

8 DE CADA 10 CROMATOGRAFOS
8 DE CADA 10 ESPECTROFOTOMETROS { infrarrojos ó ultravioleta visible
9 DE CADA 10 ESPECTROFOTOMETROS de absorción atómica
8 DE CADA 10 REGISTRADORES para laboratorio

VENDIDOS EL PASADO AÑO FUERON
PERKIN-ELMER

**RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PRESTIGIO DE UNA MARCA
 DEDICADA PLENAMENTE A LA INVESTIGACION
 PARA EL AVANCE CIENTIFICO E INDUSTRIAL**

Al adquirir cualquiera de nuestros equipos, Vd. recibe, los siguientes servicios:

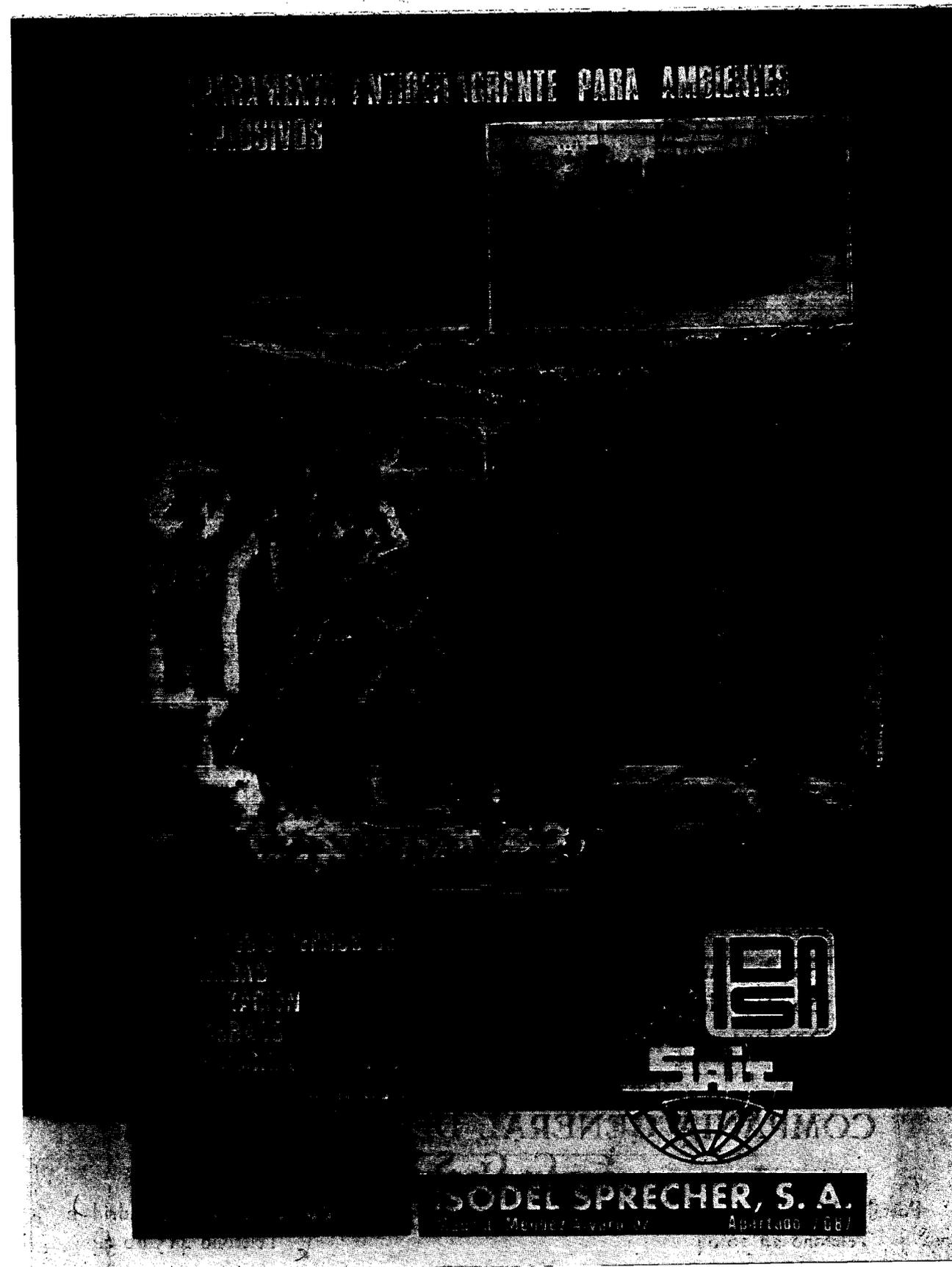
- Asistencia técnica
- Servicio y mantenimiento eficaces
- Autodespacho de mercancías
- Centro de entrenamiento en Madrid con gastos de desplazamiento sufragados por nuestra Organización
- Suministro y consulta de bibliografía técnica
- Formación de instrumentistas de su propia empresa
- Contrato de revisión.

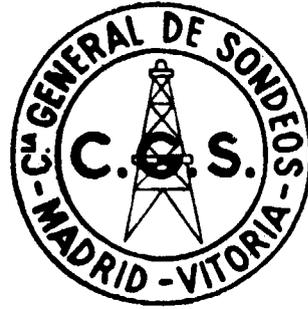
PERKIN-ELMER HISPANIA

MADRID
 Av. Generalísimo, 71 - A
 Tel.: 2 70 24 07

BARCELONA
 Sicilia, 105 - 2.º
 Tel.: 2 26 33 37

LISBOA
 Av. Liberdade, 220
 Tel.: 56 21 81





COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras etc.

INTERPRETA:

Diagrafías eléctricas y radioactivas
Ensayos de bombeo en pozos de agua
Estudios geofísicos

REALIZA:

Sondeos para investigación petrolífera hasta 6.000 m. de profundidad
Sondeos para alumbramiento de aguas subterráneas hasta 750 mm. de diámetro
Sondeos mineros de reconocimiento en general
Sondeos de eliminación de productos residuales en la industria
Sondeos para obras civiles

==== IIIII =====
**COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS S. A.
C. G. S.**

Portal de Castilla, 66 Vitoria
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5 Madrid - 2
Teléfono 415 60 54



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S.A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

- Coronas y demás útiles de diamante para sondeos y perforaciones.
- Equipos y material de sondeos «Longyear», sondas, bombas, accesorios.
- Equipos de toma de testigos sistema «Wire Line», de «Longyear».
- Triconos y demás útiles de sondeo «Security», triconos de aire para grandes voladuras. Perforadoras de tiro hacia arriba, grandes diámetros.
- Útiles para perforación a percusión «Hard Metals», bocas de acoplamiento cónicos y roscadas, bocas para martillos de fondo, etc.
- Toda clase de equipos y materiales para sondeos y perforaciones.
- Sondas industriales para tomas de probetas. Cortadoras de juntas en pavimentos. Discos de diamante, etc.

DIRECCION COMERCIAL:
Telg. «CHRISTENSA»

**ALBERTO ALCOGER, 5, 3.º-C
MADRID-16 Tel. 250 34 04**



**Empresa
Nacional
Adaro
De
Investigaciones
Mineras
Sociedad
Anónima**

Proyectos de
investigación de
**GEOLOGIA MINERA
HIDROGEOLOGIA
INGENIERIA
de desarrollo minero**

ENADIMSA

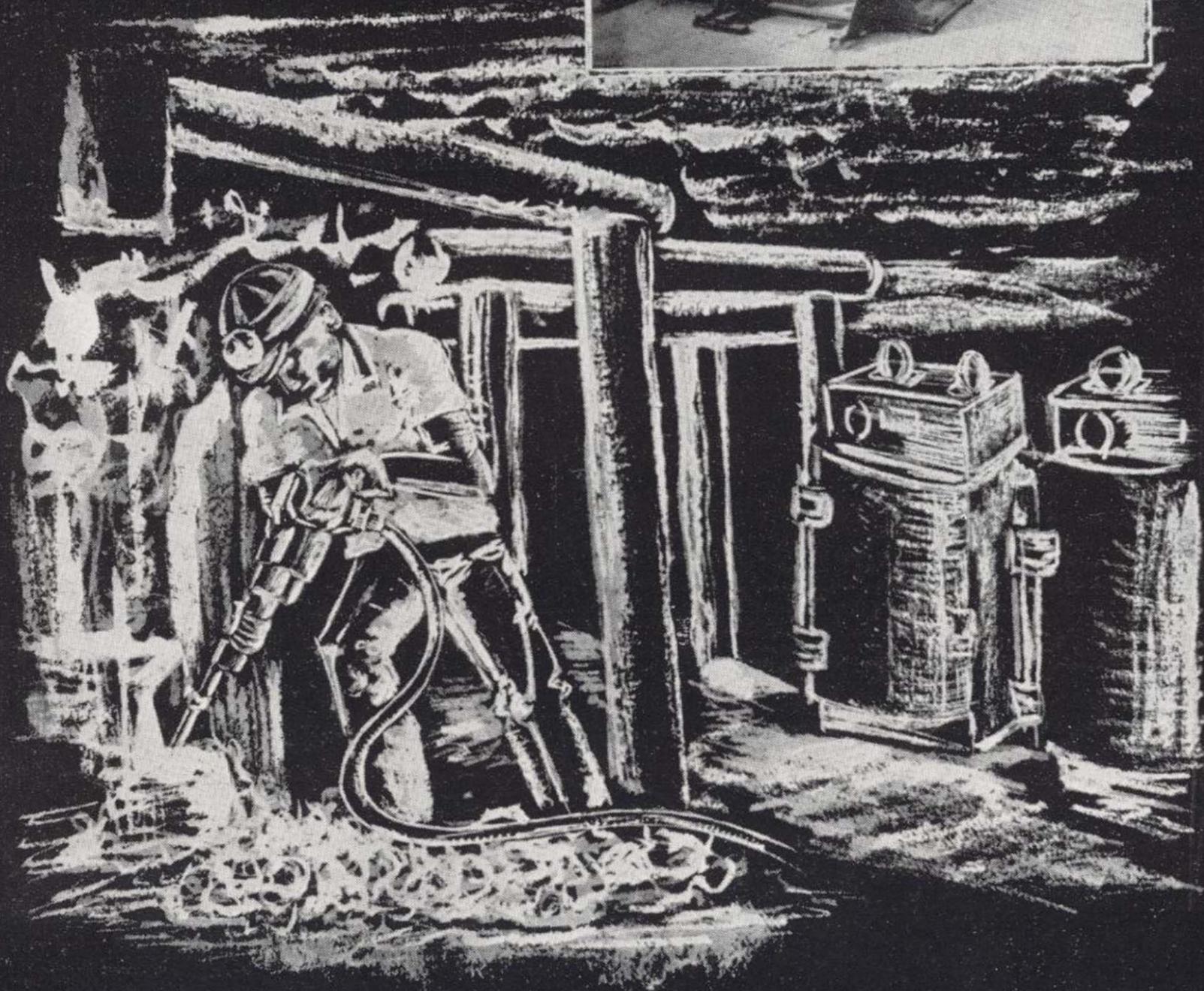
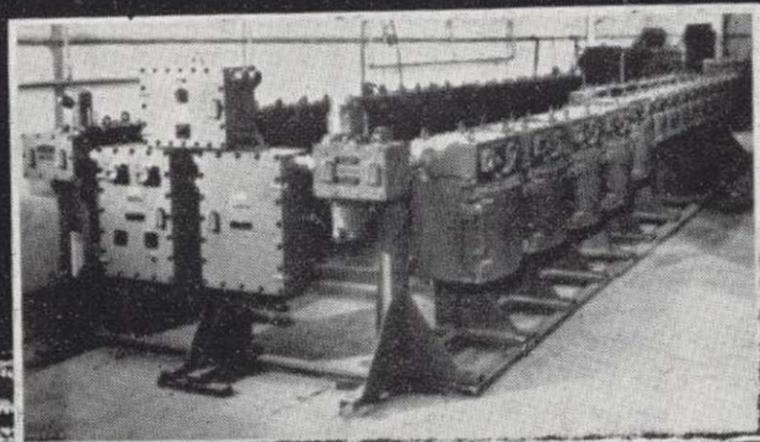
Servicios especializados en

**GEOFISICA
GEOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
ESTRATIGRAFIA
PETROLOGIA**

**SONDEOS
METALOGENIA
GEOQUIMICA
GEOESTADISTICA
MINERALOGIA
HIDROGEOLOGIA**

domicilio social: serrano núm. 116. madrid 6. teléfono 2617902
oficinas y laboratorios: carretera de andalucía, km. 12. getafe (madrid)
teléfonos: 2171700-01-02

APARAMENTA ANTIDEFAGRANTE PARA AMBIENTES EXPLOSIVOS



APARATOS DIVERSOS DE
SEGURIDAD
SEÑALIZACION
ALUMBRADO
DISTRIBUCION Y MANDO
MATERIAL DE CONEXION
CELDAS MEDIA TENSION
CONTACTORES
TRANSFORMADORES
CORTACIRCUITOS



ISODEL SPRECHER, S. A.
Madrid - Méndez Alvaro, 62 Apartado 7.087

LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Espectrometría de lectura directa.

Espectrometría de absorción atómica.

Espectrografía mediante placas fotográficas.

Análisis por fluorescencia y difracción de Rayos X.

Análisis de Radiactividad de aguas y minerales.

Análisis Químicos.

Microsonda Electrónica.

Metalogenia.

Petrología.

Preparación Mecánica de Minerales.

Mineralogía

Macro y Micropaleontología.

Geotecnia.

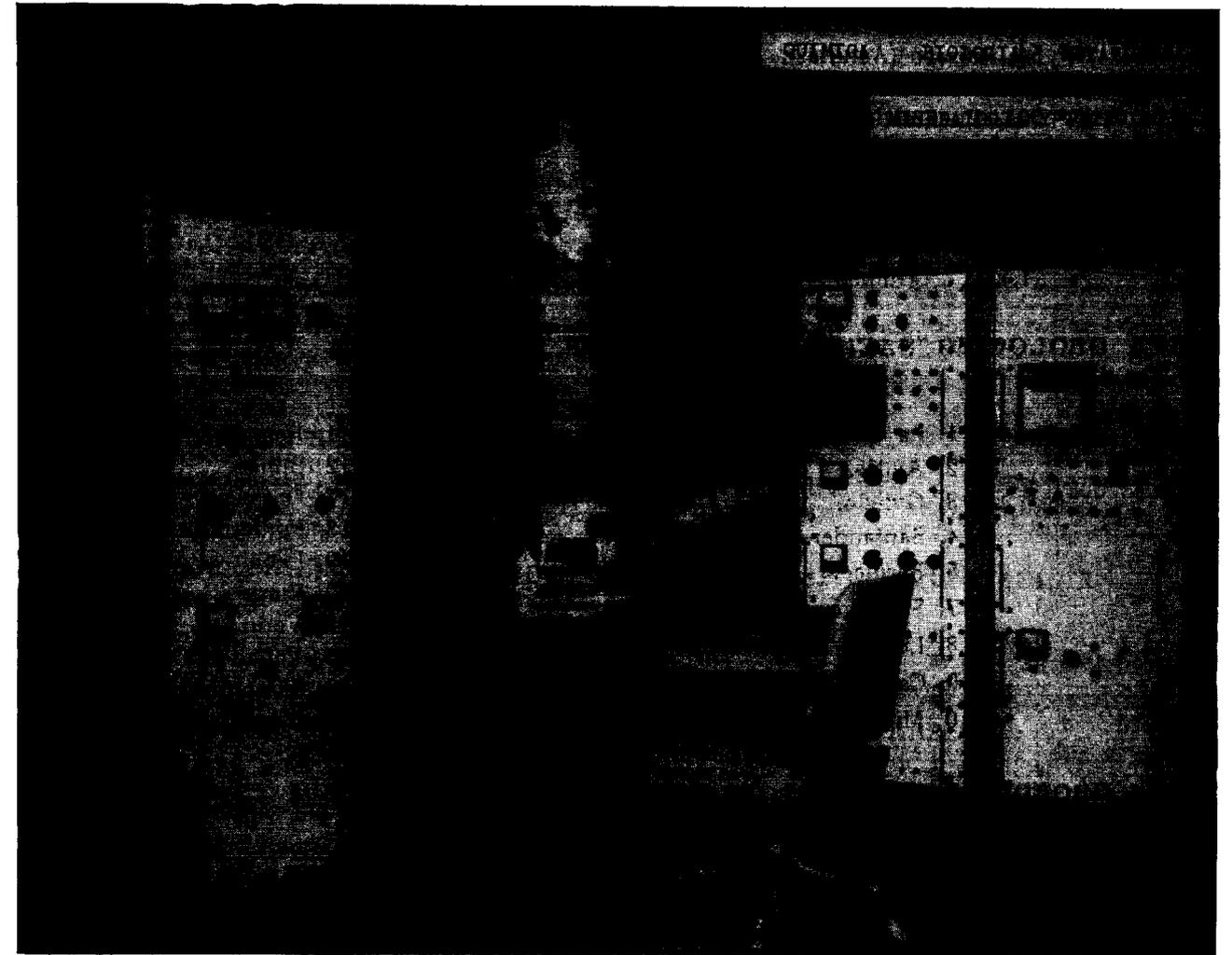
DEPARTAMENTO DE LABORATORIOS IGME

RIOS ROSAS, 23

TELÉF. 254 22 00

MADRID-3

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micras.
- ❖ Especialmente indicada en la resolución de problemas de Mineralogía y Petrología, así como en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc.

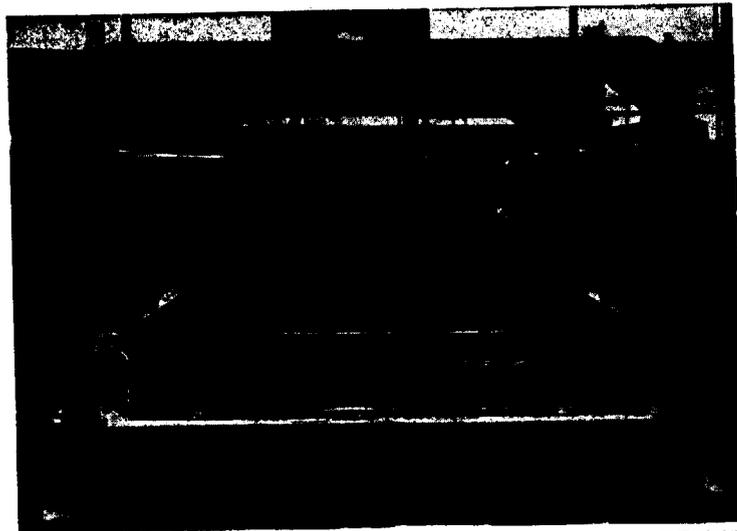
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

CLASIFICACION Y LAVADO



CRIBA DE RESONANCIA
BINDER



ARTESA LAVADORA

Con nuestras cribas de resonancia puede Vd. lograr una exacta clasificación de sus productos. El complemento de esta máquina es la ARTESA LAVADORA con la que conseguirá un perfecto lavado de sus áridos, elevando considerablemente el rendimiento de su instalación, y además venderá sus productos con más facilidad y a un precio superior.

Las actuales instalaciones de lavado son caras, pero nuestra ARTESA LAVADORA es accesible a su economía debido a que con una inversión menor, se logran resultados muy superiores a los obtenidos con los procedimientos clásicos.

Construimos además otros tipos de máquinas, como el lavador de aletas para áridos, con elevado contenido de arcilla y los tornillos lavadores para arena.

Por otra parte, construimos varios tipos de trituradoras, cribas y vibrotamices para clasificación, tanto en seco como en húmedo, ciclonado e instalaciones de transporte.

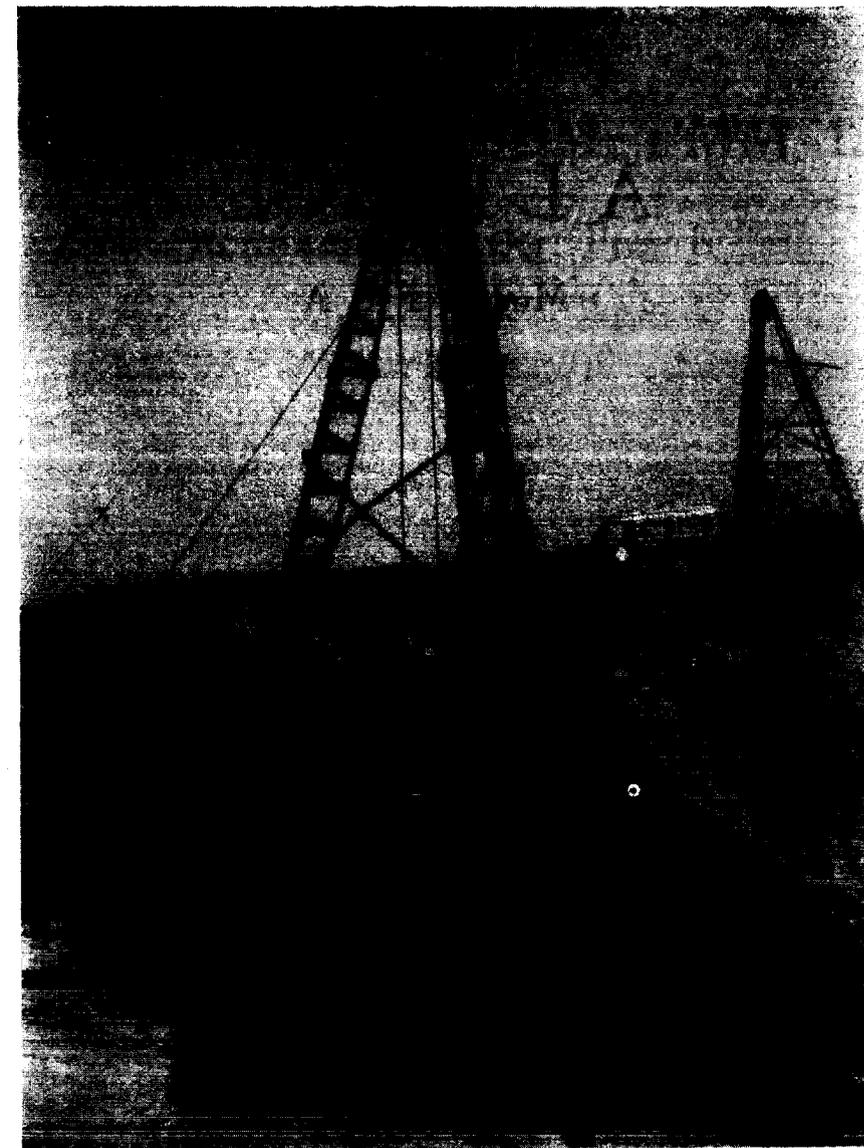
Presentenos su problema y no dude que, en nuestra Empresa, encontrará el colaborador que Vd. busca.



WEDAG ESPAÑOLA, S.A. · MADRID

Guzmán el Bueno, 2-2.º · Teléfono 2419654 · Telegramas: WEDASPAN MADRID · Telex 22730

¿QUE ES TERRATEST...?



TERRATEST S.A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, electricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudio y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos, otros servicios como muestras de suelo, tamizado de rocas, corte y aserrado de materiales de construcción. etc.

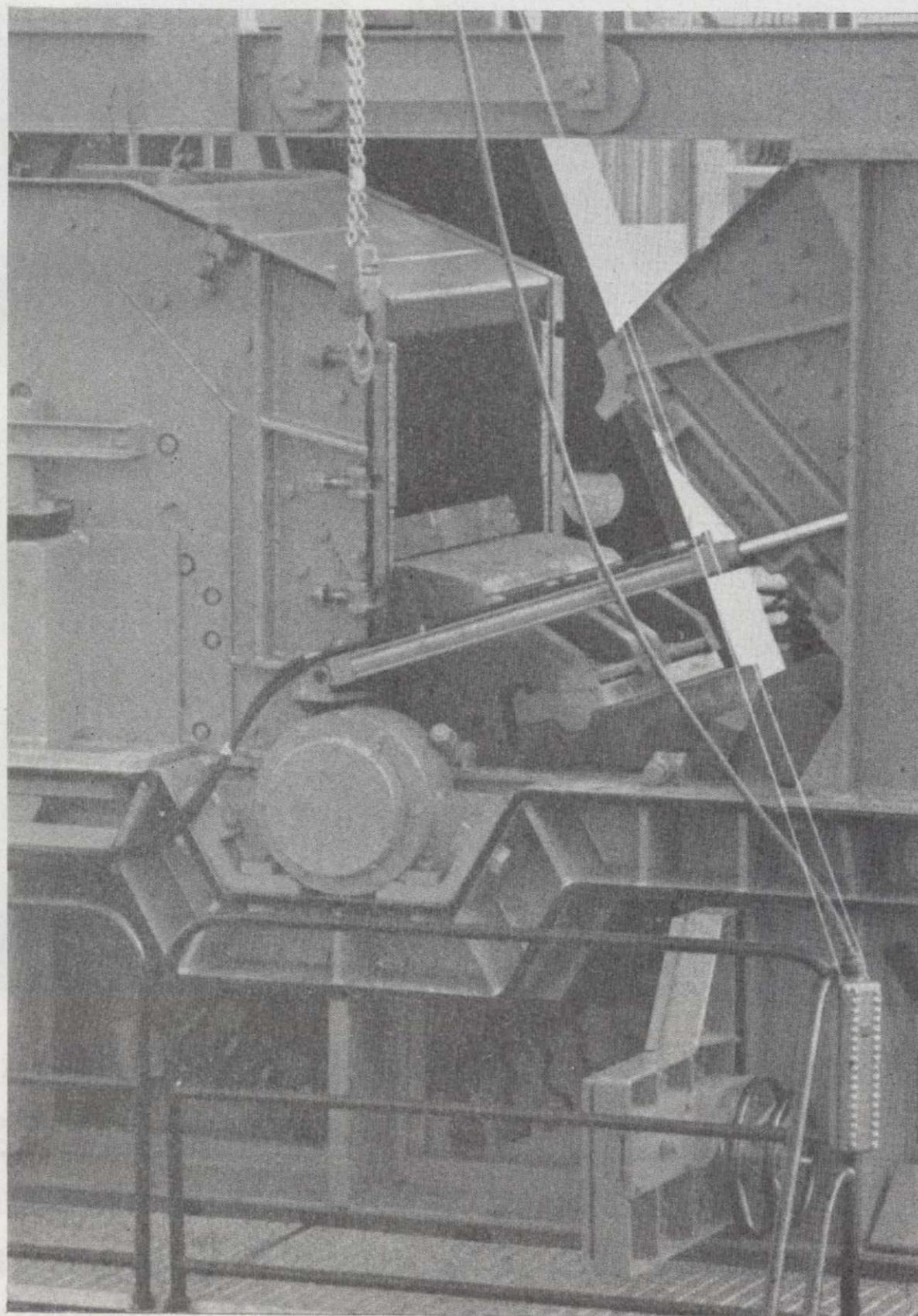
Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST S. A. cubre todo el suelo.

TERRATEST S.A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

Machacadora - Trituradora de impactos

WAGENER tipo SBM, PMM 12 / 10 / 4

capacidad 200 Tm / h



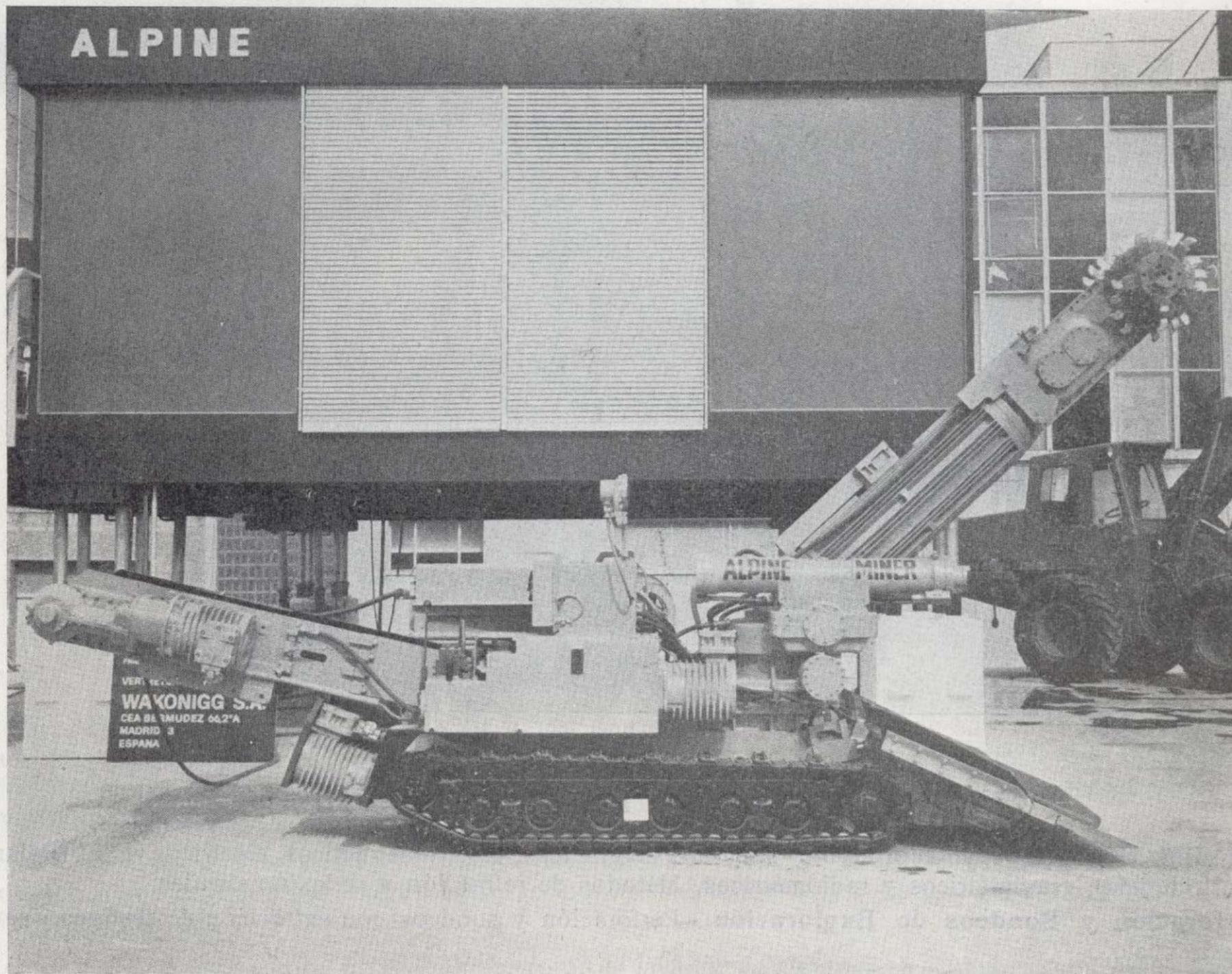
SINDUCOR, S. A. Cea Bermúdez, 66 1.º A MADRID - 3 Teléfono 449 27 00

Representantes exclusivos para España de ALPINE, EICKHOFF y WAGENER

Rozadora Cargadora Frontal

ALPINE

Modelo F 6 A



SINDUCOR, S. A. Cea Bermúdez, 66 1.º A MADRID - 3 Teléfono 449 27 00

Representantes exclusivos para España de ALPINE, EICKHOFF y WAGENEDER

¿QUE ES TERRATEST...?



TERRATEST S. A.

Estudios Geológicos y Geofísicos. - Métodos magnéticos, electromagnéticos, electricos, I. P. (Polarización Inducida), gravimétricos y radiométricos. Métodos de refracción y reflexión sísmica.

Perforación y Sondeos de Exploración. - Perforación y sondeos con extracción de testigos y muestras de suelo.

Estudio y Control de Perforación de Sondeo. - Mediciones de inclinación y desviación, y orientación de testigos, estudios magnéticos.

Servicio de Alumbramiento y Captación de Agua. - Prospección de agua del subsuelo, perforación de pozos e instalaciones de bombas.

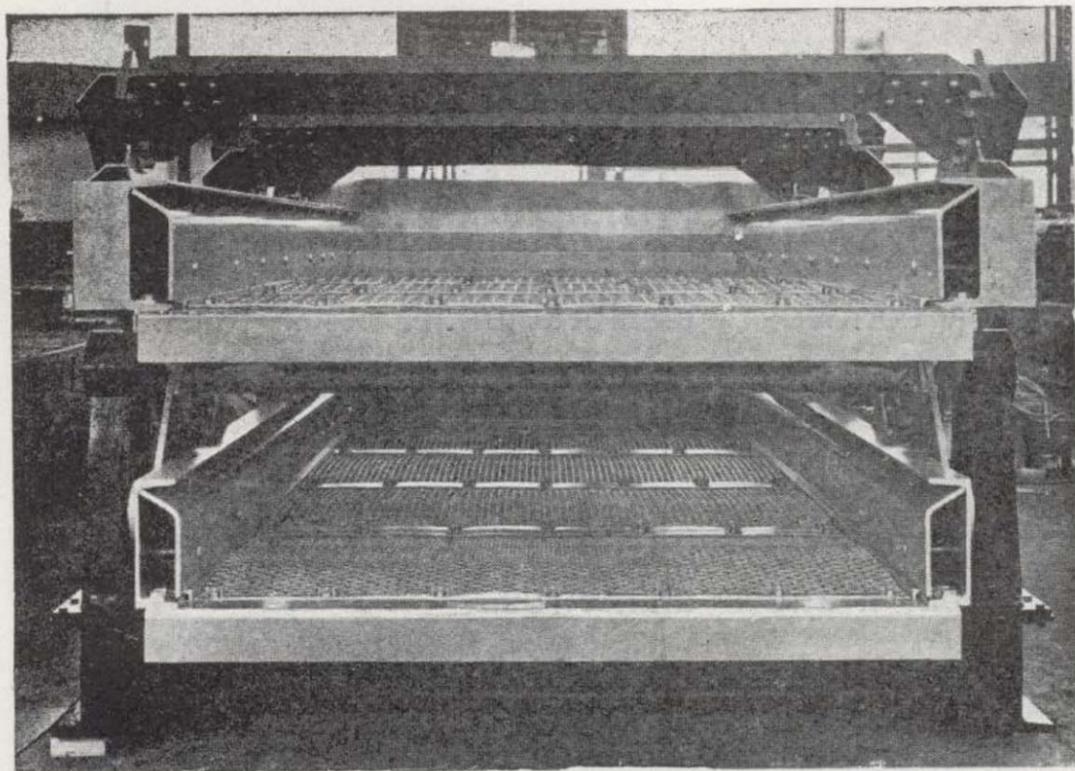
Perforación de Producción. - Perforación de orificios para barrenos en minas y canteras.

Servicios a la Industria de la Construcción. - Estudios sísmicos, perforación de investigación cimentación, consolidación del subsuelo y estabilización. También muchos, otros servicios como muestras de suelo, tamizado de rocas, corte y aserrado de materiales de construcción. etc.

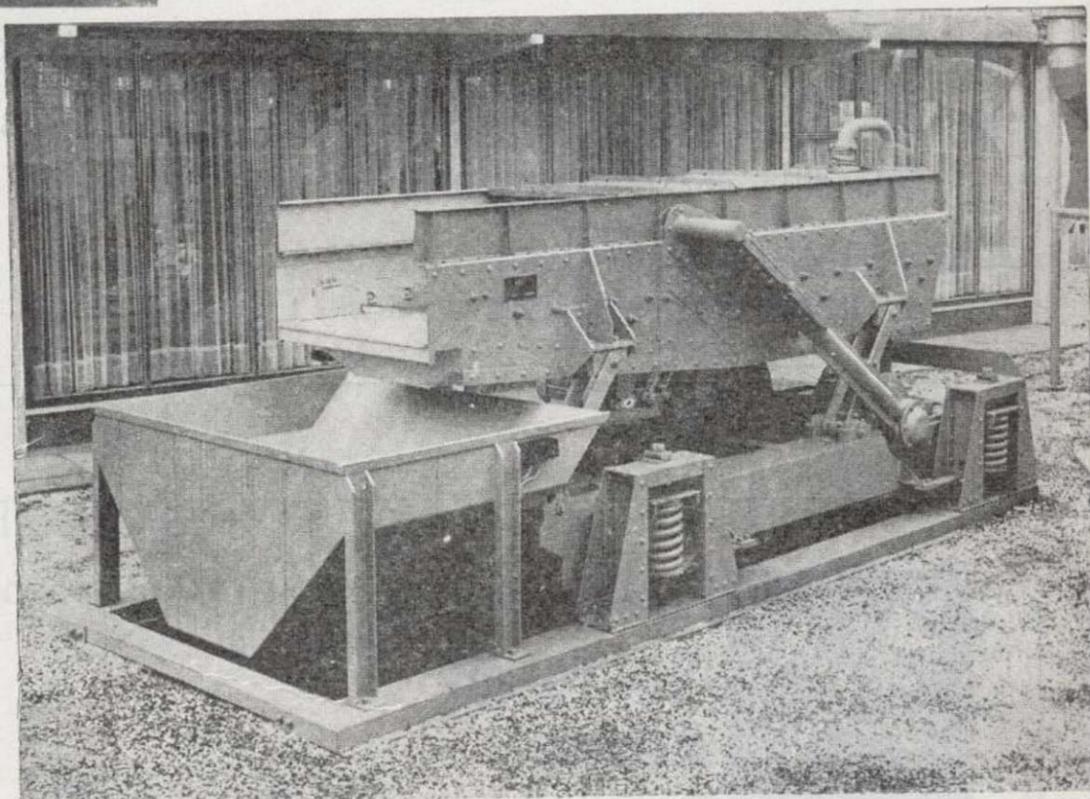
Desde la investigación hasta la valoración, TERRATEST S. A. cubre todo el suelo.

TERRATEST S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

CLASIFICACION Y LAVADO



CRIBA DE RESONANCIA
BINDER



ARTESA LAVADORA

Con nuestras cribas de resonancia puede Vd. lograr una exacta clasificación de sus productos. El complemento de esta máquina es la ARTESA LAVADORA con la que conseguirá un perfecto lavado de sus áridos, elevando considerablemente el rendimiento de su instalación, y además venderá sus productos con más facilidad y a un precio superior.

Las actuales instalaciones de lavado son caras, pero nuestra ARTESA LAVADORA es accesible a su economía debido a que con una inversión menor, se logran resultados muy superiores a los obtenidos con los procedimientos clásicos.

Construimos además otros tipos de máquinas, como el lavador de aletas para áridos, con elevado contenido de arcilla y los tornillos lavadores para arena.

Por otra parte, construimos varios tipos de trituradoras, cribas y vibrotamices para clasificación, tanto en seco como en húmedo, ciclonado e instalaciones de transporte.

Presentenos su problema y no dude que, en nuestra Empresa, encontrará el colaborador que Vd. busca.



WEDAG ESPAÑOLA, S.A. · MADRID

Guzmán el Bueno, 2-2.º · Teléfono 2419654 · Telegramas: WEDASPAN MADRID · Telex 22730

PUBLICACIONES ULTIMAMENTE EDITADAS POR EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:50.000

Hoja y Memoria 250 pesetas.

N.º 31, Ribadesella (Asturias).	N.º 502, Matilla de los Caños del Río (Salamanca).
N.º 54, Rioseco (Asturias).	N.º 503, Las Veguillas (Salamanca).
N.º 79, La Puebla de Lillo (Asturias).	
N.º 501, Fuente de S. Esteban. (Salamanca).	

Memoria núm. 1.118-24, Granadilla de Abona y las Galletas	100 pesetas.
» » 1.110 Isora	100 »
» » 1.104 Tenerife.....	100 »
» » 1.111 Güimar.....	100 »

MAPA GEOLOGICO NACIONAL DE SINTESIS, Escala 1:200.000

Hoja y Memoria 400 pesetas.

N.º 1, La Coruña.	N.º 11, Reinosa.
2, Avilés.	12, Bilbao.
3, Oviedo.	17, Orense.
4, Santander.	18, Ponferrada.
5, Bermeo.	19, León.
7, Santiago de Compostela.	20, Burgos.
8, Lugo.	27, Verín.
9, Cangas de Narcea.	29, Valladolid.
10, Mieres.	32, Zaragoza.
	43, Plasencia.

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:400.000

Hojas N.º 1-2 y 9-10, correspondientes a Galicia, cada hoja..... 200 pesetas.

MAPA LITOLOGICO DE ESPAÑA PENINSULAR E INSULAR Escala 1:500.000

En cuatro hojas más leyenda (puede formarse como mural) con nota explicativa..... 700 pesetas.

MAPA GEOLOGICO DEL SAHARA ESPAÑOL, Escala 1:200.000

En 14 hojas correspondientes a las Zonas Norte y Central, cada hoja..... 300 pesetas.

MAPA DE SINTESIS DE SISTEMAS ACUIFEROS DE ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS

Escala aproximada 1:1.660.000..... 100 pesetas.

MEMORIAS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Cada tomo 300 pesetas

Tomo 76: Guía Geológico-Minera de la Provincia de Madrid, (con mapa provincial, Escala 1:200.000), por Perez Regodón.

Tomo 77: Sobre la Geología de la provincia piritífera del SO. de la Península Ibérica, por G. K. Strauss.

PUBLICACIONES EN PRENSA, PROXIMA APARICION

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:50.000

Hoja y Memoria 250 pesetas.

Hoja y Memoria N.º 937, El Cerro de Andévalo.	Hoja y Memoria N.º 536, Guadalajara.
» » » 938, Nerva.	» » » 537, Auñón.
» » » 960, Valverde del Camino.	» » » 538, Villar del Ciervo.
» » » 991, Iznalloz.	» » » 525, Ciudad Rodrigo.
» » » 1.009, Granada.	» » » 552, Fuente Guinaldo.

MAPA GEOLOGICO NACIONAL DE SINTESIS, Escala 1:200.000

Hoja y Memoria 400 pesetas.

N.º 21, Logroño.	N.º 36, Vitigudino.
» 24, Berga.	» 40, Daroca.

MAPA GEOLOGICO NACIONAL, Escala 1:400.000

Hoja núm. 17-18 correspondiente al S. de Galicia y N. de Portugal, hoja..... 200 pesetas.

MAPA DE RECONOCIMIENTO HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA PENINSULAR, BALEARES Y CANARIAS

Precio..... 300 pesetas.

MEMORIA DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Cada tomo 300 pesetas.

Tomo 78.—Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del N. de España.

Tomo 79.—Estudio Geológico de la Provincia de Guipúzcoa.

Tomo 80.—Estudio Geológico de la Provincia de Alava.

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

Editados los 6 fascículos correspondientes al

Tomo 81, Año 1970

NUEVOS PRECIOS DE SUSCRIPCION A PARTIR DEL 1 DE ENERO DE 1971

	España	Extranjero
1 año.....	900 pesetas.	1.350 pesetas.
2 años.....	1.700 »	2.500 »
3 años... ..	2.400 »	3.600 »

LA EMPRESA
DE HOY
PARA LA VIDA
DEL FUTURO



Vegarada

● PERFORACIONES ● RIEGO POR ASPERSION ● TRANSFORMACION DE FINCAS
DOMICILIO SOCIAL: GUZMAN EL BUENO, 121 "PARQUE DE LAS NACIONES" - MADRID - TEL. 253 42 00



rica de Espe



Ibergesa

Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A.

ESTUDIOS DE:

Geología

Hidrogeología

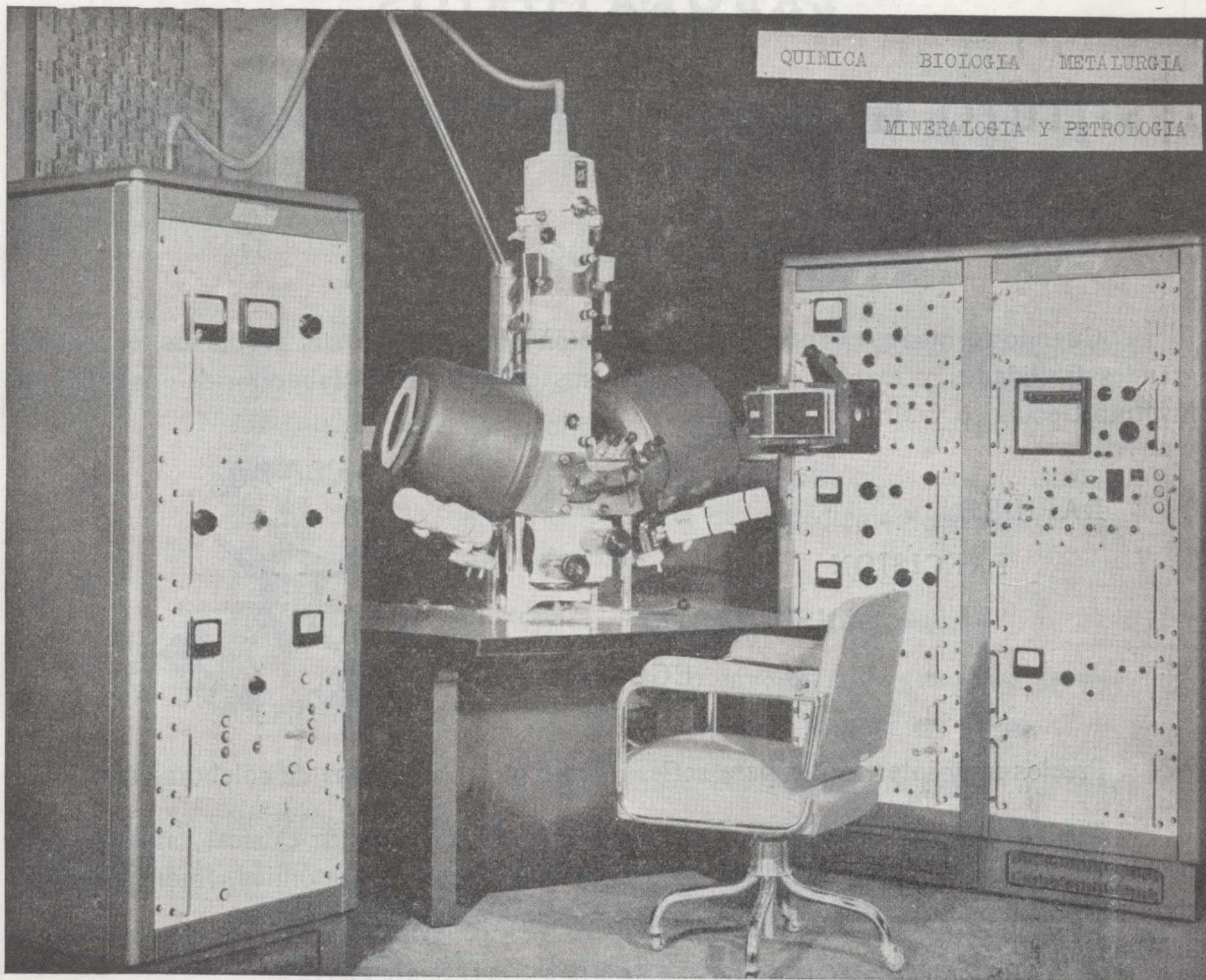
Geofísica

Geotecnia

Minería

Análisis de materiales

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



- ❖ Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de zonas inferiores a 2 micrones.
- ❖ Especialmente indicada en Metalurgia para la determinación de gradientes de concentración, segregación, etc., así como en Mineralogía y Petrología.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

TOMO LXXXII

Fascículo II

MARZO - ABRIL, 1971

boletín geológico y minero

Revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.ª serie

SUMARIO

	PÁGINAS
Geología	
I. JEREZ MIR: Bosquejo estratigráfico y paleogeográfico de la Zona Prebética en la región de Issó-Elche de la Sierra-Moratalla (provincias de Albacete y Murcia)	1
RICARDO MON: Estudio geológico del extremo occidental de los Montes de Málaga y de la Sierra de Cártama (P. ov. de Málaga)	16
R. CAPOTE, M. GUTIÉRREZ ELORZA y R. VEGAS: Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del Este de la provincia de Cáceres	31
F. CAÑAD. GUERRERO: Contribución al estudio geológico y mineralógico de la plataforma continental submarina en el área de las islas Columbretes	36
ALBERT BREIMER: Nota previa sobre los blastoides del devoniano de la Cordillera Cantábrica (España)	41
V. PASTOR GÓMEZ: Nota previa sobre la paleogeografía brioveriense y el dominio del Paleozoico superior en la Península Ibérica	56
Aguas subterráneas	
V. SÁNCHEZ FRESNEDA: Aforos químicos de pequeños caudales: río Aguas (Almería)	58
Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica	
A. MARTÍN y L. GARCÍA-ROSELL: Uranio y Renio en rocas sedimentarias. III. Lignitos de la depresión del Ebro	62
Estudio de minerales y rocas	
A. CUETO, C. RUIZ y P. ARÉVALO: Presencia de vonsenita en la mina «Monchi», Badajoz (España)	70
Información	
Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.. ...	75

RECCION, REDACCION
ADMINISTRACION

Departamento de Publicaciones
del IGME

Editado por el

Instituto Geológico y Minero de España

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

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.
Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Enclaves de micacitas en el macizo granodiorítico del Cabo San Sebastián.
Palafrugell (Gerona). Estudio Geológico de la Prov. de Gerona.

(Foto: Div. de Geología del IGME.)

Depósito Legal M. 8.279.-1958

TALLERES GRÁFICOS VDA. DE C. BERMEJO.—J. GARCÍA MORATO, 122, TELÉFONO 233 06 19.—MADRID

Bosquejo estratigráfico y paleogeográfico de la Zona Prebética en la región de Isso-Elche de la Sierra-Moratalla (provincias de Albacete y Murcia)

por L. JEREZ MIR (*)

R E S U M E N

Se estudia una región incluida en la Zona Prebética, al SW. de la provincia de Albacete.

Se describen las características estratigráficas de la misma, distinguiendo tres grandes unidades litoestratigráficas separadas por discordancias de importancia regional: Mesozoico, Nummulítico y Neógeno. Para cada una de ellas se describen las facies y potencias de los diferentes términos que las integran, y se insiste especialmente en la distribución de dichas facies en sentido lateral y vertical.

Destacan las fuertes variaciones de facies y potencia, para el Cretácico inferior de unos sectores a otros, y en especial la delimitación de un umbral que se alinea de NW. a SE., y que pasa por Peñarrubia, Almazarán y Férez y que posteriormente se inflexiona en dirección SW.-NE. Al N. de dicha línea las facies son «wealdicas» y de espesores reducidos. Al S. las facies son parcial o totalmente marinas carbonatadas.

En materiales de otras edades se observan variaciones en parte comparables y el umbral aludido y otros de menor envergadura influyen enormemente en la distribución de facies.

Se esboza una historia geológica y paleogeográfica de la región.

A B S T R A C T

Still within the general framework of the so-called «Pre-Betic Zone», a región SW. of the Albacete Province is studied here.

Among other stratigraphical features, identification of three regionally important unconformities outstands by allowing us to draw the boundaries between three meaningful lithostratigraphic units, thoroughly dated as Mesozoic, Nummulitic and Neogene.

In both thickness and facies changes the Lower Cretaceous shows a fair amount of contrast across different parts of the region. A conspicuously prominent feature results out of the existence of a NW.-SE. trending «sedimentary threshold» which runs through Peña Rubia, Almazarán and Férez before suddenly turning into a SW.-NE direction. The facies north of that line are «Wealdian», its thicknesses being reduced. South of it what we find is frankly marine with a variable amount of carbonate.

As for material of ages other than that, we have clearly noticed variations displaying parallel relationships, the role of the forementioned sedimentary threshold and some smaller ones appearing as a major one in facies distribution.

Finally a geological and paleogeographical history of the zone is sketched.

I. INTRODUCCIÓN

Durante los años 1969-1970, el autor ha realizado el levantamiento de la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la región de la Zona Prebética

que comprende las hojas del M. T. N. de Isso (868), Elche de la Sierra (867), y Moratalla (889), esta última en sus dos tercios septentrionales.

La mencionada región fue estudiada como parte integrante de un proyecto, geográficamente más amplio, de la División de Geología del I. G. M. E., que comprendió además el estudio de las hojas de

(*) División de Geología del IGME.

Jumilla, Ontur y Yecla, situadas inmediatamente al E.

Un esquema de esta cartografía aparecerá pronto a escala 1:200.000, formando parte de la síntesis que actualmente realiza el I. G. M. E.

El autor ha solicitado y obtenido permiso del mencionado Organismo, para la utilización de los resultados de su trabajo en la realización de su Tesis Doctoral, tomando éstos como base de partida y prosiguiendo la investigación.

La Tesis es dirigida por el Dr. J. A. Vera, Jefe del Departamento de Estratigrafía de la Universidad de Granada.

Los objetivos principales de la Tesis consistirán en obtener un amplio conocimiento de la Estratigrafía y Geología Histórica Regional, además de una descripción detallada de los numerosos y complicados accidentes tectónicos.

a) Antecedentes:

La región es poco conocida geológicamente hasta el presente.

Como datos muy estimables conocemos los trabajos de Brinkmann y Gallwitz (1933) sobre «El Borde Externo de las Cadenas Béticas en el Sureste de España», además de los datos esporádicos de Mallada (1884 y 1904) y Fallot (1943-1945, 1948).

La Tesis Doctoral de Fourcade (1970), sobre la Estratigrafía del Jurásico y Cretácico de las regiones más orientales a la nuestra, penetrando su estudio dentro de nuestra región en la parte NE. de la Hoja de Isso (868).

También en regiones próximas, se realiza actualmente la Tesis Doctoral de A. C. López Garrido, sobre la Estratigrafía y Geología Regional del NE. de la provincia de Jaén, de las que han sido publicadas varias notas de avance y cuya área de tesis hemos tenido la oportunidad de visitar con el autor.

Asimismo, las investigaciones actuales realizadas por los compañeros del autor en trabajos para el I. G. M. E.: J. Baena en las hojas de Ontur y Jumilla; J. M. Esnaola, en las hojas de Yecla y extremo meridional de Moratalla; L. Linares y T. Rodríguez Estrella, en la región comprendida entre Hellín, Liétor y Alcaraz.

b) Agradecimientos:

En primer lugar, el autor desea expresar su agradecimiento al I. G. M. E. por facilitarle la posibilidad de realización de su Tesis Doctoral.

Asimismo, deseo expresar mi reconocimiento al

Dr. J. A. Vera, Jefe del Departamento de Estratigrafía de la Universidad de Granada, quien aceptó amablemente la Dirección de Tesis.

Al Dr. J. L. Saavedra, por el estudio y datación de las microfauas que se detallan en este artículo.

Al Dr. ingeniero de Minas I. Quintero, quien estudió la macrofauna que se cita.

Al Dr. Fourcade por sus amables sugerencias y valiosos intercambios de ideas realizadas sobre el terreno.

A mis compañeros de trabajo, por el continuo cambio de impresiones y estímulo decidido en cada momento.

II. ESTRATIGRAFÍA

Generalidades

Los materiales más antiguos que afloran en la región corresponden al Keuper, mientras que los más modernos, prescindiendo del Cuaternario, corresponden a una formación «fluvio-lacustre», de edad aún inconcreta entre el Mioceno superior y Plioceno.

El conjunto estratigráfico regional presenta tres grandes unidades litoestratigráficas, separadas por discordancias o bien por acordancias.

Estas grandes unidades constituyen, respectivamente, el Mesozoico, Nummulítico, y Neógeno.

A su vez, debemos anticipar que las mencionadas unidades presentan lagunas estratigráficas y discordancias internas, de valor más o menos local.

Existe una variada gama de secuencias litológicas, propias de litorales o playas, de ambientes marino-lagunales o de albufera, de ambientes francamente marinos, lacustres, y fluviales, dominando los sedimentos carbonatos microcristalinos de ambientes marinos restringidos.

A. Mesozoico

Observamos frecuentes cambios de facies en el espacio y en el tiempo, a lo largo de esta gran unidad litoestratigráfica.

Trías:

La existencia del Buntsandstein y del Muschelkalk se deduce en profundidad, pues estos términos llegan a aflorar en las inmediaciones de nuestra región, concretamente en la región de Siles-Orcera y en las proximidades del Embalse de Talave.

El Keuper aflora ampliamente, casi siempre por causas tectónicas, constituyendo diapiros o bien dispuesto en finas laminaciones en la base de algunas de las numerosas escamas tectónicas.

Nunca hemos encontrado el Keuper acompañado de ofitas, como suele ser usual en otras regiones. A veces aparece ligado a las «jumillitas», basaltos típicos de la región, aunque esto no ocurre necesariamente.

Su facies es la propia del Trías germánico, es decir, una alternancia de arcillas y limolitas versicolores, frecuentemente yesíferas. Hacia las zonas más próximas a la Meseta, NO. de la Hoja de Elche de la Sierra, v. gr., se presenta muy cargado de elementos terrígenos, tales como areniscas verdosas, grises, rojas y blanco-grisáceas.

Jurásico:

Comprende una sucesión de dolomías, calizas y margas, distribuidas en episodios relativamente constantes en sus correlaciones laterales.

Hemos conseguido dataciones precisas a nivel del Bathoniense, Oxfordiense superior y Kimmeridgiense inferior y medio, quedando el resto de la serie bien encajada entre los episodios anteriores.

Entre el Lías y el Dogger los límites son imprecisos, y hacemos la separación basándonos en el cambio litológico que experimenta la serie.

Se supone la existencia de ciertas lagunas estratigráficas que serán discutidas brevemente.

Lías:

Por sus características litológicas y de facies, atribuimos al Lías el conjunto inferior de la serie jurásica, que subdividimos en dos tramos.

El «tramo inferior», representa el Lías inferior y medio. Al muro existen unas dolomías masivas de unos treinta metros de potencia, que no llegan a aflorar en nuestra región, pero sí en regiones próximas, tales como Alcaraz y Ontur.

Encima, uno ochenta metros de dolomías bien estratificadas de grano fino que gradualmente van pasando de muro a techo a calizas dolomíticas y calizas grises azuladas también de grano fino. Estas últimas han dado coprolitos y restos de crustáceos.

En nuestra región no hemos encontrado un nivel semejante al que cita Fourcade (1970) más al E., en la Sierra del Madroño, de la Hoja Ontur, que describe como cuatro o cinco metros de yeso blanco, encima de las dolomías masivas de base. No obstante, hay que tener en cuenta que en nuestra región la serie infralíasica no aflora completa y y menos aún en posición normal sobre el Trías.

El «tramo superior», que atribuimos al Lías medio y superior, se caracteriza por la permanente intercalación de niveles de margas verdes, ocres y rojizas, entre otros bancos más duros de composición variable según el corte regional. Así unas veces los niveles margosos separan bancos de calizas dolomíticas y dolomías de grano fino, de aspecto más o menos arcilloso en su patina superficial. Otras veces además de calizas dolomíticas de grano fino, los niveles margosos alternan también con calizas oolíticas y calcarenitas.

Dogger:

Presenta tres facies, que describimos a continuación a la par que discutiremos sobre su edad.

a) «Facies dolomías granudas».

Es la representación regional más frecuente y extendida de la serie del Dogger, que consiste en una formación dolomítica masiva, cuya potencia sobrepasa frecuentemente los 300 metros.

Las dolomías son recristalizadas, de grano medio a grueso y con forma romboédrica observable a simple vista. Se observa también una textura brechoide, más o menos generalizada que atribuimos a la retracción habida en la masa durante los procesos de dolomitización de origen secundario.

b) «Facies calizas».

Hasta el presente trabajo sólo se habían puesto de manifiesto las calizas en el techo de la serie dolomítica (Fourcade, 1970), que es el caso más generalizado en esta región y en las adyacentes.

Sin embargo, en un corte al NE. de Elche de la Sierra, concretamente entre el «Cerrón de la Gameña» y la cabecera de la «Rambla de las Tinajas», se puede observar el paso de las dolomías a las calizas en el muro de la serie. Dado que estas calizas han dado aquí microfauna característica, el hecho resulta de un valor inestimable para deducir la edad y el origen de las dolomías.

Las calizas son francamente marinas, constituidas por intraesparita con micrita. Contienen restos de Equinodermos, Lamelibranquios, Gasterópodos, y una abundante microfauna, entre la que nos interesa destacar a qui *Protopeneroptis striata* (Weyschenk).

Unos especialistas atribuyen *Protopeneroptis striata* (Weyschenk) al Bathoniense y otros lo hacen llegar hasta el Malm, pero nadie parece atribuirlo a pisos más bajos. En nuestra región, podemos señalar además que nunca se ha presentado en el Malm.

Así pues, varias hipótesis se pueden plantear sobre la edad concreta de estos términos:

1.º El Bajociense faltaría por una interrupción de la sedimentación durante esta edad.

2.º El Bajociense pudiera estar representado en los quince o veinte metros de base del conjunto que venimos describiendo como Dogger, dado que *Protopenneroplis striata* (Weynschenk) parece caracterizar el Bathoniense, y se ha encontrado por encima de estos niveles de base y hacia el techo de la serie.

3.º El Bajociense estaría representado hacia el techo de la serie que hemos atribuido al Lías.

Nosotros adoptamos como más convincente la primera hipótesis, ya que las dos restantes supondrían una excesiva reducción de potencia en los pisos más bajos de la serie jurásica.

Hacia el techo del Dogger, en su facies dolomítica, encontramos frecuentemente un *hardground* o fondo endurecido. Precisamente a este nivel hemos recogido un ejemplar dolomitizado de *Rollierites* sp. del Calloviense.

En conclusión, asignamos al Dogger s. lat. el conjunto de estratos que venimos describiendo, pero haciendo constar que más probablemente podrían representar el Bathoniense-Calloviense, con exclusión del Bajociense.

c) «Facies dolomías y arenas con grava».

Al sur del Embalse del Cenajo, en el extremo suroeste de la Hoja de Isso, encontramos una unidad dolomítica arenosa de unos 350-400 metros de potencia, que constituye entre otros el macizo dolomítico de la Sierra del Buho.

Debajo de esta unidad dolomítica, aflora la serie liásica típica, constituyendo el núcleo de un anticlinal, paralelo a la margen meridional del Embalse del Cenajo.

En Sierra Maraña, al techo de otro conjunto dolomítico arenoso semejante al anterior y debajo del Kimmeridgiense, hemos encontrado un nivel con abundancia de *Protoglobigerinas* sp., que en estas regiones y las contiguas se presentan siempre en el Oxfordiense superior únicamente.

