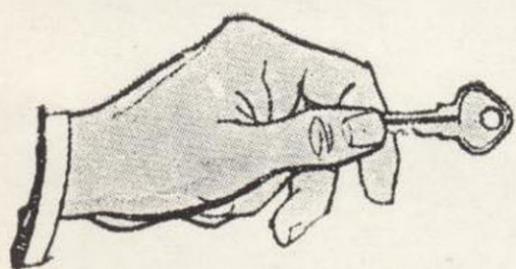
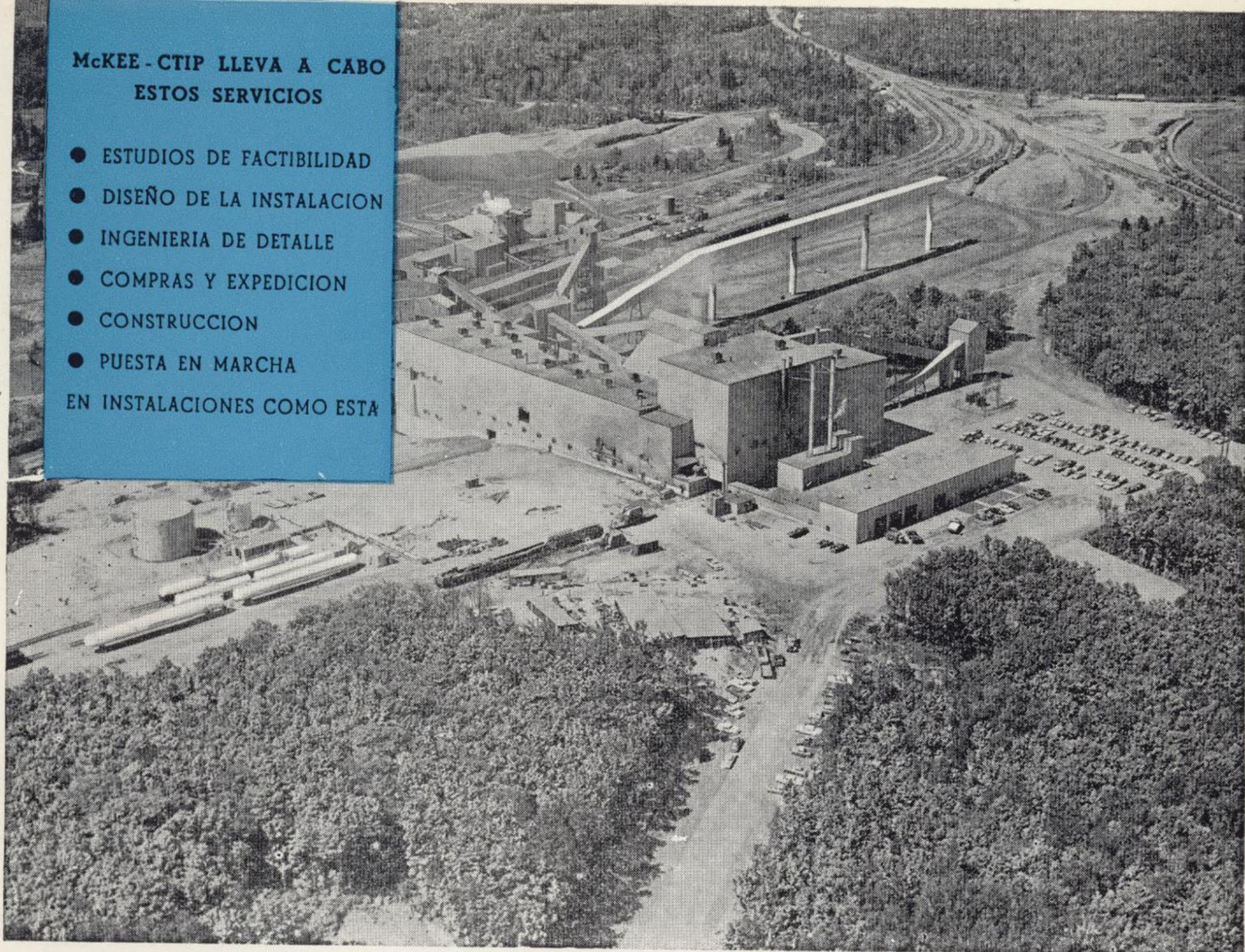


**McKEE - CTIP LLEVA A CABO
ESTOS SERVICIOS**

- ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD
 - DISEÑO DE LA INSTALACION
 - INGENIERIA DE DETALLE
 - COMPRAS Y EXPEDICION
 - CONSTRUCCION
 - PUESTA EN MARCHA
- EN INSTALACIONES COMO ESTA



...y al terminar le entregamos las llaves

**McKEE SIRVE ESTAS
SIETE INDUSTRIAS:**

SIDERURGIA

MINERIA

PETROQUIMICA

ALIMENTACION

METALES NO FERREOS

QUIMICA

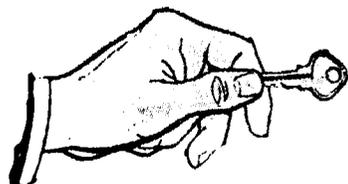
FARMACEUTICA

Cuando todas las fases de su proyecto son ejecutadas por McKEE-CTIP, bajo un contrato llave en mano de responsabilidad única, usted obtiene acción coordinada dentro de una sola organización. No existe duplicación de esfuerzos o de gastos, ni retrasos debidos a múltiples responsabilidades, ni tiempo perdido en negociaciones con numerosos subcontratistas y suministradores.

Los resultados de los servicios de McKEE-CTIP son inmediatos. Cada paso de su proyecto se da de acuerdo con un programa en manos de técnicos expertos. Los equipos de ingeniería, compras y construcción de McKEE-CTIP operan como un mecanismo de precisión para darle resultados eficaces y económicos. Hemos hecho esto muchas veces con compañías como la suya. Podemos hacerlo por usted. Llámennos.

McKEE - CTIP

McKEE-CTIP Ibérica, S. A. - Avda. del Generalísimo, 71 - A - Teléf. 270 28 00 - MADRID - 16



...y al terminar le entregamos las llaves

**McKEE SIRVE ESTAS
SIETE INDUSTRIAS:**

SIDERURGIA
MINERIA
PETROQUIMICA
ALIMENTACION
METALES NO FERREOS
QUIMICA
FARMACEUTICA

Cuando todas las fases de su proyecto son ejecutadas por McKEE-CTIP, bajo un contrato llave en mano de responsabilidad única, usted obtiene acción coordinada dentro de una sola organización. No existe duplicación de esfuerzos o de gastos, ni retrasos debidos a múltiples responsabilidades, ni tiempo perdido en negociaciones con numerosos subcontratistas y suministradores.

Los resultados de los servicios de McKEE-CTIP son inmediatos. Cada paso de su proyecto se da de acuerdo con un programa en manos de técnicos expertos. Los equipos de ingeniería, compras y construcción de McKEE-CTIP operan como un mecanismo de precisión para darle resultados eficaces y económicos. Hemos hecho esto muchas veces con compañías como la suya. Podemos hacerlo por usted. Llámennos.

McKEE - CTIP

II/2-3-1



EMPRESA NACIONAL "ADARO"

DE INVESTIGACIONES MINERAS S.A.



ESTUDIOS GEOLOGICOS

INVESTIGACION DE CRIADEROS MINERALES

SONDEOS HASTA DE 4.500 MTS. DE PROFUNDIDAD

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

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

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

**INSTITUTO
GEOLOGICO
y MINERO**



Ríos Rosas, 23

Teléfono 253 46 05

MADRID - 3

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1969

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio “SANTA BARBARA” para 1969, 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 que el conocimiento de la Geología tiene para el desarrollo económico de los países.

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 Departamento de Publicaciones e Información del Instituto Geológico y Minero de España, antes del 31 de enero de 1970.

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 dentro del mes de febrero de 1970.

Ríos Rosas, 23

MADRID-3

PUBLICACIONES ULTIMAMENTE EDITADAS POR EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Mapa Geológico Nacional 1:50.000

Hoja y Memoria 1 / 560 Alcalá de Henares (2. ^a ed.)	200 pesetas
Hoja y Memoria 87 / 605 Aranjuez (2. ^a ed.)	200 pesetas
Hoja y Memoria 138 / 561 Pastrana (2. ^a ed.)	200 pesetas
Hoja y Memoria 388 / 1.109 Los Carrizales	200 pesetas
Hoja y Memoria 391 / 1.096 Tegueste	200 pesetas
Hoja y Memoria 393 / 1.102 Punta de Teno	200 pesetas
Hoja y Memoria 396 / 1.119 Lomo de Arico	200 pesetas
Hoja y Memoria 405 / 1.008 Montefrío	200 pesetas
Hoja y Memoria 406 / 1.025 Loja	200 pesetas
Hoja 398 / 1.111 Güimar	100 pesetas
Hoja 399 / 1.110 Guía de Isora	100 pesetas
Hoja 412 / 825-850 Ntra. Sra. del Pilar y Faro de Formentera	100 pesetas
Hoja 413 / 824-849 San Francisco Javier y Cabo Berbería	100 pesetas

Memorias del Instituto.

Tomo 71 El sinclinal carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas, por F. Rambaud.	300 pesetas
Tomo 72 Estudio geológico en la zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes, por J. A. Vera.	300 pesetas

Boletines del Instituto. Tomo 78

Observations sur la Formation de Guadix, par P. Fallot (†), A. Faure-Muret et J. M. Fontboté.

Estudio hidrogeológico de la parte más meridional de la provincia de Córdoba. Area situada en las Hojas de Lucena, Puente Genil, Baena y Montilla, por Juan E. Coma y C. Felgueroso.

Reconocimiento geológico de la zona de Carcelén (provincias de Albacete y Valencia), por A. Quesada, R. Rey y G. Escalante.

Gliridae, Sciuridae y Eomyidae (Rodentia, Mammalia) miocenos de Calatayud (provincia de Zaragoza, España) y su relación con la bioestratigrafía del área, por H. de Bruijn.

300 pesetas

PEDIDOS A

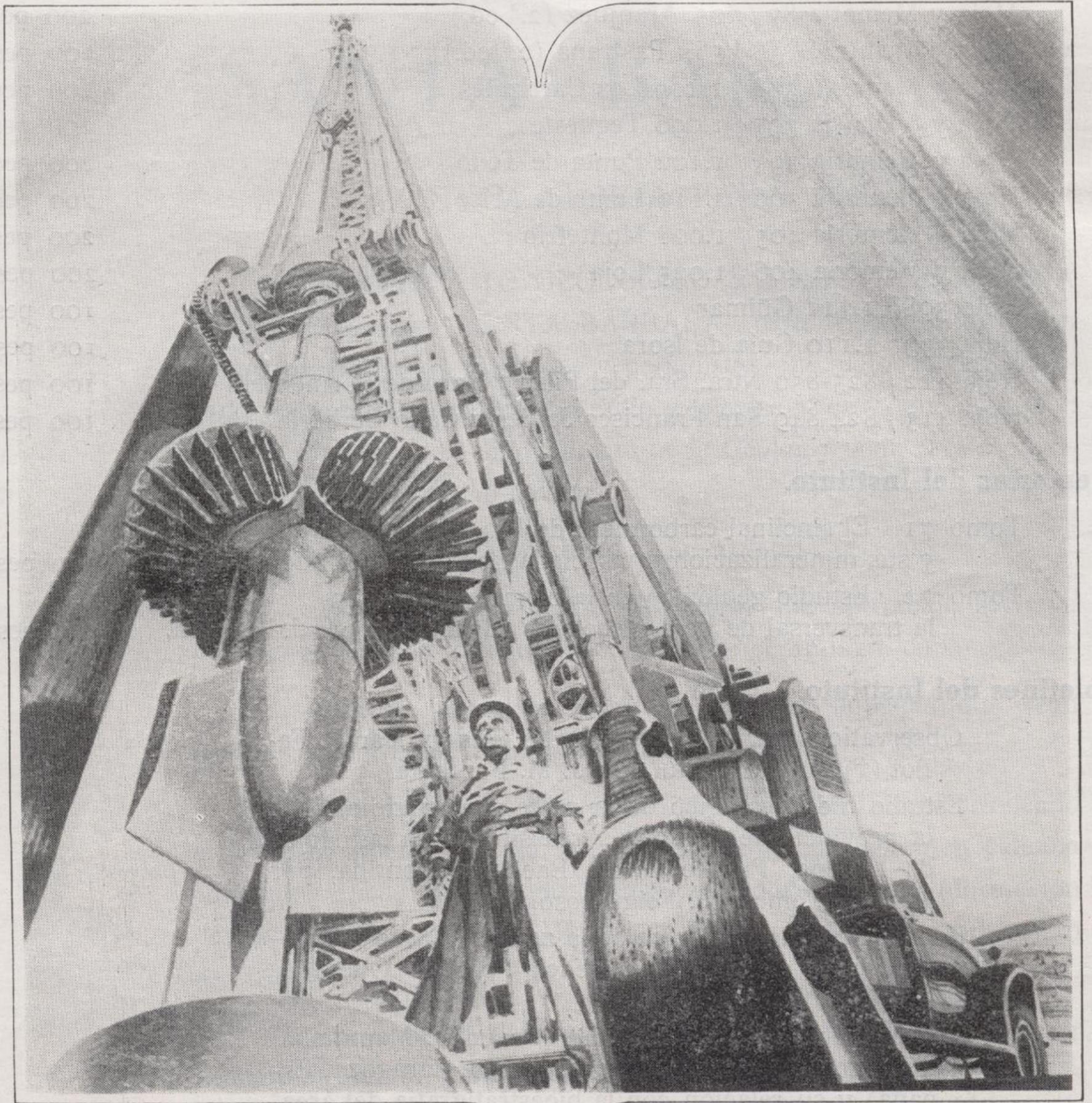
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléfono 234 13 28

MADRID-3

Vegarada...
y brotó el agua con fuerza!
¡con potencia!



potente maquinaria
en
manos expertas.

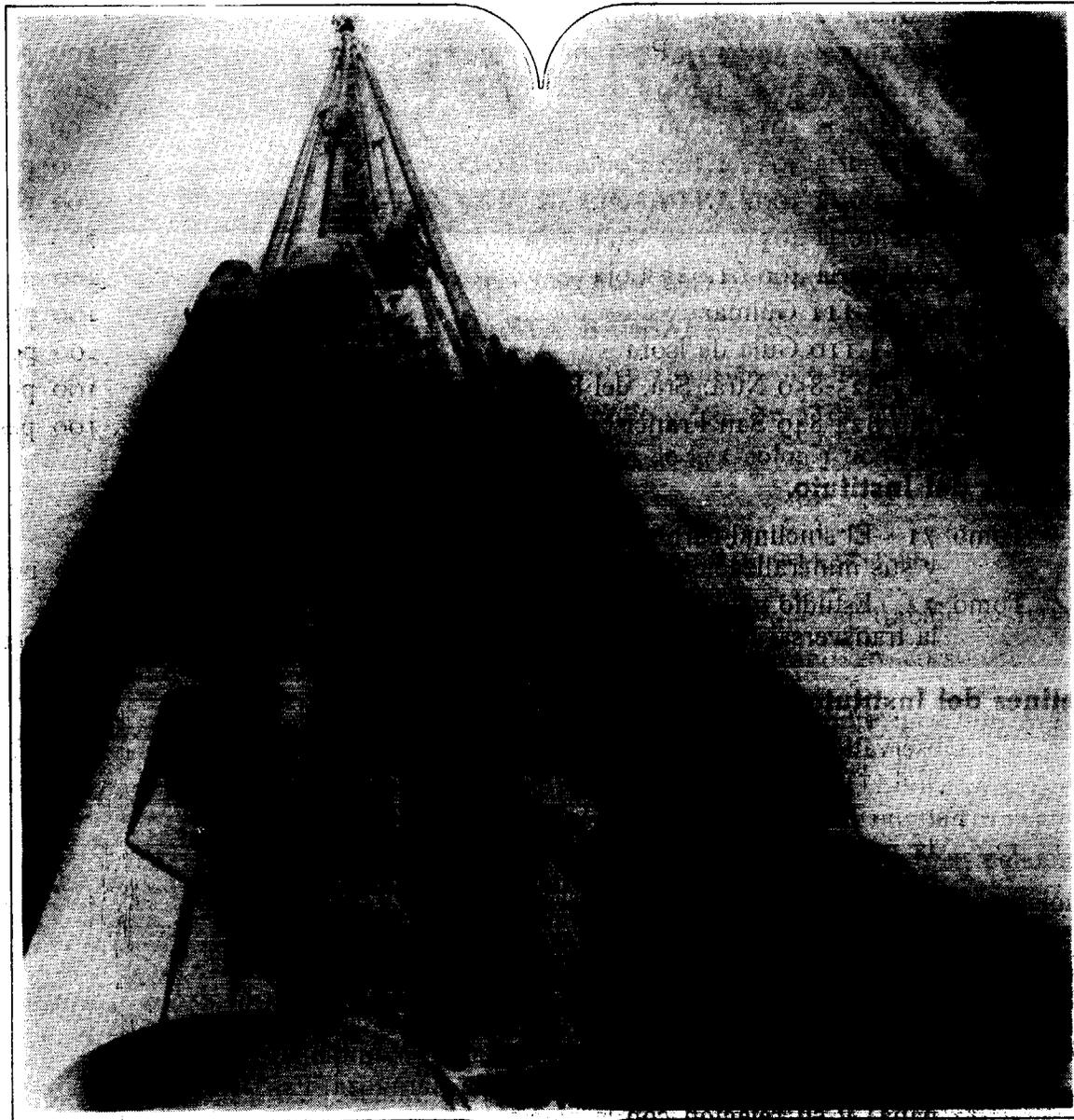


Vegarada
perforaciones

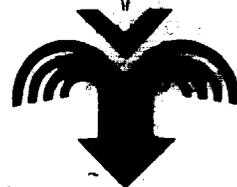
parque de las naciones • c/ guzmán el bueno, 121
tel. 2534200 • madrid - 3.

CON LA EXPERIENCIA DE MAS DE 250.000 METROS PERFORADOS

Vegarada...
y brotó el agua con fuerza!
¡con potencia!



potente maquinaria
 en
 manos expertas.



Vegarada
 perforaciones

parque de las naciones • c/ guzmán el bueno, 121
 tel. 2534200 • madrid - 3.

CON LA EXPERIENCIA DE MAS DE 250.000 METROS PERFORADOS

TOMO LXXX

Fascículo IV

JULIO-AGOSTO 1969

boletín geológico y minero

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

INDICE

PÁGINAS

Geología

- L. G. CORRETGE CASTAÑÓN: El complejo ortoneísico de Pola de Allande (Asturias) 1
- J. RAMÍREZ DEL POZO: Bioestratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de la costa asturiana (Zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa) 19
- G. CHAPOND y C. RUIZ CELAA: Nota sobre el descubrimiento de olitostromas en la región de Ecija 45

Aguas subterráneas

- A. ERASO: La insaturación del agua en la zona freática del karst y sus fundamentos termodinámicos 48

Estudio de minerales y rocas

- V. SÁNCHEZ CELA y A. APARICIO YAGÜE: Estudio petroológico de los afloramientos graníticos de Santa Elena y Linares (Jaén) 56
- J. SIERRA LÓPEZ y A. DE VERGARA SCHULZE: La sustitución de pentlandita por siegenita 64
- M. MARTÍN CALVO: Presencia de idaíta y enargita-luzonita en la mina de uranio y cobre «La Virgen». Andújar (Jaén) 72

Información

- Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Sección informativa de revistas 76

EDITADA POR EL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

RÍOS ROSAS, 23. MADRID-3 (ESPAÑA)

REDACTOR JEFE
 J. M. LOPEZ DE AZCONA

COMISION DE REDACCION

MELA SAMPER, Antonio.
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.

VARADO ARRILLAGA, Manuel María.
 Instituto Geológico y Minero de España (Geología).

ANGUREN SABAS, Félix.
 Servicios Generales. Ministerio de Industria.

STRAND Y BERTRAND, Carlos.
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Oviedo.

NED SOPENA, José Antonio.
 Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Madrid.

ANTOS FIGUEROA, José.
 Instituto Geológico y Minero de España.

USAFONT PARRÓ, Miguel.
 Facultad de Ciencias de Barcelona.

ETSCH SUNSTEIN, Jorge.
 Instituto Geológico y Minero de España (Minería).

NTBOTE, José María.
 Facultad de Ciencias de Granada.

STER CASAS, José María.
 Instituto "Lucas Mallada", de Investigaciones Geológicas.

LVEZ CARERO, Augusto de.
 Instituto Geológico y Minero de España (Aguas)

MEZ ANGULO, Juan Antonio.
 Instituto Geológico y Minero de España.

MEZ DE PABLOS, Manuel.
 Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid

RNANDEZ-PACHECO, Francisco.
 Museo Nacional de Ciencias Naturales.

PEZ DE AZCOÑA, Juan Manuel.
 Comisión Nacional de Geología.

LENDEZ Y MELENDEZ, Bermudo.
 Universidad de Madrid.

NGARRO MARTIN, Francisco.
 Facultad de Ciencias de Madrid

RCIA VIUDAS, Andrés.
 Instituto Nacional de Colonización.

TI SERRANO, Carlos.
 Consejo de Minería y Metalurgia.

RGA PONDAL, Isidro.
 Laboratorio Geológico de Lage. Coruña.

TADO FE, Francisco.
 Instituto Nacional del Carbón. Oviedo.

BA ANDERIU, Ortol.
 Universidad de Zaragoza.

OS GARCIA, José María.
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.

ENZ GARCIA, Clemente.
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos. Madrid.

LE SABARIS, Luis.
 Instituto Nacional de Geología. Barcelona.

GILI RODON, Carmina.
 Facultad de Ciencias de Madrid

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

Sondeo de Boo, en el valle del Aller. Investigación del carbonífero productivo
asturiano que realiza la E. N. Adaro de Investigaciones Mineras

Depósito Legal M. 8.379.-1958

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

El complejo ortoneísico de Pola de Allande (Asturias) (*)

por L. G. CORRETGE CASTAÑON (**)

RESUMEN

En este trabajo se estudian las rocas del complejo ortoneísico de Pola de Allande (Asturias), así como otros tipos de rocas metamórficas e intrusivas existentes en la zona. Se ha estudiado con bastante detalle la mineralogía del complejo, y ha podido establecerse como conclusión más importante que estos ortoneises han sido originados por epidioritización general de rocas de carácter básico e intermedio, siendo la neisificación una esquistosidad de plano axial (plegamiento).

SUMMARY

This paper deals with the rocks of orthoneissic complex and other type rocks in Pola de Allande (Asturias). The mineralogic study is made with care, and we can state that Pola de Allande orthoneiss was originated for a general epidioritization of basic and intermediate character rocks; neissification being an axial plane foliation.

INTRODUCCIÓN

El complejo ígneo de Pola de Allande comprende un área de aproximadamente unos 150 km², en la que se encuentran gran variedad de rocas plutónicas, filonianas y metamórficas, emplazadas todas ellas en una potente serie pelítica-arenítica, débilmente metamorfozada (facies de las pizarras verdes) y que en conjunto se conocen con el nombre de «Pizarras del Narcea», de edad Precámbrica.

Dentro de toda esta área pueden distinguirse varias unidades:

1. Serie pelítica-arenítica (Pizarras del Narcea).
2. Complejo de los neises.
3. Complejo de los pórfidos.
4. Stock de Linares, metamorfismo de contacto y rocas filonianas asociadas.

De todas estas unidades estudiaremos detenidamente el complejo de los neises, dado que son las

rocas que presentan problemas más importantes, tanto petrográficos como tectónicos. En lo que se refiere al estudio de los pórfidos, los metasedimentos y el stock de Linares, puedo adelantar que se ha efectuado con menos minuciosidad porque han sido objeto de estudio en anteriores trabajos (Suárez, 1968), (G. de Figuerola, Suárez, 1967).

La existencia de rocas endógenas en Pola de Allande es conocida de antiguo. Guillermo Schulz (1858) cita por primera vez en esta localidad un granito, así como algunos diques o filones de diorita en algunas localidades próximas, pero no hace ningún estudio petrográfico. En conjunto, todas estas rocas fueron estudiadas con mayor detenimiento por Barrois (1882), que clasifica unitariamente las rocas de Allande y Celón como dioritas, reconoce, sin embargo, algunas particularidades dignas de mención: «Mes échantillons de diorites de la Pola-de-Allande sont des roches de couleur plus pâle et de structure moins massive que les diorites ordinaires; elles sont feuilletées et ondulées comme certains schistes actinolitiques...». Desde estas citas antiguas hasta estos últimos años, ningún geólogo se ha ocupado de estas formaciones; sin embargo, han sido citadas por algunos de pasada, haciendo ya hincapié en el carácter macroscópico orientado de estas rocas y dándoles diversos

(*) Este trabajo se ha beneficiado de la ayuda concedida para el Fomento de la Investigación en la Universidad.

(**) Departamento de Petrología de la Universidad de Oviedo. Han colaborado en los trabajos de campo, V. Carpio y J. M. Ugidos.

significados (neises y migmatitas), Llopis-Lladó, Martínez-Alvarez (1962) y Llopis-Lladó y S. de La Torre (1961).

Teniendo en cuenta que la sucesión de metamorfismo regional parece creciente de Asturias a Galicia, y que el dominio de la epizona se extiende, aproximadamente, desde el arco devónico del Oeste de Asturias y una línea que pasaría, aproximadamente, entre Ribadeo y Becerreá (Capdevilla, 1967), es muy interesante precisar si verdaderamente estos neises representan un umbral de metamorfismo intenso dentro de toda esta facies metamórfica o si, por el contrario, se trata de ortoneises formados por dinamo-metamorfismo de complejos ígneos o metamórficos antiguos.

DATOS DE CAMPO

En la cartografía que se adjunta pueden observarse las distintas unidades geológicas de Pola de Allande. La serie pelítica-arenítica de las pizarras del Narcea presenta en sus capas una dirección bastante constante que oscila entre N-10-E y N-20-E, y con los buzamientos muy pronunciados generalmente de 60° a subverticales. La existencia de micropliegues, «Kink bands» y esquistosidad de plano axial paralela o subparalela en los flancos de los pliegues de tipo isoclinal, es un hecho generalizado en toda esta serie. Intercaladas en las pizarras se encuentran gran cantidad de rocas filonianas; por lo general, son diques de pórfidos de poco espesor (1 a 3 metros) y que han sido exagerados en la cartografía; muchos no se cartografiaron por no alcanzar tan siquiera los 40 ó 50 cm. de potencia. Suelen coincidir con la dirección general de la estratificación y, por tanto, son concordantes.

Los ortoneises están emplazados en las pizarras del Narcea. Se han localizado dos manchones. Las citas de Schulz y Barrois se refieren a la parte central de uno de ellos (Pola de Allande), pero sin que estos autores lo reconocieran en toda su extensión. El otro manchón se extiende desde el pueblo de Santa Eulalia hasta el sur de Trones, con una longitud de 5 km. y una anchura máxima de unos 750 metros, fue citado por primera vez por G. de Figuerola y O. Suárez (1967). Estas rocas tienen una fuerte foliación y es posible reconocer en ellas todos los términos de tectonización, entre rocas sin ninguna estructura planar aparente, rocas de Prada y Celón, a otras completamente neísicas. Puede observarse cómo rocas con disyunción bolar pasan insensiblemente a bolas con fuerte foliación y elongación vertical y a otras en las que únicamente se aprecia una fuerte estructura planar o planolinear.

El pequeño Stok de Linares está constituido por granitos y granodioritas biotíticas. Con toda segu-

ridad es posterior a los neises de Allande, como lo demuestra la ausencia de tectonización importante.

Existen también unos tramos arenoso-dolomíticos, cuarcíferos y dolomíticos poco potentes, con algunas mineralizaciones de sulfuros, incluidos en una serie cuarcítica supuesta del Cámbrico inferior. Su relación con las pizarras del Narcea es un poco problemática, ya que a veces es concordante (Linares) y en otros casos claramente discordantes (norte de Besullo). Lo consideramos como perteneciente a la Cuarcita de Cándana. Inmediatamente, sobre él, aparece una formación calcáreo-dolomítica de tonos amarillentos rojizos de una potencia máxima de unos 60-70 m., que equivale a la caliza del Rodical (Lotze, 1961). Superpuesta a esta caliza comienza una serie cuarcítica, en la que es posible distinguir claramente dos tramos, uno inferior, en contacto con la caliza, de potencia variable y que se caracteriza por ser tableada con intercalaciones pizarrosas. Por encima se sitúa, sin solución de continuidad, una cuarcita blanca masiva de bancos gruesos. Este segundo tramo es claramente Ordovícico; la edad del primero es algo más problemática, ya que es posible que represente el tránsito Cámbrico-Ordovícico. Por ello, lo más correcto es emplear, como lo han hecho muchos geólogos, el nombre de serie de los Cabos para toda esta formación.

El Carbonífero está representado por pequeños retazos de conglomerados y areniscas o grauwackas discordantes sobre el Precámbrico. Es frecuente encontrar entre estos materiales diques de pórfido.

Por último, tenemos un conjunto de sedimentos recientes que forman grandes manchones y constituyen casi todas las sierras planas de esta área. Están formados por bloques y cantos poco o nada rodados de cuarcita, procedente de la serie de los Cabos; la matriz arcillosa es escasa y a veces ausente. En las cercanías del pueblo de Linares pueden observarse retazos de Terciario con niveles de arcillas rojizas y blancas y conglomerados de cantos bastante rodados. Encima se encuentran los depósitos de bloques y cantos, que seguramente corresponden a un Terciario muy alto.

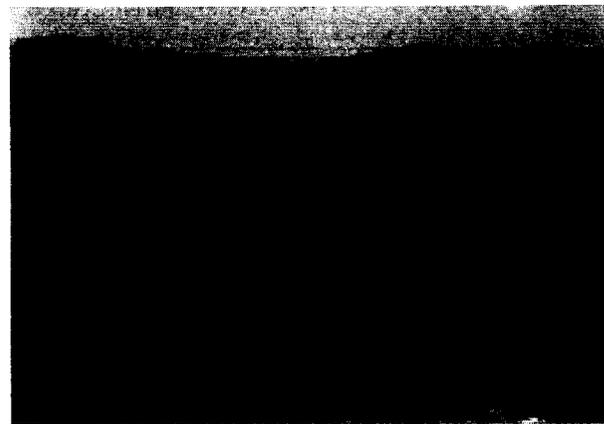
Como rasgo tectónico fundamental destaca la presencia de un gran accidente que va de Norte a Sur y separa el conjunto Cámbrico-Ordovícico, de las pizarras del Narcea (Precámbrico). La existencia de este accidente es innegable por dos causas:

- 1.º El trazado cartográfico.
- 2.º Presencia casi todo a lo largo del accidente de potentes zonas de brechas.

La tectónica de pliegues es visible en los materiales cámbricos de Besullo, donde se observan claramente un anticlinal y un sinclinal con cabecero hacia el norte y con una dirección N 10°-15° E. (foto núm. 1). Junto a estos macropliegues puede

destacarse la presencia de mesopliegues, que no han sido reseñados en la cartografía, al W de Prada.

La microtectónica es especialmente intensa en las pizarras del Narcea, donde se observan abundancia de micropliegues, kink-bands y pliegues de arrastre. No se han realizado medidas estadísticas encaminadas a la deducción de estructuras mayores. La estructura anticlinal que se ha deducido en las pizarras del Narcea obedece a varias



Fot. 1.—Anticlinal de Besullo. En primer plano las cuarcitas de Cándana (Cámbrico Inferior).

razones que en conjunto parecen apoyar esta hipótesis:

- 1.ª El neis de Santa Eulalia-Trones es equivalente al de Allande y a la roca de Celón-Tamuño.
- 2.ª Al E. del neis de Pola de Allande y al W. de Santa Eulalia-Trones hay una banda neísica separada por pizarras.
- 3.ª Al E. del neis de Santa Eulalia-Trones hay una facies muy ácida, lo que parece indicar que el techo de la «ortorroca» se encontraba allí.
- 4.ª En el pueblo de Ferroy aparecen pliegues de arrastre dentro del neis, de cuya observación se deduce su estructura anticlinal al E.
- 5.ª Los micropliegues de las pizarras del Narcea (en este área) cabecean, en su mayor parte, hacia el Norte, hecho que está de acuerdo con la forma cartográfica del complejo neísico.

PETROGRAFÍA

La serie pelítica-arenítica precámbrica (Pizarras del Narcea)

Se conoce con el nombre de pizarras del Narcea una potente formación de pizarras con bancos intercalados de cuarcita, arenisca y algunos otros términos de la serie arenítica. Se ha podido com-

probar que las rocas pelíticas propiamente dichas, aunque más abundantes que las areníticas, están en mucha menor proporción de lo que se suponía en un principio, al observar las rocas de *visu*, siendo, por ello, aconsejable el empleo del término esquistos del Narcea, en vez del petrográfico pizarras del Narcea.

Al microscopio, se distinguen cuatro tipos de rocas, afectadas todas ellas por un metamorfismo poco intenso.

Litarenitas: Tienen una estructura detrítica muy clara y están constituidas por cuarzo, fragmentos de rocas y chert. Como minerales secundarios destacan: óxido de Fe, sericita y caolín. Los granos de cuarzo son anhedrales, con extinción ondulante y abundantes agujas de rutilo. Los fragmentos de rocas están muy alterados. En conjunto, estas rocas son bastante singulares, porque se observa un gran número de cristales de cuarzo muy heterométricos y anhedrales como flotando en una matriz poco definida. Posteriormente a la formación estas rocas han sufrido una tectonización clara, por lo menos, ya que se encuentran surcadas por fisuras, con rotura de algunos cristales de cuarzo y relleno, a veces, de hidróxido de Fe. Considerando su composición (material inestable 25 % o más y una matriz intersticial) sin cemento químico, podrían definirse como grauwackas. Según las clasificaciones más modernas (Earle F. Mc. Bride, 1963). Se trataría sin ninguna duda de Litarenitas bastante ricas en cuarzo.

Subarcosas.

Abundan bastante y tienen mucha variación petrográfica. Se han estudiado muestras procedentes de la carretera de Pola de Allande a Prada con estructura detrítica, minerales esenciales, cuarzo y feldespatos (microclina, ortosa y plagioclasa?). Los accesorios reconocidos son: circón, ilmenita, óxidos de Fe, fragmentos de roca, caolín y turmalina. El cemento es de sílice secundaria de recristalización.

Los granos de cuarzo son muy heterométricos y con existencia de un crecimiento secundario clarísimo de los cristales que originariamente fueron redondeados o subredondeados.

Los restantes componentes son feldespatos de todos los tipos, dominando, desde luego, los granos de ortosa y microlina que, en conjunto, tienen un tamaño (junto con las plagioclasas) más pequeño que los granos de cuarzo.

Según la clasificación de Pettijohn (1957) y Mc. Bride, estas rocas caen dentro del campo de las subarcosas.

Otro tipo interesante de subarcosa es el que se encuentra cerca de Linares (Cangas del Narcea),



Fot. 1. — Anticlinal de Besullo. En primer plano las cuarcitas de Cándana (Cámbrico Inferior).

que posee textura detrítica con cuarzo, biotita y feldespato como mineral fundamental, y turmalina, circón, sericita, rutilo, estaurolita?, óxido de Fe y fragmentos de roca como accesorios. El tamaño de los granos de cuarzo varía mucho; una media hecha sobre varios granos da 0,190 mm., pero si se consideran como granos los cristales de refusión rodeados por un cemento arcilloso-sericítico, estas diferencias no son tan grandes, ya que varían todos entre 0,049-0,068 mm. Los feldespatos son claramente detríticos y muy anhedrales, tienen un tamaño medio de 0,161 mm. Tanto los feldespatos como los granos de cuarzo están rodeados de gran cantidad de fibras de sericita, biotita y posiblemente arcilla. Otras veces la sericita está diseminada.

En cuanto a la observación de la fábrica de la roca se nota enseguida que los cristales de cuarzo de recristalización, los feldespatos y algunas turmalinas aparecen claramente orientados, según unas líneas de flujo. Las láminas de biotita y sericita están igualmente orientadas.

Su proximidad al stock de Linares nos hace pensar que el desarrollo de biotita es muy posterior, por lo que se trataría de una corneana incipiente.

Protomilonitas

Al S. de San Martín de Beduledo, dentro del complejo de las pizarras o esquistos del Narcea, se encuentra alguna roca con textura cataclástica, constituida por cuarzo y plagioclasas, y teniendo como accesorios algunos cristales de pirita, limonita, sericita y circón. El tamaño de los granos de cuarzo es muy variable. En los planos de fracturación más intensa se encuentra una pasta de cristales de cuarzo casi ultramilonítico. La roca tiene abundantes hidróxidos de Fe y también algo de sericita, disponiéndose gran parte de estos constituyentes en los planos de cizallamiento, que es donde se manifiesta una cataclasis más intensa. Los feldespatos son poco abundantes y desde luego tienen poca importancia cuantitativa (no llegan al 5 por 100). En cuanto a la génesis, debió de tratarse, sin duda, de una cuarcita (cuarzarenita de Mc. Bride) que ha sufrido una posterior acción tectónica muy intensa.

De acuerdo con la clasificación de W. W. Moorhause (1959) para las rocas que han sufrido dinamometamorfismo, sería una Protomilonita cuarcítica.

Pelitas.

Como antes hemos dicho, son muy abundantes; algunas muestras recogidas en la carretera de Pola de Allande presentan al microscopio una textura

detrítica de grano muy fino, con cuarzo y biotita como minerales esenciales, y turmalina, granate, clorita, apatito, plagioclasas, óxidos de Fe y estaurolita. Por el tamaño de grano, siempre inferior a 0,06 mm., estas rocas son claramente pelíticas. En las rocas de grano más fino aparecen una especie de manchas o nódulos, en los que la acumulación de biotita es mucho menor; por eso, no es raro que estas rocas se encuentren también un poco afectadas por el metamorfismo de contacto del stock de Linares. De todas formas, es clara la naturaleza de pelita subarcosa o cuarzoarenítica con biotita.

Los Pórfidos.

Haremos poco hincapié en estas rocas, porque han sido tratadas en otras publicaciones (Suárez, 1967, y G. Figuerola y Suárez, 1967); no obstante, dada la variedad y abundancia, creo interesante dar a conocer la petrografía de algunos diques no estudiados anteriormente.

Especial interés tienen los situados en el flanco W. del ortoneis de Santa Eulalia-Trones, ya que la textura es completamente diferente a los demás. Siempre es porfídica, con agujas de biotita en la pasta, que presenta tendencia nematoblástica de largas agujas, entre las que quedan microlitos de plagioclasas; el conjunto nos hace recordar vagamente las texturas tinguaíticas, sustituyendo la egrina por la biotita. Se encuentra en la pasta también cristales de mirmekita, sericita, ilmenita, pennina, rutilo, circón y cuarzo. Las plagioclasas están muy zonadas y casi siempre tienen una banda muy transparente y sin alterar cuando están en contacto con la mirmekita. Sin duda, ha debido de existir una decalcificación en los bordes con segregación de Ca^{++} por reacción con la ortosa. Resumiendo, los rasgos más significativos de estas rocas son:

- 1.º Abundancia de la plagioclasa.
- 2.º Biotita acicular en la pasta y en láminas como fenocristal.
- 3.º Presencia de mirmekita en abundancia
- 4.º Cuarzo intersticial.

En algunas preparaciones la biotita está totalmente sustituida por pennina, y en las más alteradas hay gran abundancia de carbonato, indudablemente producto secundario.

El pórfido de Eiros es el más importante de todos en cuanto a la longitud y potencia. Su textura es porfídica típica y, además de la plagioclasa y biotita, aparecen fenocristales de cuarzo. La característica más interesante de este pórfido es la abundancia en esfena, carbonato y mirmekita. Se observa perfectamente cómo la biotita, al pasar a clorita deja inclusiones de esfena (2 V pequeño,

positivo y $r > v$). Esto quizás se debe a que en presencia de Ca, la biotita origina algo de esfena como subproducto en lugar de la ilmenita:



Petrográficamente, todo este conjunto de rocas pueden clasificarse como pórfido granodiorítico con biotita.

En otros diques de pórfido granodiorítico no ha podido estudiarse detalladamente la mineralogía, ya que los fenocristales están totalmente alterados y como único fémico existe clorita. Los microlitos de plagioclasa tienen una composición con 34-36 por 100 An.

Pórfidos cuarzodioríticos.

En la carretera de Besullo hay algunos pórfidos, caracterizados por:

- a) Superabundancia de epidota.
- b) Fenómenos de sausrización muy claros.
- c) Existencia clarísima de planos S de deslizamiento y, como consecuencia, existencia de tectonización en la roca.
- d) Albita secundaria de decalcificación de las plagioclasas.
- e) Disposición preferente de cristales de epidota en las líneas de mayor flujo.

Esta circunstancia de tectonización en un pórfido es un hecho notable que hemos podido observar, incluso macroscópicamente, y nos ha puesto de manifiesto que, además de los pórfidos ligados al granito de Linares, hay otros tipos tectónicos de pórfido. Unos neisificados y posiblemente equivalentes, en edad de tectonización, a los ortoneises, y otros, sin ninguna tectonización fuerte (sin superficies S).

Stock de Linares.

Las muestras estudiadas tienen textura granulada holocristalina, con predominio de cuarzo y ortosa sobre las plagioclasas. Los félicos son biotita-clorita, encontrándose, a veces, algún cristal de hornblenda. Las plagioclasas son andesinas ácidas con un 32-35 por 100 de An. Como accesorios importantes pueden citarse circón, rutilo, apatito, óxido de Fe y algo de turmalina. Se trata de granito calcoalcalino que contiene, sin embargo, algunas facies de tipo granodiorítico, debido a que crece la cantidad de plagioclasas, llegando a dominar a la ortosa. En algunas muestras anteriormente estudiadas (Suárez, 1967) se han obtenido los siguientes valores:

	1	2	3
Cuarzo...	31,6	29,5	29,7
Ortosa...	38,6	40,8	18,5
Plagioclasa...	20,9	25,4	32,7
Biotita...	5,8	4,3	12,6
Otros...	1,0	—	—
Pennina...	2,1	—	2,7
Hornblenda...	—	—	4,8
Moscovita-clorita...	—	—	—

1. Granito calcoalcalino biotítico de grano medio.
2. Granito calcoalcalino biotítico de grano medio.
3. Granodiorita.

El stock de Linares ha metamorfizado las rocas en contacto con él, produciendo corneanas bien desarrolladas sobre las formaciones más silíceas, que suponemos pertenecientes a las cuarcitas de Cándana. Las pizarras nodulosas y mosqueadas abundan en las proximidades del contacto con las pizarras del Narcea. Las primeras tienen textura granoblástica o granolepidoblástica. Como minerales esenciales tenemos cuarzo, biotita, sericita, cordierita y plagioclasas muy sódicas. Los accesorios más importantes son: apatito, óxido de Fe, turmalina y plagioclasas. En los módulos de cordierita se aprecia claramente una disminución de la biotita, que adopta en ellos un hábito muy acicular. Dentro de los nódulos abundan los cristales bastante grandes de moscovita, aproximadamente 0,39 mm. Suelen ser rocas bastante anisótropas respecto a la composición mineralógica, pues hay bandas con predominio de biotita y granos de cuarzo y escasez de nódulos de cordierita. Las corneanas presentan una textura grano-lepidoblástica con cuarzo, biotita, sericita y cummingtonita como minerales fundamentales, y circón, apatito, pirita y plagioclasas como accesorios.

La biotita se encuentra preferentemente en algunas zonas con bandas. La roca tiene microscópicamente una apariencia totalmente cornubianítica, con fractura un poco concoidea y con bandas muy finas. En conjunto los rasgos más característicos pueden resumirse en:

1. Presencia de cummingtonita y biotita.
2. Abundancia de pirita.
3. Disposición en bandas de zonas con biotita, cummingtonita y sulfuros.
4. Zonas muy netas con cummingtonita como fémico exclusivo. El rasgo más importante que conviene resaltar pensando en estudios futuros es que parece existir una superficie S_2 penetrativa que a veces rompe los cristales de cummingtonita y dobla a las láminas de biotita. De confirmarse, sería de gran interés, ya que entonces podría datarse el stock de Linares con respecto a las deformaciones

hercinianas, en donde una de las fases, posiblemente la tardihercinica sería posterior, o a lo sumo simultánea al emplazamiento del granito.

Petrografía del complejo neísico

El conjunto presenta una gran variedad estructural y petrográfica. La foliación es muy fuerte, aunque como antes hemos apuntado, se han observado zonas del complejo carentes de tal foliación, con una clara disyunción bolar que poco a poco va pasando a un verdadero neis.

Macrocópicamente podemos distinguir tres tipos:

a) Neises planares de grano medio: no tienen lineación, pero poseen, sin embargo, una clara estructura planar con bandas regulares de minerales claros y oscuros.

b) Neises planolineares de grano medio: además de estructura planar poseen lineación. En sección perpendicular a la lineación se ve cómo los minerales oscuros rodean a los nódulos de minerales leucocráticos (cuarzo y feldespatos).

c) Neises planares de grano fino: esta variedad sólo se ha observado en el flanco W. del neis de Santa Eulalia-Trones. Es de un color ceniciento y las bandas leucocráticas y melanocráticas son muy finas. En algunos se ve una cierta tendencia a la lineación.

Además de estos tres tipos incluyo dentro del complejo de los neises las rocas claras sin estructura planar o planolinear que antes he mencionado, y que podemos denominar «ortorrocas» del complejo.

Descripción microscópica

«Ortorrocas» del complejo.

El reunir todo este conjunto de rocas dentro de un tipo, sólo obedece a la necesidad de considerar aparte a todas las carentes de estructuras planares claras. En realidad, hay una gran variación textural e incluso petrográfica, pues existen dioritas cuarcíferas, granodioritas flaser, flaser dioritas, cuarzdioritas flaser y dioritas anfibólicas.

Todas tienen una coloración verdosa o gris oscura con pequeños puntos de mineral leucocráticos. Son de grano medio o fino y a veces están algo milonitizadas. Únicamente existe una variedad claramente leucocrática situada en la parte más septentrional del neis (ortorroca tipo «La Cueta»), y de la que haremos algunas consideraciones más detalladas.

Texturalmente varían muy poco de unas a otras, siendo las más frecuentes las hipidiomórficas gra-

nulares, las texturas cataclásticas, protomiloníticas y porfídicas flaser, con términos de tránsito entre unas y otras.

El grado de saturación apenas varía. Todas las rocas reconocidas en Prada son claramente sobresaturadas, con cantidad de cuarzo libre muy variable; en Celón, sin embargo, se encuentran varios tipos de roca saturada (sin cuarzo libre). Dado que existen algunas diferencias entre los índices de saturación y la composición mineralógica, he creído conveniente agrupar las ortorrocas en tres unidades o tipos:

- 1) Tipo Prada.
- 2) Tipo Celón.
- 3) Tipo «La Cueta».

Todas las rocas del primer tipo son sobresaturadas, con textura hipidiomórfica granulares más o menos tectonizadas, hasta darse el caso de encontrarnos entre verdaderas texturas cataclásticas. Están constituidas fundamentalmente por plagioclasa, anfíbol y biotita (flogopita), aunque en algunas aparecen además de estos minerales la dialaga y el cuarzo como fundamentales. Los minerales accesorios ofrecen gran variedad, se ha reconocido circón, rutilo, apatito, ilmenita, leucoxeno, epidota, pennina y feldespato potásico. La dialaga y el cuarzo aparecen también entre los accesorios. Las plagioclasas, bastante alteradas, son de una basicidad intermedia, por lo general a idesinas básicas con un 42 por 100 de An.; no obstante, la saurización observada en muchos cristales rebaja a veces el contenido en An. La dialaga está urutilizada y aunque es posible que existan dos generaciones de anfíbol, la mayor parte procede de la epidioritización de este clinopiroxeno (fotos 2 y 3). La biotita es muy magnésica, con su color muy bajo y colores de interferencia altos y pleocroísmo poco intenso; es evidente que se trata de una biotita entre los términos magnésicos de la serie Flogopita-Annita.

En vista de la asociación mineralógica, estas rocas deben definirse como dioritas cuarcíferas «flaser», y sin duda antes de la epidioritización debieron tener naturaleza gabroica o gabrodiorítica, es decir, de un carácter más básico que el que en la actualidad presentan.

El tipo de Celón tiene texturas protomiloníticas, existiendo algunas facies porfídicas hipidiomórficas granulares bastante características (con texturas «flaser»). Mineralógicamente están formadas por plagioclasas, anfíbol e ilmenita; en algunas la ilmenita pasa a ser accesorio y la hornblenda común entra a formar parte como fundamental, así como el clinopiroxeno. Entre los accesorios se encuentran apatito, cuarzo (a veces), clinocloro, pennina, limonita, leucoxeno, epidota, zoisita-clinozoisita,

circón, flogopita y siderita. Únicamente dos muestras son sobresaturadas, una claramente, ya que en ella el cuarzo es mineral fundamental. La plagioclasa, al igual que en la roca tipo, Prada, es bastante básica con un % An. = 45 por 100. El Anfíbol es actinóita, por lo general con $z \wedge c = 19$



Fot. 2. — Transformación de los cristales de malacolita en anfíbol como consecuencia de la epidioritización general que han sufrido las rocas básicas del complejo neísico. Luz natural, 100 D.

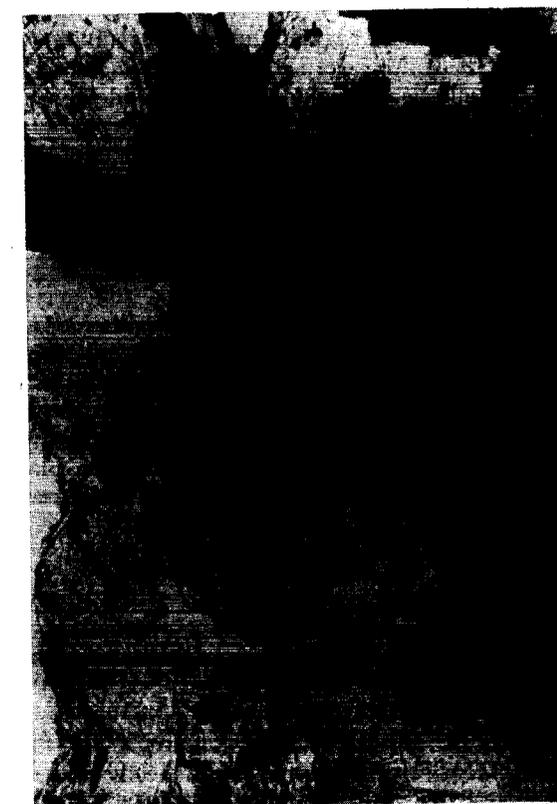
20° y un $2 V_x = 84^\circ$. Se ha reconocido también anfíbol con $2 V_x$ variable entre 68 y 76°. Los rasgos característicos en estas rocas son: abundancia de plagioclasa y actinolita, escasez o ausencia de cuarzo; gran cantidad de ilmenita esquelética con alteración a leucoxeno y siderita, y sobre todo la gran epidioritización que han sufrido estas rocas (en una de las muestras todo el anfíbol es de urutilización y las plagioclasas están totalmente saurizadas). Todo este conjunto de rocas puede clasificarse como dioritas anfibólicas normales y flaser, excepto una facies de cuarzo-diorita porfídica flaser.

El tipo de «La Cueta» se localiza cerca del Pico del Cuervo, junto al Caserío de La Cueta.

Tienen textura granuda alotriomórfica o granu-

da hipidiomórfica bastante cataclástica. Como minerales esenciales hay albita, cuarzo y flogopita, aunque en algunas el clinocloro es el único fémico importante y en otro aparece microclina como fundamental. Destaca también la gran cantidad de zoisita-clinozoisita y epidota junto con los accesorios comunes apatito, circón, limonita y leucoxeno, y muy accidentalmente clinopiroxeno.

La plagioclasa es muy ácida, los cristales anhedralos o subhedralos están maclados y muy alterados por un proceso de fuerte saurización. El relieve es muy bajo y el índice de refracción menor que el balsamo, probablemente es albita, aunque en algunos casos pudiera tratarse de una plagioclasa algo más básica. Una acidez tan alta la explicamos por la formación de gran cantidad de



Fot. 3. — Detalle del fenómeno anterior observado en otro cristal de clinopiroxeno (malacolita). Luz natural, 100 D.

epidota que rebaja el contenido de Ca de las plagioclasas. La clorita procede de la biotita. Es precisamente en estas rocas donde mejor se ve el proceso de desferrificación de la biotita para dar flogopita y clorita.

En resumen, podemos ver que en estas rocas la plagioclasa y el cuarzo son los minerales dominan-



Fot. 2. — Transformación de los cristales de malacolita en anfíbol como consecuencia de la epidioritización general que han sufrido las rocas básicas del complejo neísico. Luz natural, 100 D.



Fot. 3.—Detalle del fenómeno anterior observado en otro cristal de clinopiroxeno (malacolita). Luz natural, 100 D.

epidota que rebaja el contenido de Ca de las pla-

tes. De aquí su carácter leucocrático. Las plagioclasas son muy ácidas y la clorita es el único fé-mico importante (salvo en alguna variedad en que abunda la biotita-flogopita en una proporción plagioclasa > cuarzo > microclina).

La variedad con microclina y biotita-flogopita no ofrece dificultades de clasificación, pues se trata de una granodiorita flaser. Sin embargo, el otro tipo nos plantea un interesante problema, ya que si las plagioclasas cayeran en el campo An. 00-05, entonces, de acuerdo con los demás caracteres, se trataría de un granito alcalino, según la clasificación moderna de A. L. Streckeisen (1967); en el caso de que la plagioclasa tuviese un tanto por ciento en An. mayor del 5 por 100, caería esta roca directamente en el campo de las cuarzodioritas. En las clasificaciones anteriores de O'Connen (1965), Hietanen (1963), Ginsburg, Efrenova, Volovikova y Eliseeva (1962), Gendeler (1956), Kuplessky (1953), Moorhause (1959) y Williams (1958), las plagioclasas, sea cual fuese su acidez, forman un vértice del triángulo FK-Q-Pg, por lo que no existe ninguna duda respecto a la roca, que consideramos tendría, según estas clasificaciones, naturaleza cuarzodiorítica. Es paradójico (según la clasificación de A. L. Streckeisen) que una roca como la nuestra pueda pertenecer, según que el tanto por ciento en An. de la plagioclasa sea mayor o menor que el 5 por 100, a las tonalitas o a los granitos alcalinos, es decir, a rocas completamente distintas. Esto, a mi parecer, puede subsanarse si admitimos en el vértice de los feldespatos alcalinos a la albita primaria en un tanto por ciento menor que el 5 por 100 en An., pero nunca a la plagioclasa acidificada por efectos de una fuerte sausriritización, que es el caso que nos ocupa.

Los neises.

Es prácticamente imposible hacer distinción petrográfica entre los neises planares de grano medio y los neises planolíneos, que no son más que variaciones estructurales de un tipo común; únicamente los neises planolíneos de grano fino pueden estudiarse independientemente, pues difieren mucho de la facies de Pola de Allande.

Mineralógicamente, se diferencian muy poco unos de otros y puede decirse, que en líneas generales, todos tienen casi idénticos minerales y unitariamente podrían clasificarse como ortoneis anfibólicos biotíticos (flogopíticos) o biotíticos-anfibólicos, según los distintos casos. Para resaltar algunas particularidades, estableceremos algunas variedades, según el componente fé-mico dominante:

- Ortoneis con anfíbol y dialaga.
- Ortoneis con anfíbol predominante.

c) Ortoneis biotítico-flogopítico y clorítico-sericiticos.

Los primeros tienen textura protomilonítica con plagioclasa, cuarzo, anfíbol, dialaga y biotita-flogopita; como fundamentales, en algunos aparece ortosa pertitzada y en otros la dialaga únicamente entra a formar parte como mineral accesorio. Los minerales accesorios son sericita, clorita, circón, ilmenita, leucóxeno, pennina, microclina, rutilo, y en alguna preparación pequeños cristales de talco (o pirofilita).

En ciertas preparaciones la dialaga abunda mucho, pero en estado crítico, ya que se ha transformado casi totalmente en un anfíbol de un color verdoso claro que aparece desflechado y adopta un hábito actinolítico, seguramente debido a que en dicho hábito es más adecuado para adaptarse a fuerzas tensionales.

