo yacimiento de «mastodon longirostris», Kaup, por LUIS BADILLO ... ..	89
La presencia del Félido <i>Pseudaelurus tournauensis</i> (Hoernes) en el Mioceno de Hostalets de Pierola y Sabadell (Vallés-Penedés), por M. CRUSAFONT PAIRÓ ... ..	95
Rectificación a la serie estratigráfica de las Sierras de Turp y Aubens en el Valle del Segre (Provincia de Lérida), por JOSÉ MARÍA RÍOS ... ..	111
Algunas plantas fósiles permianas de la provincia de Lérida, por JOSEFA MENÉNDEZ AMOR ... ..	117
Yacimiento fosilífero cambriano de Montuerto (León), por A. ALMELA y J. DE LA REVILLA ... ..	125
Accidentado descubrimiento y salvamento de un nuevo horizonte de hidrocarburos en Lacq (Francia), por JOSÉ CANTOS FIGUEROLA ... ..	133
La clasificación de los esquistos cristalinos según Jung y Roques y los problemas del metamorfismo regional, por E. TORRE ENCISO ... ..	141
Noticias ... ..	177
Notas informativas ... ..	189
Notas bibliográficas ... ..	199
Criaderos ... ..	201
Cristalografía ... ..	204
Geofísica ... ..	205
Geología ... ..	206
Geoquímica ... ..	207
Estratigrafía ... ..	207
Nucleónica ... ..	208
Paleontología ... ..	215
Petrografía ... ..	216
Química mineral ... ..	217
Tectónica ... ..	218