Ambos hechos anteriores, y la comparación con la serie estratigráfica regional, nos parecen suficientes para aceptar como correlacionable con el Dogger antes definido la presente unidad dolomítica arenosa de la Sierra del Buho y sectores adyacentes.

El contenido en arena y grava disminuye hasta desaparecer progresivamente hacia el Norte, Noroeste y Noreste, lo que presenta problemas paleogeográficos muy interesantes, que continuamos estudiando en la actualidad.

La distribución de arena y grava en estas dolomías es muy heterogénea. La grava está bien calibrada y consiste en cantos de cuarzo y cuarcita. Únicamente difieren en este carácter de las dolomías clásicas del Dogger antes descritas. Al microscopio los porcentajes de arena y limo de cuarzo oscilan entre el 0 y el 70 por 100.

Malm:

En su conjunto está constituido por una serie calizomargosa de base, más o menos cargada de aportes terrígenos, coronada por un tramo de dolomías que hacia el E., después de contener fantasmas de pisolitos, pasan a calizas pisolíticas que unas veces están más o menos dolomitizadas que otras. Estas dolomías, en el sector del Embalse del Cenajo están también muy cargadas de grava.

Oxfordiense superior:

En el techo de la formación dolomítica del Dogger y sobre el fondo endurecido o «hardground» de probable edad Calloviense, encontramos unas calizas nodulosas que contienen abundantes Ammonites del Oxfordiense superior.

Las calizas nodulosas presentan una matriz micrítica que engloba restos de la misma fauna bentónica y pelágica recogida para su estudio macroscópico (Ammonites, Belemnites, Braquiópodos, Espongíarios, Equínidos y Crinoides), y microfauna entre la que han resultado *Epistomina*, *Lenticulina*, *Protoglobigerinas*, *Nubecularia*, Ostrácodos y Gasterópodos.

Por su composición las calizas se pueden catalogar como biomicritas y sus características son muy constantes a escala regional. Su potencia media varía en nuestra región entre 4 y 20 metros.

En el flanco norte del Anticlinal de Peñas Rubias, 1,2 kilómetros al suroeste del vértice geodésico así denominado en la Hoja de Elche de la Sierra, las calizas nodulosas han librado de muro a techo la siguiente macrofauna (clasificada por I. Quintero):

Rollierites sp. en el harground del techo de las dolomías del Dogger; *Terebrátula subsella*, Leym; *Córbula* sp.; *Perisphinctes* sp.; *Orthosphinctes tiziani*, Opper; *Aspidoceras* s.p.; *Cryptocoenia* sp.; *Rhynchonella triloboides*, Quenst; *Waldheimia humeralis*, Roem; *Balanocrinus subteres*, Munster; *Pholadomya* sp.; *Terebrátula* cf. *ventricosa*, Ziet; *Waldheimia* cf. *moeschi*, Mayer; *Anisocardia liesbergensis*, P. de Loriol; *Pecten* sp.; *radiola de Cidaris*; *Pleurotomaria* cf. *munsteri*, Roem; *Perisphinctes desmonotus*, Opper; *Divi-*

sophintes sp.; *Ochetoceras canaliculatum*, Buch; *Decipia decipiens*, Sow; *Arisphintes plicatilis*, d'Orb.; *Hibolites astartinus?*, Etallon; *Pholadomya acuminata*, Hartmann; *Venus*, sp.; *Progeronia* sp.

Kimmeridgiense:

En el Kimmeridgiense comienzan a hacerse notables las variaciones laterales de facies y de potencia de la serie, que en general aumenta hacia el Sur y Sureste.

Asimismo, la serie se va cargando de terrígenos hacia el techo, si bien con notable variación de intensidad de unos cortes a otros.

La serie tipo, o más frecuente, presenta la siguiente litología:

Cinco a diez metros de margas verdes, con cierta proporción de limo de cuarzo y pajuellas de mica, que han librado *Aspidoceras rupellensis*, d'Orb. y *Lithacoceras* cf. *ulmense*, Opper. Atribuimos estas margas al Kimmeridgiense inferior.

Ochenta a cien metros de calizas de grano fino, microcristalinas, que alternan con margas grises. Entre los restos de microfauna. J. L. Saavedra nos ha clasificado los siguientes géneros y especies:

En la mitad inferior del tramo, aproximadamente, Ostrácodos, Lagénidos, *Ammodiscus*; *Epistomina*, *Pseudocyclamina lituus* (Yokoyama); *Nubecularia* sp.; Miliólidos, Ophthalmínidos, junto con espículas de Equínidos y restos de Lamelibranchios. Atribuimos este conjunto al Kimmeridgiense inferior.

En la parte superior del tramo, Textuláridos, *Trocholina* sp.; *Feurtillia frequens* (Maync); *Alveosepta jaccardi* (Schrodt); *Haplofragmoides* sp.; *Nautiloculina oolitica* (Mohler); *Serpula* sp.; *Lithoporella* sp.; *Favreina* sp. y *Glomospira* sp. Esta asociación, de acuerdo con J. L. Saavedra representaría el Kimmeridgiense medio.

Treinta a ochenta metros, según la localización del corte, de calizas dolomíticas con fantasmas de pisolitos, o bien dolomías con grava de cuarzo y cuarcita o sin ella. Hacia el Noroeste de la Hoja de Elche de la Sierra reducen su potencia hasta desaparecer, y en este caso las facies wealdicas se presentan discordantes sobre alguno de los tramos descritos anteriormente. Atribuimos este tramo al Kimmeridgiense medio-superior por su posición estratigráfica relativa.

Por el contrario, la serie del Kimmeridgiense inferior y medio en el sector comprendido entre los meridianos de Isso, Elche de la Sierra, y el Embalse del Cenajo, se diferencia de la que aca-

bamos de describir en algunos aspectos que es necesario resaltar por su especial importancia a la hora de interpretar la historia de la cuenca. Tales hechos son la intercalación de niveles de areniscas entre las calizas y margas, así como la presencia muy frecuente de calizas oolíticas. Las calizas son también más o menos arenosas, y destaca el hecho de que algunos de estos niveles están recristalizados o dolomitizados.

Kimmeridgiense-Portlandés-Neocomiense:

Lo más frecuente y constante de la región estudiada es que, sobre las calizas pisolíticas o bien sobre el paquete dolomítico equivalente del techo de la serie antes descrita, encontremos directamente las facies «wealdicas».

No obstante, en ciertos lugares, se ha conservado una serie intermedia antes de pasar al Cretácico inferior, que atribuimos al paso del Kimmeridgiense superior al Neocomiense.

Así, en la Hoja de Isso, entre el kilómetro 370 de la línea de ferrocarril de Albacete a Murcia y la cola del Embalse de Camarillas, sobre el paquete dolomítico del Kimmeridgiense medio superior del techo de la serie antes descrita, tenemos:

Veinticinco a treinta metros de calizas microcristalinas en la facies purbeckiense, micritas y biomicritas de color gris-parduzco. Contienen *Clypeina jurassica* (Favre). Y el medio de sedimentación, de ambiente restringido, parece corresponder al propio de una albufera.

Por otra parte, debajo del Cretáceo inferior de la Sierra de La Muela, constituyendo el núcleo de un anticlinal, encontramos la siguiente serie:

Quince a veinte metros de calizas, unas microcristalinas y otras recristalinizadas y oolíticas, con proporción de arena y limo de cuarzo y feldspatos variable entre el 4 por 100 y el 15 por 100. Estas capas contienen *Kurnubia jurassica* (Henson).

Ochenta a cien metros de calizas fundamentalmente microcristalinas, algunas de ellas parcialmente recristalizadas, limpias de terrígenos. Contienen *Clypeina jurassica* (Favre).

Veinticinco a treinta metros de calizas microcristalinas y niveles de margas grises intercalados, con terrígenos de cuarzo en tamaño limo en un 1 a 2 por 100. Estas capas contienen *Ostrea coloni*, d'Orb.; *Terebrátula sella*, Sow; *Terebrátula tamarindus*, d'Orb.; *Cyphosoma?* sp.; *Pyrina?* sp.; *Alectroynia macroptera*, Sow; *Turritela* sp.; y *Neocraspedites?* sp.

De esta última serie establecemos, a título provisional, las siguientes edades:

El primer tramo lo atribuimos al Kimmeridgiense superior. Se situaría hipotéticamente sobre las dolomías del Kimmeridgiense medio superior que no llegarían a aflorar en esta región meridional, que es la que comprende toda la Hoja de Moratalla.

El tramo segundo representaría el Portlandés-Neocomiense.

El tercer tramo, de acuerdo con I. Quintero, lo atribuimos al Neocomiense. Y a este último piso incorporamos también otro tramo inmediatamente superior de unos treinta metros de margas verdes que sólo han dado *Nautilus*.

Cretácico

Cretácico inferior del sector septentrional (Hojas de Elche de la Sierra e Isso).

En el Norte de la región estudiada, esto es, en la mayor parte de las Hojas de Isso y de Elche de la Sierra, el Cretácico inferior presenta los caracteres propios de la «facies wealdica».

Consiste en una alternancia de arenas, areniscas, conglomerados y margas, de colores vistosos y diversos, rojo, violáceo, blanco y verdoso. Los terrígenos están formados a expensas de cuarzo, cuarcita y feldespatos, la cuarcita sobre todo en los conglomerados.

Los conglomerados suelen presentarse en la base de la serie, pero no inmutablemente, ya que a veces no aparecen en el muro y sí en medio de la serie a manera de lentejones, y otras veces ni siquiera están representados.

La serie se presenta generalmente azoica, salvo hacia el Sur y Sureste, próxima ya al tránsito a las facies carbonatadas meridionales, donde comienza a intercalar niveles de calizas arenosas con Orbitolinas.

La potencia, aumentando en general hacia el S. y SE., oscila entre uno y doscientos metros.

No obstante su carácter azoico, en nuestra opinión esta facies representaría el conjunto Barremiense-Albense.

Cretácico inferior del sector meridional (Hoja de Moratalla).

Difiere notablemente del que acabamos de describir para el sector septentrional.

Resulta muy interesante considerar la distribución de estas facies, esencialmente carbonatadas con respecto a las «facies wealdicas» antes descritas.

Entre las facies más marinas al S. y las de procedencia exclusivamente terrígena al Norte, exis-

te una zona de transición (ver esquema de la cuenca) donde compitieron una y otra influencia.

No obstante la existencia de una transición entre las facies, se señala además una línea netamente marcada a partir de la cual aumenta brusquísima-mente la potencia de las series cretácicas (y probablemente también las del Jurásico, que no observamos) del sector meridional con respecto al septentrional. Dicha línea se orienta en dirección NO.-SE. desde la localidad de Peñarrubia a la aldea del Carrascal, pasando previamente por la cortijada de Almazarán, junto al curso del Río Segura y por Férez. Después del Carrascal esta línea de separación se inflexiona hacia el NE., corriendo paralelamente y al Sur de la actual alineación de diapiros y salidas volcánicas de «jumi-litas» entre Almirez, Collado de los Colorados, Quijonate, y ya fuera de nuestra región por Jumilla y Yecla.

Esta alineación de índole paleogeográfica es muy significativa, por delimitar claramente un accidente de zócalo, que favoreció la subsidencia de la cuenca hacia el S. y SE., y más recientemente la salida del material procedente del Sima

Al N. de esta línea, el Cretácico inferior de las hojas de Elche de la Sierra y de Isso está constituido por materiales exclusivamente terrígenos y de potencia, como hemos visto, muy moderada.

Por el contrario, al S. de esta alineación encontramos las siguientes facies, cada vez más potentes y situadas sucesivamente hacia el interior de la cuenca, salvo la tercera que estudiaremos, que se sitúa transgresiva al techo de las dos primeras:

a) *Facies de transición marino continental*, caracterizada por un aumento brusco de potencia y por su posición de transición en la cuenca, entre las facies puramente terrígenas y las predominantemente carbonatadas.

Está constituida por una alternancia de areniscas, arenas, calizas y margas. La arena y el limo de los terrígenos están formados por cuarzo y feldespatos. Las calizas, esencialmente microcristalinas, contienen numerosos intraclastos y restos macroscópicos de organismos marino, tales como Rudistas, Estromatopóridos y Orbitolinas. Esporádicamente contienen también oolitos dispersos.

La potencia de este tramo llega a superar los 300 metros.

Su edad corresponde al Aptense-Albense.

b) *Facies central o interior del surco sedimentario*, caracterizada por una constitución litológica fundamentalmente calcárea, se sitúa al Sur y Sureste de la anteriormente descrita por paso lateral y, también ocupando la base de aquélla.

Las calizas son esencialmente microcristalinas y contienen mayor cantidad de intraclastos de tipo

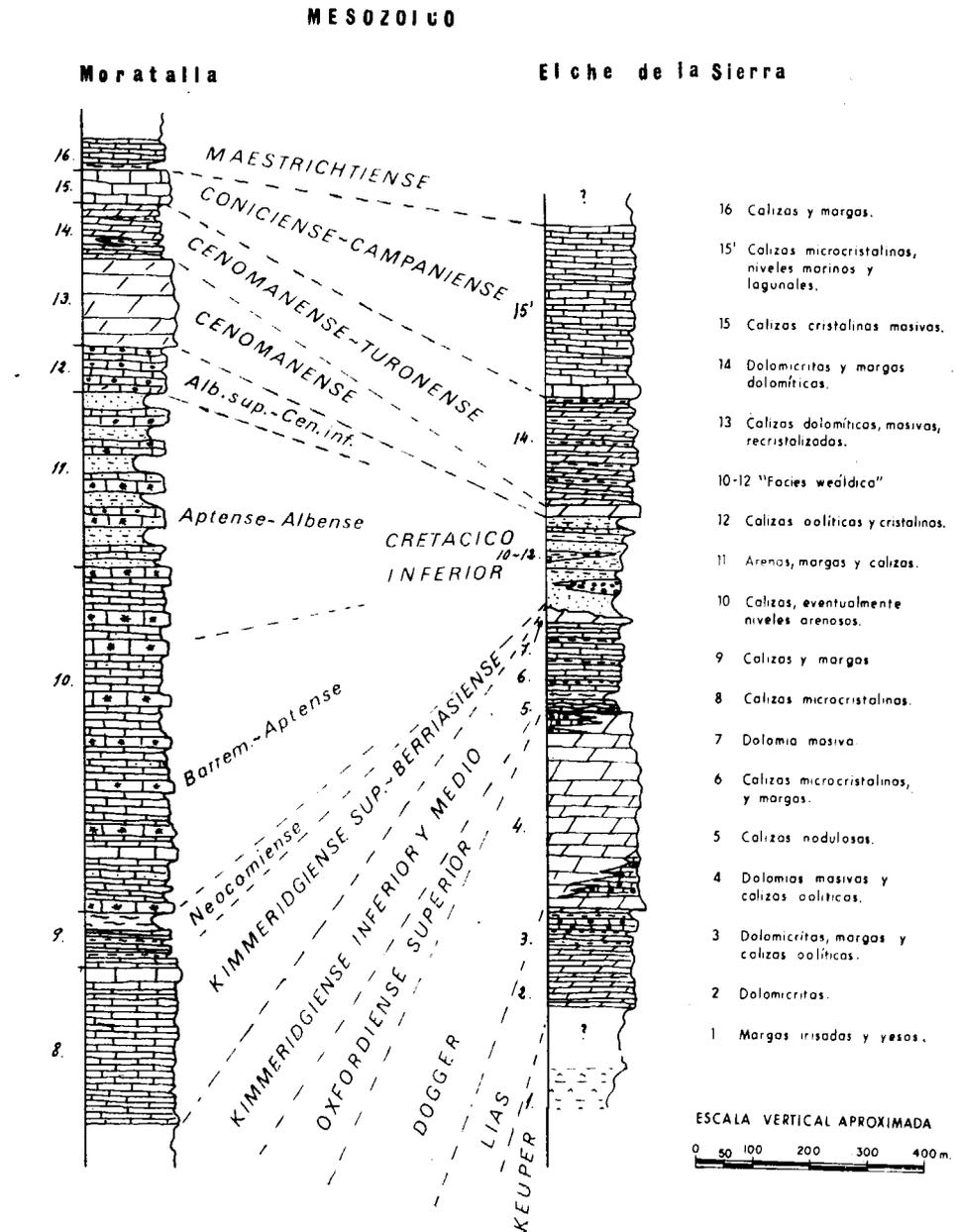


Fig. 1.—Correlación entre las series tipo del sector septentrional (Hoja de Elche de la Sierra) y del sector meridional (Hoja de Moratalla), para el Mesozoico. Se observa cómo en general la potencia aumenta hacia el Sur, con excepción del Senonense y del tramo Cenomanense-Turonense.

pararrecifal (Rudistas, etc.), que las de las facies precedente. También contienen oolitos dispersos.

En ciertos intervalos o capas las calizas son algo más maduras y entonces el barro microcristalino fue barrido más o menos intensamente. Los terrígenos han disminuido en proporción y apenas llegan a constituir niveles por sí solos, y en las calizas su

porcentaje, de cuarzo y feldespatos, no sobrepasa generalmente el 10 por 100. La madurez de las rocas carbonatadas aumenta progresivamente hacia el techo de la serie, si bien en su conjunto la sedimentación parece de ambiente restringido.

La riqueza de intraclastos de tipo arrecifal, e

incluso de organismos completos procedentes de tal ambiente cada vez más abundantes hacia el Sur, parece indicarnos que estas calizas depositadas en un ambiente restringido lo fueron a «sotavento» de una barrera arrecifal. Actualmente deberíamos encontrar esta hipotética barrera arrecifal inmediatamente al S., posiblemente bajo los materiales del Subbético alóctono, lo que repercute en el interés que presentaría esta zona para la investigación petrolífera.

El conjunto de esta facies se extiende desde el Barremiense al Albense. Su potencia media sobrepasa los 800 metros.

c) *Facies de transición Albense-Cenomanense*, situada al techo de la formación cretácica inferior y al muro de las calizas dolomíticas masivas del Cenomanense en el sector meridional.

Constituye un gran lentejón de unas cuantas decenas de kilómetros cuadrados de superficie, con potencia media del orden de unos ochenta metros.

Está muy bien representada en el cuadrante NO. de la Hoja de Moratalla, acunándose hacia el N., después de Férez, a la altura del Cerro del Marqués, donde esta facies se ha reducido a seis o siete metros de calizas arenosas más o menos dolomitizadas. Hacia el S., cargándose progresivamente de elementos terrígenos, estas calizas pasan a integrarse en el techo de la serie de transición marino continental, antes descrita.

La característica principal del tramo, así como su diferencia con respecto al anterior, consiste en el predominio casi absoluto de las rocas carbonatadas maduras o biosparitas sobre las rocas carbonatadas microcristalinas.

Las calizas incluyen muy frecuentemente oolitos y elementos terrígenos, arena de cuarzo y feldspatos, en proporciones generalmente inferiores al 10 por 100.

Esta facies pertenece a un mar francamente abierto y el ambiente de depósito es el propio de una «zona costera», por lo que representa la iniciación de la transgresión que se va a acentuar durante el Cenomanense.

Las calizas contienen restos de Equínidos, Lamelibranquios, Nerinea y Corales y, entre la microfaua, J. L. Saavedra nos ha clasificado: *Orbitolina* gr. *texana* (Roemer), *Glomospira* sp., Miliólidos, Ataxophrágmidos, *Dicyclina* sp., *Marinella* sp., *Halimeda* sp., *Aulotortus* sp., *Termequella* sp. y *Bacinella irregularis* (Radovic).

Cretácico superior del sector septentrional:

Comprende las siguientes formaciones de muro a techo:

Un complejo calizo dolomítico de base, de edad Cenomanense-Turonense.

Una formación caliza de facies marino lagunal, de edad Coniaciense-Campaniense.

El complejo dolomítico de base se subdivide en dos tramos:

El *tramo inferior*, constituido por dolomía masiva, con una potencia variable entre 15 y 30 metros. Contiene fantasmas de Orbitolinas.

El *tramo superior*, consiste en una alternancia bien estratificada de calizas dolomíticas de grano fino o dolomícritas, con margas dolomíticas de color ocre-verdoso. Contienen restos fósiles difícilmente reconocibles de Textuláridos, *Cuneolina* sp. Ataxophrágmidos, Lituólidos, Lamelibranquios y Gasterópodos.

La *formación marino-lagunal del Senonense*, se compone de una alternancia de calizas de ambiente restringido o lagunal, con otros niveles calcáreos francamente marinos. La potencia de esta serie sobrepasa los 300 metros.

Las calizas de ambiente lagunal son microcristalinas o sublitográficas y contienen Charáceas y Ostrácodos de concha fina, además Gasterópodos y los siguientes foraminíferos: *Rotalina cayeuxi* (de Lapparent) y Ophthalminidos. También, *Microcodium elegans* (Gluck), *Lithoporella* sp., *Termequella* sp., y *Lockhartia* sp.

Los niveles francamente marinos están formados por calizas organógenas recristalizadas, con matriz micrítica y restos orgánicos de Rudistas, Ostréidos, Lamelibranquios, espiculas, de esponjas y foraminíferos de ambiente marino, como *Vidalina hispánica* (Schlumberger), *Nummofallotia cretácea* (Schlumberger), *Idalina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Globotruncana sigali* (Reichel), *Marsonella* sp., *Cuneolina pavonia* (d'Orbigny), *Bolivinopsis*, sp., *Textularia* sp. *Dicyclina schlumbergeri* (Munier-Chalmas), *Bacinella irregularis* (Radovic). También contienen restos de Briozoos y de Coralarios.

Cretácico superior del sector meridional:

Al igual que en el sector septentrional, el Cretácico inferior del meridional está representado por dos formaciones:

a) Un *complejo dolomítico de base*, con un tramo de calizas dolomíticas masivas al muro, y otro de dolomías y margas dolomíticas bien estratificadas hacia el techo. La edad de este complejo abarca el Cenomanense y el Turonense.

b) Una *formación superior calcárea*, franca-

mente marina en contraposición a la facies marino-lagunal del sector septentrional, que se extiende desde el Coniaciense al Maestrichtiense.

Complejo dolomítico del Cenomanense-Turonense:

El tramo de base, de dolomías masivas, aumenta grandemente su potencia en relación con el tramo equivalente en la zona septentrional. Su potencia media supera los 120 metros.

Se trata de dolomías masivas, con textura cristalina de grano medio y con fantasmas de aloquímicos, tales como Lamelibranquios y Orbitolinas, que a veces se observan de viso. Eventualmente presentan sombras de oolitos, óxidos de hierro, etcétera.

El tramo superior del complejo dolomítico en la zona meridional no difiere mucho del equivalente al del sector septentrional, sino es porque hacia el Sur van desapareciendo progresivamente las margas dolomíticas intercaladas.

Consta este último tramo de 60 a 80 metros de dolomías de textura fina y, eventualmente de margas dolomíticas. En la parte N. del sector meridional puede superar los 120 metros de espesor.

Las dolomías microcristalinas parecen proceder de un barro micrítico original depositado en una cuenca de ambiente de sedimentación restringida, a diferencia del tramo anterior. Estas dolomías han librado restos mal conservados de *Dicyclina* sp., *Textularia* sp. y *Lamelibranchios*.

Formación superior calcárea del Senonense:

El Senonense de este sector meridional es francamente marino y comprende, invariablemente, dos tramos:

Un *tramo inferior*, compuesto de calizas masivas muy blancas, de edad comprendida entre el Coniaciense, y el Campaniense.

Un *tramo superior*, formado por calizas bien estratificadas y margas en la base. Se trata del Maestrichtiense.

El tramo inferior, del Coniaciense al Campaniense, cuenta con una potencia variable de 30 a 40 metros y a veces más, de calizas masivas que destacan en el relieve, microcristalinas y cristalinas, que pueden contener cantidades pequeñas de arena y limo de cuarzo y feldspatos. Se reconocen restos de Esponjas y se han recogido Equinodermos no clasificables. Al microscopio han dado *Pithonella sphaerica* (Kaufmann). Como rasgo de contraste con el tramo superior hay que destacar la ausencia del aporte pelágico de las Globotruncanas en el Coniaciense-Campaniense.

El tramo superior o Maestrichtiense, comienza con dos metros de margas verdes muy ricas en *Equinocorix vulgaris*. Completa la serie una secuencia de calizas arenosas, que a veces contienen glauconia, con *Inoceramus* sp., y restos de Ammonites aún no clasificados. Al microscopio, estas calizas han dado restos de *Siderolites* sp., *Orbitoides* sp., *Clypeorbis* sp., *Globotruncanas*, tales como *G. formicata* (Plummer), *G. lapparenti* (Bolli) y *G. cónica* (White), además de *Pithonella sphaerica* (Kaufmann), y *Pithonella ovalis* (Kaufmann).

En la Sierra del Zacatin y en la Sierra de la Umbría de la Mata, al OSO. de la Hoja de Moratalla, excepcionalmente el Maestrichtiense se presenta directamente sobre un *hardground*, existente en el techo del complejo dolomítico del Cenomanense-Turonense, faltando por «acordancia» el tramo inferior del Senonense, esto es, el Coniaciense-Campaniense.

Más al SE., en el flanco sur del Anticlinal de la Sierra de la Muela, falta todo el Senonense y encontramos el Eoceno depositado directamente sobre las dolomías masivas del Cenomanense, con lo que pudiera faltar también el Turonense.

B. Nummulítico s. lat.

Denominamos así al conjunto de dos formaciones, la inferior marina y la superior marino-lagunal, que comprenden el Eoceno y el Oligoceno.

La formación marina inferior, o Nummulítico en sentido estricto, va desde el Landeniense al Luteciense en nuestra región.

La formación marino-lagunal que corona la serie, la atribuimos al conjunto del Eoceno superior-Oligoceno.

Ambas formaciones están representadas únicamente en el sector meridional de la región que estudiamos, concretamente en la mitad sur de la Hoja Moratalla.

Nummulítico s. str.

Se han podido distinguir los siguientes pisos:

a) *Paleoceno superior* o *Landeniense*, constituido por calizas de grano fino, a veces recristalizadas, de color blanco y aspecto masivo. Constituyen la base de un paquete calizo más potente que se extiende hasta el Luteciense inferior, por las Sierras de la Umbría de la Mata y en el Collado del Saucó.

Las calizas paleocenas contienen fracciones pequeñas de impurezas terrígenas, de cuarzo y de feldspatos. La mayor parte de los niveles están recristalizados y se presentan estériles, mientras que

otros han dado Miliólidos, *Miscellanea* sp., *Discocyclina* sp., *Distichoplax biserialis* (Dietrich), *Alveolina* sp., *Operorbitalites* sp., *Nummulites* de pequeña talla, *Epilithon nitidum* (Johnson), *Gypsina* sp., *Dentalium* sp., y Rotálidos gruesos.

b) *Ypresiense*, formado por calizas semejantes a las anteriores que contienen pequeñas cantida-

Globorotalias del grupo *formosa-gracilis* (Bolli) y *G. broedermanni* (Cushman y Bermúdez).

c) *Luteciense*, que hacia el N. de la parte sur de este sector meridional está representado sólo por calizas, constituyendo el grueso del paquete calcáreo masivo en cuya extrema base están reducidos en potencia los dos pisos antes descritos.

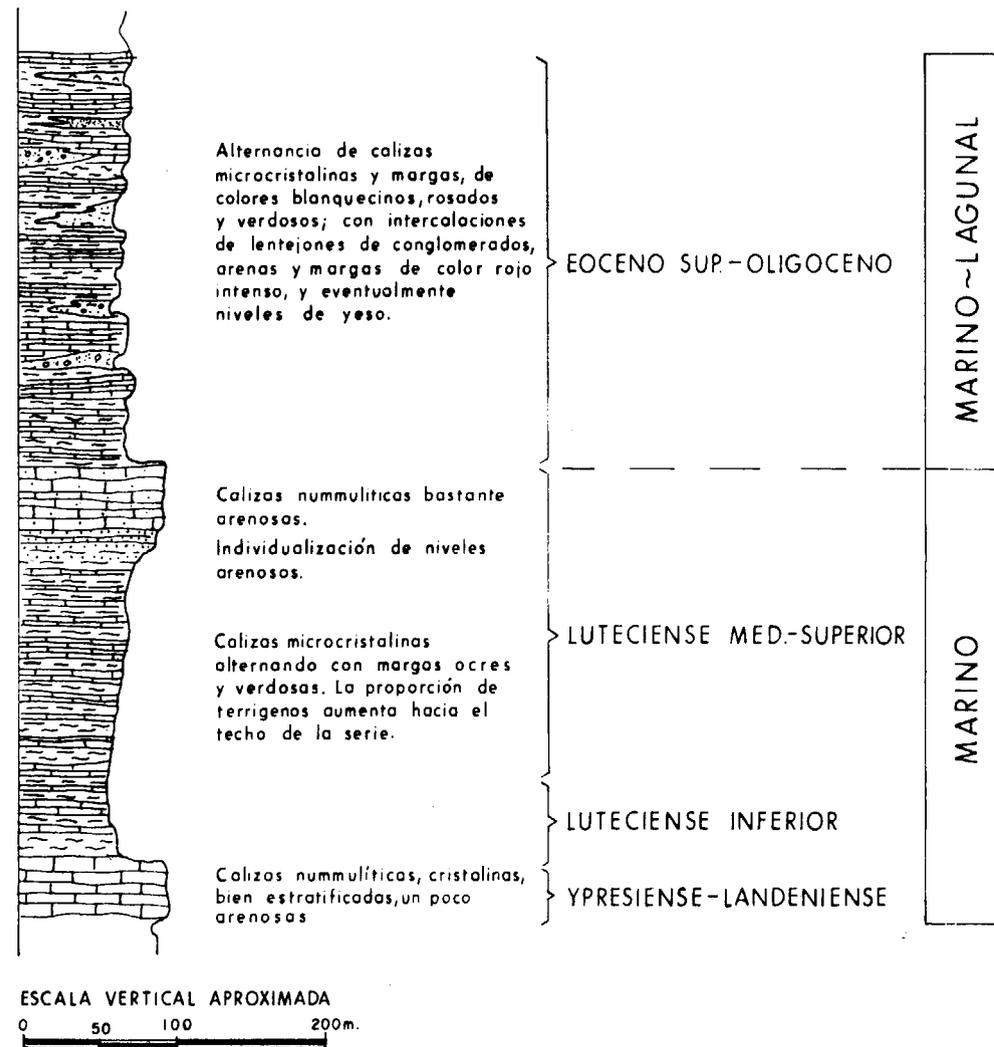


Fig. 2.—Serie Nummulítica s. lat., con dos formaciones, una marina en la base que corresponde al Landeniense-Luteciense; y otra marino-lagunal en el techo que corresponde al Eoceno superior-Oligoceno.

des de impureza terrígenas de idéntica naturaleza a las mismas con las que forman un solo paquete calizo.

Estas calizas han dado Nummulites, Alveolinas, Flosculinas, *Gypsina* sp., *Discocyclina* sp., *Actinocyclina*, *Europertia* sp. y *Globigerináceos*, tales como *G. linaperta* (Finlay) y *G. prolata* (Bolli); y

Hacia el Sur, las calizas lutecienses comienzan a intercalar margas y a incrementar el espesor de su serie rápidamente. Así, pues, en su conjunto, comprende una secuencia calizo margosa que llega a sobrepasar los 300 metros de potencia.

La serie está muy cargada de terrígenos, cuarzo y feldespatos, que van aumentando en propor-

ción hacia el techo, donde llegan a constituir algún que otro nivel arenoso.

Generalmente la serie luteciense está coronada por un paquete calizo muy arenoso, de aspecto más o menos masivo.

Próximo a la base del tramo, un levigado nos ha librado la siguiente asociación que es muy interesante porque nos data la parte alta del Luteciense inferior, con: *Microcodium*, *Cibicides*, *Operculina* sp., *Rotalia* de pequeña forma y con espinas, *Truncorotaloides rohri* (Bronnimann y Bermúdez), *Globorotalia lehneri* (Cushman y Jarvis), *G. renzi* (Bolli), *G. spinulosa* (Cushman), y *Hantkenina dumblei* (Weinzierl y Applin), que junto con *Globigerapsis kugleri* (Weynschenc) caracteriza la zona.

El Luteciense es el piso más potente. Hacia la parte media y superior contiene Nummulites de pilares gruesos, Alveolinas alargadas, *Europertia* sp., *Orbitolites complanatus* (Lamarck), y *Actinocyclina*, sp.

Eoceno superior-Oligoceno.

Sobre el Nummulítico s. str. y en concordancia con el mismo, viene una facies marino-lagunal, depositada en un ambiente restringido con salinidad mayor de la normal.

Esta formación consiste en una alternancia de calizas microcristalinas, micritas y biomicritas, con margas o argilotitas de colores blanquecinos y frecuentemente con tono rosado y verdoso. Con carácter esporádico intercala niveles de conglomerados de cantos de cuarzo y cuarcita y matriz arcillosa de color rojo intenso. Eventualmente también, hacia la parte superior aparece un nivel de unos dos metros de yeso blanco-grisáceo.

Las calizas, en ciertos episodios, se encuentran algo más lavadas que el resto de la serie, cuya pauta general es la inmadurez carbonatada. Estas calizas algo más maduras aparecen hacia la base de la serie acompañadas de algún que otro nivel de calizas oolítica. Hacia el techo van disminuyendo las impurezas terrígenas.

En su parte inferior, las calizas de la serie han dado Algas, entre ellas Charáceas, *Microcodium* sp., Ostrácodos y pequeños Rotaliformes. Encima, el resto de las calizas contienen Miliólidos, Ophthalminidos, pequeños Rotálidos, Ostrácodos, *Glomospira* sp., *Rhapydionina* sp., *Microcodium* sp., y *Peneróplidos*. Algunos de los Miliólidos son del tipo *Quinqueloculina* sp., *Triloculina* sp., *Spiroloculina* sp., y *Austroloculina* sp.

Esta formación supera los 200 metros de potencia.

C. Neógeno

El Mioceno aflora ampliamente en nuestra región. Nos limitaremos aquí a subrayar sus rasgos fundamentales, dejando para un próximo artículo su descripción más detallada.

Mioceno inferior:

Donde mejor se encuentra representado y donde se desarrollan más ampliamente sus series es en el sector meridional de nuestra región, concretamente en la Hoja de Moratalla. Únicamente en esta zona presenta fauna característica en sus distintos tramos, permitiéndonos la subdivisión cronoestratigráfica.

Se presenta constituido por una alternancia de episodios calizos que se indentan con tramos margosos.

Los planos de separación litológica, entre las calizas y las margas, son diácronos o lo que es lo mismo no coincidentes con los de separación cronoestratigráfica.

Un corte muy representativo en la serie lo tenemos al N. del Río Benamor, partiendo de la «Cortijada de Fotuyas» hasta coronar el «Puntal de la Covacha». De Sur a Norte, encontramos aquí la siguiente serie:

a) Conglomerado basal «monogénico», constituido por cantos de cuarzo y cuarcita con matriz arcillosa-arenosa roja. Rellenan estos conglomerados el relieve modelado sobre los materiales más antiguos, marcando así el nivel de la primera discordancia miocena. La edad de estos elementos terrígenos está comprendida entre el Oligoceno superior y la extrema base del Aquitaniense inferior.

b) Diez a quince metros de areniscas, calizas arenosas y margas muy recubiertas por coluviones.

c) Quince a veinte metros de caliza masivas, biosparitas arenosas, cuya base ha dado globigerinidos de la «zona G. trilobus» y, en su techo, de la «zona G. insueta» del Aquitaniense inferior y superior, respectivamente, según la zonación de Bolli (1966).

d) Veinticinco a treinta metros de margas arenosas, con intercalaciones de calizas arenosas de los tipos biosparitas y biomicritas. Los globigerinidos de este tramo pertenecen a la «zona G. bari-sanensis», del Burdigaliense inferior, según la zonación de Bolli.

e) Setenta a ochenta metros de calizas masivas, biosparitas más menos arenosas, que constituyen la cornisa del «vértice geodésico Láchar», muy ricas en Algas y Briozoos, que no han dado globigerinidos, pero que quedan por su situación relativa

dentro de la «zona de *G. barisanensis*» del Burdigaliense inferior.

f) Sesenta a setenta metros de areniscas, calizas arenosas y margas bien estratificadas. Los cincuenta metros de base han dado microfauna de la «zona *G. barisanensis*», del Burdigaliense inferior. Los diez metros superiores, aproximadamente, nos han datado la «zona *G. foysi*» del Burdigaliense medio, según la zonación de Bolli (1966).

g) Diez a quince metros de conglomerado po-

sificación de Bolli de 1966 como la más aceptable e irrefutable en sus líneas generales.

Posteriormente a Bolli, en 1967, Postuma la adaptó muy bien a Europa y sus pequeñas modificaciones son muy interesantes.

La base del «tramo e» se encuentra cabalgada según una falla inversa por las dolomías masivas del Cenomanense, aproximadamente un kilómetro al SO. de Benizar, prosiguiéndose después el depósito del «tramo e» en la parte superior del mis-

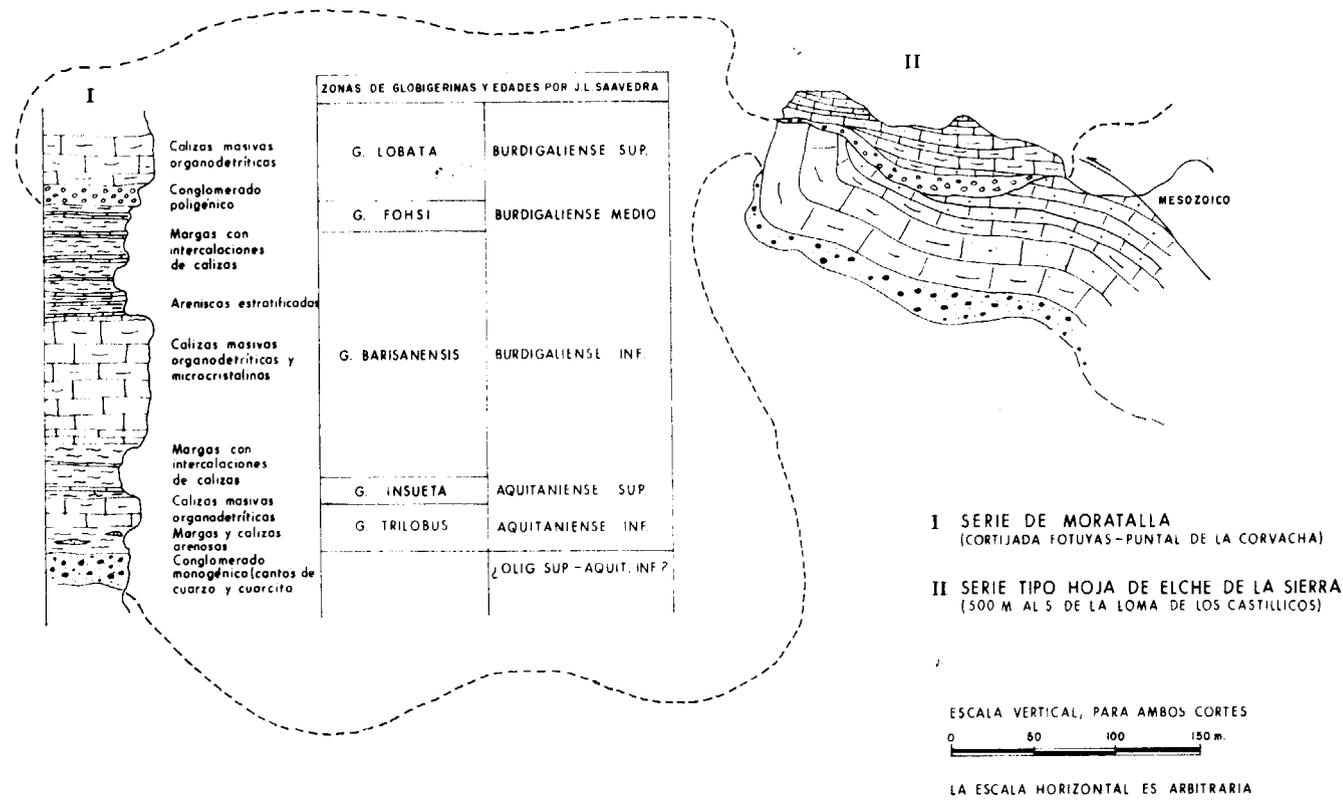


Fig. 3.—Serie del Mioceno inferior con indicación de las zonas de globigerinidos, que según la clasificación de Bolli de 1966, dan los distintos tramos en la Hoja de Moratalla. Se establece un ensayo de correlación con las series más septentrionales de la Hoja de Elche de la Sierra

ligénico, con cantos de diversa naturaleza procedentes de todo tipo de materiales del Mesozoico y Paleógeno, y matriz calcárea constituida de biosparita arenosa sin sedimentaria.

Este conglomerado marca el nivel de una discordancia intraburdigaliense, que aquí se dio entre el Burdigaliense medio y superior atendiendo a misma clasificación de Bolli.

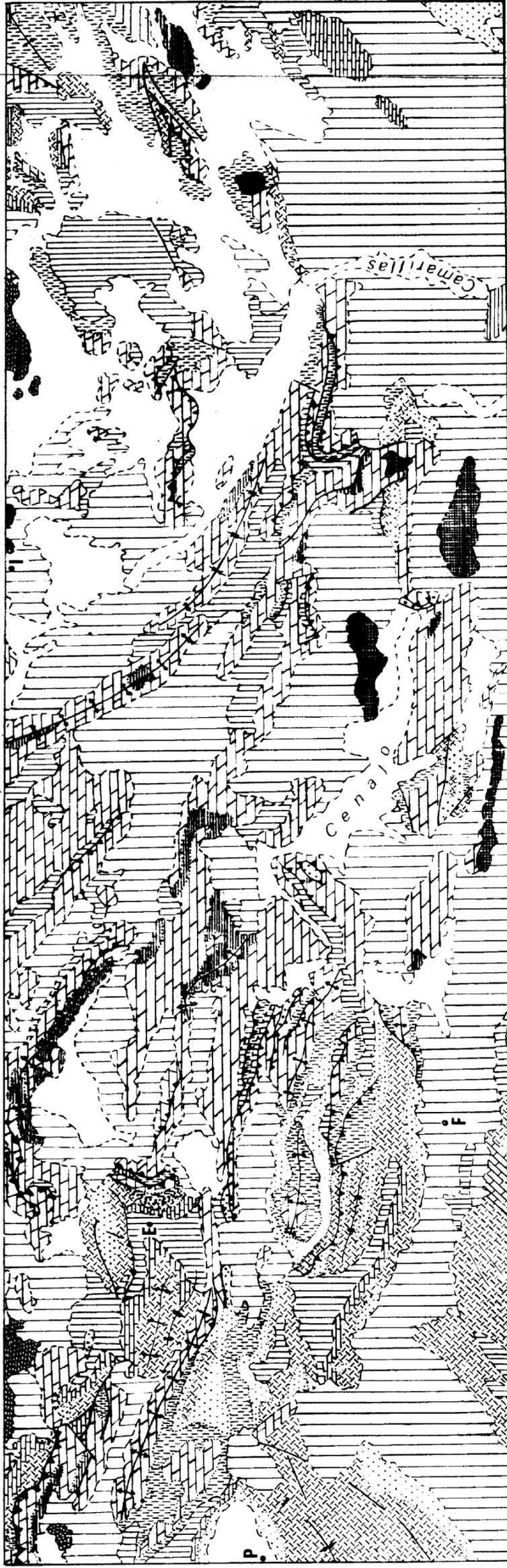
h) Veinticinco a treinta metros de calizas masivas, biosparitas más o menos arenosas, con globigerinidos de la «zona *G. lobata*» del Burdigaliense superior.

Los distintos globigerinidos citados han sido clasificados por J. L. Saavedra, que considera la cla-

mo que sella así esta discordancia y cobijadura de carácter local.

Por otra parte, el Burdigaliense superior de la Sierra del Cerezo, en una serie paralela y próxima al SE. de la descrita, se encuentra ampliamente cabalgando por los materiales de la zona Subbética.

En las regiones del sector septentrional el Mioceno inferior es menos potente y no está tan bien desarrollado como en este sector meridional. Allí son muy frecuentes las cobijaduras de la mitad basal de la serie del Mioceno inferior, y el depósito posterior en discordancia de la parte superior del Mioceno inferior, tal como se expresa en el esquema de la figura 3, a la derecha. En esta figura



I ISSO

E Elche de la Sierra

M Moratalla

P Peña Rubia

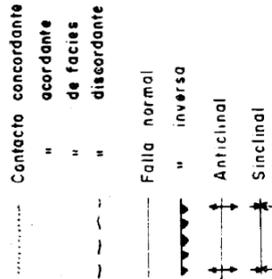
F Férez

B Benizar

Escala gráfica



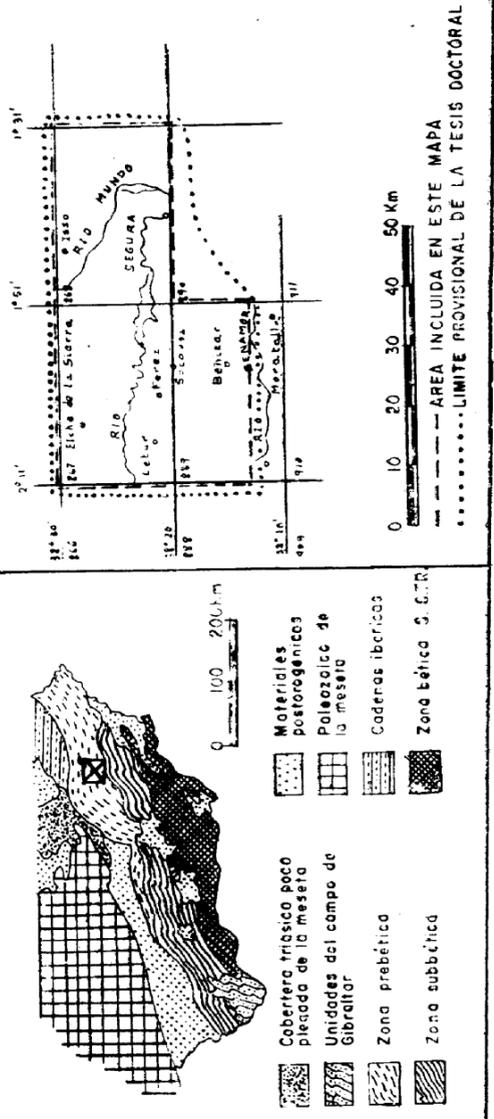
SIGNOS



LE Y E N D A

Aluviones y coluviones	CUATERNARIO	Alterancia de niveles ferruginos y calizas inmaduras con fauna marina	APTENSE-ALBENSE
Calizas lacustres y depósitos fluviales	MIOCENO SUPERIOR PLIOCENO	Sedimentos carbonatados "inmaduros" y maduros. Fauna marina	KIMMERIDGIENSE NEOCOMIENSE
Calizas, margas y conglomerados	AQUITANIENSE BURDIGALIENSE	Calizas y margas	OXFORDIENSE SUP KIMMERIDGIENSE
Calizas microcristalinas, margas y conglomerados	OLIGOCENO EOCENO SUPERIOR	Calizas nodulosas, margocalizas y margas. Eventualmente dolomías y calizas pisolíticas	BATHONIENSE + CALLOVIENSE
Calizas y margas con Nummulites	EOCENO INF Y MEDIO	Dolomías de grano muy grueso, eventualmente con grava de cuarzo y cuarcito, o calizas	LIAS
Formaciones marina-lagunales y/o marinas. Calizas y margas	SENONENSE	Dolomías de grano fino y margas rojas y verdes intercaladas	KEUPER
Dolomías masivas, o estratificadas con margas dolomíticas	CENOMANENSE TURONENSE	Margas irisadas y yesos. Eventualmente areniscas y margas arenacas	Basaltos y "jumilitas"
Sedimentos carbonatados "maduros" con fauna marina	ALBENSE SUPERIOR CENOMANENSE INF.	Unidades alacónicas subbéticas	MESOZOICO
Facies "wealdica"	BARREMIENSE ALBENSE		

Localización Geológica y Situación Geográfica (cuadrículas M.T.N.)



ESQUEMA GEOLOGICO DE LA REGION COMPRENDIDA ENTRE ISSO, ELCHE DE LA SIERRA, Y MORATALLA

se indica también como la correlación entre las series del sector septentrional (Hojas de Isso y de Elche de la Sierra), con la serie bien datada antes descrita de la parte sur de la Hoja de Moratalla, hay que hacerla tomando como niveles guía los conglomerados antes descritos en la base y hacia el techo del Mioceno inferior que presentan una constancia regional bastante generalizada. Pues si bien la microfauna permite una paralelización cronológica del conjunto para el Mioceno inferior de ambos sectores, la escasez y frecuentemente la ausencia de niveles margosos en el sector septentrional no permite allí una zonación tan completa de las series.

Mioceno superior-Plioceno:

Atribuimos a esta edad una potente formación discordante sobre todos los terrenos antes descritos, en su mayor parte depositada en ambiente lacustre, con excepción de la zona SO. de la Hoja de Elche de la Sierra donde sus facies son típicamente fluviales.

Esta formación no ha dado fauna característica. No obstante, hemos podido constatar, en numerosos cortes, la posición estratigráfica relativa de estos materiales que se presentan claramente discordantes sobre las calizas burdigalienses. Frecuentemente se encuentran también rellenando las depresiones sobre las estructuras plegadas y falladas del Mesozoico.

Dentro de esta formación, que en ocasiones supera los 500 metros de potencia, se distinguen varias facies que se indentan entre sí.

a) *Facies lacustre*, predominantemente carbonatada que a su vez se subdivide en tramos litológicos distintos con paso lateral de unos a otros, tales como:

«Calizas tableadas y margas».

«Calizas tableadas y margas con niveles de yeso y azufre».

«Calizas en bancos».

La facies lacustre se puede definir en su conjunto como «facies pontiense s. lat.», por su semejanza litológica con las facies pontienses de los páramos de la Cordillera Ibérica.

Dentro de estas facies, el término de mayor extensión regional es el de las «calizas tableadas y margas», caracterizadas por su fina estratificación, que eventualmente intercalan niveles delgados de lignito.

Las calizas lacustres son litográficas, micritas y biomicritas, constituidas por una matriz calcárea y una trama que consiste en restos de Gasterópodos (Hidrobis y Planorbis), Algas (Clorofíceas, Cianofíceas y Charáceas) y Ostrácodos.

Las margas, denominadas «tierra blanca» en esta

región, contienen los mismos restos orgánicos que las calizas, y son objeto de explotación industrial por su poder absorbente en la fabricación de explosivos.

El segundo término consiste en la misma facies anterior, más la intercalación de niveles salinos y de azufre, que en otro tiempo fue explotado en la zona de las Minas.

Las calizas en bancos, consisten en estratos exclusivamente calcáreos, sin margas, y en la que los estratos presentan mayor espesor que los propios de los términos anteriores. Contienen los mismos restos orgánicos y son microcristalinas o sublitoográficas.

b) *Facies fluvial*, exclusivamente terrígena salvo en la zona de indentación con las facies anteriores donde comienza a intercalar calizas lacustres.

Su facies típica consiste en una alternancia de areniscas, conglomerados y margas limosas y arenosas, de color predominantemente ocre-amarillento.

Esta serie está muy bien representada en la extremidad SO. de la Hoja de Elche de la Sierra. Cuando es puramente terrígena es totalmente azoica, mientras que las calizas que comienza a intercalar hacia el E. contienen los mismos fósiles que las anteriormente descritas para la «facies lacustre».

Plioceno-Cuaternario:

Atribuimos a esta edad, una potente formación de conglomerados poligénicos de color rojizo, situada en discordancia sobre las facies antes mencionadas.

Hacia su parte superior aparecen frecuentemente retazos de travertinos que resaltan en el relieve.

El conjunto de esta serie está muy bien representado en la parte meridional de la Hoja de Elche de la Sierra.

Sobre esta formación terrígena ha marcado sus huellas un proceso de erosión posterior bastante avanzado.

Cuaternario:

Los terrenos más recientes que completan el cuadro estratigráfico son los coluviales y aluviales que se siguen depositando actualmente sobre las laderas montañosas y en las depresiones intramontañosas, así como en las terrazas de los cursos fluviales.

III. PALEOGEOGRAFÍA Y GEOLOGÍA HISTÓRICA

Durante el Keuper se generaliza una regresión marina.

En el Lías la cuenca sufre una subsidencia rela-

tivamente moderada, que no le permite entrar aún en el dominio del mar abierto salvo en cortos intervalos y de forma indecisa en el Lías superior. Las aguas eran todavía muy salobres.

En el Dogger, el Bajociense constituye un período oscuro, durante el cual pudo interrumpirse la sedimentación. Con el Bathoniense sobrevendría una transgresión, se acentúa la subsidencia, y la cuenca penetra en el dominio de la «zona costera». Por el Sur, al parecer, provienen a la cuenca ciertas cantidades de arena y grava, que de momento

relativa de elementos terrígenos. El otro dominio, rodeando al anterior por el Este y por el Oeste, y posiblemente también por el Sur, se caracteriza por la mayor profundidad de la cuenca que ocupa áreas más subsidentes, con una sedimentación calizomargosa que no es alterada por la acción de las aguas.

Durante el Cretácico inferior, toda la zona septentrional permanece en el dominio de la sedimentación terrígena, en una cuenca exterior poco subsidente y suavemente inclinada hacia el Sur.

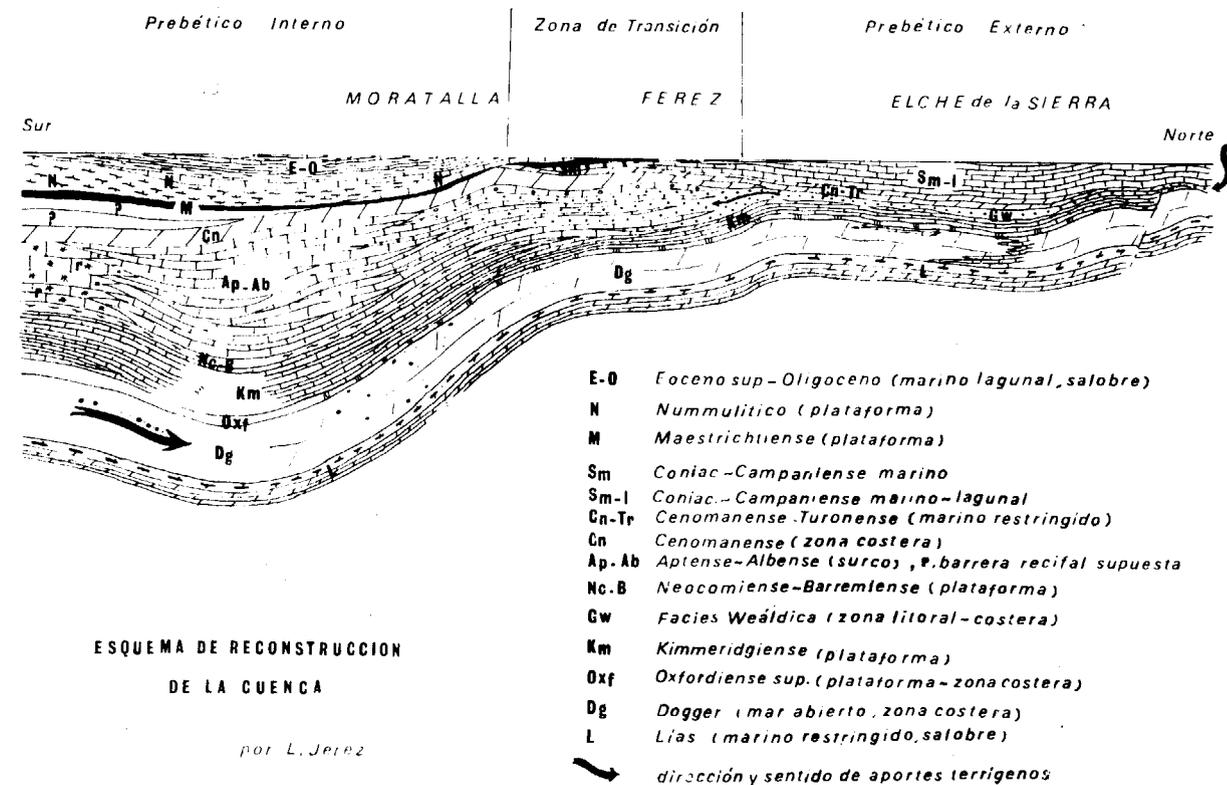


Fig. 4.—Esquema de reconstrucción de la cuenca, con indicación de los ambientes sedimentarios, subsidencias diferentes entre el sector septentrional y el meridional, etc.

interpretamos suponiendo un umbral paleozoico situado probablemente en la transición prebética-subbética.

Durante el Oxfordiense inferior se interrumpe el depósito, mientras que en el Oxfordiense superior prosigue la transgresión marina hacia el Norte.

En el Kimmeridgiense la parte septentrional de nuestra región se subdivide en dos dominios. Uno con sedimentación propia de una «zona costera», situado aproximadamente entre los meridianos de Elche de la Sierra y de Isso, en una zona de umbral de escasa profundidad manifiesta en la acción del oleaje y de las corrientes sobre los sedimentos carbonatados y en la acumulación

Por el contrario, en la meridional, y bruscamente separado de la anterior, se instala un surco muy subsidente con sedimentación cada vez más carbonatada hacia el Sur. Este surco subsidente recibe por el Norte los elementos terrígenos y por el Sur los restos de organismos constructores, que debieron proliferar sobre arrecifes constituidos sobre un umbral más meridional que el surco. Este hipotético umbral protegería los sedimentos del surco de la acción del mar abierto.

Antes de finalizar el Cretácico inferior, durante el Albense superior se inicia una nueva transgresión marina y el mar comienza su avance hacia el Norte.

La transgresión se acentúa durante el Cenomanense y comienza de nuevo la subsidencia de la región septentrional, si bien a menor ritmo de la que continúa en el surco meridional. Durante el Cenomanense superior y Turonense se equilibra la subsidencia entre ambas regiones, a la par que se generaliza una sedimentación de tipo restringido.

Durante el Senonense vuelven a individualizarse los dominios, septentrional y meridional, con la instalación de sedimentaciones netamente diferentes. Al N. se instala un surco donde alterna los episodios de sedimentación marina con otros típicamente lagunales. Esto sucedería gracias a la acción de un umbral que separaría el surco septentrional del meridional y que regularía la entrada del mar hacia el Norte. Por el contrario, en el surco meridional, durante el Coniaciense-Campaniense, se instala una sedimentación francamente marina si bien de tipo marino restringido debido a la constitución de otro umbral más meridional, de cuya existencia sobre las dolomías del Cenomanense-Turonense quedó como testigo un «harground» y la falta de sedimentos coniacenses-campanienses, depositándose directamente el Maestrichtiense sobre este sector. Durante el Maestrichtiense se acentúa la transgresión marina en el surco meridional y posiblemente también el septentrional, lo que no podemos confirmar por falta de sedimentos maestrichtiense en el sector norte. No obstante la transgresión, en parte de la zona de umbral meridional antes referido no se depositaron tampoco los sedimentos Maestrichtienses.

Durante el Eoceno, la subsidencia regional se traslada acentuándose en latitudes algo más meridionales que durante el Cretácico inferior, y en la región de Moratalla se instala un surco muy profundo. La subsidencia se hace más fuerte a partir del Luteciense inferior, y comienza a equilibrarse con el ritmo de la sedimentación en el Luteciense superior, a la par que se inicia una regresión.

Durante el Eoceno superior-Oligoceno se acentúa la regresión. La cuenca se colmata a mayor velocidad que la subsidencia, que por otra parte continúa siendo notable, permitiendo una gran acumulación de sedimentos carbonatados y terrígenos de tipo marino lagunal y aguas de salinidad superior a la normal, como indica la existencia de evaporitas.

Posteriormente, los plegamientos alpinos facilitaron el levantamiento de la región. Y durante el Mioceno inferior el mar ocupó de nuevo gran parte de la región estudiada, en cuencas residuales que sufrieron la acción de pulsaciones orogénicas tardías de edad intraburdigaliense.

Finalmente, entre el Mioceno superior y Plioceno, en nuestra región se instala un gran lago muy configurado, que recibe por el SO. un caudaloso río.

BIBLIOGRAFÍA

BRINKMANN, R. y GALWITZ, H. (1933). *El borde externo de las Cadenas Béticas en el sureste de España*, vol. V, páginas 167-290, Madrid, 1950, Inst. «Lucas Mallada» de Inv. Geol.

FALLOT, P. (1928). *Sur la partie centrales des Sierras de Segura (Andalousie)*. «Comptes. Rendues Ac. Sc.», t. 186, pp. 157-159, París.

— (1943). *El sistema Cretácico en las Cordilleras Béticas*. Publicaciones del C. S. I. C., Madrid.

— (1945). *Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el río Guadiana Menor*. Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, pp. 707, 284 figuras y XI láminas, Madrid.

— (1948). *Les Cordillères Bétiques*. «Est. Geol.», número 8, pp. 83-172, Madrid.

FOURCADE, E. (1970). *Le Jurassique et le Cretace aux confins des Chaines Betique et Iberiques (Sud-Est de l'Espagne)*. Tesis doctoral, inédito.

LÓPEZ GARRIDO, A. C. (1969). *Primeros datos sobre la estratigrafía de la región Chiclana de Segura-Río Madera (Zona Prebética, provincia de Jaén)*. «Acta Geol. Hisp.», t. IV, núm. 4, págs. 84-90.

— y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1970). *Características sedimentarias de la Formación de Chiclana de Segura*. «Cuad. Geol. 1», pp. 17-21. Universidad de Granada.

MALLADA, I. (1884). *Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén*. «Bol. de la Com. del Mapa Geol. de España», t. XI, pp. 1-65, Madrid.

— (1904). *Explicación del Mapa Geológico de España*. «Mem. de la Com. del Mapa. Geol. de España», t. V, (Sistema Infracretáceo y Cretáceo), Madrid.

SAAVEDRA, J. L. (1964). *Datos para la interpretación de la Estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía*. «Not. y Comuns. Inst. Geol. y Minero de España», núm. 73, páginas 5-50, Madrid.

Recibido: 23-II-71.