El cuarzo es totalmente intersticial. En algunos casos la dialaga se transforma en un anfíbol muy difícil de reconocer con exactitud, por lo que preferimos emplear el nombre más general de uralita. La biotita-flogopita no es demasiado abundante, y se encuentra, a veces, intensamente cloritizada. Las plagioclasas están muy alteradas a sericita y las bandas de trituración (líneas de flujo) están ocupadas por una pasta sericitica con fragmentos triturados de dialaga y posiblemente minerales del grupo epidota-clinozoisita. En algunas preparaciones la ortosa está intensamente pertitzada y tiene alguna inclusión de anfíbol.

Todo este conjunto de rocas pueden considerarse petrográficamente como ortoneis anfibólicos (actinolíticos) con dialaga; en alguna preparación la dialaga es tan importante, que bien puede emplearse el nombre de ortoneis de dialaga.

En cuanto a su génesis, puede deducirse fácilmente que proceden de rocas plutónicas de bastante basicidad, posiblemente granogabros o gabros.

Ortoneis con anfíbol predominante.

Se caracterizan por poseer texturas cataclásticas, cataclásticas fluidales, protomiloníticas, y en algún caso especial blastomiloníticas. Mineralógicamente están formadas por cuarzo, plagioclasas y anfíbol, aunque en algunas rocas aparezcan también la flogopita como fundamental y en otras, junto con ésta, el feldespato potásico (ortosa y microclina). Son rocas riquísimas en minerales secundarios y de alteración, y por lo general todos tienen circón, rutilo, ilmenita, apatito, clorita, sericita, limonita, leucóxeno y cantidades bastante apreciables de minerales del grupo epidota-zoisita. Los cristallitos de clinopiroxeno aparecen en muchas preparaciones.

El cuarzo es primario y no intersticial, como ocurría en el conjunto de rocas poco o nada cataclásticas del complejo y en los ortoneis de dialaga. Está a veces muy triturado y en algunas preparaciones es bastante abundante.

Además de este cuarzo cataclástico con extinción ondulante, la sílice se nos manifiesta como un compuesto muy móvil, pues ocupa filoncillos y forma lenticulas recristalizadas con la elongación según las líneas de flujo (este hecho no se observa en todas las preparaciones). Las plagioclasas presentan las mismas características que se han apuntado para las rocas néisicas anteriormente estudiadas; la sausriritización, sin embargo, es aquí más importante.

En anfíbol es actinolita en la mayoría de los casos; sin embargo, en algunas muestras se ha observado además del anfíbol acicular, cristales alargados de color verde pálido. Se tratan de hornblenda verde. En algunos anfíboles de los neises de Santa Eulalia-Trones, se han efectuado medidas más precisas sobre sus caracteres ópticos, encontrando valores de $\alpha \wedge c = 20-22$ y $2V_x = 50^\circ$, que corresponden a una tsermakita.

Hay preparaciones con abundante feldespato potásico muy pertitzado. Se presenta en forma de placas anhedrales de bastante tamaño. Otras veces se encuentra ortosa dispersa entre los minerales de la preparación.

Se nota escasez o ausencia de clinopiroxenos, únicamente entre las líneas de flujo quedan restos que posiblemente correspondan a dialaga. Podría ser que en principio todas estas rocas fuesen más ricas en clinopiroxeno y que durante el metamorfismo regional se hubiesen urutilizado totalmente. Sin embargo, en algunos casos, no parece que el piroxeno pase a anfíbol sino a biotita poco ferrífera. La biotita está relacionada muchas veces con el piroxeno, del que procede. En estos casos suele pasar a pennina. Otras láminas de biotita pierden Fe y dan flogopita más ilmenita.

Entre los accesorios se encuentra, a veces, cantidades muy variables de carbonato intersticial, y que puede proceder de la sausriritización de las plagioclasas.

Petrográficamente este conjunto de rocas son ortoneis anfibólicos (gran parte actinolíticos), de naturaleza granodiorítica o granogabroica y cuarzodiorítica. Como características generales puede apuntarse: cuarzo primario no intersticial y abundancia de anfíbol con dos posibles generaciones.

Ortoneis biotítico-flogopítico y clorítico-sericiticos.

Se caracterizan por la ausencia de anfíbol. La textura generalmente es cataclástica fluidal (protomilonítica); en algunos la tectonización no es

muy fuerte y pueden considerarse de textura flaser. Como minerales esenciales tienen cuarzo, plagioclasas y biotita (o biotita-flogopita), existiendo algunas rocas con abundante microclina pertitzada, y otras con clinocloro como fé-mico. No son tan ricas como las otras rocas del complejo en minerales accesorios y de alteración. Se ha encontrado circón, feldespato potásico, pertita, mirmekita, óxidos, sericita, leucóxeno y en algún caso augita.

Algunos tipos son muy cataclásticos, con predominio de las plagioclasas sobre el cuarzo y líneas de flujo formadas por biotita y sericita. Las rocas con microclina poseen una flogopita totalmente incolora con plagioclasa bastante ácida (albita-oligoclasa). Dentro de este grupo existe una variedad muy notables de rocas en que los fé-micos originales han desaparecido totalmente para ser sustituidos por clinocloro. Es, sin embargo, curioso observar que estas rocas presentan una tectonización menor que las restantes, y como consecuencia debemos admitir que ha existido una acción hidrotermal muy directa, que ha alterado completamente los fé-micos hasta convertirlos en clorita. Las plagioclasas corresponden a una andesina ácida con un 35 por 100 de An., siendo la macla más frecuente la albita-ala (010); más rara es la macla de albita normal. La naturaleza de todas estas rocas es cuarzodiorítica y granodiorítica. Posteriormente por acción del dinamometamorfismo, se han originado los ortoneis biotíticos, flogopíticos y cloríticos mencionados.

Ortoneis planolíneos de grano fino.

Por su mineralogía podrían incluirse entre los ortoneis biotítico-flogopíticos anteriormente estudiados; sin embargo, se diferencian macroscópicamente de todos los demás tipos por su tamaño de grano, tan extraordinariamente fino. Esta facies forma una estrecha banda, más o menos continua, por todo el flanco E. del neis Santa Eulalia-Trones.

La textura es filonítica; en realidad, puede considerarse como una variedad de *Hatschiefer* (milonita recristalizada, finamente bandeada). Como minerales esenciales aparecen únicamente: cuarzo, plagioclasas y biotita-flogopita. Son muy ricos en minerales secundarios y de alteración, habiéndose encontrado: circón, rutilo, apatito, ilmenita, leucóxeno, clinozoisita, epidota-zoisita, albita, pennina, sericita y sulfuros.

Las plagioclasas están bastante alteradas y muchas tienen bandas albiticas en las que se aprecia un cierto crecimiento petroblástico. Han podido hacerse determinaciones precisas en las plagioclasas de una preparación. La ley de macla más frecuente son albita normal y albita-ala, siendo el contenido en anortita de 33 por 100 An., correspondiente a una andesina ácida. El cuarzo es abundantísimo y

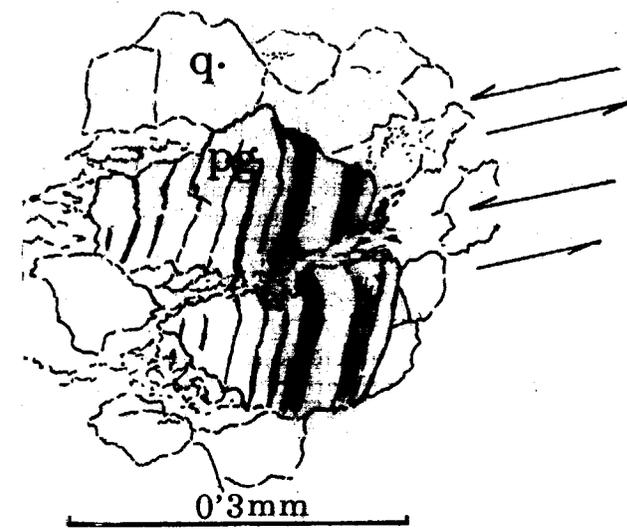
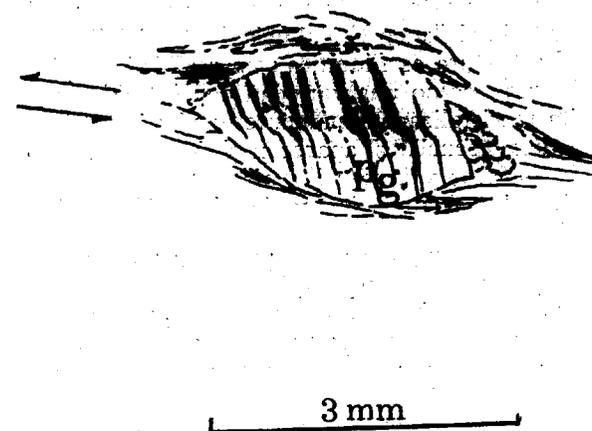
se presenta en placas y granos alotriomórficos con recristalizaciones y crecimientos secundarios, tienen extinción ondulante y bastantes inclusiones. El fémico es biotita, cuya disposición lepidoblástica acentúa el carácter néisico de la roca. Es interesante resaltar que la biotita sufre a veces un proceso de baueritización, pasando a una flogopita repleta de gránulos de ilmenita y finísimas agujas de rutilo. La baueritización es más intensa en las bandas no tectonizadas, donde las biotitas aumentan su birrefringencia y sufren una disminución en el pleocroísmo y el color. En algunas preparaciones el circón es muy abundante y se observa que además de los circones anhedrales más o menos redondeados y de los que tienen una cierta tendencia subhedral, aparecen en las proximidades de alguna lámina de biotita circones esqueléticos de formas extraordinariamente irregulares.

En conjunto, los rasgos más importantes de estas rocas son: ausencia o escasez de feldespato potásico, abundancia de cuarzo y biotita, presencia de albita de segunda generación, abundancia de sulfuros y transformación de biotita en flogopita. Petrográficamente se trata de ortoneis biotíticos y biotíticos-flogopíticos de naturaleza cuarzodiorítica.

MINERALOGÍA DEL COMPLEJO

Plagioclasas.

Es el mineral más abundante y está presente en todas las preparaciones. Los cristales son subhedral o anhedral maclados y sin zoneamiento importante. Las leyes más frecuentes son Albita-N, Periciclina-N, Albita-Karsbad, Aclina-Periciclina, Karsbad y Albita-Ala. En las rocas con fuertes



Figs. 1 y 2. — Deformación de los cristales de plagioclasa según planos paralelos deslizantes.

estructuras planares (ortoneis) se observan plagioclasas con efectos claros de tectonización (curvatura de los planos de macla, zonas de cizallamientos, fracturas, etc.) (figs. 1 y 2). El contenido en anortita no varía mucho, si exceptuamos los bordes albiticos que tienen algunos cristales. En conjunto corresponden a términos entre las andesinas ácidas y las básicas.

	LEY	% eje de hemitropía	% ángulo de Köler
A-4	Albita N	33 % An	33 % An
A-5	Periciclina N	45 % An	46 % An
	Albita N	40 % An	41 % An
	Aclina-Periciclina	45 % An	45 % An
	Karsbad	40 % An	—
A-73	Karsbad N	42 % An	43 % An
	Albita-Ala	32 % An	33 % An
A-1005	Albita-Karsbad	45 % An	46 % An
1431	Albita-Ala	35 % An	—

Aunque la determinación de contenido en An. no ha podido realizarse en todas las preparaciones, se ha podido apreciar que la basicidad más alta (andesinas básicas) corresponden a rocas con poca o ninguna tectonización (rocas del complejo sin estructuras planares claras) y las de basicidad más baja (andesinas ácidas) a las rocas más cuarcíferas del complejo, ortoneis planares de grano fino. La influencia del dinamometamorfismo regional parece clara. Al mismo tiempo, como la fuerte saururritización que han sufrido rebaja considerable

mente el contenido en An, no es descabellado pensar que, en conjunto, todas las plagioclasas del complejo se han acidificado en mayor o menor grado. La acidificación es muy grande en las rocas del tipo de La Cueta, llegando incluso al término albita o muy próximo. En otros tipos la albitización únicamente se produce en el borde de la plagioclasa completamente saururritizada.

Cuarzo.

Está presente en casi todas las preparaciones; únicamente falta en algunas muestras de Celón. En algunos ortoneis es el mineral más abundante, hasta el punto de conferir a la roca cierta composición granítica o trondhjémítica. Pueden distinguirse tres tipos:

1. *Cuarzo intersticial*: Es completamente anhedral y ocupa únicamente los intersticios dejados entre las plagioclasas y los fémicos. Tiene extinción ondulante, pero no se observan grietas de tectonización. Este tipo de cuarzo se encuentra únicamente en los ortoneis del complejo.

2. *Cuarzo primario*: Ha sido sometido a cataclasis intensa y por ello se encuentra muy fracturado y recristalizado. Se presenta en forma de placas anhedral y en pequeños granos: las primeras son a veces consecuencia de recristalización de los granos más finos. Suelen tener elongación según las líneas de flujo.

3. *Cuarzo filonítico*: Es posterior a los dos tipos citados antes, rellena las grietas y microfallas que se han producido por efectos tectónicos posteriores a la neisificación. Tiene muy pocas inclusiones. Puede proceder de la removilización del cuarzo intersticial y primario.

Feldespato potásico (ortosa y microclina).

Es muy poco abundante, excepto en algunas facies septentrionales donde la microclina es más abundante que la plagioclasa. Por lo general, tanto lo ortosa como la microclina suelen ser intersticiales alteradas a minerales arcillosos y muy frecuentemente pertitizados. En algunas rocas cercanas al pueblo de Pena, la microclina, en parte pertitizada, forma placas grandes anhedral de contactos no muy netos.

Anfibol.

Junto con la biotita-flogopita, es el fémico más abundante. Pueden distinguirse dos variedades de anfibol. Uno directamente ligado a la dialaga, de color verde pálido, poco o nada pleocroico y que frecuentemente en las zonas de tensión se encuen-

tra con hábito acicular. En éstos, las medidas ópticas no han podido efectuarse exhaustivamente, por lo que disponemos de pocos datos, pero dado que proceden de la uralitización de la dialaga, de acuerdo con las observaciones ópticas debe tratarse de un anfibol del grupo de la tremolita-actinolita y concretamente, dada su coloración, de actinolita. En muchas preparaciones es el único anfibol presente, pero en otras aparecen cristales subhedral o anhedral maclados de color verde y débil pleocroísmo y hábito prismático en vez de acicular. Los datos ópticos nos dan anfiboles del grupo de la hornblenda (serie Tschermakita-Ferrotschermakita con contenidos variables en Fe) y anfiboles del grupo tremolita-actinolita. El paso de anfibol con hábito prismático a actinolita, bajo los efectos de la tensión se ve en muchos cristales (foto 4). Por lo general muchos de los anfiboles pierden hierro en los bordes, como lo delata la disminución de coloración y pleocroísmo. Muchos tienen inclusiones de circón y en otros se ve una clara transformación del anfibol en biotita + epidota. Sin embargo, la



Fot. 4. — Paso de anfibol con hábito prismático a actinolita bajo los efectos de la tensión. La elongación de la actinolita es paralela a las superficies S de neisificación. Luz natural, 100 D.



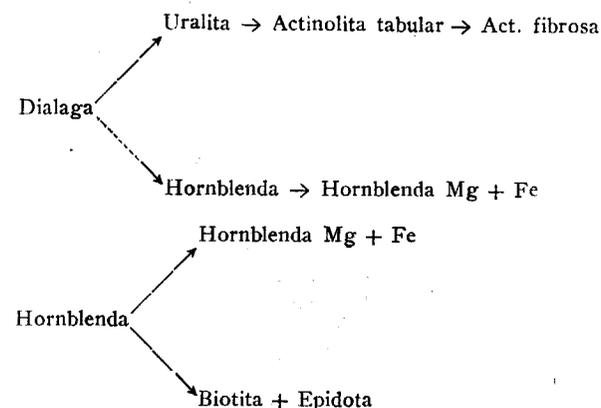
Fot. 4.—Paso de anfíbol con hábito prismático a actinolita bajo los efectos de la tensión. La elongación de la actinolita es paralela a las superficies S de neisificación. Luz natural, 100 D.

relación de la biotita-flogopita con el anfíbol, no siempre está comprobada.

Datos ópticos de los anfíboles.

	Angulo extinción Z ^ C	Angulo 2 V _x	
A-4	20° 18°	80° 82°	Actinolita »
A-73	14° 20° 23 ± 2°	68° 62° 70°	Tschermak. Ferrotscher » y = amarillo pálido x = amarillo paja Tschermak. Ferrotscher
A-1004	18 ± 3°	67°	»
A-1005	—	84°	»
A-1011	—	82°	»
	19° 19°	62° 72°	Actinolita

En conjunto, parece muy probable la existencia de anfíboles de dos generaciones: uno primario (los términos más férricos) y otro secundario (actinolita). Pueden establecerse las siguientes relaciones paragenéticas:



Biotita-flogopita.

Al referirnos a la biotita queremos indicar más bien los términos más magnésicos de la serie Flogopita-Annita. Unicamente en alguna variedad del neis planar de grano fino, la biotita parece ser relativamente rica en Fe. En todos los demás casos el contenido en este elemento es bastante escaso.

Se presenta en láminas con escasa coloración y pleocroísmo; en algunas preparaciones es completamente incolora (flogopita) y en otras ha sufrido una baueritización, originando una flogopita + óxidos de Fe + agujas de rutilo en una disposi-

ción sagénitica típica. A veces las laminillas y pajueltas se encuentran en la zona de mayor tectonización, sufriendo allí una desferrificación muy rápida, transformándose a veces en pennina. Parte de la biotita pueden estar genéticamente relacionada con los anfíboles y clinopiroxeno, pero de todas formas hay biotita primaria, a mi parecer la más ferrífera.

Entre la transformación más interesante de la biotita cabe destacar el paso a flogopita + ilmenita (foto 5). Este proceso de baueritización está muy extendido en todas las preparaciones.

Biotita → flogopita + (ilmenita → leucoxeno).
Biotita → flogopita + ilmenita → rutilo.

La transformación Biotita → Clorita es también frecuente.



Fot. 5.—Fenómeno de desferrificación en las biotitas con transformación en flogopita e ilmenita. Luz natural, 100 D.

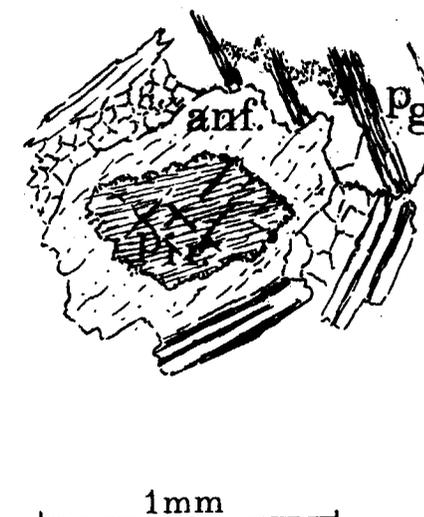
Clinopiroxenos.

Son poco frecuentes, pero su estudio encierra gran interés porque algunos confieren a la roca características especiales. Se distinguen claramente

dos piroxenos: dialaga, el más abundante, y la augita, que juntamente con otros pequeños fragmentos de piroxeno no identificados denominamos clinopiroxenos en general. Es necesario aclarar que al emplearse el término dialaga nos referimos tanto a este mineral como a la malacolita, ya que existen casos con la tercera exfoliación según 100, y otros según 001; en algunos cristales no se puede observar claramente.

Este mineral se nos presenta en cristales anhedrales o subhedrales con frecuente hábito prismático, relieve notable, sin pleocroísmo y siempre sustituido en los bordes a un anfíbol actinolítico (fo-

ta. En una preparación de ortoneis clorítico se ha encontrado algún cristal de clinopiroxeno bastante idiomorfo, equigranular, con tamaños comprendidos entre 5 y 15 centésimas de mm., sin señales claras de tectonización y sin ningún tipo de alteración. Las medidas ópticas dan los siguientes valores: Z ^ c = 40°, n_g - n_p = 0,025 a 0,0287, 2 V_z = 46°, que corresponden a una augita, cuya composición sería Ca₄₅Mg₃₇Fe₁₈ (Ruegg, 1964). La significación de esta augita no es muy clara, y aunque parece a veces autígena, opino que no lo es tal, sino que se trata de fragmentos relictos que conservan un cierto idiomorfismo.



Figs. 3 y 4.—Transformación de la malacolita y dialaga en anfíbol y desarrollo de hábitos actinolíticos en algunas láminas de anfíbol.

tos 2 y 3). La uralitización es a veces tan intensa que los restos de piroxeno han desaparecido o han sido reducidos a la mínima expresión, quedando la roca extraordinariamente enriquecida en anfíbol. Es el rasgo más característico de la dialaga. En las líneas de máxima tensión el fenómeno es mucho menos visible y los fragmentos de dialaga quedan esparcidos y completamente triturados entre restos de epidota-clorita-sericita y cuarzo milonítico. Esta debe ser la causa por lo que las rocas con fuertes estructuras planares (ortoneises) tienen poca o ninguna dialaga, que ha debido ser completamente urutilizada y triturada. Los otros clinopiroxenos no se presentan únicamente como accesorios. Por lo general son pequeños cristallitos difíciles de identificar; tienen bordes muy irregulares, muchas veces en las zonas de mayor tectonización pueden confundirse con minerales del grupo epidota-zois-

Circón.

Se presenta en casi todas las preparaciones en pequeñísimos granos anhedrales o subhedrales, aislado o como inclusión en los fémcicos (anfíbol y biotita). Los ortoneises planolíneos de grano fino parecen ser extraordinariamente ricos en circón, que se encuentra asociado a la biotita, no como inclusión, sino en los bordes y proximidades. La característica diferencial de este tipo de circones es su aspecto esquelético, con formas completamente irregulares con bordes a veces globulosos y relieve altísimo.

Rutilo.

Todo el rutilo se encuentra con hábito acicular en las biotitas; es más abundante en aquéllas que



Fot. 5.—Fenómeno de desferrificación en las biotitas con transformación en flogopita e ilmenita. Luz natural, 100 D.

han sufrido un proceso de desferrificación (baueritización); también abunda en las biotitas-flogopitas cloritizadas. Este mineral, al igual que el circón, es abundante en las variedades de ortoneises planares de grano fino, que es precisamente el que tiene las biotitas más ferríferas del complejo.

Apatito.

Como accesorio tiene poca importancia. Los cristales son subhedrales, de una nitidez extraordinaria y a veces muy alargados, estando frecuentemente agrietados por efecto de las tensiones.

Ilmenita-leucoxeno.

Es abundante en estas rocas, y en algunos tipos puede considerarse como mineral esencial (rocas sin estructura planar de Celón), presentándose entonces en forma de ilmenita esquelética que se altera a leucoxeno y a siderita. En conjunto dan la impresión de proceder de un antiguo silicato rico en titanio. En las restantes rocas los bastoncillos de ilmenita no son tan abundantes, y con mucha frecuencia se encuentran rodeados de una masa globosa de leucoxeno. Aunque hay ilmenita primaria, no cabe duda de que gran parte procede del proceso de baueritización de la biotita (como ocurre en los ortoneises planares de grano fino).

Sericita.

Es muy abundante como producto de sausrutización de las plagioclasas y de alteración de la biotita-flogopita. Generalmente las bandas más intensamente tectonizadas están ocupadas por una pasta sericítica caolinítica.

Carbonato.

Generalmente es intersticial y seguramente asociado a fenómenos de decalcificación de plagioclasas y piroxenos. Está bastante disperso y no ha sido posible precisar su naturaleza. También hemos encontrado carbonato disperso en los filoncillos de cuarzo de recristalización.

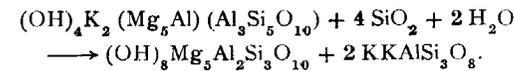
También deducimos la presencia de siderita tanto por la variación de los índices de refracción como por las manchas pardas de hidróxidos de Fe de su superficie. Aparece siempre asociada a la ilmenita de algunas preparaciones.

Clorita.

La cloritización parcial de la biotita por efectos hidrotermales es muy común. El clinocloro y la

pennina son las cloritas más abundantes. El primero debe de proceder de micas próximas en composición a la eastonita (es decir, ricas en Mg), sin embargo, la pennina o clorita se deriva precisamente de las biotitas ferríferas. Como en conjunto los filosilicatos de estas rocas son bastante ricos en magnesio, no es de extrañar que haya rocas con clinocloro como único fémico importante, hasta tal punto que las plagioclasas, cuarzo y accesorios parecen flotar en una verdadera pasta de clorita.

La reacción propuesta por Chayes (1955)



Es satisfactoria, con la salvedad que no hemos observado feldespato potásico de neoformación, que, por otra parte, dado el grado de tectonización y alteración de estas rocas, ha podido pasar totalmente a minerales arcillosos.

Minerales del grupo epidota-zoisita-clinozoisita.

Abundan extraordinariamente. Observaciones ópticas detalladas nos han permitido identificar epidota, zoisita y clinozoisita, pero debido a su íntima relación las consideramos en conjunto.

El hábito de estos cristales suele ser granular; algunas veces los de zoisita son prismáticos, de color gris o amarillo pálido, especialmente en la zoisita-clinozoisita, y amarillos un poco más vivos en la epidota. Tanto unos como otros suelen presentar colores anómalos de interferencia en tonos azules. La epidota no los tiene y muchas veces se presenta en forma de granos irregulares de un tamaño mucho mayor que la zoisita-clinozoisita.

La mayor parte de los minerales de este grupo los encontramos asociados con las plagioclasas, de las que proceden por alteración hidrotermal. En algunas rocas están entre la pasta sericítica-cuarzítica-arcillosa de las bandas más tectonizadas, en las que destacan por su alto índice de refracción, o bien, se ven dispersas por toda la masa. La aparición de la epidota como producto de dinamometamorfismo de muchas rocas ígneas (básicas especialmente), hace que sea considerado como un mineral tensional («stress») típico. Es, por tanto, perfectamente explicable que la acción combinada del hidrotermalismo con la tensión haya enriquecido notoriamente, en minerales del grupo epidota zoisita-clinozoisita, a las rocas del complejo ortoneísico de Pola de Allande.

Talco.

Solamente lo hemos encontrado en una preparación y en escasisima proporción, aunque es posible

de que exista en otras muestras. Aparece en agregados fibrosos con disposición radial y birrefringencia muy fuerte. No han podido efectuarse análisis microquímicos, por lo que no debemos descartar la posibilidad de que se trate de pirofilita.

Como resumen de la mineralogía de los neises damos el cuadro adjunto relativo a las preparaciones más representativas.

	Plag.	Cuarzo	Ortosa	Misroc.	Anfibol	Biotita	Flogopila	Clinopirox.	Dialaga	Circón	Rutilo	Apatito	Ilmenita	Leucoxeno	Sericita	Carbonato	Limonita	Clorita	Sulfuros	Epidota	Zoisita	Clinozoisita	Talco	
A-4	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x								
A-5	x	x			x		x	x	x		x	x	x	x	x									
A-7	x	x			x		x	x	x		x	x	x	x	x									
A-8	x	x	x		x				x	x	x	x		x	x									
A-66	x	x	x			x				x		x		x	x									
A-67	x	x		x	x		x			x		x		x		x	x							
A-68	x	x			x		x				x				x		x							
A-69	x	x			x			x							x		x							
A-70	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x			x						x
A-71	x	x			x	x	x	x?	x	x	x	x	x	x	x						x			
A-73	x		x		x	x	x		x?		x	x	x	x	x		x	x	x	x				
A-75	x	x				x	x			x	x	x		x	x			x	x	x				
A-76	x	x			x		x			x	x	x	x	x	x		x	x		x				
A-551	x	x	x	x	x		x			x	x		x	x	x		x	x		x				x
A-1000	x	x				x	x				x	x	x		x			x						x
A-1001	x	x				x	x			x	x	x	x	x			x							
A-1010																								
A-1011	x	x			x	x				x	x	x			x	x				x				x
A-1012	x	x	-x			x				x			x											x
1430	x	x	x		x	x		x		x	x	x		x	x	x	x	x						
1431	x	x						x		x		x		x			x							

MOVIMIENTOS Y DEFORMACIONES

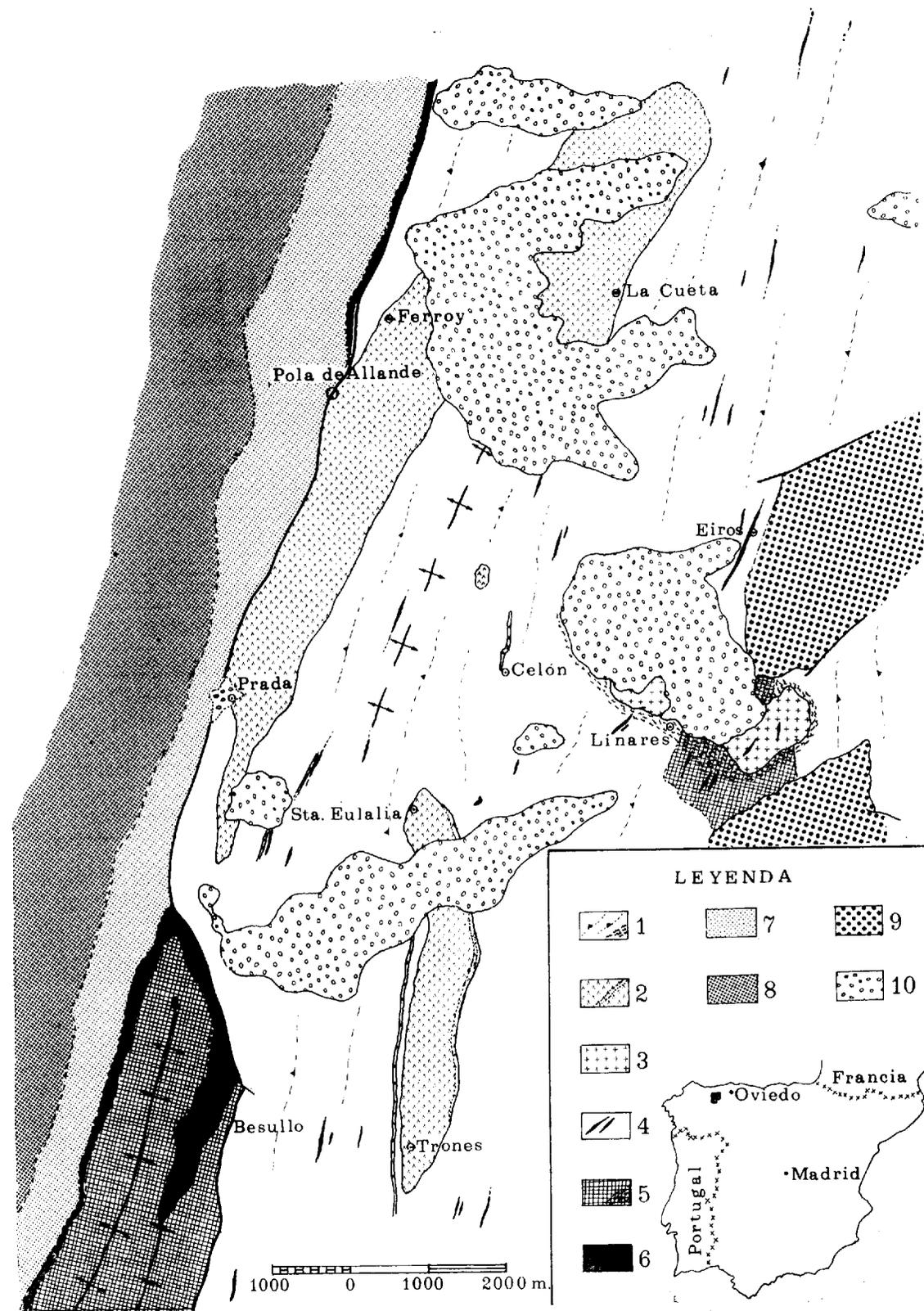
Microscópicamente hemos podido determinar que los neises de Allande son ortoneises originados por la aparición de planos S de neisificación en rocas plutónicas antiguas. Estas rocas nos brindan un excelente campo para el estudio de las deformaciones, ya que al ser isotropas originariamente, todos los planos S que aparezcan a posteriori serán claro reflejo de las deformaciones que han sufrido. No hemos realizado estudios petroestructurales, pero, sin embargo, en varias secciones de muestras semi-orientadas se pueden establecer claramente las deformaciones, ya que aparecen dos tipos de planos S.

Superficies S₁: Consiste en una serie de planos paralelos deslizantes afines que han producido la estructura planar de los neises. Son paralelos en general a la esquistosidad de las pizarras del Narcea. Son consecuencia de una primera fase de deformación muy fuerte que ha producido la cataclasis principal (milonitización del Q, plagioclasas, deflexión de los anfíboles, orientación de las láminas de sericita, etc.).

Superficies S₂: Son superficies S penetrativas y consiste en un movimiento oblicuo a las líneas de flujo principal (planos S₁) que ha deformado los planos de foliación (bien por flexión o por fractura). Se manifiesta por el plegamiento y fracturación de los anfíboles y micas y por la acumulación de hidróxidos de Fe y pajuellas de sericita. En mi opinión esta segunda deformación (mucho más débil) es la que en conjunto comunica a la roca una textura planolinar con aparición de una lineación L₁ en algunos tipos de ortoneises.

SECUENCIA MINERALÓGICA

Considerando la asociación de minerales en la roca del complejo ortoneísico de Pola de Allande, podemos establecer una secuencia mineralógica que parece evidente en algunos casos y más problemática en otros. Es muy claro el fenómeno de epidioritización sufrido por las «ortorrocas», con todas las consecuencias que ello implica: transformación de piroxeno en anfíboles, acidificación de las plagioclasas...



- | | |
|---|--|
| 1. Serie pelítico-arenítica debidamente metamorfozada (pizarras del Narcea) y metamorfismo de contacto. | 7. Pizarras y cuarcitas muy tableadas (tramo inferior de la Serie de los Cabos). Cámbrico superior.—Ordovícico inferior? |
| 2. Ortoneises. | 8. Cuarcitas con Cruzianas (tramo superior de la Serie de los Cabos) Ordovícico. |
| 3. Granitos calcoalcalinos y granodioritas. | 9. Pudingas y Grauwackas del Estefaniense. |
| 4. Diques de pórfido. | 10. Cobertera reciente. |
| 5. Cuarcitas de Cándana e intercalaciones de tramos dolomíticos (Cámbrico inferior) y metamorfismo de contacto. | |
| 6. Calizas y dolomías del Cámbrico medio. | |

clases, etc. En una palabra, la transformación por metamorfismo retrógrado de rocas de naturaleza básica a otras de carácter intermedio y aún ácido, según este esquema:

Minerales primarios	Procesos	Minerales actuales
Clinopiroxenos	Uralitización	Actinolita
Anfiboles	Desferrificación Decalcificación	Anfibol magnésico + epidota + Oxido de Fe
Plagioclasa básica	Sausuritización	Plagioclasa ácida + epidota + sericita
Biotita	Baueritización Cloritización	Flogopita + ilmenita Clorita

La génesis mineralógica de estas rocas se puede referir a tres momentos, teniendo en cuenta el proceso de neisificación: a) pretectónica, b) sintectónica, y c) postectónica. Es evidente que pueden darse fenómenos de convergencia, pero en general tendríamos: a) Serían los ortomagmáticos, tales como clinopiroxenos (dialaga y malacolita), anfíbol primario y plagioclasas básicas en las rocas félicas. Y cuarzo, plagioclasas y anfíbol o biotita en las intermedias. Consideramos de esta forma que la uralitización fue en gran parte un proceso pretectónico, porque en muchos casos no se ve una clara relación con la neisificación. b) Cuarzo de recristalización y actinolita fibrosa. Plagioclasas ácidas, epidota y sericita. Es decir, minerales originados por movilización de la sílice, desarrollo de hábitos fibrosos en los anfíboles y procesos de sausuritización. c) Sericita, clorita, leucoxeno, siderita, caolín. Que corresponden a procesos de cloritización y que en general se consideran fenómenos de alteración.

Tenemos aquí un ejemplo muy claro de la génesis mineralógica, de acuerdo con la energía mínima del sistema. Nos referimos a los productos originados a partir del clinopiroxeno por fuerzas tectónicas. En los puntos donde el esfuerzo tectónico es menos patente, la dialaga y la malacolita se uralitizan en un mosaico de plaquitas muy pequeñas y equidimensionales de anfíbol. Pero cuando la elongación del clinopiroxeno coincide con los planos S de deslizamiento, el anfíbol que se desarrolla por procesos de epidioritización tiene hábito prismático con tendencia fibrosa en los extremos. Si se da el caso de que el clinopiroxeno coincide con las finas bandas de mayor tensión, lo que se origina es una actinolita en grandes fibras y débil pleocroísmo. Queda, pues, claro cómo cabría esperar que los anfíboles de hábito fibroso son más «stress» que los prismáticos, y éstos más que los laminares.

CONCLUSIONES

1.º Los neises de Pola de Allende no han sido producidos por metamorfismo progresivo. Se trata

de ortoneises derivados de un complejo intrusivo antiguo.

2.º La naturaleza de ese complejo era básica, predominando los gabros y algunas diferenciaciones dioríticas y cuarzodioríticas.

3.º Durante el metamorfismo regional estas rocas sufrieron una fuerte epidioritización, pasando las rocas de naturaleza gabroica a diorítica.

4.º Los ortoneises se formaron como consecuencia del dinamometamorfismo originado durante el plegamiento hercínico, siendo la neisificación una esquistosidad de plano axial.

5.º Teniendo en cuenta el anterior apartado, y por la forma de afloramiento y datos de campo, el complejo intrusivo (a partir del cual se originaron luego los neises), se emplazó en forma subvolcánica (posiblemente lacolítica).

6.º Si las dos deformaciones claras observadas en los ortoneises corresponden a las fases hercínicas de deformación observadas en el oriente de Asturias, es muy probable que la edad del complejo intrusivo sea prehercínica.

BIBLIOGRAFÍA

BARROIS, Charles (1902): *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*. «Mém. S. G. Nord» 2, número 1, Lille.

CAPDEVILLA, Raymond (1967): *Extensión del metamorfismo regional hercínico en el Nord-Ouest de L'Espagne (Galicia oriental, Asturias, León)*. «C. R. Sommaire des Séances de la Société Géologique de France». Fascicule 7 du 6 de novembre, page 277.

CHAYES, F. (1955): *Potash feldspar as a by-product of the biotite chlorite transformation*. «The Journal of Geology». Vol. 63, Jan 1955, núm. 1, pp. 75-82.

G. DE FIGUEROLA, L. C. y SUÁREZ, O. (1967): *Sobre los diques de Pola de Allende (Asturias)*. «Instituto de Investigaciones Geológicas» (Barcelona). Vol. XXII.

LOTZE, F. (1961): *Das Kambrium Spaniens*. «Abh. Akad. Wiss. Lit. Math. naturwis. Kl.», 1961, 6, teil I. p. 377.

LLÓPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. (1961): *Sobre la existencia de una orogénesis arcaica en el centro de España y sus relaciones con Asturias*. «Brev. Geol. Ast.», añ. V, números 3-4.

- LLOPIS LLADÓ, N., y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. (1962): *Excurs. del 26 de julio de 1962. Reunión Nacional de Geología de Oviedo*. «Brev. Geol. Asturica». Año VI, núms. 1-4 página 44.
- MCBRIDE, Earle, F. (1963): *A classification of common sandstones*. «J. Sed. Pet.» V. 33, pp. 664-669.
- MOORHAUSE, W. W. (1959): *The study of rocks in thin section*. Harper & Row, Publishers. New York and Evanston.
- PETTIJOHN, F. J. (1957): *Sedimentary Rocks*. Harper and Brothers, New York.
- RUEGG, N. R. (1964): *Use of the angle $A_1 \wedge C$ in optical determination of the composition of augite*. «The American Mineralogist». Vol. 49, núm. 5 and 6.
- SCHULZ, Guillermo (1858): *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*. Madrid.
- STRECKEISEN, Albert L. (1967): *Classification and Nomenclature of Igneous rocks*. «M. Jb. Miner. Abh.», 107. 2 ó 3, 144-240. Stuttgart, Set u Okt, 1967..
- SUÁREZ, Ofelia (1967): *Datos petrológicos sobre diques ácidos de Besullo (Asturias)*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Minero de España». núm. 101-102.

Recibido: 16-XII-68.

Bioestratigrafía y Paleogeografía del Jurásico de la costa asturiana (Zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa)

por J. RAMIREZ DEL POZO (*)

RESUMEN

En este trabajo se analiza la Bioestratigrafía y Paleogeografía de los sedimentos jurásicos de la zona asturiana. El estudio se realiza a partir de muestras levigadas (foraminíferos y ostrácodos) y de láminas delgadas (microfacies) tomadas, en la mayor parte de los casos, sobre series estratigráficas detalladas.

A partir de estos datos se precisa la edad y biofacies de cada una de las distintas y variadas unidades litológicas que constituyen el Jurásico asturiano, caracterizando sus principales cambios laterales de facies.

El trabajo se ilustra con cortes estratigráficos, esquemas y diagramas de facies, mapas de isópacas, etc., que resumen gráficamente los principales aspectos estratigráficos y paleogeográficos del Jurásico de la zona estudiada. Además, los principales microfósiles y microfacies se reproducen fotográficamente al final del trabajo.

SUMMARY

The present work analyzes the Biostratigraphy and Paleogeography from the Jurassic sediments of the Asturian coastal zone. This study has been carried out on levigated samples (foraminifera and ostracoda) and on thin section (microfacies) collected in the majority of the cases, from selected stratigraphical sequences.

According to these facts, the age and biofacies of each one of the varied and different lithological units which form the Asturian Jurassic can be determined characterizing its main lateral changes of facies.

The work is illustrated with stratigraphical cuts, outlined and diagrammed facies, isopach maps, etc., which graphically summarized the main stratigraphic and paleogeographic jurassic features of the studied zone. Also the main microfossils and microfacies are photographically reproduced at the end of this work.

RÉSUMÉ

Dans ce travail on analyse la Biostratigraphie et paleogéographie des sédiments jurassiques de la zone littorale des Asturies. On fait l'étude en partant des échantillons levigés (foraminifères et ostracodes) et de lames minces (microfaciès) pris la plupart des cas, dans les séries stratigraphiques détaillées.

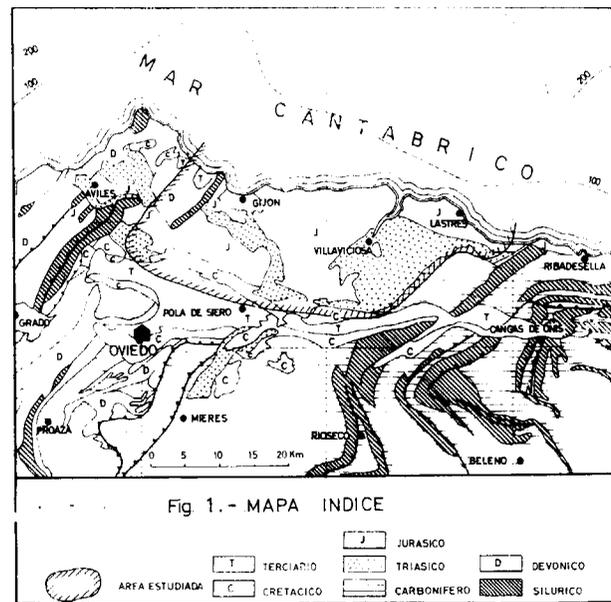
D'après ces données, on détermine l'âge et biofaciès de chacune des différentes et diverses unités lithologiques que constituent le Jurassique des Asturies, en marquant d'un caractère ses principaux de faciès.

Le travail est illustré avec des coupes stratigraphiques, schémas et diagrammes de faciès, cartes d'isopaques, etcétera, qui donnent dans un résumé graphique les principaux aspects stratigraphiques et paleogéographiques du Jurassique de la zone étudiée. En plus, les principaux microfossils et microfaciès sont reproduits en photographie à la fin du travail.

(*) Doctor en Ciencias Geológicas, Jefe del Laboratorio de Estratigrafía de CIEPSA (Vitoria). El autor agradece a la Dirección de la mencionada Compañía el haber autorizado la publicación de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Durante los años 1967-68 la Compañía CIEPSA ha realizado un detallado estudio del recubrimiento mesozoico de la Costa Asturiana. En el presente trabajo recogemos los resultados a que hemos llegado desde los puntos de vista micropaleontológico, estratigráfico y paleogeográfico en el conjunto de sedimentos tan heterogéneos que componen el Jurásico de esta región. El estudio del Cretácico será objeto de otros trabajos que tenemos el propósito de publicar.



El trabajo de campo, consistente en el levantamiento de series estratigráficas y recogida de muestras, ha sido llevado a cabo por el autor de este estudio y por los geólogos señores Giannini, Coma, Felgueroso, Pignatelli, Barón y Beroiz. A todos les agradezco su eficaz colaboración (*).

El área estudiada está indicada en la figura 1. Dos tipos de series estratigráficas se han levantado: unas detalladas, cuyos espesores se han calculado con la ayuda de medidas topográficas; y otras esquemáticas, en las que los espesores han sido estimados con la ayuda de las fotografías aéreas y mapas topográficos.

La correlación de todas las series estratigráficas se da en la figura 4.

Las muestras aisladas se han tomado, en la

(*) De las notas de campo de los citados geólogos, hemos tomado algunos esquemas estratigráficos y paleogeográficos cuya procedencia personal haremos constar al final del trabajo.

mayoría de los casos, sobre pequeños cortes geológicos esquemáticos que se acompañan a este trabajo. Finalmente, y dado que el Purbeckiense se presenta muy cubierto en toda la región, ha sido necesario estudiar algunas muestras tomadas en los sondeos realizados por el equipo sísmico, que han facilitado una microfauna abundante. La situación de las series estratigráficas y muestras aisladas se da en la figura 3. La numeración de las muestras, tanto aisladas como las de las series estratigráficas, corresponde a la de la colección del Laboratorio de Estratigrafía de CIEPSA, en Vitoria. Los números precedidos por la S corresponden a láminas delgadas, mientras que los de cinco cifras, sin letra alguna, a levigados.

La región se presenta, como es sabido, muy cubierta por vegetación, por lo que tanto los puntos de observación como los de recogida de muestras, especialmente en los tramos de constitución blanda, han sido muy limitados. Esta limitación se ha hecho más acentuada en los niveles arcillosos del Jurásico superior. Con más fortuna en la recolección de muestras creemos que podrían haberse establecido unas divisiones bioestratigráficas más precisas en estos niveles de facies Purbeckiense.

ANTECEDENTES

A diferencia del Paleozoico asturiano, que ha sido muy estudiado, no sólo desde el punto de vista estratigráfico, sino también estructural, el Mesozoico de esta región es muy poco conocido, presentando bastantes problemas, especialmente el Jurásico, cuya bioestratigrafía es prácticamente desconocida.

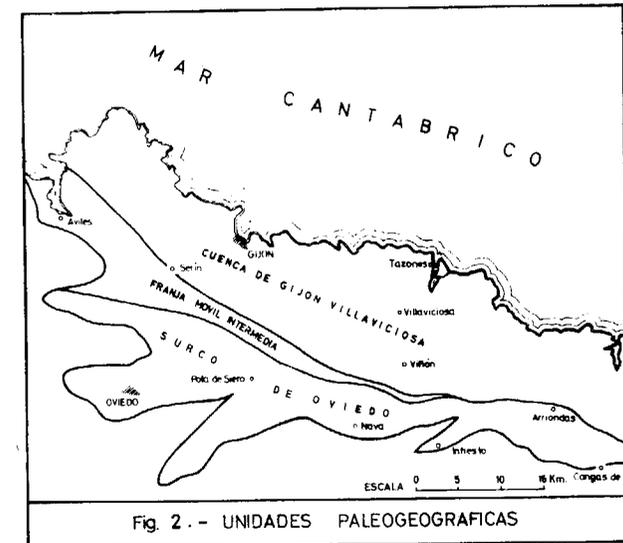
Los primeros datos sobre la estratigrafía del Jurásico de Asturias los encontramos en el trabajo de Schulz (1858). En los trabajos posteriores, los diferentes autores se han ocupado directa o indirectamente de la estratigrafía de este período. Citaremos en primer lugar los trabajos de Mallada (1902), J. de Cisneros (1904), Karrenberg (1934), Hernández Sampelayo (1944), Llopis (1956 y 1965) y Martínez Alvarez (1961). En la publicación de Karrenberg (1934), traducida al castellano por Llarena (1946), se describen algunos cortes del Triásico, Jurásico y Cretácico asturiano. Destacamos los trabajos de Dubar (1925 y 1927), Dubar y Mouterde (1957), quienes se ocupan del Jurásico marino y Kimmeridgiense. El trabajo de Almela, Ríos y Revilla (1955), trata de la facies Wealdense (Purbeckiense para nosotros), aportando datos de gran interés sobre la edad y microfósiles de estos niveles. Mención especial merece el de Almela y Ríos (1962), que constituye en la actualidad el trabajo más completo sobre el Mesozoico asturiano.

Recientemente, con motivo de la IV Reunión del Grupo Español de Sedimentología, celebrado en Oviedo en octubre de 1966, se presentaron los trabajos de Cadavieco, Suárez y Vega y el de Vega, Cadavieco y Suárez. En ellos se estudia desde el punto de vista sedimentológico el primer conglomerado «Fabuda» o conglomerado jurásico.

Cuando ya estaba completado este trabajo han aparecido las notas de Virgili, Suárez, Vega y Cadavieco (1968), sobre el nivel de calizas de algas, y la de Virgili, Cadavieco, Suárez y Vega (1968), dando algunas indicaciones sobre la estratigrafía y paleogeografía del Jurásico de Asturias.

BIOESTRATIGRAFÍA

Toda la región que estudiamos puede ser dividida en tres unidades paleogeográficas principales con características estratigráficas diferentes.



Estas tres divisiones se han establecido a grandes rasgos, porque, en detalle, resulta muy difícil hacer divisiones netas entre las diferentes unidades, que localmente pueden solaparse e identificarse unas con otras. La distribución de los sedimentos (litología, facies, hiatos estratigráficos, etcétera), ha sido controlada y dirigida por estas situaciones paleogeográficas. Estas tres unidades son, de Sur a Norte, las siguientes (figura 2):

Surco de Oviedo: Representa una zona de umbral desde el Triásico hasta el Cretácico inferior, faltando los sedimentos del Triásico y Jurásico. Por efectos de un basculamiento al Sur, relacionado con el accidente de la franja móvil intermedia, se depositan sedimentos del Cretácico inferior (equivalente facies de Utrillas) del Cre-

tácico superior en facies marina poco profunda y del Terciario en facies continental.

Franja móvil intermedia: Representa una franja que se sitúa entre las otras dos unidades, y que ha funcionado como una charnela móvil durante el basculamiento de la cuenca de Gijón-Villaviciosa, al Norte, y el de la cuenca o surco de Oviedo, al Sur. Debe estar en relación con un accidente profundo que ha motivado la gran movilidad de esta unidad a través de los distintos pisos geológicos, así como el fuerte trastorno tectónico durante el plegamiento alpino, que en cambio se ha dejado sentir ligeramente en el resto de la región. En esta franja afloran sedimentos del Lías al Cretácico superior.

Cuenca de Gijón-Villaviciosa: Es una cuenca de sedimentación durante el Triásico y Jurásico, en la que el eje de la cuenca se desplazó gradualmente hacia el Nordeste.

Triásico

No ha sido estudiado ningún corte detallado de este piso, habiéndonos limitado a examinar alguna muestra aislada, que en la mayoría de los casos ha resultado azoica. Como ya han señalado Patac (1920), Karrenberg (1934) y Almela y Ríos (1962), pueden reconocerse dos niveles; el inferior, fundamentalmente detrítico, predominando las facies arenosas y conglomeráticas (referible al Bunter), y el superior (Keuper) de margas y arcillas rojas con manchas verdosas, más o menos yesíferas, que en ocasiones presentan hojosisidad. Contienen pequeños cuarzos bipiramidados de tonos claros. El yeso suele ser raro en los afloramientos (en Veriña hay algunas yeseras), pero en algunos sondeos se ha cortado, como en los de Caldones y Peón. En el de San Justo se cortó también sal. En la sección de Amandi se midieron 400 metros de arcillas rojas, plásticas, con algunas intercalaciones de arcillas arenosas, micáceas y de algunos niveles de yeso. En ocasiones los niveles de arcillas contienen calcificaciones discoidales (muestras 50.086, 50.087 y 50.088 de la serie estratigráfica de Amandi, y 50.378 de La Rimada).

Patac divide el Keuper de Asturias en cuatro niveles, de acuerdo a la presencia o ausencia de yeso. división que, en nuestra opinión, sólo puede tener un valor muy regional. El tránsito entre el Triás arenoso y arcilloso suele ser muy confuso. Sin embargo, en los sondeos de Caldones, Patac (1920), señala 53 metros de calizas margosas grises y rojizas, que muy bien podrían pertenecer al Muschelkalk. Karrenberg (1934), en la trinchera de la carretera de Villaviciosa a Rozadas, inmediatamente al Norte de Grases, señala una alternancia de arcillas blandas con calizas margosas nodulo-

sas, entre el Bunt y Keuper. Es un pequeño episodio calizo en la zona de paso entre dichos pisos, que atribuye al Muschelkalk, si bien indica que faltan las pruebas paleontológicas para hacer esta asignación e incluso no se puede afirmar si se trata de una caliza de facies marina.

Jurásico marino

1. Lías calizo

a) Retiense y Hettangiense.

Por la dificultad que encierra la distinción entre el Hettangiense y Retiense, incluimos a este último piso en el Lías calizo. El tránsito Keuper-Retiense es poco neto, repitiéndose varias veces las calizas tableadas microdolomíticas y azoicas, y las arcillas rojas, también azoicas, entre las que no es raro ver niveles de carniolas (secciones de *La Rimada*, *Pruvia* y *Santa Cecilia*). En algunos lugares, como en *Pruvia*, contienen las calizas microdolomíticas faunas gregarias muy mal conservadas, referibles a Moluscos (Lamelibranchios y Gasterópodos), cuyos cortes se presentan muy recristalizados (muestra S. 8.817 y S. 8.818). El espesor de este nivel de tránsito es de unos 30-40 metros.

Todo el conjunto Retiense-Hettangiense presenta una gran uniformidad desde punto de vista litológico, por lo que no se puede dividir debido a la ausencia casi infalible de microfauna. En algunas series (*La Rimada*, *Amandi* y *Barzana*) se observa una disminución en el contenido dolomítico a medida que ascendemos en la serie, de modo que en la base son microdolomías y en la parte superior encontramos calizas más o menos dolomíticas.

En todos los cortes de la parte Sur-Occidental de la región (*Pruvia*, *Beranes*, *Santa Cecilia*, *Cerro Cuadra*, *Veriña*, *La Rimada* y *Candalan*) se observan a lo largo del Retiense-Hettangiense intercalaciones de arcillas gris-oscursas vinosas, apizarradas, similares a las que hemos indicado en el tránsito Keuper-Retiense. Estas intercalaciones son más frecuentes hacia el Sur y Oeste, llegando, en *Pruvia*, a adquirir más importancia los tramos arcillosos que los dolomíticos y calizo-dolomíticos (figuras 4 y 21).

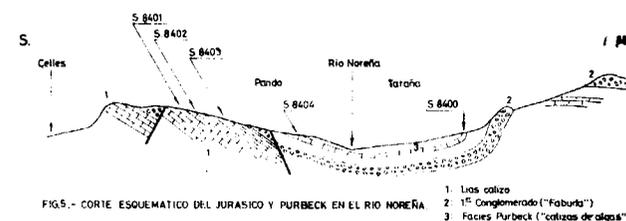
Hacia el Norte y Este, el conjunto Retiense-Hettangiense está representado por una serie exclusivamente calizo-dolomítica sin intercalaciones arcillosas (series de *Playa de Serín*, *Amandi*, *Rodiles* y *Barzana*). Generalmente se presentan finamente lajeadas, cuyas lajas representan los ritmos de sedimentación, siendo frecuente que las diferentes bandas presenten un contenido en arcilla distinto, que es probablemente el que da lugar

a ese lajeado. Lateralmente y hacia el S. W. pasan a las arcillas oscuras y rojizas indicadas más arriba, sobre todo, en la parte inferior de la serie.

En la zona de Avilés se encontró, excepcionalmente, el Ammonites *Caloceras pironidii* Reynes en las calizas dolomíticas del Hettangiense inferior (Dubar, Mouterde y Llopis, 1963).

El espesor de todo el conjunto Retiense-Hettangiense, oscila entre 230 metros (La Rimada) a 160 (Barzana). En Santa Cecilia se han medido solamente 145 metros, pero probablemente falta en este lugar el techo del Hettangiense.

Al Sur del río *Noreña* (muestra S. 8.401), el Lías calizo-dolomítico inferior está representado por calizas microcristalinas, parcialmente recristalizadas y dolomitizadas, con algunos oolitos sin fauna alguna (fig. 5).



De las zonas de *Pruvia* y *Piñuco* hemos estudiado un buen número de muestras del Retiense-Hettangiense, todas azoicas. Una de ellas (S. 8.832) presenta glándulas de yeso entre la pasta finamente dolomítica. En la zona de Gobiendes, el Lías inferior presenta la típica facies de calizas dolomíticas, azoicas, eventualmente con «pellets» u oolitos (muestras S. 9.742, S. 9.743 y S. 9.744).

b) Sinemuriense.

Representado por calizas grises o negruzcas en superficie más oscura en fractura, generalmente fétidas, con frecuentes vetas de calcita y estratificadas en bancos gruesos. En lámina delgada son microcristalinas, en ocasiones con «pellets» conteniendo solamente radiolas y restos de caparazón de Crinoideos. Son también bastante pobres en macrofauna, encontrándose ocasionalmente artejos de *Pentacrinus*, *Terebratula* y *Gryphaea*.

En determinados niveles son calcareníticas de matriz cristalina (oosparitas e intrabiosparitas oolíticas), conteniendo Gasterópodos, radiolas y restos de Equinodermos y algunos Textuláridos. Estas calcarenitas han sido observadas en las series de *Lauria* (muestras S. 7.839 y S. E.840), *Candalan* (muestras S. 8.919 y S. 9.052) y *La Rimada* (muestra S. 8.013). En ocasiones observamos también restos de Algas calcáreas y es muy frecuente que los oolitos presenten como núcleo a un grano de arena o algún resto fósil no identificable. La ma-

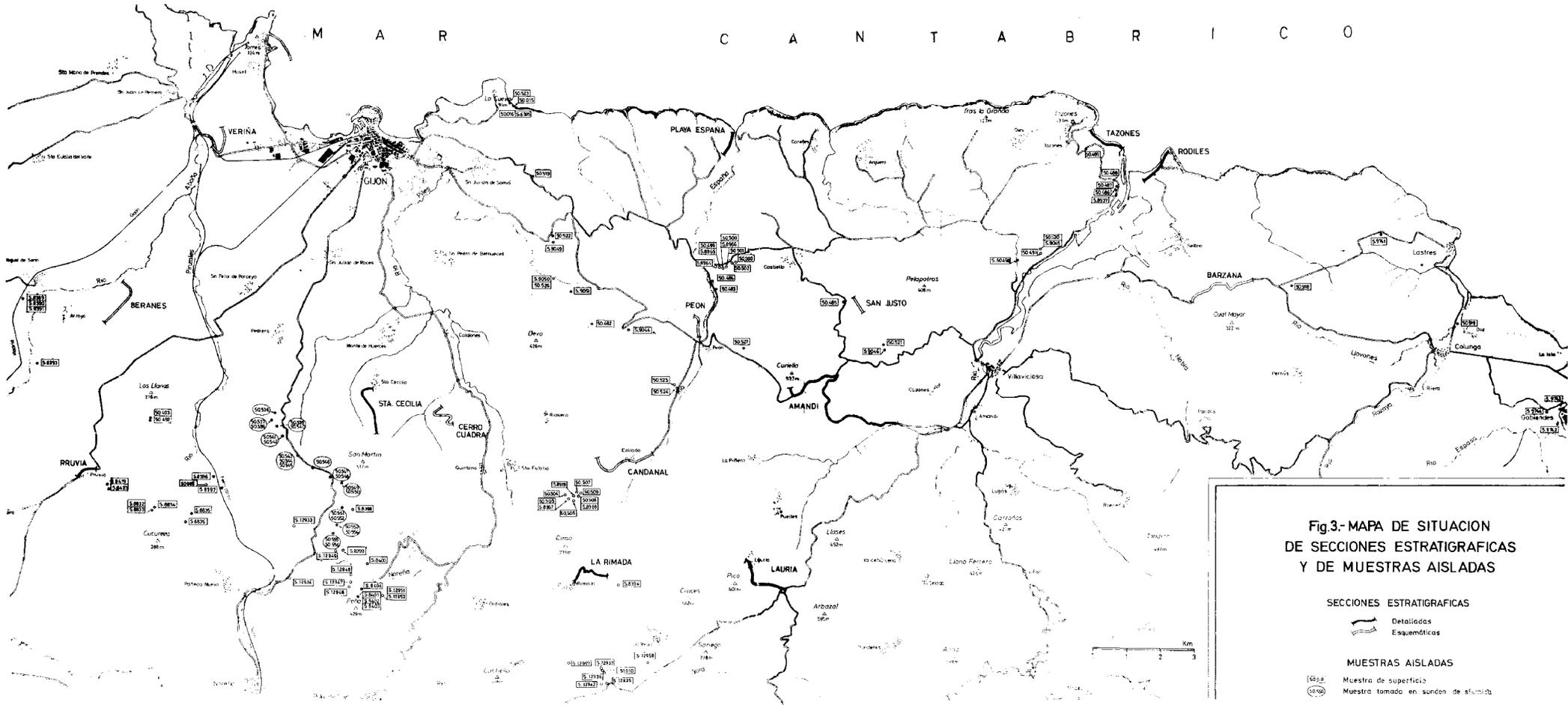
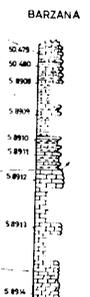
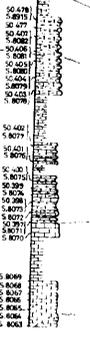
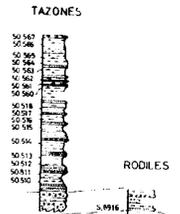
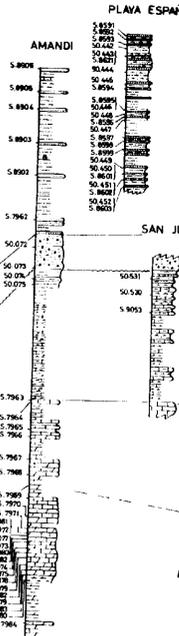
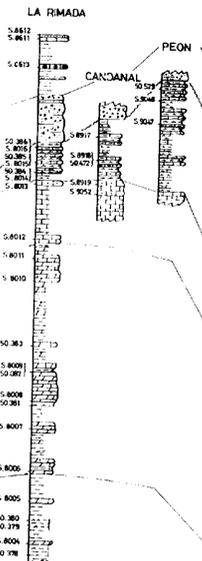
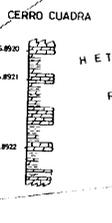
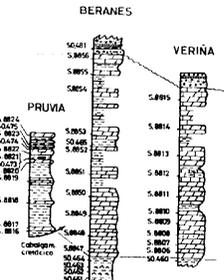
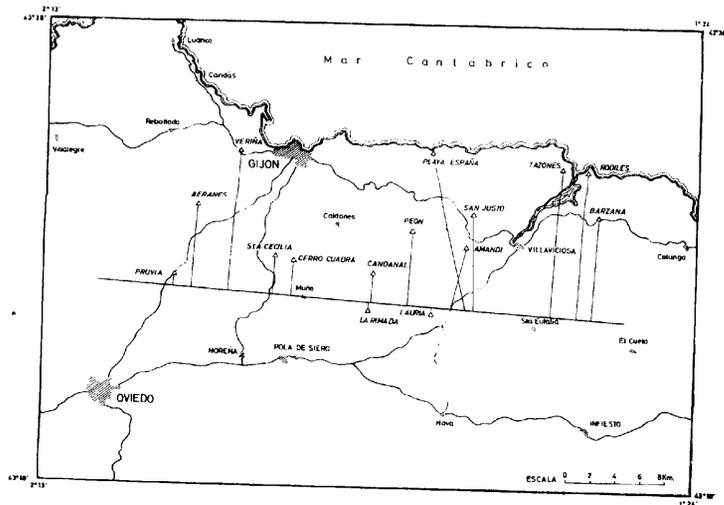


Fig.3.- MAPA DE SITUACION DE SECCIONES ESTRATIGRAFICAS Y DE MUESTRAS AISLADAS

PORTLANDIENSE
KIMMERIDGIENSE
OXFORDIENSE
(MALM)
(Facies Purbeckiense)

DOGGER

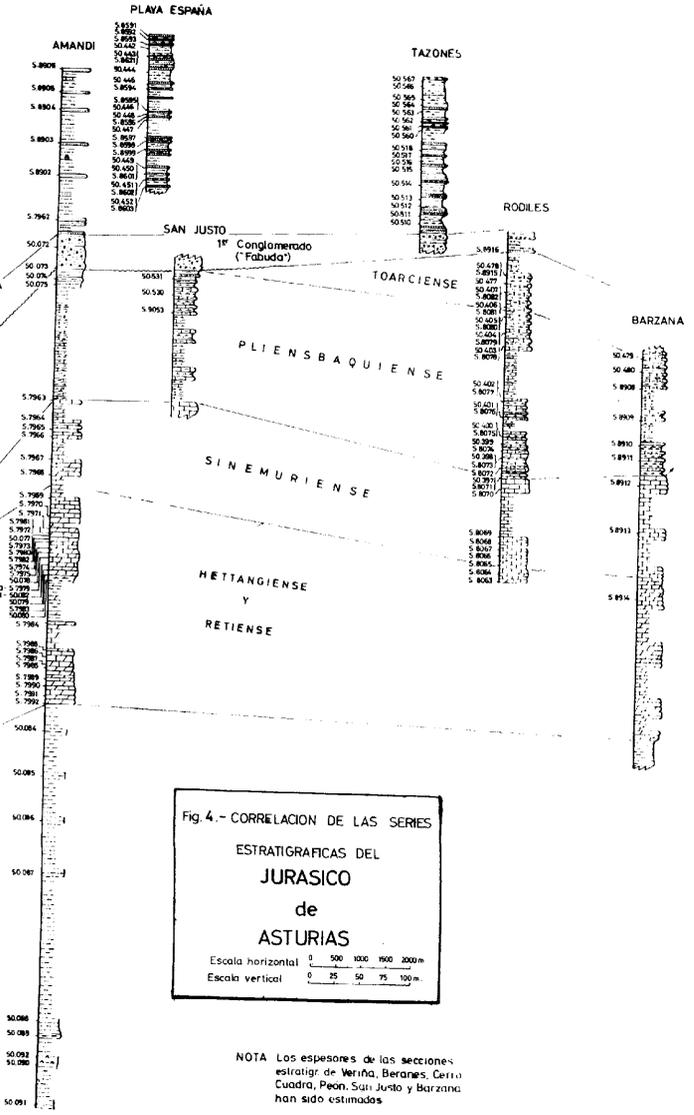
MAPA INDICE



- LEYENDA:
- Calcareas
 - Calizas en general
 - Calizas arcillosas
 - Calizas pisalíticas ("calizas de alas")
 - Calizas arenosas
 - Dolomías
 - Yesos
 - Margas
 - Arcillas
 - Arcillas arenosas
 - Arenas
 - Areniscas calcáreas
 - Areniscas
 - Conglomerados

Fig. 4.- CORRELACION DE LAS SERIES
ESTRATIGRAFICAS DEL
JURASICO
de
ASTURIAS
Escala horizontal 0 500 1000 1500 2000m
Escala vertical 0 25 50 75 100m

NOTA Los espesores de las secciones estratigráficas de Veriña, Beranes, Cerro Cuadra, Peón, San Justo y Barzana han sido estimados



triz puede presentarse muy recristalizada, no siendo raro observar el contorno de los oolitos parcialmente disueltos en aquélla.

Al Sur del río Noreña se encuentran las calizas oolíticas (bio-ool-paritas) con restos de Gasterópodos, Lamelibranquios, Algas calcáreas y Equinodermos (muestra S. 8.402) y biopelmicritas con limo de cuarzo y abundantes restos de Equinidos y Crinoideos (muestra S. 8.403) (fig. 5).

El espesor del Sinemuriense oscila entre los 50-60 metros en Lauria, Playa de Serín y La Rimada, y entre los 80-100 metros en Amandi, Barzana y Rodiles.

2. *Lías margoso*

A las calizas del Sinemuriense le siguen, en los cortes situados aproximadamente al Este de la línea Gijón-La Rimada, una serie muy irregular, en la que alternan delgados lechos de margas y calizas arcillosas, estratificadas en capas muy regulares y uniformes con espesores medios de unos 20-40 centímetros. Son, tanto las margas como las calizas arcillosas, de colores grises y gris-azulados, con abundantes macrofósiles: Cidáridos, *Pecten*, *Terebratula*, *Belemnites*, *Ammonites*, *Ostreids*, etc.

Las calizas son biomicritas arcillosas con algunos fósiles: *Lingulina*, *Lenticulina*, restos de Equinodermos, etc.

La microfauna de las margas es muy abundante, y merced a ella es posible distinguir perfectamente el Pliensbaquiense del Toarciense, en los lugares donde se encuentra este último nivel (zona de Barzana, Rodiles y El Puntal). La base de este tramo margoso corresponde muy probablemente al techo del Sinemuriense (zona de *Echioceras varicostatum*), pero por razones prácticas incluimos a dicho nivel en el Pliensbaquiense.

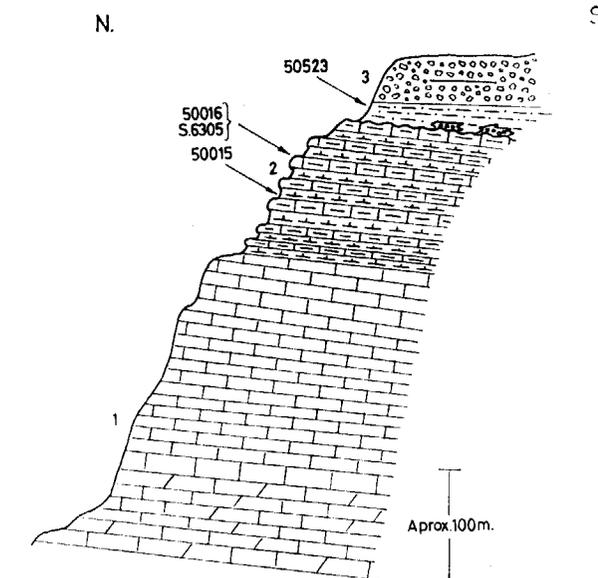
En la Playa de Serín, en dos muestras estudiadas por levigación (50.016 y 50.015) (fig. 6) hemos encontrado la siguiente microfauna:

- Lenticulina münsteri* (Röemer).
- Astaculus radiata* (Terquem).
- Marginulina prima* d'Orb.
- Frondicularia sulcata* Born.
- Planularia crepidula* (D. y M.).
- Dentalina terquemi* d'Orb.
- Hungarella contractula* (Triebel).

Esta asociación caracteriza al Pliensbaquiense. En este mismo lugar Almela y Ríos (1962) citan la siguiente macrofauna:

En la parte inferior:

- Microthyris punctata* Sow var. *lata* Dubar.
- Spiriferina rostrata* Ziet.
- Pachiteutis milleri* Phill.



1: Lías calizo (Retiense, Hettangiense y Sinemuriense)
2: Pliensbaquiense (Lías margoso)
3: 1º Conglomerado ("Fabuda")
Obsérvese la discordancia angular de unos 5° entre el Lías margoso y 1º Conglomerado.

FIG. 6.- CORTE ESQUEMATICO DEL JURASICO EN LA PLAYA DE SERIN

En la parte superior del Lías margoso:

- Rhynchonella cynocephala* Rich.
- Gryphaea cf. calceola* Ziet.
- Camptonectens aff. lens* Sow
- Arietites geometricus?* Phill.

En la zona de Argañoso (fig. 7) las margas del Pliensbaquiense inferior (muestras 50.504 y 50.505) contienen la siguiente microfauna:

- Krausella? lanceolata* Apost.
- Bairdia molesta* Apost.
- Hungarella contractula* (Triebel).
- Astaculus matutina* d'Orb.
- Procytheridea* sp.
- Dentalina* sp.

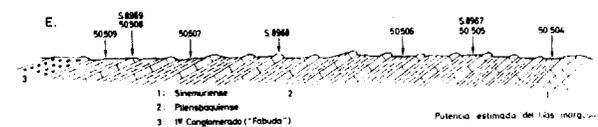


FIG. 7. CORTE ESQUEMATICO DEL LIAS MARGOSO EN ARGANOSO

Las calizas arcillosas intercaladas (muestra S. 8.967) con biomicritas con Ostrácodos, *Favreina* y radiolas y restos de Crinoideos.

En el Pliensbaquiense superior (muestras 50.506 y 50.504) encontramos:

Lingulina pupa (Terq.).
Marginulina prima d'Orb.
Astaculus inaequistriata (Terq.).
Astaculus matutina d'Orb.
Astaculus radiata (Terq.).
Astaculus prima d'Orb.
Marginulinopsis speciosa Terq.
Nodosaria mutabilis Terq.
Dentalina terquemi d'Orb.
Lenticulina münsteri (Roemer).
Frondicularia dubia Born.
Frondicularia bicostata d'Orb.
Hungarella amalthei (Quenst.).
Hungarella contractula (Triebel).

Las calizas arcillosas (S. 8.968 y S. 8.969) son biomicritas con secciones de *Lingulina*, *Lenticulina*, *Lamelibranchios*, *Gasterópodos* y radiolas y fragmentos de *Equinodermos*. Por encima del Lías margoso vienen unos niveles que se encuentran solamente al Norte y Este de la línea Argañoso-Playa de Serín, constituidos por margas arcillosas, amarillentas, limoníticas, ocasionalmente con *Lamelibranchios* y *Ammonites*, y por lo general con abundantes restos vegetales (lignito). Denominaremos en el futuro a este tramo como Lías atípico. La muestra 50.509 que corresponde a este nivel no contiene fauna alguna. El espesor total del Lías margoso típico y atípico, se estima en Argañoso en unos 60 metros.

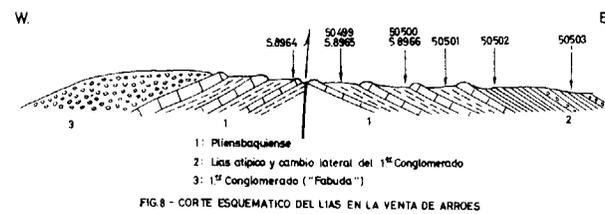


FIG. 8 - CORTE ESQUEMÁTICO DEL LIAS EN LA VENTA DE ARROES

En la carretera de Gijón a Villaviciosa, en la *Venta de Arroes*, las margas del Pliensbaquiense (muestras 50.499, 50.500 y 50.501) (fig. 8) contienen:

Lingulina pupa (Terq.).
Marginulina prima d'Orb.
Astaculus matutina d'Orb.
Astaculus radiata (Terq.).
Lenticulina münsteri (Roemer).
Frondicularia bicostata d'Orb.
Frondicularia dubia Born.
Planularia crepidula (F. y M.).
Marginulinopsis speciosa, Terq.
Dentalina terquemi d'Orb.

Hungarella amalthei (Quenst.).
Isobythocypris unispinata Apost.

Los bancos calizos son también, como en el Lías margoso de otras series, biomicritas arcillosas, con diferentes secciones de Foraminíferos: *Lingulina*, *Lenticulina*, *Dentalina*, *Ammodiscus*, y restos de Moluscos y de *Equinodermos*.

En este punto, citan Almela y Ríos los siguientes microfósiles:

Microthyris punctata Sow.
Microthyris numismalis Lam.
Rhynchonella bouchardi Dav.
Rhynchonella cynocephala Rich.
Spiriferina rostrata Ziet.

Vemos que tanto la macro como la microfauna coinciden con la indicada en la Playa de Serín, al Este de Gijón. Por encima del Lías margoso y hacia el Este, se encuentra el Lías atípico, que pasa hacia arriba a una facies arenosa y apizarrada que es el cambio lateral del primer conglomerado («Fabuda»). Las dos muestras estudiadas en este nivel (50.502 y 50.503) son azoicas.

En la serie de *La Rimada*, unos dos kilómetros al Sur de Argañoso, solamente encontramos unos 35 metros de Lías margoso, entre las calizas *Sinemurienses* y el primer conglomerado («Fabuda»), que representan al Pliensbaquiense inferior y parte del medio. Las muestras levigadas (50.384, 50.385 y 50.386) contienen una riquísima asociación de microfósiles. En la 50.384 hemos determinado:

Astaculus prima d'Orb.
Marginulinopsis speciosa Terq.
Isobythocypris unispinata Apost.
Krausella cf. lanceolata Apost.
Procytheridea sp.

Asociación característica del Pliensbaquiense inferior. En la muestra 50.385 se ha determinado:

Lingulina pupa (Terq.).
Marginulinopsis speciosa Terq.
Marginulina prima d'Orb.
Astaculus prima d'Orb.
Astaculus radiata Terq.
Bairdia molesta Apost.
Isobythocypris unispinata Apost.

Esta asociación es típica del techo del Pliensbaquiense inferior. En la muestra 50.386 se encuentra:

Astaculus radiata (Terq.).
Frondicularia bicostata d'Orb.
Frondicularia dubia Born.

Marginulina prima d'Orb.
Marginulinopsis speciosa Terq.
Planularia arietis Issler.
Lingulina pupa (Terq.).
Hungarella contractula (Trieb.).
Polycope decorata Apost.
Dentalina tenuistriata Terq. (= *D. primacra* d'Orb)

Esta asociación resulta característica del paso del Lías γ al δ (nomenclatura alemana).

Las láminas delgadas estudiadas (muestras S. 8.014, S. 8.015 y S. 8.016) son biomicritas con *Astaculus*, *Lenticulina*, *Lingulina*, *Dentalina*, *Ostrácodos*, *Ostreidos* y restos de *Equinodermos*. En la zona de *La Rimada* no se observa el Lías de facies atípica, situándose el primer conglomerado o «Fabuda» directamente encima del Pliensbaquiense medio en facies margosa típica.

En la zona de *Candanal*, unos dos kilómetros al Norte de Argañoso, el Lías margoso comprende, como en los cortes descritos anteriormente, solamente el Pliensbaquiense y está representado por unos 60 metros con la misma litología y microfauna citada anteriormente (muestras S. 8.917, S. 8.918 y 50.472). La parte superior se presenta cubierta, por cuyo motivo no sabemos si existe la facies atípica del Lías.

En el Valle de *Peón*, al Norte del pueblo, el Lías margoso, en facies típica y atípica comprende unos 100 metros en total (potencia estimada), con facies prácticamente idénticas a las del *Candanal*. La microfacies del Lías atípico (muestra S. 9.048) es de biomicritas arcillosas teñidas por óxidos de hierro con restos de *Equinodermos* y de Moluscos, *Ostrácodos* y *Lingulina*. En los levigados (muestra 50.529) hemos encontrado *Gasterópodos*, radiolas de *Crinoideos* y «palos» limonitizados. En esta zona debe datarse como Pliensbaquiense, al Lías de facies atípica.

En el perfil de *Lauria* se midieron 135 metros, muy cubiertos, de Lías margoso, en su facies típica y atípica que, como en los cortes anteriores, corresponden en su totalidad al Pliensbaquiense. El material levigado del Lías de facies típica (muestras 50.312 y 50.311) contiene:

Lingulina pupa (Terq.).
Dentalina terquemi d'Orb.
Lenticulina münsteri (Roemer).
Astaculus prima d'Orb.
Marginulinopsis speciosa (Terq.).
Bairdia molesta Apost.
Hungarella amalthei (Quenst.).
Ostracodo Z. (Oertli, 1963).
Procytheridea sp.

microfauna que caracteriza al Pliensbaquiense inferior y medio. El material estudiado en lámina delgada (muestras S. 7.837, S. 7.836, S. 7.835, S. 7.834 y S. 7.833) es de biomicritas y biopelmicritas con limo de cuarzo y secciones de *Lenticulina*, *Lingulina*, *Frondicularia*, *Gasterópodos* y fragmentos de *Equinodermos*. El Lías atípico levigado (muestras 50.309 y 50.310) contiene *Procytheridea* sp. E. (Apost, 1959) y las láminas delgadas (muestra S. 7.832) son biomicritas arcillosas con *Lenticulina* y restos de *Equinodermos*. Se daba, por tanto, como Pliensbaquiense al Lías atípico de *Lauria*.

En *Amandi*, todo el Lías margoso con carácter típico se presenta completamente cubierto, estimándose el espesor del Lías típico y atípico en unos 130 metros, es decir, muy semejante al de *Lauria*. Las tres muestras estudiadas del Lías atípico son azoicas.

En el Valle de *San Justo*, en el corte trazado al S-SE. del sondeo del mismo nombre, se han reconocido 110 metros aproximadamente de Lías margoso, muy cubierto. Las láminas delgadas son biomicritas arcillosas con *Lingulina* y radiolas y restos de *Equinodermos* (S. 9.053). Por encima de este Lías margoso se presenta, como en otras series estratigráficas, el Lías atípico, más arcilloso y limonítico, amarillento, con algunos *Lamelibranchios* y *Ammonites*. Estas arcillas son azoicas en las muestras 50.530 y 50.531. En las margas del Lías de *San Justo*, en la cantera al Sur del Barrio de la *Llanada*, Almela y Ríos encontraron:

Chlamys textorius Schot.
Pholodomya sp.
Arietites geometricus Phill.
Arietites conibeari? Sow.

Todo el Lías de *San Justo* corresponde al Pliensbaquiense.

Desde *Rodiles* y hacia el Este, el Lías margoso ya comprende al Pliensbaquiense y al *Toarciense*. Es muy fosilífero, tanto en macro como en microfauna en todas las series estudiadas en este área. En el perfil de *Rodiles*, que es el más completo de los estudiados desde el punto de vista estratigráfico, podemos distinguir dentro del Lías margoso:

a) Pliensbaquiense, constituido por 165 metros de la ya descrita monótona alternancia de margas y calizas arcillosas, todas ellas muy fosilíferas. En los numerosos levigados estudiados (véase numeración de muestras en la figura 4) se han determinado:

Lenticulina münsteri (Roemer).
Dentalina terquemi d'Orb.
Frondicularia sulcata Born.
Astaculus prima d'Orb.

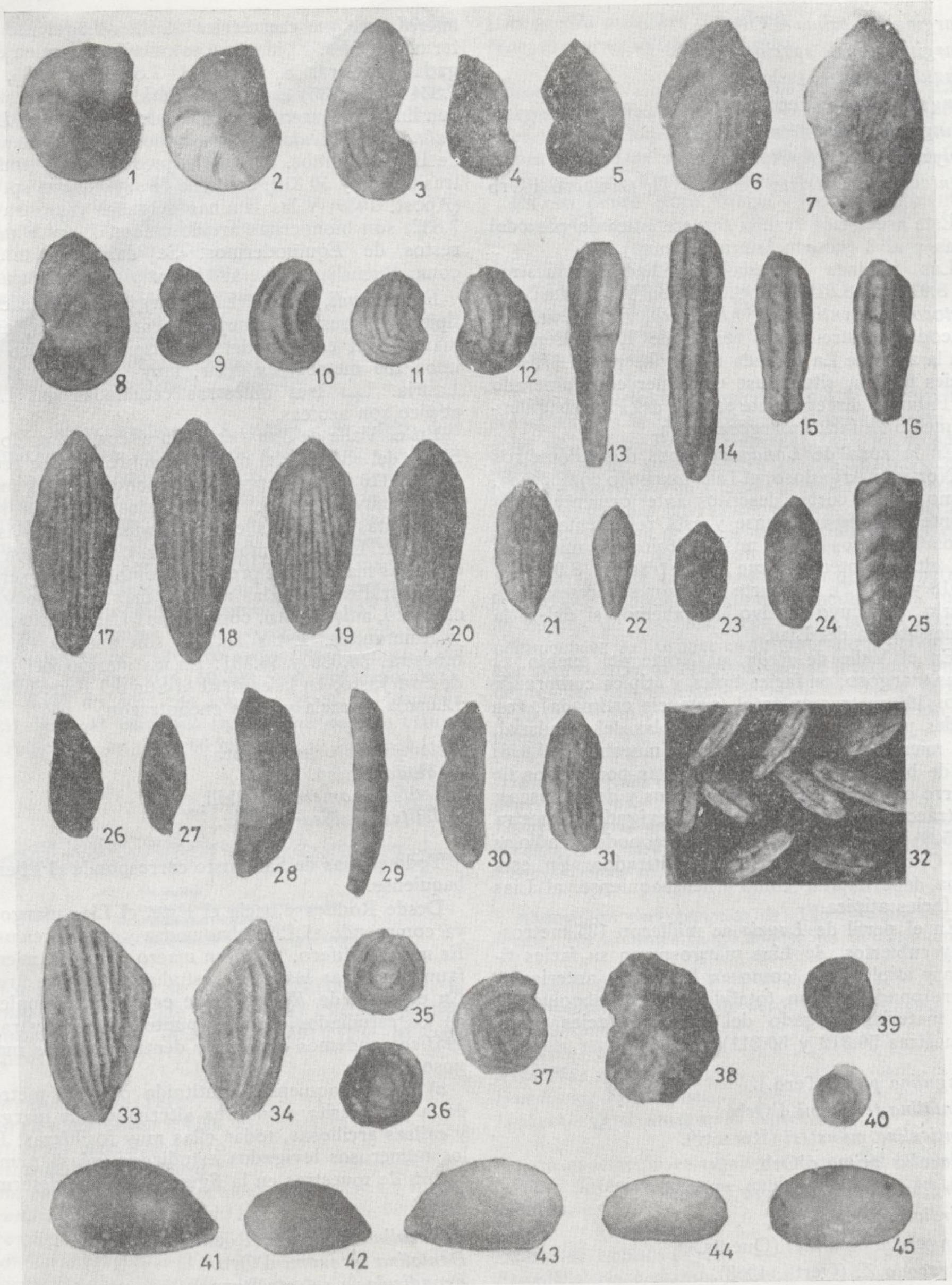


Lámina 1

1-45: Jurásico marino (Pliensbaquiense y Toarciense).

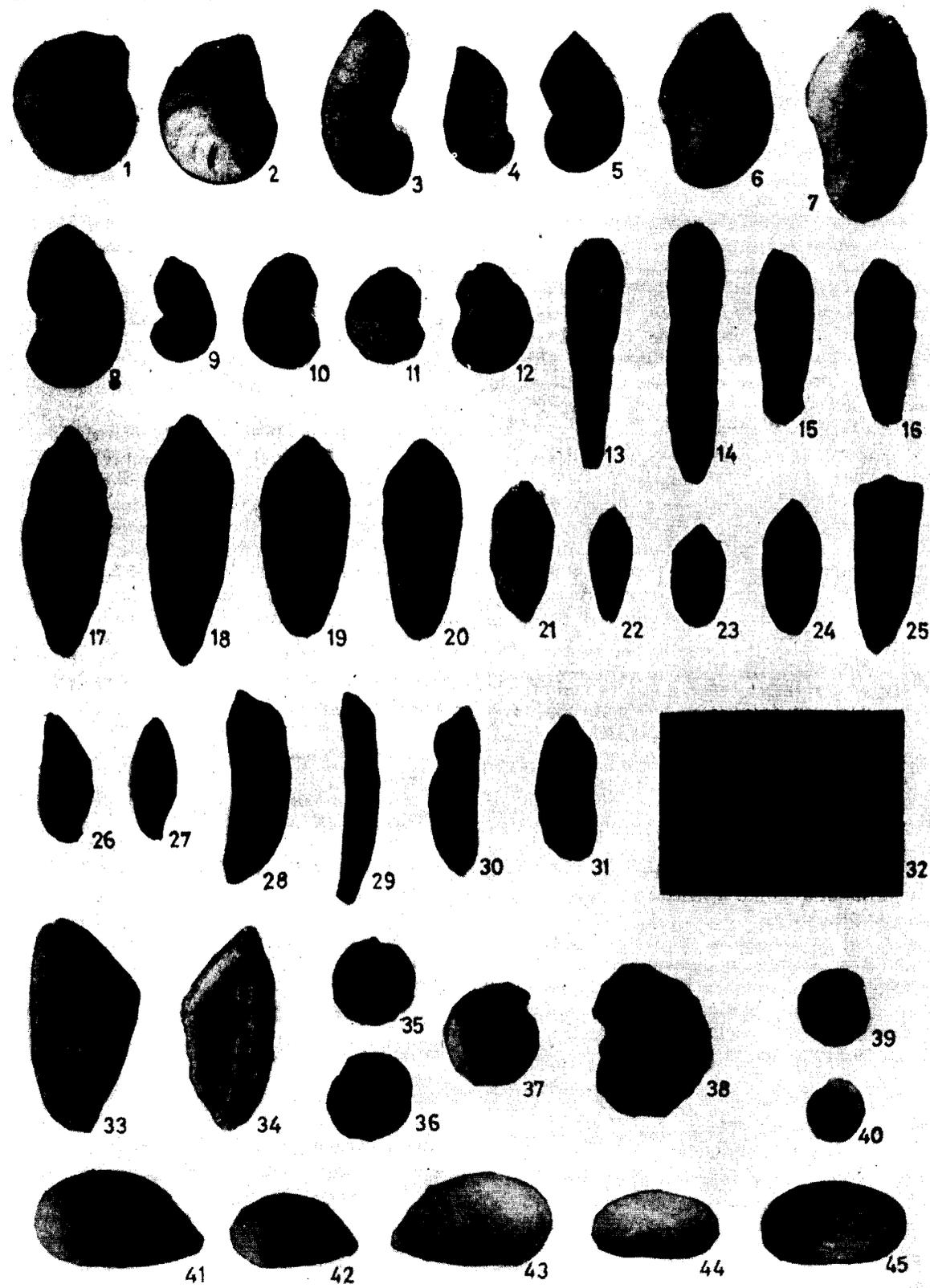


Lámina 1

1-45: Jurásico marino (Pliensbaquiense y Toarciense).

Fronicularia dubia Born.
Hugarella amalthei (Quenst.).
Hugarella contractula (Trieb.).
Isobythocypris unispinata Apost.
Bairdia molesta Apost.
Procytheridea sp. E. Apost. (en la parte inferior, muestra 50.398).
Lingulina pupa (Terq.).
Vaginulina radiata (Terq.).
Polycope sp.

Las numerosas láminas delgadas estudiadas en este nivel son Biomicritas arcillosas, con variadas secciones de diferentes Lagénidos, Ostreidos, Gasterópodos y restos de Equinodermos.

b) Toarciense (la parte superior puede ser ya Bajociense) definido por 53 metros de análoga litología, con la siguiente microfauna en las muestras levigadas:

Vaginulina proxima Terq.
Lenticulina münsteri (Roemer).
Procytheridea sermoisensis Apost.
Procytheridea bucki Bizon (en la parte inferior, cerca del paso al Pliensbaquiense).
 «*Monoceratina*» *ugulina* Trieb. y Bartenst.

Las muestras de calizas son biomicritas arcillosas con microfilamentos, *Lenticulina* y restos de Equinodermos. Hacia arriba, la serie se tiñe de un color rojizo y debe pasar a un Lías atípico, que se presenta cubierto.

Es posible que en esta zona dicho Lías atípico comprenda ya niveles Bajocienses.

En la carretera de Villaviciosa a Tazones, al lado izquierdo de la ría de Villaviciosa, en *El Puntal*, el Lías margoso es muy fosilífero, habiendo recogido en este lugar los autores tantas veces citados Almela y Ríos (1962) los siguientes fósiles:

Rynchonella furcillata?, Theodori.
Ostrea aff. *electra*, d'Orb.
Pecten hahli, d'Orb.

Lámina 1

1-2: *Lenticulina münsteri* (Roemer).
 3: *Astaculus radiata* (Terquem).
 4-5: *Astaculus matutina* d'Orb.
 6-7: *Astaculus inaequistriata* (Terquem).
 8-9: *Astaculus prima* d'Orb.
 10-12: *Marginulinopsis speciosa* (Terquem).
 13-16: *Marginulina prima* d'Orb.
 17-20: *Fronicularia sulcata* Born.
 21-22: *Fronicularia bicostata* d'Orb.
 23-25: *Fronicularia terquemii* d'Orb.

Pecten securis? Dum.
Inoceramus aff. *substriatus*, Goldf.
Myoconcha?
Modiola rustica, Terquem.
Modiola hillana, Sow.
Aegoceras boucaultianum?, d'Orb.
Arietites semicostatus, Young y Bird.
Belemnites, sp.

Por encima del Lías margoso de constitución típica, se desarrolla el Lías que estamos denominando atípico, en el que hemos estudiado cuatro

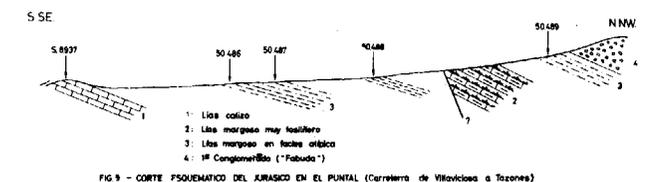


FIG. 9 - CORTE PSUDOMÉTRICO DEL JURÁSICO EN EL PUNTAL (Carretera de Villaviciosa a Tazones)

muestras (figura 9) (50.486, 50.487, 50.488 y 50.489), en las que encontramos pequeños Lamelibranquios y Gasterópodos junto a unos «palos» piritizados de dudosa interpretación. En la tercera de las muestras citadas, se encuentran además:

Cornuspira orbicula (T. y B.).
Ammodiscus tenuissimus (Gümb.).

y algunos moldes de:

Dentalina.
Lenticulina.

todo lo cual indica una edad Toarciense o más probablemente Bajociense, para el Lías atípico de esta región. El Lías atípico del Puntal alcanza un espesor de unos 20-30 metros.

En el corte de *Barzana* se pueden distinguir dos niveles:

a) El Pliensbaquiense con una potencia de 115 metros, es muy fosilífero y hemos estudiado solamente algunas láminas transparentes, que son

26-27: *Planularia crepidula* (F. y M).
 28-30: *Dentalina terquemii* d'Orb.
 31: *Vaginulina radiata* (Terquem).
 32: *Lingulina pupa* (Terquem).
 33-34: *Vaginulina proxima* Terquem.
 35-37: *Ammodiscus tenuissimus* (Gümb.).
 38: *Ammodiscus fontinensis* (Terquem).
 39-40: *Cornuspira orbicula* (T. y B.).
 41-43: *Bairdia molesta* Apost.
 44-45: *Isobythocypris unispinata* Apost.

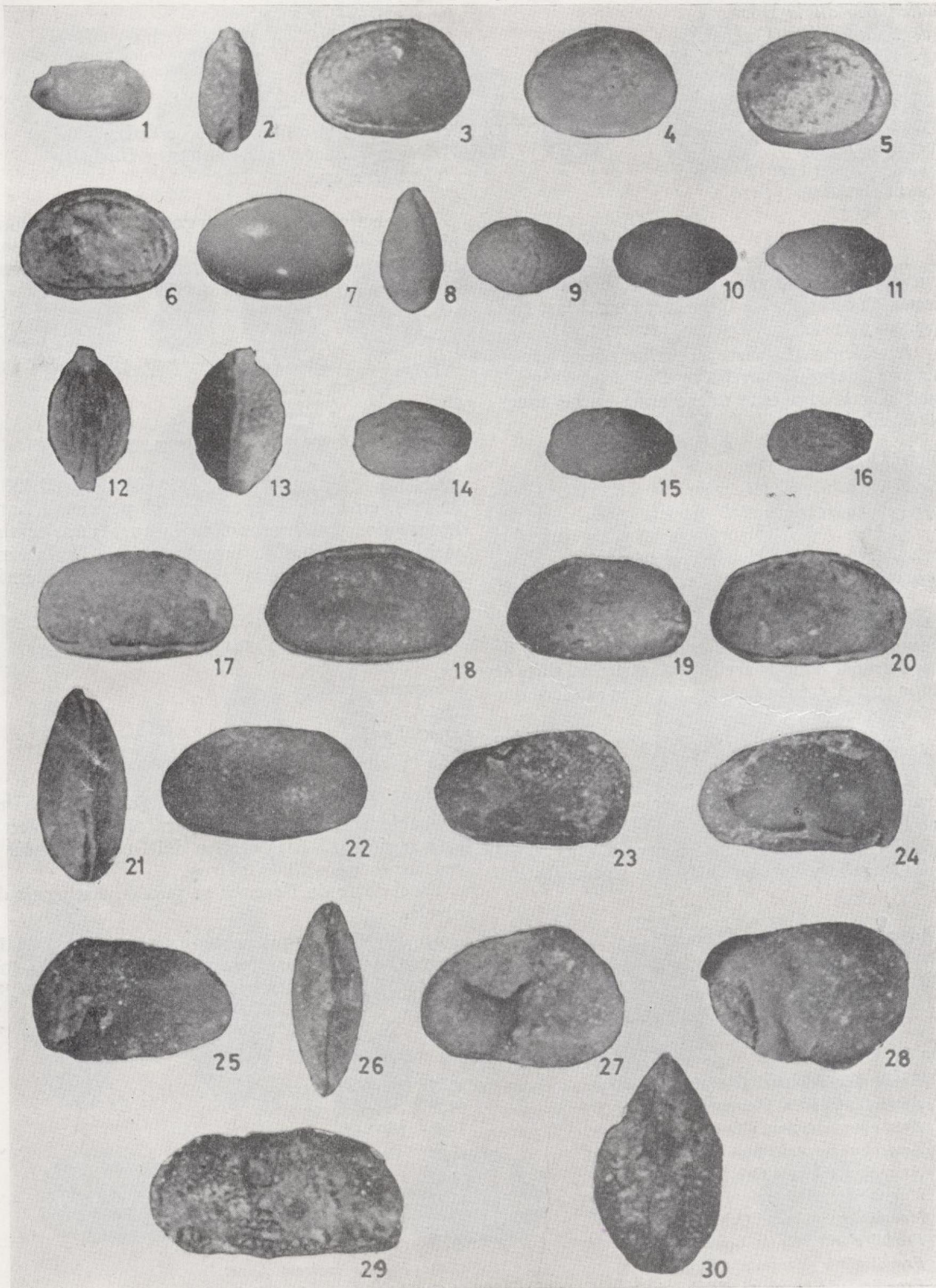


Lámina 2

1-16: Jurásico marino (Pliensbaquiense y Toarciense)
 17-30: Facies Purbeckiense (Kimmeridgiense y Portlandiense)

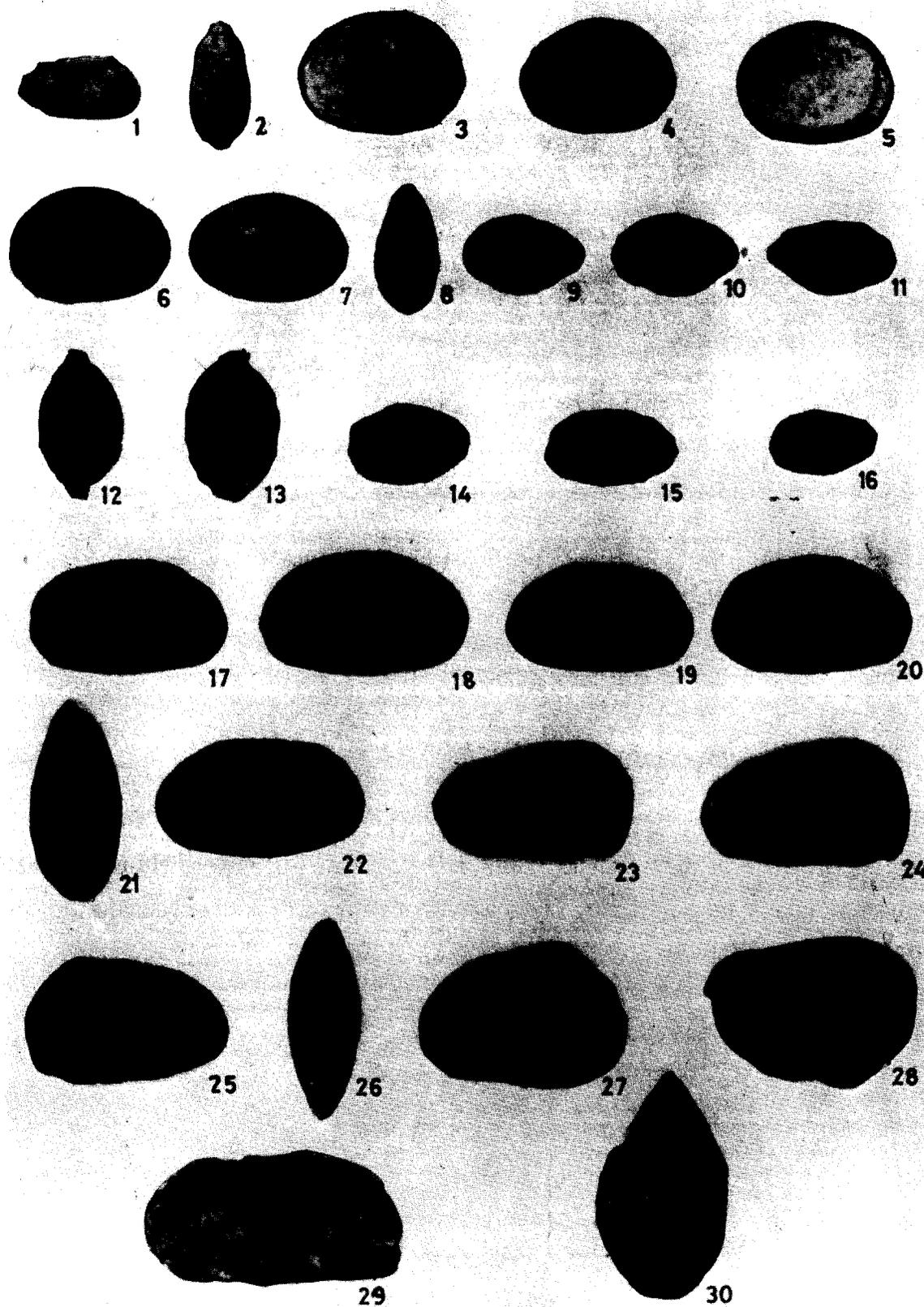


Lámina 2

1-16: Jurásico marino (Pliensbaquiense y Toarciense)
 17-30: Facies Purbeckiense (Kimmeridgiense y Portlandiense)

Biomicitas con numerosas secciones de Foraminíferos: *Lingulina*, *Lenticulina* y *Astacolus*; Ostrácodos, Gasterópodos, Moluscos y restos de Equinodermos.

b) Toarciense inferior, que se presenta ya en la facies de Lías atípico con unos 20 metros medidos, y en la base (muestra 50.479) contiene *Procytheridea bucki* Bizón, que permite la correlación con la serie de Rodiès.

En la carretera de Tazones a Villaviciosa (por Llanes) hemos estudiado dos muestras en el Lías margoso atípico (50.490 y 50.491). La segunda no contiene microfauna alguna, pero en la primera hemos encontrado:

Ammobaculites fontinensis (Terq.).
Trochammina? cf. *squamata* (J. y P.).

y algunos moldes de Gasterópodos limonitizados. *Ammobaculites fontinensis* tienen, en otros lugares, una dispersión vertical desde el Pliensbaquiense superior al Bathoniense inferior; por lo que muy bien podría datarse como Toarciense o Bajociense al Lías atípico de esta zona.

Al SE del sondeo de Somió, el Lías margoso comprende al Pliensbaquiense solamente. La muestra S. 9.049, tomada a unos dos kilómetros del pozo, es una biomicitra, con Ostrácodos, *Lingulina* y restos de Equinodermos. Contiene restos asfálticos en fisuras. Lo mismo podemos decir de las muestras 50.526 y S. 9.050 y S. 9.051, tomadas al Sur de la anteriormente citada.

El Lías atípico, entre Arroes y Peón, se ha estudiado en las muestras 50.483 y 50.484, que contienen los ya indicados «palos» limonitizados, que aún no sabiendo a qué corresponden orgánicamente, son característicos y exclusivos del Lías atípico.

Al W. de Lastres, en Lucas, el Lías margoso atípico (muestra S. 9.741) presenta la típica facies descrita anteriormente, con óxidos de hierro y algunos restos de Equinodermos. En la playa de Lastres se ve muy bien la transición del Lías margoso (cuya techo es Toarciense) al Lías margoso de facies atípica.

En Colunga (muestra 50.919), las margas del Lías atípico contienen los «palos» limonitizados ya citados en otras localidades. Aquí, estos «palos»

recuerdan a conductos de ciertos organismos vermiformes, lo cual, caso de estar correctamente interpretado, nos daría luz acerca del modo de sedimentación de esta facies tan especial, que no conocemos en otras regiones de España.

En la carretera de Gijón a Santander (por Somió), hacia el km. 4, una muestra tomada unos 10 metros por debajo del primer conglomerado («Fabuda») (50.519) contiene pequeños Gasterópodos y *Ammodiscus tenuissimus* (Gumb.). Esta especie tiene como ocurrencia más baja al Toarciense, lo que demuestra que en esta zona el Lías atípico es de esta edad o más alto (fig. 10).

De la carretera de Villaviciosa a Tazones, en el kilómetro 24, en los alrededores del caserío Tristán, se han estudiado dos muestras. Una de ellas (S. 9.045) es del Toarciense en facies típica con microfilamentos, *Eothrix alpina* Lomb., *Lenticulina* y restos de Equinodermos. La otra (50.520) se sitúa unos metros por encima y corresponde al Lías atípico con algunos Gasterópodos limonitizados (fig. 11).

Al Sur del Monte de la Cobertoria (fig. 12), sobre el Lías de facies margosa típica, datado como Pliensbaquiense en la muestra S. 9.046 (contiene restos asfálticos en fisuras y cavidades), se encuentra el Lías de facies atípica (muestra 50.521) con pequeños Gasterópodos, junto a *Lenticulina müsteri* (Röemer) y algunos moldes de Lamelibranchios o Braquiópodos. Aquí el Lías atípico puede corresponder tanto al Pliensbaquiense como al Toarciense.

En la playa de Serín, el primer conglomerado descansa sobre el Lías margoso de facies típica por intermedio de un tramo de unos 20 metros de espesor, que en la base está constituido por cantos calizos procedentes fundamentalmente del Lías margoso y que engloba trozos de Belemnites y Braquiópodos con señales de transporte. Las arcillas limolíticas grises situadas encima (muestra 50.523) corresponden evidentemente al Lías de facies atípica y tienen una microfauna abundante, con mezcla de especies del Pliensbaquiense y Toarciense. En este lugar, el Lías atípico parece que yace sobre el Lías margoso de facies típica por medio de una discordancia erosiva. Esta observación de la playa de Serín sobre la existencia de una erosión ante-«Fabuda», con formación de

Lámina 2

- 1-2: *Procytheridea* sp.
 3-6: *Hungarella amalthei* (Quenst.).
 7: *Hungarella contractula* (Trieb.).
 8: *Krausella? lanceolata* Apost.
 9-13: *Procytheridea sermoisensis* Apost.

- 14-16: *Procytheridea bucki* Bizón.
 17-22: *Schuleridea* sp.
 23-26: *Cypridea* cf. *binodosa* Martin.
 27-29: *Bisulcoypris forbesii* (Jones).
 30: *Bisulcoypris* nov. sp.