Estudio geológico del extremo occidental de los Montes de Málaga y de la Sierra de Cártama (Prov. de Málaga)

por RICARDO MON (*)

RESUMEN

En el extremo occidental de los Montes de Málaga y en la Sierra de Cártama, se observa la presencia de tres unidades tectónicas superpuestas. La más alta está representada por el Manto de Málaga, debajo del cual aparecen dos unidades que muestran un zócalo con marcadas afinidades alpujarrides, la más elevada de las dos conserva un resto de su cobertura permio-werfeniense.

SOMMAIRE

Dans l'extrême occidentale des Montes de Málaga et la Sierra de Cartama on observe la présence de trois unités tectoniques superposées. La plus élevée est représentée par la Nappe de Malaga, sous laquelle apparaissent deux unités qui montrent un socle avec des affinités alpujarrides bien marquées. La unité Alpujarride supérieure comporte un copeau d'une couverture permio-werfenienne.

ZUSAMMENFASSUNG

Im extremen Westen der Montes de Malaga und der Sierra de Cartama kann man die Anwesenheit von drei übereinandergeschichteten, tektonischen Einheiten beobachten. Unter der «Nappe de Malaga», die die höchste der drei Einheiten ist, erscheinen zwei Einheiten, die einen metamorphen «alpujarriden» Sockel zeigen. Die höhere «Alpujarriden-Einheit» schließt einen Rest einer Schicht der Perm-Trias ein.

ABSTRACT

In the western extrem of the Montes de Malaga and the Sierra de Cartama the presence of three tectonic unities, thrust one on top of the other, can be observed. Under the Nappe of Malaga —the highest one— appear two unities which show a metamorphic alpujarride basement. The higher of them includes a permian-werfenien coverage.

INTRODUCCIÓN

La región considerada se encuentra a pocos kilómetros al NW. de la ciudad de Málaga. La mayor parte está situada entre el río Guadalhorce y su afluente el Campanillas. El límite septentrional —elegido arbitrariamente— corresponde al borde norte de las Hojas Alora y Málaga. La otra par-

te que comprende la Sierra de Cártama se encuentra al sur del Guadalhorce (fig. 1).

El objeto principal de nuestro trabajo ha sido el estudio de la estratigrafía y la tectónica de los terrenos antiguos («Paleozoico de Málaga») y de su cobertura mesozoica.

Agradecimientos:

Vaya mi profundo agradecimiento al Dr. Michel Durand Delga, Prof. de la Universidad de Pa-

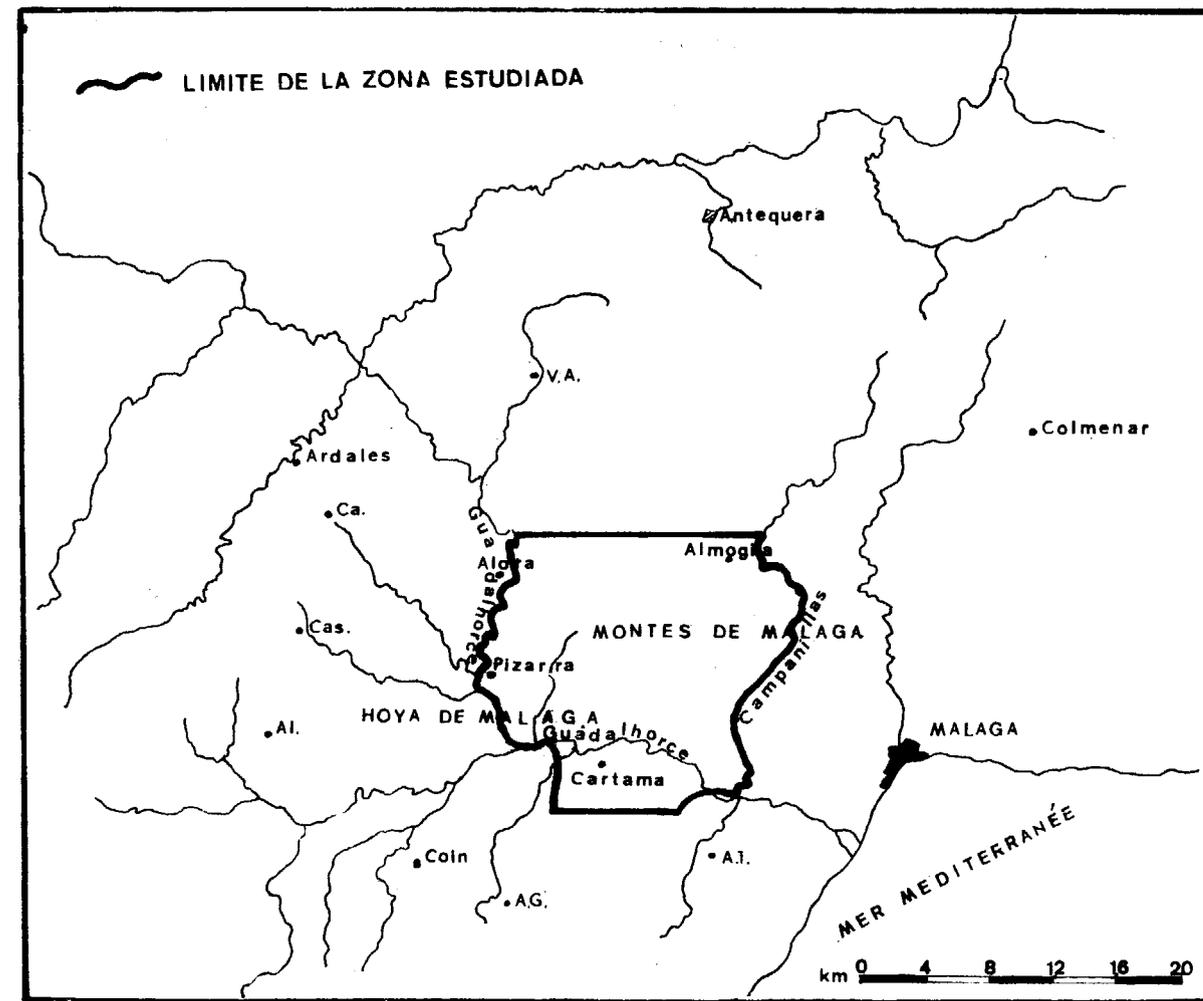


Fig. 1

rís, por su ayuda de todo momento para la presentación de este trabajo. A los señores J. Kornprobst y J. Boulin, de la misma Universidad, les expreso mi reconocimiento por el estudio de muchos de mis cortes petrográficos y por sus valiosas sugerencias.

los cuales es posible distinguir dos subunidades: Alpujarride inferior o «Unidad de la Sierra Blanca» (H. Mollat, 27) y Alpujarride superior o «Manto de Majada Vieja» (denominación nueva).

UNIDADES ESTRUCTURALES

Del punto de vista estructural este sector está situado dentro de las zonas internas de las Cordilleras Béticas (fig. 2).

Luego de las investigaciones que he llevado a cabo a entre 1966 y 1968, bajo la dirección del profesor M. Durand Delga, hemos podido comprobar que en estos terrenos que se atribuían totalmente al Manto de Málaga, aparecen, en ventana tectónica, elementos alpujarrides, dentro de

INVESTIGACIONES ANTERIORES

Gran parte de las regiones próximas al sector estudiado fueron objeto de investigaciones geológicas desde el siglo pasado: de Linera (21), Ansted (2), Macpherson (22), Misión de Andalucía (23), etcétera.

Ya en este siglo, Domingo de Orueta (29, 30), publicó dos memorias en las que se encuentra una descripción petrográfica minuciosa de las rocas que afloran en esta región.

Moritz Blumenthal dio las líneas principales de la estructura de la parte occidental de las Cordi-

(*) Departamento de Geología del Instituto Miguel Lillo. Universidad de Tucumán, República Argentina.

lleras Béticas y fue quien puso en evidencia la existencia de grandes unidades cabalgantes (el Manto de Málaga principalmente); sus memorias que tratan sobre una gran parte de la región situada entre el Campo de Gibraltar y la Vega de Granada, fueron editadas ente 1927 y 1949. La definición de los mantos alpujarrides más al E. se debe a H. A. Browüer y sus colaboradores Van Bemelen, etc.

En 1948 Paul Fallot saca a luz su admirable síntesis de las Cordilleras Béticas y llega al primer esquema estructural para el sur de España. Este

gunos niveles del Paleozoico de Málaga. En este trabajo se encuentran también comentarios sobre la tectónica.

En los últimos años, los trabajos de M. Durand Delga en diversos sectores de las zonas internas, de J. Boulin al SW. de Granada, de J. Azema en los alrededores de Málaga, de los geólogos de la Universidad de Bonn, al oeste de Guadalhorce, y algunos trabajos en el Rif Marroquí han aportado datos que obligan a modificar considerablemente los conceptos que se tenían sobre la geología de esta región.

SITUACION ESTRUCTURAL

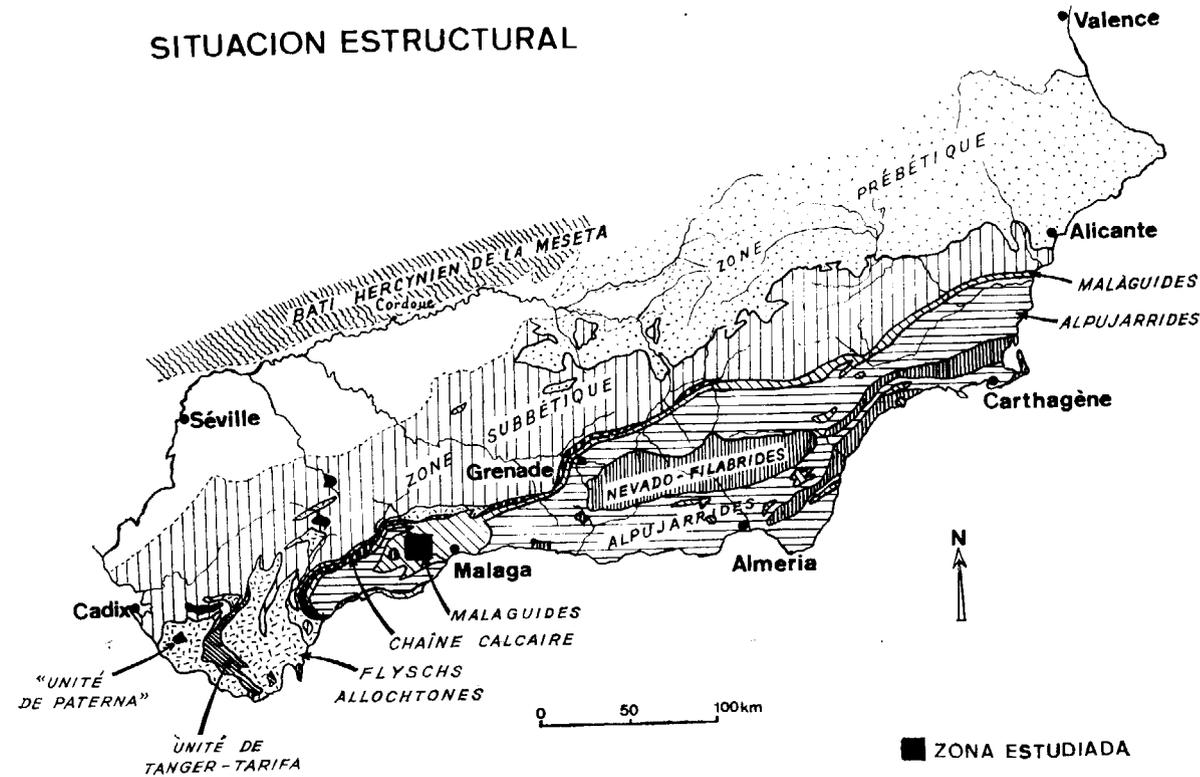


Fig. 2.—Esquema según M. Durand Delga, 14.

aún continúa en vigencia enriquecido por las investigaciones posteriores. (M. Durand Delga, 14).

En 1942 P. Michelau presentó en la Universidad de Berlín un trabajo sobre nuestro sector; el mismo incluye un mapa a escala 1:100.000. En él se encuentra una división del Paleozoico de Málaga en varias unidades litológicas. Michelau atribuye todo el material cristalino del anticlinal llamado de Santi Petri y de la Sierra de Cártama al Manto de Málaga, de acuerdo con las ideas de Blumenthal.

F. Kockel y D. Stoppel (19) en 1962 dieron a conocer un estudio paleontológico sobre la fauna de conodontos recogida en las regiones de Almogía y Ardales, que les permitió datar con precisión al-

ESTRATIGRAFÍA

Trataremos separadamente la estratigrafía de cada unidad estructural, pero antes daremos a conocer algunos cortes que nos han permitido establecerla.

Corte en el flanco norte del anticlinal de Cártama de sur a norte en las proximidades del pueblo de Cártama (fig. 4).

En el núcleo del anticlinal, pliegue posterior a la «mise en place» de los mantos, afloran cuarcitas

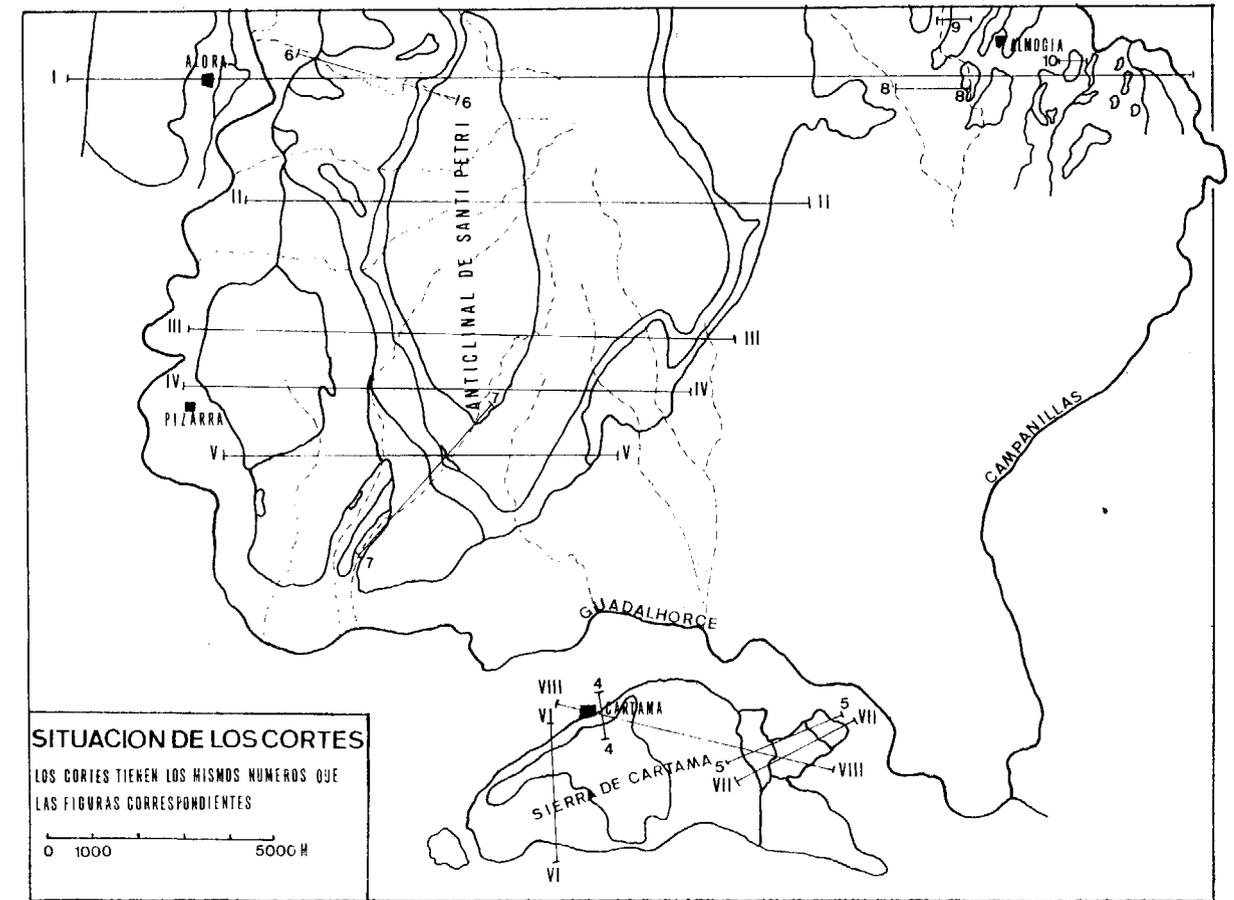


Fig. 3

grises oscuras, en bancos de 15 a 20 cm. Presentan algunas intercalaciones de cuarcita biotíticas de color más oscuro, hay también intercalaciones finas de micaesquistos con sillimanita. Este complejo está atravesado por abundantes venas de cuarzo. Sobre esta serie, cuya base no aflora, se encuentran:

1) Cuarenta metros de cuarcitas finas de color gris parduzco, en las cuales hay intercalaciones finas de anfibolitas.

2) Veinte metros de micaesquistos de color gris oscuro ricos en sillimanita.

3) Cuatrocientos cincuenta metros de mármoles blancos, a veces amarillentos, que se presentan en bancos de aproximadamente un metro de espesor, en los que se observa una laminación fina, que se pone en evidencia por delgadas intercalaciones detríticas de pocos milímetros de espesor. Esta laminación permite observar que estos mármoles están afectados por un intenso microplegamiento. En el conjunto hay algunas intercalaciones de brechas sedimentarias, que presentan fragmentos muy angulosos —de mármol exclusivamente— heterométricos; los mayores alcanzan 15 centímetros. Este conjunto de propiedades litológicas homogéneas reposa en concordancia perfecta sobre los niveles subyacentes.

4) Encima, en contacto tectónico, se encuentran

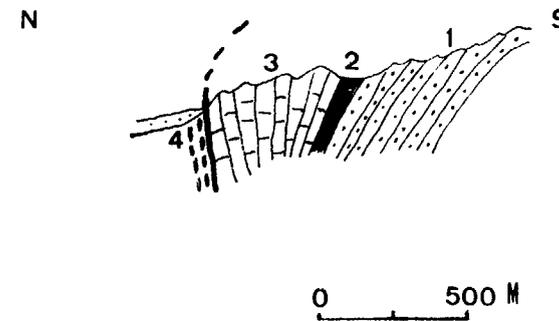


Fig. 4

gneises que están casi totalmente cubiertos por sedimentos pliocenos.

En esta serie, los términos de 1 a 3 pertenecen a la unidad tectónica más baja (Manto de la Sierra Blanca), los gneises que se encuentran encima de ella pertenecen a la unidad alpujárride superior (Manto de Majada Vieja).

Corte en el extremo oriental de la Sierra de Cártama, pasando por la Loma de las Monjas, de oeste a este (fig. 5)

Encima de los mármoles blancos (los mismos que los del nivel 3 del corte anterior), que muestran una inclinación hacia el E. de aproximadamente 45°, se observa la segunda unidad tectónica con:

1) Una masa de peridotitas serpentinizadas, que en general están cubiertas por una corteza de color verdoso que se desagrega fácilmente. En los

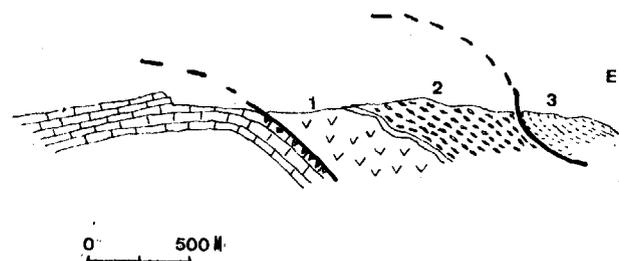


Fig. 5

lugares en que se las encuentra frescas muestran grano muy fino y color negro. Este cuerpo de serpentinitas está atravesado por varios diques aplíticos de color claro. En el contacto con los mármoles, cuyas capas están truncadas por las serpentinitas, se observan señales de milonitización. En los mármoles no se encuentran rocas de tipo «skarn» ni ninguna otra muestra de metamorfismo de contacto.

2) Hacia el E., sobre las serpentinitas, se observa un gneis glandular muy alterado. En el contacto con la serpentina se hace extremadamente rico en granate; se observan cristales grandes que alcanzan hasta un centímetro de diámetro.

3) En contacto directo con los gneises pero separados de ellos por una falla vertical, probablemente posterior a los mantos de corrimiento, se encuentran esquistos verdosos débilmente metamorfizados, que pertenecen al manto superior o de Málaga.

Corte por el Arroyo de Morales, de este a oeste (Fig. 6)

Encima de los gneises hojosos con biotita y granate (Manto de Majada Vieja), que constituye el núcleo del anticlinal (post-mantos de corrimiento) de Santi Petri, de abajo hacia arriba se encuentran:

1) Seis metros de una zona brechada y milonitizada de color gris oscuro.

2) Cincuenta metros de micaesquistos negros con granate, en la parte inferior, y muy ricos en andalucita en la superior.

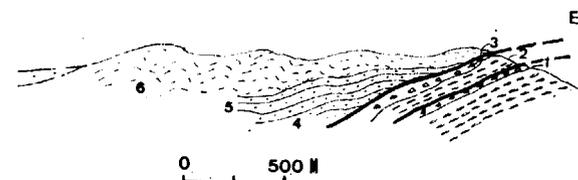


Fig. 6

3) Treinta a cuarenta metros de una brecha de origen tectónico acompañada por milonitas. La brecha de color gris oscuro muestra fragmentos muy angulosos que pertenecen principalmente a los niveles suprayacentes.

4) Ochenta metros de grauvacas grises y negras en bancos de más de un metro de espesor, con intercalaciones finas de pizarras negras. En las grauvacas se observa orientación y recristalización de las micas, lo que indica la presencia de un metamorfismo de bajo grado. Se encuentran intercaladas algunas capas de microconglomerados con sus cantos rodados, estirados y orientados.

5) Cincuenta metros de areniscas muy finas, bien estratificadas, con algunos lentes de grano más grueso.

6) Ciento cincuenta metros de esquistos débilmente metamorfizados con tintes verdosos. Presentan intercalaciones arenosas de grano muy fino, éstas se hacen más abundantes hacia la base donde hay también bancos de areniscas biotíticas de color negro.

Los términos de 1 y 2 pertenecen al Manto de Majada Vieja, y los que van del 4 al 6, al Manto de Málaga. La continuación de este corte está escondida por sedimentos plio-cuaternarios.

Corte por el Arroyo del Comendador, de NE. a SW (Fig. 7)

Sobre los gneises, que están frecuentemente atravesados por filones de aplita y por intercala-

ciones de cuarcitas masivas, lenticulares, ricas en diópsido, se encuentran de abajo hacia arriba:

1) Ciento cincuenta metros de micaesquistos con granate y andalucita, con intercalaciones de cuarcitas. Hacia arriba éstos se hacen menos biotíticos y muy ricos en andalucita (visibles a simple vista).

2) Veinte metros de pizarras azul-violáceas con venillas de yeso, débilmente metamorfizadas (probablemente corresponden al Permo-Werfeniense).

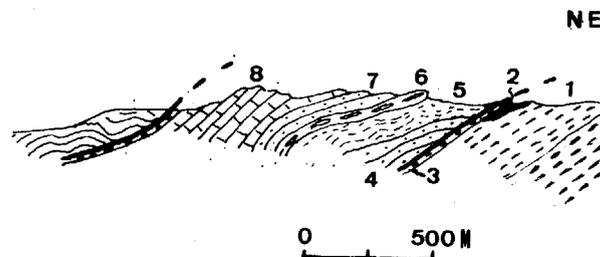


Fig. 7

3) Quince metros de brecha de origen tectónico, en la que predominan fragmentos de grauvacas.

4) Sesenta metros de grauvacas negras con intercalaciones delgadas de pizarras oscuras.

5) Setenta metros de pizarras verdosas satinadas, con finas intercalaciones arenosas, que son frecuentes hacia la base.

6) Diez metros de un conglomerado con rodados de cuarzo orientados y estirados paralelamente a la estratificación, los mayores alcanzan 15 centímetros de diámetro. En la matriz se nota una esquistosidad paralela a la orientación de los cantos rodados.

7) Trienta metros de grauvacas grises a veces microconglomeráticas.

8) Ciento cincuenta metros de calizas negras de grano fino, con laminación bien desarrollada, asociadas con esquistos negros y areniscas finas. Esta serie presenta las características de un «flysch». Hacia la base se ve disminuir la proporción de carbonatos.

Los términos 1 y 2 pertenecen al Manto de Majada Vieja, los restantes al Manto de Málaga.

Corte de este a oeste entre los arroyos Cupiana y Retamares, a 1.000 metros al sur de Almogía (fig. 8).

En el fondo del arroyo Cupiana aflora una serie muy plegada de calizas negras bien estratificadas con intercalaciones arenosas y de esquistos ne-

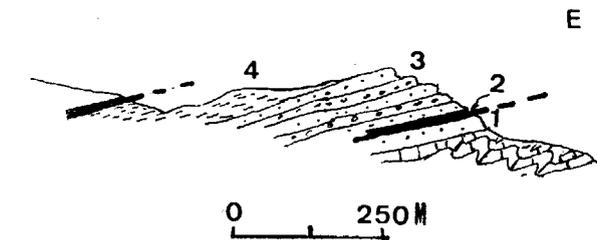


Fig. 8

gros. Los bancos tienen un espesor de 10 a 20 centímetros. Superpuestas a las mismas se encuentran:

1) Treinta metros de grauvacas negras-azules en bancos de más de un metro de espesor.

2) Cuatro metros de radiolaritas negras muy bien estratificadas en banquitos de dos a cinco centímetros de espesor.

3) Cien metros de grauvacas grises y negras con frecuentes intercalaciones conglomeráticas y microconglomeráticas con cantos rodados y de radiolarita.

4) Ciento veinte metros de esquistos verde oliva sin metamorfismo en los que se encuentran intercalaciones lenticulares de areniscas también verdosas. Estas rocas han proporcionado restos de plantas mal conservados.

Esta secuencia sedimentaria pertenece completamente al Manto de Málaga; está interrumpida por un corrimiento de bajo ángulo marcado por un nivel de radiolaritas, que probablemente corresponden al horizonte (2) de este mismo corte.

Corte situado 1.500 metros al NW. de Almogía de oeste a este (fig. 9)

Sobre esquistos sin metamorfismo de color gris, se encuentra, de abajo hacia arriba:

1) Cuatro metros de un conglomerado rojo, cuyos cantos rodados son principalmente de cuarzo pero también de calizas y areniscas, en general se presentan bien redondeados, alcanzan cuatro a cinco centímetros de diámetro. La matriz es arenosa y de color rojo.

2) Dos metros de areniscas de color vino.

3) Cinco metros de areniscas blancas cuarzosas.

4) Veinticinco metros de areniscas algo friables de color rojo intenso.

5) 0,5 metros de arcillitas rojas.

6) Veinte metros de calizas finamente estratificadas de color gris y textura sacaroide, en parte presentan tintes rosados. Sus bancos no superan los

40 centímetros de espesor. Hacia arriba adquieren carácter dolomítico.

7) Cuarenta metros de dolomitas masivas de color gris y estratificación poco marcada.

Este corte pertenece a la cobertura mesozoica del Manto de Málaga.

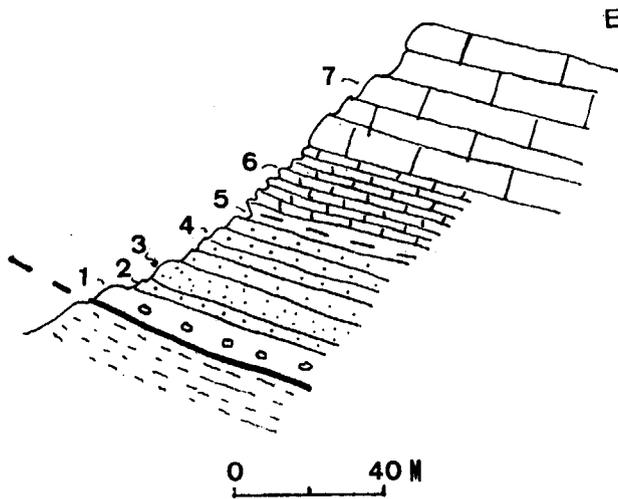


Fig. 9

Corte por la Mina de Yeso al este del Cerro Bermejo (fig. 10)

Sobre esquistos verdosos del Paleozoico de Málaga, se encuentra su cobertura mesozoica, compuesta de abajo hacia arriba y de SE. a NW. por:

1) Tres metros de un conglomerado de cantos rodados de cuarzo.

2) Veinticinco metros de areniscas rojas friables en bancos de 0,6 a 1 metro de espesor.

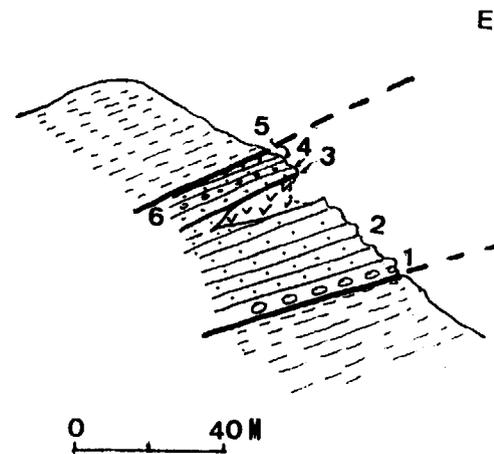


Fig. 10

3) Areniscas finas con lentes de yeso, de los cuales el más importante alcanza seis metros de espesor (en explotación).

4) 0,5 metros de margas verdosas.

5) Tres metros de areniscas rosadas con restos de plantas.

6) Siete metros de areniscas rojas con pasajes microconglomeráticos. Encima de esta serie, en contacto anormal, se encuentran esquistos verdes sin metamorfismo del Paleozoico, de manera que se trata de una escama de cobertura mesozoica dentro de esquistos paleozoicos.

Unidades Alpujarrides

Unidad inferior o de la Sierra Blanca.

Aflora en la Sierra de Cártama donde constituye un gran anticlinal posterior a los corrimientos. Dentro de ella se pueden distinguir dos unidades litológicas bien diferenciadas a) cuarcitas, b) mármoles.

Las cuarcitas afloran en el núcleo del anticlinal, en depresión con respecto a los mármoles. Dentro de ellas se encuentran cuarcitas con hornblenda, biotita y granate, cuarcitas con diópsido y algunas intercalaciones de micaesquistos con sillimanita. Estas últimas predominan en la parte superior. Además hay frecuentes intercalaciones de anfíbolitas, que aparecen en capas de poco espesor. Se observa, en muchos casos, que la biotita ha pasado a clorita o a mica blanca, lo que señala la presencia de un fuerte retromorfismo. La base de esta unidad no aflora, y hacia arriba pasa en concordancia a los mármoles de la unidad suprayacente. Teniendo en cuenta que este complejo está afectado por un metamorfismo de considerable intensidad, le atribuimos una edad antigua, ¿Paleozoico muy bajo? Blumenthal (6) lo atribuyó al Cámbrico o al Precámbrico.

Los mármoles constituyen una unidad litológica monótona, que en la Sierra de Cártama alcanza más de 400 metros de espesor. Son blancos muy puros e intensamente recrystalizados. Al microscopio se comprueba que están casi totalmente constituidos por carbonatos recrystalizados. El más abundante es la calcita, además se observa la presencia de mica blanca, minerales opacos y cuarzo automorfo. Hemos atribuido estos mármoles al Paleozoico bajo (¿Cámbrico?). Sin embargo, tenemos que hacer notar que la edad de éstos, es uno de los puntos más discutidos de la geología de esta parte de las Cordilleras Béticas. Blumenthal (5), en su primer trabajo, los atribuyó al Triásico y los equiparó al Triás alpino, alpujarride que rodea a la Sierra Nevada. Más tarde, Blumen-

thal (6), prefirió asignarles una edad antigua, ya que comprobó que pasaban lateralmente a gneises y micaesquistos cuyo metamorfismo, de alto grado, es difícilmente atribuible a las fases post-triásicas que afectan a las unidades alpujarrides. Un hecho que ha confundido continuamente a los autores, es la existencia de un complejo, con propiedades litológicas muy parecidas, con fósiles del Triásico. Sin embargo, este problema fue aclarado por J. Boullin (7) en la región situada al SW. de Granada, donde puso en evidencia la presencia de dos complejos de mármoles, que en algunos casos pertenecen a unidades tectónicas independientes, uno con fósiles triásicos con poco o sin metamorfismo y el otro desprovisto de fósiles y altamente recrystalizado, pasando lateralmente a micaesquistos. Nosotros equiparamos los mármoles de la Sierra a Cártama a este último. Algunos geólogos de la Universidad de Bonn, Mollat (26), por ejemplo, admiten la edad triásica de esta unidad litológica.

Unidad superior o Manto de Majada Vieja.

Está constituido por un complejo altamente metamorfozido, que incluye peridotitas serpentinizadas en la base, gneises seguidos por micaesquistos; superpuestos a éstos se han observado restos de una cobertura de pizarras azules con venillas de yeso.

Las peridotitas afloran en el extremo este de la Sierra de Cártama; son rocas de color gris oscuro o negras, con tonalidades verdosas, de grano fino. En general el material observado está totalmente serpentizado. Están atravesadas por numerosos filones de apilita que alcanza hasta dos metros de espesor. Al microscopio, se observa que sólo algunos cristales grandes de espinela han sido respetados por la serpentización, en ellos se observa pasajes a magnetita. Estas rocas se encuentran en contacto anormal sobre los mármoles de la unidad inferior. En cuanto al contacto con los gneises subprayacentes, sus características son difíciles de determinar, de cualquier modo se observa concordancia entre ambos complejos; no deja de llamar la atención el enriquecimiento en granate que se manifiesta en los gneises, en las proximidades del contacto. La edad de estas rocas constituye uno de los grandes interrogantes —todavía no resueltos— que plantea el estudio de la parte occidental de las Cordilleras Béticas. Los cuerpos peridotíticos, en esta región, siempre han sido observados dentro de las facies de alto metamorfismo, que nosotros atribuimos al zócalo alpujarride. En nuestro sector no podemos agregar ningún dato decisivo que contribuya a la solución del problema.

Los gneises se encuentran en el extremo este de la Sierra de Cártama, donde están en contacto con peridotitas, y en el núcleo del anticlinal de Santi Petri. Aunque ambos afloramientos están separados por una franja de terrenos modernos, nos parece probable que pertenezcan a una misma unidad litológica y estructural. En Santi Petri son gneises glandulares de color oscuro, dentro de los cuales se encuentran niveles más claros de aspecto granítico y lentes de una roca de grano fino de color gris, que se muestra al microscopio como una cuarcita rica en diópsido, que a veces pasa a una verdadera piroxenita. La observación microscópica de los gneises permite distinguir capitas con textura lepidoblástica, ricas en biotita, acompañada a veces por sillimanita fibrosa, alternadas con otras ricas en cuarzo y ortoclasa con textura cataclástica. La biotita ha sido reemplazada en parte por mica blanca y clorita. Además se encuentran cristales grandes de granate y de biotita sin señales de deformación ni de orientación, que pertenecen a una fase de cristalización independiente de la de los minerales orientados. Algunas plagioclasas presentan estructura de mirmequita. En la Sierra de Cártama se encuentra a los gneises muy alterados. En el contacto con la peridotita se observa que se hacen extraordinariamente ricos en granate, lo que podría ser interpretado como efecto de la intrusión de la misma. Al microscopio, se observa la presencia de cordierita, y que la biotita ha sido casi totalmente reemplazada por mica blanca y clorita.

Los micaesquistos se observan en el anticlinal de Santi Petri superpuestos a los gneises ya descritos. En general el pasaje entre ambas unidades es gradual, pero en el flanco occidental de dicho anticlinal, está separadas por una zona de milonitización en la que se distingue la presencia de filones sub-concordantes que han sido completamente triturados. Estos presentan composición cuarzo-feldespática y mica blanca en abundancia; probablemente no han sido alcanzados por el metamorfismo que afecta a las rocas que los albergan. En los micaesquistos se observan, al menos, dos generaciones de minerales: una constituida por minerales orientados y altamente deformados entre los que se encuentra biotita, muscovita y sillimanita; y otra integrada por minerales que aparentemente han cristalizado bajo condiciones estáticas (estauroilita, cianita, andalucita, granate, biotita y mica blanca). En la parte superior, donde la recrystalización es menos intensa, el único mineral que permanece es la andalucita, que en algunos niveles es extraordinariamente abundante.

En cuanto a la edad de los gneises y micaesquistos, considerando que éstos han sido afectados por fases de metamorfismo antiguas, datadas como pre-silúricas en Argelia (Durand Delga, 13), pensamos que

este complejo pertenece al Paleozoico muy bajo o que son aún anteriores.

La *cobertura permo-werfeniense* está escasamente representada por una viruta que aflora en el Arroyo del Comendador. Acompañando a la zona de brecha que separa al Manto de Majada Vieja del de Málaga, se encuentra un paquete de pizarras azules con venillas de yeso fácilmente atribuibles al Permo-Werfeniense alpujarride, muy bien desarrollado en regiones próximas. Presentan un metamorfismo que ha permitido la cristalización de clorita y andalucita.

Manto de Málaga

Está compuesto por una serie paleozoica que supera los 1.000 metros de espesor, débilmente metamorfizada en sus términos inferiores. Sobre ella se encuentra, en suave discordancia y despegada de su substrato, una cobertura permotriásica con fuertes afinidades continentales: comienza por un conglomerado de base al que siguen areniscas rojas con lentes de yeso, calizas dolomíticas y dolomitas. En esta región no hemos encontrado las series posttriásicas descritas por Azéma (3) en los alrededores de Málaga. El «flysch» oligoceno, que se atribuye al Manto de Málaga, está completamente separado de la serie permo-triásica y aparece en contacto tectónico directamente sobre el Paleozoico.

Dentro del *Paleozoico* es posible distinguir tres unidades litológicas, de abajo hacia arriba: Formación Morales, Formación Santi Petri y Formación Almogía.

Formación Morales. — Sus afloramientos rodean el núcleo del anticlinal de *Santi Petri*, además aparecen en el extremo oriental de la Sierra de Cártama. La base está marcada por el contacto anormal que la separa de las unidades Alpujarrides y el techo por los bancos calcáreos de la Formación Santi Petri. La parte inferior está constituida por grauvacas metamorfizadas con pasajes microconglomeráticos, intercaladas con banquitos pizarrosos. Hacia arriba la participación arenosa disminuye rápidamente y se encuentran pizarras verdosas satinadas, superpuesto a las cuales se encuentra un conglomerado cuyo espesor varía entre diez y treinta metros, sus cantos rodados son exclusivamente de cuarzo y cuarcitas, estos se encuentran orientados y estirados en dirección paralela a la estratificación; el estiramiento es muy marcado, algunos han llegado a constituir láminas de poco espesor, en la matriz se nota una foliación paralela al estiramiento. Este conglomerado constituye un excelente horizonte guía para el estudio de la estratigrafía de la región, ha sido citado por

Kockel (18) en Ardales y lo hemos observado también al NW. de Coín. La presencia de este conglomerado indica un período de erosión en una zona bastante extendida. Sobre él se encuentran grauvacas y pizarras negras atravesadas por abundantes venas de cuarzo, como casi toda esta formación. Aproximadamente 50 metros por encima del conglomerado se encuentran los primeros bancos calcáreos que indican el límite superior de la Formación Morales. Hasta ahora ésta no ha proporcionado restos fosilíferos. En el Rif Marroquí, en niveles que podrían ser equivalentes a su parte más alta Agard, Destombes, Milliard y Marín (1) han encontrado graptolites que indican Silúrico inferior. Nosotros pensamos que la parte inferior, débilmente metamorfizada, podría pertenecer al Ordovícico superior y el metamorfismo corresponder a las fases antiguas ya mencionadas. Contrariamente a lo que he escrito anteriormente (Mon, 28), no hay ninguna andalucita auténtica en esta formación.

Formación Santi Petri. — Aflora alrededor del anticlinal del mismo nombre y, en la región de Almogía, en el núcleo de algunos abovedamientos. Está constituida por un «flysch» con una proporción de carbonatos importante, algunas de sus facies son verdaderas calizas (Calizas Alabeadas). Situamos su base en los primeros bancos calcáreos que aparecen en concordancia sobre la Formación Morales, su límite superior está marcado por un horizonte de radiolaritas negras. Presenta un espesor muy variable, en nuestra región de estudio alcanza aproximadamente 500 metros en el Cerro Santi Petri. Las facies carbonatadas se componen de calizas detríticas negras, finamente estratificadas, exteriormente presentan una pátina amarillenta. Al microscopio se distingue una microestratificación rítmica gradada. En las capitas de grano más grueso se observa cuarzo y feldespato en proporción elevada.

De acuerdo a los estudios de conodontos hechos por Kockel y Stoppel (19) en Ardales y Almogía, esta formación se ha depositado entre el Wenlockiense superior y el Devónico medio. Hemos podido comprobar la continuidad que existe entre las «Calizas Alabeadas» clásicas de Santi Petri y las «Calizas de Almogía» (Almogiakalk, de Michelau, 24), atribuidas por Kockel y Stoppel a un nivel superior. Para nosotros, ellas pertenecen a la misma formación.

Formación Almogía. — Se la encuentra en los alrededores del pueblo del mismo nombre. En su base se halla un nivel de radiolaritas de color negro, estratificadas en banquitos de dos a cinco centímetros de espesor, en general están muy replegadas y trastornadas. Encima se encuentra un paquete de grauvacas de aproximadamente 60 metros de espesor, de color gris verdoso, con numerosas

interlaciones conglomeráticas y microconglomeráticas con sus cantos rodados principalmente de cuarzo y radiolaritas, a veces orientados y estirados paralelamente a la estratificación, los mayores presentan un diámetro entre 4 y 6 centímetros; en este conglomerado el estiramiento de los cantos es mucho menos acentuado que en el conglomerado de la Formación Morales.

La serie continúa hacia arriba con un conjunto pelítico de aproximadamente 150 m. de espesor, constituido por esquistos de color verde oliva sin metamorfismo, con algunas intercalaciones de areniscas verdosas. Encima se encuentran restos de un conglomerado poligénico, parcialmente incrustado en los términos infrayacentes por fracturas subverticales. Está integrado principalmente por fragmentos de calizas grises bastante angulosos, los mayores alcanzan hasta 50 centímetros de diámetro, hay además cantos rodados de cuarzo, radiolaritas y de granito de grano fino. El espesor máximo observado alcanza 40 metros. Es posible que este conglomerado sea equivalente al «Conglomerado de Marbella» de Blumenthal (6). En el Rif Marroquí, Milliard (25) ha encontrado, en una serie que reposa sobre las «Calizas alabeadas» (equivalentes a la Formación Santi Petri), foraminíferos y algas que prueban la existencia de Viseano y de Namuriense. Los cantos rodados de un conglomerado equiparable al «Conglomerado de Marbella» han proporcionado foraminíferos que indican Viseano (Boulin y Lys, 1968). De manera que esta formación puede atribuirse al Carbonífero inferior.

Dentro de la cobertura del *Mesozoico* se han distinguido las siguientes unidades:

Permo-Triásico. — Está representado por areniscas rojas de origen continental, que se encuentran en paquetes dispersos, despegados de su substrato. Entre la serie permotriásica y el Carbonífero hay una discordancia erosiva que se pone de manifiesto por la presencia de un conglomerado de base y un cambio brusco de facies.

El conglomerado de base alcanza un espesor de 5 a 10 metros, está constituido por cantos bien redondeados, entre los que predominan los de cuarzo, los hay además de calizas, grauvacas, cuarcitas, radiolaritas, etc. Están envueltos en una matriz arenosa de color rojo. Encima hay una serie de areniscas principalmente rojas, en bancos de 40 a 60 centímetros de espesor. Se encuentran también, especialmente en la parte superior, areniscas blancas, rosadas y amarillentas. En toda la serie se observa estratificación entrecruzada bien marcada. En la parte superior, en algunos casos, se encuentran intercalados lentes de yeso (fig. 11) que pueden alcanzar algunos metros de espesor. En el Cerro Bermejo, al NE. de Almogía, dentro de la serie roja se encuentra una intercalación de 3 ó 4 metros de espesor de basalto olivínico. Estos sedi-

mentos han sido atribuidos por casi todos los autores al Triásico, pero en el Rif Marroquí, en facies muy parecidas, Milliard (26), ha descubierto plantas del Pérmico. Esto nos autoriza a suponer

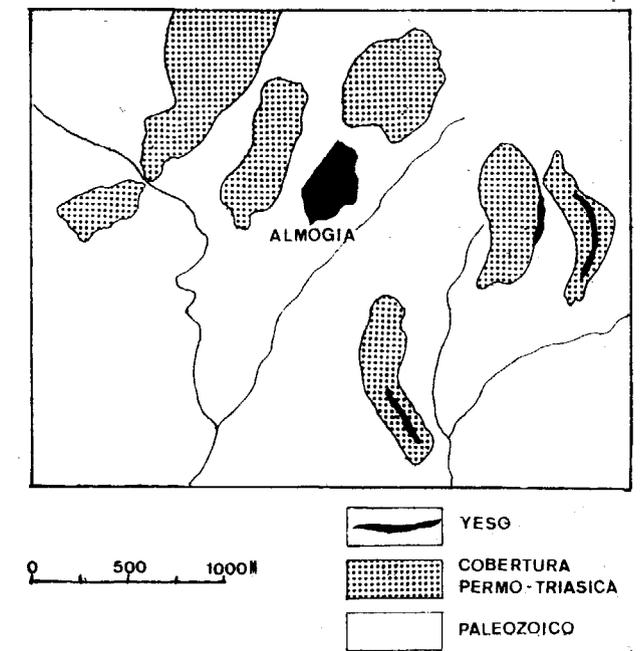


Fig. 11

que una parte de estas areniscas puede descender hasta el Pérmico. En este conjunto arenoso no hay ninguna discordancia y el pasaje Pérmico-Triásico —si existe—, debe ser insensible. En el techo de la serie arenosa se encuentra un nivel de arcillitas rojas de 50 centímetros de espesor.

Triásico medio. — Se atribuyen al Triásico medio todas las facies carbonatadas que coronan los afloramientos de areniscas rojas. Aunque a veces, a las primeras, se las encuentra en contacto anormal directo sobre el Paleozoico. El techo de esta unidad está erosionado, y encima de ella no se encuentran rocas del Jurásico ni más recientes.

El espesor máximo medido alcanza a 40 m. Situamos la base del Triásico medio en las primeras capas carbonatadas, que se encuentran en continuidad encima de la serie de areniscas. En algunos cortes, en la base del conjunto carbonatado, hemos observado calizas dolomíticas de color rosado, finamente estratificadas, que pueden alcanzar un espesor de 20 metros. Hacia arriba se acentúa la participación dolomítica y se pasa a una serie de dolomitas bastante puras, en las que casi no se observa estratificación. Esta serie no ha proporcionado restos orgánicos. En los alrededores de Málaga, J. Azéma (4) menciona un pa-

quete de dolomitas negras transgresivas sobre la serie roja. Para él estas dolomitas tienen edad triásica superior. En nuestro sector han sido probablemente erosionadas y es posible que nosotros tengamos una serie más completa donde las dolomitas grises corresponderían al Triásico medio?

El Terciario está representado por las siguientes unidades:

«*Flysch*» oligoceno. — Pertenece probablemente a la parte más alta de la cobertura del Manto de Málaga. En nuestra zona de estudio, se encuentra en el valle del Guadalhorce, aproximadamente entre Alora y Pizarra. Se halla en contacto tectónico sobre el Paleozoico y está cubierto parcialmente por sedimentos post-orogénicos. Lo constituyen margas y areniscas de color castaño claro, a veces amarillentas. Presenta un relieve suave en el que resaltan algunas crestas de areniscas friables, microconglomeráticas, con laminación entrecruzada. De acuerdo al estudio realizado por Didon, J.; Durand Delga, M.; Fontboté, J. M.; Magné, J.; Peyre, Y. (11), que resume las observaciones de estos autores en diversos puntos de una región muy extendida, se puede asignar este «*flysch*» al Oligoceno superior (Aquitaniense). Fuera de nuestro sector, en la base de esta unidad, se ha indicado una discordancia que muestra la existencia de movimientos de cierta importancia entre el Eoceno y el Oligoceno superior.

Unidad de Cártama

Aproximadamente a un kilómetro al NE. de Cártama se encuentra, debajo del Plioceno, un afloramiento reducido de arcillas abigarradas yesíferas, con capitas ferruginosas y algunas capas calcáreo-arenosas, donde se observa la presencia de *Operculina*. Algunos cortes delgados muestran numerosos fragmentos de *Microcodium* (Eoceno inferior). Estos sedimentos pertenecen probablemente a una unidad tectónica alóctona, comparable a las descritas por J. Didon y Y. Peyre (12) al SE. de Alozaina (Cerro Ardite). La *Operculina* y el *Microcodium* indican edad terciaria y, el tipo de facies, permite atribuir estos sedimentos al Eoceno inferior por comparación con la región del Cerro Ardite.

Sedimentos post-orogénicos

Mioceno. — La cobertura miocena, de carácter molásico, aparece en discordancia angular sobre el «*flysch*» oligoceno y las rocas cristalinas de la Sierra de Cártama. De esta espesa cobertura, solamente los afloramientos que constituyen el Hacho de Alora, el Hacho de Pizarra y el extremo

este de la Sierra de Cártama, han sido respetados por la erosión. Esta unidad está constituida por areniscas gruesas y conglomerados de color gris, poco consolidados. En los bancos arenosos se observa una laminación entrecruzada bien desarrollada. Los cantos rodados de los conglomerados alcanzan 5 a 6 centímetros de diámetro, en general están bien redondeados. La mayor parte de los mismos son de calizas negras del Paleozoico, grauvacas y areniscas del «*flysch*» infrayacente. En los bancos arenosos se encuentran algunos restos de moluscos mal conservados; estos sedimentos pertenecen probablemente a un ambiente costero. El techo de la serie ha sido erosionado; el espesor máximo observado es de 120 m. aproximadamente. Después de los estudios de Chauve; Didon, J.; Magné, J.; Peyre (10), se la puede asignar al Mioceno superior.

Plioceno. — Está constituido por areniscas amarillentas poco consolidadas, con banquitos calcáreos que a veces constituyen verdaderas lumaquelas de moluscos, que se encuentran también diseminados en los bancos arenosos. Estos sedimentos están ampliamente distribuidos en la Hoya de Málaga, pertenecen al Plioceno superior (Blumenthal, 6; Lhenaff, 20).

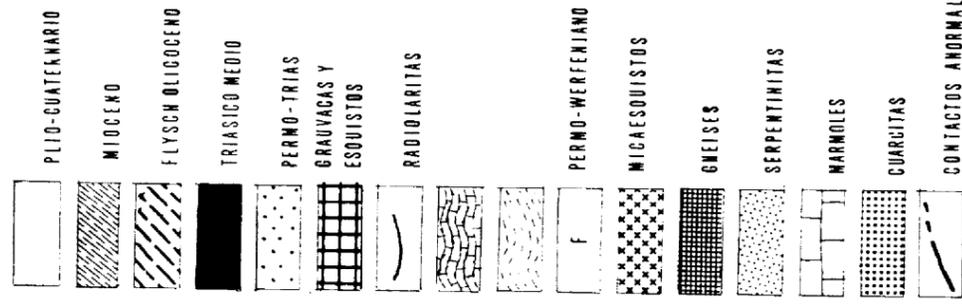
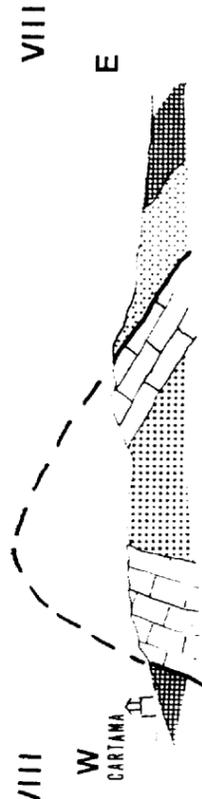
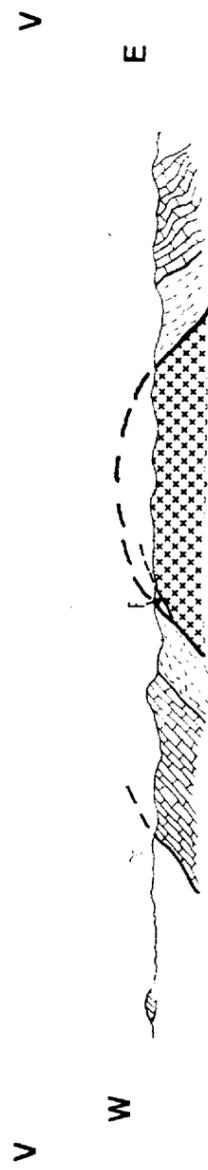
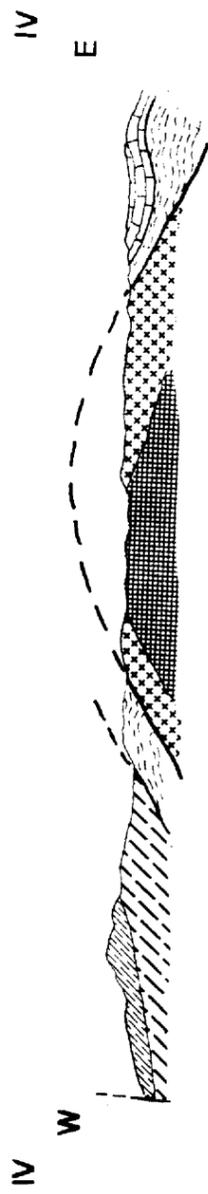
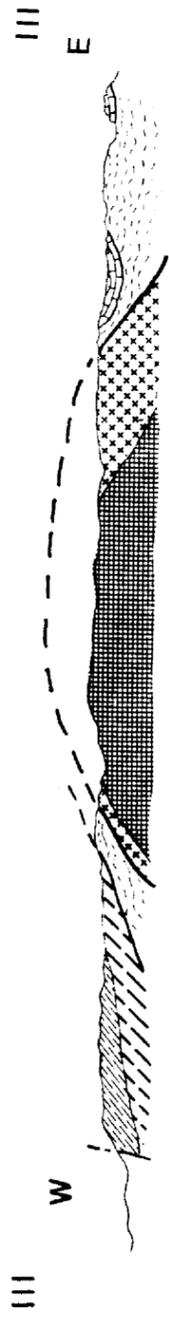
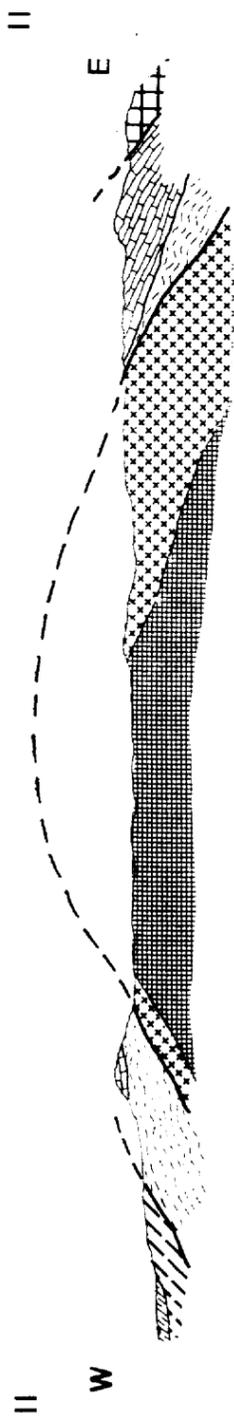
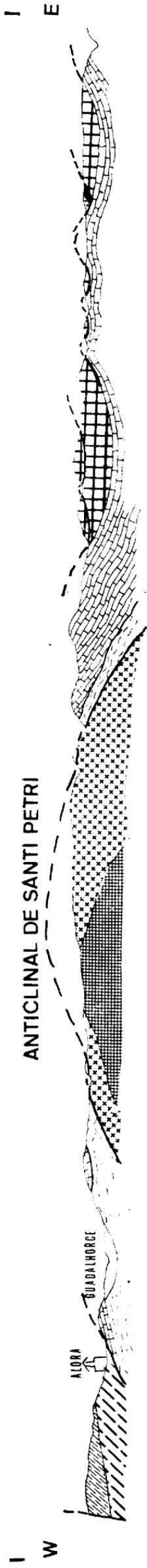
TECTÓNICA

El descubrimiento de un accidente tangencial importante y la presencia de un resto de cobertura alpujárride, entre los terrenos netamente metamórficos y el Paleozoico de Málaga, nos ha obligado a considerar a estos dos complejos como tectónicamente independientes y a asignar el zócalo metamórfico a las unidades Alpujárrides, contrariamente a la opinión de los autores anteriores que lo atribuían a la base del Manto de Málaga.

Además los mármoles de la Sierra de Cártama, con su substrato de cuarcitas, representan una unidad estructural también independiente del zócalo alpujárride clásico (gneises y micaesquistos); los hemos ubicado dentro de una unidad Alpujárride inferior. Esto último puede ser discutido, ya que hay autores que prefieren ubicarlos dentro de la unidad Nevado-Filabrides (comunicación verbal del doctor J. Simon, de la Universidad de Amsterdam). En resumen: en los terrenos de zócalo tenemos tres unidades tectónicas apiladas: unidad Alpujárride inferior o la de Sierra Blanca, que representaría el autóctono relativo, cabalgado por la unidad Alpujárride superior o Manto de Majada Vieja, y finalmente el Manto de Málaga, que cobija ampliamente a ambas.

En este sector de las zonas internas, la unidad Alpujárride superior se encuentra completamente desprovista de su cobertura carbonatada

ANTICLINAL DE SANTI PETRI



MANTO DE MALAGA

MANTOS ALPUJARRIDES

FORMACION ALMOGIA
 FORMACION SANTI PETRI
 FORMACION MORALES
 MANTO DE MAJADA VIEJA
 MANTO DE LA SIERRA BLANCA

SIERRA DE CARTAMA



del Triásico de tipo alpino, muy bien desarrollada más al este. Aquí está representada por su zócalo metamórfico y un resto de cobertura de pizarras azul violáceas acompañadas de yeso.

El Manto de Málaga está afectado por algunos accidentes tangenciales, cuya importancia es difícil de evaluar, dado que su estratigrafía se conoce sólo de manera esquemática.

El «flysch» oligoceno se encuentra en posición ambigua, por un lado siempre ha sido considerado como perteneciente al Manto de Málaga (al norte de Almogía ha sido observado por Peyre (31) sobre la cobertura del Manto de Málaga mediante un conglomerado basal), sin embargo, en nuestro sector aparece en contacto anormal sobre el paleozoico, lo que no constituye argumento suficiente como para considerarlo una unidad tectónica aparte.

El «flysch» probablemente eoceno (Unidad de Cártama) que aparece en un afloramiento muy reducido al NE. de este pueblo, debe ser considerado como una unidad tectónica independiente, superpuesta probablemente al «flysch» oligoceno como se ve en el Cerro Ardite (Didon, J., Peyre, Y., 12).

Unidades Alpujárrides

Unidad de la Sierra Blanca (Alpuj. inf.). — Constituye la unidad tectónica más profunda de las reconocidas en este sector. Hemos adoptado para ella el mismo nombre que le da Mollat (27), ya que la consideramos equivalente a su «Blanca-Einheit», aunque no le atribuimos la misma edad a sus componentes. En el extremo oriental de la Sierra de Cártama está cabalgada por la unidad Alpujárride superior.

Manto de Majada Vieja (Alpuj. sup.). — En la Sierra de Cártama se observa que las serpentinitas, que localmente constituyen la base de esta unidad, se encuentran cabalgadas sobre los mármoles de la unidad inferior. Esta observación puede repetirse en la Sierra Gorda pocos kilómetros al oeste, y alrededor de la Sierra Blanca a lo largo de una gran distancia. Encima de las serpentinitas se encuentran los gneises. En contacto directo con éstos, mediante una falla vertical, que probablemente se trata de un contacto cabalgante sub-horizontal verticalizado por movimientos posteriores, se encuentran pizarras verdosas satinadas de la Formación Morales (Manto de Málaga).

En el anticlinal de Santi Petri no se observa la base del Manto de Majada Vieja, que está representado por gneises que hacia arriba pasan gradualmente a micaesquistos. Este zócalo, intensamente metamorfozido, se encuentra separado del Paleozoico, que constituye la unidad suprayacente

(Manto de Málaga), por un nivel de brechas de origen tectónico que puede seguirse alrededor de todo el anticlinal y que en algunos lugares alcanza 50 metros de espesor.

En el Arroyo del Comendador, encima de micaesquistos ricos en andalucita y debajo de las grauwacas de la Formación Morales, se observa una escama de pizarras azul-violáceas, con venillas de yeso, que no supera los 20 metros de espesor. Estas pizarras yesíferas constituyen el único testimonio de la existencia de la cobertura alpujárride permo-werfeniense entre estos dos complejos. La escama está despegada de los esquistos subyacentes y corta fuertemente a la esquistosidad de los mismos.

En el flanco occidental del anticlinal los micaesquistos están separados de los gneises por un corrimiento de bajo ángulo marcado por una zona de trituración, a la que se encuentran asociados algunos filones de composición riolítica de edad desconocida.

Manto de Málaga

Fuera de la Unidad de Cártama, representa la unidad tectónica más elevada de las zonas internas. Está extensamente cabalgada sobre las unidades Alpujárrides mediante un corrimiento de gran amplitud.

Dentro del manto mismo se encuentran accidentes estructurales de cierta importancia: al parecer el horizonte de radiolaritas, que se encuentra en la base de la Formación Almogía, ha actuado como lubricante y ha permitido que ésta se despegue parcialmente de su substrato; en muchos lugares hemos podido observar una diferencia en el estilo de deformación entre las rocas que se encuentran por arriba y por debajo de dichas radiolaritas. La cobertura permotriásica aparece en escamas aisladas sistemáticamente despegadas del zócalo paleozoico, que a veces también está implicado en los accidentes que han producido este escamamiento. En general las capas que constituyen las escamas de material permo-triásico están truncadas en la base de las mismas y, en algunos casos, han sido incrustadas en el zócalo paleozoico por fallas subverticales.

Unidad de Cártama

Es la más elevada de las representadas en este sector de las zonas internas. Su base no aflora pero es probable que esté asentada, mediante un contacto tectónico sobre el «flysch» oligoceno del Manto de Málaga, tal como se observa hacia el oeste (Cerro Ardite). (Ver Didon, J. y Peyre, Y., 12).