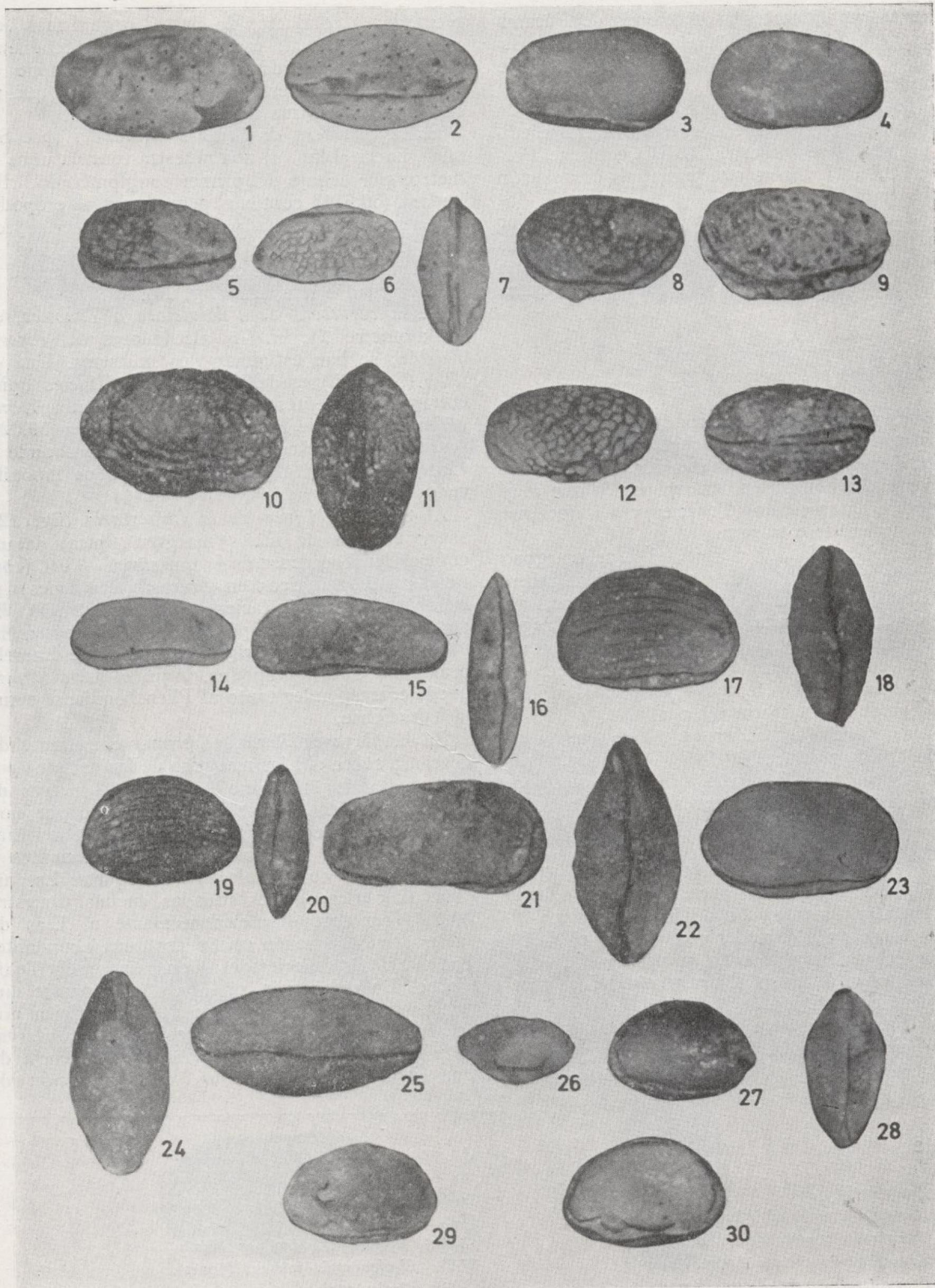


Lámina 3

1-30: Facies Purbeckiense (Kimmeridgiense y Portlandiense)

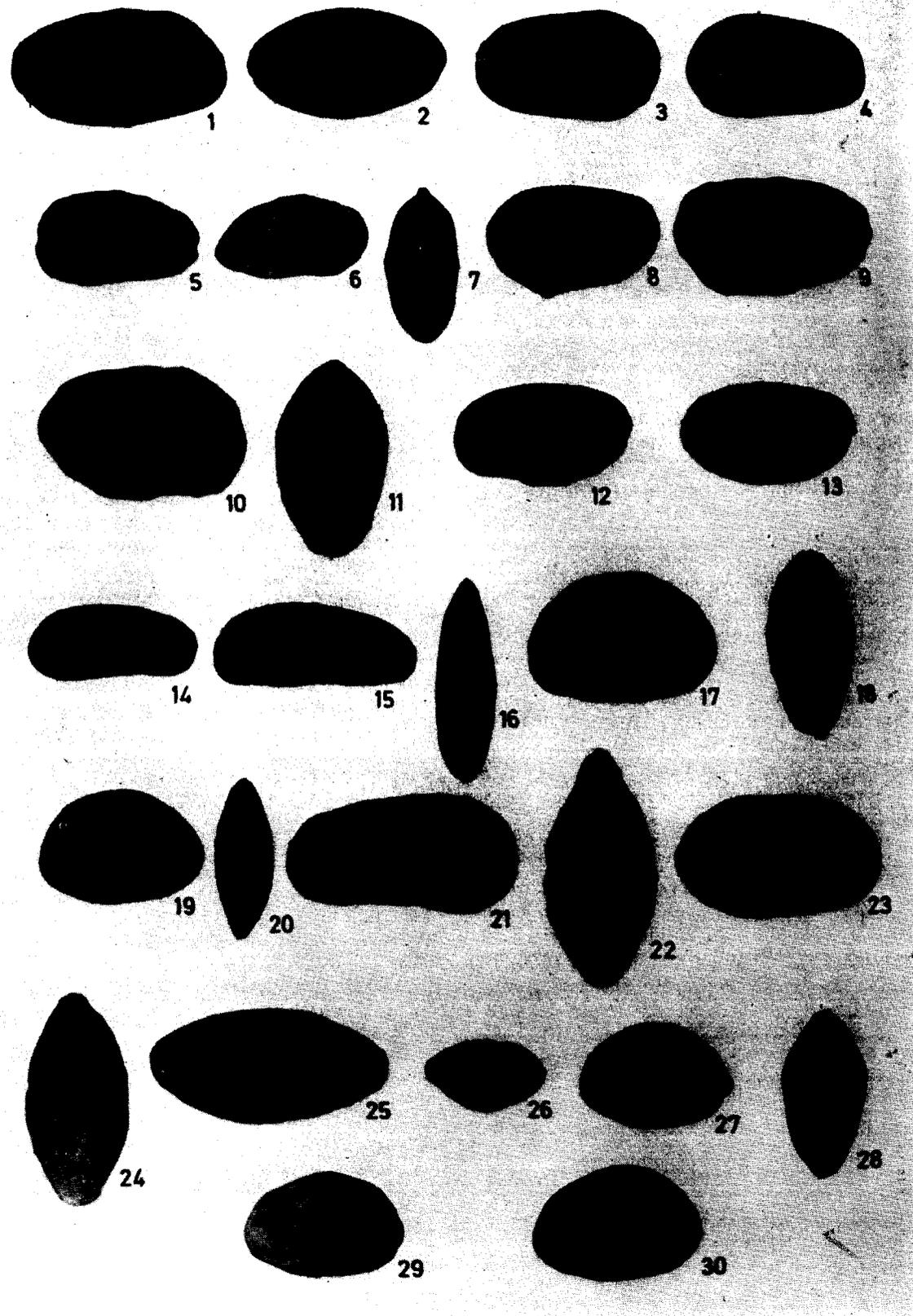
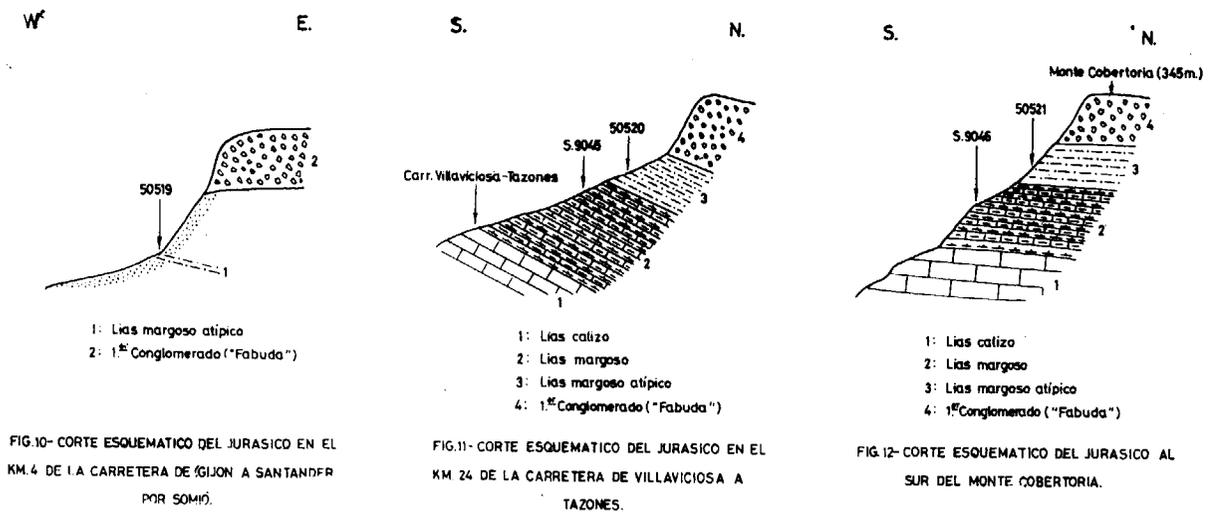


Lámina 3

1-30: Facies Purbeckiense (Kimmeridgiense y Portlandiense)



conglomerados de cantos del Lías margoso, entre este mismo nivel y el primer conglomerado, queda confirmada por la mezcla de microfaunas del Pliensbaquiense y Toarciense indicada más arriba (figura 6).

Facies Purbeckiense

Incluimos bajo esta denominación al conjunto de sedimentos de facies salobre o transicional comprendidos entre el Lías de facies marina y la sedimentación del segundo conglomerado. Se extiende sobre una gran superficie desde la costa a la franja móvil intermedia (cuenca de Gijón-Villaviciosa).

Ha sido objeto de numerosos trabajos, muchos de ellos contradictorios en cuanto a la interpretación de la edad. Karrenberg (1934) atribuyó toda esta formación al Jurásico superior y Cretácico inferior. Dubar (1925), por los fósiles marinos hallados en Ribadesella (*Aspidoceras longispinum* Sow.), asignó la serie al Kimmeridgiense superior, opinión que comparten también Almela, Ríos y Revilla (1955). Dubar y Mouterde en una nota posterior (1957), insisten sobre una base paleontológica, en que esta serie corresponde al Kimmeridgiense.

Estratigráficamente distinguiremos dos niveles:

1. Conglomerado jurásico («Fabuda») y equivalentes

En toda la región asturiana, sobre el Lías de facies marina descansa un tramo de conglomerados, de espesor variable, que designamos como primer conglomerado y que es conocido en la región bajo el nombre de «Fabuda».

Los yacientes de la «Fabuda» son diferentes de unas zonas a otras. En general es el Lías inferior (Hettangiense), el yacente en la zona occidental (Pruvia, Beranes, Veriña), mientras que a medida que nos dirigimos hacia el Este y Norte, los yacientes van siendo niveles más altos del Lías. En La Rimada, playa de Serín, Peón, Candanal, Lauria y San Justo, descansa la «Fabuda» sobre el Pliensbaquiense, en facies de Lías margoso típico en la primera localidad y en su facies atípica en las demás. El contacto es, pues, disconforme sobre una superficie de erosión en algunos lugares y de falta de depósito en otros. Como hemos indicado, en la playa de Serín hay una discordancia angular de unos 5° entre el Lías típico y atípico, siendo este último concordante con la «Fabuda» y procediendo de la erosión de Lías de facies típica.

Los conglomerados están constituidos por cantos muy bien rodados de cuarcita, generalmente no superiores a los 20 centímetros. El cemento

Lámina 3

- 1 2: Ostrácodo sp. 103 Schmidt 1955.
3 4: *Scabricolocypis trapezoides* Anders.
5: *Bisulcocypis* nov. sp.
6 7: *Orthonotacythere* aff. *interrupta* Trieb.
8 13: *Macrodentina* aff. *dictyota* Malz.
14-16: *Darwinula leguminella* (Forbes).

- 17-20: *Cyprinotus* sp. (sensu Kneuper) (= *Cetacella?* Martin).
21-22: *Fabarella polita ornata* (Steghaus).
23-25: *Fabarella polita polita* (Martin).
26: *Eccytheropteron aquitanum* (Donze).
27-30: *Schulderidea triebeli* Donze.

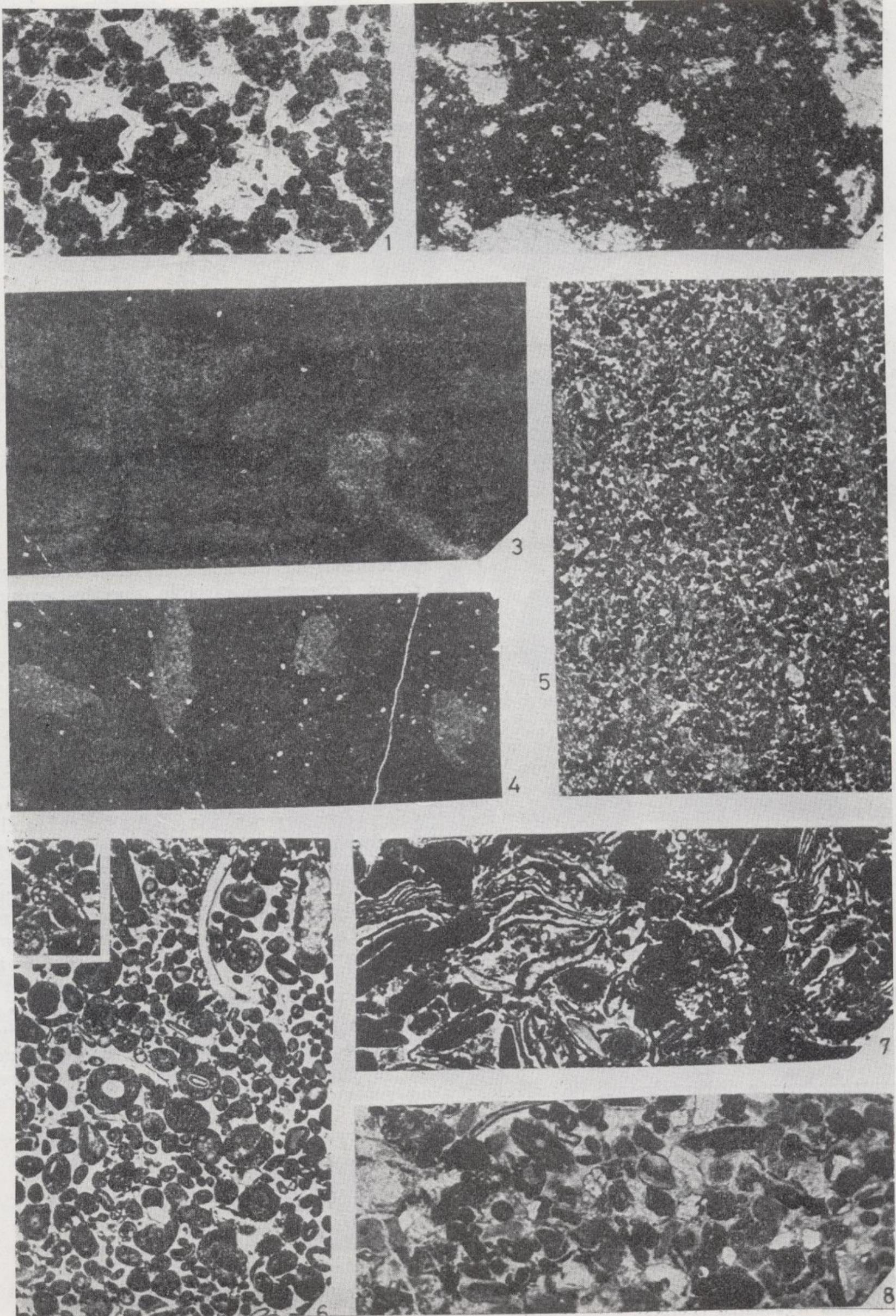


Lámina 4

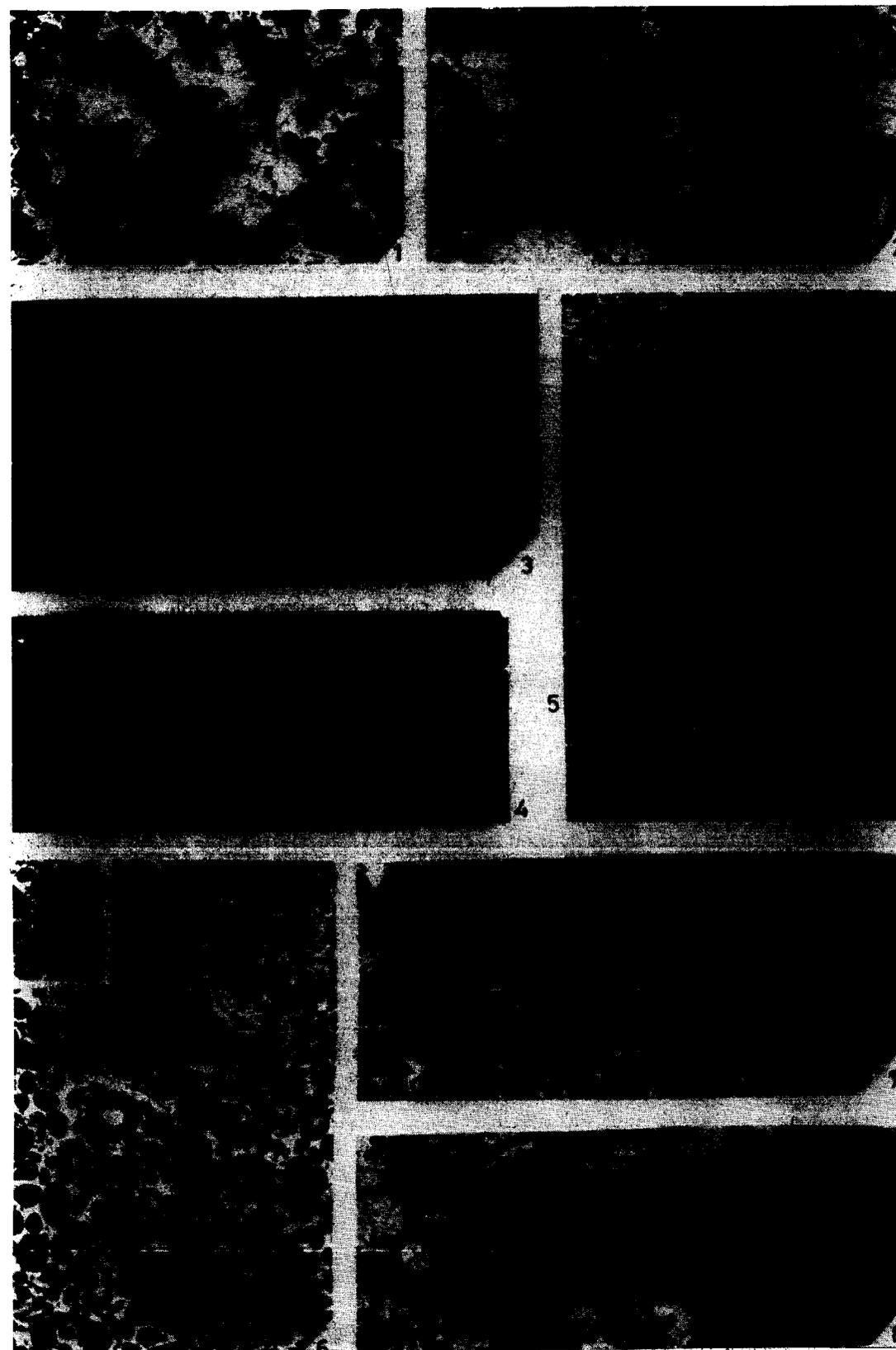


Lámina 4

es siempre escaso y de arenisca. Excepcionalmente, en algunos bloques caídos, se observan, además de los cantos de cuarcita, pequeños fragmentos de calizas de tonos grises, lajeadas, que con bastante probabilidad proceden del Hettangiense. El espesor de estos conglomerados aumenta hacia el Oeste alcanzando valores superiores a los 150 metros en Santa Cecilia. Hacia el Este disminuye, pues, rápidamente 45 metros en La Rimada y 35 en Amandi. Se intercalan cíclicamente bancos de areniscas grises, de tonos amarillentos, y arcillas limolíticas de tonos rojizos.

Hacia el Este y Norte (área de Villaviciosa-Lastres), al mismo tiempo que se reduce en espesor, cambia de litología, pasando a facies más finas, de areniscas y arcillas rojizas con bandas margosas (que denominaremos facies rojas). Ocasionalmente se observan intercalaciones conglomeráticas. Este cambio de facies se produce muy bruscamente, aproximadamente a la altura de la ría de Villaviciosa, donde se observan una gradación y selección de los materiales que indican una sedimentación más tranquila y más alejada del área de origen. En un corte del conglomerado jurásico se observa que las variaciones son muy fuertes, en la vertical, aunque por regla general, en la base el material es más fino que hacia el centro del paquete. Aunque ya hemos indicado que este primer conglomerado es transgresivo (se deposita sobre diferentes niveles del Lías), a lo largo de su deposición se observa un carácter ligeramente regresivo, en sentido ascendente de la serie. Es evidente que hacia la mitad del período

de deposición, aumentó el índice de energía del medio ambiente deposicional, adquiriendo las corrientes fluviales mayor fuerza de arrastre, lo que puede deberse a un aumento de la pluviosidad y a un rejuvenecimiento del área fuente de aportes.

Algunas muestras de las arcillas intercaladas en los conglomerados tomadas en las series de Beranes (50.481), Amandi (50.072) y Santa Cecilia (50.389) han resultado, desgraciadamente, estériles de microfauna. En la citada muestra de Beranes se encontraron algunos coprolitos de Gasterópodos salobres, lo que, al menos, nos da indicación sobre la facies. Creemos que el conglomerado puede datarse como Dogger, teniendo en cuenta las edades de infra y suprayacente.

2 Facies Purbeckiense propriamente dicha.

Sobre el nivel de conglomerados y arcillas limoníticas intercaladas («Fabuda»), descansa una serie de facies Purbeckiense que muestra dos litofacies diferentes.

A) Al Norte, en la costa, se puede estudiar muy bien la primera de estas facies, que puede seguirse sin interrupción desde Gijón a Colunga. Solamente se encuentran afloramientos en los cantiles de la costa, ya que en cuanto se asciende a los llanos que se extienden hacia el interior, los prados y cultivos ocultan todos los afloramientos.

Hemos estudiado dos cortes detallados (Playa de España y Tazones) y varias muestras aisladas en la zona de Colunga.

Lámina 4

- Dolomía con gruesos cristales de dolomita.
Sin fósiles.
Santa Cecilia S. 8027.
Retiense (Carniolas).
- Microdolomía, con «amígdalas» redondeadas, recristalizadas en calcita cristalina gruesa.
Sin fósiles.
La Rimada S. 8007.
Retiense-Hettangiense.
- Microdolomía con finas bandas o lijas de sedimentación.
Sin fósiles.
La Rimada S. 8008.
Hettangiense.
- Calcarenita fina, microcristalina. Pelmicrita.
Pequeños fragmentos de conchas de Equinodermos.
Rodiles S. 8065.
Sinemuriense (base).
- Caliza microcristalina con algunos pellets.
Fragmentos de Equinodermos.
Sinemuriense.
- Calcarenita mal clasificada, grano medio, matriz cristalina.
Oosparita. La matriz es microcristalina en algunas zonas de la lámina delgada.
Pfenderina, *Textularidae*, restos de Moluscos y de Equinodermos.
Lauria S. 7839.
Sinemuriense superior.
- Calcarenita gruesa, regularmente clasificada; matriz de calcita cristalina. Bio-oo-esparita.
Fragmentos de Gasterópodos, Lamelibranquios, Equinodermos (radiolas y partes de la concha) y algas calcáreas.
Río Noreña S. 8402.
Sinemuriense superior.
- Calcarenita, clasificación media. Intrabiosparita con oolitos y pseudoolitos.
Radiolas y restos de Equinodermos y fragmentos de Gasterópodos.
La Rimada S. 8013.
Sinemuriense superior.

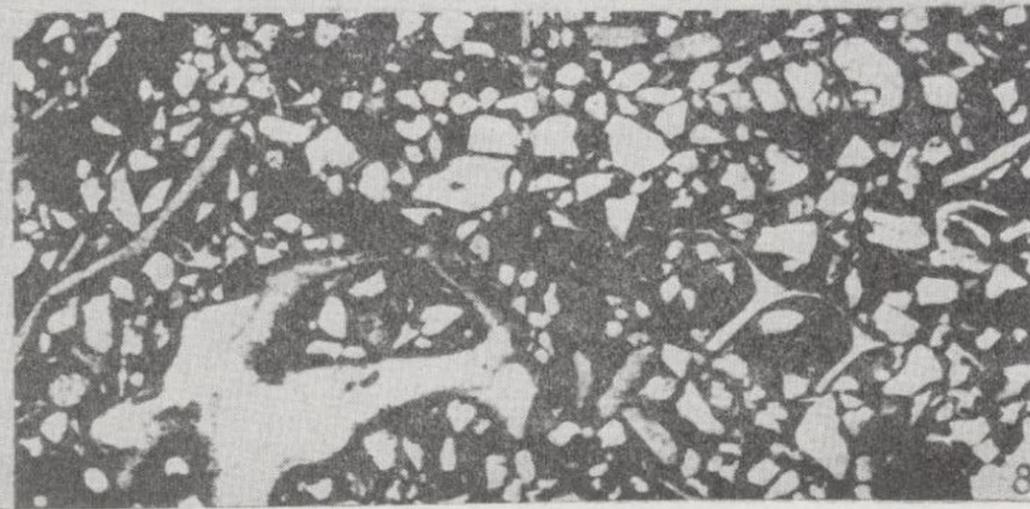
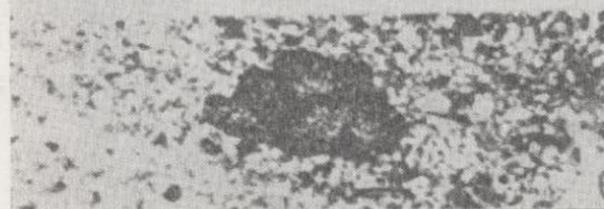
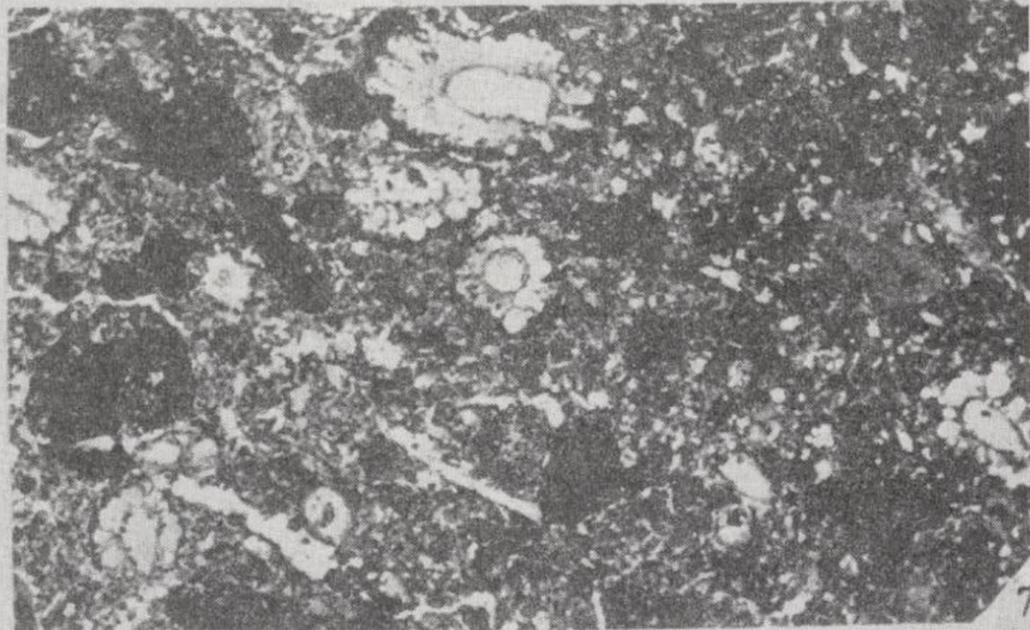
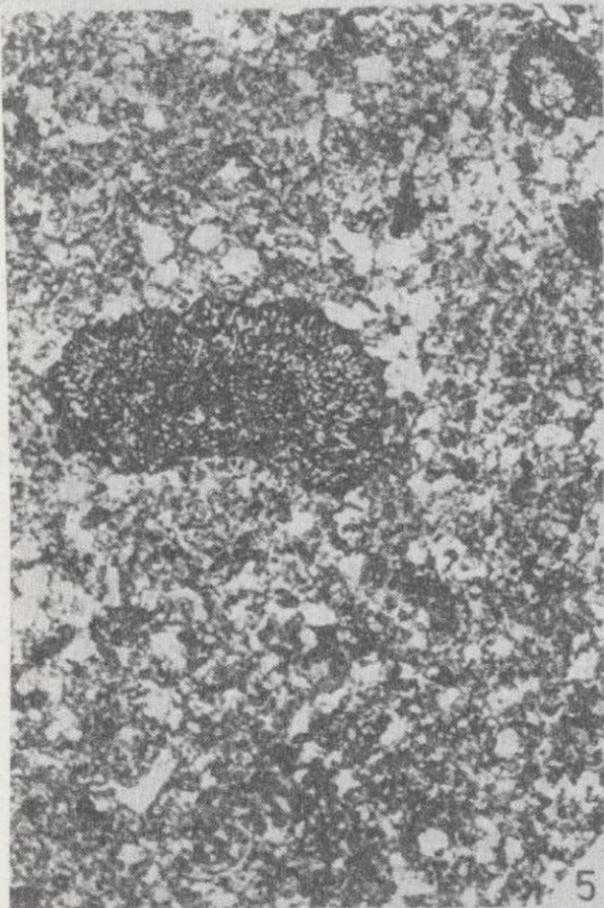
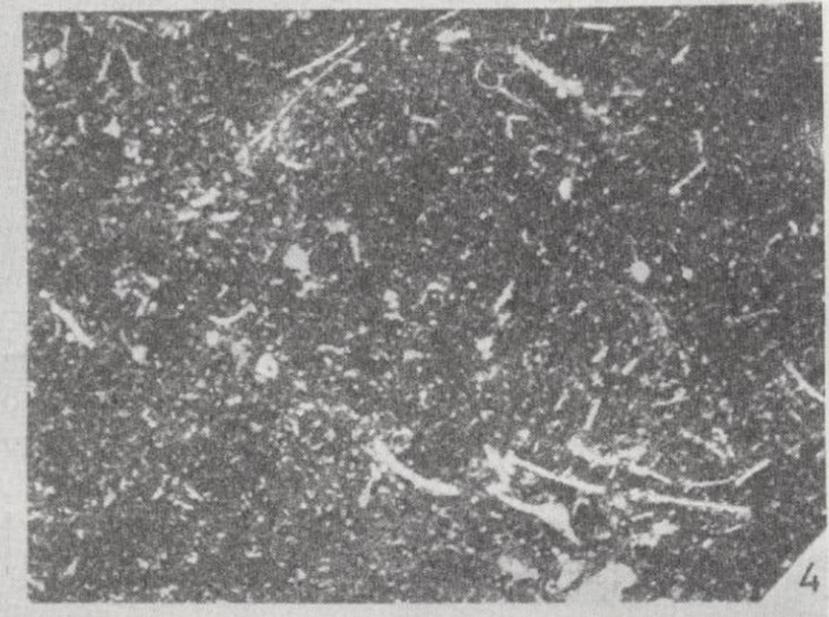
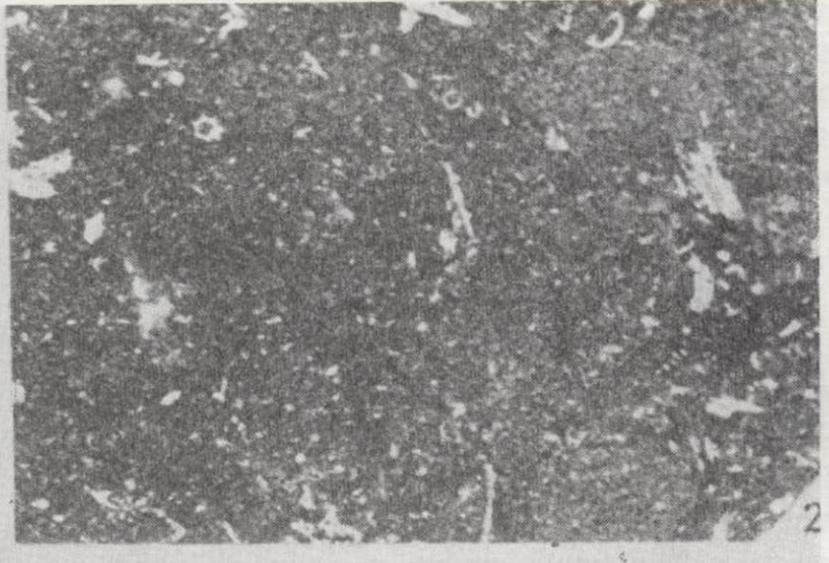
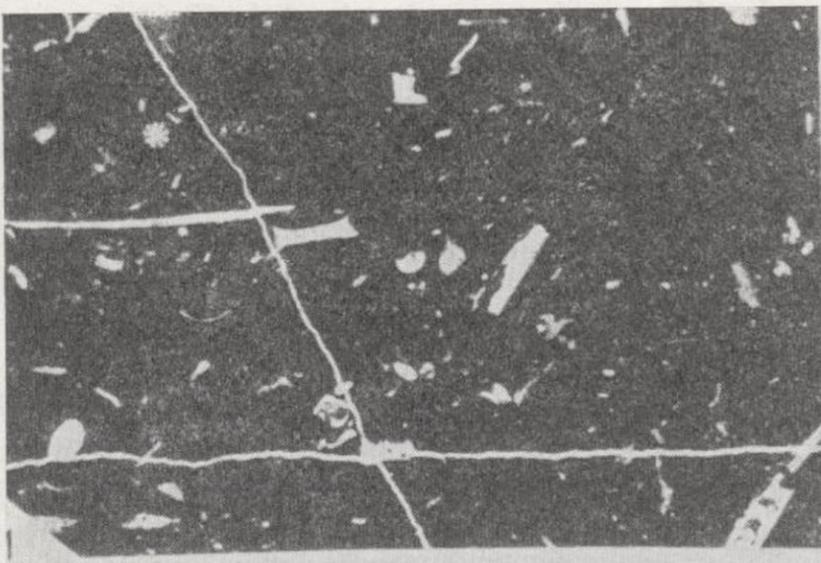




Lámina 5

En el perfil de *Playa de España* se han medido unos 160 metros, en los que alternan arcillas arenosas y limoníticas, abigarradas, con predominio de los tonos ocre, gris y verdoso, con areniscas de grano fino a medio, normalmente subanguloso a subredondeado, de cuarzo y cuarcita, con matriz arcillosa, azoicas en todas las muestras estudiadas. Hacia la parte superior se intercalan bancos de margas y calizas arcillosas, de tonos grises y azulados, generalmente oscuros. Las areniscas se presentan en bancos gruesos, de 1-8 metros, con estratificación cruzada u oblicua, siendo en algunos bancos el cemento calcáreo y conteniendo algunos pisolitos. En los tramos arcillosos y margosos se encuentran algunos Lamelibranquios y Gasterópodos, así como una microfauna de Ostrácodos, abundante en la mayoría de las muestras y entre los que se presentan con más frecuencia:

Macrodentina aff. *dictyota* Malz.
Schuleridea cf. *tricheli* (Steghaus).
Galliaecytheridea spp.
Fabarella *polita* (Martín).
Eocytheropteron cf. *aquitantum* (Donze).
Ostracodo sp. 103 Schmidt 1955.
«*Cypris*» *pygmaea* (Anders).

En algún nivel de calizas arenosas, de la parte superior (S. 8.621), hemos determinado *Clypeina jurassica jurassica* Favre *Pseudocyclammia lituus* Yokoyama y algas Solenoporáceas. Las Characeas faltan por lo general, y únicamente en la muestra S. 8.594 se han observado algunos oogonios.

En esta zona, cerca de la Playa de España, Al-

mela y Ríos (1962) y Almela, Ríos y Revilla (1955), citan los siguientes fósiles:

Playa de Nora: *Thracia lata* Gold.

Al Este de la playa de Nora:

Corbula attenuata Lyc.
Leda lachrina Sow.
Leda aff. *dammeriensis* Buv.

Playa de Careñes:

Neritina aff. *hidens* Sandb.

Por los Ostrácodos citados, así como por la presencia de *Pseudocyclammia lituus*, creemos que toda la serie de Playa de España corresponde al Malm superior, más concretamente al Kimmeridgiense-Portlandiense. La parte superior de la serie puede corresponder ya al Portlandiense inferior.

En *Tazonas* puede estudiarse también una serie estratigráfica muy próxima a la descrita en Playa de España. Aquí creemos que puede llevarse a cabo una división en dos tramos, como lo han hecho los autores anteriormente citados. En conjunto, el perfil levantado tiene un espesor de 155 metros de afloramiento, prácticamente continuo, en los que los 100 metros inferiores, inmediatamente encima del conglomerado «Fabuda» son una alternancia de areniscas rojizas y blancas de grano medio, de cuarzo y cuarcita, con poca matriz arcillosa con arcillas limoníticas abigarradas. Los restos vegetales son frecuentes, presentán-

Lámina 5

1. Calcarenita muy fina a calcilutita. Biomicitita. Contiene: *Lingulina*, *Dentalina*, *Astacolus*, Ostrácodos y radiolas y fragmentos de Equinodermos. La Rimada S. 8016. Pliensbaquiense.
- 2 y 3. Caliza microcristalina arcillosa. Biomicitita. *Lingulina*, *Fronicularia*, *Dentalina*, Ostrácodos, Radiolarios y fragmentos de conchas de Equinodermos. Rodiles S. 8077. Pliensbaquiense.
4. Biomicitita arcillosa. Microfilamentos y restos de Equinodermos. Rodiles S. 8915. Toarciense.
5. Caliza microcristalina arenosa, con limo y arena de cuarzo de diferentes tamaños. Oogonios de Characeas, algas Solenoporáceas y Ostrácodos.

Río Noreña S. 8400.

Kimmeridgiense-Portlandiense (Facies Purbeckiense).

6. Caliza arenosa a arenisca calcárea. Algas Solenoporáceas, Ostrácodos y restos de Moluscos Playa de España S. 8621. Kimmeridgiense-Portlandiense (Facies Purbeckiense). Esta muestra contiene también *Clypeina jurassica* Favre y *Pseudocyclammia lituus* Yokoyama.
7. Caliza microcristalina con arena fina y algunos pisolitos («caliza de algas»). *Girvanella*, Oogonios y talos de Characeas. Santa Cecilia S. 8606. Kimmeridgiense-Portlandiense (Facies Purbeckiense).
8. Caliza arenosa a arenisca calcárea. Contiene algunos oolitos. Gasterópodos y Ostrácodos. San Miguel de Serín. Ferrocarril Gijón-Madrid, kilómetro 157-1. S. 8389. Kimmeridgiense-Portlandiense (Facies Purbeckiense).

dose, por regla general, transformados en lignito y no siendo raro observar fragmentos de troncos de gran tamaño, ramas, así como resinas fósiles. Los bancos de areniscas tienen espesores de 1 a 10 metros y los de arcillas de 5 a 15 aproximadamente, existiendo en la base algunas intercalaciones conglomeráticas de menos de un metro de espesor. Este tramo inferior es el que los autores ya citados repetidas veces, denominan «tramo inferior de margas rojas», y en él hemos encontrado algunos Gasterópodos y talos de Characeas. En este nivel recogieron Dubar y Mouterde (1957) varios restos vegetales y dientes de *Lepidotus*.

Sobre este tramo inferior se desarrolla la serie calcárea, constituida por margas más o menos calcáreas con intercalaciones muy delgadas (siempre menores de un metro) de areniscas de grano fino, de cuarzo, cuarcita y matriz arcilloso-calcárea. En conjunto es menos arenoso y más margoso que en Playa de España. Todo este tramo es muy fosilífero, tanto en macro, como en microfauna. Se encuentran, además, Gasterópodos (referibles a *Cerithium*), Lamelibranquios (entre los que hemos reconocido *Corbula*, *Astarte*, *Arca*) y oogonios de Characeas, las siguientes especies de Ostrácodos:

Macrodentina aff. *dictyota* Malz.
Macrodentina cf. *punctatula* Malz.
Cypridea cf. *binodosa* Martín.
Galliacytheridea spp.
Bisulcoocypris forbesii (Jones).
Schuleridea cf. *triebli* (Steghaus).
Fabanella (= *Candona*) sp.
Cyprione oblonga (Roemer).

Esta microfauna indica claramente que la parte superior de la serie de Tazones es Kimmeridgiense-Portlandiense. La parte más alta de la serie es evidentemente Portlandiense, por la presencia de *cypridea* cf. *binodosa* Martín, *Macrodentina* cf. *punctatula* Malz y *Cyprione oblonga* (Roemer).

Estos tramos calcáreos se presentan literalmente cuajados de fósiles, pudiendo considerarse a algunos niveles como auténticas lumaquelas. El estudio realizado por Almela, Ríos y Revilla, sobre estos macrofósiles, ha dado las siguientes relaciones:

Playa de Tazones:

Nivel 1.º

Modiola lickenbii Morr.-Lyc.
Modiola compresa Goldf.
Leda lachrima, Sow.

Nivel 2.º

Cardium subtrigonum Morr., Lyc.
Unicardium aff. *gibbosum* Morr.-Lyc.
Myacites modica Bean.
Myacites decurtatus Phill.
Ostrea sp.

Puerto de Tazones:

Corbula attenuata Lyc.
Leda lachrima Sow.
Leda aff. *dammeriensis* Buv.
Modiola cuneata Sow.
Modiola imbricata Sow.

Acantilado al Norte de Tazones:

Pleuromya tenuistria Agass.
Pleuromya alduini Agass.
Astarte minima Phill.
Astarte depresa Gold.
Astarte mühlbergi, Grepp.
Tancredia truncata, Lyc.
Arca minuta Sow.
Corbula attenuata Lyc.
Leda lachrima, Sow.
Leda aff. *dammeriensis* Buv.
Nucula sp.
Chemnigia variabilis Morris.
Kilvertia pulchra Lyc.
Paracerithium cossmanni, Riche.
Procerithium aff. *icaunnense*, Cosm.
Cerithium sp.
Pussus aff. *roemeri*, Munst.

En la zona de *Ribadesella*, Dubar (1925), y Dubar y Mouterde (1957), encuentran *Aspidoceras longispinum* (Sow.) y *Aulacostephanus* cf. *culosus* (d'Orb.) junto a diferentes especies de *Trigonia*, *Astarte*, *Cerithium*, *Cyprina*, *Nucula*, *Sphoeria*, *Exogyra* y otros géneros. En su opinión, por la presencia de los dos Ammonites citados y por comparación con las series francesas, todos estos niveles fosilíferos deben incluirse dentro del Kimmeridgiense superior.

De la zona de *Lastres*, al Este de Barzana, hemos estudiado la muestra 505.918, que contiene abundantes Gasterópodos y Lamelibranquios, junto a

Schuleridea triebli (Steghaus).
Schuleridea sp.
Orthonotacythere aff. *interrupta* Triebel.

que definen al Kimmeridgiense inferior-medio. En esta zona, estos niveles presentan también abun-

dante macrofauna, dando Almela, Ríos y Revilla, en los acantiados al Oeste del Cabo de Lastres, la siguiente lista:

Mytilus (*Pachymytilus*) *struckmani* Choff.
Gervilia bathonica Morris.-Lyc.
Cucullaea clathrata Leck.

La microfauna del Kimmeridgiense inferior-medio de la zona de Lastres es muy próxima a la citada por Oertli (1963): a) en Francia.

B) Las series descritas en la costa, hacia el S. y W. varían muy rápidamente, tanto en lito como en biofacies. No se encuentran las lumaquelas, ni los niveles margosos citados, pero, en cambio, hay unos niveles de calizas pisolíticas («calizas de algas»), que son, sin la menor duda, el cambio lateral de aquellos, en facies típicamente salobre. Calizas pisolíticas idénticas han sido descritas por el autor (1968) en el Valanginiense-Hauteriviense de la zona de Burgos.

El perfil más completo que hemos estudiado es el de *Santa Cecilia*, que comprende una serie de 450 metros, constituida del siguiente modo:

En la base, directamente encima del primer conglomerado («Fabuda»), unos 140 metros en total de areniscas de grano medio, subanguloso a subredondeado, de cuarzo y cuarcita, y matriz de arcilla cloritizada, azoicas, que alternan con arcillas rojas muy cubiertas. Este nivel es equivalente a la parte inferior de la serie de Tazones, y creemos puede asignarse al Oxfordiense, de acuerdo a la edad del suprayacente.

El resto de la serie está constituida por arcillas rojas, arenosas, con intercalaciones de areniscas de grano medio o grueso, subanguloso, muy porosas y semejantes, en cuanto a su composición, a las de la parte inferior. La principal característica de este tramo es la presencia de niveles de calizas microcristalinas de uno a tres metros de espesor, pisolíticas unas veces, con algas *Girvanellas* otras, y con Lamelibranquios y Gasterópodos. En las calizas encontramos todos los tránsitos entre calizas microcristalinas (Dismicritas) con *Girvanellas*, Characeas (talos y oogonios) y Ostrácodos, y calizas pisolíticas. Eventualmente se observan intercalaciones de margas grises arenosas. En las arcillas se encuentran, además de Lamelibranquios (*Corbula*), Gasterópodos, coprolitos de Gasterópodos de sección poligonal, y oogonios de *Chara*, los siguientes Ostrácodos:

Cyprinotus sp. (sensu Kneuper) (= *Cetacella*? Martín).
Darwinula leguminella (Forbes).
Scabriculocypris trapezoides Anderson.
Rhinocypris jurassica jurassica (Martín).

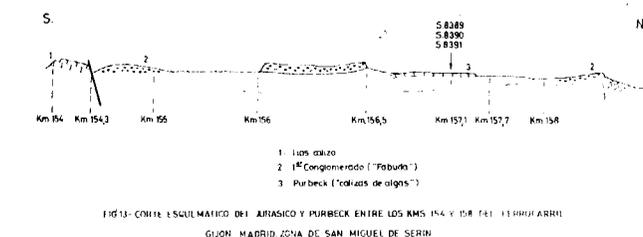
Macrodentina aff. *dictyota* Malz.
Fabanella polita polita (Martín).
«*Cypris*» *purbeckiensis* (Forbes).
«*Cypris*» *pygmaea* (Anderson).
Schuleridea cf. *triebli* (Steghaus).
Cypridea cf. *binodosa* Martín (Sólo en parte superior).
Bisulcoocypris forbesii (Jones) (Sólo en parte superior).
Bisulcoocypris sp. nov.

Esta serie corresponde, como en Tazones y Playa de España, al Kimmeridgiense-Portlandiense, siendo evidentemente de esta última edad la parte más alta (presencia de *Cypridea* cf. *binodosa* en la muestra 50.476), que aflora en el cerro de San Martín.

En *Amandi*, sobre el primer conglomerado, se midieron 150 metros muy cubiertos, en los que solamente afloran los bancos de areniscas, idénticas a las descritas en Santa Cecilia. Las calizas pisolíticas y arcillas rojas no se observan, por presentarse sin la menor duda cubiertas.

En el perfil de La Rimada, sobre el conglomerado «Fabuda», se han medido solamente 60 metros de serie, en los que además de los niveles de areniscas, se observan dos bancos de calizas microcristalinas. El inferior (muestra S. 8.613) con pisolitos y *Girvanellas*, y el superior (muestra S. 8.611) con abundantes Ostrácodos, oogonios de *Chara* y *Girvanellas*. En esta zona, el banco de «calizas de algas» más bajo, dista del techo de la «Fabuda», solamente 25 metros estratigráficos.

En la zona de *San Miguel de Serín*, entre los kilómetros 156-158 del ferrocarril Gijón-Madrid (figura 13), sobre el primer conglomerado («Fa-



buda») aparece una zona de carácter blando, muy cubierta, compuesta probablemente por arcillas y areniscas, intercalándose el nivel 3 de calizas arenosas de 1-2 metros (muestras S. 8.389, S. 8.390 y S. 8.391) con algunos Lamelibranquios, Gasterópodos y Ostrácodos. Contienen algunos oolitos y, desde luego, son un equivalente de las «calizas de algas». Las muestras se han tomado en el kilómetro 157,1.

En la zona de *Sasiello* (muestra S. 8.393) hemos reconocido las calizas arenosas con Gaste-

rópodos, Lamelibranquios y Ostrácodos, idénticas a las de San Miguel de Scrín.

En la zona de *Pozo de los Lobos* (NE. de Peña Cáreses y E. de la serie de La Rimada), sobre el primer conglomerado (fig. 14) descansa una se-

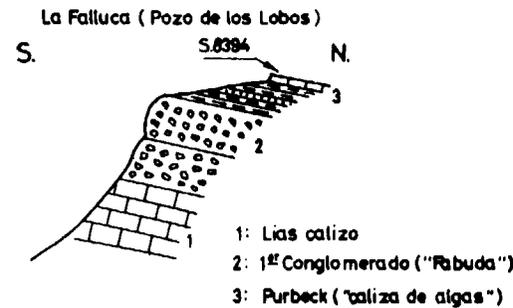


FIG.14 - CORTE ESQUEMÁTICO DEL JURÁSICO Y PURBECK DE LA ZONA DEL POZO DE LOS LOBOS.

rie de unos 30 metros de espesor de areniscas, con intercalaciones de arcillas abigarradas, que en su parte superior soportan un banco de calizas (muestra S. 8.394) de unos dos metros de espesor, de color gris-oscuro. Son calizas microcristalinas (Dismicritas) con algunas secciones de Ostrácodos, oogonios y talos de Characeas y Gasterópodos.

En el ferrocarril de *Gijón a Laviana*, en el kilómetro 25,2 afloran las calizas grises (muestra S. 8.396) con abundantes pisolitos y algunas *Girvanellas*. En el kilómetro 24,6 aparecen de nuevo las calizas grises con Lamelibranquios, Gasterópodos y secciones de Ostrácodos (muestra

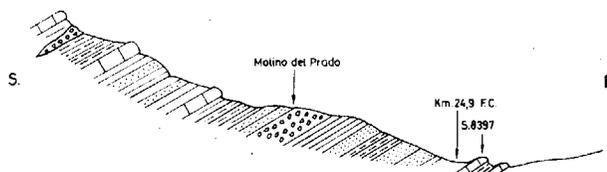


FIG.15 - CORTE ESQUEMÁTICO DEL PURBECK ('calizas de algas') EN EL FERROCARRIL DE GIJÓN A LAVIANA

S. 8.397) y alternan con niveles arcillosos y margosos (fig. 15).

Al Este del kilómetro 21 de la *carretera Gijón a Noreña*, al Norte del río del mismo nombre, volvemos a encontrar las «calizas de algas» (muestra S. 8.398), con abundantísimas secciones de talos y oogonios de Characeas y algunos Ostrácodos. Son datadas dichas calizas como Liásicas en el mapa de Almela y Ríos (1962).

Algo más al Sur, al Este del caserío «*La Carril*», aparecen nuevamente unos bancos calcá-

reos, con intercalaciones margosas. Son calizas arenosas con limo y arena de diferentes tamaños (S. 8.399) con oogonios de Chara, algas Solenopóreas y Ostrácodos.

Al Sudeste de este afloramiento, en el *río Noreña* (ver fig. 5), por encima del primer conglomerado, aparecen las «calizas de algas» (muestras S. 8.400 y S. 8.404). Son calizas microcristalinas con Characeas, Ostrácodos y algas *Girvanellas*.

Varias muestras tomadas en los sondeos realizados por el equipo de sismica, a profundidades que oscilan entre los 10 y los 30 metros, han dado una microfauna de Ostrácodos abundante y bien conservada. Las especies determinadas en las muestras que tomamos en los sondeos son las mismas que se han citado en la serie estratigráfica de Santa Cecilia. Las muestras se localizan a lo largo de la *carretera de Gijón a Noreña*.

Todos estos niveles de «calizas de algas» se datan, de acuerdo a las especies de Ostrácodos, de las arcillas intercaladas como Kimmeridgiense-

MICROFOSILES	RETIENSE	BIENANG.	FL. OMBAG.	KIMMERIDG.	COGGER	PORTLAND	NUMEROS.
Pfendorina sp.							
Textularidae							
Lenticulina münsteri (ROEMER)							
Astaculus radiata (TERQUEM)							
Marginulina prima d'ORB.							
Astaculus matulina d'ORB.							
Fronicularia dubia BORN.							
Fianularia crepidula (F. y M.)							
Dentalina terquemii d'ORB.							
Krausella? lanceolata APOST.							
Bairdia molesta APOST.							
Inoabythocypris unispinata APOST.							
Lingulina pupa (TERQ.)							
Astaculus indequistriata (TERQUEM)							
Astaculus prima d'ORB.							
Marginulinopsis speciosa (TERQUEM)							
Fronicularia dubia BORN.							
Fronicularia bicostata d'ORB.							
Procytheridea sp.							
Poliope decorata APOST.							
Hungarella contractula (TRIEBEL)							
Hungarella amalthei (QUENST.)							
Vaginulina radiata (TERQUEM)							
Vaginulina proxima TERQUEM							
Procytheridea sarawakensis APOST.							
Procytheridea bucki BIZON							
"Monoceratina" unguina TRIEB. y BAR.							
Microfilamentos							
Cornuspira orbicula (T. y B.)							
Ammodiscus tenuissimus (GUMB.)							
Ammodiscus fontinensis (TERQUEM)							
Trochammina cf. squamata (J. y P.)							
Oogonios y talos de Characeas							
Lepidotus							
Macrodentina aff. dictyota MALZ							
Schulteridea cf. triebelii (STEGHAUS)							
Orthotocythera aff. interrupt. TRIEB.							
Galliacocytheridea sp.							
Girvanella							
Fabanella polita polita (MARTIN)							
Ecocytheropteron cf. aquitanum (DONZE)							
"Cypris" pygmaea (ANDERS.)							
Cypina jurassica jurassica FAYRE							
Pseudocyclamina lituus YOKOYAMA							
Bianlocypris nov. sp.							
Bianlocypris trapezoides ANDERS							
Rhinocypris jurassica jur. (MARTIN)							
Darwinula leguminella (FORBES)							
Solenoporeas							
Cypridea cf. binodosa MARTIN							
Macrodentina cf. punctatula MALZ							
Cypridea (Darwinula) oblonga (ROEMER)							
Bianlocypris forbesii (JONES)							

Fig. 16. Distribución estratigráfica de los principales microfósiles del Jurásico de Asturias.

se-Portlandiense, correspondiendo la mayor parte de estos niveles al Kimmeridgiense, como hemos indicado cuando describíamos la serie de Santa Cecilia

Segundo conglomerado

Por encima del tramo con calizas pisolíticas, se observa, en la zona occidental de la franja móvil intermedia, un segundo conglomerado de composición muy parecida al primero, de cantos muy bien rodados, pero con espesores, en general, menores. Con frecuencia pasan a areniscas, generalmente grises, y son frecuentes también las intercalaciones de arcillas rojas. En la zona de Peñaferruz, este tramo conglomerático tiene un espesor de unos 35 metros, pero sabemos puede reducirse muy rápidamente. Es generalmente menos consolidado que el conglomerado «Fabuda», resultando una roca deleznable, que con frecuencia se explota en canteras y presenta un cemento arenoso más abundante que en aquél.

En la zona de Lastres, y directamente encima de una serie idéntica a la descrita en Tazones, afiora, en las áreas de Luces y Palmiar (W. y NW. de Lastres) una serie de areniscas, blanco-amarillentas en gruesos estratos, con intercalaciones de margas de tonos ocre y amarillentos, que denominaremos «facies amarilla» o de Lastres. El espesor es muy pequeño, ignorándose si la serie que originalmente se depositó fue potente, aunque como decimos en la actualidad, queda solamente una pequeña cubierta sobre la serie Purbeckiense de Tazones. Por su posición semejante a la del segundo conglomerado de la zona central (franja intermedia), creemos que ambas formaciones deben ser cronológicas.

Todas las muestras que hemos tomado en las arcillas intercaladas en el conglomerado han resultado azoicas. Solamente en Antromero (fuera de la zona objeto de este trabajo) encontramos algunos fragmentos de talos de Characeas en niveles arcillosos que se intercalan en unos bancos de arenas, areniscas y conglomerados que pensamos pueden ser equivalentes a los conglomerados de Peñaferruz. En ambas localidades se encuentran los niveles marinos del Aptense inferior con *Choffatella decipiens* Schlumb. y *Palorbitolina lenticularis* (Blumenb.) directamente encima del tramo conglomerático. Lamentamos que la falta de datos micropaleontológicos no nos haya permitido datar este nivel conglomerático y precisar los posibles hiatos sedimentarios que suponemos existen dentro de dicho nivel, que por su posición debe representar al Cretácico inferior pre-Aptense.

PALEOGEOGRAFÍA Y FACIES

Los mapas de isopacas que acompañamos se han realizado teniendo en cuenta, además de los

espesores de las series estratigráficas de superficie, los datos facilitados por los sondeos llevados a cabo por la empresa Adaro (Almela y Ríos, 1962).

Al comienzo del *Triásico*, la mayor parte de la zona emergía, existiendo entre estas zonas emergidas, cuencas de sedimentación dispuestas según alineaciones. Los materiales del Triás inferior (Bunt) rellenaron probablemente estos relieves, tendiendo, por tanto, la cuenca, a disminuir su topografía. Los sedimentos del Bunt parece que se acumularon, sobre todo, en las zonas de Villaviciosa-Lieres, Lastres, y entre San Justo y Garvelles.

Como hemos señalado en el capítulo de Bioestratigrafía, no está claro si en la región asturiana se ha depositado el Muschelkalk, pues los pocos afloramientos que podrían corresponder a este nivel no han podido ser datados paleontológicamente.

Al final del Bunt, o durante el Muschelkalk (caso de que exista como tal), la cuenca se presentaba, como hemos indicado, muy aplanada. Al comienzo del Keuper debió, probablemente, producirse un basculamiento regional, con gradiente Norte-Noreste, lo que motivó un desbordamiento de los límites de sedimentación del Keuper respecto a los del Buntsandstein, hacia el Oeste y Suroeste, donde alcanzó a la franja tectonizada intermedia, así como a las cuencas carboníferas marginales. El Keuper se localiza, por tanto, preferentemente en la cuenca de Gijón-Villaviciosa y franja móvil intermedia. Generalmente tiene espesores bastante considerables que pueden sobrepasar los 200 metros, siendo siempre más potente que el Bunt.

No se han observado ofitas en el Keuper de Asturias, que como se sabe, son muy frecuentes en la cuenca cantábrica. En la zona Noreste se desarrolló, durante el Keuper, una cuenca evaporítica, en la que se depositaban yesos y otras sales.

Durante el *Lias más bajo* o *Triás superior* (Retiense), continúa el régimen salobre del Keuper. En la zona Oriental (Barzana, Rodiles) comienza ya a iniciarse el régimen marino, que se instaurará definitivamente en el Hettangiense. Los bordes de la cuenca de sedimentación del Retiense coinciden más o menos con los del Keuper, desbordándose muy poco por el escarpe que debía existir a lo largo de la fractura de la franja móvil intermedia.

Durante el *Hettangiense*, toda la región estuvo ocupada por un mar muy somero, con profundidades no superiores a los 30 metros, en el que se depositaban sedimentos carbonatados de facies nerítica o costera (fig. 21). En la zona Occidental (Pruvia, Beranes, Santa Cecilia, Cerro

Cuadra, Veriña, etc.), la facies puede ser, eventualmente, salobre. Al final de Hettangiense, la zona situada aproximadamente al Oeste de la línea Gijón-Santa Cecilia-Cerro Cuadra se eleva, cesando la sedimentación, sin llegar a producirse la erosión del Lías inferior ya depositado, o en el caso de que ésta tuviese lugar, creemos fue de muy pequeña intensidad. Esta elevación de la cuenca de sedimentación del Jurásico pensamos fue debida a un basculamiento del borde de la misma que tuvo lugar durante el Sinemuriense, Pliensbaquiense y Toarciense, y cuyo eje tenía una orientación W. NW.-E. SE.

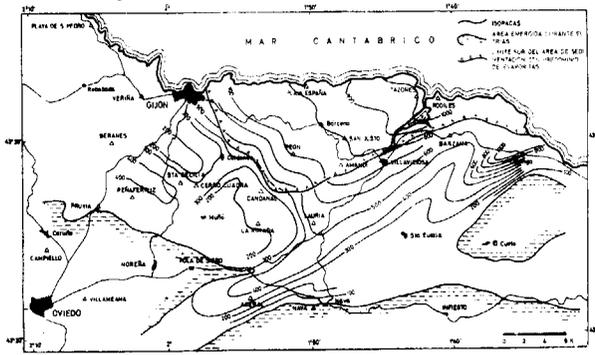


Fig. 17 - Isopacas del Triásico.

En el Sinemuriense, la facies es ya marina en todo el área, y el mar más profundo que el del Hettangiense. En toda la región se depositan calizas microcristalinas con Gasterópodos. Eventualmente se depositaban las calizas oolíticas, cristalinas (oosparitas e intrabiosparitas oolíticas), señaladas en Lauria, La Rimada, Candanal, zona Sur del río Noreña, etc., que indican un alto índice de energía del medio ambiente. La facies es generalmente nerítica a costera y la profundidad media del mar fue de unos 40 metros.

En el Lías margoso el mar se hace más profundo, debido probablemente a un hundimiento de la zona comprendida al Noreste de la franja móvil intermedia, lo que da lugar a una sedimen-

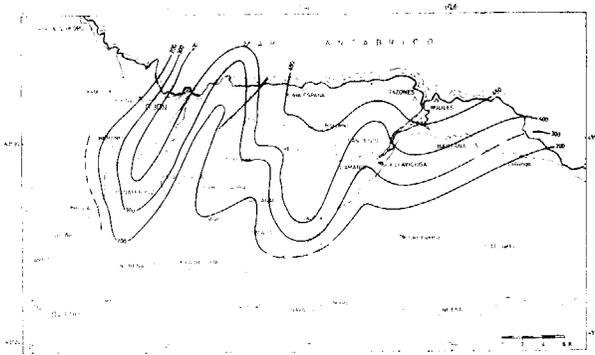


Fig. 18 - Isopacas del Jurásico marino.

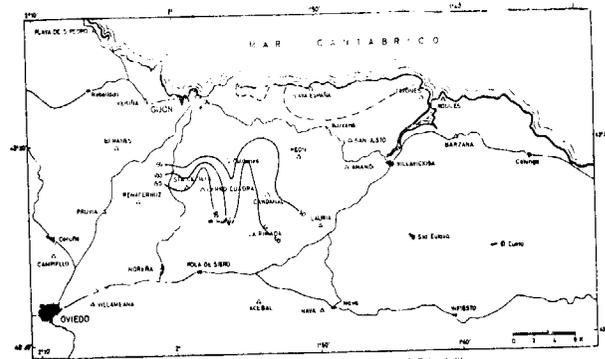


Fig. 19 - Isopacas del primer conglomerado ('Fabuda').

tación margo-calcárea de facies marina nerítica. Esta sedimentación no rebasa hacia el Sur y Oeste a la línea Veriña-Cerro Cuadra. Al mismo tiempo, el borde de la cuenca se desplaza hacia el Este y Norte, encontrándose sucesivamente los sedimentos más modernos del Jurásico marino en este sentido. Todo esto fue debido, con bastantes probabilidades, a los movimientos kimméricos, que en la zona asturiana se manifiestan algo antes que en la cuenca cantábrica, y que fueron la causa de que algunas zonas emergieran, mientras que en otras continuaba la sedimentación durante el Toarciense. Este ambiente deposicional le encontramos en el Pliensbaquiense y Toarciense, y posiblemente en

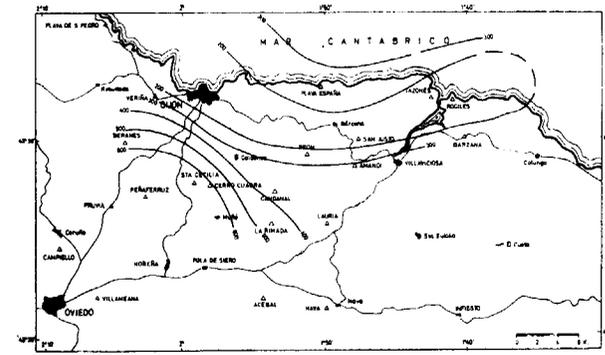
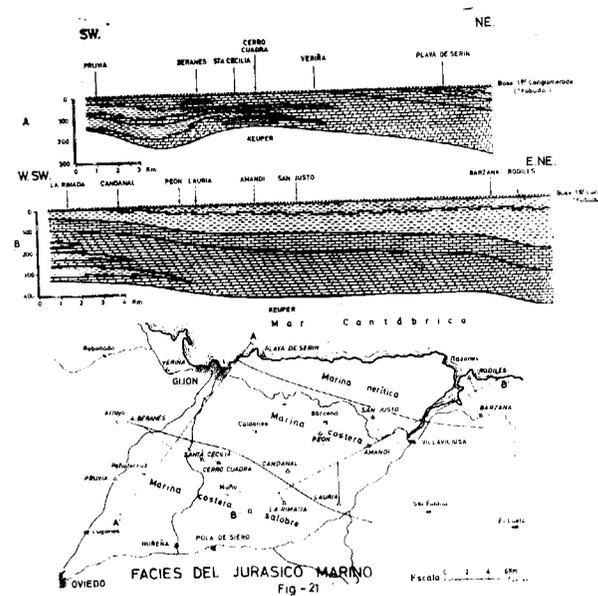


Fig. 20 - Isopacas de la facies Purbeckiense (Malm).

algunos lugares situados al Noreste (Rodiles) alcanzaría al Bajociense más inferior. Como hemos indicado, durante el Lías superior la facies es marina nerítica, correspondiente, por regla general, a la zona interior de la plataforma continental.

La subsidencia durante el Jurásico marino es muy pequeña, no teniendo lugar en este periodo movimientos tectónicos de importancia, salvo la manifestación incipiente de las primeras fases kimméricas ya señaladas. El mapa esquemático de isopacas (fig. 18) nos muestra unas pequeñas alineaciones NW.-SE., que debemos admitir se deben a una ligera subsidencia diferencial de las antiguas líneas de debilidad paleozoica.

Como hemos indicado en el capítulo de Bioestratigrafía, al Norte y Oeste de la línea Playa de Serín-Peón (series de Amandi, Playa de Serín, Barzana, Rodiles, San Justo), sobre el Lías margoso se desarrolla una facies que hemos denominado Lías atípico, por ser esencialmente arcillosa, de tonos amarillentos y presentar restos vegetales en vías de carbonización. Esta facies representa el paso de la facies marina del Lías a la conglomerática del Dogger, que se hace por intermedio de este nivel arcilloso, que localmente puede contener algunos Ammonites y Lamelibranquios, así

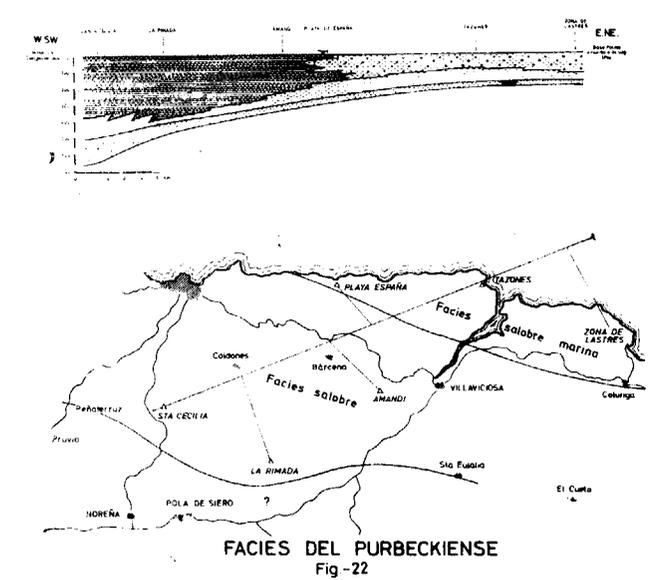


Jurásico marino

- 1º Conglomerado ('Fabuda')
- Arcillas y margas arenosas y limáticas (a veces con lignito) (Lías margoso atípico) Facies nerítica a costera
- Margas y calizas arcillosas (Lías margoso) Facies marina nerítica (interior a exterior de la plataforma)
- Calizas microcristalinas, calcareníticas y cristalinas en algún nivel (Intrabiosparitas y Oosparitas) Sinemuriense Facies marina nerítica a costera
- Calizas dolomíticas y Dolomías Retense y Hettangiense Facies marina costera
- Arcillas gris-oscuro y de tonos vinosos, hojadas Retense y Hettangiense Facies costera a salobre
- Techo del Pliensbaquiense

a las continentales y fluviales del conglomerado jurásico «Fabuda».

En el Dogger se inicia una nueva fase de sedimentación, transgresiva respecto a la anterior (figs. 4 y 21). La cuenca, debido a los fuertes aportes de agua dulce, rebaja considerablemente su salinidad, depositándose los conglomerados que se designan en la región como «Fabuda», de carácter continental y fluvial. Las corrientes fluviales adquieren gran fuerza de arrastre, debido probablemente a un aumento de la pluviosidad junto a un rejuvenecimiento de las áreas fuente



FACIES DEL PURBECKIENSE Fig. 22

Purbeckiense

- Areniscas y margas amarillentas Facies amarillenta de lastres
- 2º Conglomerado
- Margas fosilíferas (serie de Tazones) Kimmeridgiense - Portlandiense Facies salobre - Marina
- Arcillas y areniscas con intercalaciones de calizas oolíticas (o de algas) Kimmeridgiense - Portlandiense Facies salobre
- Areniscas y arcillas rojas y abigarradas Probable Oxfordiense Facies salobre
- Facies rojas
- 1º Conglomerado ('Fabuda') Facies salobre y dulce

como microfauna del Pliensbaquiense o Toarciense (eventualmente puede corresponder a la base del Bajociense (Rodiles). La gran cantidad de fósiles observados en algunos niveles de esta facies solamente puede ser explicada como debido a que en este rápido cambio de facies, las condiciones ambientales de profundidad y salinidad son desfavorables, produciéndose una súbita muerte de la fauna. Representa, por tanto, este Lías de facies atípica la transición entre las facies marinas relativamente profundas del Lías de constitución típica

de aportes. Los límites de la cuenca se desbordan hacia el W. y S., con relación a los del Lías marino, debido a que la región se ve afectada por un proceso de basculamiento hacia el SW., en cuya zona tiene lugar la subsidencia más fuerte (figuras 4 y 22). Como hemos indicado, el yacente del conglomerado es cada vez más antiguo hacia el S. y W., llegando, en la zona de Avilés, a descansar sobre el Permo-Trías (Virgili, Cadavieco, Suárez y Vega, 1968). Hacia el E. y N. (área de Villaviciosa-Lastres), al mismo tiempo que disminuyen

los espesores, el conglomerado pasa a facies más finas (facies rojas), que indican una sedimentación menos agitada y más alejada del área de origen.

Los estudios morfométricos y granulométricos recientemente llevados a cabo por Cadavieco, Suárez Vega y De la Vega Menéndez (1966), demuestran que estos conglomerados han sufrido un largo transporte en un medio fluvial, habiéndose sedimentado en un medio marino, de acuerdo a los valores de la heterometría. El depósito fue muy rápido, conservando los cantos las características morfológicas y morfométricas típicas del medio fluvial, mientras que el medio marino careció de tiempo para modificarlas y conferir las suyas. Hacia el NE., la influencia del medio marino sobre la forma fluvial de los cantos es más patente. La clasticidad, el centil y el aplanamiento de los cantos indican que el borde de la cuenca se situaba hacia el SW. de la región, donde la salinidad del medio debió de ser relativamente baja.

Durante el *Malm* (facies *Purbeckiense*) cesan los aportes fluviales de elementos gruesos, prosiguiendo una sedimentación esencialmente lacustre y salobre en la mayor parte de la región estudiada (calizas pisolíticas y arcillas con ostrácodos), y que en la zona nordoriental de la región que estudiamos, ya en la costa, tienen como equivalentes (en el Kimmeridgiense-Portlandiense) formaciones muy fosilíferas de facies salobre transicional a marina, cuya evolución desconocemos en el área cubierta actualmente por el mar, donde probablemente se encontraría el centro de la cuenca. Sobre el origen y modo de formación de las calizas pisolíticas, nos hemos ocupado en otro trabajo nuestro anterior (1968 b, p. 94). Sabemos se forman en medios salobres, de aguas agitadas y ricas en CO₂ Ca. Cuando el medio ambiente permanece tranquilo, se forman calizas microcristalinas, sin pisolitos y con algas Girvanellas y Solenoporáceas.

Tanto el mapa de isopacas de la «Fabuda» como el del *Purbeckiense* (figs. 19 y 20), lo mismo que en el diagrama de facies (fig. 22), se observa un área de mayor subsidencia al SW., que como hemos indicado presenta facies salobre, mientras que al NE (Tazones, Lestres) la subsidencia es menor, generalmente muy constante, y la facies es salobre transicional a marina.

El segundo conglomerado y su equivalente oriental (facies amarilla o de Lastres) presentan facies salobre como lo demuestran las Characeas observadas en Playa de Antromero. La facies de Lastres es posiblemente más salada que la del segundo conglomerado, aunque la falta de fósiles no permite hacer afirmaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, G. C. (1957): *A study of the morphology and variation of some Upper Lias Foraminifera*, «Micropaleontology», vol. 3, núm. 3, pp. 205-226.
- ADARO, L. (1916): *Criaderos de hierro de Asturias*, «Mem. de Inst. Geol. de España», t. II, Madrid.
- AGIP MINERARIA (1959): «Microfacies italiane», 36 pp., 145 lám., Milano.
- ALLEN, P. (1955): *Age of the Wealden in Northwestern Europe*, «Geological Magazine», vol. 92, pp. 265-281.
- ALMELA, A y RÍOS, J. M. (1962): *Investigación del Hullero bajo los terrenos mesozoicos de la costa Cantábrica (zona de Oviedo-Gijón-Villaviciosa-Infiesto)* «Empresa Nac. "Adaro" de Investigaciones Mineras», Madrid.
- , — y REVILLA, J. (1955): *Acerca de la edad de la facies Wealdense del Norte de Asturias*, «Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España», número 37, pp. 111-131, Madrid.
- ANDERSON, F. W. (1941): *Ostracoda from the Portland and Purbeck beds at Swidon*, «Proc. Geol. Assoc.», vol. 51, pp. 373-386.
- APOSTOLESU, V. (1959): *Ostracodes du Lias du bassin de Paris*, «Rev. Inst. Franç. du Pétr.», vol. 14, núm. 6, páginas 795-826, Paris.
- ARBEITSKREIS DEUTSCHER MIKROPALÄONTOLOGEN (1962): *Leitfossilien der Mikropaläontologie*, «Gebrüder Borntraeger», Berlín-Nikolassee.
- BARNARD, T. (1956): *Some Lingulinae from the Lias of England*, «Micropaleontology», vol. 2, núm. 3, pp. 271-282, láms. 1-3.
- (1957): *Fronicularia from the Lower Lias of England*, «Micropaleontology», vol. 3, núm. 2, pp. 171-181.
- *Some species of Lenticulina and associated genera from the Lias of England*, «Micropaleontology», vol. 6, número 1, pp. 41-55.
- BARTENSTEIN, H. y BRAN, E. (1937): *Mikro-paläontologische Untersuchungen zur Stratigraphie des nordwest-deutschen Lias und Dogger*, «Abh. Senckerb. naturf. Ges.», 439, pp. 1-224, Frankfurt.
- BIFON, J. J. (1960): *Sur quelques Ostracodes du Lias du Bassin Parisien*, «Rev. de Micropal.», vol. 2, núm. 4, pp. 203-211.
- (1960): *Révision de quelques espèces-types de foraminifères du Lias du bassin de Paris de la collection Terquem*, «Rev. de Micropal.», vol. 3, núm. 1, pp. 3-18.
- CADAVIECO, J., SUÁREZ VEGA, L. C., y DE LA VEGA, J. I. (1966): *Características genéticas y paleogeográficas de la formación conglomerática del Jurásico en Asturias (de Avilés a Villaviciosa)*, «Breviora Geológica Asturiana», Mem. y Com. de la IV Reunión del grupo español de sedimentología, tomo II, pp. 15-31, Oviedo.
- CAYEUX, L. (1909): *Les Algues calcaires du groupe des Girvanella et la formation des oolithes*, «C. R. Acad. Sc.», Paris, vol. 150, pp. 359-362.

- CIEPSA (1968): *Asturias: Geología y posibilidades de hidrocarburos de la cuenca costera mesoterciaria*. Informe interno (in litt.).
- COLOM, G. (1952): *Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España*, «Bol. Inst. Geol. Min. de España», t. 04, pp. 257-344.
- (1955): *Jurassic-Cretaceous pelagic sediments of the western Mediterranean zone and the Atlantic area*, «Micropaleontology», vol. 1, núm. 2, pp. 109-124.
- CUVILLIER, J. (1961): *Stratigraphic correlations by Microfacies in Western Aquitaine*, «E. J. Brill», Leiden.
- DUBAR, G. (1925): *Note sur les formations du Lias et du Jurassique supérieur dans les Asturies*, «C. R. Acad. Sciences», t. 180, p. 216, Paris.
- (1927): *Les mouvements des mers dans les Pyrénées et dans le NO. de l'Espagne aux temps Jurassiques*, «Cong. Géol. Inter.», C. R. 2, Madrid.
- , y MOUTERDE, R. (1957): *Extensión del Kimmeridgiense marino en Asturias, desde Ribadesella a Gijón*, «Notas y Comunicac. del Inst. Geol. Minero. Esp.», número 46, p. 209, Madrid.
- , — y LLOPIS, N. (1963): *Première récolte d'une Ammonite de l'Hitangien inférieur dans les calcaires dolomitiques de la région d'Avilés (Asturias)*, «C. R. Ac. Sc.», t. 257, pp. 2.306-2.308, Paris.
- FRANKE, A. (1936): *Die Foraminiferen des deutschen Lias*, «Geol. Landes», Berlín.
- HARRIS, TH. M. (1939): *British Purbeck Charophyta*, «British Museum of Natural History», London.
- HENSON, F. R. S. (1948): *Larger Imperforate Foraminifera of South-Western Asia*, «British Museum of Natural History», London.
- HERNÁNDEZ SAMPelayo, P. (1944): *Datos para el estudio de las hojas del Mapa Geológico 1:50.000 (Gijón-14 y Oviedo-29)*, «Int. Geol. y Min. de España», Madrid.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D. (1904): *Datos para el estudio del Sistema Liásico en Asturias*, «Bol. Real. Soc. Esp. de Hist. Natural», t. IV, núm. 7, Madrid.
- KARRENBERG, H. (1934): *La evolución postvariscica de la cordillera cantabro-asturiana*, «Publ. Extr. sobre Geol. España», III, pp. 105-224, C. S. I. C., Madrid, 1946.
- KNEUPER, F. (1966): *Ostracoden aus dem Wealden der Sierra de los Cameros (Nordwestliche Iberische Ketten)*, «Beih. geol. Jb.», vol. 44, pp. 165-209, Hannover.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1956): *Sobre el Cretácico de los alrededores de Oviedo*, «Mem. Inst. Geol. Min. España», tomo 57, Madrid.
- (1965): *Estudio geológico de la región del Norte de Llanera (Oviedo)*, «Bol. Inst. Geol. Min. España», t. 76, página 36, Madrid.
- MAGNE, J., MALMOUSTIER, G. y SERONIE-VIVIEN, M. R. (1961). *Microfacies du Lias d'Aquitaine. Etude de subsurface*, «Rev. de Micropal.», vol. 4, núm. 2, pp. 108-118.
- MALLADA, L. (1902): *Explicación del Mapa Geológico de*

España, tomo IV de las «Mem. de la Com. del Mapa Geol. de España», Madrid.

MALZ, H. (1958): *Die Gattung Macrodentina und einige andere Ostracoden Arten aus dem Oberen Jura von NW-Deutschland, England und Frankreich*, «Abh. der Seckenberg. Naturfors.», Gel. núm. 497, Frankfurt.

MARTÍN, G. R. P. (1940): *Ostracoden des norddeutschen Purbeck und Wealden*, «Senckerb.», vol. 22, núms. 5-6, pp. 275-361.

MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A. (1961): *Nota sobre la extensión del Jurásico superior en el triángulo Gijón, Avilés, Pola de Siero*, «Breviora Geológica Asturiana», año V, núms. 1-2, IDEA Inst. de Geol. Aplic., Oviedo.

MAYNC, W. (1949): *The foraminiferal genus choffatella Schlumberger in the lower Cretaceous (Urgonian) of the Caribbean Region (Venezuela, Cuba, Mexico and Florida)*, «Eclogae Geol. Helv.», vol. 12, pp. 529-547.

— (1959): a) *The foraminiferal genera Spirocyclus and Iberina*, «Micropaleontology», vol. 5, núm. 1, pp. 33-68.

— (1959): b) *Biocaracteres et analyse morphométrique des espèces jurassiques du genre Pseudocyclammina (Foraminifères). I. Pseudocyclammina Lituus (Yokoyama)*, «Rev. de Micropal.», vol. 2, núm. 3, pp. 153-172.

— (1966): *Microbiostratigraphy of the Jurassic of Israel*, «Gel. Surv. Bull.», núm. 40, pp. 1-55, Jerusalem.

MELÉNDEZ, B. (1944): *Las formaciones del infracretáceo de Asturias*, «Notas y Comunic. del Inst. Geol. y Min. de España», núm. 13, pp. 181-216, Madrid.

— (1944): *Yacimientos de lignito cretácico en Asturias*, «Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.», t. 43, Madrid.

MOORE, R. C. (1961): *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. Q. Arthropoda 3*, «Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas. Press».

— (1964): *Treatise on Invertebrate Paleontology, part C. (2 vols.), Protista 2* «Geol. Soc. Amer. And Univ. Kansas Press».

OERTLI, H. J., (1963): a) *Faunes d'Ostracodes du Mésozoïque de France*, «E. J. Brill. Leiden.».

— (1963): b) *Ostracodes du "Purberkien" du Bassin Parisien*, «Rev. Inst. Franç. du Petrol», vol. 18, núm. 1, pp. 5-39, Paris.

— (1963): d) *Ostracodes du Crétacé inférieur de la France. Etat de nos connaissances actuelles*, «Colloque sur le Crétacé inférieur», Lyon 1963 (preirage).

FATAC, J. (1920): *La formación Uraliense asturiana*, Gijón

RAMÍREZ DEL POZO, J. (1968): a) *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de la facies Purbeckiense y Wealdense del Norte de España*, «Ediciones CEPSA, S. A.», Madrid.

— (1968): b) *Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)*. En publicación por «Ediciones CEPSA, S. A.», Madrid.

SCHULZ, G. (1858): *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*, Madrid.

SYLVERTER-BRADLEY (1949): *The ostracod genus Cypridea*

- and the zones of the Upper and Middle Purbeckian, «Proc. Geol. Assoc.», vol. 60, pp. 125-156.
- VAN MORCKOVEN, F. P. C. M. (1962): *Post-Paleozoic Ostracoda*, 2 vol. «Essevier Publishing Co.», Amsterdam.
- VEGA, J. I. DE LA CADAVIECO, J. y SUÁREZ VEGA, L. C. (1960): *Comparación entre los índices morfométricos aparentes y reales en el conglomerado jurásico asturiano*, «Breviora Geológica Astúrica», año X. Mem. y Com. de la IV Reunión del grupo español de sedimentología, tomo II, pp. 55-65, Oviedo.
- VIRGILI, C., CADAVIECO, J., SUÁREZ VEGA, L. C. y VEGA, J. I. DE LA (1968): *Quelques résultats concernant le Jurassique des Asturies*, «C. R. Soc. Geol. France», fasc. 9, pp. 302-304, Paris.
- SUÁREZ, L. C., VEGA, J. I. DE LA, y CADAVIECO, J. (1968): *Un nivel de caliza de algas en el Jurásico superior asturiano*, «Acta Geológica Hispánica», t. III, núm. 5, pp. 117-119.

Relación de figuras tomadas o elaboradas a partir de los datos de los geólogos que se citan:

Figura 4: Elaborada por el autor a partir de levantamientos de campo propios y de los de:

- λ. Barón: Series de Santa Cecilia, La Rimada, Lauria, Amandi, Playa de España, Rodiles.
- C. Beroiz: Serie de Tazones.
- A. Barón y J. Ramírez: Candanal, Peón y Barzana.
- C. Beroiz y J. Ramírez: Beranes, Veriña y San Justo.
- R. Pignatelli y J. Ramírez: Serie de Pruvia.

Figuras 5, 10, 11, 12, 13, 14 y 15: J. E. Coma y C. Felgueroso.

Figuras 7 y 8: A. Barón.

Figura 17: J. E. Coma.

Figuras 18, 19 y 20: G. Giannini, C. Beroiz y J. Ramírez.

Recibido: 15-V-69.

Nota sobre el descubrimiento de olitostromas en la región de Ecija

por G. CHAPOND y C. RUIZ CELAA

RÉSUMÉ

Dans cette note on rend compte de la découverte d'olitostromas dans la région d'Ecija (Sevilla) de même que son existence dans des autres points de la région andalouze fixant la limite Nord d'elles coïncidente avec la limite des couches sub-bétiques.

On interprète sa présence comme une nappe originée par la trituration due aux mouvements tectoniques.

1. DESCRIPCIÓN Y AFLORAMIENTOS

Al Este de Ecija, entre la carretera principal Sevilla-Madrid, y el río Genil, existe un afloramiento de margas gris-verde, alargado según una dirección Este-Oeste, de 10 km. de longitud y de 2 a 3 km. de anchura.

Estas margas gris-verde, más bien oscuras, de aspecto triturado y roto en el detalle, que hace pensar en esfuerzos tectónicos intensos, se parecen mucho a lo que se ha definido como «olitostromas». Esta hipótesis ha sido completamente confirmada por varios análisis de Microfauna, hechos por J. L. Saavedra.

Los resultados obtenidos por la microfauna son los siguientes:

Muestra D 35

($x = 1^{\circ} 17' 48''$ W $y = 37^{\circ} 32' 20''$ N)

«Con mucho yeso, cuarzo, pirita oxidada y escasos foraminíferos arenáceos (Cyclaminina-Haplophragmoides)».

«Restos del Oligoceno y Keuper-Eoceno superior».

Muestra D 36

($x = 1^{\circ} 19' 50''$ W $y = 37^{\circ} 31' 42''$ N)

Lo mismo que D 35.

Muestra D 37

($x = 1^{\circ} 22' 40''$ W $y = 37^{\circ} 31' 41''$ N)

«Pirita oxidada con restos escasos de Bathysiphon, Cyclaminina, Haplophragmoides, Ammodiscus y Glomospira».

«Restos del Oligoceno-Eoceno superior».

De modo que se pueden definir los olitostromas como margas gris-verdes, oscuras, trituradas, casi siempre en relación con las arcillas salíferas rojas del Triásico de facies Germano-andaluz, y cuya microfauna puede pertenecer a cualquiera edad comprendida entre el Triásico y el Tortoniense, período durante el cual se han producido los movimientos de los mantos de corrimiento subbéticos.

Estos olitostromas son ya conocidos en varios sitios.

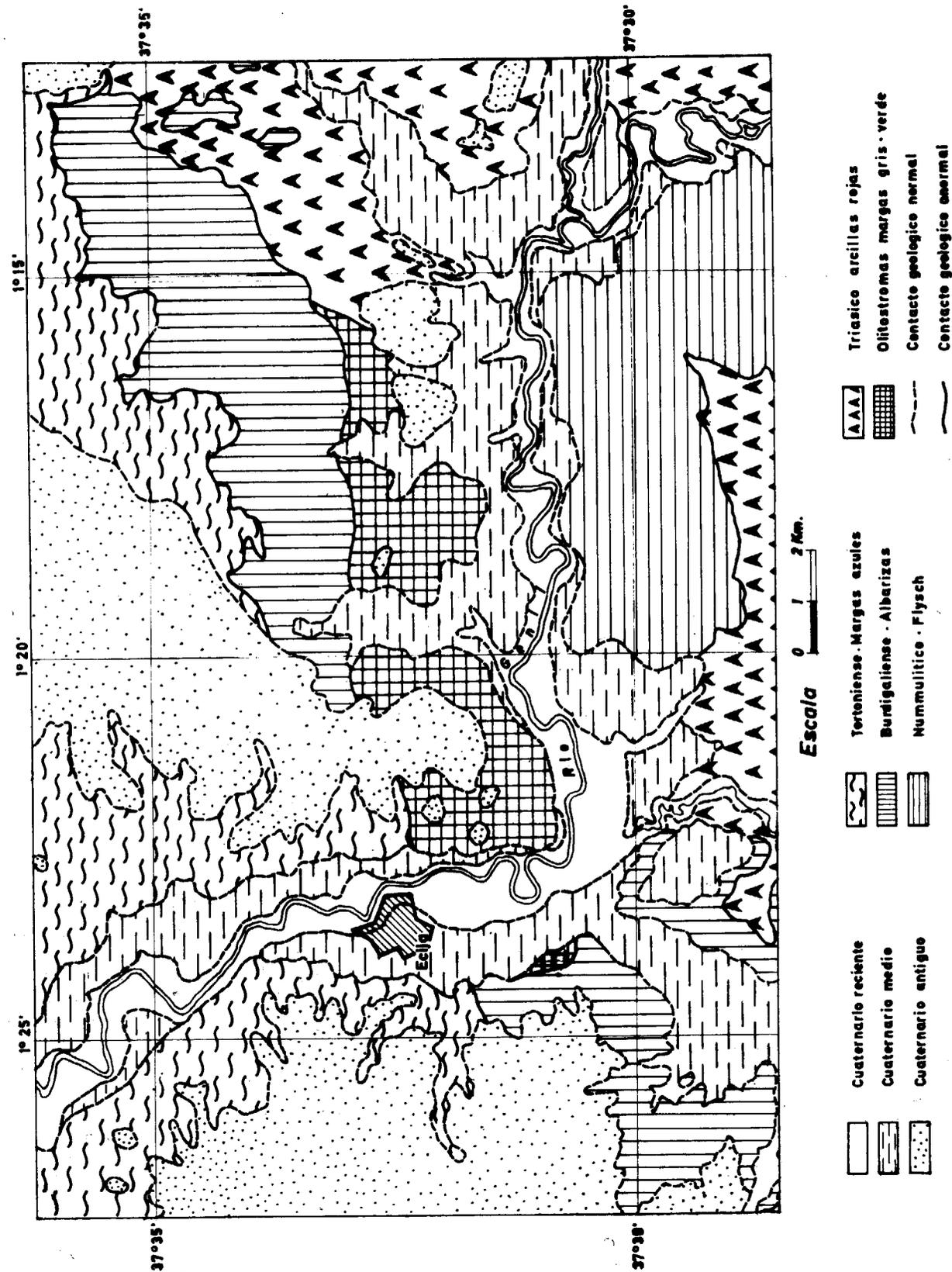
1) En la parte subbética de la región de Cádiz. Es la «Unidad de Paterna» definida por P. Chauve.

2) En la región de la sierra de Tablón, al Sur de Morón de la Frontera, cuyos afloramientos están descritos por P. Chauve e Y. Peyre en una nota de la Sociedad Geológica de Francia.

(Fascículo C, Sesión del 6-6 66, página 229).

3) Al Este de Rota, donde los hemos encontrado en el Acantilado de la playa, bajo las margas blancas del Burdigaliense (Albarizas) en el punto ($x = 2^{\circ} 39' 10''$ $y = 36^{\circ} 37' 30''$).

4) En los sondeos para investigaciones petrolíferas, que se hicieron en la Marisma del Guadalquivir (Nota de E. Perconig. «Sur la constitution



Geologique de l'Andalousie occidentale, en particulier du Bassin du Guadalquivir»).

5) En un sondeo situado entre Alcalá de Guaraíra y Arahal, en el sector de Ibamarillo ($x = 1^{\circ} 58' 14''$ y $y = 37^{\circ} 18' 02''$), que a los 45 m. de profundidad, ha encontrado unas margas gris mezcladas con el Triásico con foraminíferos eocenos, Cretáceos y Tortonenses.

Parece, pues, que el límite Norte de existencia de los olitostromas coinciden más o menos con el límite de los mantos subbéticos, límite representado aproximadamente por una línea que pasa por Palacio de Doñana, Dos Hermanas, Carmona y Écija.

2. SOBRE LA INTERPRETACIÓN DE LOS OLITOSTROMAS

Para E. Perconig, los olitostromas forman un manto de corrimiento independiente, cuya raíz se encuentra en las margas cretáceas del campo de Gibraltar, que yacen bajo las areniscas del Aljibe. Este Manto habría deslizado hacia el Norte por encima del Triásico.

Para P. Chauve, se trata también de un manto de corrimiento independiente, pero que existe por debajo del Triásico y que aflora normalmente en «ventana» tectónica bajo el mismo.

Nosotros, considerando sus afloramientos, sea al frente de los mantos subbéticos, sean en ventana tectónica, sea mezclado con el Triásico, pensamos que no se trata de un manto de corrimiento independiente, sino de una capa originada por la trituración debida a los movimientos tectónicos, y que está constituida por los diversos pisos que la tectónica subbética ha puesto en movimiento —lo que explica muy bien la diversidad de edad de los fósiles que contiene, su aspecto triturado, su colocación casi siempre a la base o al frente de los terrenos subbéticos, así como su frecuente relación y mezcla con el Triásico, que está considerado como la capa fluida sobre la cual se han producido los deslizamientos.

Es interesante notar que en Marruecos, capas de facies semejantes a los olitostromas, conocidas bajo el nombre de «Complejo de base» existen en toda la zona del «Prerif». Estas capas siempre en relación con el Triásico de facies Germano-andaluz, se encuentran siempre en la base de los elementos movidos de los mantos de corrimiento y también contiene fósiles de edad comprendida entre el Keuper y el Tortonense.

Recibido el 20-X-68

La insaturación del agua en la zona freática del karst y sus fundamentos termodinámicos

por A. ERASO (*)

RESUMEN

Mediante la exposición de este trabajo puede verse que el caso de la corrosión de la caliza en la zona freática de un karst por el fenómeno de mezcla de aguas de Bögli, es en realidad un caso particular de una ley más general a la que puede llegarse por consideraciones termodinámicas sobre el corrimiento del equilibrio.

El objeto de este trabajo es poner de relieve la forma de dicha ley para el equilibrio químico fundamental que justifica la disolución de la caliza por el agua, aplicándola a nuevas formas morfológicas explicables de este modo.

SUMMARY

This work shows how the corrosion of limestone in the water table zone of a karst caused by the phenomenon of a water mixture of Bögli, is in fact an example of a more general law based on the thermodynamic considerations in an infinitesimal upsetting of a state equilibrium.

The purpose of this work is to show this law can be applied to the changes in the morphological formation of caverns when subjected to a condition of basic chemical equilibrium in which water dissolves limestone.

EL EQUILIBRIO FUNDAMENTAL Y LA CONDICIÓN DE INSATURACION

En lo que sigue vamos a suponer que la solubilidad de la roca caliza por el agua está motivada por la presencia en ella de sustancias que aumentan su grado de acidez, el cual es directamente proporcional a la cantidad de roca a disolver.

Las sustancias exacerbantes de la acidez del agua son fundamentalmente los ácidos orgánicos derivados de la actividad viviente del suelo y el anhídrido carbónico procedente tanto de la atmósfera como de resultados de la citada actividad bacteriana.

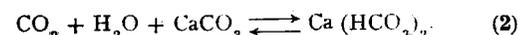
Sabemos que en definitiva, la función que define la solubilidad del carbonato cálcico CaCO₃ en el agua a tenor de su pH es:

$$\sigma \text{ CaCO}_3 = 10^{-4.15} \sqrt{1 + \frac{|\text{H}^+|}{10^{-10.2}} + \frac{|\text{H}^+|^2}{10^{-16.6}}} \quad (1)$$

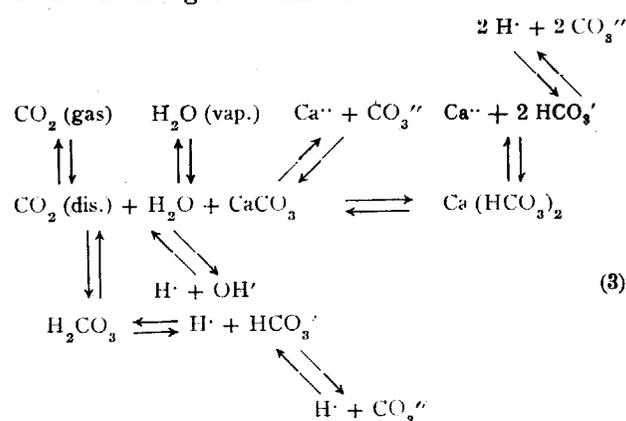
(siendo |H⁺| = la concentración de ion hidrógeno en el agua),

(*) Presidente del Comité Nacional de Espeleología.

y el equilibrio fundamental que define dicha solubilidad, referida a la acción del CO₂, es:



el cual se puede desglosar en todo un conjunto de reacciones detalladas, que expresaremos globalmente de la siguiente manera:



de manera que cada uno de dichos equilibrios presenta propiedades cinéticas diferentes sobre las que no vamos a insistir, por ser bien conocidas y por salirse fuera del objeto perseguido.

Únicamente nos interesa resaltar sobre la condición de insaturación del agua, la cual se presenta con relación a la caliza, cuando es capaz de disolver en su seno mayores concentraciones de ella, y está motivada por la presencia de sustancias, que exacerbaban su grado de acidez (ejemplo: CO₂), en mayor proporción que la necesaria para el equilibrio definido en (2) y (3).

Por consiguiente, cuando se presente dicha condición, el agua poseerá potencialmente la propiedad de disolver la cantidad de caliza necesaria para volver a restablecerse el equilibrio (2).

APLICACIÓN DE LA REGLA DE LAS FASES

Una de las herramientas fundamentales para predecir el comportamiento de los equilibrios físico-químicos, se debe a Gibbs, y se conoce con el nombre de regla de las fases.

Ella nos permite conocer el grado de varianza o de libertad del equilibrio en cuestión, o expresado en otras palabras, el número de variables termodinámicas que hemos de fijar para determinarlos.

Dicha regla se expresa así:

$$l = n - f + 2, \quad (4)$$

siendo l = grados de libertad del sistema
n = número de componentes del sistema
f = número de fases del sistema

por consiguiente, el grado de libertad de un sistema dado es igual a la diferencia entre el número de componentes y el de fases aumentado en dos unidades.

Se entiende por fase cada una de las proporciones físicamente homogéneas de que consta un sistema, y como número de componentes independientes se entiende el número mínimo de especies moleculares con las que pueden obtenerse todas las demás en la cuantía con que figuran en cada una de las fases del sistema, mediante todas las reacciones químicas posibles bajo condiciones dadas de presión y temperatura.

Se admite también que el estado de cada una de las fases que forman el sistema queda determinado por su constitución química inicial, juntamente con el conocimiento de dos variables termodinámicas, por ejemplo, la presión y la temperatura.

Aplicando la regla de las fases al equilibrio (3),

vemos que éste posee tres fases y tres componentes, lo que quiere decir que es bivariente.

$$l = n - f + 2 = 3 - 3 + 2 = 2,$$

pues posee dos grados de libertad.

Esto quiere decir que si están dadas dos variables termodinámicas, la presión y la temperatura, todas las concentraciones de los cuerpos que intervienen en dicho equilibrio han de tener valores determinados, sean cuales fueren las masas de los componentes que intervengan en la totalidad del sistema.

CORRIMIENTO DEL EQUILIBRIO

Las condiciones que la termodinámica establece para la existencia de equilibrio en un sistema dado, son fundamentalmente tres:

A) Cuando el sistema está térmicamente aislado:

$$dS \geq 0 \quad (5)$$

(siendo S la entropía)

es decir, que en todo sistema aislado existe equilibrio cuando su entropía es máxima.

B) Cuando el sistema se mantiene a temperatura y volumen constantes:

$$dF \leq 0 \quad (6)$$

(siendo F la energía libre)

por consiguiente, en todo sistema isotérmico e isocórico se alcanza el equilibrio cuando su energía libre es mínima.

C) Cuando el sistema se mantiene a presión y temperatura constantes:

$$dG \leq 0 \quad (7)$$

(siendo G la entalpía libre)

lo que quiere decir que en todo sistema isobárico e isotérmico su equilibrio se alcanza cuando sea mínima su entalpía libre.

Este último caso, el más frecuente, es el que tendremos que utilizar con nuestro equilibrio (3), por ser su condición de tal.

Para estudiar un equilibrio dado, el procedimiento consiste en suponer que se modifican infinitamente poco las condiciones exteriores, de manera que tanto sus estados iniciales como finales sean estados de equilibrio.

Así, para cualquier transformación virtual isotérmica e isobárica en el estado inicial se tiene:

$$\delta G = 0.$$

Al pasar al nuevo estado de equilibrio, las variables T , p y $m_j^{(i)}$ (temperatura, presión y masas de un componente cualquiera j en la fase i), experimentan cambios reales no virtuales, dT , dp y $dm_j^{(i)}$, de manera que la entalpía libre se convierte en

$$G + dG = G + \frac{\partial G}{\partial T} dT + \frac{\partial G}{\partial p} dp + \sum_{ij} \frac{\partial G_j^{(i)}}{\partial m_j^{(i)}} dm_j^{(i)},$$

con lo cual, la nueva condición de equilibrio será:

$$\delta \left[\frac{\partial G}{\partial T} \right] dT + \delta \left[\frac{\partial G}{\partial p} \right] dp + \sum_{ij} \delta \left[\frac{\partial G_j^{(i)}}{\partial m_j^{(i)}} \right] dm_j^{(i)} = 0,$$

pero resulta que:

$$\frac{\partial G}{\partial T} = -S; \quad \frac{\partial G}{\partial p} = V \quad y \quad \frac{\partial G_j^{(i)}}{\partial m_j^{(i)}} = \mu_j^{(i)}$$

(siendo V el volumen y $\mu_j^{(i)}$ el potencial químico de un componente j en la fase i).

Y como en toda transformación reversible e isoterma se cumple que

$$\delta S = \frac{\delta Q}{T}$$

(siendo Q el calor requerido por el sistema en dicha transformación) queda finalmente reemplazando estos valores

$$-\frac{\delta Q}{T} dT + \delta V dp + \sum \mu_j^{(i)} dm_j^{(i)} = 0, \quad (8)$$

que es la ecuación general de corrimiento del equilibrio en condiciones isotérmicas e isobaras. En ella dT , dp y $dm_j^{(i)}$ son los cambios que realmente sufren las magnitudes en cuestión al correrse el equilibrio, mientras que δQ , δV y $\delta \mu_j^{(i)}$ se refieren a una transformación virtual, isoterma e isobara, que puede ser finita.

La ecuación (8) es fundamental en termodinámica, pues se utiliza muchísimo, por ejemplo, para el estudio de cuerpos puros, en la que adquiere una forma particular, denominada ecuación de Clapeyron; en el estudio de sistemas bina-

rios, a base de dos componentes inmiscibles; al tratar el enfoque de los equilibrios en los sistemas gaseosos; en el tratamiento general para el estudio de las disoluciones diluidas que es nuestro caso; para los estudios de casos particulares entre los que destacan la elevación de la temperatura de ebullición y descenso del punto de congelación de una solución, la disolución de un gas en un líquido (ley de Henry), la influencia sobre la solubilidad de una sustancia por la adición de otras (efectos salinos y de ion común), etc., de manera que toma forma particular en cada caso concreto.

Nosotros la vamos a utilizar para estudiar cómo las variaciones de la temperatura (T), presión (p) y masas (m) o concentraciones de los componentes que intervienen en el equilibrio (3), afectan a la constante que lo define.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES TERMODINÁMICAS DE LA ECUACIÓN DE CORRIMIENTO DEL EQUILIBRIO, SOBRE EL EQUILIBRIO FUNDAMENTAL QUE DEFINE LA SOLUBILIDAD DE LA CALIZA EN EL AGUA

Esto no es otra cosa que la aplicación de la ecuación (8) sobre el equilibrio (3).

Sabemos que en todo sistema formado por varios cuerpos susceptibles de reaccionar entre sí, si se mantienen la presión y la temperatura constantes, existirá un estado de equilibrio determinado como ya hemos visto por la condición de ser mínima la entalpía libre, lo cual quiere decir que no será ya posible ninguna reacción química entre los cuerpos presentes. Para que esto sea así, es preciso que exista determinada relación entre las concentraciones de los cuerpos susceptibles de reaccionar entre sí, si no se hubiera alcanzado el estado de equilibrio. Esta relación fue descubierta por Guldberg y Waage, y se la denomina *ley de las masas*.

Se expresa así: supongamos una reacción química cualquiera:



(siendo v_j los números enteros característicos, y M_j los símbolos químicos).

Al llegar al estado de equilibrio se cumple la relación

$$\frac{C_1^{v_1} \cdot C_2^{v_2} \cdot \dots \cdot C_n^{v_n}}{C_1'^{v_1'} \cdot C_2'^{v_2'} \cdot \dots \cdot C_n'^{v_n'}} = K(p, T)$$

(siendo C_j las concentraciones de cada símbolo químico M_j , y K la constante de equilibrio, que

tendrá un valor determinado para cada valor de p y de T).

Aplicando (9) a nuestro equilibrio fundamental (3), tenemos

$$K = \frac{|Ca^{++}| \cdot |HCO_3^-|^2}{|CaCO_3| \cdot |H_2O| \cdot |CO_2|}$$

de manera que también cada uno de los equilibrios descritos en (3), en los que el fundamental es susceptible de descomponerse, tienen también su correspondiente constante de equilibrio de resultados de aplicarles la ley de las masas.

De todas maneras, la ley de las masas tiene otras formas de expresión, naturalmente idénticas a (9), pero que son interesantes por haber sido deducidas en el caso de Boltzmann por consideraciones cinéticas:

$$\sum_{ij} v_j^{(i)} \ln c_j^{(i)} = \ln K. \quad (10)$$

y en el caso de Nerst por aplicación de las condiciones termodinámicas de equilibrio:

$$\ln K = \frac{1}{RT} \sum_{ij} v_j^{(i)} G_j^{(i)} \quad (11)$$

(en la que R es constante).

Por su parte, la ecuación del corrimiento del equilibrio (8), para el caso de las disoluciones diluidas, toma la siguiente forma

$$-\frac{Q}{T} dT + \delta V dp + RT \sum_{ij} v_j^{(i)} \frac{dc_j^{(i)}}{c_j^{(i)}} = 0. \quad (12)$$

en la que el potencial químico μ y la masa de los componentes m ha sido reemplazada por v y C , que corresponden, como ya sabemos, a los números y a las especies químicas que definen la reacción.

Ahora nos interesa conocer cómo afectan a la constante de equilibrio las variables de la ecuación (12), es decir, la temperatura, la presión y la concentración de las especies químicas que intervienen.

El caso de las concentraciones, que es el más sencillo, ya lo conocemos con cualquiera de las expresiones de la ley de acción de masas, entre las que elegimos la expresión logarítmica (10) de Boltzmann, que es la que más nos gusta:

$$\sum_{ij} v_j^{(i)} \ln c_j^{(i)} = \ln K. \quad (10)$$

Vamos, por consiguiente, a ver cómo la presión y temperatura afectan a la constante de equilibrio.

Si de la ecuación (11) sobre la ley de acción de masas de Nerst, tomamos derivados respecto a la temperatura y a la presión, independientemente tendremos:

$$\frac{\partial \ln K}{\partial T} = -\frac{1}{RT} \sum_{ij} v_j^{(i)} \frac{\partial G_j^{(i)}}{\partial T} + \frac{1}{RT^2} \sum_{ij} v_j^{(i)} G_j^{(i)} \quad (13)$$

y

$$\frac{\partial \ln K}{\partial p} = \frac{1}{RT} \sum_{ij} v_j^{(i)} \frac{\partial G_j^{(i)}}{\partial p} \quad (14)$$

pero recordando ahora la definición de entalpía libre

$$G = U - TS + pV$$

(en la que U es la energía interna del sistema) o bien bajo forma diferencial

$$dG = dU - T dS - S dT + p dV + V dp,$$

pero como la combinación del 1º y 2º principio tenemos

$$dQ = T dS = dU + p dV, \quad (15)$$

queda

$$dG = -S dT + V dp,$$

de donde

$$\frac{\partial G}{\partial T} = -S \quad y \quad \frac{\partial G}{\partial p} = V,$$

convirtiéndose las ecuaciones (13) y (14) en:

$$\frac{\partial \ln K}{\partial T} = \frac{1}{RT} \sum_{ij} v_j^{(i)} S_j^{(i)} + \frac{1}{RT^2} \sum_{ij} v_j^{(i)} G_j^{(i)} = \frac{1}{RT^2} \sum_{ij} v_j^{(i)} (U_j^{(i)} + p V_j^{(i)})$$

y

$$\frac{\partial \ln K}{\partial p} = \frac{1}{RT} \sum_{ij} v_j^{(i)} V_j^{(i)},$$

en las que

$$\sum_{ij} v_j^{(i)} V_j^{(i)} = \Delta V,$$

por representar el aumento de volumen del sistema a consecuencia del corrimiento del equilibrio, y

$$\sum_{ij} v_j^{(i)} (U_j^{(i)} + p V_j^{(i)}) = Q,$$

por aplicación del principio de equivalencia, quedando finalmente

$$\frac{\partial \ln K}{\partial T} = \frac{Q}{R T^2} \tag{16}$$

y

$$\frac{\partial \ln K}{\partial p} = - \frac{\Delta V}{R T} \tag{17}$$

expresiones estas (16) y (17) que junto con la (10), constituyen nuestro objeto.

SENTIDO FÍSICO DE LAS EXPRESIONES DE LA CONSTANTE DE EQUILIBRIO EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DE LA ECUACIÓN DE CORRIMIENTO DEL EQUILIBRIO

Vamos a interpretar las expresiones (10), (16) y (17), deducidas en el apartado anterior.

A) $\sum_{ij} v_j^{(i)} \ln c_j^{(i)} = \ln K. \tag{10}$

B) $\frac{\partial \ln K}{\partial T} = \frac{Q}{R T^2} \tag{16}$

C) $\frac{\partial p}{\partial \ln K} = - \frac{\Delta V}{R T} \tag{17}$

Caso A.—Dicha ecuación (10) es ni más ni menos que la expresión de la ley de masas en forma logarítmica según Boltzmann, que relaciona directamente la constante del equilibrio fundamental (3) en función de la concentración de las especies químicas y de los coeficientes numéricos que rigen su intervención en él.

Este caso ha sido estudiado con todo detalle por numerosos autores, especialmente por Tillmans, y proyectado en el estudio del karst por Trombe y muchos otros después [ver la expresión (1)], de

manera que no entraremos en detalles indicando únicamente que en la figura (1) adjuntamos ya debidamente calculadas las formas de dicha función para nuestro equilibrio fundamental (3), expresa-

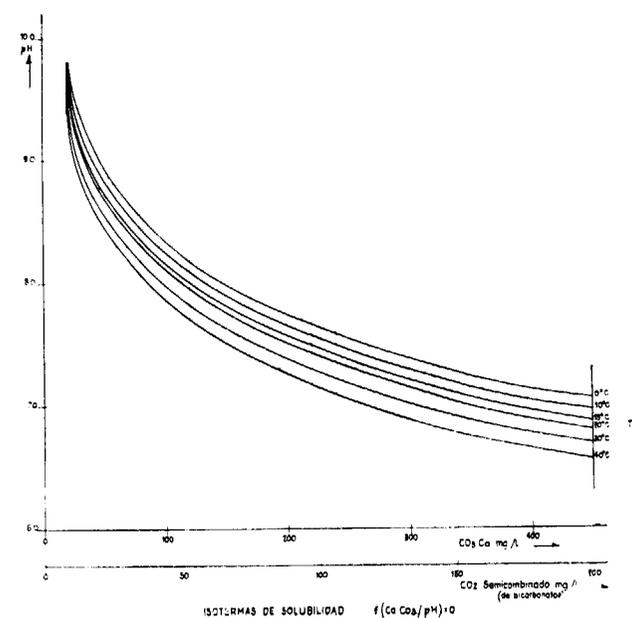


Fig. 1.

das en coordenadas aritméticas. Ellas representan la solubilidad de la caliza Ca CO₃ en función de su pH o grado de acidez, para una presión correspondiente a la atmosférica y diferentes valores de temperatura (una para cada equilibrio), por lo que constituyen un haz de isotermas.

La circunstancia de que dichas funciones presenten un hábito curvo sin puntos de inflexión y con la concavidad orientada hacia regiones donde

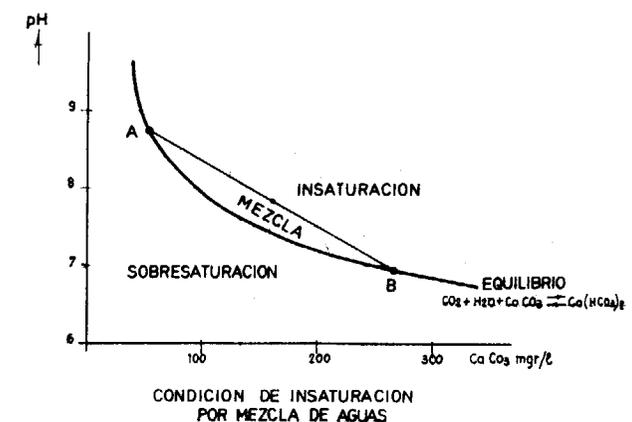


Fig. 2.

se da la condición de insaturación, hizo a Bögli enunciar su teoría de la corrosión por mezcla de aguas.

Efectivamente, la ley de las mezclas viene representada por una recta de coordenadas aritméticas, de manera que si imaginamos que se produce la mezcla de dos aguas saturadas a idéntica temperatura pero con diferentes concentraciones (puntos A y B de la figura 2), el resultado estará, cualquiera que sea la proporción de la mezcla, dentro de la condición de insaturación.

Nos ha complacido extraordinariamente encontrar la morfología citada por Bögli en multitud de cavernas freáticas españolas, por lo que adjuntamos en la fotografía 1 un ejemplar de nuestra gran caverna freática Ojo Guareña, la mayor de nuestra geografía con 36 km. de galerías exploradas hasta el presente (de los que solamente 32 kilómetros están topografiados).

Caso B. La ecuación (16) relaciona la temperatura con la constante de equilibrio del sistema, y como se halla en forma diferencial, debemos integrarla a presión constante separando ambas variables para poderla interpretar.

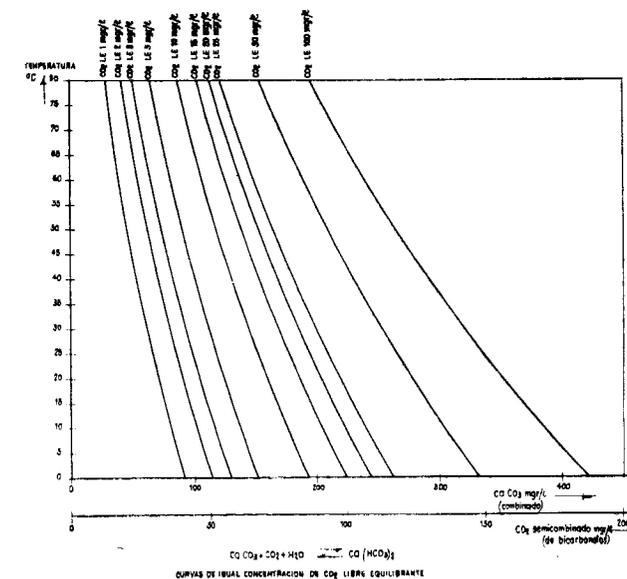


Fig. 3.

Si pasamos de logaritmos neperianos a decimales y utilizamos límites en la integración para evitar las constantes de difícil interpretación que nos aparecerían, llegamos finalmente a:

$$\log \frac{K_2}{K_1} = \frac{Q}{2,3 R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \tag{18}$$

que nos expresa que el aumento de la temperatura favorece las reacciones endotérmicas y viceversa.

Observando la forma de la función (18), se ve claramente que no se trata de una recta.