Plegamiento

Hasta ahora hemos mencionado los grandes accidentes tangenciales que han permitido distinguir varias unidades estructurales apiladas. Esta región ha sido afectada además por varias fases de plegamiento y de metamorfismo.

En las rocas de las unidades Alpujarrides se observan pliegues de diferentes magnitudes, desde la decena de metros de longitud de onda hasta la escala microscópica. Especialmente este microplegamiento parece ser característico del ambiente alpujarride, ya que no se observa en el Manto de Málaga. Está especialmente bien desarrollado en las facies de micaesquistos.

A pesar de no haber realizado un estudio detallado de estos fenómenos, hemos hecho algunas mediciones que nos permiten señalar, que en el núcleo cristalino de Santi Petri, los ejes de los pliegues, la esquistosidad y todas las lineaciones (hay varios juegos superpuestos) presentan una dirección que oscila entre N.-S. y N. 40 E.

En las «Calizas alabeadas» de la Formación Santi Petri (Manto de Málaga), se observan pliegues de rumbo aproximado N. 40 E., volcados hacia el SE., de 20 a 30 metros de longitud de onda. No se distingue ningún microplegamiento. Al parecer la Formación Almogía está menos plegada que la Formación Santi Petri; en algunos cortes hemos podido observar que las capas de la primera, suavemente onduladas, yacen sobre los pliegues apretados de la segunda. Probablemente esta diferencia en el estilo de plegamiento ha sido favorecida por el nivel de radiolaritas, que se encuentra entre ambas que les ha permitido jugar independientemente. Los paquetes de la cobertura permo-triásica del Manto de Málaga están sólo ligeramente basculados, en ellos no se observa plegamiento.

Creemos que las diferencias en el estilo de deformación, que se observa en los distintos niveles del Manto de Málaga, se deben principalmente a diferencias de competencia entre las rocas que los constituyen.

Esta región ha sido afectada también por grandes pliegues, que representan una fase de plegamiento póstuma, netamente posterior al cabalgamiento de los mantos. Los dos más importantes son el anticlinal de Santi Petri y el anticlinal de Cártama. El de Santi Petri es un gran abovedamiento, cuyo eje es aproximadamente N.-S., con terminación periclinal en ambos extremos; la orientación de este pliegue es un tanto anormal para esta parte de las Cordilleras Béticas, donde casi todos los elementos estructurales presentan rumbos aproximadamente E.-W. El eje del anticlinal de Cártama está orientado en dirección ENE.-

WSW.; es un pliegue asimétrico con su flanco septentrional en posición vertical y en parte volcado hacia el norte, mientras que su flanco meridional presenta una inclinación suave hacia el S., y tanto al E. como al W. exhibe terminaciones periclinales bruscas.

Fracturación

Además de todos los accidentes ya mencionados, esta región está afectada por varios sistemas de fracturas sub-verticales. Entre ellos el más desarrollado es un juego de fallas cuya dirección oscila entre N. 30 E. y N. 40 E., éste se manifiesta principalmente en la región de Almogía y se extiende hacia el SW. Estas fallas son fácilmente distinguibles en los lugares en que afectan a la cobertura permo-triásica del Manto de Málaga, ya que recortan sus afloramientos y los hundidos en el zócalo. En cambio, cuando afectan solamente a éste son difíciles de detectar en el terreno, pero aparecen claramente en las fotografías aéreas. En general estas fallas son de salto reducido (20 a 30 metros) y cortan por igual a todas las unidades.

Metamorfismo

Las unidades Alpujarrides han sido afectadas por varias fases de metamorfismo intenso, mientras que el Manto de Málaga apenas ha sido alcanzado, en su parte inferior, por una fase de metamorfismo débil.

La cobertura permo-triásica del Manto de Málaga no ha sido alcanzada en absoluto por el metamorfismo, contrariamente a lo que le sucede al Permo-Triásico alpujarride.

El estudio petrográfico de los gneíses y micaesquistos de las unidades Alpujarrides muestra la existencia de una trama de minerales orientados, entre los que se encuentran biotita, muscovita y a veces silimanita fibrosa. Superpuesto a éstos se encuentra un grupo de minerales que han cristalizado bajo condiciones estáticas, y que no presentan señales de deformación: granate, cianita, estauroлита, andalucita, turmalina, biotita (de segunda generación), mica blanca, clorita y albita. Estos minerales son netamente posteriores a los de la trama y dentro de ellos se observan trazas de los primeros con la orientación correspondiente. En algunas muestras se observan grandes cristales de andalucita con núcleo de estauroлита, donde se ve claramente que la andalucita es posterior. Este mineral ocupa uno de los últimos lugares de la paragénesis, además es el mineral de metamorfismo más abundante. Aunque estos minerales de

neogénesis han cristalizado en condiciones estáticas, a veces se encuentran rotados o ligeramente deformados por un microplegamiento posterior. Los minerales orientados de la trama pertenecen probablemente a una fase de metamorfismo antigua; los minerales cristalizados bajo condiciones estáticas provienen de fases posteriores, difíciles de datar. En el estado actual de nuestros conocimientos hay serias dificultades para separar los fenómenos que corresponden a cada una de las fases. En la parte inferior de la Unidad de la Sierra Blanca se encuentran cuarcitas biotíticas con diópsido recristalizado. Estas han sufrido intenso retromorfismo, en algunos casos se ve que la biotita ha sido casi completamente transformada en mica blanca o cloritizada. Encima de las cuarcitas se encuentran micaesquistos ricos en sillimanita y mármoles muy puros, que no son rocas aptas para las determinaciones de grado de metamorfismo.

La cobertura permo-werfeniense de pizarras azules con yeso, de la unidad Alpujarride superior (Majada Vieja), está afectada por una fase de metamorfismo que ha permitido la cristalización de clorita y andalucita.

En el Manto de Málaga sólo la parte inferior ha sido alcanzada por el metamorfismo, en el resto sólo se observa débiles recristalizaciones pero no se puede pensar en un verdadero metamorfismo. Este afecta al complejo que hemos llamado Formación Morales. En él se observa biotita orientada y en parte recristalizada, asociada con muscovita y clorita. Probablemente este metamorfismo afecta a rocas de edad ordovícica-silúrica.

Edad del metamorfismo. — En el macizo del Pequeño Kabyli (Argelia), M. Durand Delga (13) puso en evidencia la existencia de una fase de metamorfismo pre-silúrica, probablemente tectónica, que ha hecho sentir su efecto en todo el ambiente Kabyló-bético-rifeño. Nosotros atribuimos a esta fase el metamorfismo de la base del Manto de Málaga y la mayor parte de los fenómenos del zócalo alpujarride. Es también probable la existencia de una fase post-triásica responsable de los fenómenos de metamorfismo observados en la cobertura alpujarride.

CONCLUSIONES

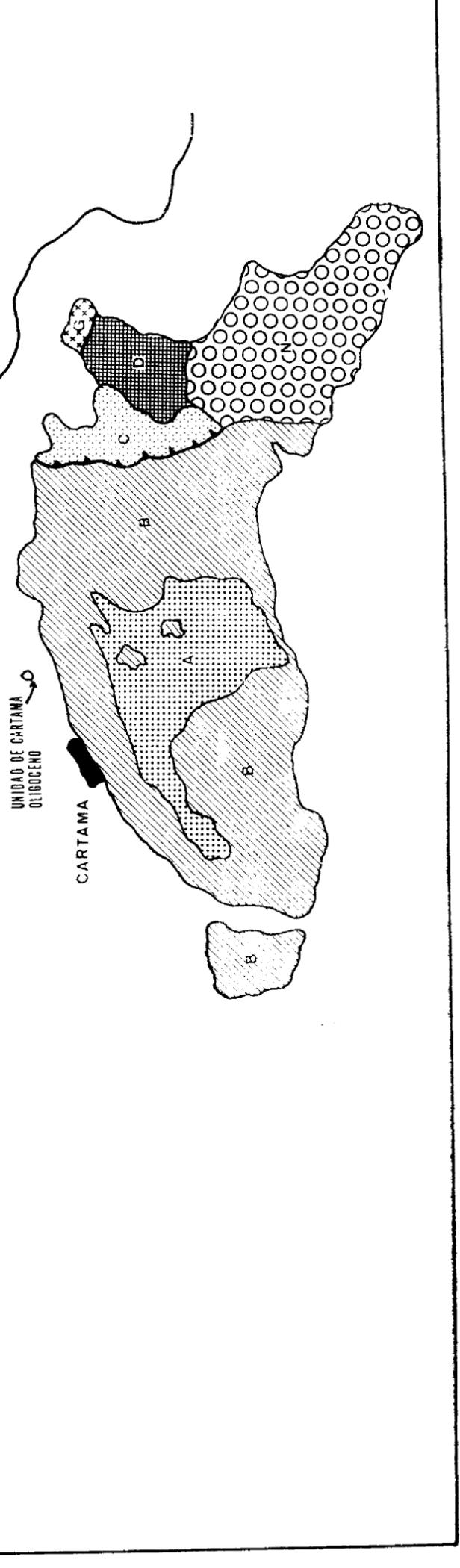
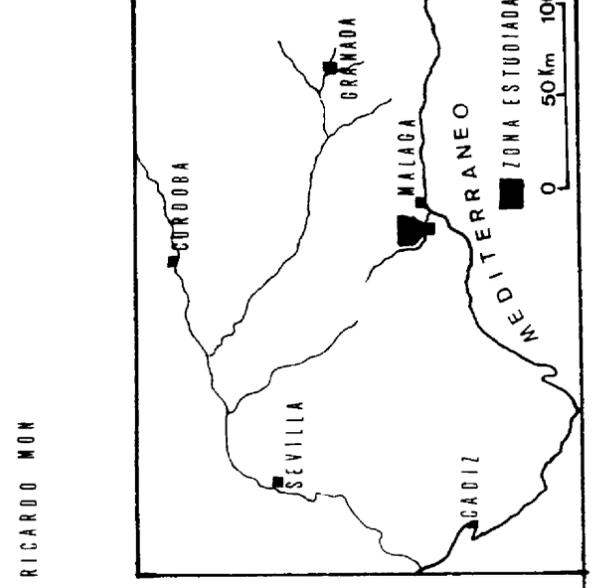
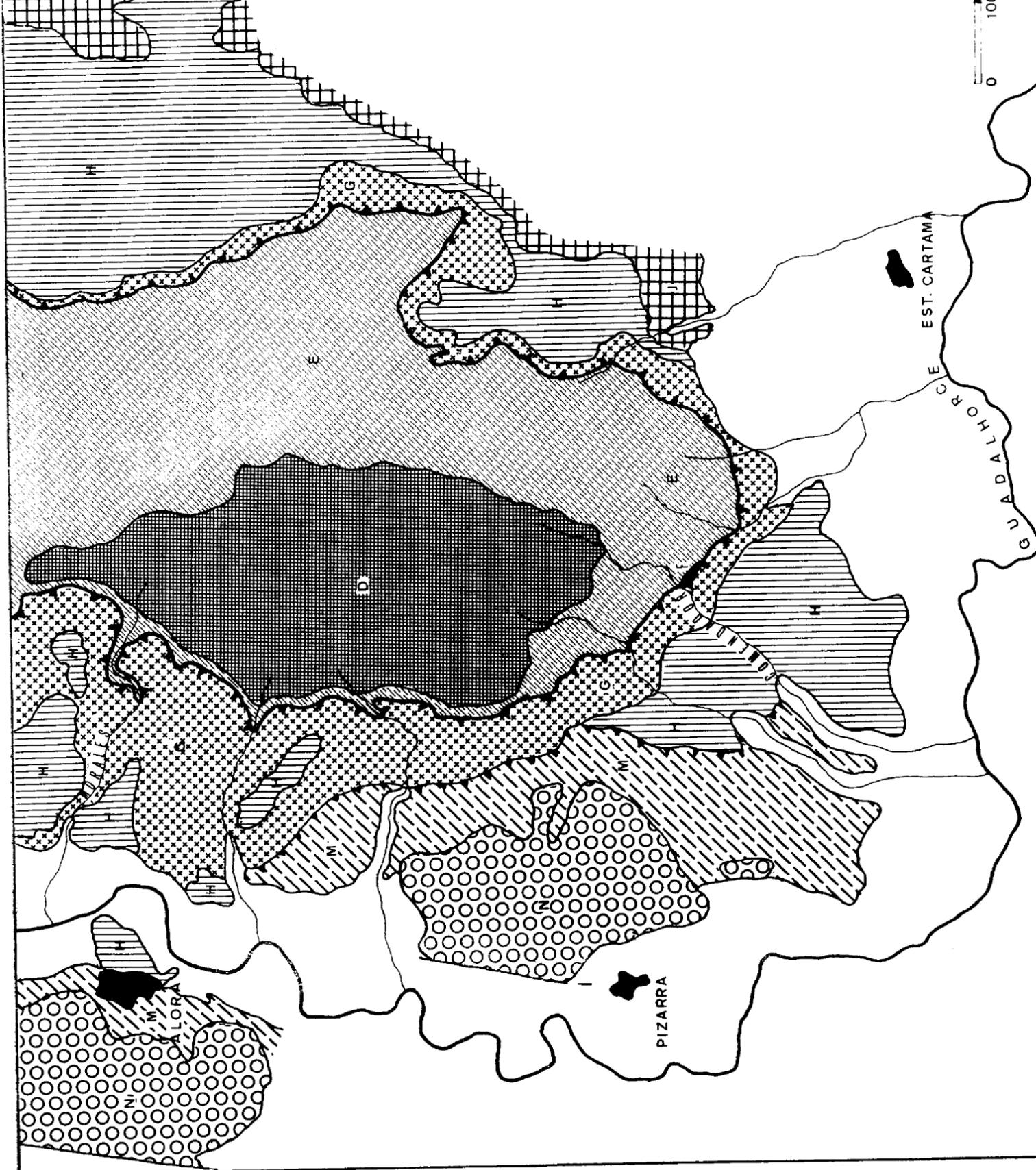
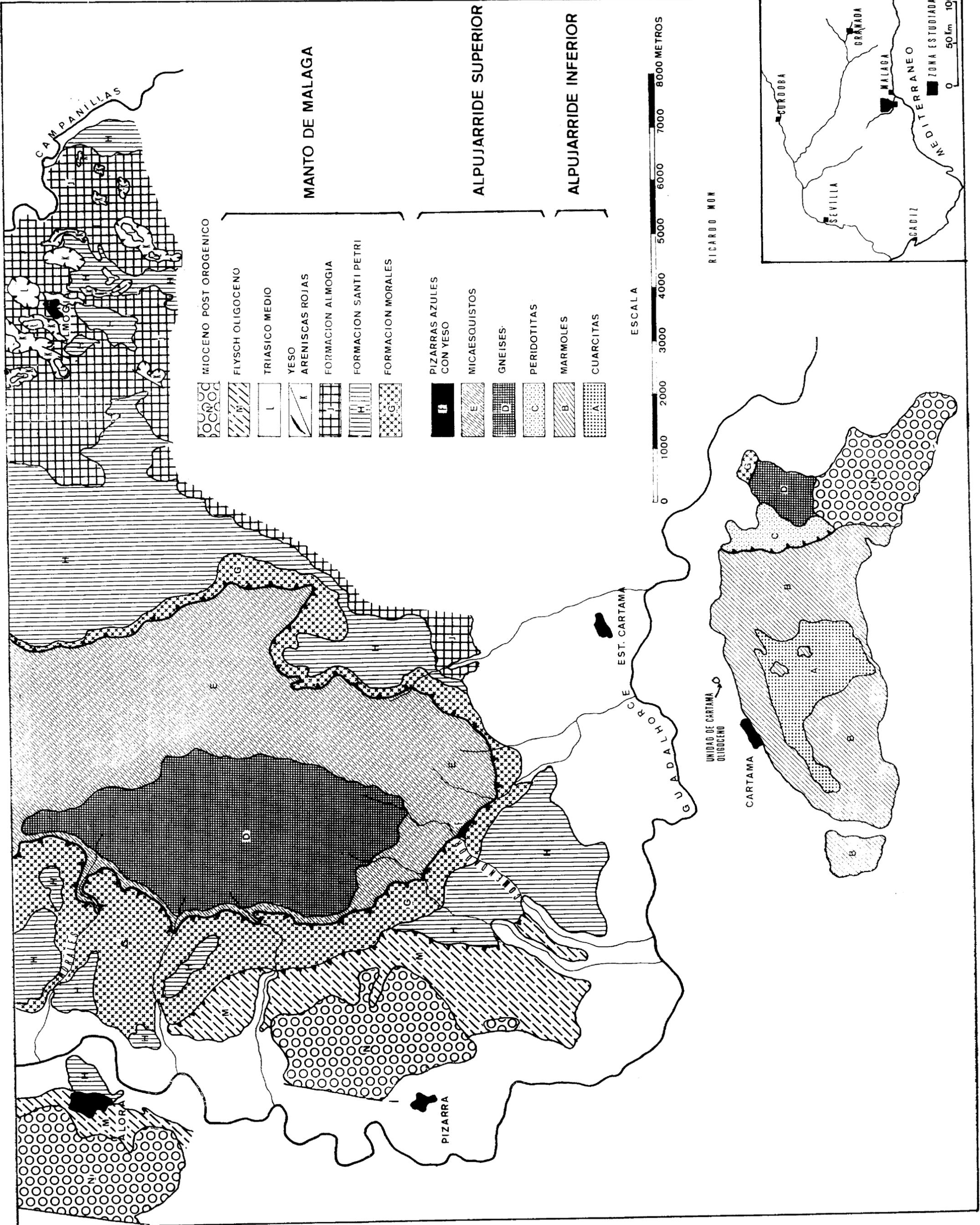
El rasgo estructural más notable de esta región es el apilamiento de tres unidades estructurales, rmadas en su mayor parte por terrenos de zócalo. Las dos más profundas pertenecen al ambiente Alpujarride y la superior al Manto de Málaga. Contrariamente a lo que ocurre más al E., en esta región la Unidad Alpujarride superior está casi completamente desprovista de su cobertura triásica.

Dentro del Manto de Málaga hemos llegado a una mejor comprensión de su estratigrafía y estructura interna; hemos comprobado que, como en los alrededores de Málaga (Azéma, 4), la cobertura permo-triásica se encuentra sistemáticamente despegada del zócalo paleozoico.

En general podemos decir que este sector, aunque reducido, ofrece una gran variedad de problemas geológicos, de los cuales no todos son de fácil solución. En muchos casos nuestro trabajo se limita a exponerlos con la mayor claridad posible más que a resolverlos definitivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) AGARD, J.; DESTOMBES, E.; MILLIARD, Y.; MARÍN, P. (1958). *Sur l'existence de Llandovery supérieur dans le Massif Paléozoïque interne du Rif au nord de Tetouan.* «Maroc. C. R. Ac. des Sciences», 246, pp. 2778-2780. Paris.
- (2) ANSTED (1859). *On the geology of Malaga and the Southern part of Andalusia.* «Quart. Journ. Geol.», Soc. p. 585. Londres.
- (3) AZÉMA, J. (1960). *Sur la structure du Secondaire et du Nummulitique des environs de Malaga, Espagne.* «Bull. Soc. Geol. de France», p. 340-344. Paris.
- (4) — (1961). *Sobre la estratigrafía del Jurásico en los alrededores de Málaga, España.* «Notas y Comunic. Inst. Geol. y Minero de España», núm. 63. Madrid.
- (5) BLUMENTHAL, M. (1928). *Sur le dispositif des nappes de recouvrement de la Serranía de Ronda.* «Eclogae Geol. Helv. p. 358-363. Basilea.
- (6) — (1949). *Estudio geológico de las cadenas costeras al oeste de Málaga entre el río Guadalhorce y el río Verde.* «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», p-p 17-193. Madrid.
- (7) BOULIN, J. (1962). *Données nouvelles sur la structure des Alpujarrides occidentales (Province de Grenade, Espagne).* «C. R. Somm. Soc. Geol. de France», pp. 309-311. Paris.
- (8) — (1962). *Sur les Alpujarrides occidentales et leurs rapports avec la nappe de Malaga (Andalousie meridionale).* «Bull. Soc. Geol. France», pp. 384-389. Paris.
- (9) BROUWER, H. A. (1926). *Zur Tectonik der Betischen Kordilleren.* «Geol. Rundschau», pp. 332-336. Alemania.
- (10) CHAUVE, P.; DIDON, J. MAGNÉ, J.; PEYRE, Y. (1964). *Mise au point sur l'âge des phénomènes tectoniques majeurs dans les Cordillères Bétiques, Symposium on the geology of the Betic Cordilleras.* «Geologic en Mijnb.», Holanda.
- (11) DIDON, J.; DURAND DELGA, M. FONTBOTÉ, J. M.; MAGNÉ, J.; PEYRE, Y. (1961). *El Oligoceno superior del Bético de Málaga (Andalucía).* («Notas Comunic. Ins-



- tituto Geol. y Min. de España», pp. 115-129. Madrid.
- (12) — —; PEYRE, Y. (1964): *Sur deux dispositifs tectoniques remarquables dans les Cordillères Bétiques à l'Ouest du méridien de Málaga*. «C. R. Ac. Sc.», 259, pp. 1988-1991, Paris.
- (13) DURAND DELGA, M. (1951). *L'âge du métamorphisme général du Massif de Petite Kabylie, Algérie*. «C. R. Ac. Sc.», 232, pp. 745-747. Paris.
- (14) — — (1966). *Titres et travaux scientifiques*. Impr. Preister. Paris.
- (15) — — (1967). *Coup d'oeil sur les unités malaguides des Cordillères Bétiques, Espagne*. «C. R. Ac. Sc.», 266, pp. 190-193, Paris.
- (16) DURR, S.; HOEPPENER, R.; HOPPE, P.; KOCKEL, E. (1962). *Géologie des montagnes entre le rio Guadalhorca et le Campo de Gibraltar (Espagne Meridionale)*. «Livre Mem. Prof. Paul Fallot», 1, pp. 209-228, «Société Géologique de France», Paris.
- (17) FALLOT, P. (1948). *Les Cordillères Bétiques*. Consejo Superior Invest. Científicas, «Estudios Geológicos», pp. 88-172. Barcelona.
- (18) KOCKEL, F. (1959). *Conodontos del Paleozoico de Málaga*. «Notas y Comunic. Inst. Geol. y Min. de España», Madrid.
- (19) — —; STOPPEL, D. (1962); *Nuevos hallazgos de Conodontos y algunos cortes en el Paleozoico de Málaga (Sur de España)*. «Notas y Comunic. Inst. Geol. y Min. de España», p. 133-170. Madrid.
- (20) LHENAFF, R. (1966). *Existence d'un haut niveau marin (Pliocene terminal ou Quaternaire ancien) déformé à l'ouest de Málaga, Espagne*. «C. R. Somm. des Seanc. Soc. Geol. de France.», pp. 393. Paris.
- (21) LINERA, DE (1851). *Geología de Málaga*. «Revista Minera», t. II, pp. 161-193. Madrid.
- (22) MACPHERSON, J. (1874). «Memoria sobre la estructura de la Serranía de Ronda». Cádiz.
- (23) MICHEL LEVY, A. BERGERON, J. (1889). *Etude géologique de la Serranía de Ronda*. «Mem. Ac. Sc. France», 30 (Mission d'Andalousie). Paris.
- (24) MICHELAU, P. (1942). *Das Paläozoikum der Betischen Ketten NW. von Malaga* Diss. Universität zu Berlin Inédito.
- (25) MILLIARD, Y. (1959). *Sur la présence d'assises carbonifères dans le massif paléozoïque interne du Rif*. «C. R. Ac. Sc.», 249, pp. 1688-1690. Paris.
- (26) — — (1959). *Sur l'existence du Permien dans le massif Paléozoïque interne du Rif*, «Maroc. C. R. Ac. Sc.» 249, pp. 1051-1052. Paris.
- (27) MOLLAT, H. (1965). *Die Geologie der Sierra Blanca und ihrer Umgebung, Betische Koräülieren*. Dissertation. Universität zu Bonn. Bonn.
- (28) MON, R. (1969). *Rapports entre la nappe de Malaga et les unités Alpujarrides à l'ouest de Malaga (Espagne)*. «C. R. Ac. Sc.», 268, p. 1008-1011. Paris.
- (29) ORUETA, D. DE (1917). *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*. «Mem. del Inst. Geol y Min. de España», Madrid.
- (30) — — (1922). *Estudio petrográfico de la Sierra Almiarra y de la parte oriental de la Sierra Nevada y las Alpujarras*. «Bol. Inst. Geol. y Min. de España», 43. Madrid.
- (31) PEYRE, Y (1962). *Etat actuel de nos connaissances sur la structure des Cordillères Bétiques sur la transversale de Malaga*. «Livre Mem. Paul Fallot», 1, pp 199-208, «Soc. Geol. de France». Paris.

Recibido el 7-X-70.

Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del Este de la provincia de Cáceres

R. CAPOTE (*), M. GUTIERREZ ELORZA (*) y R. VEGAS (*)

RESUMEN

Se pone de manifiesto la existencia de dos fases hercínicas acompañadas de pizarrosidad, que afectan a sedimentos que van desde el Precámbrico al Silúrico en la parte oriental de la provincia de Cáceres.

Se analiza también la influencia de movimientos preordovícicos (asínticos y sárdicos), que corresponden a débiles deformaciones no acompañadas de pizarrosidad y que originan únicamente emersiones y periodos de erosión, que se manifiestan por la presencia de conglomerados y discordancias cartográficas.

ABSTRACT

The existence of two Hercynian phases showing cleavage underwent by sediments ranging from the Precambrian to the Silurian that outcrop in the East of Cáceres Province is pointed out.

The influence of the pre-Ordovician movements (Assyntic and Sardinic) producing weak deformations, not accompanied by cleavage that only originated raisings and erosional periods pointed out by the presence of conglomerates and cartographie unconformities, is also analyzed.

I. INTRODUCCIÓN

La región más oriental de la provincia de Cáceres, entre Valdelacasa de Tajo y Trujillo, está formada fundamentalmente por un conjunto de materiales, cuya edad va desde el Precámbrico superior hasta el Silúrico. Estos materiales están afectados por una serie de anticlinales y sinclinales, que siguen una dirección aproximada NW.-SE (M. Gutiérrez Elorza y R. Vegas, 1970).

A grandes rasgos, se pueden distinguir dos conjuntos claramente diferenciables: Uno inferior, anteordovícico, constituido por sedimentos cámbricos y precámbricos y que alcanza gran extensión hacia el SW, ocupando gran parte del centro de la provincia de Cáceres; otro superior, ordovícico-silúrico, alojado en los grandes sinclinales, que forman las sierras de esta región.

De manera esquemática la serie estratigráfica

para la región estudiada puede expresarse así, de muro a techo:

1) Pizarras y grauvacas de varios miles de metros de potencia (Valdelacasa, Aldeacentenera, Jaraicejo). Precámbrico superior.

2) Capas conglomeráticas de transición al Cámbrico.

3) Pizarras, cuarcitas y calizas como términos fundamentales. Cámbrico inferior.

4) Pizarras, areniscas y cuarcitas de tonos rojizos con conglomerados (Carrascalejo, Cerro El Cesto, etc.), en la base. Cámbrico superior.

5) Cuarcitas armoricanas con conglomerados basales. Arenig.

6) Formación de pizarras muy fosilíferas y cuarcitas. Llandeilo-Caradoc.

7) Pizarras y cuarcitas con graptolites. Silúrico.

II. TECTÓNICA DE LAS SERIES ORDOVÍCICAS Y SILÚRICAS

En estas series hemos encontrado estructuras que demuestran la acción de dos fases de plega-

(*) Dpto. de Geomorfología y Geotectónica. Universidad Complutense de Madrid.



Fig. 1.—Pliegue isoclinal de la primera fase con plano axial subhorizontal en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque-Gualija. Carretera de Navatrasierra a Guadalupe.

miento. Ambas fases son sinesquistosas y claramente potsilúricas, de edad hercínica.

Fase 1.^a:

Los pliegues de esta fase son reconocibles en el campo (por ejemplo, en el núcleo del Sinclinal de Guadarranque-Gualija). Muchos de ellos se presentan como pliegues isoclinales con plano axial subhorizontal (figura 1) y en todos los pliegues de esta fase aparece una pizarrosidad de fractura, de plano axial bien desarrollada, correspondiente a un plegamiento tipo *pasivo* o *similar* (figura 2).



Fig. 2.—Pliegue similar de la primera fase en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque-Gualija. Carretera de Navatrasierra a Guadalupe.

En los flancos de estos pliegues el estiramiento del material a lo largo de los planos de pizarrosidad ha dado lugar a la formación de *pinch-and-swell structures* en los niveles arenosos más completos (fig. 3).

Fase 2.^a:

Los pliegues resultantes de esta fase son también observables a nivel de afloramiento. Presentan planos axiales subverticales y charnelas con gran dispersión en cuanto a su disposición, alcanzando a veces fuertes inmersiones (fig. 4).

Esta segunda fase va acompañada también de pizarrosidad, que se manifiesta como una *pizarrosidad de crenulación* como resultado del corte de

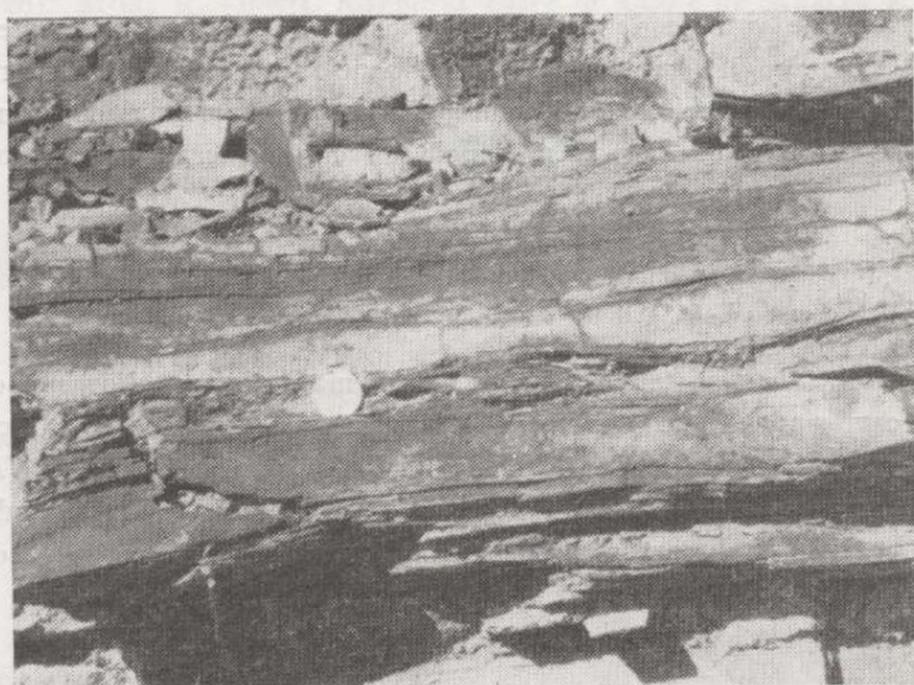


Fig. 3.—Pinch-and-swell structure en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque Gualija.

la pizarrosidad de la primera fase por la de la segunda (fig. 5). Por otra parte, esta fase es la responsable de las grandes estructuras cartografiables.

Los pliegues de la primera fase quedan afectados en ocasiones por los de la segunda, que pliegan los planos axiales de aquéllos, como puede verse en el esquema de la figura 6.

Ambas fases de plegamiento afectan al Silúrico datado con fósiles y deben atribuirse al *plegamiento hercínico*. Esto último concuerda con lo que se viene observando últimamente en el Macizo Hespérico.

Como efectos póstumos de reajuste del plegamiento hercínico se encuentran en esta región, en algunos puntos aislados, *kink-bands* de escala centimétrica a veces, con sus planos axiales convergentes, dando lugar a sistemas de *kink-bands* conjugados.



Fig. 1.—Pliegue isoclinal de la primera fase con plano axial subhorizontal en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque-Gualija. Carretera de Navatrasierra a Guadalupe.

miento. Ambas fases son sinquistosas y claramente potsilúricas, de edad hercínica.

Fase 1.^a:

Los pliegues de esta fase son reconocibles en el campo (por ejemplo, en el núcleo del Sinclinal de Guadarranque-Gualija). Muchos de ellos se presentan como pliegues isoclinales con plano axial subhorizontal (figura 1) y en todos los pliegues de esta fase aparece una pizarrosidad de fractura, de plano axial bien desarrollada, correspondiente a un plegamiento tipo *pasivo* o *similar* (figura 2).



Fig. 2.—Pliegue similar de la primera fase en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque-Gualija. Carretera de Navatrasierra a Guadalupe.

En los flancos de estos pliegues el estiramiento del material a lo largo de los planos de pizarrosidad ha dado lugar a la formación de *pinch-and-swell structures* en los niveles arenosos más completos (fig. 3).

Fase 2.^a:

Los pliegues resultantes de esta fase son también observables a nivel de afloramiento. Presentan planos axiales subverticales y charnelas con gran dispersión en cuanto a su disposición, alcanzando a veces fuertes inmersiones (fig. 4).

Esta segunda fase va acompañada también de pizarrosidad, que se manifiesta como una *pizarrosidad de crenulación* como resultado del corte de



Fig. 3.—Pinch-and-swell structure en el Silúrico del Sinclinal de Guadarranque Gualija.

la pizarrosidad de la primera fase por la de la segunda (fig. 5). Por otra parte, esta fase es la responsable de las grandes estructuras cartografiables.

Los pliegues de la primera fase quedan afectados en ocasiones por los de la segunda, que pliegan los planos axiales de aquéllos, como puede verse en el esquema de la figura 6.

Ambas fases de plegamiento afectan al Silúrico datado con fósiles y deben atribuirse al *plegamiento hercínico*. Esto último concuerda con lo que se viene observando últimamente en el Macizo Hespérico.

Como efectos póstumos de reajuste del plegamiento hercínico se encuentran en esta región, en algunos puntos aislados, *kink-bands* de escala centimétrica a veces, con sus planos axiales convergentes, dando lugar a sistemas de *kink-bands* conjugados.

III. TECTÓNICA DE LAS SERIES ANTEORDOVÍCAS

En los materiales anteordovícos también se puede reconocer la existencia de dos fases de plegamiento acompañadas de pizarrosidad.

En estas series dominan los pliegues con charnela subvertical, que dan una tectónica de tipo serpenteante (M. Gutiérrez Elorza, y R. Vegas, 1970). Como ejemplo de estos pliegues podemos citar el que se encuentra en las proximidades del río Almonte, en el kilómetro 230,180 de la carretera Madrid-Badajoz (fig. 7). En este pliegue, la pizarrosidad de plano axial lleva una dirección de 112° y buza 73° al S., mientras que la charnela lleva una dirección de 10° y buza 69° al S. Se puede supo-

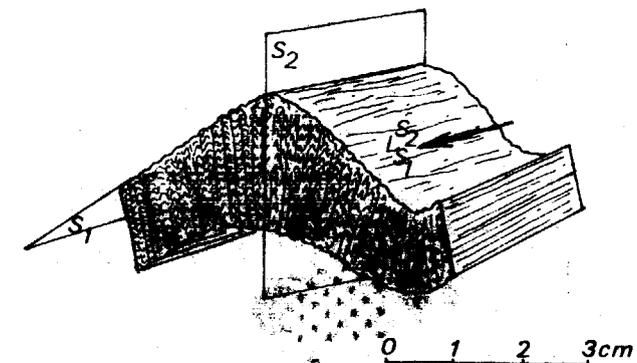


Fig. 5.—Pizarrosidad de la primera fase (S₁) plegada por la segunda, dando una pizarrosidad de crenulación (S₂). L_{S₁}^{S₂}: línea de intersección de S₁ y S₂. Micropliegue en las pizarras ordovícas del Sinclinal de Guadarranque-Gualija.



Fig. 4.—Pliegue de la segunda fase en la serie superior de las cuarcitas armoricanas en el flanco norte del Sinclinal de Guadarranque-Gualija.

series ordovíco-silúricas y, por tanto, las datamos como hercínicas.

Sin embargo, existen varios hechos que indican la existencia de movimientos tectónicos anteriores a las dos fases hercínicas. La edad de estos movimientos se puede concretar como preordovíca. Entre estos hechos destacan:

a) Predominio de pliegues de eje subvertical tectónica serpenteante) en las series anteordovícas, que indica la existencia de capas inclinadas anteriores a la acción de la primera fase hercínica.

b) Existencia de conglomerados en el tránsito Precámbrico-Cámbrico con cantos de pizarras y

ner que las capas estaban ya muy inclinadas antes de producirse el plegamiento hercínico y correspondiente pizarrosidad, como veremos más adelante.

En ocasiones se encuentran pliegues de las dos fases en un mismo afloramiento, siendo entonces la pizarrosidad de una de ellas transversal con respecto a los pliegues de la otra (figs. 8 y 9).

Esta pizarrosidad afecta a todos los elementos litológicos de la serie, tanto a las pizarras como a las areniscas y grauvacas, en las que se refracta, e incluso a los gruesos conglomerados de la serie de transición al Cámbrico, que presentan sus clastos fuertemente estirados en el plano de pizarrosidad, como por ejemplo en los conglomerados del Arroyo de los Desesperados (M. Gutiérrez Elorza y R. Vegas, 1970).

Las dos fases sinquistosas que afectan a esta serie son equivalentes a las encontradas en las

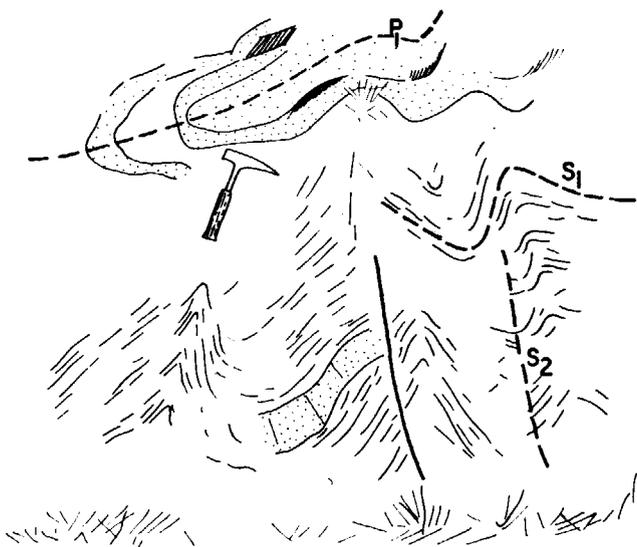


Fig. 6.—Pliegues isoclinales subhorizontales de la primera fase (P₁) con pizarrosidad S₁, plegados por la segunda fase (S₂). Silúrico del Sinclinal de Guadarranque Gualija.



Fig. 4.—Pliegue de la segunda fase en la serie superior de las cuarcitas armoricanas en el flanco norte del Sinclinal de Guadarranque-Gualija.



Fig. 7.—Pliegue de charnela subvertical en las pizarras precámbricas en el kilómetro 230,180 de la carretera Madrid-Badajoz.

grauvacas del conjunto inferior precámbrico, así como clastos de cuarcita negra procedentes, con toda probabilidad, de series equivalentes a las precámbricas del SW. de la Península (R. Vegas, 1970).

c) Formación de conglomerados basales en el conjunto del Cámbrico superior, aflorantes en ambos flancos del Anticlinal de Valdelacasa y en otros puntos de las regiones de Miravete y Guadalupe.

d) Conglomerado basal de la cuarcita armoricana, así como una clara discordancia cartográfica

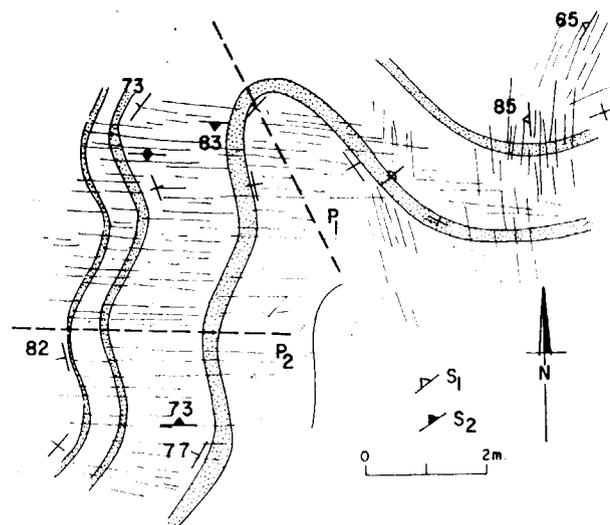


Fig. 8.—Pliegues de eje subvertical de la primera fase (P₁) con pizarrosidad S₁, cortados transversalmente por la pizarrosidad S₂ de los pliegues de la segunda fase (P₂) en el kilómetro 241,5 de la carretera Madrid-Badajoz.

ca entre el Ordovícico y las series cámbricas subyacentes. Por causa de esto último, los sedimentos cámbricos pueden faltar entre la cuarcita armoricana y las series consideradas como precámbricas.

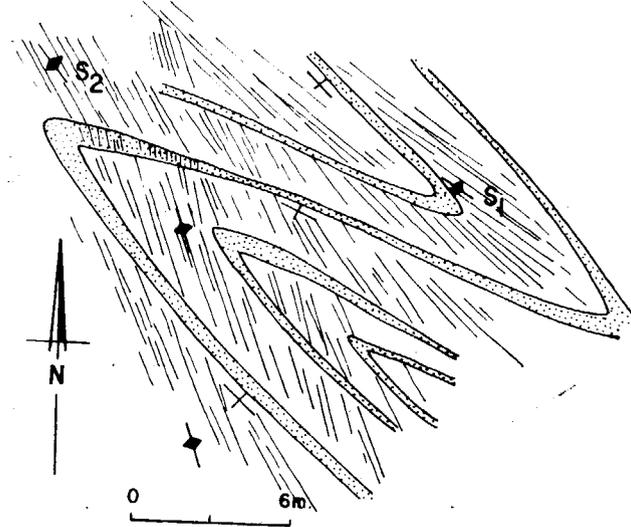


Fig. 9.—Pliegues de la primera fase, atravesados por la pizarrosidad S₂ de la segunda fase. Kilómetro 60 de la carretera Trujillo-Plasencia.

IV. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto en los apartados anteriores, podemos afirmar para esta región una serie

		Movimientos tardíos <i>kink-bands</i>
		Fase 2. ^a : Fuerte y con pizarrosidad S ₂ (planos axiales subverticales).
Fases mayores hercínicas		Fase 1. ^a : Fuerte y con pizarrosidad S ₁ (planos axiales horizontales en el Ordovícico-Silúrico).
SILURICO	Pizarras y cuarcitas con <i>graptolites</i>	FASE IBERICA: Débil y sin pizarrosidad.
ORDOVICICO	Cuarcitas y pizarras Pizarras (Tramo de <i>Calymene</i>). Cuarcitas armoricanas con conglomerados basales.	
SUP CAMBRICO	Pizarras y areniscas con conglomerados en la base.	FASE TOLEDANICA: Débil y sin pizarrosidad.
MED	Pizarras, cuarcitas, calizas, etc.	
INF	Conglomerados de transición.	FASE ASINTICA: Débil y sin pizarrosidad.
PRECAMBRICO SUPERIOR	Pizarras y grauvacas	

de fases tectónicas, cuya situación en el tiempo se pueden resumir en el cuadro anterior.

Quedan así definidas dos fases hercínicas mayores responsables de los pliegues con pizarrosidad que se encuentran, tanto en el Paleozoico como en el Precámbrico, y de las grandes estructuras cartografiadas.

Además de estas dos fases sinquistosas se sitúan movimientos productores de pliegues suaves sin pizarrosidad, que han condicionado las discordancias marcadas por los conglomerados de las series preordovícicas (fases asintica y sárdicas). Fuertes discordancias angulares entre los sedimentos precámbricos y cámbricos no han sido encontrados, si bien la enérgica acción de las fases hercínicas puede hacer muy difícil su estudio.

BIBLIOGRAFÍA

GUTIÉRREZ ELORZA, M. y VEGAS, R. (1970). *Consideraciones sobre la estratigrafía y la tectónica del E. de la Provincia de Cáceres*. «Est. Geol.», vol 27, núm. 2 (en prensa).
 LOTZE, F. (1956, a). *Über sardische Bewegungen in Spanien und ihre Beziehungen zur asiatischen Faltung*. «Geotekt. Symp. zu Ehren von H. Stille», pp. 128-139.
 — (1956, b) *Das Präkambrium Spaniens*. «N. Jb. Geol. v. Paläont. Mh. 8, pp. 373-380. (Trad. esp. por J. G. de Lla-rena). (Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España», 60, pp. 227-239).
 RAMÍREZ y RAMÍREZ, E. (1956). *Tectónica del Cámbrico de la provincia de Cáceres (España)*. XX Cong. Geol. Int., pp. 81-85.
 VEGAS, R. (1970). *Formaciones precámbricas de la Sierra Morena occidental. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres*. «Est. Geol.», XXVI, pp. 225-231.

Recibido. 13-11-71.



Fig. 7.—Pliegue de charnela subvertical en las pizarras precámbricas en el kilómetro 230,180 de la carretera Madrid-Badajoz.

Contribución al estudio geológico y mineralógico de la plataforma continental submarina en el área de las islas Columbretes

por F. CAÑADA GUERRERO (*)

ANTECEDENTES

Las Islas Columbretes vienen siendo estudiadas desde hace largo tiempo, bajo el punto de vista mineralógico.

El primer trabajo de que tenemos noticia es el del Dr. Juan Vilanova, que en su «Memoria Geognósico-Agrícola de la Provincia de Castellón», publicada en 1858, cita las rocas volcánicas de los islotes.

Posteriormente aparece el del P. Antonio Vicent, S. J., publicado en los «Anales de la Sociedad Española de Historia Natural, tomo XIV, el año 1885, que entre otras cosas, estudia la naturaleza mineralógica de los islotes.

Le sigue el publicado por Max Jaffe, en 1895, en la imprenta de Heinrich Mercy de Praga.

En este documentado estudio de 180 páginas, sin contar los numerosos dibujos y planos, considera Herr Jaffe los islotes bajo los aspectos, histórico, climático, botánico, zoológico y litológico. Estudia las rocas de la isla, traquitas, basaltos y tobas palagoníticas, publicando numerosos análisis químicos y microfotográficos.

Recientemente, nuevos estudios han sido realizados sobre los minerales de las rocas volcánicas que forman las islas, y sobre los que se encuentran en los suelos, como parte de la expedición llevada a cabo en mayo de 1964.

La razón de nuestro estudio fue considerar la posible existencia de minerales de interés, y fundamentalmente magnetita, en los fondos marinos, como producto de desintegración erosiva de los islotes y coladas volcánicas sumergidas.

Propusimos este trabajo a los directivos de la Compañía Minera de Sierra Menera, señores Martínez Bordiú y Paredes, que considerándolo de interés, financiaron los gastos.

Colaboraron con nosotros los estudiantes José Luis Peña, Juan José Simón y Miguel Galíndez. El viaje se realizó en septiembre de 1967, a bordo de la embarcación Botonechs, del puerto de Castellón.

Pernoctamos en el faro de la Columbrete Grande, cuyo torrero, D. Roque Serrano, nos brindó su grata hospitalidad.

Los trabajos consistieron en tomar muestras del fondo marino, que fueron posteriormente analizadas.

Las muestras se tomaron con una sonda de mandíbulas «Kalsico», hasta una profundidad máxima de 120 metros.

La toma de muestra fue laboriosa, pues por la compacidad del fondo y el peso de la sonda, reunir una cantidad apreciable de material, exigió repetir la operación varias veces en cada punto.

Los puntos cuyas muestras fueron seleccionadas para análisis, figuran en el mapa adjunto con la profundidad respectiva.

Las muestras corresponden estrictamente a los 3 ó 4 primeros centímetros del fondo marino, por lo que, presumimos, la abundancia de minerales pesados será menor que a profundidad mayor.

Las muestras fueron tomadas entre el Placer de la Barra Alta y unas seis millas al E. y NE. de la Columbrete Grande.

Los estudios mineralógicos fueron realizados en el laboratorio de Mineralogía de Suelos y Sedimentos del Instituto de Edafología, por la Dra. señorita Josefina Pérez Mateos, y su colaboradora doctora Trinidad Aleixandre, utilizando el tradicional procedimiento de eliminación de la arcilla por lavado y de los carbonatos e hidróxidos de hierro por clorhídrico, y tratando la fracción resultante con bromoformo para separar la fracción ligera (densidad < 2,9, de la pesada, densidad > 2,9. Estas dos fracciones se estudian mineralógicamente a continuación.

Obtenida la fracción ligera se sigue una técnica especial para determinar los faldespatos.

En líneas generales consiste en lavados con agua y acetona, ataques con F₂H₂, nuevos lavados con agua y alcohol y secado al horno a 400° C.

Se toman dos fracciones y una de ellas se trata con hemateína y solución de acetato sódico y ácido acético glacial, lavando posteriormente con alcohol, con lo que todos los feldespatos quedan azulados.

Sobre la otra fracción se investigan los feldespatos potásicos con cobaltinitrito sódico.

Todos los materiales son de origen volcánico, con una proporción variable de arcilla, carbonatos y materiales ferruginosos, probablemente hidróxidos

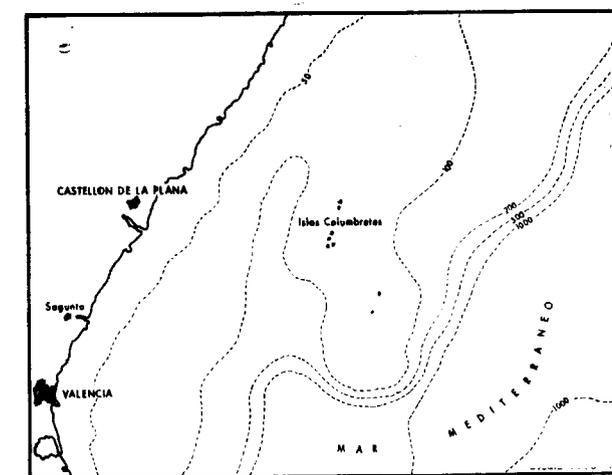
1. Fracción densa.

a) Minerales densos transparentes:

Predominan los Píróxenos, en proporciones que a veces llegan al 70 por 100, y entre ellos, la ferroaugita, que constituye por sí sola casi la totalidad de los piroxenos, encontrándose también diópsido, hiperstena y enstatita, estos últimos en pequeña proporción.

También aparecen anfíboles, representados por hornblenda basáltica parda, que es la que predomina, y hornblenda común verdosa. En la basáltica, ha identificado la doctora Pérez Mateos una variedad pleocroica, de coloración rojo-rutilo, con una aureola de resorción rica en Ti O₂, característica de la petrografía de algunos de estos islotes (Isla Ferrera).

Número muestra	Cuarzo %	Faldespatos potásicos %	Faldespatos Ca-Na %	Micas %	Agregados %	Alteritas %
1	80	10	2	—	—	—
2	86	10	1	1	—	13
4	Muestra muy alterada					
5	Muestra alterada					
6	70	6	7	4	—	13
7	85	6	2	—	—	—
8	82	7	7	—	1	3
9	83	8	7	1	1	—
10	90	8	1	—	1	—
11	85	8	—	2	—	5
12	82	9	8	—	1	—
13	71	13	9	1	—	6
14	84	8	4	—	—	4
15	59	59	8	1	2	15
16	77	17	2	—	1	3
17	88	7	1	—	—	—
18	79	8	1	1	1	10
19	77	6	9	—	1	7
20	79	8	3	—	—	10
21	69	4	15	—	3	9
22	78	8	4	2	—	8
23	67	7	12	6	—	8
24	70	6	15	—	2	7
25	65	11	3	6	—	15
26	71	10	14	1	—	4
27	71	16	4	1	1	7
28	54	1	7	4	—	34
29	77	14	5	1	—	3



Escala 1:2.800.000

En casi todas las muestras se encuentran olivino, minerales del grupo de la epidota (epidota, zoisita y clinzosita) y silicatos de calcio, relativamente abundantes en estos sedimentos, sobre todo en el área de Columbrete Grande.

Se encuentran también minerales resistentes, como son turmalina, circón, granate y en menor proporción, rutilo, anatasa, broquita y titanita.

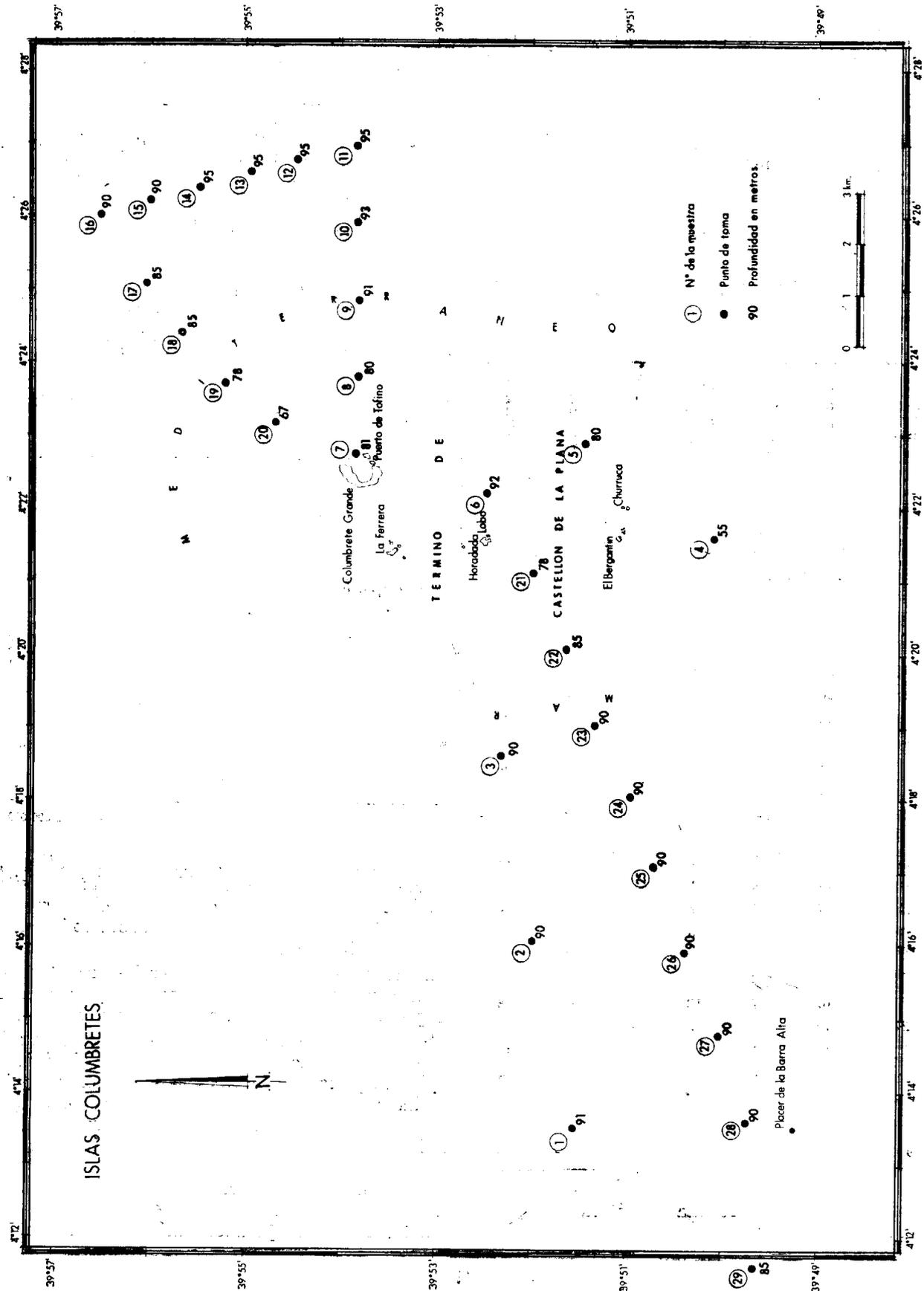
Son abundantes las alteritas y los granos de minerales opacos de alteración, óxidos e hidróxidos de hierro y algunos leucocénicos. Los cristales de calcita y las laminillas de clorita, así como la epidota, pueden considerarse como minerales secundarios, productos de la alteración de los minerales de las rocas volcánicas.

Son más raros los granos opacos naturales de magnetita e ilmenita.

Estos minerales pesados suelen presentarse en

Del examen de los resultados anteriores, se deduce:

(*) Dr. Ingeniero de Minas del I. G. M. E.



Números Muestras	Opacos naturales..	Opacos de alteración..	PORCENTAJE DE MINERALES DENSOS TRANSPARENTES ENTRE SI																			
			Turmalina..	Circón....	Granate..	Rutilo....	Anatasa..	Broquita..	Titanita..	Estaurolita	Distena...	Andalucita	Silimanita.	Epidota...	Anfiboles.	Piroxenos.	Micas.....	Cloritas..	Casdonatos	Olivino...	Alteritas..	
1	8	12	7	2	3	—	—	—	—	2	5	—	9	3	5	16	36	7	2	—	10	—
2	9	10	6	—	1	—	—	—	—	—	1	1	3	—	4	20	52	—	—	—	12	66
4	4	12	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	26	66	—	—	—	2	6
5	6	16	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	—	2	18	60	—	—	—	2	12
6	6	18	1	—	12	2	—	—	—	—	4	—	5	—	3	16	51	—	3	—	—	18
7	7	14	—	1	2	—	—	—	—	—	2	—	2	—	2	10	70	1	—	—	3	—
8	5	7	12	4	9	2	—	—	—	—	6	—	5	—	12	14	30	—	—	—	5	39
9	12	20	7	4	5	—	—	1	—	—	6	—	3	—	14	12	47	—	—	—	1	40
10	10	10	16	3	7	—	—	—	—	—	6	—	9	1	13	14	28	—	—	—	3	70
11	9	29	21	6	5	1	—	—	1	—	3	1	6	—	17	16	20	—	1	—	2	75
12	12	26	15	2	4	—	—	—	—	—	4	2	15	3	25	10	15	—	—	—	2	65
13	8	35	18	—	14	—	—	—	—	—	3	—	7	2	22	13	12	—	1	2	2	48
14	8	29	19	6	9	2	—	—	—	—	3	1	8	1	23	11	12	—	—	1	4	43
15	11	23	20	15	12	—	—	1	—	—	1	—	5	—	20	6	15	—	2	3	—	37
16	13	34	29	11	6	2	—	—	—	—	4	1	8	2	14	8	10	—	—	3	2	48
17	10	16	1	1	9	—	—	1	3	—	4	—	6	1	4	21	26	2	3	—	10	—
18	17	35	17	13	16	2	1	—	—	—	5	—	7	—	25	4	10	—	—	—	—	38
19	10	44	19	6	12	1	—	—	—	1	2	—	3	—	23	11	23	—	2	—	—	50
20	5	8	7	—	3	—	—	—	—	—	4	—	11	2	23	17	30	—	1	—	2	45
21	11	26	4	2	5	—	—	—	—	—	3	—	—	—	5	35	46	—	—	—	—	11
22	6	20	2	2	—	—	—	—	1	1	3	—	4	1	4	26	47	—	3	—	6	52
23	6	34	6	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	28	53	2	1	—	2	16
24	2	18	4	1	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	21	66	—	—	—	2	9
25	6	18	3	1	2	—	—	—	—	—	3	—	3	—	6	17	61	—	2	—	2	26
26	8	10	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	24	63	—	2	—	4	9
27	5	12	2	—	1	—	—	—	—	—	2	—	1	—	3	14	67	—	3	1	6	23
28	3	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	17	70	—	—	—	8	3
29	14	36	20	3	7	3	—	1	2	7	1	4	—	9	21	17	—	4	—	1	59	

granos irregulares y fragmentos quebrados, siendo escasos los redondeados o subredondeados.

Esta circunstancia morfológica, unida al hecho de que se conservan formas cristalinas bastante perfectas, como las de *augita*, siendo alterables estas especies minerales, da a entender que estas arenas se han formado «in situ». El *olivino*, tan poco frecuente en sedimentos por su alterabilidad, denota el mismo origen.

Tampoco los granos de magnetita ni de ilmenita, presentan señales de alteración.

En la fracción ligera, predomina el cuarzo ampliamente, siguiéndole en importancia los feldespatos potásicos y los feldespatos calcisódicos. Aparecen también algunas laminillas micáceas, más bien cloríticas, y agregados y alteritas de bajo peso específico.

La morfología de los granos de cuarzo es la subangular y subredondeada, con predominio sobre la rodada y redondeada, con poca señales erosivas en superficie y pocas inclusiones.

La morfología de los feldespatos es subangular, conservando algunos granos el hábito prismático.

Son frecuentes las espículas de espongiarios monoaxonas y triaxonas.

Con carácter general, puede decirse que existe una gran semejanza en la composición mineralógica de todas las muestras, siendo los minerales detríticos pesados más característicos de todas las muestras, las ferroaugita, la variedad pardo-rojiza pleocroica de hornblenda basáltica en prismas alargados, y el olivino.

Los minerales característicos ligeros podemos decir son el cuarzo, los feldespatos y la clorita. La gran mayoría de los minerales encontrados en los sedimentos, puede considerarse derivada de las rocas volcánicas que forman las islas y las correspondientes coladas submarinas, integradas por traquitas andesítico-anfibólicas, basaltos vitrofílicos, tobas basálticas, y tobas líticas poligénicas. El carácter semivitrero del material de procedencia, da

lugar a su elevada resistencia a la alteración química.

Es muy importante la proporción de carbonatos de probable precipitación química, que se encuentra en todas las muestras, y que es eliminada al ser tratada con ácido para separar la fracción de minerales.

No hemos estudiado la naturaleza de estos carbonatos ni hemos medido su proporción en todas las muestras.

Después de separada la fracción arcillosa, la proporción de carbonatos en el lavado oscila entre el 40 y el 25 por 100, en las ocho muestras en que se ha determinado.

Desgraciadamente no conservamos material para realizar el estudio de estos carbonatos ni de la fracción arcillosa. Esperamos pueda ser en una nueva campaña.

Por último, haremos una última observación de gran interés: Como puede verse en las tablas, se ha encontrado una importante proporción de *estaurolita*, *andalucita*, *silimanita*, en la fracción de minerales densos.

Estos minerales típicos y exclusivos de las formaciones sedimentarias-metamórficas, de un alto grado de metamorfismo, no pueden proceder de las rocas volcánicas. Necesariamente han de venir de un substrato metamórfico. Formaciones de este tipo no aparecen en toda la costa, siendo Cabo de Creus, estudiado por nosotros, el lugar más próximo.

Cabe, pues, pensar en que, una parte de la plataforma submarina, pudiera estar constituida por afloramientos de estas formaciones metamórficas, restos de elevaciones paleozoicas.

Nos hace además pensar en esta posibilidad, el hecho de que las curvas isobatimétricas, señalan como una península sumbarina, de dirección aproximada N.-S., en cuyo istmo surgieron los volcanes que originaron las Columbretes.

Este relieve submarino, limitado por grandes escarpes, sería el testimonio de relieves paleozoicos muy erosionados, y medio anegados en las áreas

más próximas a tierra, por los sedimentos procedentes del área continental.

Sería de gran interés determinar la zona de plataforma donde estas arenas de silimanita-estaurolita-andalucita aparecen. Podríamos así determinar con cierta precisión, en qué partes del fondo marino se extienden estos supuestos afloramientos paleozoicos, que como mínimo, es de esperar aparezcan en la península submarina que señalamos.

Estos conocimientos, aparte de su interés geológico puro, podrían resultar de aplicación inmediata en las investigaciones petrolíferas de la zona.

Actualmente, en la Cátedra del Prof. Fúster, de la Facultad de Ciencias Geológicas de Madrid, se están llevando a cabo estudios mineralógicos y geoquímicos de las rocas de las Islas Columbretes.

BIBLIOGRAFÍA

- JUAN VILANONA (1858). *Memoria geognóstica-agrícola de la provincia de Castellón*.
- P. ANTONIO VICENTS, S. J. (1885). «Anales de la Sociedad española de Historia Natural», tomo XIV.
- MAX JAFFE (1895). *Columbretes*. Pub. por Heinrich Bercy
- MAX JAFFE (1895). *Columbretes*. Pub. por Heinrich Mercy en Praga.
- CALDERÓN, S. (1899). *Columbretes y Alborán*. «Acta Soc. Española Historia Natural».
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (1936). *Estudio de las rocas eruptivas de España*. «Mem. Acad. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», t. VI.
- PÉREZ MATEOS y J. BENAYAS CASARES, J. (1966). *Estudio de minerales detríticos en suelos de las Islas Columbretes*. «Boletín del Instituto de Estudios Asturianos», núm. 12.
- BENAYAS CASARES J. y PÉREZ MATEOS, J. (1966). *Las Columbretes como probable origen de la ferroaugita y existente en los arenales costeros de una zona de Levante (España)*.
- PÉREZ MATEOS, J. y BENAYAS CASARES, J. (1966). *Presencia de pseudobroquita en unos suelos y roca madre de la Isla Ferrera (Columbretes)*. «Acta Geológica Hispánica». Inst. Nat. de Geología de C. S. I. C.

Recibido. 23-II-71.

Nota previa sobre los blastoideos del devoniano de la Cordillera Cantábrica (España)

por ALBERT BREIMER (*)

RESUMEN

En esta nota se da cuenta de reidentificaciones de materiales correspondientes a la fauna blastoidea de España (Fissiculata y Spiraculata) para una futura monografía exhaustiva, sobre los problemas filogenéticos de los Blastoides fissiculata entre los que se incluyen los del Devoniano inferior de España. Esta fauna del Emsiense inferior de la Cordillera Cantábrica (provincia de León y Oviedo) es interesantísima, por ser la única de esta edad en el mundo entero. Procede de la parte superior de la Formación de La Vid. Según ideas modernas contiene las formas siguientes: *Pentremitea pailletti* (Vernetuil), *Pentremitea lusitanica*, *Etheridge-Carpenter*, *Cryptoschisma schultzi* «d'Archiac-Verneuil» y *Caryoblastus* sp. Se encuentra típicamente representada en el yacimiento de Colle (León), junto con Crinoideos muy abundantes, así como braquiópodos, stromatoporoides y corallarios.

También se encuentran estos blastoides del Emsiense inferior en otras localidades de la provincia de León: Villayandre, Coladilla, Valle de Vegacervera, La Vid, Portilla de Luna, Abeltas y Cacabelos, y en la provincia de Oviedo en: Ferroñes, Arnao y Fenolleda.

La mayor parte de los ejemplares de esta fauna de blastoides fissiculados, limitada, paleogeográficamente a España, se encuentran en el Museo del Instituto Geológico y Minero de España, y en el British Museum de Londres, enviados por Mallada para su identificación.

Fuera de España sólo existen dos especies de fissiculados del Emsiense inferior: *Leptoschisma lora* Dunbar 1920 en Tennessee (EE. U.U.), y *Caryoblastus bohemicus*, Breimer, Macurda, Prokop 1968, en Bohemia.

El carácter endémico de la mencionada fauna blastoidea española tiene también como excepción la presencia del *Pleuroschisma lycorias* en el Devoniano medio de Nueva York, Ontario; mientras en España se encuentra dicha especie en el Devoniano inferior.

En la presente nota se describen además de los ejemplares correspondientes al Orden Fissiculata, los del Spiraculata procedentes de la Cordillera Cantábrica.

RÉSUMÉ

On rend compte dans cette note de réidentifications de matériaux correspondants à la faune de Blastoidés de l'Espagne (Fissiculata et Spiraculata) pour une monographie future exhaustive sur les problèmes phylogénétiques des Blastoidés fissiculata entre lesquels on inclut ceux du Dévonien inférieur de l'Espagne. Cette faune du Emsiense inférieur de la Cordillère Cantabrique (provinces de León et Oviedo) est extrêmement intéressante parce qu'elle est la seule de cette âge dans le monde entier.

Elle se trouve représentée typiquement dans le gisement de Colle (León) conjointement avec des crinoïdes très abondants de même que brachiopodes, stromatoporoides et coralliaires.

On trouve aussi ces blastoidés du Emsiense inférieur dans des autres localités des provinces de León et Oviedo.

La plus grande partie des exemplaires de cette faune de blastoidés limitée paléogéographiquement à l'Es-

(*) Institut voor Aardwetenschappen de Boelelaan. Amsterdam. Holanda.

pagne, se trouve dans la Musée de l'Institut Géologique et Minier de l'Espagne et dans le Musée Britannique de Londres, envoyée par Mallada pour son identification.

SUMMARY

In this note there is given account of the reidentifications of materials, corresponding to the Blastoids fauna of Spain (Fissiculata and Spiraculata) for a future exhaustive monography of phyllogenetic problems of the Blastoids fissiculata among which is included the lower Devonian of Spain. This fauna of the lower Emsiense of the Cantabric chain of mountains (provinces of Leon and Oviedo) is most interesting, because it is the only one of this age in the world. It is typically represented in the ore deposit of Colle (Leon) jointly with very abundant crinoids as well as brachiopods, stromatoporoids and corallaria.

These Blastoids of the lower Emsiense are also found in other localities of the provinces of Leon and Oviedo.

The greatest part of the examples of this fauna of Blastoids paleogeographically limited to Spain, are to be found in the Museum of the Geological and Mining Institut of Spain and in the British Museum of London, where they have been sent by Mallada for their identification.

INTRODUCCIÓN

Durante los años 1965-1966 se hizo un estudio sobre los blastoideos del Devoniano de España encontrados en la Cordillera Cantábrica. Muchas de estas especies fueron descritas por primera vez por autores franceses (De Verneuil 1844, De Verneuil & d'Archiac 1845) e ingleses (Etheridge & Carpenter 1882, 1883, 1886). Como consecuencia, una colección muy importante, que contiene bastantes ejemplares típicos de blastoideos españoles, se encuentra en el British Museum (Natural History) en Londres. Parece que el profesor don Lucas Mallada envió durante el siglo pasado bastantes ejemplares de blastoideos a los señores especialistas ingleses para identificar estos fósiles. Otra colección muy buena de blastoideos devónicos y españoles se conserva en el Museo del Instituto Geológico y Minero de España en Madrid.

Durante los años 1967-1969 hicimos un estudio más profundo sobre los problemas de la filogenia de los *Blastoidea fissiculata*, en cooperación con el doctor Donald B. Macurda Jr., del Museo de Paleontología, Universidad de Michigan (Estados Unidos). Es más precisa una monografía que preparamos ahora sobre este tema, en la cual se encontrarán descripciones morfológicas, anatómicas, biométricas y paleoecológicas sobre los blastoideos fisiculados, incluidos los blastoideos fisiculados del Devoniano inferior de España. La fauna blastoidea del Devoniano inferior de España formó parte muy importante de este estudio por su edad y estructura. Es precisamente con objeto de dar cuenta de las reidentificaciones de los materiales y de su distribución estratigráfica y paleogeográfica, por lo que quiero ahora comunicar esta nota previa.

CARACTERÍSTICAS FAUNÍSTICAS DE LAS FAUNAS CON BLASTOIDEOS

Los blastoideos devónicos de España que se conocen de esta época, proceden todos de la Cordillera Cantábrica, o más bien de las provincias de León y Oviedo.

La fauna más antigua procede de la parte superior de la Formación de La Vid (Emsiense Inf., Dev. Inf.). Según ideas modernas contiene las formas siguientes: *Pentremitidea päilletti* (Verneuil 1844), *Pentremitidea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882, *Pleuroschisma verneuilii* (Etheridge & Carpenter 1882), *Cryptoschisma schultzei* (d'Archiac & Verneuil 1845), y *Caryoblastus* spec. Todas estas especies pertenecen sistemáticamente a la familia de Phaenoschismatidae Etheridge & Carpenter. Es una fauna que se encuentra en su forma más típica y abundante en el yacimiento de Colle (León). Los ejemplares de *Pentremitidea* div. spec. y *Cryptoschisma* son relativamente abundantes, pero la *Pleuroschisma* es más bien rara. Estos blastoideos forman parte de una fauna de equinodermos en que también los crinoideos están muy bien representados. Según Breimer (1962, p. 176), las siguientes especies de crinoideos fueron encontradas en el mismo yacimiento de Colle: *Diamenocrinus* spec., *Orthocrinus* spec., *Pradocrinus baylii* Verneuil 1850, *Pyxidocrinus collensis* Breimer 1962, *Pyxidocrinus latus* Breimer 1962, *Stamnocrinus intrastigmatus* (W. E. Schmidt 1932), *Trybliocrinus flatheanus* Geinitz 1867, *Cantharocrinus minor* Breimer 1962, *Oenochoacrinus scaber* Breimer 1962, *Vasocrinus valens* Lyon 1857, *Situlacrinus costatus* Breimer 1962, *Cyathocrinus* spec., *Codiocrinus* spec., *Bactrocrinus* spec. y *Lasiocrinus?* spec.

La fauna de equinodermos así descrita aparece junto con muchas especies de braquiópodos, stromatoporoides y coralaris. Según P. Comte (1959, p. 218), las siguientes especies de braquiópodos fueron encontradas en Colle: *Orbiculoides* cf. *grandis*, *Dalmanella gervillei* DeFrance, var. *coactiplacata* Oehlert, *Schizophoria vulvaria* Schlotheim, *Leptaena rhomboidalis* Wahlenberg, *Stropheodonta sedgwicki*, *Schelkuienella hippoxis* Schnur, *Eodevonaria dilatata*, *Spirifer pellicoi* Verneuil & Archiac, *Spirifer trigeri* Verneuil, *Spirifer esquerrai* Verneuil, *Spirifer rojasi* Verneuil, *Spirifer arduennensis* Schnur, *Athyris concentrica* Buch, *Athyris subconcentrica* Verneuil & Archiac, *Athyris* cf. *pelapayensis* Verneuil & Archiac, *Athyris campomanesi* Verneuil & Archiac, *Athyris* cf. *dubia* Barrois, *Anathyris esquerrai* Verneuil & Archiac, *Pradoia torenoi?* Verneuil & Archiac, *Pradoia collettei* Verneuil, *Triathyris bordui* Verneuil, *Triathyris schultzei* Verneuil *Trigeria haidingeri* Barrande, *Meganteria archiaci* Verneuil, *Atrypa reticularis* Linné. Según Comte, esta fauna de braquiópodos indica una edad Emsiense Inferior.

B. H. G. Sleumer 1969, que ha estudiado los estromatoporoides del Devoniano de la región cantábrica, menciona *Stromatopora huepfschi* (Bargatzky 1881) como procedente de Colle. Los coelenterados cnidarios (tabulados y rugosos) no parecen haber sido estudiados recientemente.

Esta fauna equinodermal se encuentra en la parte superior de la Caliza o Formación de la Vid y está formada por sedimentos rojos, arcillosos con intercalaciones de bancos calizos de poco espesor, muy orgánicos, formados en parte por material bioclástico y sobre todo por restos de equinodermos.

La fauna del Emsiense Inferior de Colle como localidad típica, se encuentra también en otros yacimientos de las provincias de León y Oviedo. En León la parte de blastoideos de dicha fauna emsiense se encuentra también en la Formación de La Vid en las localidades siguientes: Villayandre, Coladilla, Valle de Vegacervera, La Vid, Portilla de Luna, Abelgas y Cacabelos. En la provincia de Oviedo la misma fauna se conoce en las calizas del nivel de Arnao en las localidades de Ferroñes, de Arnao y de Fenollada. Es interesante notar que anteriormente la especie *Pleuroschisma verneuilii* fue encontrada solamente en algunos lugares de León, pero ahora también se conoce esta especie, con seguridad, de Fenollada y probablemente también de Arnao en la zona costera.

La fauna de los blastoideos fisiculados del Emsiense Inferior (Dev. Inf.) de la Cordillera Cantábrica es interesantísima porque es la única de esta edad en el mundo entero. Hay sólo otras dos especies de fisiculados del Devoniano Infe-

rior: *Leptoschisma lorae* (Dunbar 1920) en el Devoniano Inferior de Tennessee (EE. UU.), y *Caryoblastus bohemicus* Breimer, Macurda & Prokop 1968 en el Devoniano Inferior de Bohemia.

La fauna de los blastoideos fisiculados españoles tiene un carácter endémico, es decir, las especies están limitadas paleogeográficamente en España. Sólo conocemos el género *Pleuroschisma* en el Devoniano de los Estados Unidos y Canadá (*P. lycorius*, Dev. Med., Nueva York, Ontario). Los géneros *Cryptoschisma* y *Pentremitidea* también son géneros endémicos de España. Las numerosas especies del Devoniano Medio, atribuido por ambos autores al género *Pentremitidea*, con seguridad se deben excluir de este género. La mayoría de estas formas en realidad pertenecen a los géneros *Hyperoblastus* Fay 1961 y *Cordyloblastus* Fay 1961.

Las faunas de blastoideos del Devoniano Medio de España están constituidas por bastantes especies provisionalmente atribuidas al género *Cordyloblastus* Fay 1961. Ahora conocemos las formas siguientes en orden alfabético: *Cordyloblastus alejensis* Breimer n. sp., *C. angulatus* (Etheridge & Carpenter 1882), *C. clavatus* (Schultze 1867), *C. malladai* (Etheridge & Carpenter 1883), *C. schultzei* Breimer n. sp., y *C. wachsmuthi* (Etheridge & Carpenter 1886). La especie *Pentremitidea gilbertsoni* Etheridge & Carpenter 1886 está mal conocida por pérdida del holotipo. Probablemente pertenece al *Cordyloblastus*, pero puede ser una sinonimia de *C. wachsmuthi* o de *C. clavatus*.

En algunos casos tenemos actualmente buena información sobre la edad de estas especies. El *Cordyloblastus alejensis* se encuentra en la formación de S. Lucía, Emsiense Superior, cerca de Aleje, León, y el *C. wachsmuthi*, cerca de Huergas de Gordón, León, en la parte superior de la formación de S. Lucía. Está acompañado en esta zona por una fauna de crinoideos, pertenecientes a El Millar, próximo a Huerga de Gordón, y que tiene la misma edad. Según Breimer (1961, p. 182), conocemos de esta zona y edad las siguientes especies de crinoideos: *Orthocrinus robustus* Breimer 1962, *Pithocrinus waliszewskii* (Oehlert 1896), *Cantharocrinus simplex* Breimer 1962, *Oenochoacrinus pileatus* Breimer 1962, *Oenochoacrinus* spec., *Vasocrinus valens* Lyon 1857 y *Myelodactylus* spec. Esta fauna está acompañada por otra de braquiópodos, caracterizada por *Paraspirifer cultrijugatus* (Schlotheim), lo cual indica una edad Couviniense Inferior.

P. Comte (1959, p. 188) cita los braquiópodos siguientes de este mismo piso de la formación que hemos encontrado los blastoideos: *Schizophoria striatula* Schlotheim, *Stropheodonta* cf. *hercynica* Barrois, *Spirifer paradoxus* Schlotheim, *Spi-*

rifer cf. *subspeciosus* Verneuil, *Spirifer cultrijugatus* Roemer y *Atrypa reticularis*.

Las otras dos especies, cuya edad conocemos, son *C. malladai* y *C. schultzei*. La primera se encuentra exclusivamente en la formación de Santa Lucía, cerca de Mirantes, León. Puede pertenecer al Emsiense Superior o al Couviniense Inferior. *C. schultzei* está limitada estratigráficamente a la formación de Portilla, donde lo hemos encontrado cerca de Los Barrios de Gordón, León. Perteneció al Givetiense Superior o al Frasnense Inferior.

La especie *C. clavatus* es del Devoniano Medio y puede encontrarse en la formación de Santa Lucía y en la formación de Portilla.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Clase BLASTOIDEA Say 1825
Orden FISSICULATA Jaekel 1921

Familia PHAENOSCHISMATIDAE Etheridge & Carpenter 1886

Género PENTREMITIDEA d'Orbigny 1850

Especie típica:

Pentremites pailletti Verneuil 1844, por designación de Etheridge & Carpenter 1886, p. 173.

Diagnosis:

Un género de los blastoideos fisiculados, caracterizado por la presencia de theca cónica con sección transversal poco pentalobada, bóveda baja y ángulo del seno ambulacral de 70-85°, pirámides interambulacrales poco prominentes; ambulacros lineares o lanceolares, lanceta cubierta por las placas laterales; ocho grupos de hydrospireos, rajas hydrospirales cubiertas o casi cubiertas por los ambulacros; cuatro deltoideos anales: un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos y un hypodeltoideo. *Dev. Inf.* (Emsiense); España.

Otras especies:

Pentremitea archiaci (Etheridge & Carpenter 1882), y *Pentremitea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882.

Observaciones:

El género *Pentremitea* d'Orbigny 1850, como género conocido científicamente hace más de un siglo, era usado por muchos autores ingleses y norteamericanos para incluir bastantes especies de

blastoideos del Devoniano de Europa occidental (España, Alemania) y del Devoniano de Norteamérica (Nueva York, Michigan, Ontario). Parece ahora, por el trabajo de Fay (1961), que muchas de estas formas son muy diferentes en comparación con la especie típica *P. pailletti*. Es por esta razón, que Fay (1961) ha excluido todas las formas del Devoniano de Norteamérica del género *Pentremitea*, colocándolas en un género nuevo, que denominó *Hyperblastus* con la especie típica *Pentremitea preciosa* Reimann 1945 del Devoniano Medio de Ontario, Canadá. En este género están ahora agrupados los blastoideos espiraculados del Devoniano Medio de Norteamérica (Michigan, Nueva York, Ontario). De forma parecida, Fay (1961) ha incluido las formas del Devoniano Medio de Europa occidental (España, Alemania) en el género nuevo *Cordyloblastus* Fay 1961 con la especie típica *Pentremites acutangulus* Schultze 1867 del Devoniano Medio de Alemania. Las formas agrupadas actualmente en los géneros *Hyperblastus* y *Cordyloblastus* parecen ser blastoideos espiraculados del Devoniano Medio que necesitan urgentemente un estudio biométrico moderno. No parece lógico, como lo hizo Fay, separar estas formas tan cercanas en dos géneros, sólo por motivos paleogeográficos. Parece muy probable que el género *Cordyloblastus* sea un sinónimo de *Hyperblastus* y que entonces las formas espiraculadas del Devoniano Medio pertenecerían a un solo género, *Hyperblastus*, que se encuentra a los dos lados del Atlántico.

El género *Pentremitea*, en sentido moderno y estricto, incluye solamente formas fisiculadas españolas del Devoniano Inferior. Es un género endémico de España. Está clasificado como un género de los fisiculados porque no tiene realmente espiráculos, ni hidroporos tampoco: las placas laterales del ambulacro no forman contactos laterales con el seno ambulacral. Entonces, la entrada de agua en los hydrospireos está efectuada directamente por las rajas hydrospirales, sin intervención de hidroporos.

Fay (1961, p. 29) creó el género *Deltoschisma* sobre la especie *Phaenoschisma archiaci* Etheridge & Carpenter 1882. Según interpretación moderna, este género es un sinónimo de *Pentremitea*.

Pentremitea pailletti (Verneuil 1944)

Pág. 4, figs. 1, 2; pág. 12, fig. 3.

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey, p. 249, añadiendo: *Pentremitea pailletti*, Fay 1961, Pal. Contr. Univ.

Kansas, Echinodermata 3, p. 39, lám. 2, figs. 1-10 (non lám. II, fig. 11, = *Pentremitea archiaci*).

Holotipo:

Debe pertenecer a la colección de Verneuil, Escuela de Minas, París. El ejemplar no está indicado como tipo.

Plesiotipos:

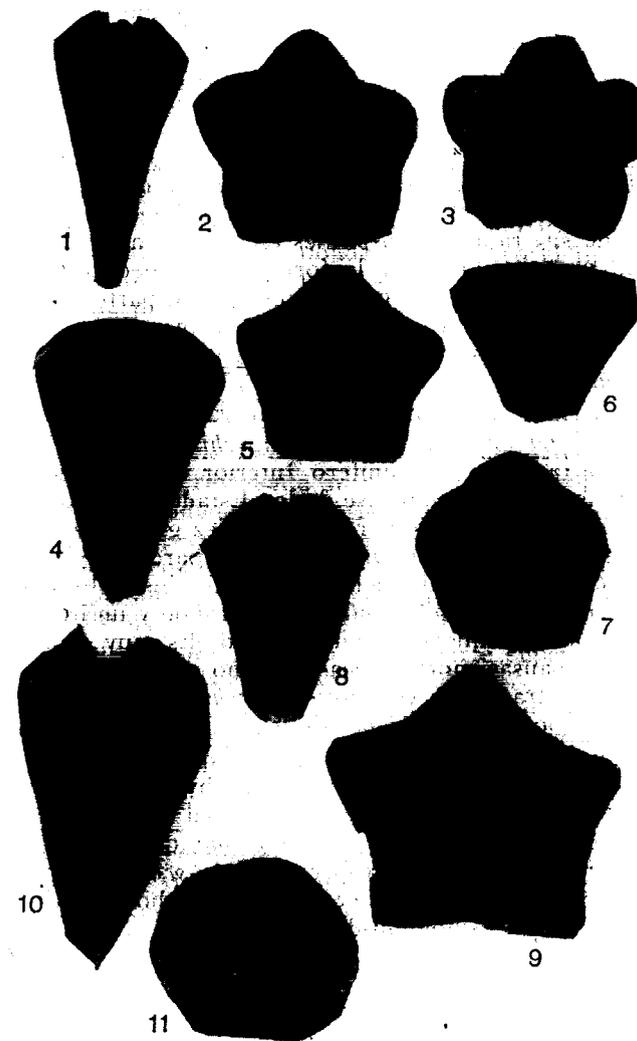
Como plesiotipos podemos considerar, en primer lugar, los ejemplares E 1062, E 8126 y E 38609a, del British Museum (Nat. His.) de Londres, descritos por Etheridge & Carpenter 1886, pp. 172-173, lám. 4, fig. 8 (E 8162), lám. 14, fig. 13 (E 38609a), lám. 17, fig. 11 (E 1662), procedentes del Dev. Inf. caliza de Ferroñes, Asturias, y de la caliza de Arnao, Colle (León). Véase Bather 1899, pp. 58-59.

Observaciones:

Especie muy bien conocida por ambos ejemplares en las demás colecciones paleontológicas. Tiene las rajas hydrospirales completamente cubiertas por ambulacros. Frecuentemente faltan los deltoideos anales. Hay muy pocos ejemplares que los conservan (pág. 12, fig. 3). Tiene un pequeño superdeltoideo, dos cryptodeltoideos a los dos lados del ano que no llegan oralmente al superdeltoideo, pero están aboralmente en contacto con el hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos no forman rajas hydrospirales con los radiales posteriores. Esto se aprecia claramente en secciones transversales que hicimos de la theca. Hay sólo ocho grupos de hydrospireos, siendo ausentes los dos grupos del lado posterior o anal de los ambulacros C y D, es decir, que esta especie no tiene hydrospireos posteriores o anales.

Discusión:

Fay 1961, p. 39, ha indicado que esta especie, según sus observaciones, tenía tres deltoideos anales: un superdeltoideo, un subdeltoideo y un hypodeltoideo. Se basó Fay en el estudio de ejemplares en museos norteamericanos que no conservan los deltoideos anales por completo. El elemento subdeltoideo que observó Fay es solamente una punta del superdeltoideo. Fay nunca observó los cryptodeltoideos, que solamente se conservan muy raramente.



Figs. 1-2.—*Pentremitea pailletti* (Verneuil 1844). Dev. Inf., Ferroñes. Asturias. Fig. 1, aspecto lateral, x 2; fig. 2, aspecto adoral, x 3,33.

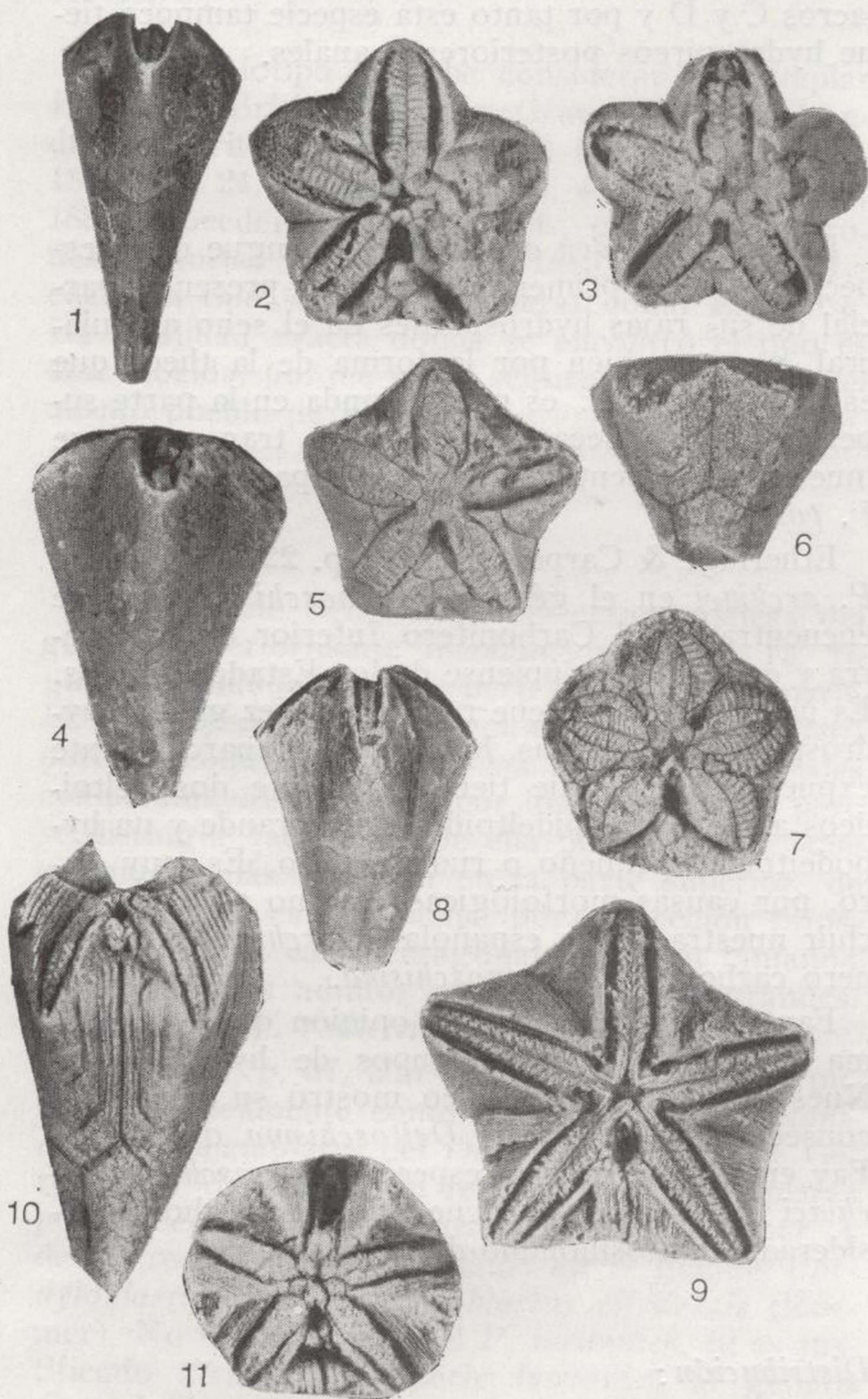
Fig. 3.—*Pentremitea archiaci* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León; aspecto adoral, x 3,33

Figs. 4-5.—*Pentremitea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882. Dev. Inf., Form. La Vid, Portilla de Luna, León. Fig. 4, aspecto lateral, x 2; fig. 5, aspecto adoral, x 3,33.

Figs. 6-7.—*Cryptoschisma schultzei* (Verneuil & Archiac 1845). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Fig. 6, aspecto lateral, x 3,33; fig. 7, aspecto adoral, x 3,33.

Figs. 8-9.—*Cordyloblastus alejensis* n. sp. Dev. Inf., Form. Santa Lucía, Aleje, León. Fig. 8, holotipo, aspecto lateral, x 2; fig. 9, holotipo, aspecto adoral, x 3,33.

Figs. 10-11.—*Pleuroschisma verneuilli* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Fig. 10, aspecto lateral, x 2,66; fig. 11, aspecto adoral, x 2,66.



Figs. 1-2.—*Pentremitidea pailletti* (Verneuil 1844). Dev. Inf., Ferroñes. Asturias. Fig. 1, aspecto lateral, $\times 2$; fig. 2, aspecto adoral, $\times 3,33$.

Fig. 3.—*Pentremitidea archiaci* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León; aspecto adoral, $\times 3,33$.

Figs. 4-5.—*Pentremitidea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882. Dev. Inf., Form. La Vid, Portilla de Luna, León. Fig. 4, aspecto lateral, $\times 2$; fig. 5, aspecto adoral, $\times 3,33$.

Figs. 6-7.—*Cryptoschisma schultzei* (Verneuil & Archiac 1845). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Fig. 6, aspecto lateral, $\times 3,33$; fig. 7, aspecto adoral, $\times 3,33$.

Figs. 8-9.—*Cordyloblastus alejensis* n. sp. Dev. Inf., Form. Santa Lucía, Aleje, León. Fig. 8, holotipo, aspecto lateral, $\times 2$; fig. 9, holotipo, aspecto adoral, $\times 3,33$.

Figs. 10-11.—*Pleuroschisma verneuilli* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Fig. 10, aspecto lateral, $\times 2,66$; fig. 11, aspecto adoral, $\times 2,66$.

Distribución:

Esta especie se conoce ahora en la formación de La Vid (Emsiense Inferior) de la provincia de León (Colle, Villayandre, Coladilla, Valle de Vegacervera, La Vid, Portilla de Luna?, Abalgas?, Cacabelos), y en la caliza del nivel de Arnao (Emsiense) en la provincia de Oviedo (Ferroñes).

Pentremitea archiaci (Etheridge & Carpenter 1882)

Pág. 4, fig. 3; pág. 12, fig. 4.

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 250, añadiendo Fay 1961, Pal. Contr. Univ. Kansas, Echinodermata 3, p. 29, lám. 1, figs. 4-6, lám. 2, fig. 11 (identificado por error como *Pentremitea pailletti*).

Holotipo:

Como holotipo se deben considerar los ejemplares E 8032 y E 8033 del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descritos por Etheridge & Carpenter 1882, p. 230, 1886, lám. 12, fig. 10; lámina 14, figs. 517, procedentes del Dev. Inf., calizas de Ferroñes (Asturias), que se debe considerar como *locus typicus* (véase Bather 1899, páginas 60-61).

Observaciones:

Especie igualmente muy bien conocida y representada en muchas colecciones paleontológicas. Tiene las rajas hidrospirales parcialmente cubiertas por los ambulacros; en ejemplares muy bien conservados se puede observar una o dos rajas hidrospirales en el seno ambulacral. En esta especie también muchas veces faltan los deltoideos anales, pero los ejemplares muy bien conservados (pág. 12, fig. 4) muestran la presencia de un pequeño superdeltoideo, dos cryptodeltoideos a los dos lados del ano que no llegan oralmente al superdeltoideo, pero están aboralmente en contacto con el hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos no forman rajas hidrospirales con los radiales posteriores. En consecuencia, las secciones transversales que hicimos muestran la presencia de sólo ocho grupos de hidrospireos, siendo ausentes los

dos grupos del lado posterior o anal de los ambulacros C y D y por tanto esta especie tampoco tiene hidrospireos posteriores o anales.

Discusión:

La *Pentremitea archiaci* se distingue de la especie típica, en primer lugar, por la presencia parcial de sus rajas hidrospirales en el seno ambulacral, pero también por la forma de la theca que es poco diferente: es más redonda en la parte superior de la theca y la sección transversal se muestra más pentalobada en comparación con el *P. pailletti*.

Etheridge & Carpenter (1882, p. 229) incluyeron *P. archiaci* en el género *Phaenoschisma*, que se encuentra en el Carbonífero Inferior de Inglaterra y en el Missisipiense de los Estados Unidos. Es un género que tiene realmente diez grupos hidrospirales, las rajas hidrospirales parcialmente expuestas, pero que tiene solamente dos deltoideos anales; un epideltoideo muy grande y un hypodeltoideo pequeño o rudimentario. Es muy claro, por causas morfológicas, que no podemos incluir nuestra forma española *P. archiaci* en el género carbonífero *Phaenoschisma*.

Fay (1961, p. 29) era de opinión que esta misma especie tenía diez grupos de hidrospireos. Nuestro estudio anatómico mostró su error. En consecuencia el género *Deltoschisma* que fundó Fay en 1961 sobre esta especie *Phaenoschisma archiaci* Eth. & Car. no tiene valor. Está ahora considerado como sinónimo de *Pentremitea*.

Distribución:

Casi siempre esta especie se encuentra al lado de *P. pailletti* y en consecuencia tiene la misma edad y distribución que la formación de La Vid (Emsiense Inferior) de la provincia de León (Colle, Villayandre, Coladilla, Valle de Vegacervera, La Vid, Portilla de Luna) y la caliza del nivel de Arnao (Emsiense) en la provincia de Oviedo (Ferroñes, Candamo).

Pentremitea lusitanica Etheridge & Carpenter 1882

Pág. 4, figs. 4, 5; pág. 12, fig. 5.

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 248.

Holotipo:

Como holotipo se debe considerar el ejemplar E 789 del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descrito por Etheridge & Carpenter, p. 223, 1882; pp. 24, 62, 104, 172, lám. 4, figs. 11, 12, 15, 1886, procedente del Dev. Inf., calizas de Ferroñes, Asturias (véase Bather 1889, pp. 62-63). La edad del tipo se debe considerar como Emsiense. La localidad exacta donde se encontró el tipo es desconocida, porque no es seguro que proceda del mismo pueblo de Ferroñes.

Observaciones:

Esta especie tiene todas las características del género anteriormente mencionadas (pág. 12, figura 5). Indudablemente pertenece a este género. Es una especie que se parece mucho al *P. pailletti* porque, como ésta, tiene las rajas hidrospirales completamente cubiertas por los ambulacros, pero se distingue fácilmente de ella por su forma, que es mucho más truncada en la parte superior, de la theca, que es casi plana, por su sección transversal, que es casi pentagonal y por su tamaño; los ejemplares adultos son mucho más grandes, como los de *P. pailletti*.

Fay (1961, p. 57, lám. 22, figs. 4-9) ha determinado erróneamente como *Cordyloblastus lusitanicus* unos ejemplares del Devoniano Medio de Gerolstein (Alemania). En realidad estos ejemplares pertenecen a *Pentremitea eifeliensis* Roemer, y deben realmente ser incluidos en el género *Cordyloblastus* como *Cordyloblastus eifeliensis* (Roemer). No se trata aquí del *P. lusitanica*, ni es justificado atribuir la especie *lusitanica* al género *Cordyloblastus*.

Distribución:

Esta especie es conocida ahora con seguridad en la formación de La Vid (Emsiense Inferior) de la provincia de León (Colle, Abalgas) y en la caliza del nivel de Arnao en la provincia de Oviedo (Fenolleda).

Género CRYPTOSCHISMA Etheridge & Carpenter 1886

Especie típica:

Pentremites schultzei Verneuil & Archiac. 1845 por monotipia.

Diagnosis:

Un género de los blastoideos fisiculados caracterizado por la presencia de una theca cónica con sección transversal poco pentalobada y bóveda muy baja o casi llana, ángulo del seno ambulacral de 120°, pirámides interambulacrales vagas; ambulacros petaloides con lanceta descubierta completamente; ocho grupos de hidrospireos, rajas hidrospirales completamente cubiertas por ambulacros; cuatro deltoideos anales: un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos y un hypodeltoideo. Dev. Inf. (Emsiense; España).

Otras especies:

Ninguna.

Observaciones:

Se trata aquí de una forma de blastoideos de la familia Phaenoschismatidae que tiene bastantes características en común con el género *Pentremitea*, especialmente la composición de la región anal y la presencia de sólo ocho grupos de hidrospireos. El género se distingue fácilmente del *Pentremitidae* por la composición de los ambulacros, que es completamente diferente. En *Cryptoschisma los ambulacros* son petaloides con las lancetas descubiertas. Estos cinco ambulacros petaloides dan una impresión de flor cuando se ve la parte superior de la theca. Los ambulacros son muy anchos y tienen sus anchuras máximas aproximadamente a la mitad de la largura del ambulacro. En este sitio el ambulacro viene en contacto lateral con el seno ambulacral. La entrada de agua a los hidrospireos se efectuó entonces por las partes aborales de rajas hidrospirales, y la salida de agua por las partes orales de las mismas rajas. El agua pasa por debajo de las partes laterales de los ambulacros. Los ambulacros no forman hydroporos en los sitios donde vienen en contacto con el seno ambulacral.

Cryptoschisma schultzei (Verneuil & Archiac 1845)

Pág. 4, figs. 6-7, pág. 12, fig. 6

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 219, añadiendo Fay 1961, Pal. Contr. Univ. Kansas, Echinodermata 3, p. 25, lám. 3, figs. 1-9.

Holotipo:

Los ejemplares descritos por Verneuil & Archiac pudieron encontrarse en la colección de la Escuela de Minas de París. En esta época no se sabe con exactitud qué ejemplar es exactamente el holotipo.

Plesiotipo:

Como plesiotipos podemos considerar en primer lugar los ejemplares E 1063a, E 8089, E 8090, E 8091 y E 8092 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) en Londres, descritos por Etheridge & Carpenter 1886, p. 281, lám. 5, figs. 23-26; lám. 13, fig. 20; lám. 16, figs. 3-4; lám. 18, fig. 2, procedentes del Dev. Inf., caliza de Arnao, Colle, León.

Observaciones:

Como las anteriores, esta especie es bien conocida por bastantes ejemplares en las demás colecciones paleontológicas. Lo único nuevo que hemos de añadir a la descripción morfológica de esta especie es el descubrimiento de los dos cryptodeltoideos que forman parte de la región anal. Como en las especies de *Pentremitidea*, aquí también faltan los deltoideos anales en la gran mayoría de los ejemplares conocidos. Sólo en ejemplares muy bien conservados se pueden observar todos los deltoideos anales (pág. 12, fig. 6). *C. schultzei* tiene un pequeño superdeltoideo, dos cryptodeltoideos a los dos lados del ano que no llegan oralmente al superdeltoideo, pero aboralmente están en contacto con el hypodeltoideo. Los pequeños cryptodeltoideos no ayudan a formar rajas hidrospirales.

Discusión:

La descripción que Fay 1961, pp. 25-26 nos da de *C. schultzei* no menciona la presencia de los dos cryptodeltoideos. Fay se basó para su descripción sobre ejemplares peor conservados en que estos elementos han desaparecido.

Distribución:

Casi siempre esta especie se encuentra con *Pentremitidea pailletti* o *P. archiaci* en la formación de La Vid (Emsiense Inferior) de la provincia de León (Colle, Villayandre, Coladilla, Valle de Ve-

gacervera, La Vid, Portilla de Luna, Aleje), y de la caliza del nivel de Arnao en la provincia de Oviedo (Ferroñes, Fenolleda).

Género PLEUROSCHISMA Reimann 1945

Especie típica:

Pentremites lycorias Hall 1862, por designación original.

Diagnosis:

Un género de los blastoideos fisiculados caracterizado por la presencia de una theca biconoidea con sección transversal pentagonal, bóveda alta, ángulo del seno ambulacral de 60-80°, pyramideos interambulacrales bien desarrollados; ambulacros lineares, lanceta cubierta por las placas laterales; diez grupos de hidrospireos, rajas hidrospirales numerosas expuestas en los senos ambulacrales, número de rajas hidrospirales reducido en el interambulacro posterior; cuatro deltoideos anales, un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos y un hypodeltoideo; los cryptodeltoideos ayudan a formar los hidrospireos anales del interambulacro posterior. *Dev. Inf.*, España; *Dev. Med.*, Nueva York, Ontario.

Otras especies:

Pleuroschisma verneuilli (Etheridge & Carpenter 1882), *Dev. Inf.*, España. (Sinónimo: *Phaenoschisma nobile* Etheridge & Carpenter 1883).

Observaciones:

Pleuroschisma es un género de la familia de los Phaenoschismatidae que está bien caracterizada por su gran número de hidrospireos en cada grupo de ellos y en la exposición en alto grado de sus rajas hidrospirales en los senos ambulacrales. La especie *P. verneuilli* originalmente era atribuido al género *Phaenoschisma*, pero como ya sabemos, este género se encuentra en el Carbonífero Inferior de Inglaterra y en el Misissippiano de los Estados Unidos. Es un género que también tiene diez grupos hidrospirales, pero sus rajas hidrospirales sólo están parcialmente expuestas. La composición de la región anal es completamente diferente porque está compuesta solamente por dos deltoideos anales: un epideltoideo muy grande y un hypodeltoideo pequeño o casi rudimentario. Por estas razones nuestra forma *P. verneuilli*

se debe excluir de *Phaenoschisma* e incluirlo en el género *Pleuroschisma*.

Pleuroschisma verneuilli (Etheridge & Carpenter 1882)

Pág. 4, figs. 10-11

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 250. La especie *Phaenoschisma nobile* Etheridge & Carpenter 1883 se debe considerar como sinónimo junior de *Phaenoschisma verneuilli* Etheridge & Carpenter 1882.

Holotipo:

Como holotipo se deben considerar los ejemplares E 832 y E 8030 del British Museum (Nat. Hist.) en Londres, descritos por Etheridge & Carpenter 1882, p. 229; 1886 pp. 273-274, lám. 10, fig. 10; lám. 11, fig. 5; lám. 14, figs. 8-9, procedentes del Dev. Inf. de Colle (León), lo cual se debe considerar como *locus typicus*. Véase Bather 1899, pp. 62-63.

Observaciones:

Especie poco común, que es interesantísima por su especialización. Tiene los pyramideos interambulacrales desarrollados de manera casi exagerada, los senos ambulacrales son abruptos con ángulo pequeño de 60°. En los interambulacros regulares hay numerosas rajas hidrospirales, completamente expuestas en los senos ambulacrales, que permiten la entrada y salida libre de agua en los hidrospireos. En el interambulacro posterior (el cual contiene el ano) falta un pyramideo como en los interambulacros regulares. Como consecuencia, el número de rajas hidrospirales en los dos grupos del interambulacro posterior es reducido.

La región anal está compuesta por un pequeño superdeltoideo, dos cryptodeltoideos bastante grandes y un hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos se encuentran a los dos lados del ano y oralmente se ponen en contacto con el superdeltoideo y aboralmente con el hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos forman los hidrospireos anales junto con las placas radiales posteriores.

Los ambulacros son lineales con lancetas completamente cubiertas por las numerosas placas laterales.

Discusión:

Como ya hemos visto, no cabe duda que la especie actual debe ser incluida en el género *Pleuroschisma*, porque tiene exactamente las mismas características genéricas que la especie típica *Pleuroschisma lycorias* (*Dev. Med.*, Nueva York, Ontario).

Etheridge & Carpenter (1883, p. 246; 1886, p. 275, lám. 11, figs. 1-4) describieron una especie *Phaenoschisma nobile* con dos ejemplares del Dev. Inf. de Colle, León (ejemplares E 663a y E 663b, British Museum (Nat. Hist.) de Londres; véase Bather 1899, p. 62). Estos ejemplares no difieren en ningún carácter esencial del *P. verneuilli*. La única diferencia entre las dos formas es el tamaño superior de *P. nobile*. Creemos que los ejemplares descritos bajo el nombre de *P. nobile* en realidad representan un estadio geróntico de la especie *P. verneuilli*. Por esta razón ponemos *P. nobile* en sinonimia con *P. verneuilli*.

Distribución:

P. verneuilli (Eth. & Carp. 1882) es conocido en la formación de La Vid (Emsiense Inferior) de la provincia de León (Colle, Villayandre) en la caliza del nivel de Arnao en la provincia de Oviedo (Fenolleda). También se conocen bastantes ejemplares de *Pleuroschisma* de la caliza de Arnao en el mismo Arnao. Son generalmente menos bien preservados, pero probablemente estos ejemplares también se pueden atribuir a la especie *P. verneuilli*.

Orden SPIRACULATA Jaekel 1921
Familia PENTREMITIDAE d'Orbigny 1851
Género CORDYLOBLASTUS Fay 1961

Especie típica:

Pentremites acutangulus Schultze 1867 por designación original.

Discusión:

Un género de los blastoideos espiraculados caracterizado por la presencia de theca con pelvis conoidea y bóveda parabólica; cuatro espiráculos en los interambulacros regulares y un anispiráculo en el interambulacro posterior; cuatro deltoideos anales: uno superdeltoideo, dos cryptodeltoideos interiores y un hypodeltoideo exterior o in-

terior; ambulacros lineales con lancetas completamente cubiertas por las placas laterales; diez grupos de hydrospireos; número de hydrospireos anales puede ser reducido, entrada a los hydrospireos por hydroporos, un hydroporo por cada una de las placas laterales. *Dev. Inf. y Med.*, España; *Dev. Med.*, Alemania.

Especies españolas:

Cordyloblastus alejensis Breimer n. sp., *C. angulatus* (Etheridge & Carpenter 1882), *C. clavatus* (Schultze 1867), *C. malladai* (Etheridge & Carpenter 1883), *C. schultzei* Breimer n. sp., *C. wachsmuthi* (Etheridge & Carpenter 1886). La especie *Pentremitidea gilbertsomi* Etheridge & Carpenter 1886 es mal conocida por pérdida del holotipo. Probablemente pertenece al *Cordyloblastus*, pero puede ser un sinónimo de *C. wachsmuthi* o de *C. clavatus*.

Cordyloblastus alejensis Breimer n. sp.

Pág. 4, figs. 8-9

Holotipo:

El ejemplar figurado, pág. 4, figs. 8-9, que será entregado al Museo del Instituto Geológico y Minero de España en Madrid.

Descripción:

Se trata aquí de una forma de *Cordyloblastus* que anteriormente era desconocida completamente en la literatura paleontológica. Tiene la pelvis conoidea con ángulo de la pelvis 45°; la bóveda está relativamente baja y parabólica, con sección transversal pentagonal. La altura de la bóveda es 1/3-1/4 de la altura total de la theca.

Deltoideos regulares cuatro, completamente interiores. En el interambulacro posterior, cuatro deltoideos anales: un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos interiores y un hypodeltoideo exterior. Superdeltoideo pequeño, formando parte del anillo peristomial conjuntamente con los deltoideos regulares. Cryptodeltoideos grandes, situados al lado del ano, adoralmente en contacto con dos puntos del superdeltoideo, y aboralmente en contacto con el hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos ayudan a formar los hydrospireos anales.

Ambulacros lineales con lancetas completamente cubiertas por las placas laterales. Hay placas laterales exteriores que están situadas en la peri-

feria del ambulacro en alternancia regular con las placas laterales. Las placas laterales exteriores están en contacto con la placa radial en el seno ambulacral, formando así un hydroporo del tipo más primitivo.

Diez grupos de hydrospireos. Los hydrospireos anales formados por los cryptodeltoideos y los correspondientes radiales posteriores. Cada grupo tiene cuatro hydrospireos; el número de hydrospireos anales no está reducido.

La entrada de agua en los hydrospireos es por los hydroporos. La salida del agua es por cuatro espiráculos y un anispiráculo. La formación de espiráculos todavía está incompleta porque su abertura completa no está formada (lám. I, fig. 9).

Discusión:

C. alejensis es la más vieja de las especies de *Cordyloblastus* en España. Está caracterizada por su hypodeltoideo exterior y la formación incompleta de sus espiráculos. La composición de los ambulacros difiere de otras especies de *Cordyloblastus* porque las placas laterales están en alternancia regular con las placas laterales, como también lo encontramos en *Pentremitidea*. El tipo de hydroporos en *C. alejensis* también es más primitivo que en las otras especies españolas de *Cordyloblastus*.

Distribución:

Esta especie se encuentra en la formación de Santa Lucía (Emsiense Superior) en la provincia de León (Aleje).

Cordyloblastus angulatus (Etheridge & Carpenter 1882)

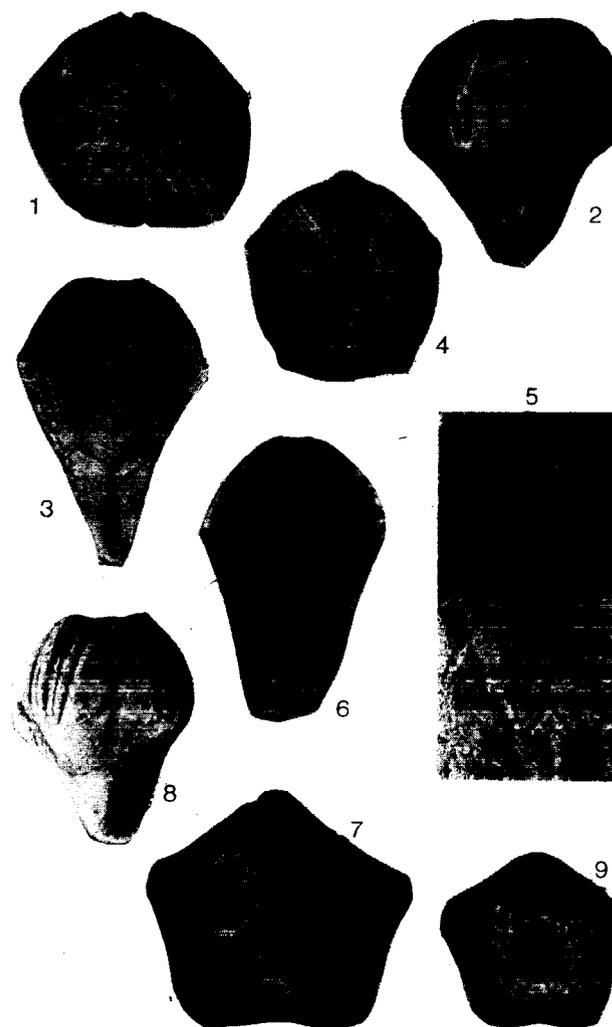
Pág. 10, figs. 1-2.

Sinonimia:

Véase Basler & Moodey 1943, p. 247.

Holotipo:

Como holotipo se debe considerar el ejemplar E 792 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descrito por Etheridge & Carpenter 1882, p. 224; 1886, p. 180, lám. 4, figs. 13, 14 y 16, de procedencia incierta (véase Bather 1899, p. 56).



Figs. 1-2.—*Cordyloblastus angulatus* (Etheridge & Carpenter 1882). *Dev. Inf.*, Form. Santa Lucía, Aleje, León. Fig. 1, aspecto adoral, x 2; fig. 2, aspecto lateral, x 2.

Figs. 3-4.—*Cordyloblastus malladai* (Etheridge & Carpenter 1883). *Dev. Med.*, Form. Santa Lucía, Mirantes, León. Figura 3, aspecto lateral, x 2,33; fig. 4, aspecto adoral, x 2,33.

Fig. 5.—*Cordyloblastus wachsmuthi* (Etheridge & Carpenter 1886). *Dev. Med.* Form. Santa Lucía, Hurgas de Gordón, León; aspecto lateral, x 2,66, se observa la columna.

Figs. 6-7.—*Cordyloblastus schultzei* n. sp. *Dev. Med.*, Form. Portilla, Los Barrios de Gordón, León. Fig. 6, plesiotipo, aspecto lateral, x 1,33; fig. 7, plesiotipo aspecto adoral, x 2.

Figs. 8-9.—*Cordyloblastus schultzei* n. sp. *Dev. Med.*, Form. Portilla, Los Barrios de Gordón, León. Fig. 8, forma joven, aspecto lateral; x 4,66; fig. 9, forma joven, aspecto adoral, x 4,66.

Observaciones:

Forma de la theca con pelvis de mediana altura thecal, la bóveda casi hemisférica con sección transversal decagonal. Se trata claramente de un espiraculado porque tiene espiráculos e hidroporos. Los deltoideos regulares son interiores; los deltoideos anales contienen un pequeño superdeltoideo y un hypodeltoideo exterior (pág 10, figura 1), entre los cuales probablemente se encuentran dos cryptodeltoideos interiores a los dos lados del ano. Los ambulacros ascienden hasta media altura thecal, son lineales, con lancetas cubiertas por las placas laterales. Claramente tiene un solo hydroporo en cada una de las placas laterales. El sistema hydrospiral de esta especie es desconocido. Sólo se puede observar que tiene diez grupos de hydrospireos porque los hydroporos aparecen a los dos lados de los cinco ambulacros. Es interesante notar que los hydroporos faltan en la parte adoral de los ambulacros.

Discusión:

Especie muy rara que se conoce con seguridad sólo en dos ejemplares, el holotipo y otro casi idéntico al holotipo, en la colección del autor en Amsterdam, procedente de Aleje (León). El Instituto Geológico y Minero de España en Madrid tiene dos ejemplares, también procedentes de Aleje (León), que probablemente se deben atribuir al *C. angulatus*. El ejemplar E 791 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, citado por Bather 1899, p. 56 como *C. angulatus*, probablemente pertenece al *C. clavatus*. La especie actual se distingue fácilmente de las otras especies de *Cordyloblastus* por su bóveda alta y casi hemisférica con sección transversal decagonal.

Distribución:

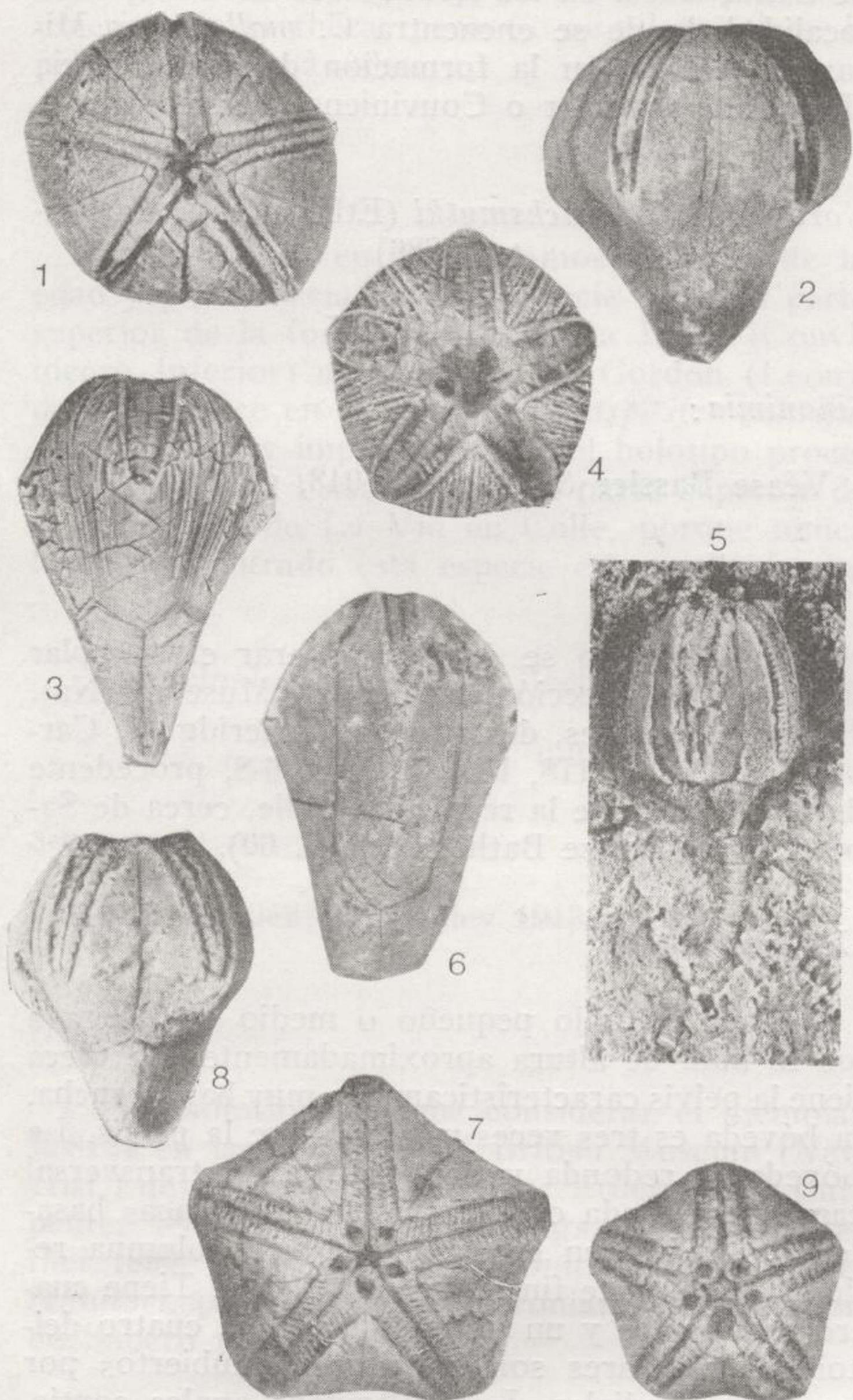
Esta especie aparece en la formación de Santa Lucía (Emsiense Superior en la provincia de León (Aleje).

Cordyloblastus malladai (Etheridge & Carpenter 1883)

Pág. 10, figs. 3-4

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 249.



Figs. 1-2.—*Cordyblastus angulatus* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. Santa Lucía, Aleje, León. Fig. 1, aspecto adoral, $\times 2$; fig. 2, aspecto lateral, $\times 2$.

Figs. 3-4.—*Cordyloblastus malladai* (Etheridge & Carpenter 1883). Dev. Med., Form. Santa Lucía, Mirantes, León. Figura 3, aspecto lateral, $\times 2,33$; fig. 4, aspecto adoral, $\times 2,33$.

Fig. 5.—*Cordyloblastus wachsmuthi* (Etheridge & Carpenter 1886). Dev. Med. Form. Santa Lucía, Huergas de Gordón, León; aspecto lateral, $\times 2,66$, se observa la columna.

Figs. 6-7.—*Cordyloblastus schultzei* n. sp. Dev. Med., Form. Portilla, Los Barrios de Gordón, León. Fig. 6, plesiotipo, aspecto lateral, $\times 1,33$; fig. 7, plesiotipo aspecto adoral, $\times 2$.

Figs. 8-9.—*Cordyloblastus schultzei* n. sp. Dev. Med., Form. Portilla, Los Barrios de Gordón, León. Fig. 8, forma joven, aspecto lateral; $\times 4,66$; fig. 9, forma joven, aspecto adoral, $\times 4,66$.

Holotipo:

Como holotipo se debe considerar el ejemplar E 786 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descrito por Etheridge & Carpenter 1883, p. 243; 1886, p. 175, lám. 4, figs. 18-19 (véase Bather 1899, p. 58), procedentes del Devoniano de la región de Sabero (León).

Observaciones:

Especie bastante rara, de la que conocemos pocos ejemplares. La forma de la theca es variable con el estadio ontogenético de los ejemplares. Las formas jóvenes (o por lo menos pequeñas) tienen la pelvis alta y cónica y la bóveda relativamente baja. Los ejemplares más grandes tienen la pelvis más baja y la bóveda más alta, ancha y redonda. Tiene todas las características del género. Indudablemente tiene cuatro espiráculos y un anispiráculo. El holotipo muestra la presencia de un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos y un hypodeltoideo. En ejemplares completos y bien preservados se nota que el hypodeltoideo es casi completamente interior. Los ambulacros son lancetiformes, con lancetas cubiertas completamente por las placas laterales. Hay hydroporos a los dos lados de cada uno de los cinco ambulacros, que indica la presencia de diez grupos de hydrospireos. La forma y la organización del sistema hydroespiral es desconocida. Esta especie tiene una ornamentación típica y característica de las placas radiales en forma de estrias paralelas a la sutura interradianal (pág. 10, fig. 3). Estas estrias no son otra cosa que las líneas de crecimiento, pero muy gruesas. Las placas basales no tienen ornamentación.

Discusión:

Esta forma es muy fácilmente distinguible de las otras especies de *Cordyloblastus* por su ornamentación. Las demás especies españolas y alemanas de *Cordyloblastus* no tienen ornamentación alguna.

Distribución:

El holotipo está citado (Bather 1899, p. 58) como procedente del Devoniano Inferior, Colle (León). Es seguro que no formó parte de la fauna blastoidea de los niveles superiores de la formación de La Vid (Emsiense Inferior), porque nunca hemos encontrado esta especie entre aquella fauna. Es probable que proceda de la formación

de Santa Lucía en los alrededores de Colle. Otra localidad donde se encuentra *C. malladai* es Mirantes (León), en la formación de Santa Lucía (Emsiense Superior o Couviniense Inferior).