Constituyendo dicha función gráficamente, de manera de representar un haz de curvas en las que cada una de ellas suponga la condición de equilibrio (3) para valores dados de anhídrido carbónico libre equivalente (CO₂ LE), llegamos a la figura 3, en la que puede observarse que dicho haz de curvas carece de punto de inflexión, y presenta sus concavidades orientadas hacia la zona de insaturación de la misma.

En este caso, por consiguiente, también se reproduce la condición de insaturación cuando se mezclan dos aguas saturadas, pero a diferentes temperaturas.

Efectivamente, hemos observado en la cavidad de Ojo Guareña, en algunas zonas situadas dentro de la fluctuación del nivel freático de la misma, la curiosa morfología que presentamos en la fotografía número 2, y que interpretamos como sigue:

Durante la estación pluviométrica, en los lugares donde las aguas de infiltración más frías lleguen rápidamente al nivel freático, de manera que no



Foto 1



Foto 1

hayan podido todavía adquirir la temperatura del enrejado, al ser más densas por ser más frías, resbalarán por la pared rocosa, ya bajo el nivel freático, produciendo una especie de drenaje catabático (término meteorológico que explica un fenómeno semejante), que las hace entrar de lleno en la condición de insaturación al mezclarse con las aguas de la capa freática, resultando las corrosiones causantes de la morfología descrita.



Foto 2

En algunos de los lugares donde hemos observado estas formas, hemos podido comprobar la rápida llegada de las aguas de infiltración, circunstancia que nos ha inducido a proponer la citada génesis.

Caso C.—La ecuación (17) relaciona las variaciones de la constante de equilibrio (3) en función la presión supuesta constante la temperatura.

Su forma que reproducimos aquí es:

$$\frac{\partial \ln K}{\partial p} = - \frac{\Delta V}{RT}$$

y nos indica que un aumento de presión favorece las reacciones que van acompañadas de contracción y viceversa.

Su integración es difícil, pues lo es también conocer la variación de volumen que ocasionan en el sistema las variaciones de la presión.

No obstante, como en nuestro equilibrio (3) tenemos un gas que se disuelve en el agua (el CO_2), podemos aplicar la ley de los gases perfectos, en la que muy aproximadamente se tiene:

$$\Delta V = \frac{RT}{p}$$

valor que una vez reemplazado en la ecuación (17) la hace susceptible de integración inmediata bajo la condición de la constancia de temperatura y con la oportuna separación de variables, encontrando:

$$\ln K = \ln p + C \quad (19)$$

(en la que C es una constante de integración), y lo que es lo mismo

$$K = C \cdot p, \quad (20)$$

expresiones ambas (19) y (20), en las que se ve claramente que corresponden gráficamente a una recta que pasa por el origen.

Aquí, pues, no existe en absoluto condición de insaturación por mezcla.

No obstante, las ecuaciones (19) y (20) nos dicen también que la constante de equilibrio varía en proporción directa a la presión. Esto implica que existe un mayor potencial disolutivo del agua con respecto a la caliza en condiciones freáticas profundas que someras.

A pesar de todo, y aunque podríamos extraer gran número de consideraciones teóricas basándonos en estas premisas, nos parece poco dialéctico hacerlo por carecer de momento de comprobaciones prácticas.

Además, bajo condiciones hidrodinámicas, el comportamiento de la capa freática es más complejo de lo que parece, ya que no es la presión, sino el gradiente hidráulico el que rige el movimiento del agua, y aunque por Bernouille se deduce que en un conducto dado su presión disminuye a tenor de la velocidad de paso del agua en él (lo que aparentemente, según nuestra ecuación (20) se traduciría en entrar en condiciones de sobresaturación, partiendo siempre del agua ya saturada), Howard demuestra exactamente lo contrario.

Para colmo, cuando el movimiento del agua llegue a hacerse turbulento, es muy posible que se originen fluctuaciones locales de presión en los filetes de fluido, que si no difíciles de tratar teóricamente, son al menos francamente complicados de experimentar.

Finalmente, no hay que olvidar nunca la frecuencia con la que falla la intuición al interpretar fenómenos en la dinámica de fluidos, como lo demuestra el gran número de paradojas existentes, lo que obliga a la elección de modelos al experimentar que posean una exacta semejanza dinámica con el problema que deseamos estudiar, para evitar resultados erróneos.

BIBLIOGRAFÍA

- BÖGLI, A.: *Mischungkorrosion-ein Beitrag zum Verkarstungsproblem* *Erdkunde*, Band XVIII, Bonn.
- ERASO, A.: *Mecanismos sobre la corrosión en el karst y su repercusión en la geodinámica kárstica*, t. LXXX, 2.º fascículo, marzo abril, Madrid, 1969.
- EVERET, D. H.: *Termodinámica química*, un volumen, 231 páginas, Aguilar, Madrid, 1964.
- GLASSTONE, S.: *Termodinámica para químicos*, un volumen, 637 pp., Aguilar, Madrid, 1960.
- GLASSTONE, S.: *Tratado de Química-Física*, un volumen, 1.180 pp., Aguilar, Madrid, 1953.
- HOWARD, A. D.: *Process of Limestone Cave Development*, «International Journal of Speleology», vol. I, pp. 1-2, Weinheim.

- PALACIOS, J.: *Termodinámica y Mecánica Estadística*, un volumen, 363 pp., Madrid.
- SCHOELLER, H.: *Les Eaux Souterraines*, un volumen, 642 páginas, Masson, París, 1962.
- SHAPIRO, A. H.: *Formas y Fluidos*, un volumen, 190 páginas. Universidad Buenos Aires, 1965.
- THOMSON, M.: *Hidrodinámica Teórica*, un volumen, 604 páginas, Aguilar, Madrid, 1951.
- TILLMANS, J.: *Análisis de aguas potables e industriales*, «Berl-Lunge-d'Ans», Métodos de análisis químico-industrial, t. II, 1.ª parte, Barcelona, 1956.
- ZEMANSKY, M. W.: *Calor y Termodinámica*, un volumen, 509 pp. Aguilar, Madrid, 1961.

Recibido: 20-1-69.



Foto 2

Estudio petrológico de los afloramientos graníticos de Santa Elena y Linares (Jaén)

por V. SANCHEZ CELA y A. APAPARICIO YAGÜE (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se hace el estudio petrológico de los afloramientos graníticos localizados al Norte de la provincia de Jaén (zonas de Santa Elena y Linares), que forman parte del batolito granítico que por el Oeste se extiende por Los Pedroches y Pozoblanco. Estas rocas graníticas, constituidas principalmente por granodioritas, han hecho intrusión en el Paleozoico durante la orogenia hercínica sin manifestaciones metamórficas de contacto; éstas han sido originadas posteriormente por las inyecciones filonianas de características neumatolíticas-hidrotermales que produjeron fenómenos de metamorfismo diferencial en las rocas paleozoicas.

ABSTRACT

The present work deals with the petrological study of the granite outcrops located at the North of the province of Jaén. These outcrops are part of a granitic batholithic which spreads towards Los Pedroches and Pozoblanco in the West. These granitic rocks consisting mainly of granodiorites intruded paleozoic materials during the hercynian orogeny and they do not originated contact metamorphic phenomena. Later vein injections of pneumatolitic and hydrothermal nature produced phenomena of differential metamorphism in the paleozoic host rock.

I. INTRODUCCIÓN

a) Localización y extensión

Las rocas graníticas de Santa Elena y Linares son los afloramientos más orientales de la España meridional y parecen ser los últimos vestigios del gran batolito granítico que por el W se extiende por Los Pedroches y Pozoblanco.

Como puede apreciarse en la figura 1, estas masas graníticas forman dos afloramientos localizados al Norte de la provincia de Jaén, separados por el Paleozoico, o en parte recubiertos por sedimentos más modernos. En total abarcan una su superficie de unos 100 kilómetros cuadrados.

b) Antecedentes

Todos los trabajos consultados sobre la geología de la zona estudiada son muy generales. No

(*) Departamento de Petrología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid.

hemos hallado estudios concretos sobre caracteres estratigráficos y petrogenéticos de las masas graníticas que afloran en Santa Elena y Linares. En cambio, sí encontramos amplios datos bibliográficos sobre la tectónica y geomorfología del Paleozoico de Sierra Morena, situada al Norte de estos afloramientos graníticos. Entre los trabajos principales consultados están los de Alvarado (1923-1924), Hernández-Pacheco (1926), Fernández y Valdés (1931-1946), Alastrué (1944), etc. También existe una abundante bibliografía sobre los yacimientos minerales de la zona de Linares, entre los que debemos destacar lo realizado por G. Tamain en los últimos años.

II. UNIDADES GEOLÓGICAS; CARACTERES GENERALES

Dentro de la zona estudiada encontramos la siguiente sucesión estratigráfica: Sedimentos del Paleozoico, rocas graníticas, sedimentos triásicos y sedimentos miocénicos (omitimos el Cuaternario).

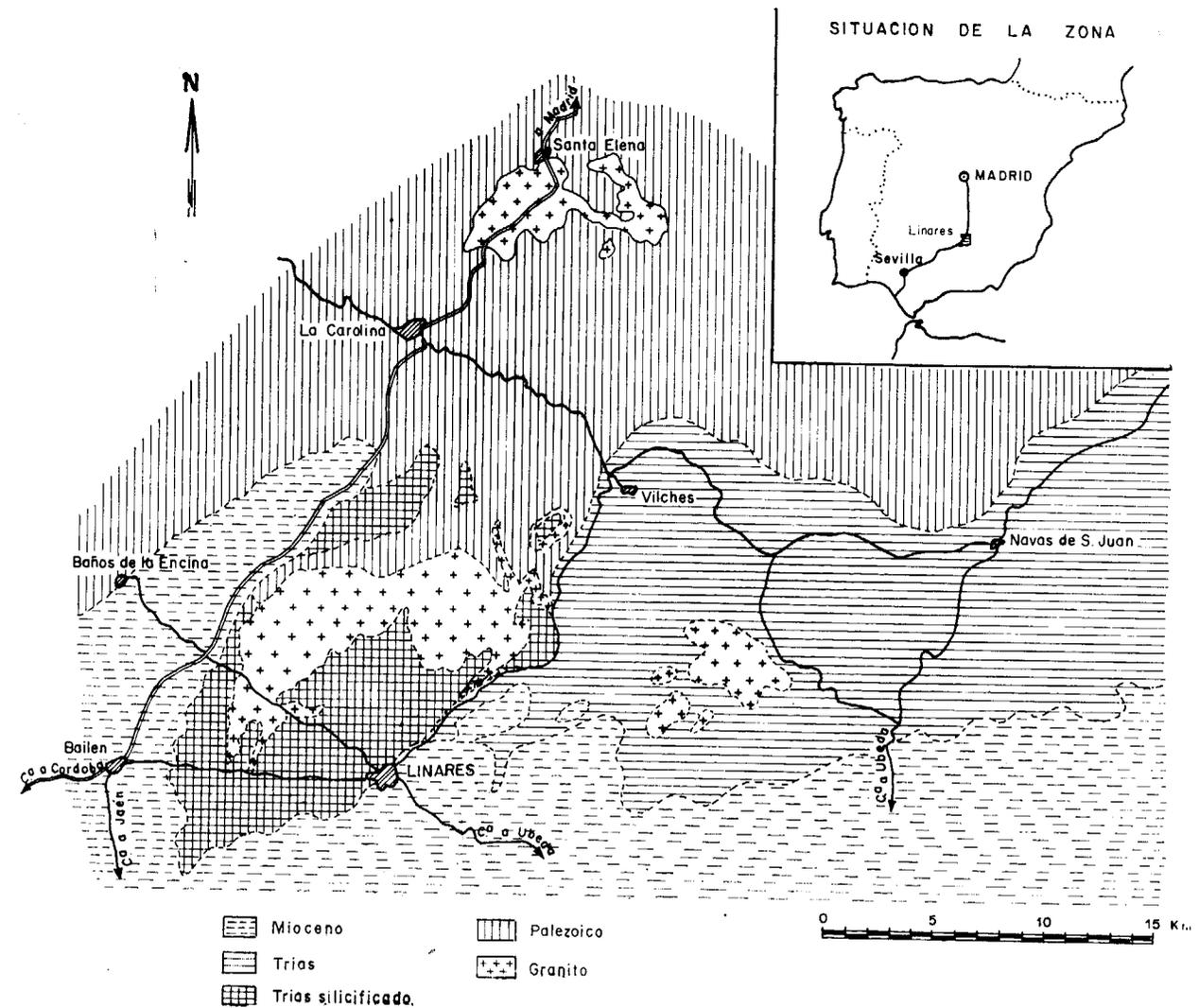


Fig. 1.—Mapa geológico esquemático con la localización de los afloramientos graníticos.

a) Paleozoico

Los materiales paleozoicos están representados en esta zona principalmente por pizarras y cuarcitas, con pequeñas intercalaciones de grauvacas y pizarras grauváquicas, y a veces de calizas cristalinas y microconglomerados. Todos estos materiales han sido datados por todos los autores que han estudiado esta zona como pertenecientes al Silúrico, excepto para las pizarras de color oscuro del Sur de Santa Elena, que han sido datadas como carboníferas. Nosotros, aunque no tenemos datos suficientes, no hemos encontrado pruebas estratigráficas-paleontológicas ni estructurales que diferencien estas pizarras dadas como carboníferas de las situadas más al Norte, reconocidas como silúricas.

Casi todos los materiales paleozoicos están algo afectados por un metamorfismo regional débil, manifestado por la existencia de pizarras, filitas y aún esquistos pelíticos-micáceos de bajo grado de metamorfismo. Referente a fenómenos de metamorfismo de contacto señalado por diversos autores en las rocas paleozoicas pelíticas y atribuido por ellos a causa de la intrusión granítica durante la orogenia hercínica, nosotros no negamos su existencia, pero sí la génesis y la época de su formación. Como hemos podido comprobar, los fenómenos de metamorfismo de contacto son posteriores a la intrusión granítica y producidos por las inyecciones mineralizadoras posteriores que han afectado diferencialmente a estas masas paleozoicas, y que están localizadas y relacionadas con las zonas de mineralización (fracturas).

b) Granito

Las rocas graníticas estudiadas son de grano grueso a medio, con bastante biotita, que destaca de la masa cuarzo-feldespática; una característica de estas rocas es la presencia abundante de diferencias microcristalinas más básicas (gabarras).

El granito es claramente intrusivo en el Paleozoico; esta intrusión, que a veces se ha realizado capa a capa, se ha efectuado en estado sólido (ausencia de metamorfismo de contacto) y a con-



Foto 1.—Intrusión granítica en el Paleozoico paralela a la estratificación.

secuencia de la orogenia hercínica que no sólo afectó al Paleozoico, plegándolo y fracturándolo, sino que el mismo granito aparece muchas veces deformado según la intrusión, con formación de rocas graníticas de aspecto gneísico y algo cataclásico (fot. 1).

Estamos en total desacuerdo con las aseveraciones de autores anteriores, Fernández y Valdés (1946), en la Hoja geológica número 905 (Linares), dicen textualmente: «las pizarras paleozoicas en su contacto con el granito están fuertemente metamorizadas, encontrándose el granito en el contacto con señales indudables de endomorfismo, pero es digno de notarse que no sólo las pizarras antiguas están metamorizadas, sino que los con-

glomerados del Triás también lo están y aún las calizas superiores...».

En cambio, en la Hoja número 885 (Santisteban del Puerto), estos mismos autores ya reconocían la existencia de una «alteración con carácter muy limitado». También Alvarado (1923) había notado esta alteración diferencial. Todos estos autores reconocen que: «la intrusión granítica debió de realizarse en estado pastoso, con la exclusión de gases activos y relativamente poca elevada temperatura del magma intrusivo». En otro apartado, Fernández y Valdés admiten que: «parece fuera de duda que el magma sufrió un enfriamiento parcial antes de atravesar dichas pizarras, siendo los esfuerzos orogénicos quienes determinaron la ascensión».

Esta «alteración diferencial» está patente en las rocas paleozoicas, habiendo sido estudiada por los autores, aunque la diferencia primordial, como hemos dicho, es el origen y época de esta «alteración», que como ya hemos afirmado, se debe a procesos posteriores, producida por las inyecciones filonianas mineralizadas que afectan tanto al granito como al Paleozoico, y, por tanto, como afirman aquellos autores, no es debido a la intrusión granítica hercínica.

Sobre el origen de estas masas graníticas podemos plantearnos las conocidas hipótesis magmatista y transformista, aunque por los caracteres petrológicos observados, ausencia de rocas de metamorfismo elevado entre estas masas graníticas y las rocas sedimentarias paleozoicas, parece desecharse la idea transformista de granitización.

Tanto estas masas graníticas como las rocas paleozoicas han sido afectadas por inyecciones mineralizadoras, realizadas a favor de grandes y numerosas fracturas durante la fase final del plegamiento hercínico.

Asimismo, ha sido comprobada una tectónica de fractura que afectó al granito y al Triás depositado sobre él. Esta tectónica posttriásica, quizá alpina (pre-miocénica), levantó estas masas graníticas; al mismo tiempo tuvieron lugar emanaciones de carácter hidrotermal con algunas mineralizaciones muy poco importantes, que afectaron a los sedimentos de la base del Triás.

Triás

Los sedimentos triásicos en esta zona están formados por masas potentes de materiales, en su mayor parte detríticos, arenas muy finas, aleuritas y arcillas, que yacen en mantos estratigráficos horizontales y que corresponden al Bunter. En otras zonas aparecen facies químicas superpuestas a estos sedimentos (zona de Vilches-Beas de Segura)

formadas por yesos estratificados con arcillas (Bunter superior) y calizas dolomíticas (Muschelkalk). No se han encontrado dentro de la zona sedimentos equivalentes al Keuper.

Estratigráficamente se distinguen dos zonas triásicas diferentes, la del W., en donde estos sedimentos, de poca potencia, descansan sobre el granito, y la del Este, en que los sedimentos, bastante potentes (100-500 metros), descansan sobre el Paleozoico. Ambas zonas están delimitadas por una gran fractura NE.-SW., y que más o menos sigue la línea del ferrocarril Madrid-Linares (figura 2).

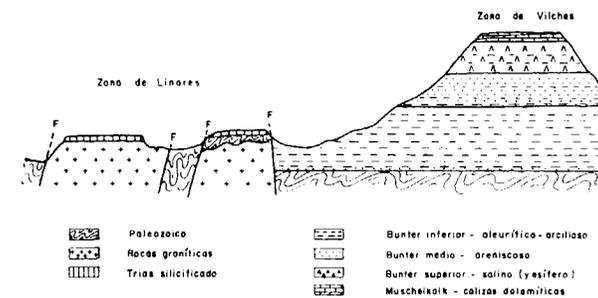


Fig. 2.—Corte esquemático con la disposición y relación de las formaciones geológicas en la zona de Linares.

Los sedimentos que descansan sobre el granito están desplazados hacia arriba a causa de la removilización granítica post-triásica, y están fuertemente endurecidos por las emanaciones silificadoras motivadas por dicha removilización; esto ha hecho que los sedimentos silicificados hayan actuado a modo de escudo protector de las masas graníticas. Estos sedimentos han sido erosionados hasta el nivel afectado por la silicificación (alrededor de 6 metros).

Por lo tanto, estamos en total desacuerdo con las ideas de Fernández y Valdés (Hoja 905 Linares) y comentadas ya al hablar del granito, que los conglomerados, y aún las calizas superiores del Triás estén metamorizadas a causa de la intrusión granítica.

En cuanto al Triás de la zona E., no afectado por estas removilizaciones graníticas, forma parte de otro trabajo de uno de los autores, en prensa.

Mioceno

Como de edad miocénica han sido datados, por diversos autores, unos sedimentos, que discordantes sobre el Triás, se encuentran localizados al S. y W. de los afloramientos graníticos y triásicos de Linares.

Estos sedimentos están horizontales y formados a grandes rasgos, de muro a techo, por arcillas amarillentas-grisáceas, areniscas calcáreas, margas y microconglomerados calcáreos, molasas con conglomerados, areniscas arcillosas calcáreas y margas yesíferas. La potencia de estos niveles es muy variada debido a los cambios laterales de facies; destacan por su color claro amarillento de los tonos rojizos del Triás. En los niveles calcáreos se encuentra abundancia de pectínidos y ostreidos.

III. ESTUDIO PETROGRÁFICO Y QUÍMICO DE LAS ROCAS GRANÍTICAS

a) Petrografía

El estudio petrográfico de las rocas graníticas indican que en su textura y composición son bastante constantes dentro de la zona estudiada. Son de grano medio a grueso, de textura hipidiomorfa, a veces orientada (granito gneísico) y cataclásica, a causa de los procesos tectónicos (fot. 2). Su composición mineralógica está formada por cuarzo,

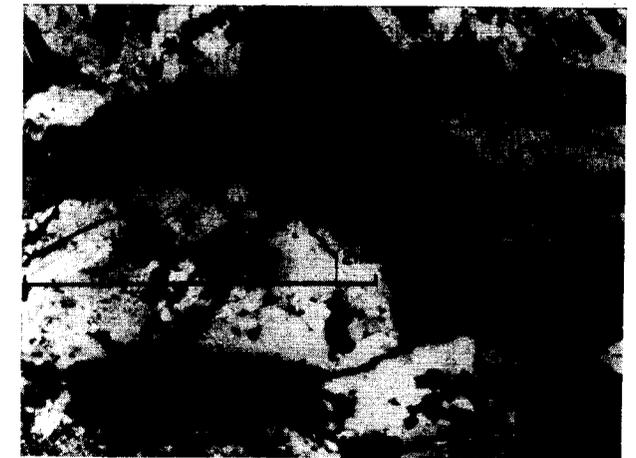


Foto 2.—Microfotografía de una granodiorita tectonizada (textura gneísica), en la que puede apreciarse el cuarzo cristaloblastico, los feldespatos algo deformados y las biotitas orientadas.

feldespatos (alcalinos y calcosódicos) y biotita como elementos principales; circón, ilmenita y apatito, como accesorios y clorita, minerales sericíticos y carbonatos, como secundarios. En zonas de mineralización pueden presentar, además, galena, baritina, turmalina, granates y minerales del metamorfismo de contacto, como son la andalucita o

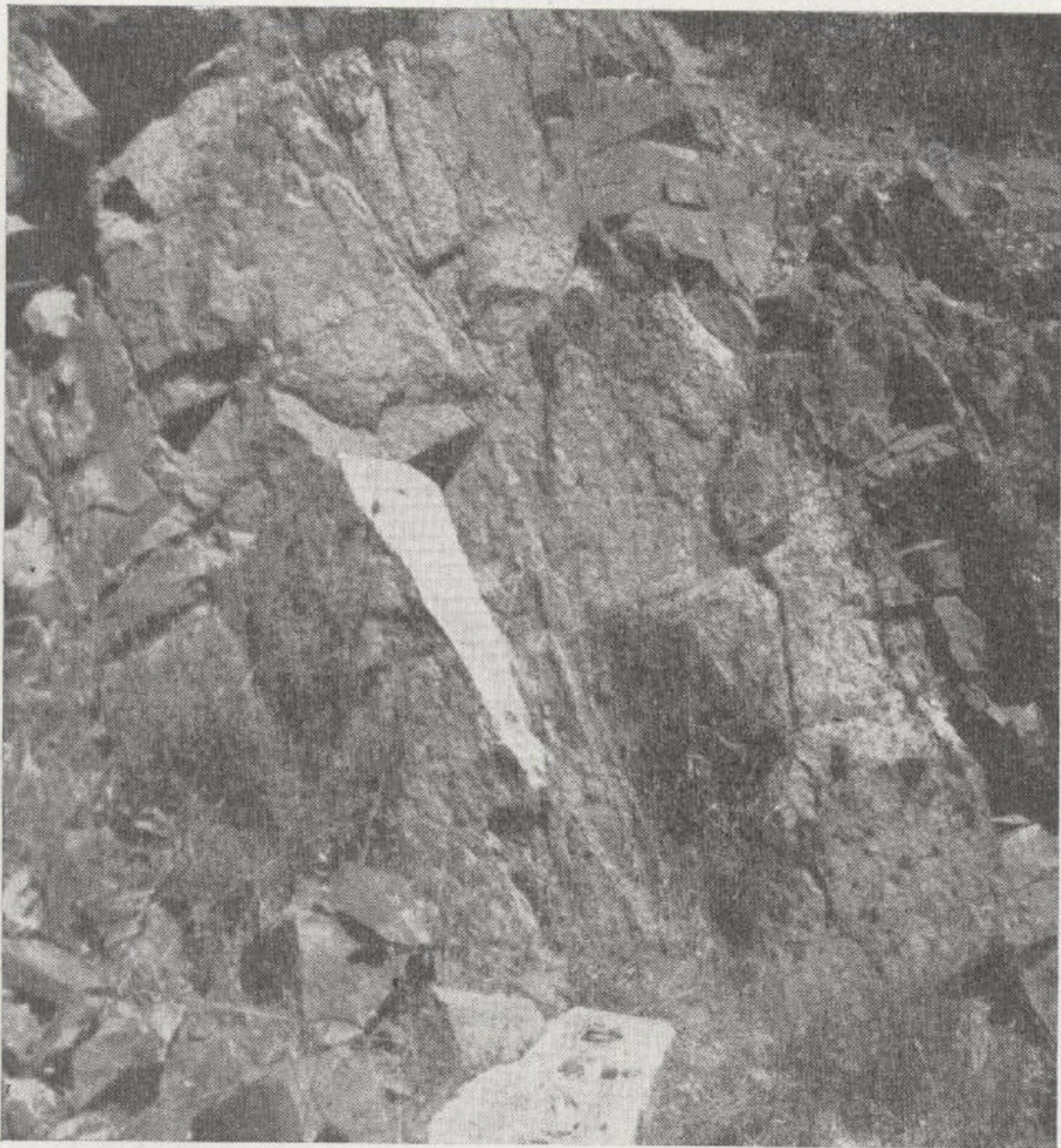


Foto 1.—Intrusión granítica en el Paleozoico paralela a la estratificación.

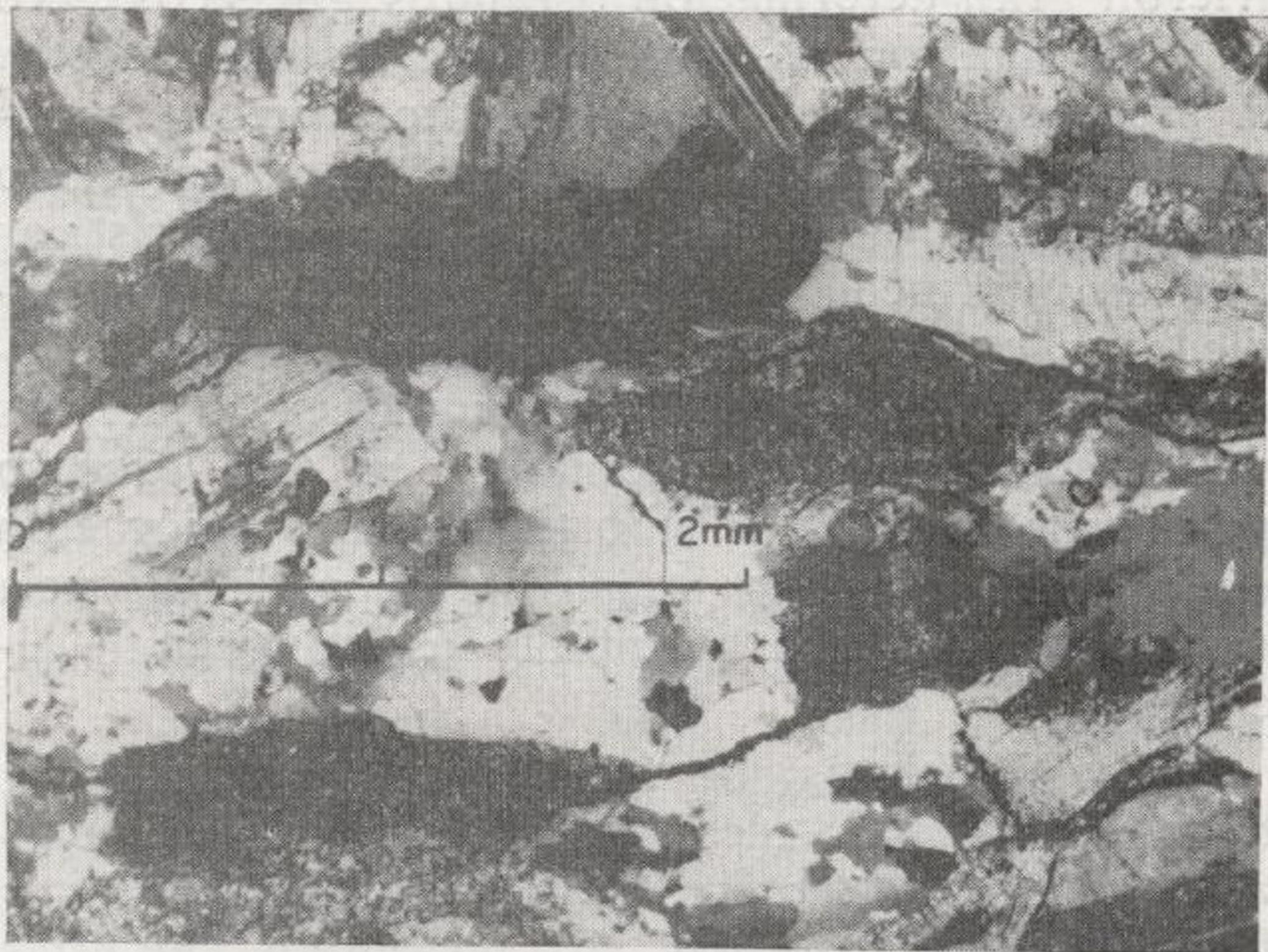


Foto 2.—Microfotografía de una granodiorita tectonizada (textura gneílica), en la que puede apreciarse el cuarzo cristaloblástico, los feldespatos algo deformados y las biotitas orientadas.

quiestolita y minerales micáceos asociados; estos minerales están siempre localizados en las fracturas y asociados a procesos de turmalinización y alcalinización de origen neumatolítico-hidrotermal.

El análisis estadístico modal de estas rocas graníticas da la siguiente distribución aproximada: adamellitas, 30 por 100; granodioritas, 45 por 100; tonalitas, 20 por 100; y el resto, 5 por 100, está formado por dioritas y cuarzdioritas de grano fino, así como por aplitas; todas estas rocas posteriores al emplazamiento granítico. Dentro de la zona estudiada no hemos encontrado granitos típicos, es decir, alcalinos y calcoalcalinos, excepto en las zonas con manifestaciones metasomáticas (alcalinización).

El cuarzo alotriomorfo está muy deformado ópticamente, debido, sin duda alguna, al efecto intrusivo; a veces forma agregados cuarcíticos. El porcentaje es muy variable, oscilando entre un 7 y un 46 por 100.

El feldespato potásico, muy variable en su porcentaje (3-27 por 100), parece ser casi siempre ortosa; también encontramos microclina, que aunque no se haya realizado un estudio estadístico completo, está asociada a rocas graníticas que sufrieron gran deformación (granitos gneísicos). No es raro también observar en una misma muestra la presencia de los dos feldespatos, ortosa y microclina. En algunas muestras hemos apreciado la existencia de un feldespato de características ópticas intermedias entre los alcalinos y calcosódicos, y cuyo origen está relacionado con procesos de transformación metasomática, ocurridos durante la inyección filoniana; en este proceso parece originarse al mismo tiempo una emigración de los iones Fe y Mg, manifestada por la ausencia de biotita; la roca resultante es un granito alcalino.

Las plagioclasas, de formas más idiomorfas y tamaños más reducidos generalmente que el cuarzo y feldespato potásico, están muy macladas y frecuentemente zonadas. El porcentaje en estas rocas oscila entre un 20 y un 50 por 100. Se han medido numerosos cristales para determinar el porcentaje de anortita y la ley de macla. En las adamellitas, el contenido medio oscila alrededor de un 40 por 100 de An; en las granodioritas, un 45 por 100, y en las tonalitas, un 50 por 100. En las plagioclasas zonadas se han encontrado como valores extremos, los de un 48 por 100 en An para el núcleo, y un 26 por 100 An para la zona más externa, aunque, en realidad, estas variaciones no son tan acusadas, ya que por término medio hay una diferencia de un 10 a un 15 por 100 en An entre el núcleo y la zona periférica.

b) Caracteres químicos

Se han realizado cinco análisis de rocas graníticas dentro de la zona estudiada, dos correspondientes al afloramiento de Santa Elena, y tres a los de Linares. Estos análisis han sido realizados en el Laboratorio de Geoquímica del Departamento de Petrología por E. Ibarrola, a la que agradecemos la gran ayuda prestada por tal labor, que nos ha servido para completar el estudio petrológico de las rocas graníticas.

Con los resultados de los análisis químicos (cuadro I) hemos confeccionado las normas moleculares y números de Niggli (cuadro II), que nos han servido para comparar las composiciones normativas con las modales (cuadro III).

Como puede apreciarse, hay una gran semejanza entre los análisis químicos realizados, que se traducen también en las normas moleculares y números de Niggli. Las pequeñas diferencias encontradas se deben a la distinta proporción de feldespatos alcalinos o calcosódicos.

Debido a la gran semejanza de las rocas graníticas estudiadas, no se ha realizado un estudio químico más completo con el cual se pudieran deducir características geoquímicas de estos afloramientos graníticos.

CUADRO I

	1	2	3	4	5
SiO ₂	65,70	60,70	64,40	66,00	63,90
Al ₂ O ₃	15,87	16,32	16,67	16,10	16,32
Fe ₂ O ₃	0,50	2,14	0,66	0,67	0,78
FeO	3,40	5,53	3,42	3,04	3,55
MnO	0,05	0,08	0,06	0,05	0,06
MgO	1,48	2,12	2,11	1,11	2,43
CaO	2,73	3,52	3,83	2,81	2,53
Na ₂ O	3,15	3,20	2,94	3,46	2,92
K ₂ O	4,36	3,18	3,40	4,44	3,74
TiO ₂	0,53	1,15	0,63	0,59	0,62
P ₂ O ₅	0,21	0,34	0,16	0,21	0,15
H ₂ O	1,73	1,90	1,50	1,58	2,49
TOTAL	99,76	100,18	99,78	100,06	99,43

1. Granodiorita (31.159-I L M).—Santa Elena. Analista E. Ibarrola.
2. Tonalita (31.170-I L M).—Santa Elena. Analista E. Ibarrola.
3. Granodiorita (31.207-I L M).—Linares. Analista E. Ibarrola.
4. Adamellita (31.208-I L M).—Linares. Analista E. Ibarrola.
5. Tonalita (31.237-I L M).—Linares. Analista E. Ibarrola.

CUADRO II

	1	2	3	4	5
Ru	0,4	0,8	0,4	0,4	0,4
Ap	0,4	0,7	0,3	0,4	0,3
Or	14,6	2,7	7,1	17,9	3,8
Ab	29,0	29,7	27,0	31,7	27,2
An	12,7	16,0	18,5	13,0	12,1
Ms	5,7	7,6	6,0	3,6	12,6
Bi	12,4	17,9	14,7	10,0	16,2
Mt	0,5	2,3	0,7	0,7	0,8
Q	24,3	22,3	25,3	22,3	26,6
si	279	217	253	282	258
al	39,7	34,4	38,5	40,5	38,8
fm	23,2	33,8	25,7	20,2	29,2
c	12,4	13,5	16,1	12,9	10,9
alk	24,7	18,3	19,7	26,4	21,1
k	0,47	0,39	0,43	0,45	0,45
mg	0,40	0,33	0,48	0,34	0,50
Q	49,3	44,4	49,0	48,8	48,9
L	40,9	39,0	39,7	42,9	37,3
M	9,8	16,6	11,3	8,3	13,8

CUADRO III

	1		2		3		4		5	
	Norma	Modo								
Cuarzo	24,3	29,4	22,3	31,0	25,3	30,5	22,3	25,8	26,6	27,8
Ortosa	14,6	19,6	2,8	3,1	7,1	9,2	17,9	25,6	3,8	3,5
P agio	41,7	31,1	45,6	42,9	45,5	44,4	44,7	37,1	39,2	49,1
Biotita	12,4	19,5	17,9	22,8	14,7	15,6	10,0	11,3	16,2	18,2
Moscov.	5,7	—	7,6	—	5,9	—	3,6	—	12,6	—
Acces.	1,3	0,4	3,8	0,2	1,5	0,3	1,5	0,2	1,6	1,4

Como puede verse, se aprecian algunas diferencias entre la composición normativa y la modal. Estas consisten, excepto para la muestra 5, en menor proporción de cuarzo, ortosa y biotita y mayor de moscovita y de plagioclasa en la normal que en la modal.

Estas diferencias pueden subsanarse si suponemos que parte de Al está sustituyendo al Si en la red de los feldespatos. Entonces la espinela teórica, obtenida con la alúmina en exceso, no se formaría; esto llevaría consigo a la formación de más cuarzo y biotita principalmente, que estaría de acuerdo con los análisis modales. En cuanto a las diferencias que se aprecian entre los porcentajes de las plagioclasas de la muestra número 5, se ha

observado que éstas se tiñen acusadamente con cobaltinitrito, lo que parece indicarnos la presencia de potasio, es decir, que parte de la molécula teórica de Kp podía estar combinada con la Ne y la Cal en la red de las plagioclasas.

Las pequeñas diferencias entre los porcentajes de ortosa modal y normal pueden ser debidos a la sustitución parcial de Kp por Ne en la red del mineral.

IV. METAMORFISMO DE CONTACTO

Los fenómenos de metamorfismo de contacto están localizados en las zonas de fractura, relacionadas con las inyecciones metalíferas posteriores a la consolidación e intrusión del granito, no manifestándose fenómeno alguno de metamorfismo de contacto en las demás zonas.

Estas inyecciones mineralizadoras son de características neumatolíticas-hidrotermales, produciendo aureolas de poca profundidad y de poca intensidad metamórfica en las rocas encajantes.

La serie metamórfica está representada por corneanas micáceas andalucíticas, corneanas micáceas, corneanas pelíticas, pizarras mosquedas, pizarras o filitas (desde el contacto hacia afuera).

Las texturas de las rocas de contacto rara vez son corneánicas, ya que la recrystalización es poco intensa, conservando abundantes relictos de la textura antigua pizarrosa sedimentaria o del metamorfismo regional débil. Los tipos más cristalinos están formados por bandas cristaloblásticas de grano fino, con otras más pizarrosas en donde suelen encontrarse la andalucita o quiestolita (fot. 3).

La composición mineralógica de las corneanas cristalinas está formada por cuarzo abundante, biotita, moscovita y minerales micáceos-arcillosos del tipo de la pirofilita. Los feldespatos son accesorios, y casi siempre el feldespato presente es la albita, aunque en algunas rocas de contacto se

observan abundantes feldespatos potásicos, cuyo origen parece estar relacionado con procesos metasomáticos. Otro mineral accesorio de origen metasomático es la turmalina, presente en muchas pizarras y corneanas.

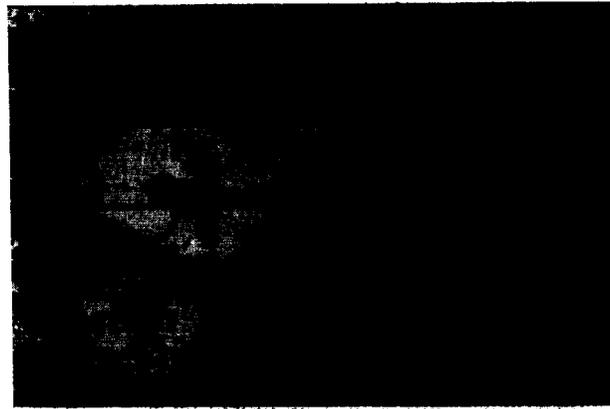


Foto 3.—Microfotografía de una corneana pelítica con porfidoblastos de andalucita.

La andalucita es un mineral típico de antiesfuerzo, por lo tanto su formación es incompatible con la intrusión hercínica del granito. El campo de estabilidad térmica está comprendido entre 400 y 500° C; su formación está casi siempre íntimamente relacionada con la transformación de minerales arcillo-micáceos tipo pirofilita (en muchas muestras se ha observado asociado con andalucita o quistolita).

La ausencia de cordierita parece marcar el umbral térmico de las emanaciones neumatolíticas-hidrotermales, que según parece no pasaron de 500° C, que es la temperatura mínima requerida (500-530° C) para la formación de cordierita a partir de minerales semejantes a los que han originado andalucita.

Las reacciones metamórficas de las corneanas parece que fueron:

Corneanas micáceas: $1 \text{ caolín} + 2 \text{ Q} = 1 \text{ pirofilita} + 1 \text{ H}_2\text{O}$. (400° C. aproximadamente).

Corneanas micáceas con: $1 \text{ pirofilita} = 1 \text{ andal.} + 3 \text{ Q} + 1 \text{ H}_2\text{O}$ andalucita (400-500° C).

HISTORIA GEOLÓGICA

Después de haber estudiado los rasgos estructurales estratigráficos y petrológicos de los materiales de la zona de estudio, podemos sintetizar la historia geológica de los mismos de la siguiente forma:

1.º Depósito de los materiales de edad silúrica: pizarras, cuarcitas, etc., sobre un basamento cámbrico, que aunque no aflora en la zona de estudio, está presente en otras próximas.

2.º Primer plegamiento de estos materiales silúricos, que seguramente ha coincidido con la consolidación del granito en profundidad.

3.º El granito hace intrusión en los materiales silúricos a consecuencia de la orogenia hercínica, que produjo la reactivación de la masa granítica. Esta intrusión originó cambios estructurales no sólo en el Paleozoico, sino en el mismo granito.

4.º En las postrimerías de la orogenia hercínica tiene lugar la primera e importante inyección filoniana metalífera, que afectó tanto al granito como a las rocas paleozoicas.

5.º Período en que domina fundamentalmente el arrasamiento de la topografía granítica y paleozoica con la formación de amplias penillanuras.

6.º Gran sedimentación triásica formada principalmente por materiales detríticos y en menor cantidad por otros de origen químico.

7.º Inmediatamente después de la sedimentación triásica tiene lugar una nueva reactivación del granito, que se manifiesta por una elevación a favor de grandes fracturas de las masas graníticas y de los materiales depositados sobre ellos. Al mismo tiempo tiene lugar la segunda inyección mineralizadora de poca importancia, que produce recristalizaciones en los materiales triásicos (silicificaciones). (Fig. 2.)

8.º Los sedimentos triásicos recristalizados, muy compactos, obran a modo de escudos protectores de las masas graníticas; en cambio, los demás sedimentos, no afectados por esta compactación, son fácilmente erosionados, como sucede en estas masas levantadas al estar en desequilibrio con la red fluvial post-triásica.

9.º Por la ausencia de otros sedimentos mesozoicos deducimos que después del Triás ha dominado la erosión sobre la sedimentación, aunque en zonas no muy alejadas estén presentes sedimentos de dicho período.

10. Al final de este ciclo erosivo, la morfología de la región, sobre todo en la zona de Linares, estaría formada por penillanuras graníticas recubiertas de la capa protectora triásica silicificada y por cerros, algunos de bastante altura, formados por potentes sedimentos triásicos que descansan sobre el Paleozoico.

11. Esta morfología estructural al final del Triás no sería muy diferente a la actual, si se exceptúan los cambios producidos por el encajamiento de la red fluvial y por los sedimentos miocénicos y cuaternarios.

12. Entre el Triás y el Mioceno hay una amplia laguna estratigráfica. El contacto Triás-Mioceno es por discordancia angular.

CONSIDERACIONES FINALES

1.º Por los caracteres estructurales, estratigráficos así como petrográficos, se puede asegurar que los afloramientos graníticos de las zonas de Santa Elena y de Linares forman parte del gran batolito granítico que se extiende hacia el W por Los Pedroches y Pozoblanco.

2.º El origen del granito parece que fue debido a la consolidación de un magma. Descartamos un posible proceso de granitización por la ausencia de rocas de facies de metamorfismo elevado y de caracteres intermedios entre las plutónicas y las sedimentarias.

3.º La edad de este granito parece que está comprendida entre un Devónico superior y el Carbonífero inferior.

4.º Estos afloramientos graníticos están formados por adamellitas, granodioritas y tonalitas biotíticas de grano grueso a medio.

5.º En contra de aseveraciones anteriores, no se ha observado la presencia de un metamorfismo de contacto producido por la intrusión granítica en las rocas paleozoicas.

6.º Las únicas manifestaciones metamórficas de contacto han sido producidas por las inyecciones filonianas metalíferas, posteriores a la consolidación e intrusión del granito, y que únicamente están localizadas en las zonas de inyección (fracturas).

7.º La primera inyección metalífera de características neumatolíticas-hidrotermales fue sin duda la más importante y activa en cuanto a los procesos metamórficos, afectando principalmente a las rocas pelíticas paleozoicas y manifestada por la formación de pizarras mosqueadas, corneanas micáceas y corneanas micáceas andalucíticas.

8.º La segunda inyección mineralizadora, de características hidrotermales, afectó a los sedimentos inferiores del Triás, en un espesor no superior a los cinco metros, y se manifiesta por una silicificación y recristalización intensa con un consiguiente aumento de la dureza y resistencia de los materiales triásicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, A. (1923): *Región Este de la Sierra Morena. Datos referentes a la tectónica y formaciones filonianas de plomo*, «Bol. Inst. Geol. España», t. XLIV, Madrid, pp. 340-401.
- (1924): *Nota sobre los plegamientos hercínicos*, «XIII Congreso Int.», Bruselas, pp. 60-78.
- FERNÁNDEZ, A. y VALDÉS, M. (1931): Hoja 885 *Santisteban del Puerto*, «Inst. Geol. y Min.», Madrid.
- — — (1946): Hoja 905 *Linares*, «Ins. Geol. y Min.», Madrid.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. y MACAU VILAR, F. (1962): *Itinerario geológico Madrid-Cádiz*, «Serv. Geol. O. Publicas», Madrid.
- TAMAIN, G. (1968): *Le district minier de Linares-La Carolina et son cadre métallogénique en Sierra Morena orientale (Espagne)*, «Bull. Soc. Geol. France» (7), pp. 97-102.

Recibido: 20-VI-1969.

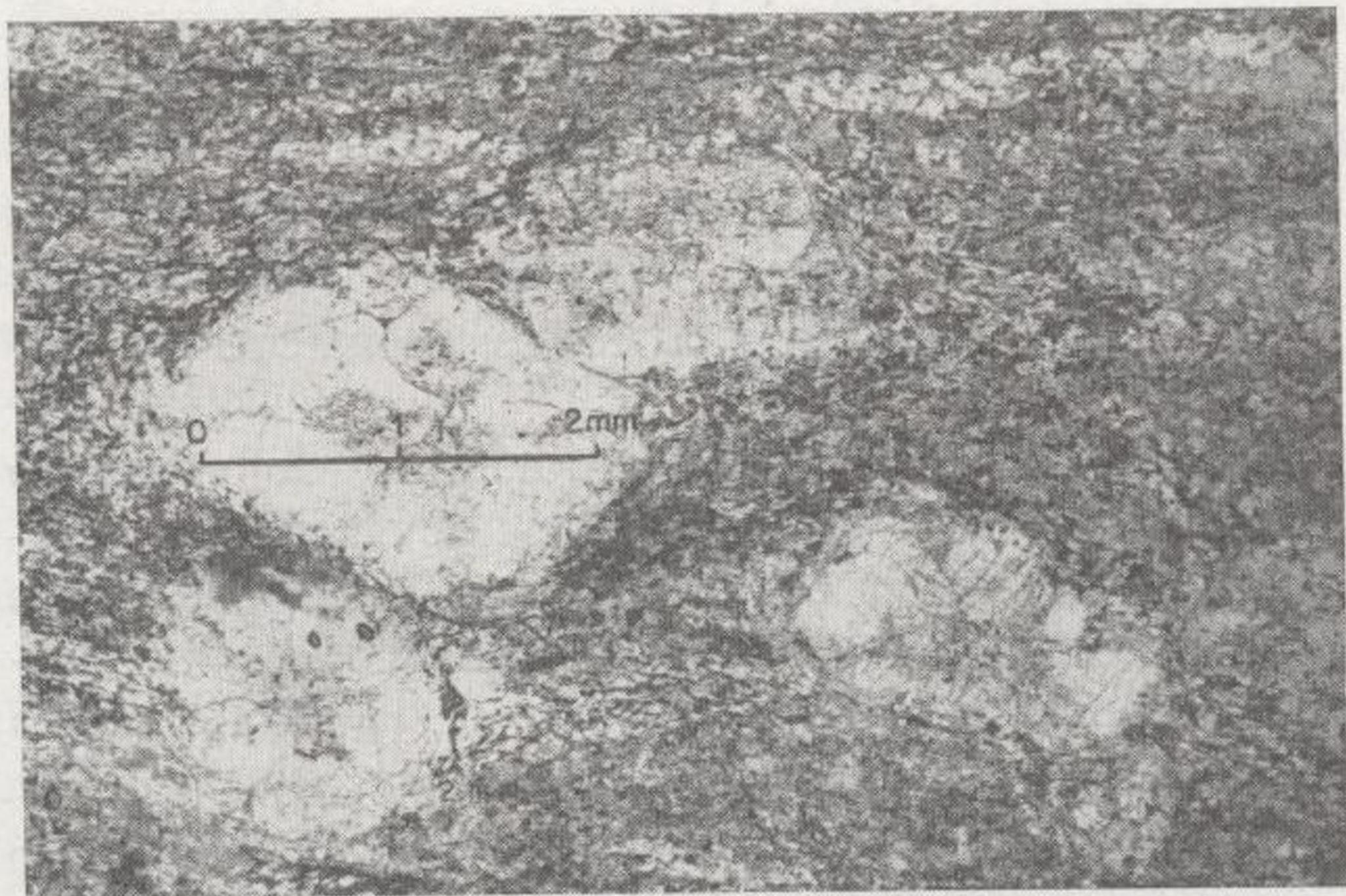


Foto 3.—Microfotografía de una corneana pelítica con porfidoblastos de andalucita.

La sustitución de pentlandita por siegenita

por J. SIERRA LOPEZ (*) y A. DE VERGARA SCHULZE (*)

RESUMEN

Se estudia en este trabajo el proceso de sustitución de pentlandita por siegenita, estableciendo las variaciones de composición con la microsonda electrónica de Castaing y las de volumen por un procedimiento gráfico.

Se concluye que la sustitución de pentlandita por siegenita en los casos estudiados puede tener lugar con contenido de S constante, pérdida de un 15,1 % de metal y reducción de volumen del orden de 16 %.

ABSTRACT

This work deals with the process of replacement of pentlandite by siegenite establishing the variations of composition with electron probe analysis and the one of volume by a graphic way.

It is inferred that the replacement of pentlandite by siegenite in the studied cases may take place with a constant sulphur content, loss of metal of about 15,1 % and volume contraction of about 16 %.

I. INTRODUCCIÓN

En el curso de la investigación de las asociaciones minerales del yacimiento de magnetitas titaníferas de Agracha, se pudo observar que en la paragénesis sulfurada acompañante se producía una sustitución de pentlandita por siegenita, con desarrollo de microfisuras aparentemente debidas a una contracción de volumen, estudiándose las reacciones de sustitución posible que podían dar lugar a este fenómeno. En este trabajo se evalúa la contracción por un procedimiento gráfico y se extiende el estudio a otras muestras de Rodesia, amablemente cedidas por el doctor Millman, de la Royal School of Mines de Londres.

Las determinaciones con la microsonda fueron realizadas en el Royal School of Mines de Londres, y los estudios gráficos y los de la muestra de Rodesia en la E. N. Adaro de Madrid.

(*) E. N. «Adaro», de Investigaciones Mineras.

II. CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DE LA PENTLANDITA Y SIEGENITA E INTERPRETACIÓN DE SU INTERCRECIMIENTO

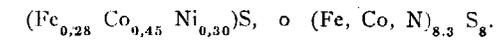
La pentlandita es de color amarillo crema observada con luz reflejada. Aunque es posible confundirla con la pirrotina, se distingue de ésta por ser más amarilla y tener más luminosidad. Bajo nícoles cruzados el mineral es isótropo.

Frecuentemente aparece asociada con pirrotina, bien como intercrecimientos orientados alargados, o bien como granos periféricos de perfil irregular y a menudo con contornos llameados. Asimismo son frecuentes los intercrecimientos con siegenita, objeto del presente estudio.

El análisis de la pentlandita de Agracha, realizado mediante la microsonda de Castaing, ha dado como resultado la siguiente composición:

Fe	...	15,7 %
Co	...	27,4 %
Ni	...	18,2 %
S	...	33,8 %

Según estos valores, la fórmula puede ser interpretada como:



pre, o casi siempre, se presenta algún contenido de Co. La pentlandita de Agracha debe ser clasificada con pentlandita cobaltinífera.

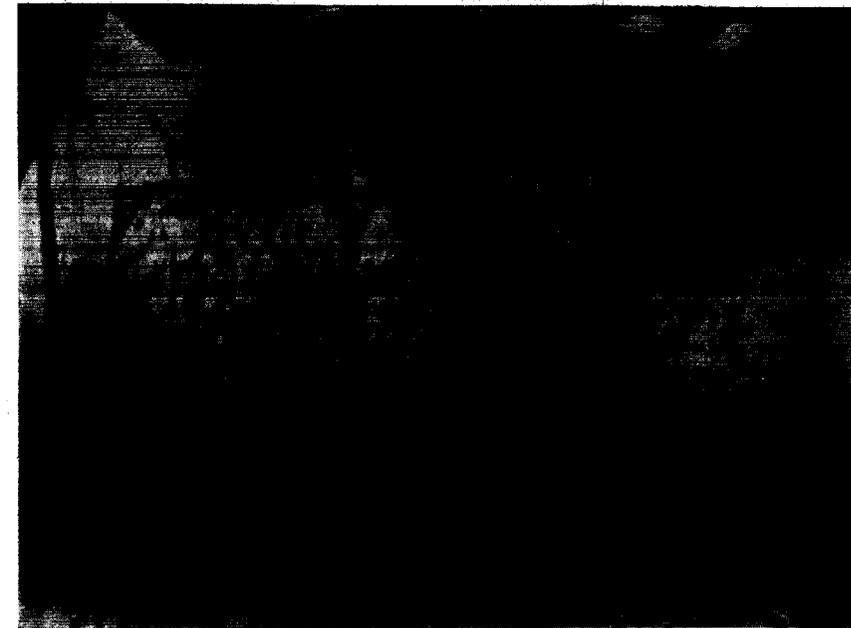


Foto núm. 1 a.

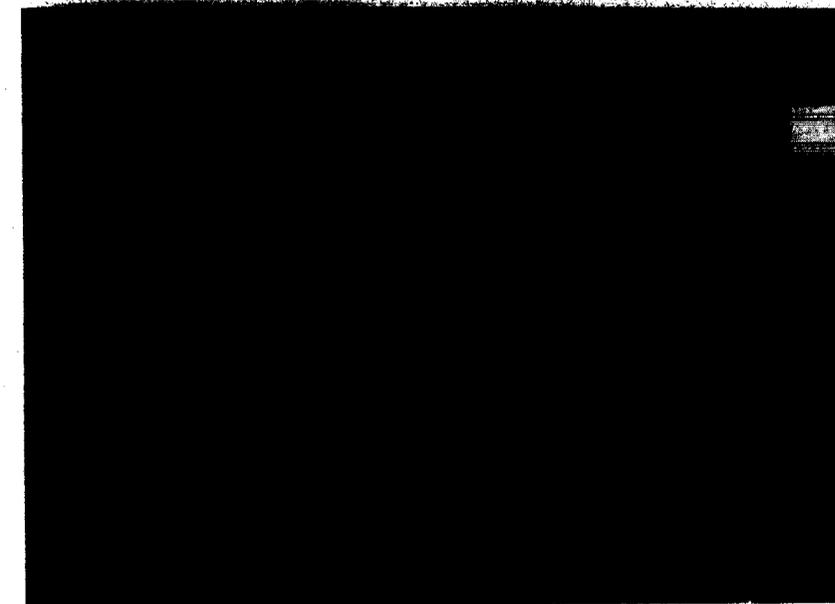


Foto núm. 1 b.

La mayoría de las pentlanditas descritas en la literatura son pentlanditas níquelíferas, con fórmulas muy próximas a $(\text{Fe, Ni})_8\text{S}_8$, aunque siem-

pre, o casi siempre, se presenta algún contenido de Co. Los ensayos de microdureza realizados con la pentlandita de Agracha han demostrado que en este caso los valores obtenidos son superiores a



Foto n.ºm. 1 a.

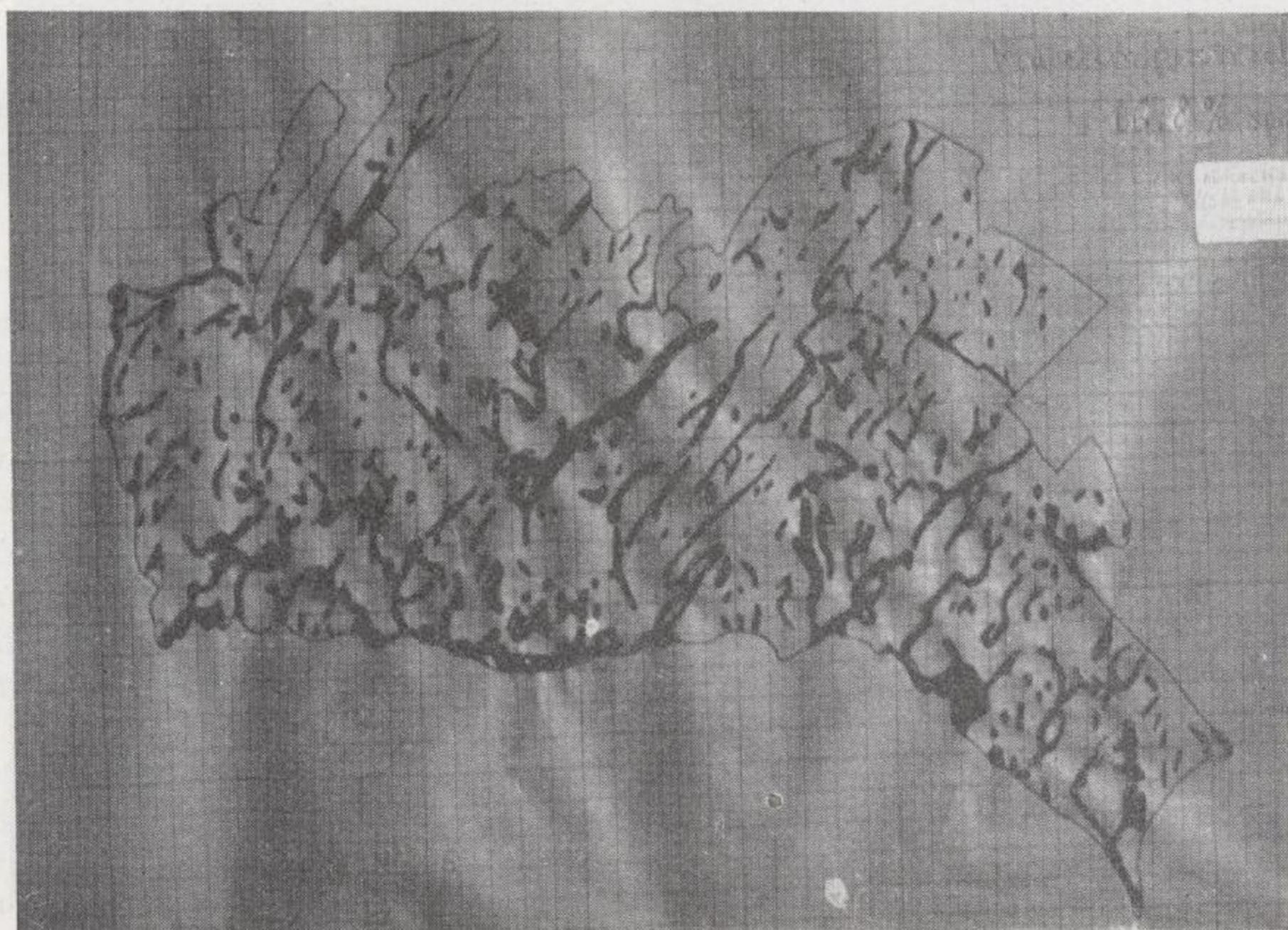


Foto n.ºm. 1 b.

los valores standard, comprobándose al mismo tiempo que los valores de la microdureza aumentan con el contenido de Co.

Es difícil dar un color determinado para la siegenita, entre otras cosas por el pequeño tamaño (145 μ × 50 μ) de los granos de este mineral;



Foto núm. 2 a.

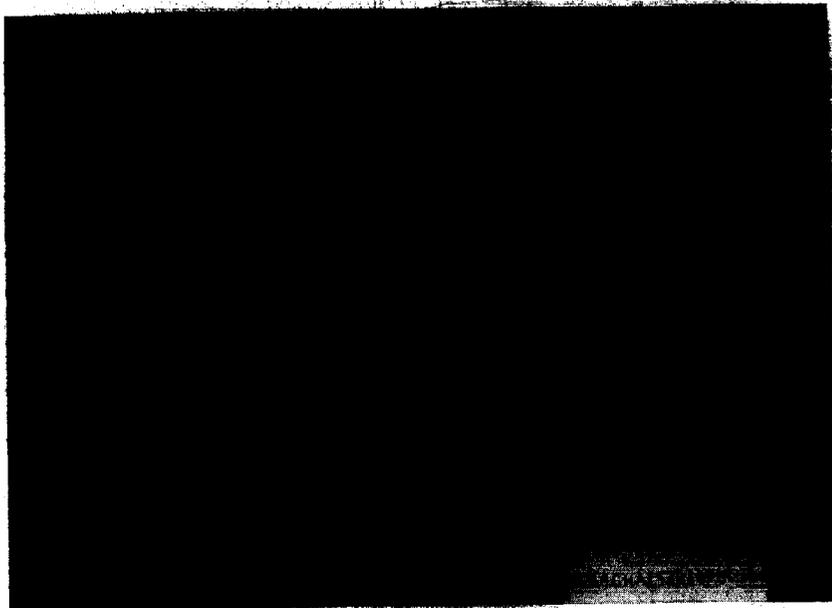


Foto núm. 2 b.

También se ha comprobado el aumento de la reflectividad para la pentlandita cobaltinífera, en comparación con los valores standard de la pentlandita níquelífera.

vamos, por tanto, a dar su color por comparación con los adyacentes. Observados con luz reflejada blanca y en el aire como medio, los colores son:

En comparación con la pentlandita Violeta.
 » » » » pirrotina... .. Blanco rosado.
 » » » » pirita... .. Marrón crema

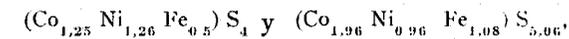
Observada bajo nicoles cruzados, la siegenita es isótropa.

Normalmente se presenta como intercrecimientos en la pentlandita o en la pirrotina. Un rasgo característico de la siegenita es la presencia de abundantes microfracturas de distribución irregular.

Los análisis realizados con la microsonda han dado las siguientes composiciones para dos muestras distintas:

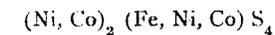
Co %	Ni %	Fe %	S %	Total %
23,4	23,9	10,7	41,5	99,5
26,6	13,1	13,9	37,5	91,1

los cuales corresponden a las fórmulas siguientes:



respectivamente .

La verdadera fórmula estructural de la siegenita puede ser expresada como



en donde vemos que el contenido de Fe nunca es superior a 1/3 del contenido total atómico de metales.

El análisis de la segunda muestra presenta una anomalía grande en el contenido de Ni, Fe y S, así como en el contenido total; esto puede ser explicado en relación con el proceso analítico de la microsonda, bien por la presencia de oquedades sub-microscópicas, o bien por un volumen no homogéneo, fácilmente explicable por el tipo de intercrecimiento muy fino con la pentlandita.

En comparación con la pentlandita, la reflectividad de la siegenita es menor, y la microdureza es, en cambio, mayor.

La fuerte corrosión de los márgenes entre la pentlandita y la siegenita y el progresivo cambio de pentlandita inalterada a granos enteramente compuestos de siegenita con clara pseudomorfosis de las estructuras anteriores de la pentlandita, son pruebas obvias de un origen metasomático. La sustitución comienza a partir de los límites del grano de pentlandita, progresando posteriormente hacia el núcleo. En las exoluciones de pentlandita orientadas, la sustitución se realiza preferentemente a partir de los núcleos, progresando hacia los límites. Esta siegenita metasomática contiene numerosas microfracturas, y cuando la

sustitución de la pentlandita es completa, la siegenita hereda la morfología de la pentlandita, consistiendo la única diferencia en que el contacto con la pirrotina es ahora a lo largo de las fracturas producidas, como veremos, por la contracción.

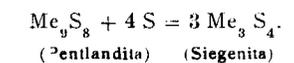
III. REACCIONES DE SUSTITUCIÓN Y CAMBIOS DE VOLUMEN POSIBLES

En la sustitución de la pentlandita por la siegenita se ha comprobado claramente una variación de volumen por contracción, probada por la aparición de las abundantes microfracturas, según vemos en la foto 1 a y siguientes.

Considerando el peso específico de la siegenita $(Fe, Ni, Co)_3 S_4$ de 4,83, y el de pentlandita $(Fe, Ni, Co)_3 S_8$ de 4,96, vemos que son muy similares, y eso a causa de la muy pequeña diferencia entre los pesos atómicos del Ni (58,71) y Co (58,94) con el Fe (55,85), lo cual hace que las relativas proporciones de estos elementos no ejerza una influencia significativa en el peso específico. Se puede concluir que la relación entre las fórmulas unitarias de volumen de la pentlandita y la siegenita es aproximadamente equivalente a la relación entre las fórmulas unitarias de peso de los mismos minerales. La relación para los minerales de Agracha es 2,42. En otras palabras, la fórmula unitaria de volumen de la pentlandita es alrededor de 2,42 veces la fórmula unitaria de volumen de la siegenita.

Vamos ahora a establecer las reacciones de sustitución entre la pentlandita y la siegenita por los tres mecanismos posibles siguientes:

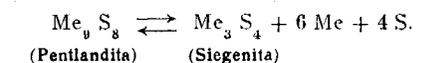
1) Manteniéndose el contenido de metal constante y adición de S:



Esta reacción produce un aumento de volumen de:

$$\frac{3 - 2,42}{2,42} \sim \frac{1}{5} \text{ más de un } 20 \%$$

2) Por pérdida de metal y S:



Esta reacción produce una disminución de volumen por contracción de:

$$\frac{2,42 - 1}{2,42} = \frac{3}{5} \text{ casi un } 60 \%$$

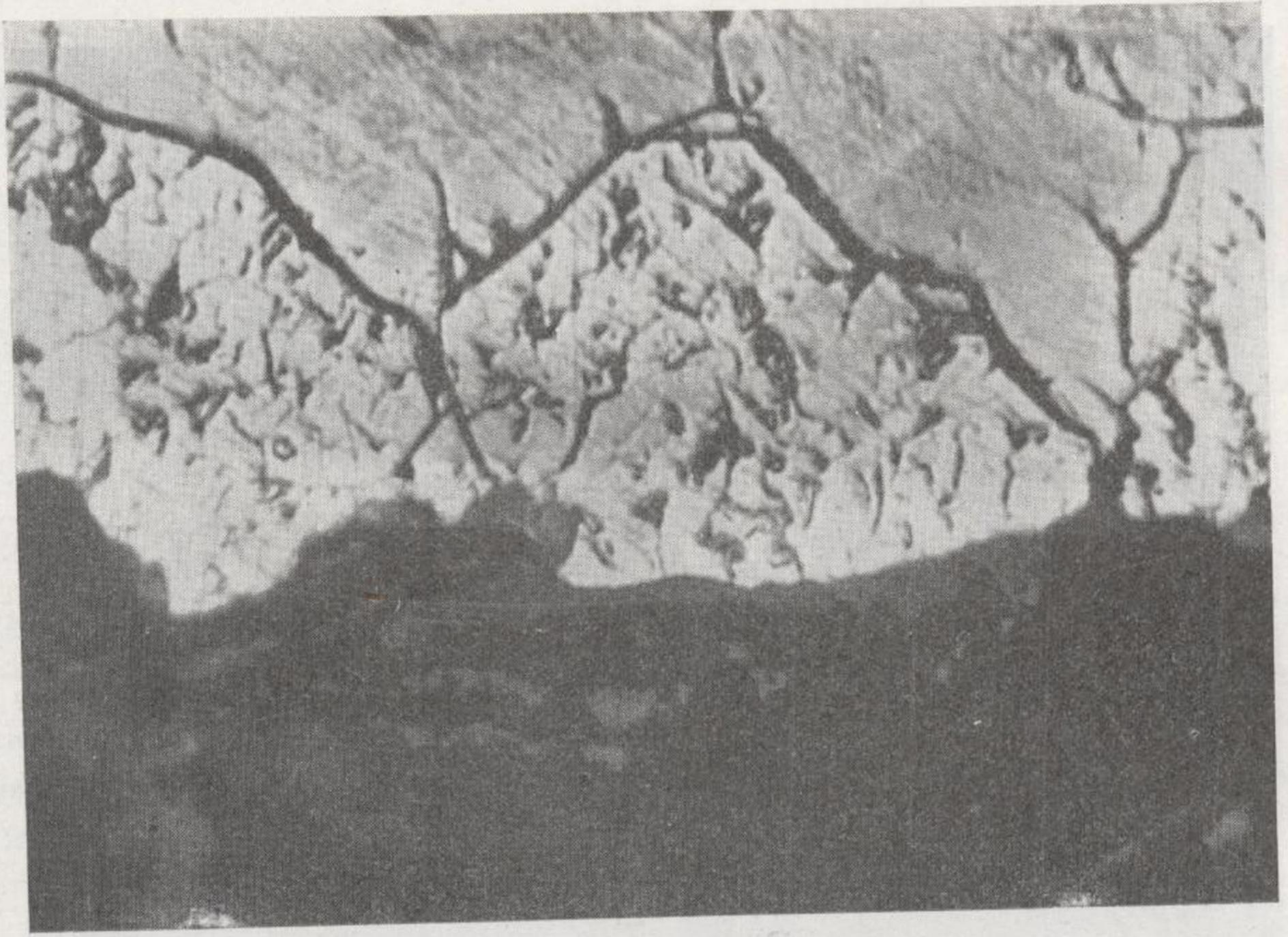


Foto núm. 2 a.

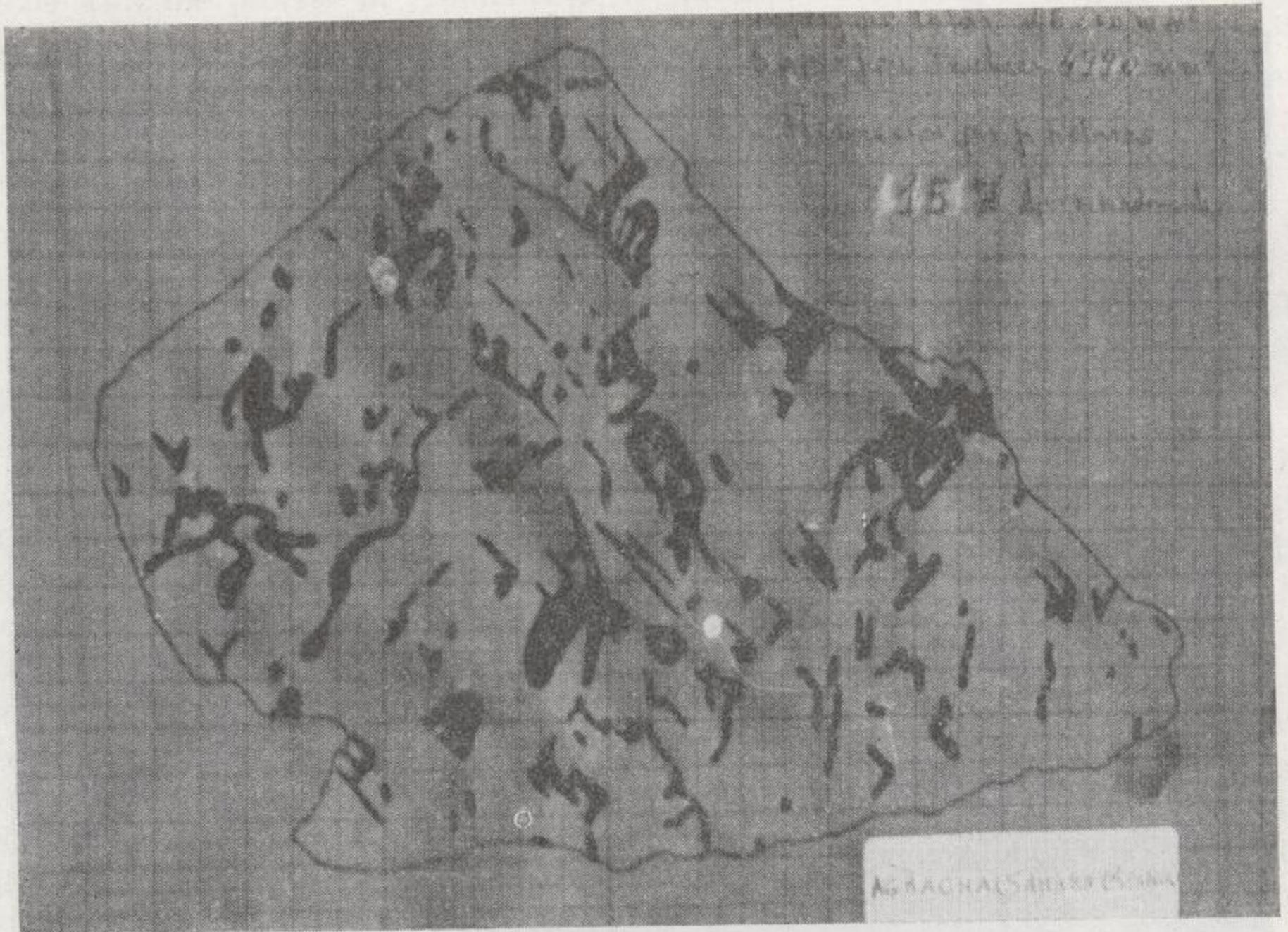
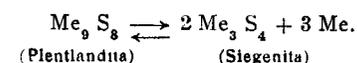


Foto núm. 2 b.

3) Manteniendo el contenido de S constante y perdiendo metal:



$\frac{2,42 - 2}{2,42} \frac{1}{6}$ es decir, un 17 % aproximadamente.

es la disminución de volumen teórico, que muestra este último caso. En esta tercera reacción el

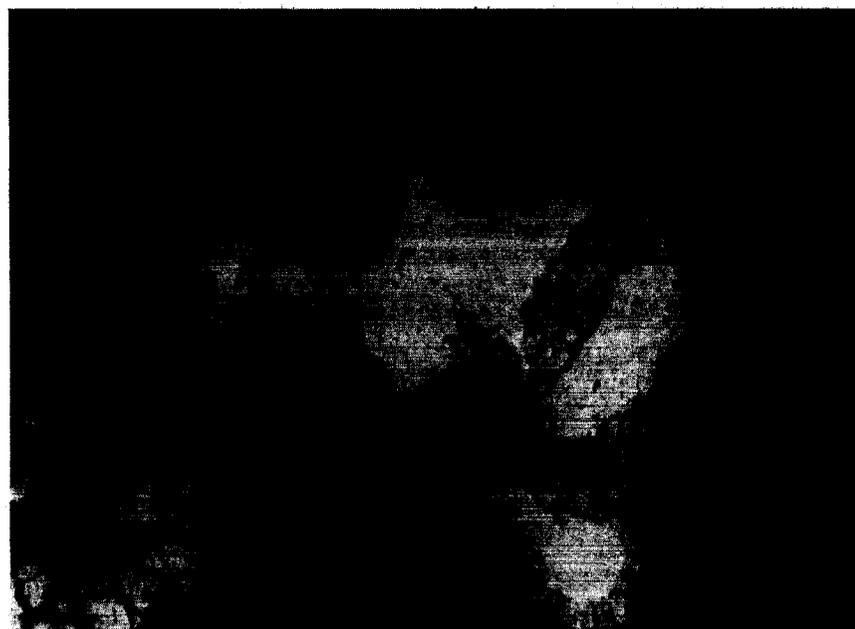


Foto núm. 3 a.

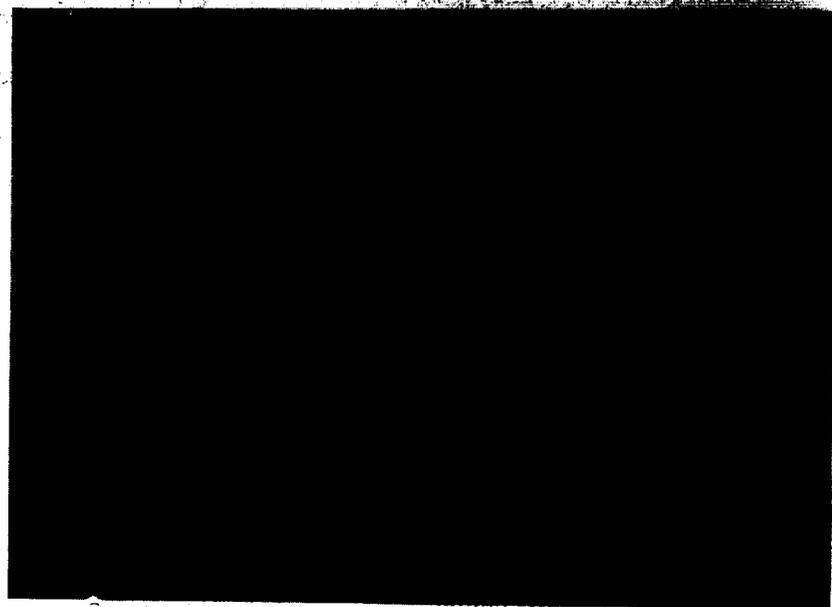


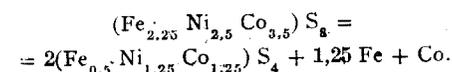
Foto núm. 3 b.

En esta reacción se produce también una disminución de volumen por contracción, que viene dada por

volumen final que ocupa la siegenita metasomática es un 83 % aproximadamente del que ocupaba la pentlandita primaria. Esta posibilidad es

la que creemos ha tenido lugar para la sustitución habida en el mineral de Agracha, así como en una muestra procedente de Rodesia facilitada por A. F. Millman, como pretendemos demostrar gráficamente en el siguiente apartado.

En este caso la reacción que se ha verificado es la siguiente:



Así el Fe y el Co serían expulsados por los fluidos hidrotermales hacia los poros o fracturas.

fracturas y la obtención del tanto por ciento correspondiente.

Para poder realizar estas medidas se realizaron las fotos correspondientes con aumentos de 180, 500 y 1.000 en un Fanphot Leitz, utilizándose placas de 9 x 12. De los clichés obtenidos se sacaron fotos ampliadas cinco veces, siendo éstas el material de trabajo; es decir, se trabajó sobre unas ampliaciones de 900, 2.500 y 5.000, respectivamente. A estas fotos se les superpuso papel milimetrado transparente y sobre éste se marcaron los contornos de los granos de siegenita y las fracturas con lápiz negro; posteriormente se pro-

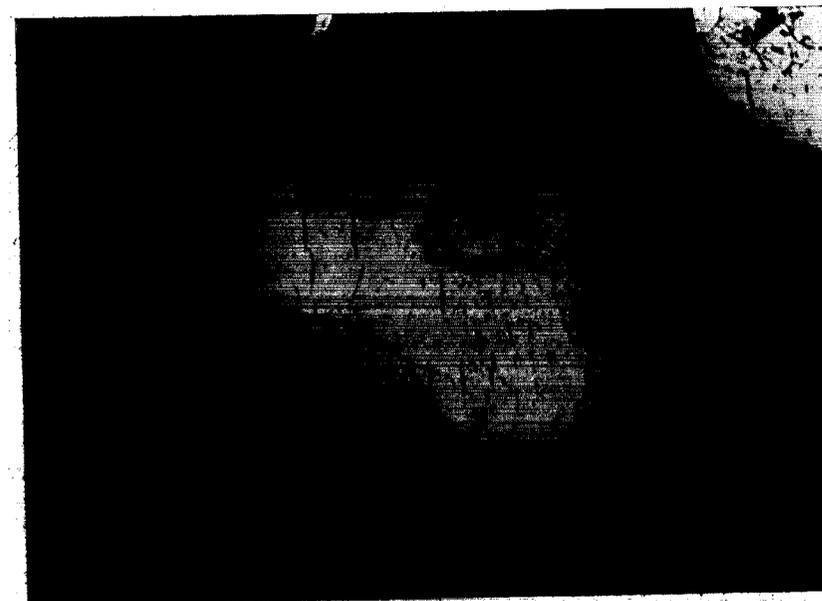


Foto núm. 4 a.

Es interesante notar aquí cómo Kuovo en 1959 obtuvo siegenita a partir de pentlandita colbaltinifera, calentándola en aire a 350° C, veinte veces en dos minutos.

Según se desprende de las investigaciones de Agracha, por encima de la profundidad de 70 metros la sustitución de pentlandita por siegenita es completa, por debajo de esta profundidad la sustitución decrece y la pentlandita inalterada comienza a aparecer en áreas inferiores a los 125 metros.

IV. DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL CAMBIO DE VOLUMEN

La determinación gráfica se realizó por el procedimiento de medida de superficies: la superficie total del grano de siegenita, la superficie de

cedió a un meticuloso recuento de los mm² ocupados por el grano completo y por las fracturas. Este papel milimetrado fue luego pasado a tinta china y fotografiado después, obteniéndose los resultados que presentamos.

Dada la densidad de determinaciones de superficie y la variabilidad de orientaciones de las microfracturas se partió del supuesto estadístico de que la medida de dos dimensiones, es decir, de la superficie en el plano de observación, resulta proporcional al volumen; supuesto que es admisible por cuanto tal plano elegido al azar cortará a las microfisuras, dada la abundancia de éstas, en todas las secciones posibles.

Pasaremos ahora revista a los ejemplos que presentamos, que corresponden dos al mineral de Agracha (Sahara español), y dos al mineral procedente de Rodesia, mencionado anteriormente.



Foto núm. 3 a.



Foto núm. 3 b.

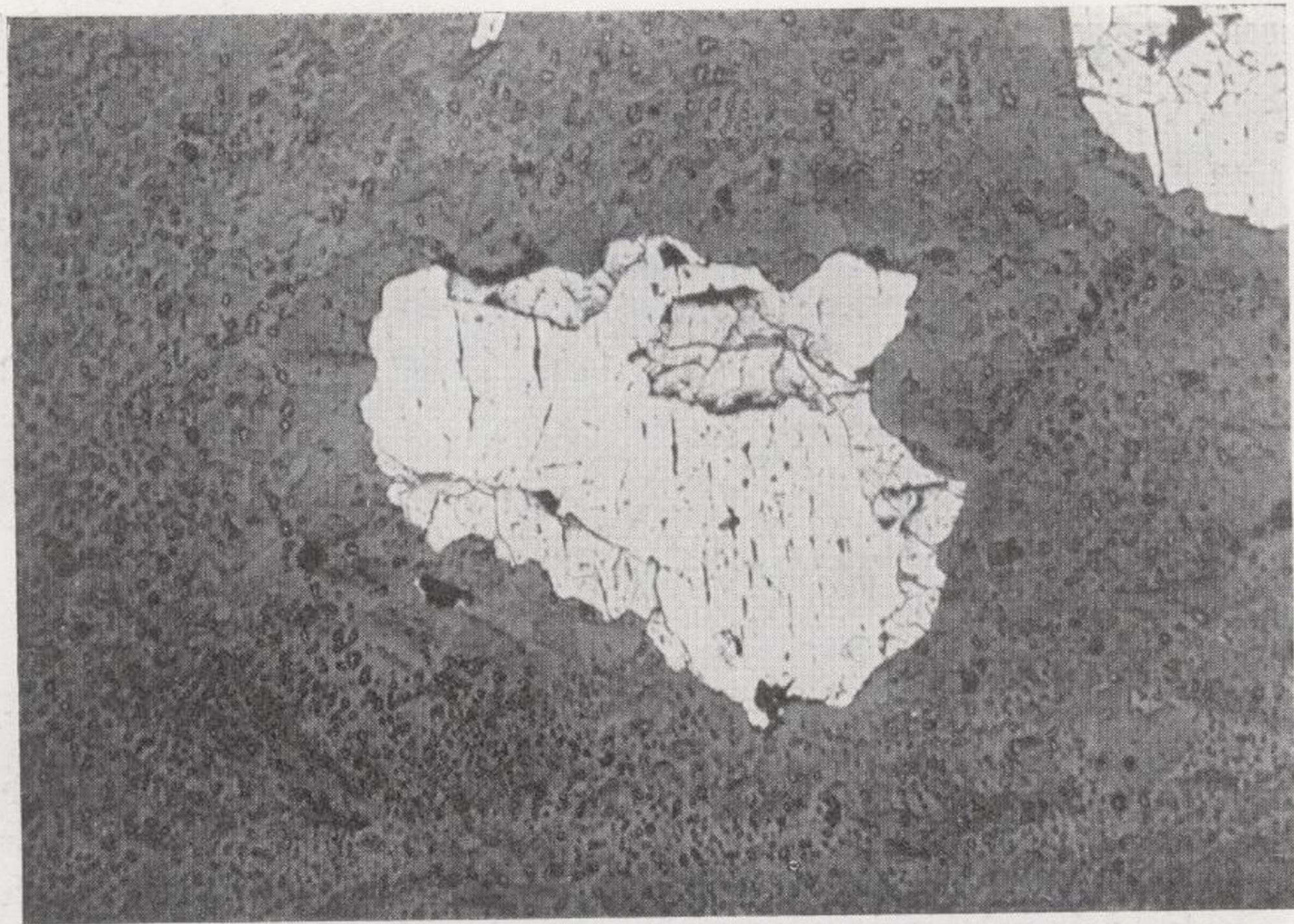


Foto núm. 4 a.

Foto núm. 1 a.—Realizada con objetivo 45:1, 500 aumentos, con nicoles //, filtro verde y 4" de exposición.

Foto núm. 1 b.—Correspondiente al estudio gráfico del grano de siegenita de la foto anterior, donde se ha determinado una superficie total del grano de 41.900 mm² y una superficie ocupada por las fracturas de 7.079 mm²; por lo tanto, obtenemos una reducción de volumen de las microfracturas de un 16,8 % aproximadamente.

Foto núm. 2 b.—Realizada con objetivo de inmersión en aceite 8:1, 1.000 aumentos, con nicoles //, filtro verde y 6" de exposición.

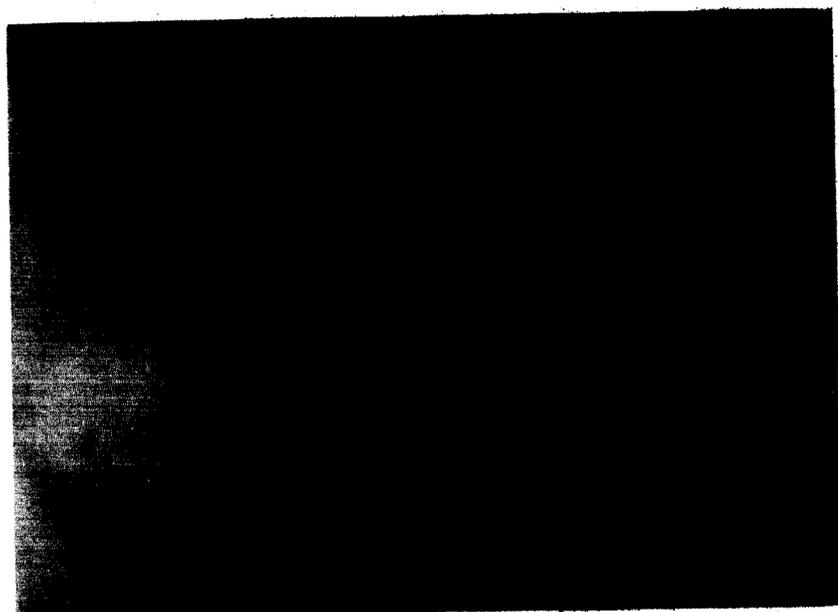


Foto núm. 4 b.

Foto núm. 2 b.—Representación gráfica de la anterior, con una superficie total aproximada de 26.600 mm² y una superficie de fracturas de 4.990 mm², y por tanto con una reducción, también aproximada, del 15 %.

Los dos ejemplos anteriores corresponden al mineral de Agracha. Hay que hacer notar el que las medidas realizadas, tanto en estos casos como en los de la muestra de Rodesia, lo fueron antes de pasar los dibujos a tinta china, lo cual se ajustaba más a la realidad, debido a que al pasar a tinta, las superficies de las microfracturas podían ser mayores, como así ha ocurrido, por errores inevitables de dibujo.

Foto núm. 3 a.—Realizada con objetivo 16,5:1, 180 aumentos, con nicoles //, filtro verde y 4" de expansión (Rodesia).

Foto núm. 3 b.—En esta foto hemos señalado la pentlandita inalterada con la letra P. La superficie total de pentlandita más siegenita es de 44.900 mm², la superficie de la siegenita es de 21.100 mm², con una superficie de fracturas de 3.443 mm², siendo por tanto la reducción aproximada de la superficie de un 16,3 %.

Foto núm. 4 a.—Está tomada con las mismas características que la 3 a (Rodesia).

Foto núm. 4 b.—La parte estudiada gráficamente corresponde al grano de siegenita que se encuentra en el borde inferior izquierdo de la foto anterior. Aquí la superficie total fue de 12.150

mm² y la de fracturas de 1.891 mm², por tanto experimentó una reducción aproximada del 16 %.

En resumen, vemos que tanto en el mineral de Agracha como en el de Rodesia la sustitución de la pentlandita por la siegenita viene acompañada de una reducción aproximada en el volumen, de un 16 %, lo cual concuerda muy estrechamente con la hipótesis de reacción química examinada en tercer lugar en el epígrafe III.

V. CONCLUSIONES

Por consiguiente, podemos concluir que la sustitución de pentlandita por siegenita en los casos estudiados puede tener lugar con contenido de S constante, pérdida de un 15,1 % de metal y reducción de volumen del orden del 16 %.

No se trata, por consiguiente, de una sustitución «volumen por volumen» tan frecuentemente invocada en el metasomatismo, sino que el condicionamiento de la sustitución es fundamentalmente químico y el cambio de volumen es un efecto normal de él.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) DANA, 1946. *System of Mineralogy*.
- (2) KOUVO, O. 1963. Long, J. V. P. (Manuscrit).
- (3) RHODEN, H. N. 1959. «Min. Mag.», vol. 32, N. 45, pp. 128-139.
- (4) SIERRA, J. Junio 1963. *Metallogenesis of oxides and sulphides in a magmatic series of rocks*. D. I. C. Thesis Royal School of Mines Imperial College of Science and Technology. Londres.
- (5) SIERRA, J. Octubre 1964. *Modernas técnicas en la investigación minera: La microsonda de Cas:ing en el estudio de los criaderos de Agracha (Sahara español) y Rodalquilar (Almería)*. Trabajo presentado a las II Jornadas N. Minero-Metalúrgicas, Sevilla.

Recibido: 3-VIII-1967.

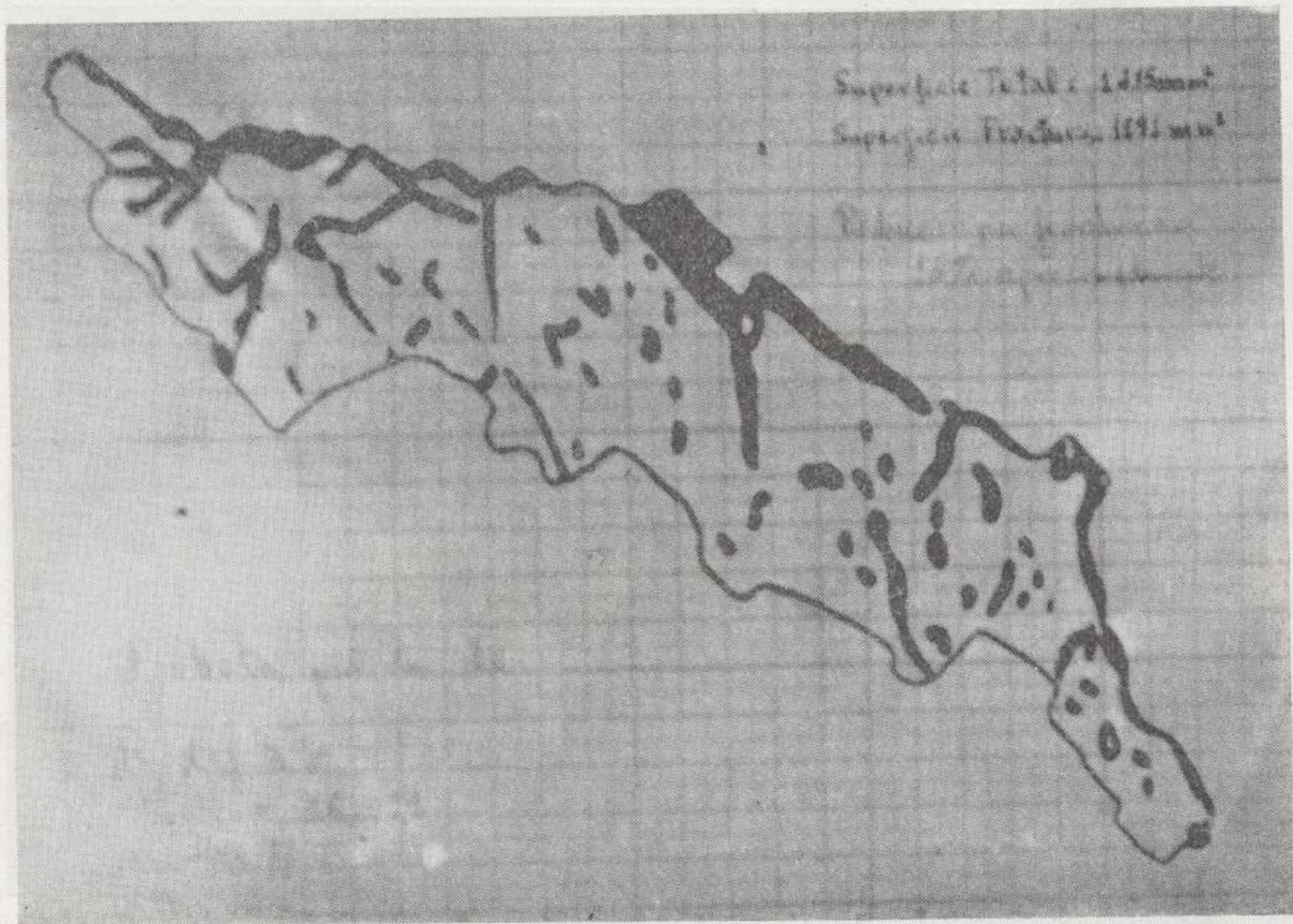


Foto núm. 4 b.

Presencia de idaíta y enargita-luzonita en la mina de uranio y cobre «La Virgen», Andújar (Jaén)

por M. MARTIN CALVO (*)

RESUMEN

En la zona de cementación del filón cupro-uranífero «La Virgen» se ha localizado idaíta y un sulfo-arseniuro de cobre que hemos clasificado como enargita-luzonita. Se han formado en la fase supergénica a partir de soluciones descendentes. Calcopirita, también supergénica, se asocia íntimamente a la idaíta.

Se describen los caracteres microscópicos, y se completan con las curvas sobre la dispersión de la reflectividad de ambos minerales, y el análisis químico cualitativo de la enargita-luzonita realizado con la microsonda electrónica.

SUMMARY

In the zone of supergene sulphide enrichment of the cupro-uraniferous vein «La Virgen», is located idaite and a copper sulphide arsenide which we have classified as enargite-luzonite. Both ore minerals have been formed in the supergene phase coming from descending solutions.

There is also supergene chalcopyrite internally associated to idaite.

The microscopic description is completed by a study on reflectivity dispersion of both minerals, and by the qualitative chemist analysis of the enargite-luzonite realized with the electron probe microanalyser.

INTRODUCCIÓN

El filón cupro-uranífero «La Virgen» ha sido ampliamente estudiado por Mingarro, E. (1958-1966); Arribas, A. (1963) y Arteaga, R. (1964), por lo que en esta nota tan sólo se reseñan la presencia, análisis y algunos aspectos genéticos de dos nuevos sulfuros supergénicos posteriormente localizados: idaíta y un sulfo-arseniuro de cobre que expresa-

(*) Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al grupo de Metalografía del Servicio de Mineralogía del C. E. A. (Francia), y a los grupos de Metalografía y de la Microsonda Electrónica del B. R. G. M. (Francia), por las facilidades que nos ofrecieron en la realización de los análisis básicos de estos minerales, durante nuestra estancia en dichos Organismos.

(*) Publicado con permiso de la Junta de Energía Nuclear.

mos como enargita-luzonita, dada la imposibilidad de saber con certidumbre a cuál de los dos minerales corresponde.

Hacemos notar que, al parecer, según comunicación verbal de R. Arteaga, la idaíta había sido ya descubierta por J. Geffroy y A. Arribas juntamente en otra muestra del yacimiento, pero que nosotros sepamos, no se ha hecho ningún estudio a este respecto.

Ambos minerales aparecen en granos no observables macroscópicamente. Al microscopio y en sección pulida se presenta en placas xenomorfas muy pequeñas y no muy abundantes.

IDAÍTA

La idaíta, con nicols paralelos, tiene un color rojo anaranjado, que pudiera confundirse con bornita, mineral abundante en la mina «La Virgen»,

pero con nicols cruzados la idaíta es altamente anisótropa en verde intenso a 45° de la posición de extinción, lo cual es característico, frente a la isotropía más o menos perfecta de la bornita. Vénulas y gránulos de calcopirita, formando una especie de retículo, se asocian íntimamente a la idaíta. Los dos aparecen, en general, bordeados o surcados por covelina de reemplazamiento (fig. 1).



Fig. 1.—Sección pulida. Nicols paralelos $\times 540$. Placa de idaíta (gris claro) surcada por venillas de calcopirita (blanco); ambos reemplazados por covelina (gris oscuro)

Se han trazado las curvas de la reflectividad en %, en función de la longitud de onda, empleando un monocromador. Los valores correspondientes a las dos reflectividades principales se han representado gráficamente en la fig. 2, A-R₁, A-R₂. Hay que hacer notar que en las medidas efectuadas sobre la idaíta ha sido imposible liberarse totalmente del influjo de la calcopirita asociada, lo cual hay que tener en cuenta a la hora de valorar los resultados. Estas curvas, por ejemplo, varían un poco de las obtenidas por C. Levy (1966) sobre muestras de idaíta pura procedente de otros yacimientos, en las que vemos que las dos curvas se cruzan para un valor de λ comprendido entre 5500 — 6000 Å. Por eso también varía un poco la dispersión de la birreflectancia reflejada en nuestras curvas y en las obtenidas por C. Levy.

En cuanto a la génesis, la idaíta figura normalmente en la literatura (Ramdohr, 1960; Schouten, 1962) como una transformación supergénica de

bornita; es muy probable ocurra lo mismo en la mina «La Virgen», aun cuando en las placas de idaíta no queden restos de bornita. Ahora bien, en este caso se ha formado al mismo tiempo calcopirita, que aquí evidentemente es secundaria, como se deduce de la simple observación de la fig. 1, y, por tanto, genéticamente distinta de la calcopirita hipogénica tan abundante en el yacimiento. Se tendría, por tanto, el siguiente proceso de reemplazamiento:

Bornita - idaíta y calcopirita - covelina

ENARGITA - LUZONITA

Sobre una de las placas de la sección pulida, concretamente sobre la que se representa en la figura 4, C, se hizo el análisis químico cualitativo con el microanalizador de sonda electrónica; los resultados gráficos obtenidos se han representado en la fig. 3. Puede verse que se trata de un sulfo-arseniuro de cobre muy puro; prácticamente sólo contiene trazas de hierro, que pueden estimarse en 0,5 por 100. El níquel que aparece se debe a que ha

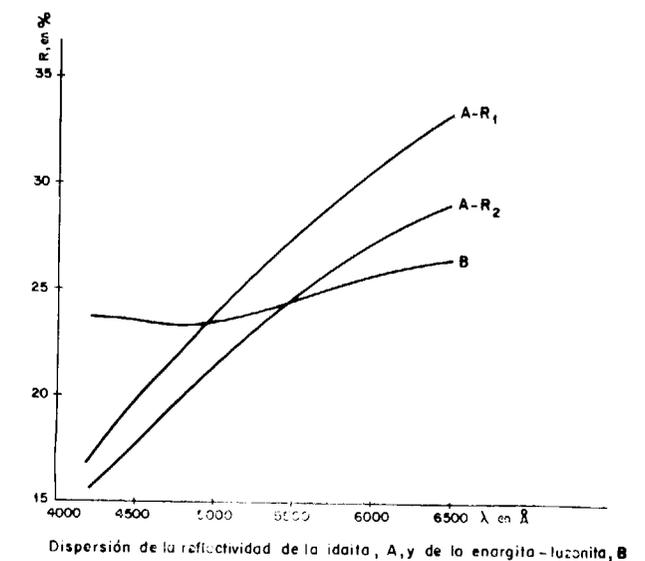


Fig. 2.

sido el elemento empleado en la metalización previa de la muestra antes de analizarla. Por la composición química, y por las propiedades físicas y ópticas, no hay duda de que se trata de enargita o luzonita; pero resulta imposible discernir si es uno u otro mineral. Químicamente, ambos minerales son semejantes; varían las propiedades estructurales, pero dada su presentación en placas muy



Fig. 1.—Sección pulida. Nícoles paralelos $\times 540$. Placa de idaíta (gris claro) surcada por venillas de calcopirita (blanco); ambos reemplazados por covelina (gris oscuro)

queñas y escasas, no han resultado fructíferos los intentos de hacer microextracciones para su estudio por diagramas de Debye Scherrer.

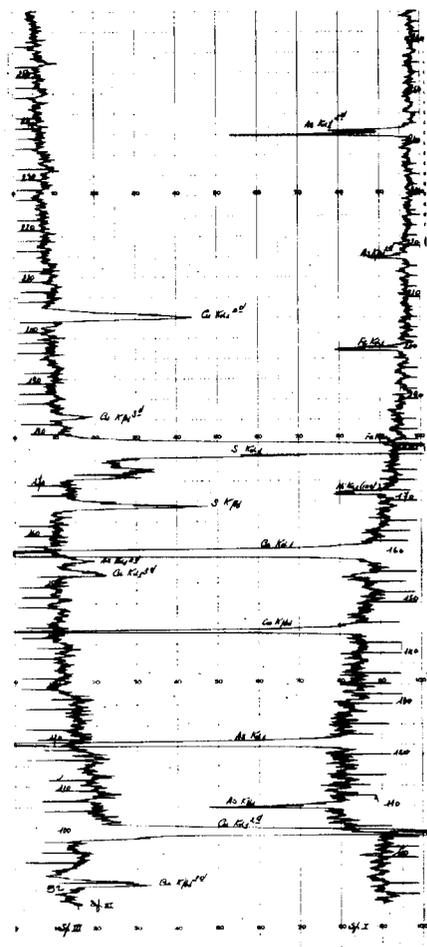


Fig. 3. Enargita-Luzonita. Análisis cualitativo. Fotografía del espectro de emisión X, obtenido con la microsonda electrónica.

Al microscopio, el mineral presenta un color gris crema algo rosáceo; en general adopta una posición intersticial, con frecuencia bordeando a la covelina, sin llegar a reemplazarla (fig. 4). Aparece en forma micro-cristalina y subcoloidal, por lo que es muy poco anisótropo; al contrario de las enargitas o luzonitas claramente cristalinas de otros yacimientos, que siempre ofrecen alta anisotropía con fuertes colores. Por eso tampoco puede deducirse la presencia o no de maclas polisintéticas, características de la luzonita.

Los resultados sobre la reflectividad, se exponen gráficamente en la fig. 2-B. Se han hecho varias medidas, reflejando únicamente el valor absoluto

medio, dada la imposibilidad de seleccionar placas monocristalinas que permitieran valorar las dos reflectividades características correspondientes a una distinta orientación. Esto ha impedido igualmente determinar el carácter axial por la medida del poder reflector, por lo que hubiera podido asegurarse si se trataba de luzonita (uniáxico) o enargita (biáxico).



Fig. 4.—Sección pulida. Nicoles paralelos $\times 200$. A = calcopirita; B = covelina; C = enargita-luzonita

Genéticamente, en la mayoría de los criaderos, se supone que ambos sulfuros se han formado por procesos mineralizantes ascendentes (Ramdohr, 1960); pero en la mina «La Virgen» es evidente que la enargita-luzonita se ha originado a partir de soluciones descendentes. Al microscopio puede observarse claramente se trata de un sulfuro supergénico, que se ha depositado con posterioridad a la formación principal de covelina, mineral típico de cementación en esta mina. En cuanto al arsénico, parece lógico suponer, proceda por concentrado, durante los procesos de oxidación y cementación, del contenido en la red de los sulfuros hipogénicos existentes en la mina, dada la facilidad con que dicho elemento puede sustituir al azufre en minerales de este tipo (Goldschmidt, 1954). Hacemos esta hipótesis aún sin haber hecho análisis del contenido en arsénico de la pirita, calcopirita y horrita primarias.

CONCLUSIÓN

Nos ha parecido interesante dar a la publicidad la presencia en la mina «La Virgen», de dos minerales no frecuentes entre las menas españolas, y

señalar el origen descendente de la enargita-luzonita, carácter un tanto raro dentro de la metalogenia de los sulfo-arseniuros de cobre. Al mismo tiempo se hace observar la existencia de calcopirita secundaria formada en la fase supergénica.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, A.: *Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de uranio. «La Virgen». Andújar (Jaén). «Estudios Geológicos»*. Vol. XIX, págs. 15-31 (1963).
- ARTEAGA, R.: *Las mineralizaciones uraníferas de la zona Cardena-Santuario*. Informe interior J. E. N. (1964)
- GOLDSCHMIDT, V. M.: *Geochemistry*. «Clarendon Press». Oxford (1954).

LEVY, C.: *Contribution a la mineralogie des sulfures de cuivre du type Cu_3S_4* . «These présentée a la Faculté des Sciences de L'Université de Paris» (1966).

MINGARRO, E.: *Mina «La Virgen», informe geológico metalogénico*. «Informe interior J. E. N.» (1958).

— *Análisis mineralógico de los residuos de tratamiento del mineral cuprífero de la mina «La Virgen»*, «Informe interior J. E. N.» (1966).

RAMDOHR, P.: *Die erzminerale und ihre verwandlungen*. «Akad. Verlag», Berlin (1960).

SCHOUTEN, C.: *Determination tables for ore microscopy* «Elsevier». Amsterdam-New York (1962).

Recibido: 13-V-69.

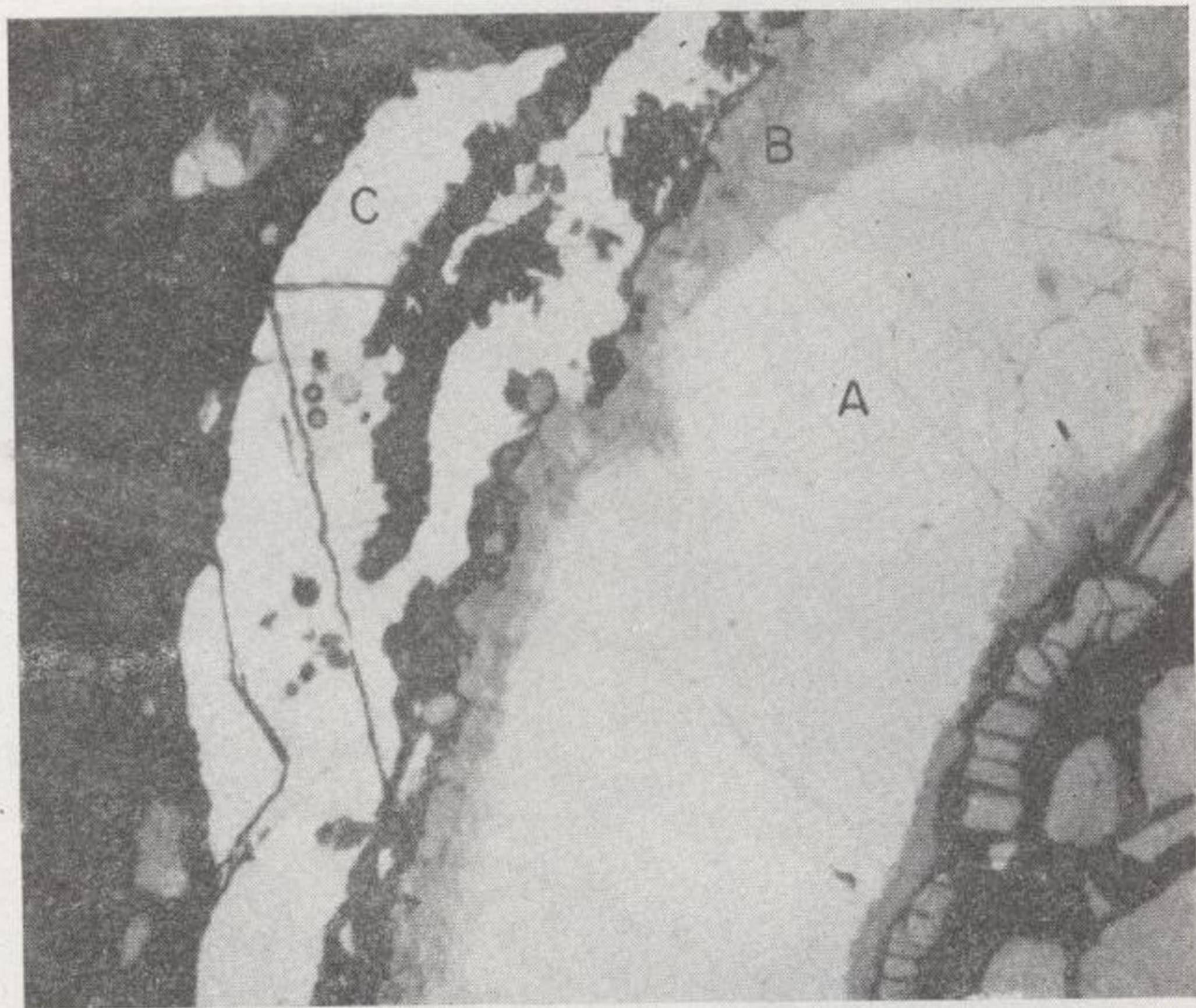


Fig. 4.—Sección pulida. Nicoles paralelos $\times 200$. A = calcopirita; B = covelina; C = enargita-luzonita.

INFORMACION

Noticias

ECONOMIA

INCREMENTO DE LA PRODUCCION DE AZUFRE EN MEXICO

La Empresa descentralizada Petróleos Mexicanos acaba de incrementar su producción de azufre en el distrito de Poza Rica, Veracruz, según fue revelado por fuentes oficiales. Inicialmente se produjeron 90 toneladas al día, posteriormente fueron aumentadas a 100, y en la actualidad se ha pasado a las 135 toneladas y se estudia la posibilidad de lograr otro aumento.

PLANTA DE ALUMINA EN COSTA RICA

La Alcoa Aluminum ha firmado hace poco un contrato con el Gobierno de Costa Rica para la construcción, en la localidad de San Isidro del General, de una planta de alumina, valorada en 60.000.000 de dólares. Por el contrato se proyectará, construirá y explotará una planta refinadora de alumina con una capacidad de producción de 400.000 toneladas métricas. La construcción comenzará al terminarse las instalaciones portuarias de Punta Uvita, en la costa del Pacífico, y una carretera de cuarenta y cinco kilómetros, que enlazará el puerto con la planta. El Gobierno contribuirá con unos 11 millones de dólares para los costos de la infraestructura. La planta deberá quedar terminada dentro de los cuatro años después de construida la infraestructura.

La Alcoa tendrá el derecho exclusivo de explotar 150 millones de dólares de bauxita seca en la zona de la concesión. Una vez alcanzado este tonelaje, Alcoa podrá explotar el 50 por 100 de cualquier depósito de bauxita que quede en la concesión, mientras el Gobierno podrá utilizar el resto.

Se cree que el proyecto rendirá unos 25 millones de dólares anuales en exportación, con un ingreso impositivo mínimo de dos millones de dólares para el gobierno costarricense.