Cordyloblastus wachsmuthi (Etheridge & Carpenter 1886)

Pág. 10, fig. 5

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 249.

Holotipo:

Como holotipo se debe considerar el ejemplar E 787 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descrito por Etheridge & Carpenter 1886, p. 178, lám. 5, figs. 6-8, procedente del Devoniano de la región de Colle, cerca de Sabero, León (véase Bather 1899, p. 60).

Observaciones:

Especie de tallo pequeño o medio que llega a los 15 mm. de altura aproximadamente. La theca tiene la pelvis característicamente muy baja y ancha, la bóveda es tres veces más alta que la pelvis. La bóveda es redonda y tiene la sección transversal también redonda o casi circular. Las placas basales son bajas, en contacto con una columna redonda y bastante fina (pág. 10, fig. 5). Tiene cuatro espiráculos y un anispiráculo. Los cuatro deltoideos regulares son interiores y cubiertos por las placas radiales. Los deltoideos anales contienen un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos y un hypodeltoideo. La última placa tiene una exposición al exterior de la theca, lo que quiere decir que es exterior. Los ambulacros son lineales y estrechos, descienden hasta 2/3 de la altura de la theca. Las lancetas están cubiertas completamente por las placas laterales. Hay un solo hydroporo en cada una de las placas laterales. Los hydroporos aparecen a los lados de cada uno de los cinco ambulacros. En consecuencia, esta forma también debe tener diez grupos de hydrospireos. La forma y la organización del sistema hydroespiral es desconocida. Las placas thecales tienen estrias muy finas que indican los incrementos de crecimiento.

Discusión:

Esta especie difiere de las otras especies de *Cordyloblastus* por su pelvis muy baja y ancha. Como

C. angulatus, tiene un hypodeltoideo expuesto al exterior de la theca, pero *C. angulatus* tiene la pelvis mucho más alta.

Distribución:

El único caso en que estamos seguros de la edad y procedencia de esta especie es en la parte superior de la formación de Santa Lucía (Couviniense Inferior) de Hurgas de Gordón (León), donde aparece en la zona de *Paraspirifer cultrijugatus*. Es muy improbable que el holotipo proceda de la fauna blastoidea de la parte superior de la formación de La Vid en Colle, porque nunca hemos encontrado esta especie en aquella fauna.

Cordyloblastus schultzei Breimer sp. nov.

Pág. 10, figs. 6-9.

Sinonimia:

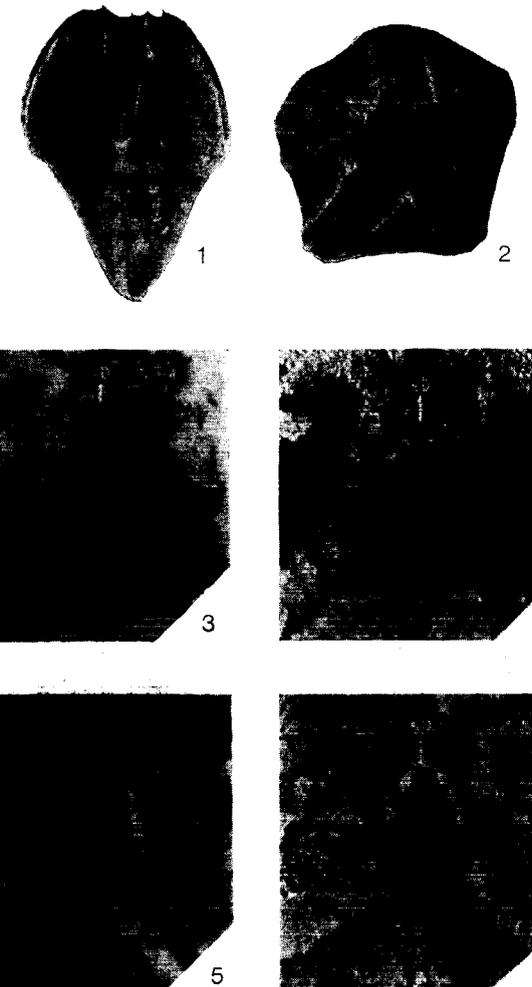
Véase Bassler & Moodey 1943, p. 247.

Holotipo:

Como holotipo se debe considerar el ejemplar E 8124 en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, descrito por Etheridge & Carpenter 1886, p. 177, lám. 5, figs. 3-5 (véase Bather 1899, p. 56) como *Pentremitidea clavata* var. *schultzei*, procedente del Devoniano de la región de Sabero (León).

Observaciones:

Especie de tallo bastante grande, que llega a los 35 mm. de altura. La theca tiene la pelvis alta y estrictamente cónica. La bóveda es relativamente baja y piramidal con sección pentagonal. Tiene cuatro espiráculos y un anispiráculo. Los cuatro deltoideos regulares son interiores y cubiertos por las placas radiales. Los deltoideos anales contienen con seguridad un superdeltoideo, dos cryptodeltoideos interiores y un hypodeltoideo. El superdeltoideo es pequeño, formando parte del anillo peristomial conjuntamente con los deltoideos regulares. Los dos cryptodeltoideos se encuentran a los dos lados del ano y llegan adoralmente a dos puntos del superdeltoideo, aboralmente están en contacto con el hypodeltoideo. Los cryptodeltoideos ayudan a formar los hydrospireos anales. El hypodeltoideo tiene una exposición al exterior de la theca en ejemplares jóvenes (pág. 10, fig. 9),



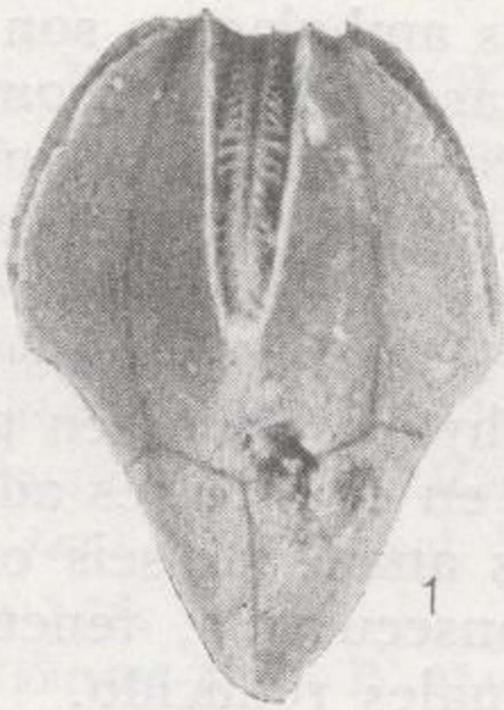
Figs. 1-2.—*Cordyloblastus clavatus* (Schultze 1867). Dev. Med., Form. Portilla, Las Peñotas, León. Fig. 1, aspecto lateral, $\times 2$; fig. 2, aspecto adoral, $\times 1.33$.

Fig. 3.—*Pentremitidea pailletti* (Verneuil 1844). Dev. Inf., Ferroñes, Asturias. Detalle de la región; se ve el hypodeltoideo flanqueado por dos cryptodeltoideos, $\times 10$.

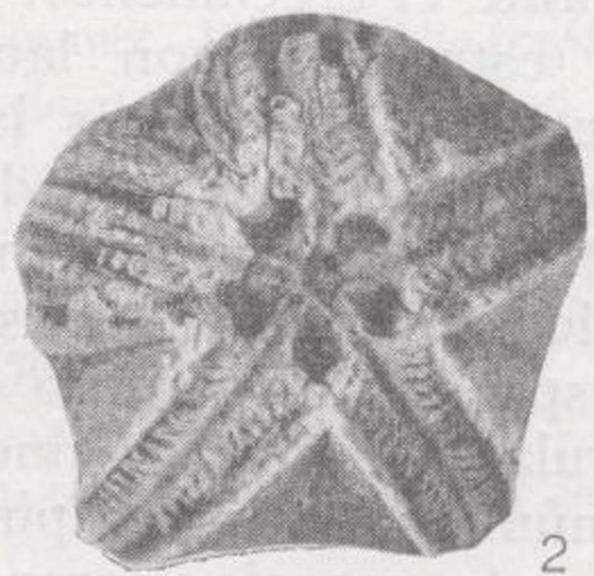
Fig. 4.—*Pentremitidea archiaci* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Detalle de la región anal; se observa el hypodeltoideo flanqueado de dos cryptodeltoideos, $\times 10$.

Fig. 5.—*Pentremitidea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882. Dev. Inf., Form. La Vid, Portilla de Luna, León. Detalle de la región anal; se observa el hypodeltoideo flanqueado por dos criptodeltoideos, $\times 10$.

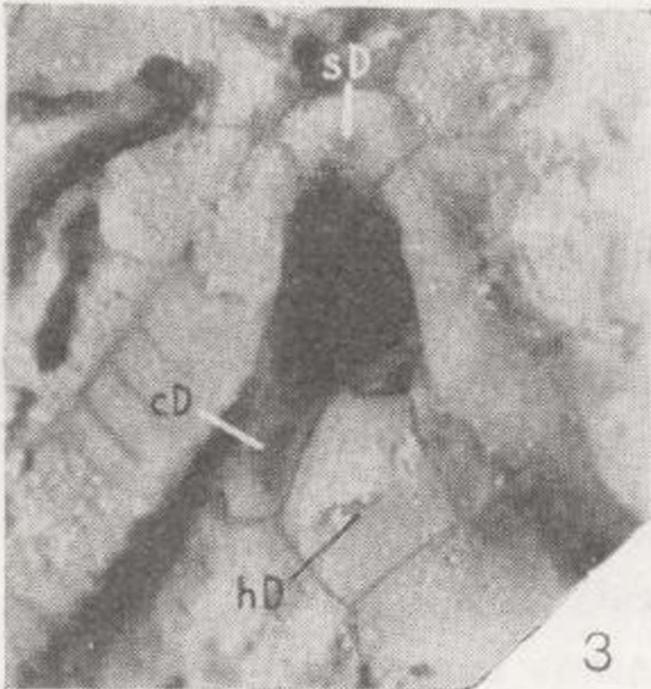
Fig. 6.—*Cryptoschisma schultzei* (Verneuil & Archiac 1845). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Detalle de la región anal; véase el hypodeltoideo flanqueado por dos cryptodeltoideos, $\times 10$. sD = superdeltoideo; cD = cryptodeltoideo; hD = hypodeltoideo.



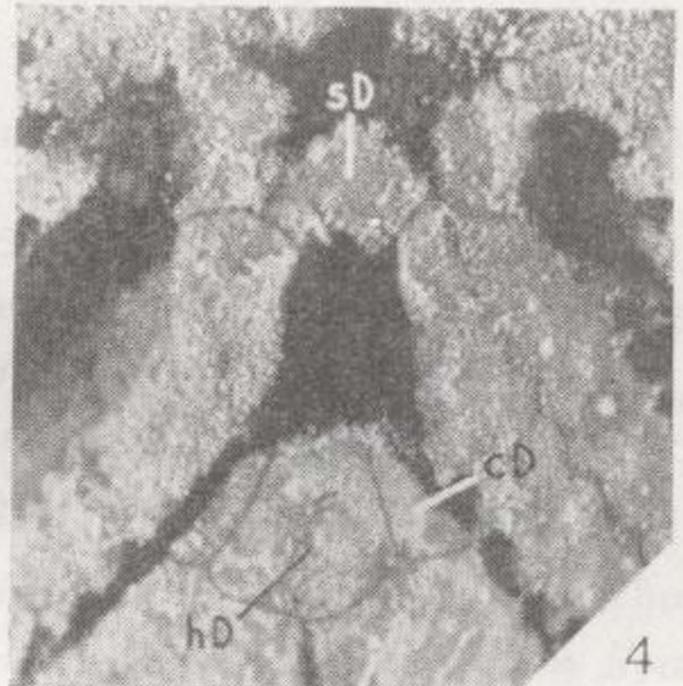
1



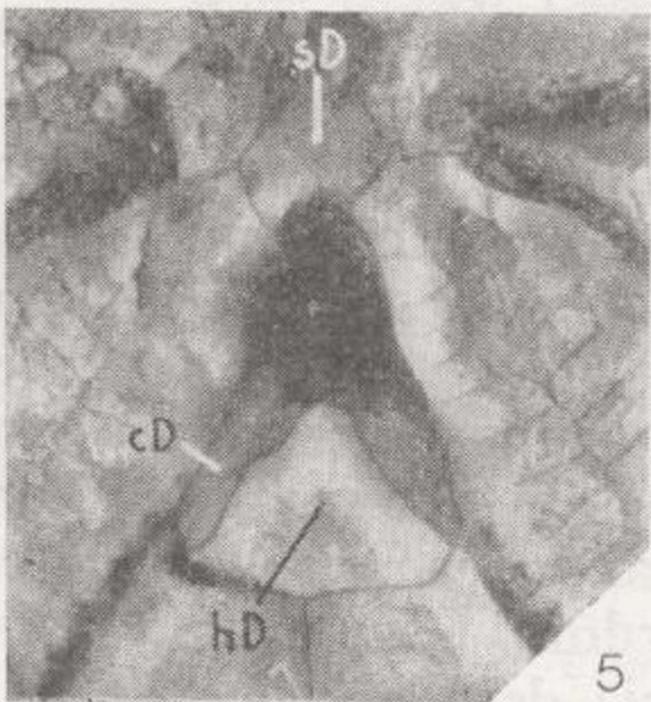
2



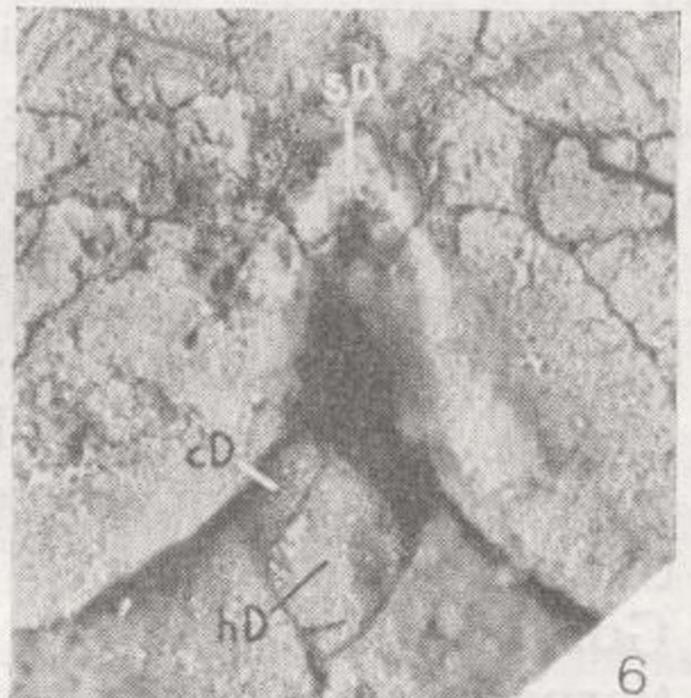
3



4



5



6

Figs. 1-2.—*Cordyloblastus clavatus* (Schultze 1867). Dev. Med., Form. Portilla, Las Peñotas, León. Fig. 1, aspecto lateral, $\times 2$; fig. 2, aspecto adoral, $\times 1.33$.

Fig. 3.—*Pentremitidea pailletti* (Verneuil 1844). Dev. Inf., Ferroñes, Asturias. Detalle de la región; se ve el hypodeltoideo flanqueado por dos cryptodeltoideos, $\times 10$.

Fig. 4.—*Pentremitidea archiaci* (Etheridge & Carpenter 1882). Dev. Inf., Form. La Vid, Colle, León. Detalle de la región anal; se observa el hypodeltoideo flanqueado de dos cryptodeltoideos, $\times 10$.

Fig. 5.—*Pentremitidea lusitanica* Etheridge & Carpenter 1882. Dev. Inf., Form. La Vid, Portilla de Luna, León. Detalle de la región anal; se observa el hypodeltoideo flanqueado por dos criptodeltoideos, $\times 10$.

Fig. 6.—*Cryptoschisma schultzei* (Verneuil & Archiac 1845). Dev. Inf., Form. La Vid. Colle, León. Detalle de la región anal; véase el hypodeltoideo flanqueado por dos cryptodeltoideos, $\times 10$. sD = superdeltoideo; cD = cryptodeltoideo; hD = hypodeltoideo.

pero esta exposición puede perderse gradualmente durante el crecimiento. Los ambulacros son lineales, estrechos, con lancetas cubiertas completamente por las placas laterales. Hay un solo hidroporo en cada uno de las placas laterales. Los hidroporos se presentan a los dos lados de cada uno de los cinco ambulacros. Tiene diez grupos de hidrospireos. El número de hidrospireos en grupos regulares es ocho o nueve en ejemplares adultos; el número de hidrospireos anales es seis o siete. En esta especie, como consecuencia, tenemos el número de hidrospireos anales reducido.

Discusión:

Esta forma difiere de las otras especies españolas de *Cordyloblastus* por su talla enorme y la forma de la theca con pelvis alta y conoidea y la bóveda piramidal. Probablemente la columna de esta especie era fuerte y triedral.

Distribución:

El tipo de esta especie está citado (Bather 1899, p. 56) como procedente del Devoniano Inferior de Colle, Sabero, León. Seguramente no formó parte de la fauna blastoidea de la parte superior de la formación de La Vid (Emsiense Inferior) en Colle, porque nunca hemos encontrado esta especie en aquella fauna. Los demás ejemplares que conocemos ahora proceden de la formación Portilla (Givetiense) de las localidades Los Barrios de Gordón, Huergas de Gordón, Crémenes y Cistierna, todos en la provincia de León.

Cordyloblastus clavatus (Schultze 1867)

Pág. 12, figs. 1-2

Sinonimia:

Véase Bassler & Moodey 1943, p. 247, añadiendo Fay 1961, p. 54, lám. 20, figs. 4-6, 7, 9.

Holotipo:

Los ejemplares españoles, los más antiguos descritos, son los dos E 793 de la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, mencionados por Etheridge & Carpenter 1886, p. 177, procedentes del Devoniano de la región de Sabero, León (véase Bather 1899, p. 56).

Observaciones:

Especie de talla media que llega a los 20 mm. de altura aproximadamente. La theca tiene la pelvis conoidea, la bóveda que puede formar casi la mitad de la altura total de la theca es parabólica, con sección pentagonal. Las placas basales están en contacto con una columna poco ancha y bastante fina.

Tiene cuatro espiráculos y un anispiráculo. Los deltoideos regulares son interiores y cubiertos por las placas radiales. Los deltoideos anales contienen un superdeltoideo, probablemente dos cryto-deltoideos y un hypodeltoideo sin exposición al exterior de la theca, que en consecuencia es interior.

Los ambulacros son lancetiformes, con lanceta cubierta completamente por las placas laterales. Hay un solo hidroporo en cada una de las placas laterales. Los hidroporos se encuentran a los dos lados de cada uno de los cinco ambulacros. En consecuencia, esta forma debe tener diez grupos de hidrospireos cuya forma y organización es desconocida por falta de estudios anatómicos.

Es una forma sin ornamentación de las placas thecales.

Discusión:

Esta forma difiere de las otras especies españolas de *Cordyloblastus* por sus proporciones, con pelvis y bóveda de la misma altura. Difiere notablemente de *C. schultzei* por su bóveda parabólica. Coincide con *C. malladaei* en que el hypodeltoideo no tiene exposición al exterior de la theca.

Distribución:

El único caso en que estamos seguros de la edad y procedencia de esta especie es en la formación Portilla (Givetiense) del Monte Las Peñotas, en la región de Sabero (León), de donde probablemente también son los ejemplares descritos por Etheridge & Carpenter.

Cordyloblastus gilbertsoni (Etheridge & Carpenter 1886)

Discusión:

El holotipo de esta especie se ha perdido. Debía encontrarse en la colección del British Museum (Nat. Hist.) de Londres, pero no está (véase Bather 1899, p. 57).

Es muy probable que esta especie no sea válida

BIBLIOGRAFÍA

porque, en mi opinión, es un sinónimo junior de *C. wachsmuthi* o de *C. clavatus*. Esto se debe probar por un estudio biométrico de las dos especies mencionadas. Puede ser que la altura de la pelvis en relación con la altura de la bóveda en *C. gilbertsoni* se encuentre dentro de la variabilidad de *C. wachsmuthi* o de *C. clavatus*. Además, no sabemos exactamente cuál es la exposición del hypodeltoideo en *C. gilbertsoni*. La mejor solución del problema será considerar *C. gilbertsoni* provisionalmente como sinónimo de *C. wachsmuthi* o de *C. clavatus*.

Los blastoideos del Devoniano Medio de la Cordillera Cantábrica de España corresponden —como ya sabemos hace mucho tiempo— con los blastoideos del Devoniano Medio en Eifel, Alemania (Schultze 1867). Como las formas españolas, las especies alemanas también están incluidas en el género *Cordyloblastus*. En esta época se distingue por lo menos las siguientes especies alemanas de *Cordyloblastus*: *C. acutangulus* (Schultze 1867), *C. clavatus* (Schultze 1867), *C. eifeliensis* (Roemer 1854), *C. roemeri* (Etheridge & Carpenter 1886), y *C. similis* (Etheridge & Carpenter 1882). De todas estas especies alemanas, solamente *C. clavatus* aparece en España con seguridad. Puede ser que *C. eifeliensis* también aparezca en España porque hemos encontrado cerca de Remolina (León) en el piso superior de la formación de Santa Lucía (Couviniense Inferior) unos ejemplares pequeños, pero peor conservados, que pueden pertenecer a la especie *C. eifeliensis*.

Durante mucho tiempo no sabíamos casi nada sobre los blastoideos del Devoniano de Francia. El *Belocrinus cottaldi* (Meunier Chalmas 1876) era la única especie conocida, pero la descripción original se fundó sólo sobre unas placas basales. Philippot (1957) encontró un ejemplar completo, procedente del Devoniano Inferior del Macizo Armoricano, que está descrito por Macurda 1966. El género *Belocrinus* es parecido al *Cordyloblastus*, pero difiere de éste por sus cuatro deltoideos regulares, que tienen una exposición al exterior de la theca y —en consecuencia— son placas exteriores. El *Belocrinus* todavía no se encontró en España. El ejemplar de *C. clavatus*, descrito por Quintero & Revilla (1965) de Asturias, es parecido al *Belocrinus* por la forma de su theca, pero pertenece definitivamente al *Cordyloblastus* por sus deltoideos interiores.

Recientemente Philippot & Morzadec (1965) han descrito *Cordyloblastus clavatus* y *C. eifeliensis* del Devoniano del Macizo Armoricano (Kergavan, Rade de Brest, Finisterre). Era el primer descubrimiento del género *Cordyloblastus* en Francia. El descubrimiento era interesantísimo en sentido paleogeográfico.

- R. S. BASSLER & M. W. MOODEY. 1943. *Bibliographic and faunal index of Paleozoic pelmatozoan echinoderms*. «Geol. Soc. Am., Spec. Paper», no. 45, 734 p.
- F. A. BATHER. 1899. *List of the Genera and Species of Blastoides in the British Museum (Natural History)*. Trustees British Museum, London; 70 pp.
- A. BREIMER. 1962. *A Monograph of Spanish Palaeozoic Crinoides*. «Leidse Geol. Mededel.», vol. 27, pp. 1-89. láminas 1-16.
- A. BREIMER & D. B. MACURDA (en preparación). *The phylogeny of the fissiculate blastoids*. «Verh. Kon. Akad. Wet. Amsterdam».
- P. COMTE. 1959. *Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique*. «Mem. Inst. Geol. Min. España», tomo LX, pp. 1-440.
- R. ETHERIDGE JR. & P. H. CARPENTER. 1882. *On certain points in the Morphology of the Blastoides, with Description of some new Genera and Species*. «Ann. & Mag. Nat. Hist.», ser. 5, vol. IX, pp. 213-252.
- & — 1883. *Further Remarks on the Morphology of the Blastoides with Descriptions of a new British Carboniferous Genus and some new Devonian Species from Spain*. «Ann. & Mag. Nat. Hist.», ser. 5, vol. XI, pp. 225-246.
- & — 1886. *Catalogue of the Blastoides in the Geological Department of the British Museum (Natural History), with an account of the morphology and systematic position of the group, and a revision of the genera and species*. Trustees British Museum, London; 322 pp., 20 láms.
- R. O. FAY. 1961. *Blastoid Studies*. Univ. Kansas. «Pal. Cont., Echinodermata» 3, 147 pp., 54 láms, 221 figs.
- D. B. MACURDA. 1966. *The Devonian blastoid Belocrinus from France*. «Paleontology», vol. 9, pt. 2, pp. 244-251. 1 text fig. 1 lám.
- A. PHILIPPOT. 1957. *Contribution à l'étude de Metablastus cottaldi (M. Cr.) Eth. et Carp.* «Bull. Soc. géol. minér. Bretagne», vol. 1, pp. 64-68.
- A. PHILIPPOT & P. MORZADEC. 1965. *Deux blastoïdes nouveaux du Dévonien du Massif armoricain*. «C. R. Soc. Géol. France», fasc. 8, pp. 258-259, 1 lám.
- L. SCHULTZE. 1867. *Monographie der Echinodermen des Eifler Kalkes*. «K. Akad. Wiss., Math. Naturwiss. Cl., Denk.», vol. 26, Reg. Bd., Abt. 2, pp. 113-230, láms. 1-13.
- B. H. G. SLEUMER. 1969. *Devonian stromatoporoids of the Cantabrian Mountains (Spain)*. «Leidse Geol. Mededel.», vol. 44, pp. 1-136.
- I. QUINTERO & J. DE LA REVILLA. 1965. *Algunas especies nuevas y otras poco conocidas*. «Not. Com. Inst. Geol. Min. España», núm. 80, pp. 71-84.
- E. DE VERNEUIL. 1844. *Note sur une nouvelle espèce de Pentremites*. «Soc. Géol. France, Bull.», ser. 2, vol. 1, pp. 213-215, lám. 3.
- E. DE VERNEUIL & E. J. A. D'ARCHIAC. 1945. *Note sur les fossiles du terrain Paléozoïque des Asturies*. «Soc. Géol. France, Bull.», ser. 2, vol. 2, pp. 458-482, láms. 13-15.

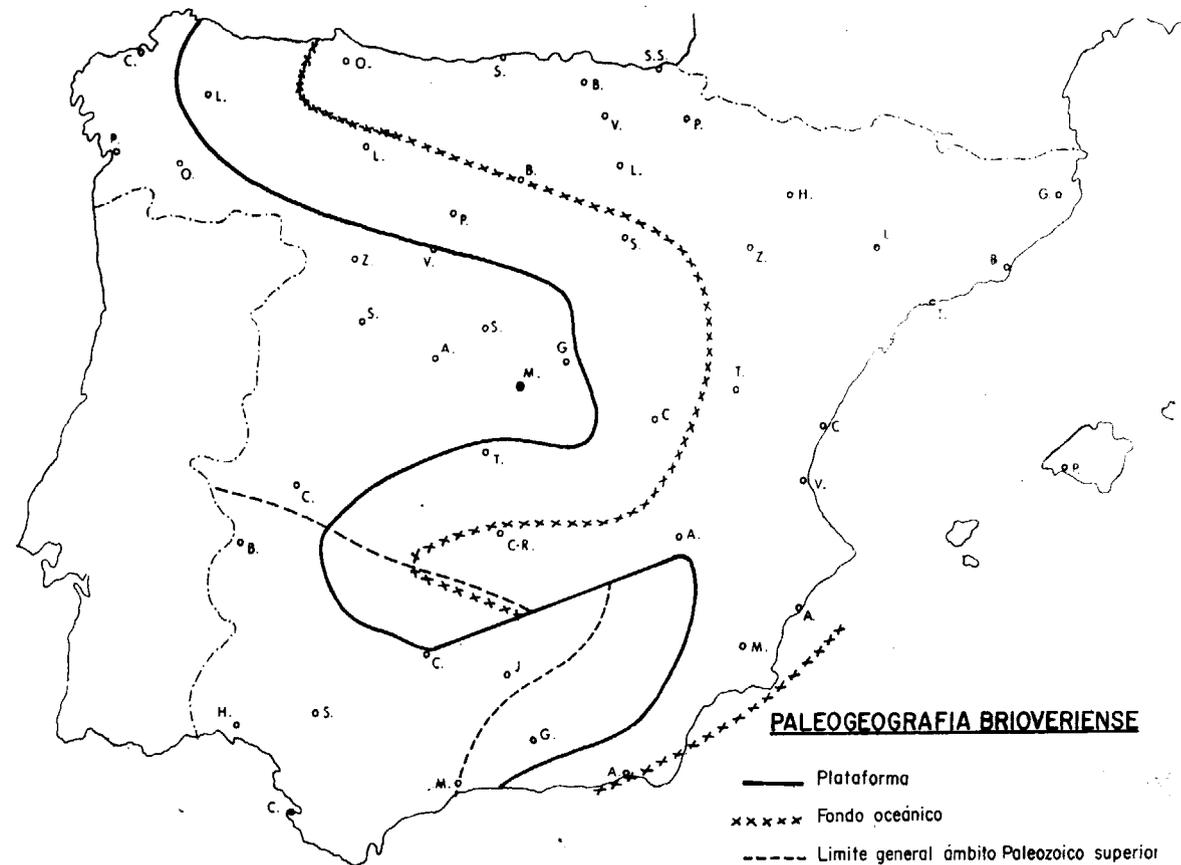
Nota previa sobre la paleogeografía brioveriense y el dominio del Paleozoico superior en la Península Ibérica

por V. PASTOR GOMEZ (*)

Las consecuencias de carácter paleogeográfico que se deducen de nuestros conocimientos actuales sobre el Brioveriense y Paleozoico inferior del arco galaico-astur y la persistencia a lo largo de

aproximadamente su paleogeografía durante los tiempos brioverienses y paleozoicos.

Esta nota y el pequeño bosquejo que la acompaña, dan una idea sobre el contenido de la co-



los tiempos geológicos de los rasgos fundamentales de la morfología oceánica, extrapolados al resto de la Península Ibérica, permiten predecir

municación que esperamos desarrollar en el próximo Congreso Hispano Luso Americano.

Como puede verse en dicho bosquejo, la línea de plataforma brioveriense, representada por la formación Ollo de Sapo, después de abandonar el arco galaico-asturiano, corre hacia Hiendelaenci-

na (Guadalajara), donde gira hacia el Suroeste, para continuar por los Montes de Toledo y venir, después de una nueva virgación en Extremadura, por la serranía cordobesa hasta el accidente del Guadalquivir, que manifiesta su presencia desde los primeros tiempos geológicos.

Una línea semejante puede trazarse desde la costa granadina por Sierra Nevada y la cadena triásico-jurásica que se dirige hacia el Norte por el Oeste de la provincia de Murcia y Albacete, hasta encontrar de nuevo la probable prolongación de la falla del Guadalquivir.

El fondo marino, de la misma edad, cuya posición revela la formación esquistograuwáquica de Cangas del Narcea y Riello, vuelve a encontrarse en el Valle de Alcudia, que representa un punto singular del fondo marino, caracterizado por una gran acumulación conglomerática de transición precámbrica-paleozoica.

Por lo que respecta al dominio general de sedimentación devónica-carbonífera, bien conocido en el Norte de España, mediante consideraciones análogas a las hechas anteriormente, puede adivinarse que, en la porción meridional de la Península, se encuentra situado al oeste de una línea que, partiendo de Málaga, continuase por toda la provincia de Jaén en forma de un arco representado por las estructuras mayores jurásicas hasta la Sierra de Cazorla y, poco al norte de ella, hasta la falla del Guadalquivir. En el bloque septentrional de dicha falla, este límite se encontraría en las proximidades de La Carolina, desde donde seguiría hasta el sinclinal devónico de Portalegre (Portugal), pasando poco al norte de la Sierra de Alcudia y por el límite de provincias entre Cáceres y Badajoz, aproximadamente.

Recibido: 10-III-1971.

(*) Dr. Ingeniero de Minas. División de Minería. Instituto Geológico y Minero de España.

Aforos químicos de pequeños caudales: río Aguas (Almería)

V. SANCHEZ FRESNEDA (*)

RESUMEN

Se realizan dos aforos químicos en el río Aguas (Almería), basados en el método de integración. Como trazadores se emplean los cationes Na⁺ y Li⁺ en forma de cloruros y se considera la conveniencia de utilizar cloruro de litio para el aforo de caudales que no sobrepasen los 2 ó 3 m³/sg., debido al fácil reconocimiento de este catión mediante fotometría de llama y escasa presencia en cursos de aguas naturales.

SUMMARY

There were verified two chemical gaugings in the river Aguas (Almería) baser on the method of integration. As tracers there were employed the cation Na⁺ and Li⁺ as chlorides as it is considered the suitability to use lithium chloride to gauge amounts wich are not greater than 2 or 3 m³/s., due to the easy research of this cation by means of flame photometry and the scarce presence in curses of natural waters.

1. OBJETO

El río Aguas actúa como un rambla, ya que en estiaje existen tramos próximos a su desembocadura al Mediterráneo que permanecen en seco. Nosotros hemos experimentado en el citado río, el método de aforo de integración mediante trazadores químicos, con los cationes Na⁺ y Li⁺, cuyos cloruros, sobre todos los del último, cumple con las exigencias como para actuar de trazador en aforos químicos. Estas condiciones son:

- a) Ser fácilmente solubles.
- b) No ser tóxicos.
- c) Poderse reconocer con precisión.
- d) No existir en la corriente del agua objeto del aforo, en concentración superior al trazador inyectado.
- e) Tener un precio asequible.

El presente trabajo tiene por objeto aforar en una fecha determinada el río Aguas (6 de junio

(*) Dr. en Ciencias Geológicas. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura. Murcia.

de 1970), y comprobar los resultados obtenidos utilizando cloruro sódico y cloruro de litio. Este trabajo forma parte integrante del Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Río Aguas, que estamos efectuando en el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (Murcia), bajo la dirección del Prof. Octavio Carpena Artés.

2. UTILIDAD DE LOS AFOROS QUÍMICOS

El interés de los aforos químicos radica fundamentalmente en su exactitud, y también en poderlos realizar en tramos donde no exista cauce definido, vertederos ni ningún otro elemento que facilite la práctica de métodos clásicos. Atendiendo a esto, se podrán efectuar los aforos químicos en numerosos puntos del curso de agua considerado, a condición de que se mezcle bien el trazador con el caudal a aforar. Cuestión primordial será, por tanto, evitar los remansos y zonas de aguas estancadas.

Mediante los aforos químicos se podrá determinar el coeficiente de escorrentía de cuencas paque-

nas no sometidas a control foronómico, siempre que se lleven a cabo los aforos en oportunas épocas de lluvias; así mismo, los aforos se podrán efectuar en diversos tramos de un cauce natural, con objeto de comprobar si el sistema es efluente o in-fluyente con respecto al lecho subálveo (4).

3. MÉTODO EMPLEADO

Los aforos se llevaron a cabo en el cruce del río Aguas con la carretera Garrucha-Turre-Gen-eral de Almería núm. 340, en el km. 12. El río en este punto, discurre por un lecho de areniscas de tipo molasa, pertenecientes al helveciente.

Empleamos el método de integración por esti-marlo más cómodo para este caso particular. Con-siste en inyectar un volumen conocido de una di-solución de concentración también conocida. Cau-ce abajo, se realizan tomas de muestras de aguas durante el tiempo T, que tarda en pasar el traza-dor. Para determinar el tiempo de paso hemos empleado tinturas de colores azul y rojo a base de anilinas, para estimar mediante la nube colo-reada el tiempo de paso por el punto de toma de muestras y así obtener un criterio sobre las con-centraciones y volúmenes de las disoluciones traza-doras que se debían emplear.

Si Cm es la concentración media, C la concen-tración de la solución inyectada, c la concentra-ción en un instante cualquiera comprendido en el tiempo T y Q el caudal del río (2) y (3), tenemos:

$$V \cdot C = Q \cdot T \cdot C_m; C_m = \frac{1}{T} \int_0^T c \cdot dt$$

$$Q = \frac{V \cdot C}{\int_0^T c \cdot dt} \dots(1)$$

Las medidas de Na⁺ y Li⁺ se han realizado me-diante fotometría de llama.

3.1. El ión Na⁺ como trazador.

La concentración de Na⁺ encontrada en el agua del río fue de 0,734 grs/l., por lo que vertimos 10 litros de una disolución de Cl Na con una con-centración de 126,92 grs/l. de ión Na⁺.

Las muestras se tomaron codo quince segun-dos, durante los 255 segundos que tardó en pasar el trazador, y se obtuvieron los siguientes resul-tados:

Muestra n.º	Tiempo en sg.	Concentración absoluta mg./l.	Concentración relativa mg./l.
0	0	734	0
1	15	868	184
2	30	1.336	602
3	45	1.670	936
4	60	1.736	1.002
5	75	1.670	936
6	90	1.269	535
7	105	1.068	334
8	120	1.002	268
9	135	935	201
10	150	868	134
11	165	868	134
12	180	801	67
13	195	801	67
14	210	801	67
15	222	801	67
16	240	801	67
17	255	734	0

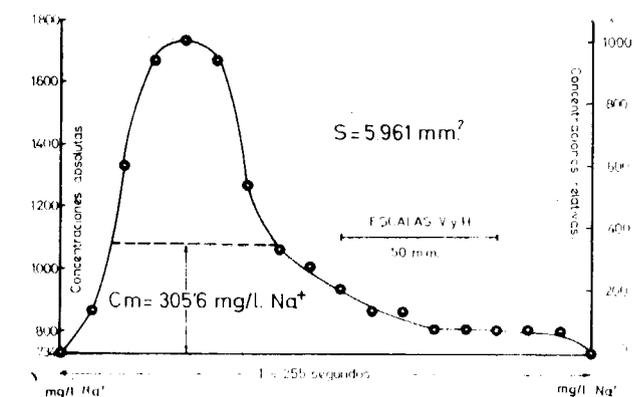


Figura 1

El valor de la integral de la fórmula (1) se puede hallar gráficamente representando la curva de concentraciones en función del tiempo, según dibujamos en la figura 1, y se integra gráficamente mediante un planímetro. Teniendo en cuenta que 10 mm. de la rama de ordenadas equivalen a 100 mg/l. de Na⁺, la concentración media es de 350,6 mg/l. El caudal aforado será igual a,

$$Q = \frac{10 \cdot 126,92 \cdot 10^3}{350,6 \cdot 255} = 14,19 \text{ litros/segundo.}$$

3.2. El ión Li⁺ como trazador

La concentración de Li⁺ hallada en el río fue de 2 mg/l., por lo que en la figura 2 representa-mos en una sola ordenada los valores de las con-

centraciones absolutas y relativas por ser sensiblemente iguales.

El cloruro de litio es probablemente la sal más delicuescente de todas las conocidas (1). Su reacción al disolverse en agua es exotérmica. A. 0° C.,

se pueden disolver 670 grs./l. y a 10° C. 720 grs./l.

Las muestras de agua una vez inyectado el trazador, se tomaron también cada quince segundos, y las concentraciones encontradas fueron las siguientes:

Muestra n.º	Tiempo en sg.	Concentración mg/l	Muestra n.º	Tiempo en sg.	Concentración mg/l
0	0	2	14	210	78
1	15	12	15	225	63
2	30	26	16	240	58
3	45	42	17	255	54
4	60	77	18	270	43
5	75	113	19	285	38
6	90	168	20	300	33
7	105	200	21	315	30
8	120	243	22	330	29
9	135	260	23	345	19
10	150	224	24	360	16
11	165	177	25	371	11
12	180	122	26	390	7
13	195	99	27	405	2

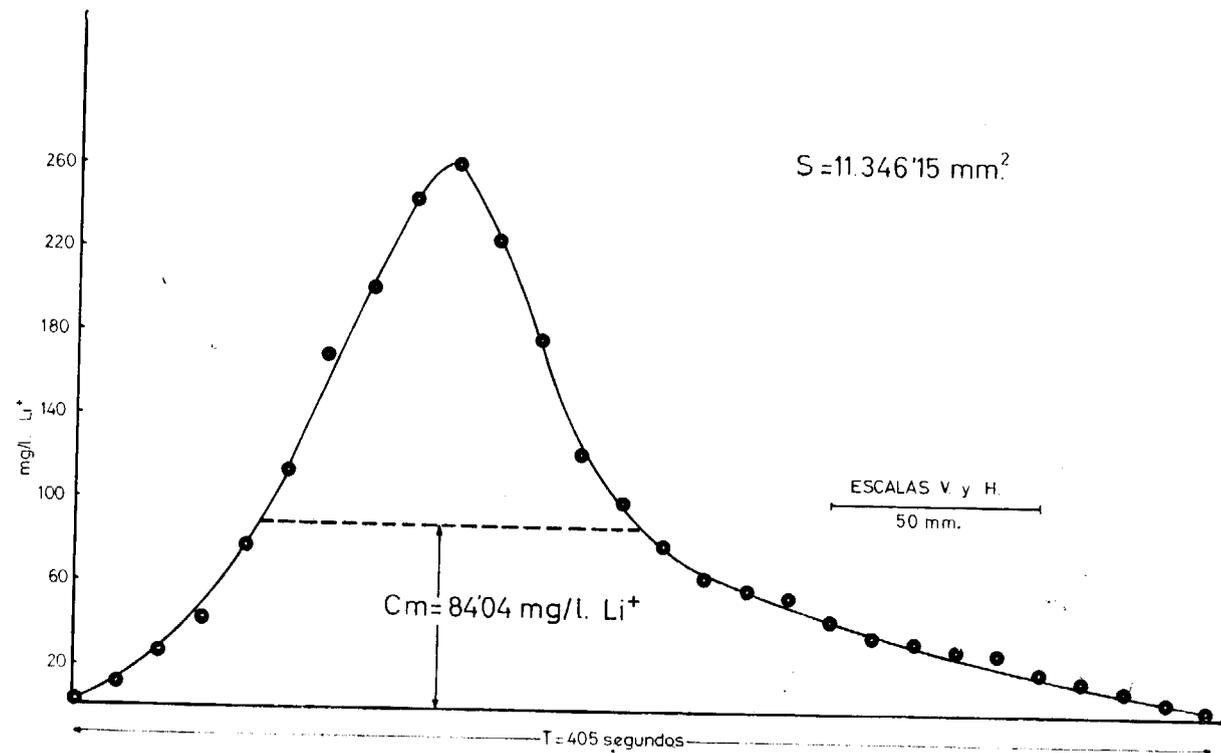


Figura 2

Para efectuar este aforo, variamos el lugar de la toma de muestras unos 30 metros más distante con respecto al punto de inyección, para el ante-

rior aforo, en el cual utilizamos como trazador el catión Na^+ . Empleamos 10 litros de una solución conteniendo 51 grs./l. de ión Li^+ . Si la superficie

planimetrada en la figura 2 es de 11.346,11 mm^2 , el tiempo de paso del trazador 405 sg., y la concentración media 84,04 mg/l., tenemos un aforo de,

$$Q = \frac{10 \cdot 51 \cdot 10^3}{84,04 \cdot 405} = 14,98 \text{ litros/segundo.}$$

micos de arroyos, canales y cursos de aguas en general, cuyos caudales no sobrepasen los 2 ó 3 $\text{m}^3/\text{sg.}$

BIBLIOGRAFÍA

- (1) BLAS, L. (1963). *Agenda del Químico*, Ed. Aguilar, páginas 139-689 y 692, Madrid.
- (2) CATALÁN, J.; BUSTOS, A.; SANTOS, M.; BAONZA, E.; STEIN, J., y TORRES, P. (1967). *Aforos de ríos con trazadores*. Documentos de Investigación Hidrológica, número 3, Ed. Inst.º Geol. Económ. y C. E. I. A. A., páginas 163-176, Barcelona.
- (3) ROCHE, M. (1963). *Hidrologie de surface*. Ed. Gauthier-Villars, pp. 210-221. París.
- (4) SÁNCHEZ FRESNEDA, V. (1969). *Estudio hidrogeológico del río Argos (Murcia)*. Trabajo realizado para el S. G. O. P., Archivo de Investigaciones Hidogeológicas, S. A. Murcia.

Recibido: 11 de enero de 1971.

4. CONCLUSIONES

4.1. El aforo del río Aguas el día 6 de junio de 1970, en el lugar donde se cruza el río con la carretera Garrucha, Turre General de Almería número 340, km. 12, fue de 14,19 y 14,98 litros/segundo, empleando como trazadores los cationes Na^+ y Li^+ respectivamente.

4.2. Debido al fácil reconocimiento del catión litio mediante fotometría de llama, precisión y rapidez en sus determinaciones, así como excelente solubilidad de su cloruro, consideramos que esta sal es susceptible de emplearse en aforos quí-

Uranio y Renio en rocas sedimentarias

III. Lignitos de la depresión del Ebro

A. MARTIN (*) y L. GARCIA-ROSELL (**)

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo, tercera parte (1,2) del estudio que sobre el contenido de uranio y renio en rocas sedimentarias se ha realizado, incluye los valores correspondientes a dichos elementos en muestras de lignitos de la Depresión del Ebro, especialmente de la Cuenca Mequinenza-Fayón.

También se ha considerado de interés incluir aquí resultados de muestras pertenecientes a la misma «Coto Matilde» de la Cuenca de Berga.

Creemos que los valores obtenidos pueden ser de interés para el conocimiento de la distribución de uranio y renio en las rocas sedimentarias, dada la relativamente alta concentración de renio que se ha observado en lignitos y la importancia de los depósitos de uranio asociados a rocas sedimentarias, objeto de marcado interés en las prospecciones realizadas en España.

En un trabajo anterior (1) se exponen las características geoquímicas de interés aquí de los elementos uranio y renio.

2. PRINCIPALES RASGOS GEOLÓGICOS DE LA CUENCA MEQUINENZA-FAYÓN

Esta cuenca, objeto principal de estudio, constituye una minúscula parte de la cuenca terciaria del Ebro (depresión del Ebro). Está enclavada en la zona de confluencia de los ríos Cinca y Segre con el Ebro, y, por tanto, comprende parte de las provincias de Zaragoza, Huesca y Lérida.

(*) Doctor en Ciencias Químicas y Geológicas. Jefe del Departamento de Química de los Laboratorios de Ensayos e Investigación Industrial «L. José Torrónegui», de Bilbao. Profesor Encargado de Cátedra en la E. T. S. de I. I. de Bilbao.

(**) Licenciado en Ciencias Geológicas. Profesor de Hidrogeología de la Universidad de Granada.

Se trata de una serie sedimentaria muy potente y monótona, formada por finos estratos de calizas y margocalizas, generalmente blanco amarillentas, en los cuales resulta extremadamente difícil señalar características peculiares, porque su naturaleza se repite en la vertical durante cientos de metros. No parecen existir criterios paleontológicos que definan su edad exacta. Se consideran como Oligoceno superior, muy próximo al Mioceno.

Se diferencian varias capas, atendiendo a la preponderancia de materiales calizos sobre margocalizas, que desde el punto de vista de la minería del lignito pueden agruparse en dos paquetes: «Superior» (estéril) e «Inferior» (lignífero).

En ambos paquetes no existe gran diferencia litológica, en conjunto. Tal vez puede señalarse como más significativo la mayor abundancia de caliza en el Superior e incluso algunas capas de areniscas. Origina, pues, una topografía ligeramente más abrupta que el paquete Inferior. También existen en él algunas hiladas de lignito, pero no sobrepasan el decímetro de potencia y, por ello, no son explotables.

En el paquete Inferior, también constituido por margocalizas, margas y calizas en finos bancos, bien estratificados, son más frecuentes las capas de lignito, y sus potencias también son mayores. Aunque la potencia no se mantiene rigurosamente constante, puede asignársele un valor medio de unos 40 centímetros a las que se explotan. De éstas se han individualizado al menos cuatro diferentes, cuya explotación corresponde a las minas:

Mina	Capa	Muestra
María Antonia...	3. ^a	1 a 17
Prevención...	2. ^a , 3. ^a , 4. ^a	24 a 35
El Pas...	2. ^a	36 a 39
Tres Amigos...	1. ^a	40 a 69

CUADRO 1

Muestra	Localización		
40	Transv.		Capa superior Techo
41	Transv.		Capa superior Muro
42	Transv.		Capa inferior Techo
43	Transv.		Capa inferior Muro
44	Dta. 12		Capa superior Techo
45	Dta. 12		Capa superior Muro
46	Dta. 12		Capa inferior Techo
47	Dta. 12		Capa inferior Centro
48	Dta. 12		Capa inferior Muro
49	Dta. 8		Capa superior Techo
50	Dta. 8		Capa superior Muro
51	Dta. 8		Capa inferior Techo
52	Dta. 8		Capa inferior Centro
53	Dta. 8		Capa inferior Muro
54	Dta. 7	Transv. OF	Capa superior Techo-Muro
55	Dta. 7	Transv. OF	Capa inferior Techo
56	Dta. 7	Transv. OF	Capa inferior Centro
57	Dta. 7	Transv. OF	Capa inferior Muro
58	Dta. 4		Capa superior Techo
59	Dta. 4		Capa superior Muro
60	Dta. 4		Capa inferior Techo
61	Dta. 4		Capa inferior Centro
62	Dta. 4		Capa inferior Muro
63	Dta. 4	Transv. OF	Capa superior Techo
64	Dta. 4	Transv. OF	Capa superior Muro
65	Dta. 4	Transv. OF	Capa inferior Techo
66	Dta. 4	Transv. OF	Capa inferior Centro
67	Dta. 4	Transv. OF	Capa inferior Muro
68	Transv. M		Capa tercera Techo
69	Transv. M		Capa tercera Muro

Bajo estas capas quedan aún otras que van aflorando hacia el ESE. (dado que el buzamiento general de la serie es hacia el WNW.), y a las cuales pertenecen las de Almatret.

2.1 Características estructurales

La estructura de la cuenca en la zona estudiada es bien simple, buzamiento general de menos de 15° hacia el WNW., con algunas estructuras de sinclinales muy suaves, que no varían para nada la tónica general del buzamiento. Existen varios sistemas de fractura, pero su importancia a escala regional es insignificante, ya que los mayores desplazamientos que producen son del orden del metro. Por tanto, es fácil seguir la marcha de cada

capa, y así establecer las relaciones mutuas entre los diferentes niveles.

Puesto que dichos materiales no han sido sometidos a grandes esfuerzos tectónicos, la compacidad del lignito hay que atribuirla a su edad, Oligoceno; a la considerable carga litostática que han soportado durante largas épocas y que, en parte, ha desaparecido como consecuencia de la erosión postmiocena, y a su naturaleza original.

2.2 Naturaleza de los materiales encajantes

Junto a las capas de lignito, ya sea en su base, ya en lentejones pequeños incluidos, ya en el techo, hay arcillas plásticas. Son de tono verde amarillento, y su potencia puede alcanzar hasta cerca de dos metros.

Los materiales que componen la casi totalidad de la serie estratigráfica son las calizas y las margocalizas. Los demás (lignitos, arcillas, areniscas) son simples elementos accidentales, que suponen un volumen muy reducido. De las características litológicas de esas calizas y margocalizas ya se han señalado los rasgos más esenciales. Basta añadir que es frecuente la presencia de sílice, generalmente en nódulos incluidos en las calizas. En algunos casos, también se ha localizado lignito con nódulos o impregnaciones de sílice.

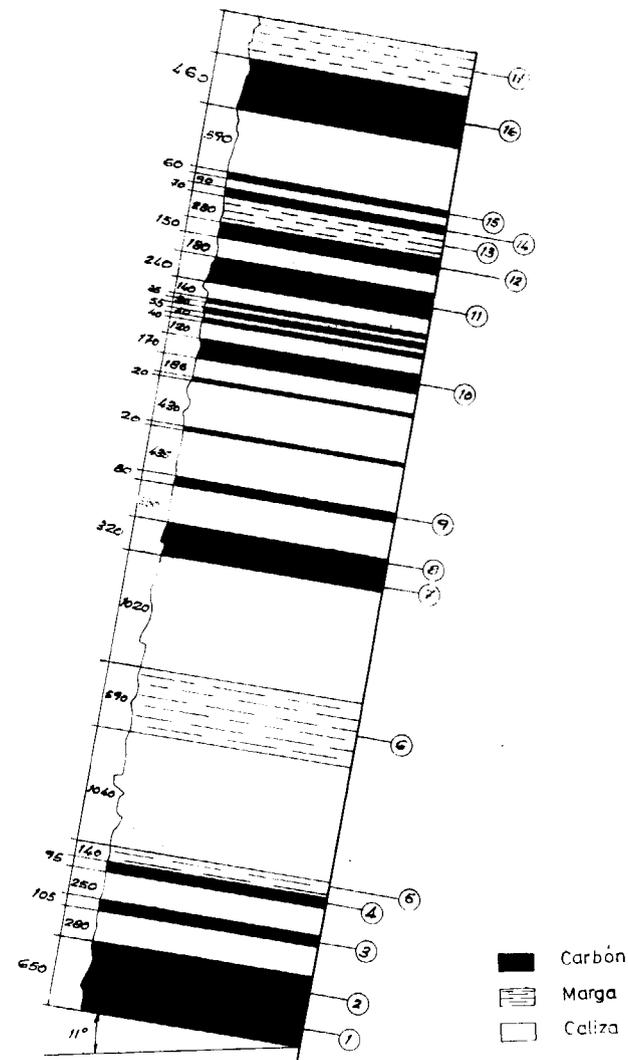


Fig. 1.—Corte estratigráfico con indicación de la posición relativa de las muestras (mina «Coto Matilde», de Berga).

3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para la determinación de renio se ha utilizado un método de análisis por activación neutrónica,

establecido previamente por uno de los autores (3). El error «standard» vale, si x es la concentración de renio en ppm, de la muestra, y en las condiciones en que se han realizado las medidas:

$$\sigma (\%) \approx \frac{1}{x}$$

Se ha empleado un procedimiento radiométrico (4) para determinar el contenido de uranio; que permite obtener resultados estadísticamente aceptables, en general, para valores de uranio superior a 4 ppm.

4. RESULTADOS

En este estudio se incluyen valores del contenido de uranio y renio en lignitos (referidos a la muestra original, y a las cenizas y materia carbonosa de la misma), así como de su relación U/Re (10^{-2}).

Los puntos de toma de muestras, correspondientes a las cuatro minas antes mencionadas y a un afloramiento, situados a lo largo de la Cuenca Mequinenza-Fayón, fueron seleccionados de modo que representen lo mejor posible, por su situación y capas de lignito en explotación, a la citada cuenca.

También se incluyen resultados correspondientes a muestras de la mina «Coto Matilde» de la Cuenca de Berga.

4.1 Tabla I

Los resultados incluidos en esta tabla pertenecen a la Mina María Antonia que explota la capa tercera.

Las muestras 1 a 4 corresponden a lignito de la capa principal a diferentes distancias de la bocamina (70, 800, 1.100 y 1.400 metros, respectivamente).

Las muestras 9 a 17 corresponden ya a impregnaciones de lignito sobre calizas, margas y arcillas.

4.2 Tabla II

Esta tabla incluye los resultados de seis muestras de impregnaciones de lignito sobre calizas, correspondientes a un afloramiento situado al sur de Mequinenza ($41^{\circ}21,00''$ — $3^{\circ}59,10''$, Hoja E. 1:50.000 del Mapa Geológico de España número 415, Mequinenza).

TABLA I

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U (10^{-2})
		Re	U	Re	U	Re	U	
1	20	0,10	9	0,13	11	0,50	45	0,9
2	19	0,16	< 4	0,20	10	0,84	42	0,5
3	17	0,29	12	0,35	14	1,71	71	0,4
4	7	0,10	< 4	0,11		1,43	< 4	
5	38	0,51	7	0,82	11	1,34	18	0,1
6	16	0,22	5	0,26	6	1,37	31	0,2
7	37	0,83	8	1,32	13	2,24	22	0,1
8	32	0,39	22	0,57	32	1,22	69	0,6
9	86	0,26	17	1,86	121	0,30	20	0,7
10	95	0,20	62	4,90	1.240	0,21	65	3,1
11	62	0,54	22	1,42	58	0,87	35	0,4
12	74	0,52	15	2,00	58	0,70	20	0,3
13	77	0,35	23	1,52	100	0,45	30	0,7
14	71	1,40	21	4,83	72	1,97	30	0,2
15	77	< 0,03	11	< 0,03	48	< 0,03	14	
16	77	< 0,03	30	< 0,03	91	< 0,03	45	
17	78	0,25	20	1,14	91	0,32	26	0,8

TABLA II

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U (10^{-2})
		Re	U	Re	U	Re	U	
18	70	0,40	14	1,33	47	0,57	20	0,4
19	60	0,78	14	1,95	35	1,30	23	0,2
20	72	0,55	19	1,96	68	0,76	26	0,3
21	80	0,28	4	1,40	20	0,35	5	0,1
22	87	< 0,03	13					
23	91	0,46	9	5,11	100	0,50	10	0,2

4.3 Tabla III

Se recogen los valores correspondientes a muestras de lignito de la Mina Prevención, y pertenecientes a las tres capas principales en explotación.

Las muestras 27 y 28 corresponden a la capa «Baja» (247 m.) a unos 47 metros sobre el Ebro. Las 24, 25 y 26 pertenecen no a la capa principal, sino a capas adyacentes.

Las muestras 29 a 31 fueron tomadas en la capa «Alta» (260 m.). Realmente esta capa está formada por dos, con intercalaciones de arenisca mi-

céfera suelta y de margocalizas. Las muestras 30 y 31 son de dichas dos capas principales: la 29, corresponde a la misma capa que la 30, pero fue tomada en bocamina y, por tanto, está mucho más meteorizada que las otras dos que lo fueron a 150 metros de la entrada.

Las muestras 32 a 35 pertenecen a la capa «Más Alta» (290 m.). La muestra 32 se corresponde con la 33, pero fue tomada en bocamina, apreciándose en ella la presencia de azufre y caolinita. La 35 se corresponde con la 34, pero con algo más de yeso y más compacta.

TABLA III

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U 10 ⁻²
		Re	U	Re	U	Re	U	
24	23	0,56	17	0,73	22	2,43	74	0,3
25	23	0,27	16	0,35	21	1,17	70	0,6
26	44	0,10	5	0,18	9	0,23	11	0,5
27	37	< 0,03	9	0,07	14	0,11	24	0,2
28	13	0,05	< 4	0,57	< 4	0,38	15	0,4
29	39	0,27	8	0,44	13	0,69	21	0,3
30	24	0,06	4	0,80	5	0,25	17	0,7
31	20	0,07	7	0,87	9	0,35	35	1,0
32	67	0,15	12	0,45	36	0,22	18	0,8
33	75	< 0,03	17	< 0,03	68	< 0,03	23	
34	26	0,07	35	0,09	47	0,27	135	5
35	48	< 0,03	42	< 0,03	81	< 0,03	88	

TABLA IV

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U 10 ⁻²
		Re	U	Re	U	Re	U	
36	28	0,53	10	0,74	14	1,89	36	0,2
37	56	0,28	23	0,64	52	0,50	41	0,8
38	65	1,91	75	5,46	214	2,94	115	0,4
39	75	2,44	59	9,76	236	3,25	79	0,2

4.4 Tabla IV

En la tabla IV se incluyen los valores correspondientes a las muestras de lignito tomadas en la mina «El Pas».

Las muestras 36 y 37 pertenecen a la capa principal, mientras que las otras dos son de lignito en finas hiladas adyacentes a la capa principal.

4.5 Tabla V

Las muestras cuyos valores se recogen en la tabla V corresponden a la mina «Tres Amigos», que explota la Empresa Cloratita, S. A. Nos fueron suministradas por la propia empresa y son sólo de lignitos.

En el cuadro 1 se indica la localización de las muestras.

Las capas de lignitos explotadas pertenecen a los lignitos de Calaf y deben ser las mismas que las de Mequinenza.

En esta zona sólo se explotan dos capas casi contiguas y únicamente sólo la inferior, por ser de mejor calidad.

4.6 Tabla VI

Las muestras cuyos resultados se incluyen la tabla VI nos fueron suministradas por Carbones de Berga, S. A. y pertenecen a la mina «Coto Matilde» de la Cuenca de Berga.

Dicha cuenca, perteneciente al Garumnense, facies marina lacustre del Cretáceo, está formada por capas muy estrechas, constituyendo cuatro paquetes.

En el corte estratigráfico adjunto se puede observar la posición relativa y la naturaleza litológica de las muestras estudiadas.

TABLA V

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U (10 ⁻²)
		Re	U	Re	U	Re	U	
40	22	0,14	6	0,18	8	0,64	27	0,4
41	19	0,16	5	0,20	6	0,84	26	0,3
42	17	0,84	9	1,01	11	4,94	53	0,1
43	35	0,13	19	0,20	29	0,37	54	1,5
44	16	0,27	5	0,32	6	1,69	31	0,2
45	37	0,22	9	0,35	14	0,59	24	0,4
46	9	0,13	< 4	0,14	< 4	1,44	< 4	
47	11	0,20	< 4	0,22	4	1,82	35	0,2
48	37	0,20	25	0,32	40	0,54	68	1,3
49	23	0,23	7	0,30	9	1,00	30	0,3
50	14	0,23	5	0,27	6	1,64	36	0,2
51	9	0,19	5	0,21	5	2,11	55	0,3
52	12	0,20	4	0,23	5	1,66	33	0,2
53	23	0,23	28	0,30	36	1,00	122	1,2
54	28	0,27	5	0,37	7	0,96	18	0,2
55	9	0,25	5	0,27	5	2,78	56	0,2
56	27	0,24	13	0,33	18	0,89	48	0,5
57	44	0,13	28	0,23	50	0,30	64	2,1
58	21	0,53	11	0,67	14	2,52	52	0,2
59	21	1,50	15	1,90	19	7,14	71	0,1
60	9	0,82	5	0,90	5	9,11	56	0,1
61	9	0,40	< 4	0,44	< 4	4,44	23	0,6
62	16	0,50	6	0,60	7	3,12	37	0,1
63	20	0,16	< 4	0,20		0,80		
64	19	0,16	4	0,20	5	0,86	21	0,2
65	14	0,28	16	0,33	19	2,00	114	0,6
66	12	0,05	8	0,06	9	0,42	67	1,6
67	17	0,09	8	0,11	10	0,53	47	0,9
68	22	0,62	9	0,79	12	2,82	41	0,1
69	17	0,98	21	1,18	25	5,76	124	0,2

5. CONSIDERACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Mequinenza-Fayón

Los resultados incluidos en las tablas I a V, correspondientes a muestras de la Cuenca Mequinenza-Fayón, permiten hacer las siguientes consideraciones.

1.º) Apreciable enriquecimiento en Re y escaso en U.

Los factores máximos de enriquecimiento de Re y U, con respecto a la corteza terrestre, observados son:

- a) En muestras, 2.440 y 75, respectivamente.
 - b) En cenizas, 9.110 y 124, respectivamente.
- 2.º) El mayor grado de enriquecimiento ob-

servado no corresponde a las capas principales de lignito en explotación, sino a finas hiladas entre margocalizas.

3.º) Parece existir alguna relación entre el grado de enriquecimiento en Re y U y el material inorgánico asociado al lignito. Especialmente las margas parecen desempeñar un importante papel.

4.º) El grado de meteorización de las capas de lignito parece favorecer el enriquecimiento.

5.º) Aunque el grado de enriquecimiento de U es escaso, parece existir una estrecha relación entre los procesos de enriquecimientos de Re y U, puesta de manifiesto por la notable constancia de la relación U/Re (10⁻²), alrededor de 0,4.

6.º) Los hechos anteriores abogan por un proceso de enriquecimiento secundario (epigenético). Es posible que la presencia de minerales de Re y U en los materiales sedimentarios no carbonos-

TABLA VI

Muestra	Residuo fijo 550°C (%)	Muestra (ppm)		Carbón (ppm)		Cenizas (ppm)		Re/U (10 ⁻²)
		Re	U	Re	U	Re	U	
1	19	0,09	38	0,11	47	0,47	200	4,0
2	18	0,08	27	0,10	33	0,44	150	3,4
3	12	0,05	25	0,06	28	0,42	208	5,0
4	13	0,03	17	0,03	20	0,23	131	5,7
5	46	0,06	8	0,11	15	0,13	17	1,3
6		< 0,03	< 4					
7	11	0,04	4	0,04	5	0,36	36	1,0
8	19	0,03	< 4	0,04	5	0,16	21	1,3
9	6	0,04	< 4	0,04	< 4	0,67	18	0,3
10	7	0,04	5	0,04	5	0,57	71	1,2
11	16	0,06	9	0,07	11	0,38	56	1,5
12	11	0,04	9	0,05	10	0,36	82	2,3
13		< 0,03	11					
14	5	0,03	< 4	0,03	< 4	0,60	63	1,1
15	5	0,03	< 4	0,04	< 4	0,80	64	1,1
16	9	0,07	6	0,08	7	0,77	67	0,9
17		< 0,03	6					

sos, especialmente en margas y margocalizas, sea el origen de dicho proceso secundario de enriquecimiento. En estudios posteriores se intentará confirmar esta hipótesis.

5.2 Conclusiones generales

Hemos creído de interés establecer unas conclusiones generales, basadas no sólo en los resultados antes considerados y correspondientes a materiales sedimentarios de la Depresión del Ebro, sino también en aquellos de muestras de la Cuenca miocena de Granada, especialmente de Arenas del Rey, incluidos en dos publicaciones anteriores (1,2). Esta consideración conjunta permite también hacer resaltar las diferencias esenciales observadas en ambas cuencas, en cuanto a los enriquecimientos de uranio y renio.

1.ª) Apreciable enriquecimiento de Re en los lignitos de ambas zonas. El uranio se halla enriquecido principalmente en los lignitos de Arenas del Rey.

Los factores máximos de enriquecimiento, con respecto a la corteza terrestre, observados son:

Cuenca	Muestra		Cenizas	
	Re	U	Re	U
Arenas del Rey	860	75	2.280	200
Mequinenza-Fayón... ..	2.440	75	9.110	124

2.ª) En Arenas del Rey se observa una íntima asociación de dichos elementos con la materia carbonosa, influyendo en el enriquecimiento no sólo su contenido, sino también la potencia de la capa de lignito. En Calaf aparecen también asociados a la capa principal, esencialmente el Re.

En Mequinenza, por el contrario, dichos elementos se enriquecen fundamentalmente en finas hileras de lignito entre margocalizas.

3.ª) Es bastante uniforme la distribución de Re y U en los lignitos de Arenas del Rey, no apreciándose grandes variaciones regionales, en contraposición a lo que sucede en Mequinenza-Fayón.

4.ª) En ambas cuencas se han encontrado materiales sedimentarios poco o nada carbonosos, incluidos en la serie estratigráfica, fundamentalmente margas, enriquecidas en Re y U. Es posible la existencia de algún mineral de Re y U en dichos materiales, relacionado con los procesos de enriquecimiento de los lignitos.

5.ª) Los valores de la relación U/Re se mantienen, en general, dentro de límites relativamente estrechos para los lignitos de una misma cuenca. Esto indica, a nuestro juicio, la existencia de una íntima relación entre los procesos de enriquecimiento de Re y U.

6.ª) Diversos hechos observados, pero principalmente la uniforme distribución de Re y U en los lignitos de Arenas del Rey, su íntima asociación con la materia carbonosa y el tratarse de una cuenca muy reducida, con sólo una capa explota-

ble, abogan por un proceso sinérgico de enriquecimiento de dichos elementos en el lignito.

Por el contrario, dicho proceso debió ser epigenético en Mequinenza-Fayón una cuenca extensa, en la que la formación de los lignitos fue un proceso habitual con múltiples repeticiones verticales. En ella, no se observa una tan estrecha y uniforme relación entre las concentraciones de Re y U y la materia carbonosa, y la distribución de dichos elementos en mucho más irregular.

7.ª) Es de destacar el indudable interés que presentan los lignitos de Calaf, desde el punto de vista de su posible utilización como fuente de recuperación del renio, ya que su contenido es del mismo orden que el correspondiente a las molibdenitas de las que actualmente se beneficia dicho elemento.

Los lignitos de mayor concentración en Re de Arenas de Rey y Mequinenza no consideramos que puedan tener interés económico para la recuperación de dicho elemento, ya que forman capas de poca potencia y pureza. Sólo se justifica la extracción del Re como subproducto de la utilización del lignito como combustible.

El enriquecimiento de U en los lignitos estudiados no es suficiente, a nuestro juicio, para que pueda considerarse de interés económico.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) A. MARTÍN y L. GARCÍA-ROSELL: *Uranio y renio en rocas sedimentarias. I. Lignitos de Arenas del Rey (Granada)*. «Bol. Geol. y Min.», t. LXXXI, VI, año 1970 (603-613).
- (2) —: *Uranio y renio en rocas sedimentarias. II. Cuenca Miocena de Granada*. «Bol. Geol. y Min.», tomo LXXXII, I, año 1971 (65-69).
- (3) —, C. ELFALDE y F. ALBISU: *Determinación de renio por activación neutrónica en rocas sedimentarias*. Simposio sobre Aplicaciones de los Radioisótopos. JEN. Madrid (1967).
- (4) F. ALBISU: *Análisis radiométrico simultáneo de uranio, torio y potasio*. «Ensayos e Investigación», 1, (número 4), 25 (1966).

Recibido: 1-IV-70.

Presencia de vonsenita en la mina "Monchi", Badajoz (España)

por A. CUETO (*), C. RUIZ (*) y P. AREVALO (**)

RESUMEN

En el estudio de las paragénesis metálicas de la mina «Monchi» de Burguillos del Cerro (Badajoz), ha resultado de interés la aparición de un mineral del cual no hemos encontrado antecedentes en España.

En su estudio se han aplicado técnicas ópticas, químicas y de Rayos X, habiéndose llegado a la conclusión de que se trata de una Vonsenita, término extremo de la serie de los boratos de hierro y magnesio.

SUMMARY

Studying the metallic «paragenesis» present in the «Monchi» mine of Burguillos del Cerro (Badajoz) we have found the presence of a mineral which has not been found in Spain before.

In its study we have applied optical, chemical and X-ray technics and we arrived to the conclusion that the mineral is a Vonsenite, end member of the magnesium and iron borates series.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de un estudio de las paragénesis metálicas existentes en la hoja de Burguillos del Cerro (Badajoz), dentro del plan de investigación de hierro del S. W.

Hacemos este avance, pues dentro del estudio general que se está realizando, hemos considerado de interés citar la aparición de un mineral, del cual no se ha publicado nada sobre él en España.

El trabajo abarca tres partes: estudio microscópico por luz reflejada, análisis químico y estudio por difracción de Rayos X, con lo cual se ha podido llegar a la exacta determinación del mismo.

Con objeto de obtener el mineral completamente puro para el análisis químico y estudio por rayos X, se tuvo que hacer un previo reconocimiento de la forma de presentarse y de su relación con los asociados, y así determinar el tamaño de molienda necesario para su liberación total. El proceso de separación no fue laborioso dada su forma de presentarse (buenos cristales y de contactos netos y

rectos con los asociados); con una molienda de 0,5 mm., y magnéticamente se pudo aislar el mineral (foto 1). Se hizo luego el correspondiente recuento en probeta pulida y el porcentaje de granos no liberados resultó ser inferior al 2 %.

Situación geológica.

El mineral objeto de nuestro estudio ha sido hallado en la mina Monchi, enclavada en el contacto de las calizas cámbricas de la Sierra del Cordel, con las rocas de tipo granítico (sienitas, granodioritas, dioritas) del batolito de Burguillos del Cerro (Badajoz).

Reconocimiento de «visu».

En la metalización es un mineral que se encuentra en cantidad notable.

Se presenta en agregados fibrosos de aspecto sedoso, de color negro algo azulado, al ser triturado a polvo. Es ligeramente magnético y alterna con magnetita principalmente.

(*) Laboratorio de Petrografía y Metalogenia del IGME.

(**) Empresa Nacional Adaro y C. S. I. C.

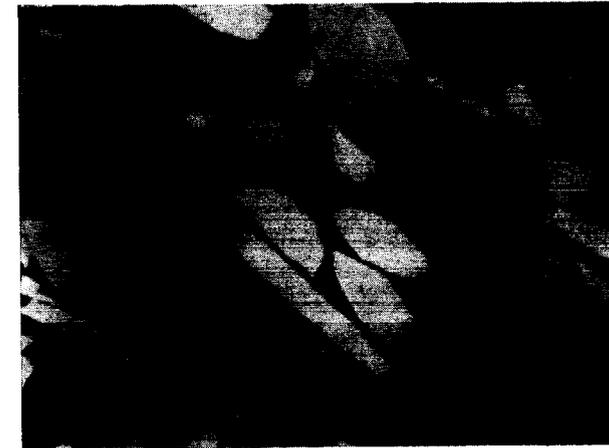


Fig. 1.—Concentrado de vonsenita; obsérvese la total liberación del mineral y su fuerte anisotropismo. Nícoles cruzados. × 135 aumentos.

ESTUDIO ÓPTICO

Al reconocerlo por luz incidente presenta buen pulido, exento de rayas.

Sus formas más características son bien tabulares (secciones *h k o*) o rómbicas (secciones *001*). Se encuentra agrupado formando agregados hipidioblásticos y alterna con bandas de magnetita.

Presenta una dureza de pulido próxima a la de magnetita, aunque ligeramente inferior, y superior a la de pirrotina.

Es fuertemente pleocroico (fig. 2) (sobre todo en aceite), varía de gris azulado a rosa. No se han observado reflexiones internas.



Fig. 2.—Vonsenita mostrando su enorme pleocroísmo. Nícoles paralelos. × 250 aumentos. Objetivo de inmersión en aceite.

El anisotropismo es intenso, varía de gris azulado a rojo anaranjado, observándose tonos naranja más vivos en las secciones prismáticas.

Los valores de reflectividad se han obtenido con microfotómetro multiplicador, utilizando un patrón artificial de Sr TiO₃ con Ro = 17,5 % (verde), Ro = 17,1 % (naranja) y Ro = 16,7 % (rojo) en aire.

Para determinar la reflectividad del patrón en aceite utilizamos la fórmula

$$R_1 = \left(\frac{n - n_1}{n + n_1} \right)^2 \cdot 100;$$

siendo *n*₁ el índice de refracción del aceite de inmersión, y *n* el índice de refracción del patrón artificial de Sr TiO₃. Los valores obtenidos fueron los siguientes:



Fig. 3.—Vonsenita (gris oscura) transformándose en magnetita (gris claro y junto a ganga (negro). Nícoles paralelos. × 250 aumentos. Objetivo de inmersión en aceite.

	Aire		Aceite	
	// a %	// c %	// a %	// c %
Verde...	12,5	14,0	2,5	4,0
Naranja ...	11,5	13,5	2,0	3,5
Rojo ...	10,0	13,0	2,0	3,0

La microdureza Vickers muestra un intervalo de variación comprendido entre 689-700.

Se han encontrado algunas secciones sustituidas por magnetita (foto 3), sobre todo marginalmente, lo que nos hace pensar en un zonado del cristal.

El mineral está prácticamente inalterado, aunque se ha visto alguna sección pasando a hematites (foto 4).

El mineral va asociado con magnetita (Fe₃O₄),

pirrotina ($FeS_{1,x}$), lollingita (Fe, Co, Ni) As_2 , bismuto, bismutina e ilvaita (liebrite), $CaFe_3(OH)(SiO_4)_2$, estos tres últimos en proporción inferior a los anteriores.

El mineral objeto de nuestro estudio es el primero en formarse entre todos los metálicos que constituyen la paragénesis.

La magnetita es el mineral principal que le acompaña (foto 5), y constituye con vonsenita una asociación listada o fajeada.

Algunos cristales de magnetita son pseudomórficos de vonsenita, presentando en este caso, un anisotropismo anómalo, que atribuimos a su forma de origen, a partir de vonsenita.

La pirrotina asociada al borato (foto 6) se presenta en pequeñas inclusiones de forma irregular, cuyos diámetros están comprendidos entre 0,036 milímetros y tamaños casi submicroscópicos.

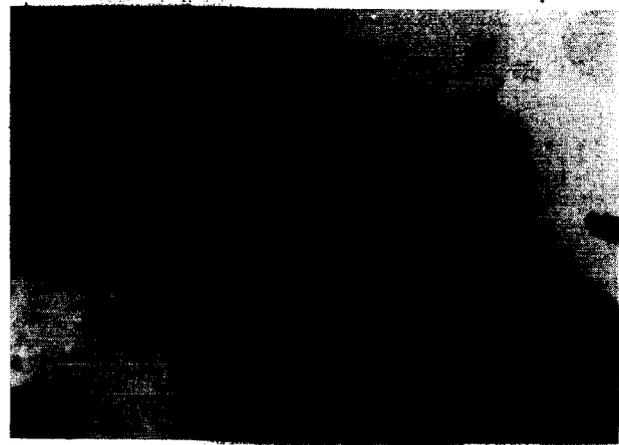


Fig. 4.—Formas rómbicas de vonsenita; uno de los cristales está transformándose en magnetita y alterado en hematites. Nícoles paralelos. $\times 250$ aumentos. Objetivo de inmersión en aceite.

La lollingita se presenta en bandas alternando con magnetita y el borato. Debido a su alto contenido en As (71,62 por 100), es un mineral nocivo para la magnetita; para poder separarla de este mineral y del borato sería necesario realizar moliendas inferiores a 1 mm.; a causa del elevado coste de este tipo de moliendas toda la magnetita asociada a lollingita se deshecha.

El bismuto y la bismutina (siempre unidos) se presentan en pequeña proporción incluidos en el borato.

La ilvaita es un mineral típico de los depósitos pneumatolíticos de contacto ricos en hierro, va íntimamente asociada al borato. Se localiza en vetas y se ha formado con posterioridad al mineral que estudiamos. Según Ramdohr, estos minerales

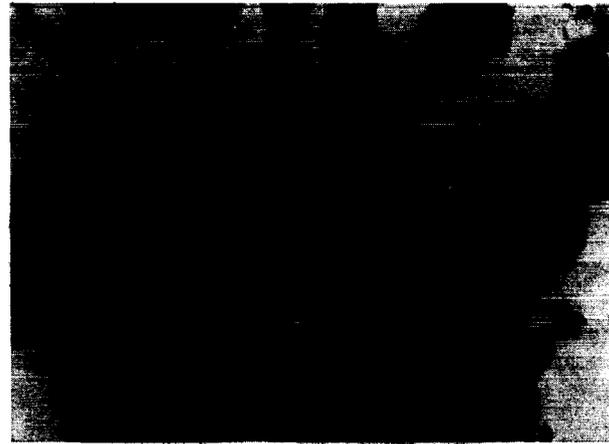


Fig. 5.—Vonsenita y magnetita; obsérvese el idiomorfismo de la vonsenita. Nícoles paralelos. $\times 135$ aumentos.

podrían confundirse por sus características ópticas; en nuestro caso particular se diferencian bien, pues al estar en contacto se observa claramente un mayor anisotropismo de la ilvaita con sus típicos colores anaranjados.

Por todas las características observadas en este estudio óptico, se llegó a la conclusión de que el mineral era un borato de la serie ludwigita-vonsenita.

Como ambos extremos de la serie no pueden diferenciarse en probeta pulida, se tuvo que completar este estudio con la deducción de la correspondiente fórmula química y el estudio por Rayos X.



Fig. 6.—Vonsenita junto a pirrotina (cristales blancos). Nícoles paralelos. $\times 250$ aumentos. Objetivo de inmersión en aceite.

ESTUDIO QUÍMICO

El mineral es soluble en HCl (1 : 1) dejando un pequeño residuo insoluble (3,27 por 100) formado por silicatos, cuarzo y magnetita. Este residuo insoluble, que coresponde a impurezas que acompañan al mineral, lo hemos analizado por separado para poder restar los valores correspondientes de CaO, MgO, TiO_2 , MnO, Fe_2O_3 y FeO, del análisis principal, como expresamos más adelante.

A pesar de ser el mineral fácilmente soluble en HCl, su alto contenido en Fe dificulta las determinaciones fotométricas, por lo que hemos procedido de la siguiente forma para la disolución de la muestra.

Nos hemos basado en la total volatilización del B en presencia de HF, quedando un residuo fácilmente atacable por $HClO_3$ y HF, que proporciona una solución totalmente incolora, que permite las determinaciones fotocolorimétricas.

Fe_2O_3

Como hierro total. Analizado fotocolorimétricamente por medio de 2-2' Dipiridilo, midiendo la extinción a 5,220 Å. Debido al elevado contenido en hierro de la muestra se han realizado varias determinaciones y tomado el valor medio. La curva patrón, empleando $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2 SO_4$ se ha hecho a intervalos con un 1 por 100 de diferencia.

FeO

Determinación con permanganato por el método clásico. Hemos tomado medidas especiales para evitar oxidación del hierro durante la pulverización, por sumersión en alcohol.

MgO

Método complexométrico. Erio T como indicador. pH = 10.

El elevado contenido en Fe de la muestra dificulta esta determinación, por lo que hemos tenido que hacer una previa extracción del mismo por medio de kupferron en cloroformo.

CaO

Método complexométrico. Indicador: ácido calconcarbaxílico (H H S N N) pH = 13.

MnO

Determinado fotocolorimétricamente como permanganato midiendo la coloración del mismo a 5,220 Å.

TiO_2

Midiendo la coloración amarilla a 4,000 Å, producida por una mezcla de agua oxigenada en medio ácido (sulfúrico y fosfórico).

H_2O^+

Método de Penfield, gravimétrico, pesando por diferencia el agua desprendida y condensada en el tubo de dicho autor.

B_2O_3

Su exacta determinación requiere la destilación de este elemento como metilborato en presencia de vapor de alcohol metílico. El destilado es alcalinizado con NaOH: $((OCH_3)_3 + 3 NaOH = Na_3 BO_3 + CH_3 OH)$, privado del alcohol metílico sobrante por nueva destilación, así como del posible CO_2 existente en las soluciones, y valorado finalmente como ácido bórico después de acidificado con HCl ($Na_3 BO_3 + HCl = NaCl + HBO_3$).

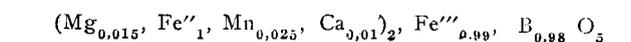
Los métodos seguidos para el análisis del residuo insoluble y que no entran en los componentes esenciales, pueden verse en Weibel (1961).

Análisis total de la muestra	Análisis del residuo insoluble	Análisis del mineral	Análisis del mineral llevado a 100 %	N.º de cationes en base de 5 oxígenos
B_2O_3 12,38	—	12,38	12,81	0,97
Fe_2O_3 30,09	0,40	29,69	30,72	0,99
FeO 54,20	0,36 (1)	53,84	55,69	2,00
MgO 0,74	0,24	0,50	0,50	0,03
CaO 0,42	0,34	0,08	0,08	0,02
MnO 0,30	0,10	0,20	0,20	0,05
TiO_2 0,02	0,02	0,00		
H_2O^+ 0,10	—			
Al_2O_3 0,05	0,05			
Na_2O 0,02	0,02			
K_2O 0,02	0,02			
SiO_2 1,72	1,72			
Totales 100,06	3,27	96,69	100,00	

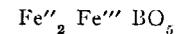
(1) Determinado como Fe total y calculado como Fe_3O_4 .

Se realizó una prueba semicuantitativa de Sn por absorción atómica habiéndose encontrado valores del orden 0,04 a 0,09 por 100.

Fórmula encontrada por el mineral en estudio.



Lo que corresponde a una vonsenita muy pura, y que prácticamente tiene por fórmula



Si se comparan estos resultados con los obtenidos por Leonard y Vlisidis en los depósitos de magnetita de Jayville se observa una gran similitud.

	Vonsenita de Burguillos del Cerro	Vonsenita de Jayville
B ₂ O ₃	12,81	13,37
Fe ₂ O ₃	30,72	30,14
FeO	55,69	54,04
MgO	0,50	0,56
CaO	0,08	0,00
MnO	0,20	0,28

ESTUDIO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Para comprobar la identidad de Vonsenita hemos hecho un diagrama de polvo por difracción de rayos X. Para ello se ha empleado un difractor Philips PW 1.050/25 del Instituto de Edafología. Radiación: Cu K α con discriminación de altura de impulsos.

Puede observarse la coincidencia de nuestro diagrama con el de la vonsenita estudiada por Leonard, procedente de Jayville, si se comparan los valores de los espaciados e intensidades que damos a continuación:

Vonsenita de Jayville		Vonsenita de Burguillos de Cerro	
I/I ₁	d Å	d Å	I/I ₁
50	5,16	5,18	50
14	4,73	4,75	16
10	2,753	2,803	18
100	2,580	2,579	100
25	2,372	2,371	25
25	2,171	2,184	16
18	2,074	2,083	5
18	1,937	1,940	10
14	1,602	1,596	9
18	1,538	1,540	16
14	1,507	1,499	21
14	1,499	1,497	14
10	1,403	1,404	50

Se han tomado solamente las intensidades a partir de 10.

Los espaciados 5,16, 2,58 y 2,372 de intensidades respectivas 50, 100 y 25 son características. La aparición de los picos 1.499 Å y 1.404 Å no presentes en Ludwigita, la diferencia de este mineral.

* * *

Estudiado el mineral como hemos visto empleando determinaciones de tipo óptico, químico y de Rayos X, llegamos a la conclusión de que se trata de vonsenita y muy similar a la de Jayville (Nueva York, EE. UU.).

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud al profesor Ramdohr por la determinación del mineral que se hizo en su laboratorio de Rayos X, después de haberse llegado a conocer que pertenecía a la serie ludwigita-vonsenita en el laboratorio de Petrografía y Metalogé- nia del IGME.

Agradecemos la ayuda recibida de D. Tirso Febrel y del Dr. Rausell-Colom, así como de todo el personal de los laboratorios de Espectrometría y Preparación de minerales del IGME.

BIBLIOGRAFÍA

ROSSO DE LUNA, I. y HERNÁNDEZ PACHECO, F. Hoja Geológica núm. 853. Burguillos del Cerro (Badajoz). (1955).
 SUMDELL, G. E.; BRIGHT, H. A., y HOFFMAN, J. I. *Applied Inorganic Analysis* (1959).
 WEILED, M. *Die Schnellmethoden der Gesteinsanalyse.* «Schweiz. Min. Petz. Mitt.», 41, 2 (1961).
 LEONARD, B. F. y VLISIDIS, A. C. *Vonsenite at the Jayville Magnetite deposits*, St. Lawrence County, New York. «Am. Min.», 46. 7-8 (1961).
 KLOCMANN-RAMDOHR. *Tratado de Mineralogía.* «Gustavo Gili, Sociedad Anónima» (1961).
 C. SCHOUTEN. *Determination tables for ore microscopy.* Elsevier publishing company. Amsterdam, New York, (1962).
 ARRIBAS, A. *Mineralogía y Metalogé nia de los yacimientos españoles de uranio: Burguillos del Cerro (Badajoz).* Estudios geológicos, vol. XVIII (1962).
 ASTM. *American Society for Testing Materials* (1963).
 RAMDOHR, P. *The ore minerals their intergrowths.* Pergamon Press (1969).
 AKIO TSUSUE y SHUNZO YUI. *Ore deposits of the Damaiishi and Noda. Tamagawa mines in the Kitakami plateau.*

Recibido: 22-II-1971.

INFORMACION

Noticias

ENERGIA

NUEVA CENTRAL ENERGETICA PARA ROTTERDAM

En Maasvlakte, al oeste de Rotterdam, será construida la central de energía más grande de los Países Bajos, la cual utilizará como combustible gas natural y gas de altos hornos. Este último gas proviene de la nueva acería Hoogovens-Hoesch. Contará con dos turbogeneradores de 500 MW.

ESTUDIO DE ENERGIA ATOMICA PARA PUERTO RICO

Se está llevando a cabo un estudio para la creación de un centro agroindustrial de energía nuclear para Puerto Rico.

Se agruparían en las regiones costeras de Puerto Rico diversas industrias alrededor de un reactor nuclear y una planta desaladora, todo ello combinado con una agricultura sumamente científica y mecanizada.

El Proyecto se realiza bajo los auspicios de la Comisión de Energía Atómica y el Ministerio del Interior de Estados Unidos, con participación de la Autoridad de Recursos Hidráulicos y la Autoridad de Acueductos y Cloacas de la isla.

Estos centros de energía nuclear podrían ser de interés para muchas regiones áridas del mundo, como partes de Australia, India, México y secciones de Estados Unidos. Además de suministrar energía y agua a costo bajo, podrían servir para extraer numerosos productos minerales y químicos del mar. Un complejo nuclear podría producir fertilizantes, aluminio, fósforo, cloro y amoníaco.

NUEVAS POSIBILIDADES DE ENRIQUECIMIENTO DEL URANIO

La separación parcial de los dos isótopos U 238 y U 235, se venía realizando hasta aquí casi exclusivamente con el compuesto gaseoso denominado hexafluoruro de uranio, ha-

ciéndolo atravesar grandes paredes porosas, siendo un poco más rápida la difusión a través de ellas del compuesto del isótopo ligero.

Actualmente se hallan en trance de desarrollo otros métodos, sobre todo el de la ultracentrífuga, a velocidades enormes de una mezcla de gas. La parte pesada se desplaza algo más hacia el exterior, ocurriendo lo propio con la tobera de separación, en la que un chorro de gas que sale por el orificio de una tobera es obligado a cambiar bruscamente de dirección, con un desplazamiento de la proporción de la mezcla.

Hace más de diez años, el Prof. Fritz Schultz-Grunow, de la Universidad Técnica de Aquitrán, propuso un nuevo método, que denomina procedimiento del disco disyuntor. Se basa en la termodifusión, pero además utiliza una corriente conductiva forzada, y ha vuelto a atraer el interés, habiéndose obtenido con él resultados muy halagüeños. Las investigaciones no están todavía tan avanzadas como para predecir que el disco disyuntor pueda convertirse en un competidor serio de otros procedimientos de enriquecimiento del uranio.

Dos investigadores, Müller-Arends y Zeibig, en el Instituto de Mecánica General de la Universidad Técnica de Aquisgrán, han expuesto una teoría perfeccionada de los procesos en el disco disyuntor, demostrando que los resultados de sus investigaciones han sido correctamente reproducidos por dicha teoría.

El disco disyuntor gira con relativa lentitud alrededor de un eje vertical y dentro de un receptáculo que lo rodea a muy poca distancia. Su función se basa más bien en la termodifusión, proceso difusor relacionado con un gradiente térmico, no cumpliendo el disco rotatorio más que con la misión de producir dentro del receptáculo una determinada corriente gaseosa. El recipiente se calienta a una temperatura superior a la del disco. De esta manera se pone en marcha una termodifusión que hace que la parte pesada del gas se desplace más hacia el disco, y la ligera, hacia el recipiente. El disco rotatorio da lugar a una corriente centrífuga que transporta a la parte pesada, enriquecida ya por la termodifusión, hacia el exterior, mientras que la ligera es atraída hacia el interior, esto es, hacia la proximidad del eje.

Con el disco disyuntor pueden ser fijados a voluntad dos parámetros: la diferencia de temperatura y el número de revoluciones. De esta manera se regulan independientemente la termodifusión y la corriente conductiva, pudiendo realizar así tanteos hasta obtener la combinación más favorable. El disco puede separar no sólo mezclas gaseosas, sino también de líquidos. En grandes instalaciones se consigue por esta razón un considerable ahorro de espacio.

Los ensayos, realizados sobre todo con los gases polisotópicos argón, oxígeno y metano (dos isótopos de carbono), han demostrado que con el disco pueden obtenerse factores muy aceptables de separación, al mismo tiempo que se logra una elevada producción de material.

ENERGIA NUCLEAR PARA LA DESALIZACION DEL AGUA

En un estudio realizado con el apoyo del Ministerio alemán de Ciencia y Educación se puso de manifiesto que las instalaciones de desalación de agua de mar con una capacidad mínima de 200.000 metros cúbicos diarios son interesantes, tanto para los países en desarrollo como para las naciones industriales. Para la desalación del agua pueden utilizarse también los reactores que actualmente proyectan y construyen empresas alemanas. Aprovechando el potencial de desarrollo todavía existente, los costes para la obtención de agua potable con la ayuda de la energía nuclear pueden competir perfectamente con los de otros procedimientos de desalación.

INVESTIGACION SOBRE LOS REACTORES REGENERADORES REFRIGERADOS CON GAS

Siete compañías, pertenecientes a seis países europeos, han fundado en Bruselas una asociación supranacional para realizar investigaciones sobre reactores regeneradores refrigerados por gas. La asociación utilizará para sus actividades las instalaciones de la firma, la «Belgonucléaire, S. A.» en Bruselas, y a ellas enviarán sus especialistas las demás compañías participantes, donde trabajarán a las órdenes de C. A. Rennie, antiguo director del proyecto «Dragón».

Las compañías firmantes de este acuerdo son la AB «Asea-Atom» (Suecia), la «Belgonucléaire, S. A.» (Bélgica), la «Brown Boveri/Krupp Reaktorbau GmH» y la «Gutehoffnungs-Hütte Sterkrade AG» (República Federal Alemana), la «N. V. Neratoom» (Holanda), la «Nuclear Power Group Ltd.» (Gran Bretaña), y la «Brown Boveri-Sulzer-Turbo-maschinen AG» (Suiza), se comprometen a financiarlo durante un plazo de dos años, susceptible de ser prorrogado.

HABRA EN 1975 UNAS 300 CENTRALES NUCLEARES

Se prevé que para el año 1975 habrá en el mundo unas 300 estaciones nucleares, con una capacidad total de

150.000 megavatios, en comparación con la capacidad actual de 20.000 megavatios. Este total aumentará hasta 320.000 megavatios en 1980, según el Prof. Iván Zheludev, de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) en Viena.

Indicó que el ritmo de crecimiento de instalaciones nucleares usadas en países en vías de desarrollo ha sido muy lento y sólo representará el 3 por 100 de la capacidad mundial en 1975.

Para ayudar a estos países a desarrollarse, se invitó a los especialistas de la IAEA para que concurrieran el pasado septiembre de 1969 a una conferencia para estudiar el estado de las centrales nucleares. Participaron en esta conferencia 72 representantes, procedentes de 35 países en su mayoría subdesarrollados.

Además de discutir los aspectos técnicos y económicos, la conferencia se ocupó de la manera de llevar a la práctica diversos programas de centrales nucleares, sistemas de reactores, ciclos de combustibles, reglamentos de seguridad, licencias y legislación. Igualmente estudió la aplicación de la energía atómica en plantas desaladoras y para la creación de complejos agroindustriales.

URANIO ENRIQUECIDO EN SUDAFRICA

El primer ministro de la República Sudafricana ha hecho pública la noticia de la construcción de una planta piloto (situada probablemente cerca de Johannesburgo) para la obtención de uranio enriquecido, basada en un «proceso original» desarrollado por científicos sudafricanos. B. J. Voster señaló que el único objetivo perseguido por su país mediante el desarrollo del citado proceso «consiste en la promoción de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear».

Hasta ahora, solamente cinco países (EE. UU., Gran Bretaña, Francia, Unión Soviética y la República China) disponen de instalaciones que les permiten producir combustibles para reactores y armas nucleares.

CARBON: COMBUSTIBLE PARA TURBINAS A GAS

En Alemania, la Lurgi Gesellschaft für Wärmeund Chemotechnik está construyendo una planta de turbinas a gas de 170 MW. Como combustible utiliza carbón parcialmente quemado bajo presión. El gas resultante acciona la turbina a gas y genera vapor para accionar una turbina a vapor. En la turbina Lurgi, serán alimentadas 76 toneladas de carbón por hora con cinco gasificadores, para rendir un total de 0,2 millones de metros cúbicos por hora de gas combustible. El carbón reacciona con una mezcla de vapor y aire en un gasificador, en la proporción volumétrica de 0,6 a 1.

Después de la gasificación, un combustor quema el gas. La eficiencia térmica de la turbina se evalúa en 36 por 100. El combustor genera 340.000 kg. de vapor por hora a 133 kg/cm.² y 500 °C., que se usa para accionar una turbina a vapor de 98 MW. Esta combustión de vapor y gas resulta

más económica que las centrales convencionales de igual tamaño.

ECONOMIA

CREACION DE UNA EMPRESA NACIONAL DE MINERIA PERUANA

El gobierno ha constituido una empresa minera, denominada «Minero-Perú», cuyo capital social de \$ USA 250 millones, ha suscrito en su totalidad. Su finalidad es el desarrollo de la industria minera del país, el fomento de la investigación tecnológica, la ejecución de los planes gubernamentales en el sector minero y la participación en cuantas operaciones industriales y comerciales tengan relación con la industria minera.

NACIONALIZACION DE EMPRESAS PETROLIFERAS ARGELINAS

Por decisión gubernamental han sido nacionalizados los intereses que las compañías norteamericanas Mobil Oil y Newmolt Overseas Petroleum Company poseían en Argelia.

ACUERDO ARGELINO CON LA ROYAL DUTCH SHELL

El Gobierno argelino ha llegado a un acuerdo con el grupo Royal Dutch Shell sobre el importe de la indemnización que habrá de ser abonada por la nacionalización de determinados intereses del grupo, concretamente inversiones en empresas petrolíferas radicadas en este país.

EXPLOTACION DE COBRE EN PERU

El Gobierno peruano, y una delegación belga, representante de un consorcio financiero, han firmado un acuerdo para la financiación de la explotación de los grandes yacimientos de cobre de Cerro Verde.

PROYECTO VENEZOLANO DE NACIONALIZACION DEL GAS NATURAL

El presidente de la República de Venezuela anunció la nacionalización del gas natural, comprometiéndose a llevar en su mensaje al Congreso en marzo, los procedimientos a seguir para el aprovechamiento de su riqueza natural. El gas representa una de las riquezas más grandes del citado país.

GEOLOGIA DEL PETROLEO PETROLEO EN EL MAR DEL NORTE

La firma «American Phillips Petroleum Co.», que forma parte de un consorcio al que pertenecen también el grupo

industrial belga «Petrofina» (30 %), la empresa francesa «Petronord» (28 %) y la italiana «Agip» (13 %), anunció el hallazgo de un campo petrolífero gigante cuyas reservas se calculan en más de 1.000 mills. de barriles en una zona del Mar del Norte, denominada Ekofisk, y situada a 200 millas de Aberdeen. Han señalado la posibilidad de que tal hallazgo tenga para Europa una mayor importancia política que económica, dados los problemas con que aquélla debe enfrentarse en otras zonas productoras.

El consorcio mencionado no iniciará la explotación comercial del campo de Ekofisk hasta no comprobar si su cifra de producción puede alcanzar los 200.000 barriles diarios.

MINERIA

MINERAL DE HIERRO DE BRASIL PARA JAPON

La Minerações Brasileiras Reunidas, asociada con Hanna Mining, ha concertado un contrato por 900 millones de dólares para suministrar 105 millones de toneladas de mineral férreo de ley alta a seis compañías siderúrgicas japonesas, durante un período de dieciséis años. Los embarques de mineral con un contenido de hierro de 65 por 100 comenzarán en tres años, alcanzando un nivel de siete millones de toneladas anuales. El mineral procede del Estado de Minas Gerais. El contrato necesita la aprobación del Gobierno brasileño.

CONDUCTO PARA EL TRANSPORTE DE MINERAL DE COBRE

Se está acometiendo en Indonesia la puesta en explotación de la mayor «montaña metálica del mundo», es decir, el yacimiento de «Ertzberg», situado a unos 3.700 metros de altura en las Montañas de Cartenz (West-Irian o Nueva Guinea Occidental). El yacimiento destaca en forma de colina de color rojizo y altura de 140 metros, tiene una profundidad de 400 metros y una sección de 300 x 200 metros, con una cubicación total de 30 millones de toneladas de mineral, y una ley de cobre del 2,5 por 100, además de considerables cantidades de oro y plata.

Se ha realizado durante el transcurso de los últimos años una prospección detallada del yacimiento, habiéndose redactado también el correspondiente plan de explotación, que prevé unas inversiones del orden de 120 millones de dólares.

El «Ertzberg» está situado a 120 kilómetros de la costa, en una zona de montaña alta, envuelta constantemente en niebla. El camino que conduce a él, a través de una zona totalmente virgen, consta de una pista que atraviesa a lo largo de 15 kilómetros una zona pantanosa de manglares y otra de pluvisilva tropical de 45 kilómetros, correspondiendo el resto a la zona de alta montaña.

La explotación comenzará con la parte sobresaliente para pasar a la parte inferior del mismo. Una vez transcurridos los primeros diez años, el resto del yacimiento —unos seis

millones de toneladas— será explotado en galerías. Durante casi un decenio, va a convertirse Indonesia en uno de los grandes productores de cobre del mundo, ya que estará en condiciones de explotar todos los años casi 250.000 toneladas de concentrados de cobre (unas 65.000 toneladas de metal puro), y cantidades no despreciables de oro y plata. Las dos terceras partes de estas cantidades irán a parar al Japón y el resto a una empresa de Hamburgo. En 1973 se habrá puesto fin a los trabajos preparatorios y podrá iniciarse la explotación de concentrados.

En las primeras fases de la explotación, el mineral será extraído mediante voladuras y el uso de excavadoras, pasando después a través de una cinta transportadora a una planta de trituración, situado 900 metros más abajo. En ella se reduce el mineral a finos menudos, se mezcla con agua y se transporta a través de un conducto de diez centímetros de diámetros hasta el puerto situado en la desembocadura del Tipoeka, con una capacidad diaria de 700 toneladas de concentrados. Este sistema de transporte de concentrados de cobre es posible que se utilice aquí por primera vez, aunque dadas las condiciones geográficas del yacimiento parece el método más racional.

OCEANOGRAFIA

RECURSOS MINERALES EN LOS MARES

La Unión Soviética y los Estados Unidos dedican desde hace varios años miles de millones de dólares a la exploración y explotación de los mares en busca de recursos minerales. Sólo EE. UU. invierte actualmente, con este fin, más de 20.000 mills. \$ por año (1,4 bills. de pesetas), procedentes de fondos estatales, y otros 2.000 mills. \$ (140.000 mills. de pesetas), aportados por el sector industrial privado. No se conocen las cifras de la URSS, pero se cree con seguridad que son también muy elevadas. Se sabe también que hay unos 1.000 barcos oceanográficos pertenecientes a diversos países, y que surcan continuamente los mares en busca de datos que faciliten la localización y explotación de estos recursos y el aumento de los conocimientos oceanográficos.

EL FONDO DEL MEDITERRANEO

El buque americano «Glomar-Challenger» ha estado tomando muestras del fondo del Mediterráneo en una campaña que ha durado desde el 13 de agosto hasta el 6 de octubre pasados. Estas muestras han demostrado que una gruesa capa de sal, cubierta por sedimentos muy recientes y alcanzando en algunos lugares 1.000 metros de espesor, se ha formado en toda la cuenca del Mediterráneo, hace cinco o seis millones de años, cuando este mar carecía de comunicación con el Océano Atlántico y sufría una intensa evaporación. Durante un período discontinuo de tal vez un millón de años, la concentración de sal impidió la vida de cualquier organismo en las aguas mediterráneas. Las discontinuidades

correspondieron a momentos de mayor humedad, en que se depositaron finas capas fosilíferas.

El aislamiento del Mediterráneo terminó bruscamente, de lo que son testigos nuevos sedimentos formados en aguas profundas. Todavía no puede explicarse bien esta invasión en la cuenca mediterránea por una gran masa de agua.

Parece que el Mediterráneo oriental sigue el camino de los mares Caspio y Aral y que, por tanto, quedará aislado en futuro lejano.

REUNIONES CIENTIFICAS

COMISION DE GEOGRAFIA APLICADA

Durante los días 22 al 26 de septiembre de 1970, tuvo lugar en Varsovia, una reunión de la Comisión de Geografía Aplicada, con motivo de la Organización de un coloquio por la Comisión de Geografía Aplicada de la Asociación Polaca de Geografía.

El Coloquio fue dedicado al estudio de las aplicaciones de la geografía en el campo del urbanismo. Las comunicaciones presentadas fueron agrupadas en la siguiente manera: a) los caracteres del medio físico en el cuadro del urbanismo; b) las funciones de las morfologías en las ciudades; c) la jerarquía de las ciudades en la red urbana; d) papel de los centros locales de las nuevas ciudades.

4.º SYMPOSIUM DE LA COMISION DE GEOGRAFIA APLICADA

Del 15 al 22 de julio se celebrará en Rennes (Francia), un symposium sobre la geografía y perspectivas a plazo largo. Este plazo quiere referirse a los quince años de 1985 al 2000.

Los temas a tratar son: Perspectivas de la evolución de la población a largo plazo, de la población activa y de los grandes sectores de actividad. Perspectivas de la evolución espacial a plazo largo, red urbana, morfología urbana, estructura del espacio rural. Incidencias en la geografía de la aplicación de las innovaciones tecnológicas, e investigaciones en las infraestructuras. Perspectivas de la evolución del ambiente, contaminación, nacimiento y protección de la naturaleza. Construcción de modelos geográficos regionales en relación con los diferentes sistemas económicos y políticos.

FUTURAS REUNIONES ANUNCIADAS POR LA UNION INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA

Conferencia regional Europea, en Budapest (Hungria), del 5 al 20 de agosto de 1971.

XIII Asamblea General y XXII Congreso Internacional de Geografía en Montreal (Canadá), del 10 al 17 de agosto de 1972.

Comisión de Geografía Aplicada, Rennes (Francia), del 15 al 22 de julio de 1971.

Comisión de los métodos Cuantitativos, Río de Janeiro (Brasil), del 5 al 9 de abril de 1971.

Comisión del Hombre y su ambiente en Budapest (Hungria), del 10 al 14 de agosto de 1971.

Geografía del Transporte, París (Francia), del 26 al 27 de noviembre de 1971.

Comisiones de los Servicios Geomorgológicos y Cartográficas, 4.ª reunión en Padova (Italia), del 22 al 25 de julio de 1971.

Comisión de los Aspectos regionales del desarrollo económico, Vitoria, Espiritu Santo (Brasil), del 11 al 17 de abril de 1971.

Segunda Reunión Espeleológica Internacional, en Atenas (Grecia), del 28 de agosto al 16 de septiembre de 1971.

REUNIONES PROGRAMADAS PARA EL AÑO 1971, DE LAS QUE TENEMOS NOTICIAS

Congresos Internacionales

Febrero 1-4: Segundo Symposium Internacional de Geología Artica en San Francisco (California).

Marzo 9-14: Coloquio Internacional de la explotación de los Océanos, Burdeos (Francia).

Marzo 30-2 abril: I Coloquio Europeo sobre Física de la Tierra de los Planetas, Reading (U. K.).

Marzo 31-6 abril: Symposium sobre la Biología del Océano Indico, Kiel (G. F. R.).

Abril 14-16: 6.º Coloquio de Geología Africana, Leicester (U. K.).

Mayo 3-7: Symposium Internacional de Lagos Artificiales, sus problemas y efectos ambientes, Knoxville, Tenn., (U. S. A.)

Junio 13-19: 8.º Congreso Mundial del Petróleo, Moscow (USSR).

Junio 19-2 julio: Planes provisionales para un curso de verano de crecimiento cristalino, Leiden (Holanda).

Julio 5-9: 3.ª Conferencia Internacional sobre crecimiento cristalino, Marsella (Francia).

Julio: 6.ª Conferencia Geológica del Caribe, Isla de Margarita (Venezuela).

Julio: Symposium Internacional de mineralización de oro en espacio y en el tiempo, Petroria (Africa del Sur).

Julio 19-25: 3.ª Conferencia Internacional de Palynología, Novosibirsk (USSR).

Julio 20-25: Congreso Geoquímico Internacional en Moscow (USSR).

Agosto 5-20: Conferencia Regional Europea de la Unión Geográfica Internacional, Budapest (Hungria).

Agosto 18-21: Conferencia Regional Asiática de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos, Tokio (Japón).

Agosto 18-24: XIII Congreso Internacional de Historia de las Ciencias, Moscow (USSR).

Agosto 21-22 Reunión de la Unión Geológica Internacional, Subcomisión de Estratigrafía del Carbonífero, Krefeld (G. F. R.).

Agosto 23-25: 34 Reunión Anual de la Sociedad de Meteoritos Tübingen (G. F. R.).

Agosto 23-26: Conferencia Internacional del Permiano y Triásico, Calgary (Alberta).

Agosto 23-28: 7.º Congreso Internacional del Carbonífero, Krefeld (G. F. R.).

Agosto 18-3 septiembre: 12 Congreso Científico del Pacífico, Camberra (Australia).

Agosto 23-11 septiembre: Congreso Internacional de Sedimentología, Heidelberg (G. F. R.).

Agosto 30-4septiembre: 8.º Congreso Internacional de la Asociación de Sedimentólogos, Heidelberg (G. F. R.).

Septiembre: 2.º Symposium Internacional de criaderos minerales de los Alpes, Slovenia (Yugoslavia).

Septiembre 6-9: Conferencia Internacional del Neógeno del Mediterráneo, 5 Sección, Lyon (Francia).

Septiembre 7-10: 5.ª Reunión Internacional de Geoquímica Orgánica Hannover (G. F. R.).

Septiembre 9-15: 8.º Congreso Internacional de Prehistoria y Protohistoria de las Ciencias, Belgrado (Yugoslavia).

Entre los Congresos que tienen carácter regional, figuran:

Canadá

Febrero 22-24: Symposium sobre el E Lejano del Canadá, Ottawa.

Mayo 13-18: Reunión anual de la Asociación Geológica de Canadá y de la Asociación de Mineralogía, Ontario.

Francia

Enero 14-15: Coloquio de la Geología de la Mancha, París.

Abril 5-7: Rocas Plutónicas en relación con los criaderos minerales, París.

Israel

Agosto 29-4 septiembre: Symposium de la Física de las tierras de labor y el agua y su tecnología, Rehovot.

Rhodesia

Septiembre: «Granito 71». Symposium de los granitos, génesis y origen de las rocas de Rhodesia, Salisbury.

España y Portugal

Septiembre 20-25: Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, Madrid y Lisboa.

U. A. R.

Noviembre 27-diciembre: 75 Aniversario del Servicio Geológico y Minero de Egipto. El Cairo

U. K.

Marzo 26: Estructuras de Arcillas Minerales, Londres.

Septiembre 7-11: Celebración del Centenario del Gran Instituto de Geología, Universidad de Edimburgh, Edimburgo.

U. S. A.

Febrero 26-4 marzo: Sociedad de Ingenieros de Minas, Celebración de la reunión anual, New York.

Marzo 25-27: Reunión anual de las Sociedades Sismológicas de América, Riverside (California).

Marzo 29-1 abril: Reunión anual de la Asociación Americana de Geólogos del Petróleo, Sociedad de Paleontólogos, Economistas y Mineralogistas, Houston (Texas).

Abril 13-16: Reunión anual de la Unión Geofísica Americana, Washington.

Abril 28-1 mayo: Reunión de la Geología de las Industrias Minerales, Playa de Miami (Florida).

Junio 16-17: Reunión de la Sociedad de Geólogos Economistas, Wyoming Trona.

Septiembre 22-24: Sociedad de Ingeniería de Minas, Seattle.

Septiembre 30-2 octubre: Sociedad de Geólogos Americanos, su tema principal, será los criaderos de cobre, Houghton (Michigan).

Noviembre 1-3: Sociedad de Geólogos Americanos, Reunión anual en Washington.

Noviembre 15-17: Reunión anual del Instituto Americano del Petróleo, San Francisco (California).

CARTA TECTÓNICA DE EUROPA

Durante los días 19 a 30 de enero de 1971, se reunió en París, patrocinada por la U. N. E. S. C. O. la Comisión de Redacción de la Carta Tectónica Internacional de Europa.

La Delegación española que participó en la misma, estuvo formada por los Doctores López de Azcona, Fontboté Musoles, Julivert Casagualda y Rey Jorissen.

Durante las sesiones, el Sr. Fontboté hizo una interesante exposición de las Cordilleras Béticas, y el Sr. Julivert, del Hercínico del N. de la Península Ibérica. Habiendo participado el Sr. Rey, en las reuniones referentes al Léxico.

Las resoluciones tomadas se refieren principalmente a la Leyenda y son las siguientes:

1.º El principio fundamental de la Leyenda, es distinguir cada ciclo orogénico (Alpino, Varisco, Caledónico, etcétera), por uno o varios colores.

Los complejos de rocas que han sufrido, durante un ciclo, una deformación de la misma edad, se diferenciarán por matices de los colores correspondientes. Estos complejos deben separarse obligatoriamente por discordancias mayores. Las molasas plegadas serán indicadas con el color correspondiente a la edad de deformación, las molasas no plegadas por el matiz más pálido del color correspondiente al ciclo respectivo. La reactivación tectónica será indicada en el seno de un mismo ciclo.

2.º Se distinguirá de una manera general sobre la carta, las cadenas ortogeosinclinales, con la posibilidad de separar, si los autores regionales lo consideran necesario, las zonas miogeosinclinales. Consideran muy útil para hacer esta distinción, matices de color a colores, pero realizarlo por otros métodos gráficos, cuando sea posible.

3.º Es necesario distinguir las zonas de tipo intermedio (Jurá, Provenza, Anti-Atlas, Ougasta, etc.) y representarlas, sea por colores, sea por bandas alternantes de colo-

res. En estas zonas es preciso representar la edad del plegamiento, la estructura tectónica y las cavidades molásicas con los mismos métodos que para las regiones orogénicas.

4.º Recomiendan recurrir a soluciones gráficas, para evidenciar mejor las zonas mayores rie rifts, y las aulago-

5.º Se decide distinguir la metamorfosis, utilizando los signos de la leyenda de 1969. La esquistosidad regional, el metamorfismo regional en general, las zonas de migmatización y las facies granulíticas.

6.º Se ha decidido representar los grandes macizos de Anortositas con un método gráfico apropiado, que puede ser parecido al utilizado para las intrusiones básicas. Cuando esto sea posible, se indicará la posición tectónica de estos macizos, así como las de otros macizos ultrabásicos.

Se insistió cerca de todos los miembros, que terminen la redacción y preparación de las maquetas de las zonas que le están encomendadas antes del 31 de marzo y el texto de la Memoria explicativa, durante el año 1971, ya que se espera disponer y poder presentar la segunda edición de la Carta Tectónica de Europa en escala 1:2.500.000, en el Congreso Geológico del Canadá de 1972.

Se acordó publicar una Memoria explicativa, de 1.500 folios en francés o inglés de esta segunda edición del Mapa Tectónico de Europa, costeada por la U. N. E. S. C. Los rusos propusieron y así se acordó, que su Academia de Ciencias hiciese una versión al ruso. El Sr. López de Azcona propuso y así se acordó también, se hiciese una versión al español libre de derechos, editada por la Comisión Nacional de Geología o el Instituto Geológico y Minero de España.

SEMINARIO SOBRE «INTRODUCCION AL PROYECTO Y CONSTRUCCION DE PLANTAS PETROQUIMICAS Y DE REFINO DE PETROLEO»

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid y organizado por la Cátedra de Construcciones Industriales, con la colaboración de la Cátedra de Tecnología Química General y de las Sociedades de Ingeniería «Heredia y Moreno, S. A.», y «Procospain, S. A.», y la Sociedad «Unión Explosivos-Riotinto, S. A.», se desarrolló del 18 de enero al 18 de febrero del año en curso, el Seminario sobre «Introducción al proyecto y construcción de Plantas Petroquímicas y de refino de Petróleos».

El acto inaugural previsto para dicho día 18 estuvo presidido por el Director General de Industrias Químicas, junto con el Director y Subdirector de la E. T. S. I. I. y profesores Miró y de la Sierra, de dicho Centro. La lección inaugural fue pronunciada por el Dr. Ingeniero Industrial don Rafael de Heredia, titular de la Cátedra de Construcciones Industriales y Presidente de «Heredia y Moreno, Sociedad Anónima» y «Procospain, S. A.».

En días sucesivos y hasta la fecha de clausura, 18 de febrero pasado, se desarrolló el temario correspondiente a dicho Seminario.

LAS VARIACIONES LUNARES Y LOS FENOMENOS GEOFISICOS

Durante los días 7 y 9 de agosto, de 1971, patrocinado por la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía, se celebrará un Symposium en Moscú.

Las comunicaciones solicitadas a los participantes, se agrupan en las siguientes Secciones: 1. Elección de los métodos de análisis en el estudio de los efectos lunares sobre el planeta Tierra. 2. Mareas lunares en los diferentes niveles de la atmósfera neutra. 3. Variaciones lunares en la Ionosfera. 4. Mareas geomagnéticas lunares. 5. Interacciones de las mareas oceánicas y terrestres con el campo geomagnético. 6. Influencia solar sobre los efectos lunares en los fenómenos geofísicos. 7. Efecto lunar no enlazado a las mareas, en geofísica.

Además de éstas, existirán otras siete Secciones para agrupar diversos trabajos: 1. Variación lunar sobre el campo geomagnético y los conjuntos de corrientes asociados; los parámetros ionosféricos, las corrientes telúricas; la electricidad en la troposfera. 2. Efectos lunares sobre la magnetosfera; el plasma; corriente de cintura. 3. Mareas atmosféricas lunares a todos los niveles y variaciones lunares asociados (vientos, temperatura, efectos de mareas y otros parámetros meteorológicos y comprendidos la composición y las propiedades ópticas). 4. Fenómenos de marea lunar en los océanos y en la superficie de las aguas. 5. Fenómenos geofísicos debidos a la luna (Sismología, Vulcanología y Glaciología). 6. Fricción debida a las mareas. 7. Modulación solar del fenómeno de marea lunar.

UNION INTERNACIONAL DE CIENCIAS GEOLOGICAS

La Unión Internacional de Ciencias Geológicas, está organizada de la siguiente manera:

Comisiones: Comisión de Geología Marina; Comisión de Meteoritos; Comisión de Estratigrafía, subdividida en Subcomisión de Estratigrafía del Precámbrico, Subcomisión de Estratigrafía del Cámbrico, Comité del Siluriano-Devoniano, Subcomisión de Estratigrafía del Carbonífero. Subcomisión de Estratigrafía del Gondwana, Subcomisión de estratigrafía del Jurásico, Subcomisión de Estratigrafía del Cretácico, Comité del Cretácico Superior (Maastriense), Comité de Estratigrafía del Mesozoico del Mediterráneo, Comité de Estratigrafía del Neógeno del Norte, Comité de Estratigrafía del Neógeno del Mediterráneo, Subcomisión de Estratigrafía del Cuaternario, Grupo de trabajo para correlación del Cretáceo y Cenozoico de los Depósitos marinos, Grupo de trabajo de la región ECAFE, Subcomisión de clasificación Estratigráfica, Subcomisión del Léxico de Estratigrafía, y Subcomisión de Geocronología; Comisión de Petrología; con una Subcomisión de Nomenclatura y Sistemática de las rocas ígneas; Comisión de Estructura Geológica; Comisión de Enseñanza de la Geología,

a nivel de Universidad; Comisión de Documentación Geológica; Comisión de promoción del Proyecto del Manto Superior; Comisión de Almacenamiento, Procesos Automáticos y Reintegración de datos geológicos; Comisión de la Historia de las Ciencias Geológicas; Junta Consultiva para Publicaciones; Comisión Inter-unión de Geodinámica.

Asociaciones: Están encuadradas en la Unión: Asociación Servicios Geológicos Africanos; Asociación Internacional de Hidrogeólogos; Asociación Internacional Mineralógica; Unión Internacional Paleontológica; Asociación Internacional de Sedimentología; Asociación Internacional para el estudio de las Arcillas; Asociación Internacional de Génesis de los criaderos Minerales; Comisión de la Carta Geológica del Mundo; Asociación Internacional de Geoquímica y Cosmoquímica; Asociación Internacional de Geología del Ingeniero; Unión Internacional de Investigaciones del Cuaternario; Asociación Internacional de Geología Matemática y Asociación Internacional de Planetología.

CONGRESO INTERNACIONAL DE GEOQUIMICA

Durante los días 20 al 25 de julio de 1971 se celebrará en Moscú el Congreso Internacional de Geoquímica. El tema básico será: «La Geoquímica de los procesos terrestres, con referencia particular en los aspectos físico-químicos de los procesos geoquímicos».

Las comunicaciones se agruparán en las siguientes Secciones: Procesos magmáticos, procesos hidrotermales, procesos metamórficos, y procesos sedimentarios.

ASOCIACION INTERNACIONAL DE VULCANOLOGIA Y QUIMICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Los grupos de trabajo, de esta Asociación, son: Mapa Vulcanológico del Mundo; Geofísica de los volcanes; Isótopos radiactivos y sus aplicaciones geofísicas; Vulcanología de las islas volcánicas del Atlántico Central; Problemas de vulcanismo submarino en relación con la geología submarina; Problemas de vulcanología y geoquímica en la Antártida; Problemas de vulcanología y geoquímica aplicadas a la planetología; Problemas relativos a la energía geotérmica.

UNION GEOGRAFICA INTERNACIONAL CONFERENCIA REGIONAL EUROPEA

La Unión Geográfica Internacional celebrará en Budapest una Conferencia Regional entre los días 5 y 19 de agosto de 1971.

Los títulos de las Secciones son: I. El hombre y su medio. II. Dinámica y pronóstico de la evolución del relieve en los diferentes tipos de regiones europeas. III. Desarrollo regio-

nal, planificación regional y medio geográfico. IV. Aspectos geográficos de la cooperación económica europea. V. Urbanización en Europa. VI. Cartografía temática. VII. Métodos y tareas de la enseñanza y de la formación geográfica en Europa.

Se celebrará una exposición de mapas económicos complejos y de Atlas Nacionales y Regionales.

Los coloquios previstos son: S₁. El Danubio; S₂. Morfogénesis cársica; S₃. Evolución superficial general; S₄. Loess; S₅. Tipología agrícola y hábitat rural; S₆. Factores económicos y naturales del desarrollo regional.

PRIMER COLOQUIO EUROPEO DE FÍSICA TERRESTRE Y PLANETARIA

Del día 30 de marzo al 2 de abril de 1971 se celebrará en Reading (Inglaterra), el I Coloquio Europeo de Física Terrestre y Planetaria.

Los términos a tratar son: El interior de los planetas (comprendida la estructura de la Luna), Atmósfera planetaria (neutra y cargada de electricidad), Procesos interplanetarios (comprendido la mecánica celeste, viento solar, la magnetosfera y los fenómenos de interacción).

CIBERNÉTICA

El 6.º Congreso Internacional de Cibernética organizado por la Asociación Internacional de Cibernética en Namur (Bélgica) del 7 al 11 de septiembre de 1970, ha obtenido un importante éxito. 175 conferencias y comunicaciones figuraron en su programa.

Este éxito es la consagración del esfuerzo desplegado por la Asociación desde su fundación en 1956, con miras de difundir y propagar la idea de la cibernética en el mundo.

La Asociación Internacional de Cibernética ha publicado los Actos de los cinco congresos precedentes: 1956, 1958, 1961, 1964 y 1967. Desde 1958 publica una revista trimestral: «Cibernética».

La suscripción de los Actos del 6.º Congreso queda abierta.

Se recuerda que la Asociación Internacional de Cibernética queda abierta a todos aquellos que se interesan al desarrollo y a la aplicación de la Cibernética. Adhiriéndose a ella participan a la corriente de pensamiento que se inscribe dentro de la perspectiva de la ciencia moderna.

Los que deseen convertirse en miembros de la Asociación Internacional de Cibernética, obtener los resúmenes de las comunicaciones del 6.º Congreso, suscribirse a los Actos de dicho Congreso o procurarse las publicaciones anteriores, pueden dirigirse a la sede de la Association Internationale de Cybernétique, Palais des Expositions, Place André Rijckmans, 5.000 Namur (Bélgica).

VARIOS

DESALACION DEL AGUA DE MAR

El profesor Arampato, de la Universidad federal de Nueva York, ha ideado un nuevo procedimiento para la desalación del agua de mar por un efecto magnético.

El sistema consiste en hacer pasar el agua de mar por delante de un manantial de radiación ultravioleta o de rayos Röntgen y, a continuación a través de los polos de un imán, con lo que los iones contenidos en el agua, que se supone han pasado a un estado de oxidación extraordinario por efecto de la radiación (por ejemplo, el Na + a Na ++, el Mg ++ a Mg +++ y el Ca ++ a Ca +++), son desplazados del eje del tubo. Un segundo tubo más delgado, interior y coaxial al anterior, recibe el agua desionizada y la saca del aparato.

Se calcula que con una velocidad de desplazamiento de 120 dm³/min., un agua conteniendo un 3,5 por 100 de sal común podría desionizarse en un 15 por 100. Se puede pensar, por tanto, en una instalación en la que el agua sea reciclada hasta quedar libre de todos sus iones.

AMINOACIDO DE ORIGEN INORGANICO EN LOS METEORITOS

La noticia, difundida recientemente por los medios informativos, según la cual la presencia de aminoácidos e hidrocarburos en el meteorito caído en septiembre de 1969 sobre territorio australiano confirmaba la existencia de vida fuera de nuestro planeta, ha sido desmentida por la NASA en una información complementaria que asigna a dichos aminoácidos e hidrocarburos un origen inorgánico.

En efecto, se sabe que los aminoácidos producidos por las células vivas son siempre levógiros, condición que les es impuesta por el factor selectivo presente en sus genes. En cambio, en una reacción química de origen no vital, en la que como es lógico falta dicho factor, los aminoácidos que de ella pueden resultar estarán constituidos por cantidades estadísticamente iguales de ambos isómeros (levógiro y dextrógiro). Pues bien, se ha comprobado que los aminoácidos encontrados en el meteorito en cuestión constan de iguales proporciones de estos dos isómeros.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los meteoritos suelen contener ocluidos, como gases comprimidos, hidrógeno, óxido y dióxido de carbono, nitrógeno, metano y cianógeno, y que estos elementos y compuestos pueden dar lugar a la formación de aminoácidos, hidrocarburos, etc., en las condiciones de intensa radiación que reinan en el espacio exterior.

EL «MAR MUERTO» DE NUEVA YORK

El llamado «Mar Muerto» de Nueva York se extiende a lo largo de 40 km. al sureste de Manhattan y 15 km. mar

adentro, consecuencia de la evacuación durante cuarenta años de las aguas residuales de la ciudad. Los lodos que allí van a parar anualmente proceden de las instalaciones clasificadas de desechos y las alcantarillas (3.8 mills. m.³ por año) y del dragado de los ríos y canales de la zona, para mantenerlos en estado navegable (6 mills. m.³ por año). Según ha manifestado el Laboratorio de Investigaciones Oceanológicas de Sandy Hook (Nueva Jersey), los estudios realizados demuestran que estos lodos están acabando con la flora y fauna de aquella zona costera, estimándose que, aunque cesaran inmediatamente las causas de destrucción, habría de pasar un decenio antes de que el mar volviera a estar limpio

LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS CON PETROLEO

El estudio de los problemas que origina la contaminación de las aguas por petróleo en los países de Europa occidental será abordado mediante la actuación de tres comisiones, recientemente creadas, que coordinarán los programas nacionales relativos a aquellos problemas. La primera de aquéllas, adscrita al «Institute of Petroleum» del Reino Unido, se ocupará de realizar estudios sobre la contaminación de aguas subterráneas y de corrientes superficiales. La segunda comisión, patrocinada por la «Unione Petrolifera», de Italia, examinará los problemas que plantea la presencia del petróleo arrojado al mar, y la tercera, subvencionada por la «Deutsche Gesellschaft für Mineralölwissenschaft und Kollochemie», de la República Federal Alemana, se ocupará de coordinar los trabajos realizados sobre la contaminación consecutiva al empleo de los equipos actuales en la industria del petróleo.

IMPACTO DE UN METEORITO EN WURTEMBERG

El 27 de agosto de 1970 apareció en nuestro cielo, a la una cincuenta horas un extraño fenómeno luminoso, que fue fotografiado por diez estaciones de la red fotográfica europea, montada por el Instituto Max Planck de Física Nuclear (Heidelberg), y visto también directamente, consistente en la caída de un meteorito de mayores proporciones que, al penetrar en la atmósfera, ardió y alcanzó aproximadamente el mismo brillo que la Luna.

Se ha comprobado que durante la trayectoria observada, la velocidad del meteorito pasó de los 24,5 kilómetros por segundo iniciales a 7,2. Poco antes de comenzar a brillar, el meteorito tenía que hallarse a una altura de 90 kilómetros. Su marcha se observa después hasta que llega a una altura de 30. A partir de este arco de su trayectoria se ha podido determinar ahora teóricamente con toda exactitud de qué órbita interplanetaria procede el meteorito y dónde ha tenido necesariamente que caer sobre la superficie terrestre en virtud del intenso efecto de freno de la atmósfera.

El meteorito, antes de penetrar en la atmósfera terrestre tuvo que describir una órbita marcadamente elíptica en torno al

Sol, con una periodicidad de 2,7 años entre la órbita de la Tierra y la de Marte alternativamente. Una posible explicación de su procedencia podría estar estrechamente relacionada con la historia de la Luna, al suponer, la Luna originaria como un planeta independiente del sistema solar cuya órbita pasó entre la Tierra y Marte. La órbita lunar originaria fue alterada de tal forma por los campos de gravedad de la Tierra y de Marte, que la Luna se aproximó a la Tierra y acabó siendo captada por el campo de gravedad de la misma. Las fuerzas que actuaron entonces sobre la Luna debieron ser tales que varios bloques mayores de rocas de la superficie lunar fueron lanzados al espacio, no siendo captados por la Tierra y moviéndose desde entonces independientemente en las proximidades de la antigua órbita lunar entre Marte y la Tierra.

El meteorito observado podría ser en virtud de las coordenadas de su órbita uno de esos bloques y, por consiguiente portador a la Tierra de rocas auténticas de la protoluna.

El Instituto Max Planck de Heidelberg lleva actualmente a cabo una amplia operación de búsqueda de fragmentos del meteorito. Según los cálculos de Ceplecha, el meteorito tiene que haber caído en un punto con las coordenadas 9,5 grados de longitud Este y 48,7 grados de latitud Norte, en las proximidades de la ciudad de Schorndorf (Wurtemberg).

HORMIGONERA QUE TRABAJA DENTRO DE MINA DE HIERRO

Un complejo para la producción y aplicación de hormigón está trabajando en forma continua día y noche, a 600 metros bajo la superficie de la tierra, en una mina de mineral de hierro, cerca de Morgantown, Pa., E. U. A.

Esta instalación subterránea es un sistema sobre seis ruedas para transportar, dosificar y mezclar los ingredientes del hormigón (arena, cemento, piedra machacada o grava y agua), descargando luego esta mezcla en el lugar donde se necesita.

El hormigón producido se usa para pavimentar y en la construcción de los cimientos de un extenso sistema transportador de mineral, así como para otros trabajos de construcción e inyección.

El equipo se transporta dentro de la mina en un camión de plataforma baja, después de haber sido desarmado en la superficie. Vuelve a ser armado en el nivel de 600 metros. Un taller situado a este nivel se ocupa del mantenimiento.

Los materiales se cargan en compartimentos separados, en el nivel mencionado. Los sacos de cemento se cargan sobre tarimas y bajan por el elevador de la mina.

La arena y piedra machacada caen por gravedad a través de tubos, llegando a dos grandes silos excavados en la roca y situados en forma que puedan descargar en el nivel. El equipo se mueve hasta los orificios de descarga para la carga simultánea de ambos tipos de agregados.

El operario hace la programación y ajusta los controles para producir diversas mezclas utilizadas en la mina después de la llegada al punto de entrega. El asentamiento del hormigón puede ser ajustado instantáneamente.

EDAD DEL HIELO DE LA ANTARTIDA Y DE GROENLANDIA

De acuerdo con los datos obtenidos por los científicos del «Us Army Cold Region Research and Engineering Laboratory», que han realizado bajo la estación científica «Byrd», de la primera, tiene una antigüedad de 70.000 años y de 100.000 el de «Camp Century», de Groenlandia. Estas determinaciones se llevaron a cabo mediante el cálculo de las relaciones de los isótopos del oxígeno O^{18} y O^{16} hallados en las muestras de hielo procedentes de los distintos niveles, cálculos que proporciona una medida de la temperatura reinante durante la formación de aquéllos.

VIGILANCIA VOLCANICA DESDE EL ESPACIO

En 1975 ó 1976 se realizaron desde el espacio una parte de las investigaciones geológicas alemanas y será puesto posiblemente en órbita el primer geosatélite alemán.

En 1969 encargó el Ministerio Federal de Educación y Ciencia un estudio en el que se está investigando el comportamiento espectral de los materiales naturales que cubren la superficie terrestre, tales como suelos, plantas y rocas no desintegradas.

Están considerando la posibilidad de evaluar mediante un computador las fotos obtenidas con una instalación «scan».

El dispositivo «scan», integrado por un sistema de imagen reticulada que deberá utilizarse en lugar de la cámara de televisión en color, prevista en principio, es el instrumento más interesante del satélite alemán. Lo componen un fotómetro y un radiómetro infrarrojo de nubes, así como un radiómetro de rayos infrarrojos para sondeos verticales. Estos tres grupos de instrumentos que apuntan hacia la Tierra constituyen la carga útil del proyectado geosatélite, que girará en torno a nuestro planeta a alturas que oscilen entre 500 y 600 kilómetros, y que suministrará informaciones durante un año. El satélite podrá suministrar día y noche fotografías de nubes y medir la distribución del hielo y el agua (observaciones que en las latitudes septentrionales tienen gran importancia para la pesca de altura y para la navegación), la temperatura de la superficie terrestre, sobre todo la estructura geológica, el recubrimiento —vegetal principalmente— del suelo y las variaciones estacionales que experimente dicho recubrimiento.

Esperan que la desigual irradiación térmica de las estructuras de la superficie terrestre, es decir, la radiación infrarroja, sea de gran interés desde el punto de vista diagnóstico geológico. Pero también otros sectores espectrales podrán aportar datos muy interesantes, de tal forma que la segmentación de las fotos obtenidas por el satélite en el mayor número posible de sectores espectrales será decisivo para el éxito del satélite.

La radiación infrarroja puede indicar diferencias de temperatura de solamente 0,2 grados celsius, de modo que desde

el satélite existe la posibilidad de captar procesos de calentamientos y enfriamientos, lo que permitiría establecer, por ejemplo, un servicio de vigilancia volcánica, ya que a las erupciones les precede siempre un calentamiento de la zona eruptiva. Los puntos de afloramiento del agua subterránea pueden reconocerse en las áreas de enfriamiento de la corteza terrestre; en cambio, los yacimientos de metales se señalan por el aumento de la temperatura del suelo, ya que por encima de esos yacimientos suelen desarrollarse procesos de oxidación provocados por el agua subterránea que contiene oxígeno atmosférico. Las diferencias de tamaño de los granos que integran los suelos sueltos (grava, arena gruesa y arena fina) también pueden apreciarse en el espectro infrarrojo. En los Estados Unidos se ha conseguido incluso identificar a distancias de varios kilómetros los minerales que integran una determinada roca mediante la determinación de su radiación infrarroja.

Las señales «scan» pueden transmitirse inmediatamente por radio a la Tierra en forma de señales electrónicas, divididas en un espectro múltiple con numerosos sectores, desde el infrarrojo hasta el ultravioleta.

El dispositivo «scan» consta en lo esencial de un espejo rotatorio que gira a una velocidad sincronizada con la de giro del satélite, el cual tiene una inclinación de 45 grados en relación con la superficie terrestre y que «trocea» en impulsos la luz que incide sobre él. Estos impulsos transmitidos por radio a la Tierra, se recomponen donde de manera parecida a como ocurre en un regrabador de vidrio para constituir una imagen analógica.

MAPA DE LA SUPERFICIE LUNAR

Un enorme mapa de la superficie de la Luna, fruto de casi quince años de investigación, constituye el punto de atracción de una exposición de mapas y fotografías lunares que se ha celebrado en Manchester. El gigantesco mapa en cuestión ha sido confeccionado por un grupo de investigadores de la Universidad de Manchester dirigido por el Prof. Kopal, jefe del Departamento de Astronomía, que logró crear una técnica capaz de permitir la preparación de mapas tridimensionales de la superficie lunar, y ayudó a transformar en posibilidad práctica el viaje a la Luna de la astronave «Apolo 11». El mapa está formado por 70.000 fotografías separadas, tomadas en distintas ocasiones, y representa el mayor reconocimiento fotográfico lunar hasta ahora efectuado desde la Tierra.

VARIOS

PLANTA DE FENOL DE USS CHEMICALS

Una nueva planta capaz de producir más de 90 millones de kilogramos de fenol sintético y más de 48 millones de kilogramos de acetona por año ha sido inaugurada en Haverhill, Ohio. Es la primera planta de la USS Chemicals Div., U. S.

Steel Corp., dedicada a la producción de fenol sintético. La división ya había venido produciendo fenol natural durante treinta años.

La USS Chemicals utiliza el proceso del cumeno, de una sola vía, para producir el fenol. La acetona es un producto enteramente nuevo para la compañía, y se produce simultáneamente durante el proceso.

Las expediciones de fenol desde Haverhill será hechos por vagones cisterna, camiones-tanques y barcasas.

MEDICION ABSOLUTA DE LA ACELERACION DE LA GRAVEDAD

El Instituto de Metrología «Gustavo Colonnetti», de Turín, dependiente del Consejo Nacional de Investigación con la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, tiene en su estudio un dispositivo para la medida absoluta de la aceleración de la gravedad. Basado en el método de las dos estaciones situadas en la trayectoria de un cuerpo dejado caer desde una altura y sometido tan sólo a la fuerza de la gravedad, el dispositivo consiste en que el cuerpo que se lanza es uno de los espejos de un interferómetro de Michelson, en el que se utiliza como fuente luminosa un láser de gas estabilizado con una radiación de longitud de onda rigurosamente constante, que constituye el patrón de longitud necesaria para la medida.

La medida se realiza contando el número de franjas de interferencia del cuerpo entre las dos estaciones, y midiendo el tiempo que emplea en recorrer esta distancia mediante un oscilador de cuarzo de gran estabilidad. La influencia del rozamiento del aire no afecta al método de medida adoptado. Las partes mecánica y óptica del instrumento se construyen actualmente en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas de Sèvres, mientras que la parte electrónica se encuentra sometida a experimentación en el Instituto de Metrología.

GAS NATURAL SINTETICO A PARTIR DE GAS DE CIUDAD

El descubrimiento de los yacimientos de gas natural en el Mar del Norte y en Slochteren (Holanda), con su consiguiente explotación y distribución a consumidores, tanto domésticos como industriales, ha planteado un serio problema a las instalaciones tradicionales de fabricación de gas combustible procedente de hornos de coque o de la reformación de naftas. El gas de origen industrial no puede competir con el gas natural que, por su potencia calorífica, peso específico y velocidad de propagación de la llama, se ha ganado el mercado, tanto en el Reino Unido como en los restantes países que consumen el gas natural procedente de dichos yacimientos, esto es, en Holanda, Bélgica y la República Federal Alemana.

Si las industrias del gas de ciudad quieren continuar la explotación de sus instalaciones no tienen más solución que proporcionar a los consumidores un gas de características

análogas a las del gas natural, esto es, conseguir un gas natural sintético.

El gas natural encontrado en el norte de Europa tiene una composición en volumen de aproximadamente el 81,7 por 100 (el Slochteren) al 95 por 100 (el Mar del Norte) de metano; del 2,7 por 100 al 5,3 por 100 de etano y del 1,2 por 100 al 14 por 100 de nitrógeno. Por ello, para transformar los gases industriales en gases de composición análoga a la de este gas natural se precisa en primer lugar de una instalación de hidrogenación para reducir la proporción de carbono/hidrógeno de los hidrocarburos disponibles a la propia del metano. Otras características importantes del gas natural que hay que conseguir son una potencia calorífica de unas 1.000 Btu/ft³ (9.000 kcal/m³), un peso específico de 1.360 (Wobbe) y una velocidad de propagación de la llama elevada (14,0 Weaver).

CRITALES DE TELURURO DE CADMIO

Unos cristales de telururo de cadmio han sido obtenidos por Tyco Laboratories en impecables lingotes hasta de 15 centímetros de largo por 1,5 centímetros de diámetro. Este desarrollo podría resultar en la producción de instrumentos de costo bajo y resistentes a la temperatura para mediciones nucleares, para uso por las industrias petroquímica, aeroespacial y médica. Según la Tyco había sido imposible hasta ahora producir telururo de cadmio de pureza semejante. El compuesto resiste la radiación gamma de energía alta y es más sensible que el tubo Geiger-Müller o un destelleómetro de igual tamaño. Una posible aplicación inicial sería en la industria química para medir el volumen de materiales en movimiento continuo bajo condiciones de temperatura extrema.

CUBILOTE ECONOMICO Y DE FACIL CONTROL

Un cubilote modificado, en la fundición Monongahela, es de operación más económica y fácil control, resultando un hierro con reducido contenido de fósforo. No contamina la atmósfera, como suelen hacerlo otros hornos de cubilote. El cubilote se está sometiendo a pruebas en una división de la Combustion Engineering, Inc., habiendo sido proyectado por la Casting Materials Co. Ambas firmas están negociando un convenio para la manufactura y venta.

En este cubilote se utiliza un soplador para forzar aire precalentado en la cámara superior del horno, creando así un fuerte flujo descendente de aire. La fusión ocurre en la cámara, y el metal fundido baja a través de una zona reductora. El resto del material combustible se quema en un crisol, donde pasan a continuación los metales y gases. El paso del metal fundido a través del horno de cok produce una acción de lavado sobre los gases. Parte de éstos son absorbidos por la capa de escoria. Los gases limpios pasan entonces a través de un recuperador Hazen. Después se recalcientan y son enviados por el soplador a la cámara superior.

**CHIMENEA MUY ALTA
CONTRA CONTAMINACION**

Una chimenea que se eleva hasta 400 metros sobre el nivel del suelo es el método escogido por una compañía para dispersar los gases sulfurosos residuales producidos por las fundiciones. La construcción de esta chimenea ha comenzado en el complejo de fundición de la International Nickel Co. of Canada, Ltd., en la localidad de Copper Cliff, Ontario, Canadá. Cuando esta estructura, valuada en 5,5 millones de dólares, quede terminada el año que viene, excederá en altura al Empire State de Nueva York. Los gases residuales serán descargados en la cima a altas velocidades y temperaturas. A esa altura, se cree que los gases nocivos quedarán debidamente dispersados.

El diámetro exterior de la chimenea es de 39 metros en la base, y se irá reduciendo hasta 16 metros en la punta. Las paredes, de acero reforzado y hormigón, tendrán 3,30 metros de espesor en la base y se irán reduciendo hasta 1,25 metros en la punta.

**PLANTA TERMICA CON
AGUA MARINA**

Las calderas de una central térmica en la Unión Soviética pueden usar el agua de mar como fuente de vapor. La central se halla en Krasnovodsk en la costa Este del Mar Caspio. El agua de mar se somete primero al intercambio iónico para separar el calcio y magnesio antes de entrar en las calderas. Usando agua de mar, se informa que los costos de combustible son menores. La central suministrará la energía para una planta desaladora que se está erigiendo en la proximidad.

**INCLINACION DE LA CIUDAD
DE ABERDEEN**

La ciudad de Aberdeen, en la costa oriental de Escocia, se inclina cuando hay una gran marea en el Mar del Norte, por aumentar en su orilla el peso del agua. El edificio en que está instalado el Departamento de Ciencias de la Naturaleza en su Universidad, también se inclina de cuando en cuando, a causa del calor del Sol. Los movimientos son minúsculos, y con ayuda de la micrometría de capacitancia —indicadora de los minúsculos cambios cuasados por los movimientos en las distancias entre las placas de una capacitancia eléctrica—, se pueden detectar y medir movimientos de menos de una diezmillonésima de centímetro (10⁻⁸ m.).

Se pueden usar los mismos procedimientos para detectar fluctuaciones de la gravedad terrestre, debidas al cambio de posición de la Tierra, la Luna y el Sol, aunque esas fluctuaciones son de una dos partes entre cada 10 millones 15.10⁻⁷. Los mismos métodos se emplean para registrar atracciones terrestres semejantes a las mareas, terremotos y ondas de presión atmosférica y las causadas por explosiones nucleares.

**COLADA CONTINUA DE
ACERO CON ALUMINIO**

Ha sido desarrollado un sistema comercialmente práctico para colar tocho de acero con aluminio, gracias al esfuerzo cooperativo de cuatro grandes fabricantes de acero en Estados Unidos: Bethlehem Steel Corp., Republic Steel Corp., Inland Steel Co. y Youngstown Sheet & Tube Co. El sistema elimina los problemas de una boquilla obstruida en la artesa de colada y la acumulación de inclusiones no metálicas, dificultades confrontadas en los esfuerzos anteriores para colar continuamente acero. Se obtuvieron velocidades de colada de 84 pies por minuto con un desbaste plano de 8 x 37 pulgadas. El promedio era de 70 pulgadas por minuto, o sea 175 toneladas por hora.

**PROGRAMA DE FERTILIZANTES
EN COREA**

Para lograr la autosuficiencia en fertilizantes, la República de Corea ha adoptado un programa de construcción de plantas de fertilizantes y fosfatos.

La República ya ha invertido 15.500.000 dólares en plantas para manufactura de fertilizantes de potasio y fosfatos. Se planea otro complejo para amoníaco y fertilizantes, valuado en 33 millones. El programa prevé una capacidad anual de 65.000 toneladas de fosfatos y 155.000 toneladas de potasa para servir de abono para arroz, cebada, papas, etcétera. También aumentará la cosecha de trigo en 110 por 100, la de arroz en 29 por 100 y la de cebada en 36 por 100.

EL SODIO-POTASIO LIQUIDO

El par metálico de sodio-potasio líquido (NaK) es el agente usado en un sistema de termotransferencia de alta temperatura desarrollado por la Mine Safety Appliances Co. (230 North Braddock Ave., Pittsburgh, Pa., E.U.A. 15208). Según indica la compañía, el NaK es líquido a presión atmosférica de 0 a 60° C y por consiguiente elimina el costoso ensuciamiento de las superficies transferentes. Además la alta capacidad de transferencia calórica de la aleación permite el diseño de intercambiadores térmicos pequeños, que ahorran espacio y costos en equipos. El sistema de la Mine Safety utiliza bombas y flujómetros pero no tiene piezas móviles, presastopas ni sellos.

**LOS DERRAMES DE
PETROLEO EN EL MAR**

Los derrames de petróleo en el mar son recogidos por un dispositivo en una embarcación, devolviendo agua marina limpia. El sistema está formado por dos barcos con aguilones flotantes de 150 metros, dispuestos en una V, que recogen el petróleo en un espumador flotante. La mezcla

de petróleo y agua entra en una centrífuga que separa el petróleo y lo descarga en unos tanques remolcados detrás de los barcos. El agua de mar limpia se descarga entonces en el océano. El dispositivo permite elaborar un mínimo de 95.000 litros de petróleo y agua por hora, o sea una superficie de 128 acres por hora.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

Productos	Mercados y metales	Precios contado	
		11-11-70	4-11-70
Aluminio	Londres: Bruto 99 %, £ por Tm.	257,20	257,20
	París: Primera fusión, 99,50-99,60 %, francos los 100 kg.	337	337
Cinc	Londres: £ por Tm.	121,375	117,625
	París: Electro o refinado, 99,95 %, francos los 100 kg.	185	195
Cobre	Londres: Barras, £ por Tm.	460	458,50
	París: Primera fusión, barras 99 %, francos los 100 kg.	622	616
Estaño... ..	Londres: £ por Tm.	1.509,50	1.514,50
	París: Refinado, francos los 100 kg.	20,59	20,71
Mercurio	Londres: £ por frasco de 76 libras	148	148
Niquel	Londres: 99 %, £ por Tm.	1.246,50	1.246,50
Plomo	Londres: £ por Tm.	117,125	117,625
	París: Dulce, sin refinar, en barras, 99,9 %, francos los 100 kg.	162	162
Volframio... ..	Londres: Chelines por Tl.	500	548,50

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
43	2.780	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuadas las radiactivas, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de La Coruña.
43	2.780	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuadas las radiactivas, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Orense y Pontevedra.
43	2.780	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuadas las radiactivas, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Zamora.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
43	2.781	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para minerales de espato flúor en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Navarra y Guipúzcoa.
43	2.781	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales de espato flúor en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Gerona y Barcelona.
43	2.781	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para minerales de plomo-cinc en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Toledo.
43	2.781	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica en la provincia de Salamanca.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Salamanca.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Badajoz, caducando los permisos de investigación minera que se citan.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Ciudad Real, otorgando la concesión de explotación minera que se cita.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, cancelando el permiso de investigación minera que se cita.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cuenca, otorgando las concesiones de explotación minera que se citan.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Granada, otorgando las concesiones de explotación minera que se cita.
43	2.782	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Guadalajara, otorgando la concesión de explotación minera que se cita.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, cancelando el permiso de investigación que se cita.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, cancelando los permisos de investigación minera que se citan.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Hueva, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Lugo, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, caducando el permiso de investigación minera que se cita.
43	2.783	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, cancelando los permisos de investigación minera que se citan.
43	2.784	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, cancelando los permisos de investigación que se citan.
43	2.784	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, cancelando los permisos de investigación minera que se citan.
43	2.784	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, otorgando la concesión de explotación minera que se cita.
43	2.784	19-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Teruel, otorgando los permisos de investigación minera que se citan.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
46	2.988	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Orense.
46	2.988	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Cáceres.
46	2.989	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados las radiactivos, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Cáceres y Salamanca.
46	2.989	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cádiz, otorgando el permiso de investigación que se cita.
46	2.989	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Ciudad Real, otorgando los permisos de investigación que se citan.
46	2.990	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, otorgando el permiso de investigación minera que se cita.
46	2.990	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cuenca, otorgando los permisos de investigación minera que se citan.
46	2.990	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Lugo, otorgando los permisos de investigación minera que se citan.
46	2.993	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Madrid, otorgando los permisos de investigación minera que se citan.
46	2.993	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Salamanca, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
46	2.993	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Salamanca, cancelando el permiso de investigación minera que se cita.
46	2.993	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Santander, cancelando el permiso de investigación minera que se cita.
46	2.993	23-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Segovia, otorgando los permisos de investigación minera que se citan.
47	3.081	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Guipúzcoa, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
47	3.081	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Hueva, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
47	3.078	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Jaén, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
47	3.078	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
47	3.079	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando la caducidad de la concesión explotación minera que se cita.
47	3.079	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Madrid, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
47	3.079	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
47	3.081	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Palencia, publicando la rehabilitación de las concesiones mineras de explotación que se citan.
47	3.081	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Segovia, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
47	3.081	24-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Sevilla, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
48	3.150	25-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Albacete, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación que se citan.
49	3.235	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de La Coruña.
49	3.236	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Albacete, publicando el otorgamiento de las concesiones de explotación que se citan.
49	3.237	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación que se citan.
49	3.238	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Murcia, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación que se citan.
49	3.238	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Palencia, publicando la rehabilitación de las concesiones de explotación que se citan.
49	3.238	26-II-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Zamora, publicando el otorgamiento del permiso de investigación que se cita.
54	3.600	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de explotación, para minerales de aluminio, en los perímetros de las provincias que se citan.
54	3.601	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación, para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de La Coruña.
54	3.601	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Teruel y Castellón.
54	3.601	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de León, publicando el otorgamiento del permiso de investigación que se cita.
54	3.602	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
54	3.603	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Sevilla, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación que se citan.
54	3.603	4-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Barcelona, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
55	3.679	5-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permiso de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Tarragona.
56	3.771	6-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Salamanca.
56	3.771	6-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				radiactivos, carbón e hidrocarburos en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Ganada y Málaga.
56	3.771	6-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
56	3.772	6-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Pontevedra, publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
58	3.888	9-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Lugo, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
58	3.888	9-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Orense, publicando el otorgamiento del permiso de explotación minera que se cita.
58	3.889	9-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Pontevedra, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
59	3.976	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación, para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en las provincias de Orense y Zamora.
59	3.976	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Albacete, publicando el otorgamiento del permiso de explotación minera que se cita.
59	3.976	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Avila, publicando el otorgamiento del permiso de explotación minera que se cita.
59	3.976	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Burgos, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
59	3.976	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cáceres, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
59	3.977	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Jaén, publicando el otorgamiento de los permisos de explotación minera que se citan.
59	3.977	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de León, publicando el otorgamiento de las concesiones de explotación minera que se citan.
59	3.977	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Murcia, publicando la caducidad de los permisos de explotación minera que se citan.
59	3.977	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Navarra, publicando el otorgamiento de los permisos de explotación minera que se citan.
59	3.978	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Palencia, publicando la rehabilitación de la concesión de explotación minera que se cita.
59	3.978	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Salamanca, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
59	3.978	10-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Valencia, publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
60	4.047	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Badajoz.
60	4.047	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Huelva.
60	4.048	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Minas, anunciando concurso para la adjudicación de la investigación posible, explotación en áreas de varios bloques correspondientes a la reserva a favor del Estado de sales potásicas denominada «Zona Catalana», en las provincias de Barcelona y Lérida.
60	4.048	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Avila, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
60	4.048	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Castellón, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
60	4.049	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
60	4.049	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
60	4.049	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
60	4.049	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se citan.
60	4.049	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, publicando el otorgamiento de permiso de explotación minera que se cita.
60	4.050	11-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Santander, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
61	4.130	12-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Avila, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.
66	4.504	18-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Salamanca, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
65	4.426	17-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Teruel, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
69	4.623	22-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
70	4.691	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Badajoz, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
70	4.691	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Barcelona, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
70	4.691	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cáceres, publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
70	4.692	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Granada, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Huelva, publicando el otorgamiento del permiso de explotación minera que se citan.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Lugo, publicando la caducidad de las concesiones mineras que se citan.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando el otorgamiento del permiso de investigaciones minera que se cita.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Murcia, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se cita.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Santander publicando la caducidad de la concesión de explotación minera que se cita.
70	4.693	23-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Salamanca, publicando la caducidad de las concesiones mineras que se citan.
72	4.850	25-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Granada, publicando la cancelación del permiso de investigación minera que se cita.
72	4.850	25-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Huelva, publicando la cancelación de los permisos de investigación minera que se citan.
72	4.850	25-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando la cancelación de los permisos de investigación minera que se citan.
72	4.850	25-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Murcia, publicando la caducidad del permiso de investigación de se cita.
72	4.850	25-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Santa Cruz de Tenerife, publicando la caducidad del permiso de investigación minera que se cita.
73	4.937	26-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Granada, publicando la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan.

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
74	5.016	27-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, publicando la caducidad de las concesiones de explotación minera que se citan.
76	5.157	30-III-71	Ind.	Resol. de la D. G. de Minas, publicando que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro que se indica, comprendidos en las provincias de Lugo, Orense y Pontevedra.
76	5.157	30-III-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, publicando la cancelación del permiso de investigación minera que se cita.
79	5.407	2-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Oviedo, publicando el otorgamiento de la concesión de explotación minera que se cita.
83	5.718	7-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Almería, publicando la solicitud de los permisos de investigación minera que se citan.
83	5.718	7-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de La Coruña, publicando las solicitudes de los permisos de investigación minera que se citan.
84	5.792	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cáceres, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Ciudad Real, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Córdoba, publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Cuenca, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Málaga, publicando el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Segovia, publicando el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita.
84	5.793	8-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Vizcaya, publicando la solicitud del permiso de investigación minera que se indica.
92	6.313	17-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Madrid, publicando la cancelación de los permisos de investigación minera que se citan.
92	6.315	17-IV-71	Ind.	Resol. de la D. P. de Valencia, publicando la cancelación de los permisos de investigación minera que se citan.

PERSONAL

55	3.653	5-III-71	Ind.	Decreto 347/1971, de 25 de febrero, modificando el de 11 de julio de 1957, sobre creación de la Comisión Nacional de Geología.
56	2.738	6-III-71	Ind.	Orden de 12 de enero de 1971, disponiendo el cese del Director del Instituto Geológico y Minero de España, don Juan Antonio Gómez Angulo.
56	2.738	6-III-71	Ind.	Orden de 12 de enero de 1971, nombrando director del Instituto Geológico y Minero de España a D. José Ignacio Izaguirre Rimmel.
56	3.738	6-III-71	Ind.	Orden de 3 de marzo de 1971, nombrando presidente de la Comisión Nacional de Geología a don Juan Antonio Gómez Angulo.

HIDROCARBUROS

58	3.885	9-III-71	Ind.	Orden de 12 de febrero de 1971, adjudicando a las Sociedades CEPSA y CIEPSA una demasía al permiso de investigación de hidrocarburos «Gijón» en la zona I.
----	-------	----------	------	--

RESERVAS

Orden de 3 de marzo de 1971 relativa a la reserva provisional a favor del estado, para investigación de toda clase de sustancias minerales,

B. O. E. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
				exceptuados los hidrocarburos fluidos en el perímetro que se indica bloque «D» de la zona «Asturias León», comprendido en la provincia de Oviedo.
79	5.407	2-IV-71	Ind.	Orden de 8 de marzo de 1971, autorizando la reducción de la reserva a favor del Estado, denominada «Ebro Oriental», y se aprueba el Convenio y Colaboración entre las Sociedades «Asturiana de Zinz, S. A.», «Placer Management Limited» y «Noranda Exporation Company Limited», para investigación del sector expresado.
92	6.311	17-IV-71	Ind	Orden de 25 de marzo de 1971, autorizando a prórroga de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos «Zona vigésimo quinta», Cabrejas del Pinar (Soria).
				Orden de 25 de marzo estableciendo la reserva definitiva a favor del Estado, denominada «Córdoba 5» (Córdoba), y la continuación de actividades en el área por la Junta de Energía Nuclear.
VARIOS				
54	3.591	4-III-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas, concediendo al Ayuntamiento de Arbós del Panadés (Tarragona), un aprovechamiento de aguas subálveas de la ribera de Marmella, en el término municipal de San Jaime dels Domenys (Tarragona), con destino a la ampliación del abastecimiento de la población.
54	3.593	4-III-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas, concediendo a D.ª María Pérez de Márquez, un aprovechamiento de aguas subálveas del arroyo de Jévar, en el término municipal de Alora (Málaga).
54	3.594	4-III-71	O. P.	Resol. de la D. G. de Obras Hidráulicas, concediendo a D. José Figueras Nicolau y D. Ignacio Font Figueras autorización para aprovechar aguas subálveas de la Ribera de Tossa, en término municipal de Tossa de Mar (Gerona), con destino al suministro del camping «Turismar».
58	3.889	9-III-71	O. P.	Resol. de la D. P. de Valencia, publicando la declaración de minero-medicinal de las aguas del manantial que se cita.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

A. M. GALAPIM DE CARVALHO: *Sobre existência de bentonite em Portugal*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro. Volumen XIX, Fascículo 3-4, páginas 297-308.

Se refiere el trabajo a las principales formaciones arcillosas portuguesas de montmorillonita, las cuales corresponden a depósitos sedimentarios o de arcillas de alteraciones sobre roca eruptiva, en general básica.

Dado el interés de la industria por la bentonita, destaca el autor la atención que se ha de prestar al estudio de estas formaciones, así como la prospección de otras susceptibles de contener arcillas de este tipo.

Publica en el trabajo un croquis que representa las formaciones geológicas relacionadas con la existencia de arcillas montmorilloníticas.—L.

JACINTO CORREIA PERDIGAO: *Sobre o prolongamento e presumível idade dos «Calcários e diabases» de barrancos*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro. Volumen XIX, Fascículos 3-4, págs. 309-321.

Pretende demostrar el autor la prolongación en la región de Alandroal y determinar la edad del grupo de la formación de Barrancos, que Nery Delgado llamó «calizas y diabases».

Se basa sobre la similitud litológica y sobre su localización

en medio de las alineaciones de grafitos de Noudar y de Russiana, y muestra la prolongación de las formaciones de Barrancos hasta Alandroal. Se apoya sobre las observaciones del terreno, sobre la microfauna (aunque rara y mal conservada) y a su correlación con el sinclinal de Bussaco y su atribución a la edad caradociense. En cuanto a la mineralización admite la hipótesis de una correspondencia con la intrusión eruptiva local, probablemente relacionada con la orogénica tácónica.—L.

VÍCTOR M. CORREIA FERREIRA: *Substâncias minerais não metálicas do distrito de faro contribuição para o seu conhecimento*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro. Vol. XIX, fasc. 3-4, págs. 323-361.

Después de haber dado una descripción somera de la geología del distrito, en la cual aborda sobre todo el aspecto litológico. El autor se ocupa de los materiales explotados (sienita-nefelínica, basalto, caliza, arcilla, arena, arenisca, esquistos, grauvaca y brecha caliza), considera las diferentes aplicaciones de estos últimos y establece correlaciones entre los diversos materiales y las formaciones geológicas a las cuales pertenecen. Presenta un aspecto de la producción con las estadísticas del año 1969 y muestra enseguida las posibilidades para la explotación de dolomías, calizas, margas, arenas y arcillas, yeso, sienita nefelínica y sal gema. Acompaña al trabajo una lista bibliográfica amplia, relativa al Algarve.—L.

ROLAND DFLCEY: *Notes sur la stratigraphie et le volcanisme de la province Pyrite-Cuprifere du Baixo-Alentejo (Portugal)*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro, vol. XIX, fascs. 3-4, págs. 199-227.

La nota comentada tiene por fin exponer sucintamente algunos hechos que el autor ha encontrado en el curso de su itinerario a través de la planicie del Baixo-Alentejo, de los cuales pretende sacar algunas conclusiones.

Destaca que no es un resultado final de una investigación llegada a su término. El trabajo forma parte de un estudio de conjunto de la provincia pirito-cuprífera del Sur de la Península Ibérica y fue interrumpido a causa de un incendio, por lo cual da algunas ideas fragmentarias.

Las conclusiones expuestas de momento son:

El nivel de las tuffitas y jaspes con manganeso pueden servir de nivel de referencia y está situado en la cúspide del volcanismo ácido.

La actividad volcánica es preorogénica. Parece se desarrollo entre el Famenense y el techo del Turnasiense, estas dos referencias cronológicas están marcadas por niveles de calizas.

Entre el fin del volcanismo y el principio de los esquistos y grauvacas se intercalan lo más corrientemente esquistos y cuarcitas en los que el desarrollo es variable. Esta parte, seguramente supra-volcánica de la serie «devoniana», no

puede diferenciarse de todo el conjunto de formaciones devonianas (grupo Pomarao) donde lo esencial será antevolcánico.

Las mineralizaciones pirito-cupríferas están enlazadas al volcanismo y más particularmente a los horizontes de tuffitas. Parece que una parte al menos de estas mineralizaciones se han formado en el curso del depósito de las fases terminales del volcanismo. La situación definitiva, la da en todo caso como pre-orogénica.—L. DE A.

GEOQUIMICA

GIUSEPPE MANUPPELLA: *Rochas dolomíticas de Santiago do Cacém*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro. Volumen XIX, Fascículos 3-4, páginas 277-295.

Da una referencia sucinta de geología de la región estudiada, y los resultados de los análisis de las rocas recogidas en las capas de Infralías y del Lias.

Las conclusiones establecidas son las siguientes:

Oxido de magnesio. Los análisis de los resultados obtenidos muestran que existen numerosos tipos de dolomitas, cuya ley en óxido de magnesio, varía para cada muestra cogida. Siendo el límite superior, de 21 por 100 para más del 60 por 100 de las muestras.

Oxidos metálicos. A lo largo de todos los afloramientos infralíasicos estudiados, las leyes de R_2O_3 fueron inferiores a un 3 por 100, salvo raras excepciones que nunca pasaron el valor del 5 por 100.

Sílice. La mayor parte de las industrias que utilizan dolomitas consideran la sílice como un factor negativo, siendo muchas veces despreciadas dolomitas óptimas, por alcanzar valores SiO_2 superiores a los pretendidos.—L.

J. M. SANTOS OLIVEIRA: *Geoquímica de algunos granitos do Norte de Portugal e suas relações com Mineralizações estaníferas*. Estudos, Notas e Trabalhos do Serviço do Fomento Mineiro. Vol. XIX, fascs. 3-4, págs. 227-275.

En el área estudiada, situada al Norte de Portugal, entre Amarante y Colérico de Basto, afloran esencialmente granitos y otras rocas eruptivas afines.

Un estudio petrográfico de estas rocas mostró una concurrencia de granito porfiroide biotítico, granito equigranular biotítico, granito biotítico con leves tendencias granodioríticas e inclusiones tonalíticas, rocas que se supone son hercinianas, además de la existencia de un granito albitico de dos micas. En esta área se localizan criaderos estanníferos y volframíferos, que manifiestan ciertas relaciones con los granitos.

Efectuaron análisis mineralógicos de cuarzo y biotita de los granitos por difracción de rayos X, a fin de establecer relaciones entre la composición mineralógica de estos granitos y la distribución de varios oligoelementos.

Por medio de análisis espectrográfico de emisión, determinaron la existencia de Br, Sr, Ga, Cr, Co, Ni, Li y Sn en 88 muestras de granitos y 81 de sus biotitas. Estas fueron previamente aisladas por separación magnética. Todo proceso de muestreo de granitos y biotitas fue realizado con cierto cuidado.

La determinación cuantitativa del Sn en granitos (y biotitas) especial y genéticamente estanníferas, revelaron un enriquecimiento acentuado en relación con los granitos (y biotitas) estériles de otras áreas. De todos los tipos de granitos del área estudiada, la Ley más elevada aparece en el granito albitico de dos micas de Vila Real.

El autor considera este método de prospección geoquímica para delimitación de áreas con probable potencial de mineralización estannífera. Siempre que sea posible, deberá darse preferencia al análisis de las biotitas, pues ellas contienen muestras más representativas y dan diferencias relativas más nitidas que la roca total.

El Li también presenta en las biotitas, distribución paralela a la del Sn, por lo que la existencia de una correlación positiva puede ser aprovechada en los trabajos de este género.

Las leyes de varios oligoelementos en el granito albitico de dos micas de la región de Vila Real, son casi siempre sustancialmente diferentes en relación a los otros tipos de granitos.—L. DE A.

JAIME BEC: *Datos para el conocimiento geoquímico y mineralógico de los travertinos de Bañolas (Gerona)*. Publicaciones del Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación Provincial de la Universidad de Barcelona, vol. XXIII, octubre, 1969, pág. 43-53.

Expone el autor los resultados de diversas determinaciones geoquímicas y mineralógicas del Travertino lacustre de la terraza alta de Usall (Bañolas, Gerona).

Las técnicas empleadas fueron: microscopía ordinaria, difracción de rayos X análisis térmico diferencial, espectrografía y calimetría.

Ha hallado como era de esperar predominio absoluto de calcita, en general de tipo biomicrocristalino. No se halló ni aragonito ni dolomita, aunque sí calizas magnesianas. Los granos de cuarzo constituyen la fracción detrítica en la matriz micrítica de las muestras del nivel arenoso de la base. También se encuentra en este nivel algo de biotita y oligoclasa.

Claro significado diagenético y mucha menor importancia cuantitativa tienen la limonita, pirrolusita y sulfuros metálicos, presentes en la parte alta del nivel compacto.

Es lástima que las técnicas físicas utilizadas, no se empleen para determinaciones cuantitativas, en lo cual se conseguiría una revalorización de esta aportación.—L. DE A.

CONTAMINACION

Medicina y contaminación, «Tribuna Médica», núm. extraordinario núm. 376, Madrid, 15 de febrero de 1971.

Sobre tema de tanta actualidad como la contaminación,

dedica un número extraordinario la revista «Tribuna Médica».

Comienza el número con un comentario sobre el problema, del filósofo francés Gabriel Marcel, seguido de un editorial titulado «La Contaminación en cifras. Datos del Problema».

La contaminación de los océanos, la trata M. Aubert, director del Cerbom (Niza). La de las aguas en general y de los ríos en particular, F. Edeline del Cebedeau (Gembloux). Desarrolla el Prof. Alfredo Paoletti, de la Universidad de Nápoles, el tema «La autodepuración del mar y los aspectos de este problema. De la contaminación química de los mares, se ocupa Jean-Pierre Queneudec de la Universidad de Montpellier. El caso concreto de la misteriosa enfermedad nerviosa de la bahía de Minamata, producida por la contaminación de las industrias que en ella vierten sus residuos, la trata Haruhiko Tokuomi, de la Universidad de Kumamoto. Los temas marinos relacionados con su microbiología, epidemiología y contaminación radiactiva, los escribieron J. Brisou de Poitiers, E. Moore de Exeter y Luigi Argiero, respectivamente. La contaminación de las aguas en España se debe al Jefe Provincial de Sanidad de Guadalajara, Contreras Poza. La contaminación atmosférica en general la considera el Prof. francés André Roussel, y su medida, Arnaldo Liberti de Roma. La influencia de la contaminación en el sistema cardiorrespiratorio es un tema encomendado al inglés P. J. Lawther, y el efecto en la salud infantil a K. Symon de Praga. En los núcleos urbanos una de las principales causas de contaminación es la debida a los escapes gaseosos de los vehículos automóviles, tratado por Chovin de París. La problemática de la contaminación atmosférica en España es analizada por Benjamín Sánchez F. Murias. Otro tipo de contaminaciones, de gran importancia en las industrias, principalmente en la minera, son los ruidos y vibraciones en general, tema expuesto por el Centro de Investigaciones Físicas de Madrid.

A todo problema científico y técnico, le debe acompañar su aspecto legal, por ello finaliza la publicación con un capítulo dedicado al Régimen jurídico español sobre contaminación del agua y del aire, del que es autor Antonio de Lorenzo.

El problema de la contaminación del ambiente en sus diversos aspectos está íntimamente relacionado con la geología y sus ciencias conexas, y son causas principales de contaminación la minería y sus industrias derivadas. Por lo indicado consideramos es muy útil para nuestros lectores, estar informados de esta publicación que recoge los puntos de vista de científicos y técnicos de diversos países.—L. DE A.

DR. JOSÉ PAZ MAROTO: *La contaminación ambiental y sus problemas*. Real Academia de Medicina, Madrid, 1971, 118 páginas.

Estudia el autor en esta publicación el gravísimo problema nacional sanitario de la contaminación ambiental. Comienza con el establecimiento de una serie de conceptos generales, da un rápido vistazo a las pasadas actuaciones so-

bre el tema, seguida de una amena relación de las disposiciones constituyentes de la exuberante fronda legislativa, con una consideración más detallada sobre el caso particular de las costas.

Comenta el punto que hemos sostenido muchas veces, de la ineficacia legal de las múltiples disposiciones para luchar en todos los campos contra la contaminación ambiental, trata del caso concreto de Madrid y de la situación del problema en todo el mundo.

Define la contaminación, considera la situación en España, la contaminación de las costas en general, la influencia del desarrollo industrial en la contaminación, así como sus índices de alarma y la situación en los diversos países, y la de España en cuanto a saneamiento.

Acude al informe de 1968 de la Comisión de expertos de la O. M. S., para tratar de la lucha mundial contra la contaminación de las aguas.

Trata de los residuos gaseosos y de la contaminación atmosférica, sus fuentes y de la medida de la contaminación en general.

La importancia de la contaminación sobre seres animales, vegetales y sobre los materiales es objeto de uno de los 24 capítulos de la obra, así como los medios y las consideraciones sobre la lucha, lo son de otros dos capítulos.

Pasa al estudio de los residuos sólidos, las contaminaciones por ellos producidas y la eliminación de las basuras.

Concluye la publicación con una serie de soluciones propuestas por el autor, parte de ellas concordantes con las nuestras, para la lucha contra la contaminación.

En la obra incluye el organigrama del organismo que propugna, titulado «Instituto Nacional de Saneamiento Ambiental».

Con la lectura de esta amena obra, se vislumbran las dotes poéticas del autor y deja traslucir su triple formación de Ingeniero de Caminos, Ingeniero Sanitario y Abogado.—L. DE A.

DR. JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA: *La contaminación del ambiente y su influencia en la vida*. Real Academia de Farmacia, Madrid 1971, 60 págs.

El solemne discurso de la inauguración del curso académico de la Real Academia de Farmacia, correspondiente al año 1971, fue encomendado al Dr. López de Azcona (14 de enero), quien desarrolló el tema anteriormente indicado.

Comienza definiendo la contaminación de un medio, como la modificación directa o indirecta de su composición o estado normal por un proceso natural o provocado, en tal medida, que disminuye la facilidad de utilización para todos los fines o para algunos de aquellos a los que servía.

Considera los antecedentes históricos y legales hasta el paso del siglo XIX al XX. Se detiene en los diversos orígenes de las alteraciones ambientales, tanto de las provocadas directas, como de las indirectas, de las biológicas y de las radiactivas, de las vibratorias provocada y natural, de la olfativa y de la visual.

Se destina el capítulo IV a la contaminación de la superficie sólida terrestre, de los ríos, los recursos hidráulicos continentales y de los mares.

Consideraciones especiales merecen la contaminación atmosférica, tanto natural como provocada. Las de origen industrial, las debidas a los vehículos. Tratan de las materias que impurifican la atmósfera y de sus efectos, valoraciones y predicción.

El sexto y último capítulo está destinado a las medidas preventivas, para contener el avance de este problema técnico, legal, económico y financiero.

Al considerar la biosfera en su conjunto, la admite como un sistema afectado en su totalidad, por las acciones que se llevan a cabo en cualquiera de sus partes. Es del criterio de que los contribuyentes más destacados a la contaminación del aire, agua, y suelo, deben reparar los errores cometidos, prevenir y evitar cambios indeseables y poner los medios para aumentar la productividad de los ecosistemas. Fija como ideal la determinación a escala mundial de los componentes normales del aire, agua y suelo, así como de sus contaminantes. La determinación de las concentraciones críticas de los principales y más peligrosos contaminantes en relación a sus efectos nocivos, así como el estudio de la persistencia y dispersión en los diversos componentes de la biosfera.

Indica como posibles soluciones a tomar, las siguientes:

Primera: Prohibición de aportar contaminantes, aun cuando se lleve practicando desde hace largo tiempo.

Segunda: Cada unidad de terreno debe atribuirse a una entidad que autorice las aportaciones, exigiendo una calidad determinada y el abono de las correspondiente tasa.

Tercera: El causante de cada aportación estará obligado a notificar inmediatamente las infracciones por él cometidas.

Cuarta: Servicio de inspección, compuesto por especialistas, con poder correctivo.

Quinta: Disponibilidad de fondos por la Administración para subvencionar la lucha contra la contaminación.—L. A. y L. de G.

LABOREO

MICHEL PERRIER: *Activité mécanique au sein d'un massif granitique ébranlé par une explosion nucléaire*. Rapport CEA-R-4.059, 30 págs. 1970.

Las explosiones nucleares subterráneas efectuadas por Francia en el Sahara, dieron lugar a diversos estudios en el campo de la sismología.

Los resultados que presentan en el informe, se refieren a los efectos sísmicos inmediatos y retardados, directos e indirectos, de las explosiones en las proximidades del punto cero.

Describe e interpreta el autor, las diferentes fases de actividad mecánica, registrada en el seno del macizo granítico.—L.

MINERALOGIA

A. PINILLA NAVARRO y T. ALEXANDRE CAMPOS: *Investigación mineralógica de arenas de aluvión en la provincia de Cáceres (ríos Burdalo y Burdalillo)*. «Acta Geológica Hispánica», año V, núm. 4, septiembre-octubre de 1970, págs. 109-112.

Estudian los autores los aluviones recogidos en los ríos Burdalo y Burdalillo, afluentes del Guadiana, provincia de Cáceres. Por los resultados obtenidos del análisis granulométrico, mineralógico y espectroquímico definen estos aluviones como ilmeníticos.—L. DE A.

MONTOYO SAN MIGUEL: *Mineralogía de los granitos costeros catalanes*. Publicaciones del Instituto de Investigaciones de la Diputación Provincial, Universidad de Barcelona., vol XXIII, octubre 1969, págs. 15-42.

En este trabajo se estudian las características principales microscópicas de los minerales petrográficos, primarios, secundarios y accesorios de los granitos costero catalanes y en especial: etapas sucesivas que experimenta el cuarzo bajo efectos de deformación, transformaciones entre feldespatos, microclinización, maclación mecánica de plagioclasas, estructuras de intercrecimiento en feldespatos, neomineralizaciones a partir de la transformación de la biotita, láminas de deslizamiento intracrystalino, en biotita sometida a deformación, y otras varias observaciones efectuadas.

Como conclusión afirma el autor que es la acción tectónica que tanto interés petrogenético desempeña en esta región, la causante de cuantas transformaciones e intercrecimientos pueden reconocerse en estos granitos catalanes.—L. DE A.

MINERÍA

SECRETARÍA DEL PATRIMONIO NACIONAL: *Minería Prehispánica en la Sierra de Queretaro*. México, 1970.

Conocido es el interés del Presidente de la República de Méjico, de preparar un gran plan de Investigaciones Mineras. Con el objeto de preparar la parte que se refiere a la Sierra de Queretaro, se encomendó al Consejo de Recursos Naturales no Renovables, la elaboración del estudio geológico complementario, dado que ocupa el primer lugar como productor de mercurio del país y que presenta un potencial minero de gran porvenir.

El trabajo consta de las siguientes partes: Bosquejo Geológico de la Sierra de Queretaro, Criaderos minerales, Antecedentes históricos, Trabajos y excavaciones arqueológicas. Material recuperado, en el cual se consideran como capítulos independientes: cerámica, restos óseos, entierros, herramientas y complementos, armas, figurillas y ornamentos, yugos, instrumentos musicales, alimentos, construcciones. Continúa con un estudio de textiles y otro sobre Las Minas y la Minería Prehispánica.

Establece como consecuencia de este estudio, una serie de conclusiones y acompaña al trabajo, una amplia bibliografía, así como una serie de láminas y planos e interesantes mapas. —L. DE A.

PETROLOGIA

Leitfaden zur gesteinsbestimmung mit Tabellen zur Bestimmung der wichtigsten Gesteine nach einem Schlüssel mit mehrfachen Verzweigungen von Diplom. Chem. Diplom. Geologe HANSGEORG PAPE. Inst. für Geologie und Paläontologie der Technischen Universität Hannover. 1971. Mit 40 Abbildungen. 75 Seiten, 20,5 x 13,5 cm. Ferdinand ENKE Verlag, Stuttgart.

Guía para la determinación de las Rocas con unas tablas para la determinación de las rocas más importantes según una clave con varias ramificaciones, por el Químico diplomado, Geólogo diplomado HANSGEORG PAPE. Instituto de Geología y Paleontología de la Universidad Técnica de Hannover. 1971. Con 40 grabados. 75 páginas. 20,5 x 13,5 cm. Encartonado. Editorial Ferdinand ENKE Stuttgart.

Este pequeño libro de determinación de rocas es el resultado de las prácticas realizadas por el autor en las cátedras de Geología, Mineralogía, Geografía e Ingeniería. Se propone, además, ser útil a cuantos tengan interés en coleccionar por sí mismos las rocas en el campo. El reducido tamaño de libro hace cómodo su empleo. Tanto las tablas como la marcha de las determinaciones están hechas de modo que se llegue pronto a la meta deseada. Como complemento, se dispone de un reducido material fácil de manejar. Basta llevar una aguja de acero (no de hierro), una navaja de bolsillo, un pequeño frasco con ácido clorhídrico diluido, una lupa y un pequeño martillo.

Se explican las breves instrucciones que sirven para el uso de las tablas y las diversas circunstancias que ayudan a la pronta determinación de la muestra. La clave está construida de modo que, en caso de duda, se puedan hallar caminos que lleguen, confirmándose recíprocamente, a la determinación deseada.

La parte petrográfica se inicia con unas consideraciones sobre la estructura geoquímica de la Tierra. Siguen luego las definiciones de roca, mineral y cristal; las distintas clases de enlaces químicos y su significado cristalográfico, las propiedades del carbono y del silicio como elementos constitutivos de la estructuras macromoleculares, las modificaciones del dióxido silíceo, sobre todo del cuarzo.

Se describe luego brevemente la sistemática de los silicatos, como los más importantes minerales constituyentes de las rocas. Siguen luego las propiedades de las rocas magmáticas. De los sedimentos. De la meteorización. La erosión y el transporte de los materiales resultantes de la meteorización. La formación de los sedimentos de origen organógeno. Los fenómenos de la diagénesis. Las rocas metamórficas. La carbonificación.

Siguen luego las tablas para la determinación de los mine-

SEDIMENTOLOGIA

rales petrográficos más importantes y de las rocas igualmente de mayor importancia.

Acompañan al texto algunos esquemas estructurales de los silicatos, y diversos grabados de terrenos sedimentarios y volcánicos.—J. G. DE LL.

PALEONTOLOGIA

BERMUDO MELÉNDEZ MELÉNDEZ: *Paleontología*. Editorial Paraninfo. 2 tomos, Madrid, diciembre 1970. Tomo I, *Invertebrados*, 714 págs. y 450 figuras.

Aparece en estos días una nueva obra de Editorial Paraninfo: *Paleontología*, de la que es autor el titular de la Cátedra de dicha asignatura en la Universidad de Madrid, Doctor Meléndez y Meléndez.

Esta obra, de la que ahora aparece el tomo I, es la segunda edición, notablemente aumentada y puesta al día del conocido «Manual de Paleontología», agotadísimo hoy, y de gratísimo recuerdo para quienes, ya hace muchos años, tuvimos la suerte de encontrar «de viejos», por lo mucho de didáctico que tenía y práctico que nos fue, tanto en el estudio de la asignatura como después.

Resulta verdaderamente de extraordinaria utilidad, para científicos y técnicos a nivel universitario como para cuantos estudiosos relacionados con la materia, llenando un enorme vacío en la Bibliografía de Lengua Castellana de esta especialidad.

Se dedica este primer tomo a las cuestiones generales (la Paleontología y los Fósiles. Breve historia de la Paleontología. Paleontología Española. Métodos de investigaciones paleontológicas. Evolución biológica y paleontológica. Paleontología estratigráfica. Micropaleontología y paleontología práctica; técnicas paleontológicas y micropaleontológicas), desarrollándose a continuación ampliamente los *Invertebrados*. El tomo II tratará de los *Vertebrados*, la Paleontología y la Paleobotánica.

Esta segunda edición, conteniendo los últimos descubrimientos en la materia, no pierde en ningún momento la concisión de que gozaba el «Manual», además se encuentra profusamente ilustrada (450 figuras a lo largo de este primer tomo). Huelga decir la gran importancia que da a una obra de este tipo tan enorme profusión gráfica.

Esperamos con ansiedad la pronta aparición del II tomo que completa esta obra.—L. A. y L. de G.

M. CRUSAFONT PAIRÓ y INDALECIO QUINTERO: *Noticia preliminar acerca de un nuevo yacimiento de mamíferos fósiles de la provincia de Guadalajara*. «Acta Geológica Hispánica», año V, núm. 4, septiembre-octubre de 1970, págs. 102-104.

El objeto de la nota es describir un nuevo yacimiento de foraminíferos vindobonienses de España, situado en las cercanías del pueblo de Córcoles (Hoja núm. 562), en la provincia de Guadalajara, y hacen consideraciones acerca del carácter ibérico-central de su fauna con elementos típicos de las mesetas castellanas y de Portugal.—L. DE A.

J. D. DE JONG y H. H. POORTMAN: *Coastal sediments of the Southeastern Shores of the ria de Arosa (Galicia, NW. Spain)*. «Leidse Geologische Medelingen», vol. 37, págs. 147-167, 1970.

Las playas del borde suroriental de la ría de Arosa son en su mayoría pequeñas y están cerradas entre cabos rocosos. Las que están situadas a lo largo de la ría interior no están expuestas a la fuerte acción de las olas. No obstante, las arenas de las playas son frecuentemente de grano grueso, siendo parcialmente derivadas de granitos intrusivos de grano grueso expuestos en escarpe bajos a lo largo de la mayor parte del borde de la ría. Generalmente las arenas a lo largo de la línea de marea baja son más finas que las mejor clasificadas a lo largo de la línea de marea alta, debido a que el «backwash» no es capaz de transportar los granos gruesos. En algunos casos, los gránulos derivados de granito alterado son dejados detrás de la línea de marea baja, ya que las olas son demasiado débiles para transportarlos a partes más altas de la playa. En bahías protegidas se originaron plataformas de marea, en las cuales los sedimentos son de grano más fino que en otras partes, aunque grueso en comparación con los sedimentos de plataforma en general. En algunos casos las playas se suministran de cantos provenientes del coluvión y de terrazas costeras.

Los minerales pesados reflejan parcialmente la composición de las rocas de basamento expuestas en escarpes bajos (asociación de epidotas, asociación de turmalina). La asociación de hornblenda es suministrada por los ríos principales y se encuentran cerca de sus desembocaduras, pero el contenido de la hornblenda decrece rápidamente a causa de la alteración. La asociación metamórfica que ocupa el área más grande puede ser en parte suministrada por el coluvión (derivado de xenolitos del granito), pero en gran parte ha sido seguramente suministrada por ríos (Ulla y pequeños ríos de la costa opuesta), los cuales depositaron sedimentos en el fondo de la ría (como se demostró por perfiles sísmicos), del que fue arastrado a la playa durante la última elevación del nivel del mar.

Los coeficientes cuarzo/feldespatos son más altos cuanto más expuestas están las playas.—L.

TECTONICA

C. GARCÍA DE FIGUEROLA: *La existencia de pliegues en el complejo esquito-grauwákico de la provincia de Salamanca*. «Acta Geológica Hispánica», año V, núm. septiembre-octubre de 1970, pág. 105-108.

Indica el autor la existencia de unos pliegues en el basamento antiguo de la provincia de Salamanca entre Fuenteginaldo y la Encina, que tienen dirección al NE., lo que contrasta con la admitida por algunos autores como hercínica, en esta región de dirección NW.—L.

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1971

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio “SANTA BARBARA” para 1971, con el objeto de galardonar a los escritores y periodistas que mejor hayan divulgado y valorado en la prensa, radio y televisión, de lengua española, la importancia de LA GEOLOGIA COMO BASE DE LA INGENIERIA CIVIL.

El premio estará dotado con 100.000 pesetas.

Para optar al premio se precisa que el trabajo se haya publicado, radiado o televisado, durante el año en curso.

Quedan excluidas entre las revistas, aquellas que sean técnicas y entre los autores quienes pertenezcan al IGME.

Los aspirantes al premio deberán presentar por triplicado el correspondiente artículo, impreso, en cinta grabada o en película cinematográfica, en el Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1972.

La decisión del Jurado es inapelable, pudiendo declarar desierto el premio, y sus decisiones se dan por aceptadas por cuantos se presenten al concurso.

El fallo tendrá lugar en los primeros meses del año 1972.