PRODUCCION MUNDIAL DE PETROLEO CRUDO (EN MILES DE TONELADAS)

	1965	1966	1967
<i>Estados Unidos:</i>			
Oeste	44.232	48.430	52.000
Este	339.768	361.249	381.000
	384.000	409.679	433.000
<i>Países iberoamericanos:</i>			
Venezuela	181.099	175.654	184.600
Méjico	16.770	17.215	18.500
<i>Oriente Medio:</i>			
Arabia	99.596	119.456	129.800
Irán	92.375	105.885	129.800
Iraq	64.473	68.011	59.000
Kuwait	107.323	114.355	115.000
<i>Africa:</i>			
Libia	58.803	72.460	83.500
Argelia	26.025	33.258	38.250
	1.030.464	1.115.968	1.191.450
Resto mundo libre ...	202.551	228.636	246.815
U. R. S. S.	242.888	267.804	289.800
Rumania	12.571	12.825	13.100
TOTAL	1.488.474	1.625.233	1.741.165

ARGENTINA ESTUDIA UNA PLANTA DE ALUMINIO

Está en tramitación la construcción de una planta de aluminio en la localidad de Puerto Madryn, provincia de Chu

but. La represa y central hidroeléctrica estarían situadas en el río Futaleufú, en la misma provincia. La producción de la planta sería de 100.000 toneladas de lingotes de aluminio anuales. Esto excede en unas 60.000 toneladas las necesidades actuales de la Argentina, pero se tiene la esperanza de que la nueva planta atraerá a industrias que consumen aluminio, especialmente la aviación. El Gobierno, según se informa, desea que cuando menos el 51 por 100 de los costos procedan de fuentes privadas. La inversión en la represa, central hidroeléctrica y líneas de transmisión de energía, se ha evaluado en unos 60 millones de dólares.

INVESTIGACION

URANIO EN CHILE

En la región de Sierra Gorda, provincia de Antofagasta, han sido descubiertos yacimientos uraníferos, cuyo contenido de uranio es más elevado que el de otros depósitos sudamericanos.

REUNIONES CIENTIFICAS

TERCERA REUNION SOBRE GEOLOGIA DEL NO. DE LA PENINSULA IBERICA

Durante los días 1 a 7 de septiembre de 1969, se celebrará en Santiago de Compostela y Braga, la tercera reunión sobre Geología del NO. de la Península Ibérica. El tema fundamental de la misma es: «Las rocas graníticas del NO. de la Península Ibérica».

Los objetivos de la misma son los que figuran a continuación: 1.º Nomenclatura, clasificación y criterio para diferenciación de los distintos granitos y rocas análogas del NO. 2.º Información sobre técnicas de estudio. 3.º Correlación de las diferentes rocas graníticas del NO. 4.º Mapa de las rocas graníticas del NO. 5.º Exposición de muestras y cartografía geológica de granitos del NO.

GRUPO DE GEOLOGOS DEL SW. DE LA PENINSULA IBERICA

El día 3 de mayo tuvo lugar en la Facultad de Ciencias de Badajoz una reunión de geólogos españoles y portugueses, que actualmente desarrollan planes de investigación en el SW. peninsular, en la que tomaron los siguientes acuerdos:

I. Constituir un Grupo de Geólogos del SW. de la Península Ibérica.

II. Se abarcará en este Grupo la zona comprendida fundamentalmente en el centro y sur de Portugal y las provincias de Cáceres, Córdoba, Jaén, Badajoz, Sevilla y Huelva.

III. Se invita a formar parte de este Grupo a todos aquellos investigadores que actualmente se ocupen de problemas de esta región.

IV. Se nombró un Secretariado de Coordinación, que actuará desde el Departamento de Petrología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

Este Secretariado centralizará todo dato o noticia interesante al Grupo, para informar en su momento a los componentes del mismo; asimismo organizará las reuniones que se prevean.

V. Se aprueba la sugerencia de realizar reuniones periódicas (cada dos años), para informar sobre los trabajos en curso o los resultados de las investigaciones hasta ese momento realizadas, permitiendo así una mayor coordinación y colaboración entre los distintos equipos de investigación.

Estas reuniones preveen sesiones científicas y excursiones sobre los temas a tratar. Los trabajos presentados podrán ser publicados en un volumen dedicado a cada reunión.

VI. La próxima reunión tendrá como temas:

a) «Relaciones Cámbrico-Precámbrico y problemas de estas series.

b) La investigación geológica sobre los yacimientos de hierro, y

c) Información sobre la investigación de los distintos equipos.

Se ha previsto como fechas de celebración de esta reunión dentro de la primera quincena del mes de septiembre de 1970.

Para cualquier detalle o información que se desee aclarar, se pueden dirigir los interesados al Departamento de Petrología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca.

INFORMES SOBRE PROXIMOS SEMINARIOS, CONGRESOS Y REUNIONES

Congreso sobre «Prevención de la Polución Atmosférica». Lugar: Düsseldorf. Fecha: 13 al 17 de octubre de 1969.

Congreso sobre «Seguridad e Higiene del Trabajo». Lugar: Düsseldorf. Fecha: 12 al 15 de noviembre de 1969.

Congreso sobre «Oceanología y Explotación del Mar». Lugar: Düsseldorf. Fecha: noviembre de 1970.

Cursillo sobre «Técnicas Sanitarias». Organizado por la Association pour l'Organisation des Stages en France. Lugar: París. Fecha: A partir del 7 de septiembre de 1970, con una duración de siete u ocho semanas.

VI Congreso de Cibernética. Lugar: Namur. Fecha: 7 al 11 de septiembre de 1970.

Conferencias sobre «Seguridad». Organizadas por la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales. Lugar: Barcelona. Fecha: Noviembre de 1969.

Conferencia sobre «Aplicación de Procesos en la Industria». Organizada por la Asociación Nacional de Ingenieros Industriales, Lugar: Barcelona. Fecha: Diciembre de 1969.

Simposio Nacional de «La Automática en la Industria». Organizado por el Comité Español de la International Federation of Automatic Control (I. F. A. C.). Lugar: Sitges. Fecha: 5, 6 y 7 de noviembre de 1969.

VARIOS

NUEVA ACERIA EN LA ARGENTINA

El Banco Interamericano en Washington ha aprobado recientemente un préstamo por valor de 5,3 millones de dólares para contribuir a la financiación de los servicios técnicos y profesionales necesarios en la construcción de una nueva acería en la Argentina.

El préstamo, otorgado dentro de la estructura de la Alianza para el Progreso, se usará para construir una planta de laminación en frío de chapa y de productos planos. Estará situada en Ensenada, cerca del puerto industrial de La Plata, a cuarenta kilómetros al S. de Buenos Aires.

El costo total de la planta se estima en casi 73 millones de dólares. Representa el primer paso, en un programa de tres etapas, para construir una acería integrada que remedie la escasez existente de productos laminados en frío.

La acería está prevista para entrar en funciones a principios de 1970. Tendrá una capacidad de producción de 350.000 toneladas anuales de chapa y productos planos de acero. El programa subsiguiente prevé la instalación de medios para producir 600.000 toneladas anuales de acero laminado en caliente, ampliar la producción de productos laminados en frío hasta 500.000 toneladas, instalar un horno alto y otros medios para producir 1.350.000 toneladas de acero por año. Para el año 1974 la producción nacional de acero habrá aumentado a 4,5 millones de toneladas.

URANIO DEL AGUA DEL MAR

Se están invirtiendo anualmente cerca de 160.000 dólares en la puesta a punto de una técnica para la extracción de uranio del agua del mar, a un coste semejante al del uranio obtenido a partir de minerales de escaso contenido en este elemento. El coste de la tonelada de uranio ascenderá con dicho procedimiento a unos 60.000 ó 100.000 dólares, siendo inferior al del beneficiado de minerales graníticos, cuya explotación se comienza ahora a estudiar en Estados Unidos.

LA ENERGIA ELECTRICA DE ORIGEN NUCLEAR EN EL JAPON

Se programa en el Japón durante los próximos quince años una rápida expansión de su producción de energía

eléctrica de origen nuclear, el cual lo convertirá en uno de los más atractivos mercados del mundo para los fabricantes de reactores atómicos.

La capacidad de producción de electricidad por vía nuclear de Japón, que en 1975 habrá sido incrementada hasta más de 9.000 MW, alcanzará en 1985 entre los 35.000 y los 55.000 MW, cubriendo casi la quinta parte del consumo eléctrico del país calculado para entonces.

ENRIQUECIMIENTO DEL URANIO POR ULTRACENTRIFUGACION

Holanda, Gran Bretaña y la República Federal Alemana, constituirán una empresa holding que construirá dos plantas para el enriquecimiento del uranio mediante ultracentrifugación. La primera, de tipo experimental, se instalará en Almelo (Holanda), y entrará en funcionamiento en 1971, siendo su producción inicial de 25 toneladas anuales; la segunda, que será mayor, estará situada en Gran Bretaña, y su puesta en servicio se verificará dos años después. La fabricación de ultracentrifugas para el enriquecimiento del uranio será seguramente monopolizada por los tres países que han tomado la iniciativa de la explotación industrial del nuevo procedimiento.

CORRIENTE DE AIRE PURIFICADORA DE LA ATMOSFERA

Para purificar la atmósfera en la capital de la República Soviética de Kazajstán, Alma-Ata, un grupo de científicos rusos ha propuesto hacer llegar a esta ciudad, a través de una larga conducción, aire puro procedente de las cadenas nevadas del Tian-Chan. La diferencia de temperaturas entre la zona de los glaciares de esta cadena montañosa y el casco urbano de Alma-Ata, originaría una corriente, que sería capaz de purificar el cielo contaminado por los humos de las industrias y los escapes de los motores de los automóviles.

NUEVA FUENTE DE GAS EN ALASKA

Dentro de pocos meses, una planta de gas natural licuado situada en Ken Kena, Alaska, a unos noventa kilómetros al sudoeste de Anchorage, comenzará a suministrar gas natural a razón de cinco millones de metros cúbicos diarios a dos empresas japonesas de servicios públicos, ubicadas a varios miles de kilómetros de distancia.

AMONIODOCTO

El amoníaco anhidro, producido en la planta situada en Borger, Texas, de mil toneladas diarias de capacidad, estará ahora a la disposición de agricultores y productores de fertilizantes a 1.300 kilómetros de distancia, gracias a un

nuevo sistema de tubería explotado por la Hill Chemicals, Inc.

La tubería sirve a cinco terminales de distribución separados en Kansas, Nebraska e Iowa, y además a un gran centro de distribución ubicado en Early, Iowa, con capacidad para almacenar 80.000 toneladas de amoníaco.

Con este amonioducto se ha eliminado la necesidad de que la planta estuviera localizada cerca de su mercado y se halla en la fuente de materia prima, que en este caso es el gas natural de los campos petrolíferos tejanos.

FERTILIZANTE CON ROCAS POBRES EN FOSFATOS

La «Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation» ha desarrollado un nuevo procedimiento para transformar las rocas pobres en fosfato en fertilizante de buena calidad.

El producto conseguido, denominado «Biosuper», cuya obtención se realiza «peletizando» los fosfatos de rocas con un contenido escaso de éstos con azufre y tiobacilos, ha sido propuesto en el norte de Australia como una alternativa adecuada al uso de superfosfatos, evitándose con ello los gastos grandes que supone la importación de éstos en el país.

YACIMIENTOS PETROLIFEROS EN ALASKA

La empresa siderúrgica japonesa «Sumimoto», fue encargada por las firmas «Atlantic Richfield», «Humble Oil» y «British Petroleum», que explotan los yacimientos petrolíferos de North Slope (Alaska), del suministro del material (cuyo valor asciende a 50.400 millones de pesetas), destinado a la construcción de un oleoducto desde aquellos yacimientos hasta la costa más cercana.

PREDICCIÓN DE TERREMOTOS POR GASES NATURALES

Cambios en el contenido gaseoso del aire en contacto con el suelo permiten posiblemente predecir los terremotos. Un primer pronóstico afortunado fue logrado por el geólogo Werner Ernst, el primero de marzo de 1969, al anunciar un movimiento sísmico unas cuatro horas y media antes de producirse, después de haber precedido otro en la región del sur de Württemberg, el 26 de enero pasado.

Hace algunos años, geofísicos soviéticos pudieron predecir también un importante terremoto en la región de Aserbeidshan por la modificación de la concentración radón en las fuentes.

Según nuestra actual experiencia, debido al movimiento subterráneo de la corteza terrestre, que precede al movimiento sísmico, se libera gas natural. La naturaleza química de este gas depende de la composición de las rocas.

En el experimento hecho en el sur de Alemania, el gas natural indicador fue metano.

Probablemente, debido al movimiento de las rocas, que precede al terremoto, se abren poros y grietas, de modo que puede escapar el gas. Poco antes de producirse el movimiento sísmico se interrumpe la concentración de gas, lo que sirve de señal de que el seísmo es inminente.

Es posible que tal interrupción de la concentración de gas se deba a que las partes de la corteza en movimiento se ven impedidas en algún sitio de transmitir dicho movimiento, con lo que aumenta la tensión y provoca su descarga en el seísmo.

Después del terremoto sigue por último una concentración pasajera de gas en el aire en contacto con la superficie, porque el movimiento sísmico ha removido las rocas de la corteza, facilitando así la salida de mayores cantidades de gas.

Las ondas sísmicas artificiales producen el mismo efecto que las naturales, en lo referente a la formación de concentraciones de gas, como han podido demostrar los experimentos realizados por la «Prakla» de Hannover, en la región del lago de Constanza, originando un contenido de gas triple en el aire en contacto con la superficie.

En las primeras mediciones de contenido de gas del aire superficial en sondas distribuidas por la región de Tübingen, se observó un contenido de metano entre 0,3 y 0,5 por ciento en los alrededores de Kilchberg, cerca de Tübingen, y de 0,1 por ciento en Bebenhausen.

El 26 de febrero de 1969 se produjo un movimiento sísmico en el Schawäbisch Alb. Cuatro horas y media después del terremoto se pudo comprobar una elevada concentración de metano de un 2,2 por ciento en las sondas de Kilchberg, y cuatro horas más tarde, 1,6 por ciento en Bebenhausen.

Al cabo de treinta horas había quedado normalizado el contenido de gas. Pero veinticuatro horas más tarde se midió de nuevo un acusado aumento de la concentración de gas, que delataba claramente un nuevo seísmo. Este se produjo efectivamente en ese mismo día, cuatro horas y media después. Sin embargo, las mediciones no registraron un notorio retroceso de la concentración de gas inmediatamente antes del terremoto. Inmediatamente después del movimiento sísmico, las sondas de Kilchberg no registraron concentración alguna de gas, siguió una fase de aumento normal de la concentración del mismo, y por último un descenso a la concentración normal.

De estas observaciones deduce Ernst que debería ser posible desarrollar un método sencillo de predecir los movimientos sísmicos, mediante una continuada medición del contenido gaseoso del aire en contacto con la superficie.

LOS ROBLES INCREMENTAN EL AGUA SUBTERRANEA

El agua subterránea tradicional no es suficiente ya para cubrir el enorme consumo, sobre todo en las grandes ciudades

alemanas. Numerosas ciudades han determinado tomar el agua de los ríos y convertirla en agua potable mediante caros y complicados procesos. Stuttgart se abastece de agua del lago de Constanza a través de una larguísima tubería.

Para reforzar la formación de aguas subterráneas, el Estado federado de Hesse realiza un amplio experimento hidrográfico en el bosque municipal de Francfort, de 6.000 hectáreas. Este programa de investigación deberá esclarecer el influjo del tipo de árboles y la edad y composición de los mismos sobre la formación de aguas subterráneas.

Los primeros estudios han dado ya importantes resultados: un bosque de robles, de 3.900 hectáreas de extensión, produce en un año dos millones de metros cúbicos de aguas subterráneas más que un bosque de pinos de igual extensión. Según eso, el ingeniero de montes puede influir en la reserva de aguas subterráneas, seleccionando el tipo de árboles de sus bosques.

En 18 parcelas de experimentación del bosque municipal de Francfort, en donde crecen robles, hayas, pinos, abetos y alerces, se estudia la evaporación en la copa del árbol y en las capas superficiales del bosque.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

M A T E R I A S	15-12-66	2-1-69	30-4-69	4-6-69	19-6-69
CINC					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	13,50	14,—	14,50	15,—
Londres (£ por Tm.).....	104-105	114 ¹ / ₄ -114 ³ / ₈	116 ¹ / ₄ -116 ¹ / ₂	117 ¹ / ₂	120-120 ¹ / ₄
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	26,—	27,—	27,—	27,—
Londres (£ por Tm.).....	192,—	238-0-0	247-6-8	247-6-8	246-6-8
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	495-510	535-540	500-520	515-525	505-512
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)	185-210	223,—	223,—	223,—	223,—
VOLFRAMIO					
Londres (chelines por Tm.).....	310-325	435-447/6	365-387/6	420-437/6	420-437/6
PETROLEO					
Nueva York (\$ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo....	3,10	3,20	3,20	3,20	3,20
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra) ..	154,—	162,—	158,75	159,—	158,—
COBRE					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	36,38	42	44-50	46,50	46-50
Londres (£ por Tm.).....	426-426 ¹ / ₂	515-515 ¹ / ₂	539-590	635-637 ¹ / ₂	633-634
PLOMO					
Nueva York (dólares por libra)....	11,30	13,—	14,—	14,50	14,80
Londres (£ por Tm.).....	81-81 ¹ / ₄	106 ¹ / ₄ -106 ³ / ₈	114 ⁷ / ₈ -115	116 ³ / ₄ -117	120 ³ / ₈ -120 ³ / ₄

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESION DE EXPLOTACION

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
151	10025	25-VI-69	Ind.	Corrección de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas, por la que se hace público que queda suspendido el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en el perímetro denominado «Salamanca Treinta y Siete» (Salamanca).
157	10422	2-VII-69	Ind.	Orden de 21 de junio de 1969, por la que se autoriza continúe encomendada la investigación de la zona del Sudoeste de España, comprendida en las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla, al Instituto Geológico y Minero de España.
160	10625	5-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Burgos, caducando los permisos de investigación que se citan.
160	10626	5-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Granada, caducando el permiso de investigación que se cita.
162	10784	8-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Gerona, caducando los permisos de investigación minera que se citan.
162	10784	8-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Granada, caducando las concesiones de explotación minera que se citan.
162	10784	8-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Madrid, otorgando los permisos de investigación que se citan.
165	10970	11-VII-69	Ind.	Resolución, caducando la concesión de explotación minera que se cita, de la Delegación Provincial de Cuenca.
165	10970	11-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Granada, caducando la concesión de explotación minera que se cita.
165	10970	11-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Teruel, caducando las concesiones de explotación minera que se cita.
169	11278	16-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Ciudad Real, caducando el permiso de investigación que se cita.
170	11366	17-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Oviedo, caducando las concesiones de explotación que se citan.
170	11366	17-VII-69	Ind.	Resolución de la Delegación Provincial de Granada, notificando el otorgamiento del permiso de investigación que se cita.
169	11276	16-VII-69	Ind.	Resolución de la Dirección General de Energía y Combustibles, anunciando concurso para la adjudicación de un permiso de investigación de hidrocarburos en zona I (Península).
147	9702	20-VI-69	Ind.	Orden de 11 de junio, autorizando el levantamiento de reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas «Concesión 255-L», de la provincia de Barcelona.
147	9703	20-VI-69	Ind.	Orden de 12 de junio de 1969, autorizando el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado de yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas «Cáceres cuarenta y cuatro», de la provincia de Cáceres.
147	9703	20-VI-69	Ind.	Orden de 12 de junio de 1969, autorizando el levantamiento de reserva provisional a favor del Estado, de yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas «San Lorenzo», de la provincia de Lérida.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	ASUNTO
154	10210	28-VI-60	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas, rehabilitando la concesión de un aprovechamiento del subálveo del río Andarax, en término municipal de Almería, con destino de una fábrica de celulosa, a favor de «Celulosa Almeriense, S. A.».
166	11401	12-VII-60	Ind.	Resolución de la Dirección General de Minas, declarando minero-medicinales las aguas del manantial que se cita.
168	11187	15-VII-60	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas, por la que se hace pública la legalización y aprovechamiento de aguas subálveas de Riera de Santa Oliva, en término municipal de Santa Oliva (Tarragona), con destino a abastecimiento, a favor de «Gran Acueducto, Sociedad Anónima».
168	11187	15-VII-60	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas por la que se hace pública la autorización concedida a la Comunidad de Aguas «Unión de María García», para alumbramiento de aguas subterráneas en terrenos de monte de propios del Ayuntamiento de Santa Ursula (Tenerife).
169	11271	16-VII-60	O. P.	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas, concediendo a D. Jhon Anker Collet autorización para aprovechar aguas subálveas del río Padrón, con destino a riegos, en el término municipal de Estepona (Málaga).

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

GINETTE POUPON y GUY TAMAIN, M.: *Les Quarcites Campana et le Néo-Dévonien Est-Marianique (Espagne)*. «C. R. Acad. Sc.», París CCLXVIII, pág. 475-78, 20 enero, 1969.

En la parte oriental de Sierra Morena, observaron los autores una similitud de litofacies, que conducen a los autores a asimilar al Neodevoniano la parte inferior de la «formación campana», de facies Culm.—L.

METALOGENIA

GUY TAMAIN, M.: *Le District Minier de Linares-La Carolina et son cadre métallogénique en Sierra Morena Orientale (Espagne)*, «B. S. Gul de France», 7.ª serie, X, págs. 97 a 102, 1968.

La distribución en el espacio de las diversas mineralizaciones hidrotermales del distrito minero de Linares-La Carolina es un bello ejemplo de zonalidad «normal»: domina el plomo y se presenta el estaño, volframio y antimonio conexos y en posición respectivamente central y marginal. Estas observaciones conducen al autor a la formación de un primer

esquema metalogénico de la Sierra Morena Oriental.—L. DE A.

CRISTALOGRAFIA

PIERRE BORDET: *Precis d'optique cristalline*. Pbl. por Masson et Cie, París, 220 págs. y 8 láminas en el texto y 3 fuera.

Considera el autor la óptica cristalina desde el punto de vista de conocer las propiedades de la luz en los cristales como medio de propagación, para el estudio de aquéllos y su identificación.

La obra está orientada para los naturalistas, y por ello contiene los fundamentos ópticos indispensables para el fin propuesto.

Son doce los capítulos de la obra con los temas siguientes: 1.º La luz y los cristales. 2.º La polarización de la luz tanto por reflexión como por refracción doble. 3.º Los aparatos que utilizan la luz polarizada. 4.º Estudio y análisis de láminas cristalinas con luz transmitida paralela polarizada monocromática, con nicols cruzados y con paralelos, la blanca, también en ambos casos, la superposición de láminas cristalinas y las mediciones de birrefringencia. 5.º Distribución de la birrefringencia en el espacio cris-

talino. El elipsoide de índices. 6.º El estudio y análisis de los cristales con luz convergente polarizada. Después de considerar la luz convergente, estudia separadamente los cristales uniaxiales y los biaxiales. 7.º La platina teodolítica. 8.º Estudio óptico de los cristales con la platina teodolítica. Los diversos subcapítulos tratan de: La proyección estereográfica. Los elipsoides biaxiales, los elipsoides uniaxiales. La dispersión de los elipsoides, el estudio de los cruceros, el estudio de las maclas, la determinación de los feldespatos plagioclasas por medio de la macla de albita. estudio estadístico de la posición en un agregado cristalino. 9.º La polarización rotatoria. 10. Los índices de los cristales. En él se consideran las medidas angulares precisas y aproximadas, las mediciones relativas aproximadas y precisas. 11. El teñido de los cristales. 12. Los minerales en luz reflejada.

Es interesante la tabla de las notaciones utilizadas en el estudio de minerales con luz reflejada, por simplificar la aplicación del capítulo.

Complemento de la obra son las cinco tablas siguientes: 1.ª Propiedades ópticas de minerales transparentes estudiados con luz transmitida. 2.ª De opacos estudiados con luz reflejada. 3.ª Estudio sistemático de minerales con luz transmitida. 4.ª Con luz reflejada. 5.ª Índice alfabético de los términos principales utilizados.—L. DE A.

PETROLOGIA

CORRENS, C. W.: *Introducción a la Mineralogía: Cristalografía y Petrología*, Segunda edición, con la colaboración de José Zemann (Parte primera) y Sigmundo Koritnig (Tablas minerales), Versión inglesa de William D. Johns, con 391 figuras y una lámina, Editorial Springer, Berlín, Heidelberg. Nueva York, 1969.

La primera edición de esta obra, del año 1949, estaba ya agotada siete años antes de ver la luz esta segunda. A la infatigable actividad del catedrático, ya jubilado, de Mineralogía de la Universidad de Gotinga (Alemania), debemos una obra que pone al día importantes novedades, cuyo conocimiento es indispensable, no sólo al mineralogista y al petrólogo, sino también al geólogo en general. Recordaremos aquí la clásica obra «Die Entstehung der Gesteine», hecha por Correns, Barth y Eskola, que, editada en el año 1939, sigue conservando toda su utilidad, y que el autor de la presente la incluye en la literatura, seleccionada, de esta última.

La experiencia adquirida durante los 27 años de su cátedra, primero en Rostock y luego en Göttingen, es la base de esta segunda edición, en donde, teniendo en cuenta la amplitud ya inabarcable de los conocimientos asegurados en estas Ciencias, hace aconsejable solicitar la colaboración de los especialistas. Así, el Prof. Dr. J. Zemann, de la Universidad de Viena (Austria) se ha hecho cargo de la revisión de la primera parte de esta segunda edición, e introduce importantes correcciones en su texto.

Al iniciar la segunda parte, el autor se plantea el pro-

blema de la amplitud que debe darse a los conocimientos físico-químicos, básicos o fundamentales, necesarios para que sea provechosa su lectura y se decide a mantener su criterio, ya expresado en la primera edición, de que, mejor que incluirlos en su obra, el lector de ella debe procurárselos con la lectura de obras de Física, Química y Físico-Química, y con el trabajo en los laboratorios correspondientes a estas disciplinas. Conforme con tal criterio, esta segunda parte viene a ser una introducción a la Petrología. Entre los temas seleccionados, que el autor estima que deben ser expuestos, se encuentran: los constituyentes volátiles, las facies metamórficas, la geoquímica de los isótopos.

Las tablas de rocas, sobre todo de las sedimentarias y de las metamórficas, contienen datos no siempre mencionados en el texto, lo que, lejos de ser un inconveniente, facilita al lector la oportunidad de familiarizarse a comprender la variabilidad de las rocas, lo que contrasta con el estilo de los esquemas gráficos de obligado carácter sintético.

La parte primera comprende las divisiones I a IV: la división I trata de la Cristalografía matemática, repartida en cinco capítulos: Introducción; Cristalografía descriptiva; Simetría cristalina. Las 32 clases de cristales. Los grupos espaciales.

La división II trata de Química cristalina, repartida en ocho capítulos: Unión iónica. Transición a otros tipos de unión iónica. Unión covalente. Unión intermolecular. Unión metálica. Sinopsis de las uniones iónicas. Estructuras cristalinas como esferas empaquetadas. Desviaciones del cristal ideal.

La división III trata de la Física cristalina, con cinco capítulos: Deformación plástica. Propiedades estructurales. Elasticidad. Óptica cristalina. Óptica de los Rayos X.

La división IV trata del crecimiento y disolución de los minerales, en dos capítulos: Relaciones geométricas. Consideraciones estructurales.

La parte segunda, *Petrología*, comprende las siguientes divisiones (V a X).

V: Algunas nociones físico-químicas fundamentales que abarca cinco capítulos: Creación y crecimiento de los núcleos. Sistemas de componentes simples. Sistemas de dos componentes. Sistemas de tres componentes. Fundiciones hidratadas.

VI: Formación de las rocas magmáticas (ígneas), con cinco capítulos: Diferenciación. Sinopsis de las rocas ígneas. Abundancia de los elementos químicos. El papel de los componentes volátiles. La formación de los minerales neutro-hidrotermales.

VII: La meteorización y la formación de los minerales del suelo, que comprende cuatro capítulos: Meteorización mecánica. Meteorización química. La conducta de los elementos Si, Al y Fe en los suelos. La meteorización de los depósitos minerales.

VIII: Las rocas sedimentarias, con ocho capítulos: Sedimentos clásicos. Calizas y dolomitas. Depósitos sedimentarios de hierro y manganeso. Depósitos de fosfatos. Rocas silíceas. Evaporitas. Elementos raros en los sedimentos.

Estructuras y texturas de los sedimentos biogénicos y químicos.

IX: La Petrogénesis metamórfica, que comprende cinco capítulos: Tipos de metamorfismo. Procesos del metamorfismo. Deformación de las rocas. El problema de la anatexia y el origen del granito. Nomenclatura del metamorfismo y de las rocas metamórficas.

X. Consideraciones geoquímicas, que comprende cuatro capítulos: Historia y concepto de la Geoquímica. Balances determinativos en Geoquímica. Geoquímica de los isótopos. Abundancia de los elementos en la Tierra y en el Cosmos.

La parte tercera es el Apéndice, que se divide en tres grupos:

A. Tablas cristalográficas, con siete capítulos: Sumario de las 32 clases de cristales. Nomenclatura alternativa de las 32 clases cristalinas. Ejes romboedrales. Comparación de los símbolos de Naumann con los índices de Bravais (como ayuda a la interpretación de la literatura cristalográfica antigua). Los símbolos de los 230 grupos espa-

ciales. La relación entre la simetría cristalina y las propiedades físicas. Radios atómicos y radios iónicos ordenados conforme a la Tabla periódica.

B. Sumario de los minerales comunes y de sus propiedades. Tablas mineralógicas.

C. Tablas petrológicas, que comprende tres capítulos correspondientes a las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, respectivamente.

La obra se termina con una literatura seleccionada y puesta al día y tres índices: autores, materias y minerales.

El papel, excelente, permite la perfecta reproducción de las fotografías y dibujos que acompañan al texto.—J. G. DE LLARENA.

(En la reseña de la obra «Recent Developments in Carbonate Sedimentology in Central Europe», publicada en el «Boletín Geológico y Minero», T. LXXX, 2.º fascículo, páginas 193-194, debe figurar el editor como sigue:

Springer-Verlag, 1 Berlin 33, Heidelberger Platz 3.)

Sección informativa de revistas

Publicaciones canadienses

PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Ottawa. Núms. 67-45.

R. W. Boyle y otros: *Minor and Trace Element Distribution in the Heavy Minerals of the Rivers and Streams of the Bathurst-Jacquet River District, New Brunswick.*

Núms. 68(22).

H. A. Lee y D. E. Lawrence: *A New Occurrence of Kimberlite in Gauthier Township, Ontario.*

PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Ottawa. Núms. 68-8, 1968.

C. R. McLeod: *The preparation of polished sections at the Geological Survey of Canada.*

Núms. 67-68, 1968.

R. T. Bell: *Proterozoic stratigraphy of Northeastern British Columbia.*

PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Ottawa. Núms. 66-29, 1968.

J. L. Marlowe: *Sedimentology of the Prince Gustaf Adolf Sea area, district of Franklin.*

Núms. 67-31.

V. Koepfel: *Age and history of the uranium mineralization of the Beaverlodge area, Saskatchewan.*

Núms. 67-36.

L. H. Green: *Lode mining potential of Yukon Territory.*

Núms. 67-72.

J. A. Jeletzky: *Macrofossil zones of the marine Cretaceous of the Western interior of Canada and their correlation with the zones and stages of Europe and the Western interior of the United States.*

Núms. 68-20.

S. Abbey: *Analysis of rocks and minerals by atomic absorption spectroscopy. Part 2. Determination of total iron, magnesium, calcium, sodium and potassium.*

Núms. 66-47.

R. G. Blackadar: *Geological reconnaissance Southern Baffin Island, district of Franklin.*

PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa. Núms. 65-39.

R. O. van Everdingen: *The influence of the South Saskatchewan reservoir on the local groundwater regime. A prognosis.*

Núms. 65-43.

G. D. Hobson y P. A. Carr: *Hammer seismic survey, Moncton map-area, New Brunswick, 21 1/2.*

Núms. 66-37.

J. S. Scott y E. W. Brooker: *Geological and engineering aspects of Upper Cretaceous shales in Western Canada.*

Núm. 67-29.

P. A. Carr: *Stratigraphy and spore assemblages, Moncton map-area, New Brunswick.*

Núms. 67-59.

H. M. A. Rice: *Two tertiary sawflies (Hymenoptera-Tenthredinidae) from British Columbia.*

Núms. 69-9.

F. Aumento y D. E. Lawrence: *Photographic control of deep-sea dredging*

PAPER. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy Mines and Resources, Ottawa.

Núms. 65-37, 1967.

R. L. Herr: *Upper Cretaceous Alberta group in the subsurface of Waterton gas field.*

Núms. 66-6, 1967.

J. E. Charron: *Groundwater resources of Steinbach area, Manitoba (Townships 1 to 12, Ranges 6 to 11, East of principal meridian).*

Núms. 66-22, 1967.

H. L. Martin: *Mississippian subsurface geology in the Pembina area, Alberta.*

Núms. 66-23, 1967.

J. D. Aitken: *Cambrian sections in the easternmost southern Rocky Mountains and the adjacent subsurface, Alberta.*

Núms. 66-33, 1967.

W. W. Hutchinson: *Prince Rupert and Skeena map-area, British Columbia (1031 W 1/2 103 J E 1/2).*

Núms. 66-40, 1967.

W. W. Heywood: *Geological notes northeastern district of Keewatin and southern Melville Peninsula, district of Franklin, Northwest territories (Parts of 46, 47, 56, 57).*

Núms. 66-45, 1967.

W. Dycl: *The Geological Survey of Canada radiocarbon dating laboratory.*

Núms. 66-49, 1967.

J. D. Aitken y R. G. Greggs: *Upper Cambrian formations, southern Rocky Mountains of Alberta, an interim report.*

Núms. 67-20, 1967.

P. Sawatzky: *Experimental ship-based helicopter aeromagnetic survey.*

Núms. 67-27, Part I, 1967.

J. Wm. Kerr: *Stratigraphy of central and eastern Ellesmere Island, Arctic Canada. Part I. Proterozoic and Cambrian.*

Núms. 67-33, 1967.

I. M. Stevenson: *Goose Bay map-area, Labrador (13F).*

Núms. 67-38, 1968.

A. S. MacLaren, D. T. Anderson, J. A. C. Fortescue, E. G. Gaucher, E. H. W. Hornbrook y R. Skinner: *A preliminary study of the Moose River belt, northern Ontario.*

Núms. 67-44, 1968.

J. E. Wyder: *Surface resistivity surveys in southeastern Manitoba.*

Núms. 67-47, 1968.

R. W. Macqueen y F. W. Bamber: *Stratigraphy of Banff formation and lower Rundle Group (Mississippian), southwestern Alberta.*

Núms. 67-56, 1968.

J. S. Scott: *Flow control program. Coldstream Ranch well, Vernon, British Columbia.*

Núms. 67-57, 1968.

V. K. Prest: *Nomenclature of moraines and ice-flow features as applied to the glacial map of Canada.*

Núms. 68-7, 1968.

H. A. Lee: *An Ontario kimberlite occurrence discovered by application of the glaciofocus method to a study of the Munro esker.*

Núms. 68-10, 1968.

N. W. Rutter y G. C. Taylor: *Bedrock geology along Ingenika and Finlay Rivers, Peace River reservoir area, British Columbia.*

BULLETIN. Publ. por el Geological Survey of Canada, Ottawa. Núm. 163, 1968.

Contributions to Canadian Paleontology.

J. W. Cowie: *Lower Cambrian faunas from Ellesmere Island, district of Franklin.*

B. S. Norford: *A Middle Cambrian Plagiura-Poliella faunule from Southwest district of Mackenzie.*

BULLETIN. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.

Núm. 151, 1967.

R. G. Blackadar: *Precambrian geology of Boothia peninsula, Somerset island, and Prince of Wales island, district of Franklin.*

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF CANADA. Publ. por la Royal Society of Canada, Ottawa.

Tomo V, serie 4.ª, 1967.

LE NATURALISTE CANADIEN. Publ. por la Universidad Laval, Quebec.

Vol. 94, núm. 6, noviembre-diciembre, 1967.

LE NATURALISTE CANADIEN. Publ. por la Universidad Laval, Quebec.

Vol. 95, núm. 1, enero-febrero, 1968.

MEMOIR. Publ. por el Geological Survey of Canada, Ottawa. Núm. 367, 1968.

L. P. Tremblay: *Geology of the Beaverlodge mining area, Saskatchewan.*

Núm. 354.

W. F. Fahrig: *Shabogamo Lake map-area, Newfoundland-Labrador and Quebec, 23 G. E.*

MEMORIAS. Publ. por el Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa. Núm. 349, 1967.

F. C. Taylor: *Reconnaissance geology of Shelburne map-area, Queens, Shelburne, and Yarmouth counties, Nova Scotia.*

Núm. 352, 1967.

R. B. Campbell: *Geology of Glenlyon map-area, Yukon territory (105 L).*

Publicaciones estadounidenses

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.

Vol. 90, núm. 8, abril, 1968.

Vol. 90, núm. 9, abril, 1968.

CIRCULAR. Publ. por el Oklahoma Geological Survey, Norman.

Núm. 71, 1968.

P. R. Wood y L. C. Burton: *Ground-water resources Cleveland and Oklahoma counties.*

COMPUTER CONTRIBUTION. Publ. por el State Geological Survey, University of Kansas, Lawrence.

Núm. 15, 1967.

A. J. Cole y D. F. Merriam: *Fortran II program for progressive linear fit of surfaces on a quadratic base using an IBM 1620 Computer.*

Núm. 16, 1967.

J. E. Esler y F. W. Preston: *Fortran IV program for the GE 625 to compute the power spectrum of geological surfaces.*

Núm. 17, 1967.

G. F. Bonham-Carter: *Fortran IV program for Q-mode cluster analysis of nonquantitative data using IBM 7090/7094 computers.*

Núm. 18, 1967.

D. F. Merriam: *Computer applications in the Earth sciences: Colloquium on time-series analysis.*

Núm. 19, 1967.

J. C. Davis y R. J. Sampson: *Fortran II time-trend package for the IBM 1620 computer.*

Núm. 20, 1967.

D. F. Merriam: *Computer programs for multivariate analysis in geology.*

BULLETIN. Publ. por el State Geological Survey of Kansas, Lawrence.

Núm. 187, parte 5, 1967.

S. Jamkhindikar: *Sedimentary characteristics of Pleistocene deposits, Neosho River valley, Southeastern Kansas.*

PROFESSIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

Núm. 458-C.

D. E. White: *Hidrology, activity and heat flow of the Steamboat Springs thermal system, Washoe county, Nevada*

Núm. 578.

J. W. Huddle: *Redescription of Upper Devonian conodont genera and species proposed by Ulrich and Bassler in 1926.*

Núm. 594-F.

H. A. Tourtelot: *Hydraulic equivalence of grains of quartz and implications for the study of placers.*

REPORT OF INVESTIGATIONS. Publ. por el Bureau of Mines Department of the Interior, Washington.

Núm. 6996.

W. R. Hardwick: *Fracturing a deposit with nuclear explosives and recovering copper by the in-situ leaching method.*

Núm. 7024.

M. Gómez, J. G. Walters y J. B. Gayle: *The effect of carbonization conditions and coal properties on coke size and strength parameters.*

Núm. 7026.

A. D. Mah, L. B. Pankratz, W. W. Weller y E. G. King: *Thermodynamic data for cuprous and cupric oxides.*

Número 7020.

T. Kessler, A. G. Sharkey y R. A. Fridel: *Chemical reactions produced by exposing coal derivatives to ultrasonic energy.*

Núm. 7028.

J. H. Russell y H. J. Kelly: *A statistical evaluation of some factors in the preparation of boron by fused-salt electrolysis.*

Núm. 7029.

W. S. Anderson: *Design and development of a lightweight recoverable hydraulic prop.*

Núm. 7030.

W. I. Duvall y W. Blake: *Nonuniform radial loads applied to the boundary of a circular hole in an infinite plate.*

Núm. 7031.

H. W. St. Clair: *Developing a thermochemical model for the iron blast furnace. Measurement of rate coefficient for reduction of iron ore pellets in a packed bed.*

Núm. 7032.

Ch. E. Whieldon y C. D. Locke: *Reservoir evaluation, I. D. Morgan Lease, Smithfield oilfield, Grant district, Wetzel county, W. VA.*

Núm. 7033.

J. J. Demeter, A. J. Youngblood, J. H. Field y D. Bien-

tock: *Synthesis of high-Btu gas in a Raney-nickel-coated tube-wall reactor.*

Núm. 7034.

R. C. Bates y W. R. Wayment: *Laboratory study of factors influencing waterflow in Mine Backfill, Classified mill tailings.*

Núm. 7035.

P. G. Clites y R. A. Beall: *A study of heat transfer to water-cooled copper crucibles during vacuum arc melting.*

Núm. 7036.

K. P. V. Lei y T. A. Sullivan: *Molten-salt electrorefining vanadium scrap.*

Núm. 7037.

R. C. Ellman, J. W. Belter y L. Dockter: *Long-term storage of lignite at Garrison dam, Riverdale, N. Dak.*

Núm. 7038.

D. R. Corson y W. R. Wayment: *Load-displacement measurement in a backfilled-stope of a deep vein mine.*

Núm. 7039.

E. K. Kleespies y T. A. Henrie: *Reaction rate of titanium-iron alloys and titanium trichloride in molten sodium chloride.*

Núm. 7040.

T. Estelle y A. R. Taylor: *High-temperature heat contents and entropies of sodium bromide and sodium iodide.*

Núm. 7042.

D. A. Wilson y P. M. Sullivan: *Recovery of lead and copper from blast furnace matte.*

Núm. 7043.

M. L. Odenbaugh y R. C. Ellman: *Leonardite and other materials as drilling-fluid dispersants and viscosity control agents.*

Núm. 7044.

T. E. Sterner y W. T. Wertman: *Laboratory investigation of the in situ combustion process for recovering Pennsylvania grade crude oil.*

Núm. 7045.

T. L. Neathery, H. P. LeVan, H. W. Ahrenholz y J. F. O'Neill: *Talc and asbestos at Dadeville, Ala.*

Núm. 7046.

J. M. Stuve: *Heats of formation of holmium and terbium trichlorides.*

Núm. 7047.

J. P. Morris, J. P. Riott, E. G. Illig y R. H. Jefferson: *The cause of fuming in oxygen steelmaking.*

Núm. 7048.

W. H. Engelmann, O. Terichow y A. A. Seim: *Zeta potential and pendulum sclerometer studies of granite in a solution environment.*

Núm. 7049.

J. A. Wasson: *Secondary oil-recovery possibilities in the basal Greenbrier dolomite zone, Sycamore-Millstone field, Sherman district, Calhoun county, W. VA.*

Núm. 7050.

M. J. Kovalik y D. E. Wolfson: *Effect of operating variables on the production of chemical coke by the traveling-grate process.*

Núm. 7051.

K. E. Stanfield, J. W. Smith y L. G. Trudell: *Oil yields of sections of Green River oil shale in Colorado, 1957-63.*

O. C. Baptist: *Gravitational pressure gradient in oil reservoirs containing free gas. Model studies of the Elk Hills oilfield California.*

Núm. 7053.

D. W. Mitchell, E. M. Murphy, A. F. Smith y S. P. Polack: *Fire hazard of conveyor belts.*

Núm. 7054.

R. P. Abernethy y F. H. Gibson: *Method for determination of fluorine in coal.*

Núm. 7055.

J. H. Aase: *Lightweight aggregates. Expansion properties of selected Michigan shales.*

Núm. 7056.

J. N. Harstead, D. P. Blasko y P. Biggs: *Waterflooding of oilfields in Nebraska.*

Núm. 7057.

D. E. Bluman, A. F. Galli, N. H. Coates, J. D. Spencer y C. N. Rosenecker: *Heat transfer coefficients for continuously recirculated gas-solid suspensions.*

Núm. 7058.

C. J. Chindgren, L. C. Bauerle y B. K. Shibley: *Calcium vanadate precipitation and processing.*

Núm. 7061.

E. L. Litchfield, M. H. Hay y D. J. Cohen: *Initiation of spherical detonation in acetylene-oxygen mixtures.*

Núm. 7063.

R. K. Koch y W. E. Anable: *Vapor pressures of liquid molybdenum (2,890° to 2,990° K) and liquid zirconium (2,229° to 2,795° K).*

Núm. 7066.

W. F. Hughes: *Thermodynamics of nonlinear electromagnetic-fluid systems.*

PROFESSIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

V. C. LaMarche: *Rates of slope degradation as determined from botanical evidence. White Mountains, California.*

Núm. 338-B.

L. M. Gard, Jr: *Bedrock Geology of the Lake Tapps quadrangle, Pierce county, Washington.*

Núm. 422-K.

J. H. Stewart and V. C. LaMarche Jr: *Erosion and deposition produced by the flood of December 1964 on Coffee Creek, Trinity county, California.*

Núm. 497-A.

A. I. Johnson, R. P. Moston and D. A. Morris: *Physical and hydrologic properties of water-bearing deposits in subsiding areas in Central California.*

E. D. McKee y otros: *Paleotectonic investigations of the Permian system in the United States.*

- Núm. 524-1.
R. B. Neuman: *Bedrock geology of the Shin Pond and Stacyville quadrangles, Penobscot county, Maine.*
Núm. 552.
E. H. Baltz: *Stratigraphy and regional tectonic implications of part of Upper Cretaceous and Tertiary rocks, East-Central San Juan basin, New Mexico.*
Núm. 573-D.
F. M. Swain: *Ostracoda from the Upper Tertiary Waccamaw formation of North Carolina and South Carolina.*
Núm. 575-A.
Chapter A.: *Geological Survey Research 1967.*
Núm. 575-D.
Chapter D.: *Geological Survey Research 1967.*
Núm. 584-A.
W. A. Oliver Jr: *Stratigraphy of the Bois Blanc formation in New York.*
Núm. 593-D.
W. O. Addicott: *Zoogeographic evidence for Late Tertiary lateral slip on the San Andreas Fault, California.*
Núm. 594-D.
G. N. Pippingos: *Correlation and nomenclature of some Triassic and Jurassic rocks in South-Central Wyoming.*
-
- INFORMATION CIRCULAR. Publ. por el Bureau of Mines, Department of the Interior, Washington.
Núm. 8.349.
Research and technologic work on explosives, explosions, and flames: Fiscal year 1966.
Núm. 8.350.
J. E. Miller: *Description of a high pressure high accuracy Burnett compressibility apparatus.*
Núm. 8.353.
C. C. Shale: *New concept of electron detachment for air in negative corona at high temperature.*
Núm. 8.351.
H. E. Powell: *Magnetic susceptibility of 19 nickel and cobalt-bearing minerals.*
Núm. 8.352.
R. F. Davis, J. J. Seman, J. R. Zelonka y F. E. Scott: *Mobile diesel-powered transportation equipment for gassy noncoal mines and tunnels approved by the Bureau of Mines, 1961-66.*
Núm. 8.355.
F. T. Moyer, N. L. Jones, M. B. McNair y N. B. Bralday: *Injury experience in coal mining, 1964. Analysis of mine safety factors, related employment, and production data.*
Núm. 8.357.
Review of Bureau of Mines coal program, 1966.
Núm. 8.362.
Depth and producing rate classification of oil reservoirs in the 14 principal oil-producing states.
Núm. 8.364.
Petroleum and oil shale research of the Bureau of Mines, fiscal year 1966.

- BULLETIN. Publ. por el Geological Survey, Departamento del Interior, Washington.
Núm. 1.185-D.
H. Wedow, Jr: *The Morro do Ferro thorium and rare earth ore deposit, Poços de Caldas district, Brazil.*
Núm. 1.246.
H. C. Berg, and E. H. Cobb: *Metalliferous lode deposits of Alaska.*
Núm. 1.251-B.
Ch. A. Sandberg and G. Klapper: *Stratigraphy, age, and paleotectonic significance of the Cottonwood Canyon member of the Madison limestone in Wyoming and Montana.*
Núm. 1.252-D.
V. E. McKelvey: *Phosphate deposits.*
Núm. 1.254-A.
G. V. Cohee, W. S. West and L. C. Wilkie: *Changes in stratigraphic nomenclature by the U. S. Geological Survey 1966.*
Núm. 1.254-C.
W. C. Addicott: *Age of the Skooner Gulch formation, Mendocino county, California.*
Núm. 1.254-D.
N. L. Hatch, Jr.: *Redefinition of the Hawley and Goshen schists in Western Massachusetts.*
Núms. 1.250-D, E.
C. Koteff: *Summary report on the geology and mineral resources of the Monomoy National Wildlife Refuge, Barnstable county, Massachusetts.*
J. P. Minard: *Great Swamp National Wildlife Refuge New Jersey.*

- THE AMERICAN MINERALOGIST. Publ. por la Mineralogical Society of America.
Vol. 53, núms. 1-2, enero-febrero, 1968.
M. E. J. de Abeledo, V. Angelegi, M. A. R. de Benca-yacar y C. Gordillo: *Sanjuanite, a new hydrated basic sulfate-phosphate of aluminum.*
L. S. D. Glasser y F. S. D. Glasser: *The crystal structure of walstromite.*
I. C. Jahanbagloo y T. Zoltai: *The crystal structure of a hexagonal Al-serpentine.*
A. A. Colville y P. H. Ribbe: *The crystal structure of an adularia and a refinement of the structure of orthoclase.*
T. L. Wright y D. B. Stewart: *X-ray and optical study of alkali feldspar: I. Determination of composition and structural state from refined unit-cell parameters and 2V.*
T. L. Wright: *X-ray and optical study of alkali feldspar: II. An X-ray method for determining the composition and structural state from measurement of 2θ values for three reflections.*
S. A. Morse: *Revised dispersion method for low plagioclase.*
G. A. Desborough y E. N. Cameron: *Composition and structural state of plagioclases from the lower part of the Eastern Bushveld complex, South Africa.*

- J. L. Holm y O. J. Kleppa: *Thermodynamics of the disordering process in albite.*
H. C. Lin y W. R. Foster: *Studies in the system BaO-Al₂O₃-SiO₂: I. The polymorphism of celsian.*
J. R. Craig y G. Kullerud: *Phase relations and mineral assemblages in the copper-lead-sulfur system.*
H. G. Golding y P. Bayliss: *Altered chrome ores from the Coolac Serpentine Belt, New South Wales, Australia.*
A. Iijima y R. L. Hay: *Analcime composition in tuffs of the Green River formation of Wyoming.*
N. J. Page: *Chemical differences among the serpentine "polymorphs".*
C. R. de Kimpe y J. J. Fripiat: *Kaolinite crystallization from H-exchanged zeolites.*
J. Ito: *Synthesis of some lead calcium zinc silicates.*
Ken-ichiro Aoki: *Petrogenesis of ultrabasic and basic inclusions in alkali basalts, Iki Island, Japan.*
F. E. Campbell y P. Roeder: *The stability of olivine and pyroxene in the Ni-Mg-Si-O system.*
R. E. Wilcox y G. A. Izett: *Optic angle determined conoscopically on the spindle stage: I. Micrometer ocular method.*
D. Noble: *Optic angle determined conoscopically on the spindle stage: II. Selected rotation method.*
A. Katz: *The direct and rapid determination of alumina and silica in silicate rocks and minerals by atomic absorption spectroscopy.*

- NUCLEAR SCIENCE ABSTRACTS. Publ. por la United States Atomic Energy Commission.
Volume 21, Number 20. Abstracts 35.833-38.869. October 31, 1967.
Volume 21, Number 21. Abstracts 38.870-40.760. November 15, 1967.
Volume 21, Number 22. Abstracts 40.761-42.907. November 30, 1967.
Volume 21, Number 23. Abstracts 42.868-45.004. December 15, 1967.
Volume 21, Number 24. Abstracts 45.005-47.005. December 31, 1967.
Semianual Index. January-June 1967. Volume 21, Abstracts 1-21.853.
Third Quarter Index, July-September 1967. Volume 21, Abstracts 21.854-34.207.
Volume 22, Number 1. Abstracts 1-1.943. January 15, 1968.

- PROFESIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 575-A. Chapter A.
Núm. 575-D. Chapter D.
Núm. 515.
E. D. McKee: *Paleotectonic investigations of the Permian system in the United States.*

- BULLETIN. Publ. por el Bureau of Mines, Department of the Interior, Washington.
Núm. 639.
W. S. Landers, M. Gómez y E. Off Wagner: *Entrainment carbonization of Texas lignite.*
Núm. 642.
H. M. Smith: *Qualitative and quantitative aspects of crude oil composition.*

- NUCLEAR SCIENCE ABSTRACTS. Publ. por la United States Atomic Energy Commission, Washington.
Vol. 21. Annual Index 1967, 1 Part.
Vol. 21. Annual Index 1967, 2 Part.
Vol. 21. Annual Index 1967, 3 Part.
Vol. 22, Number 3. February 15, 1968. Abstracts 3.997-6.254.
Vol. 22. Núm. 4. February 29, 1968. Abstracts 6.255-7.984.
Vol. 22. Number 5. March 15, 1968. Abstracts 7.985-10.169.

- MINERALS YEARBOOK. Publ. por el U. S. Department of the Interior, 1964 Washington.
Vol. IV. 1964.
Area Reports: International.

- GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el U. S. Department of the Interior, Washington.
Núm. 254. marzo, 1968.

- TRANSACTIONS. Publ. por la American Geophysical Union, Richmond, Virginia.

- WATER-SUPPLY PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 1.869-B.
N. A. Kallio: *Effect of vertical motion on current meters.*

- TÉCNICA DEL AIRE COMPRIMIDO. Publ. por Compressed Air Magazine Company.
Vol. 3, núm. 6, noviembre-diciembre, 1967.
K. J. Schilling: *Un mundo como taller. Las perforaciones de diamante son la clave para lograr la riqueza subterránea del mundo.*

THE JOURNAL OF GEOLOGY. Publ. por la Universidad de Chicago.

Vol. 76, 1. enero, 1968.

R. D. Reger: *Recent history of Gulkana and College Glaciers, Central Alaska Range, Alaska.*

M. A. Kays: *Zones of alpine tectonism and metamorphism, Klamath Mountains, Southwestern Oregon.*

W. S. Elders: *Mantled feldspars from the granites of Wisconsin.*

A. F. Koster van Groos y P. J. Wyllie: *Melting relationships in the system Na Al Si₃O₈-Na F-H₂O to 4 kilobars pressure.*

J. D. Boon III: *Trend surface analysis of sand tracer distributions on a carbonate beach, Bimini, B. W. I.*

E. M. Moores: *Mio-Pliocene sediments, gravity slides, and their tectonic significance East-Central Nevada.*

R. C. Selley: *A clasificación of paleocurrent models.*

INFORMATION CIRCULAR. Publ. por el Bureau of Mines, Department of the Interior, Washington.

Núm. 8.358, 1968.

M. L. Bowser y R. A. Bradburn: *Miniature oxigen deficiency alarm.*

Núm. 8.359, 1968.

H. E. Powell y L. N. Ballard: *Magnetic susceptibility of 34 manganese-bearing minerals.*

Núm. 8.360, 1968.

H. E. Powell y L. N. Ballard: *Magnetic susceptibility of group IVB, VB, and VIB metal-bearing minerals.*

Núm. 8.361, 1968.

R. W. Stahl y R. T. Savis: *Firfighting facilities at coal*

Núm. 8.363, 1968.

R. F. Davis: *Mobile diesel-powered equipment for non-gassy noncoal mines and tunnels aproved by the Bureau of Mines, 1951-1966.*

Núm. 8.365, 1968.

S. Health y S. Activity: *Recommended safety standars for shaft sinking.*

Núm. 8.366, 1968.

P. Welman y S. Katell: *Hot carbonate purification computer program.*

Núm. 8.367, 1968.

H. S. Kalman: *Computing volume of helium in cylindrical steel containers at 10 to 10,000 Psia.*

Núm. 8.367, 1968.

J. J. Henn, R. C. Kirby y L. D. Norman, Jr.: *Review of major proposed processes for recovering manganese from United States resources.*

Núm. 8.369, 1968.

D. J. Kusler y H. A. Corre: *Limestone resources in Western West Virginia.*

Núm. 8.370, 1968.

H. C. Meeves y R. P. Darnell: *Study of the silver potential, Creede district, Mineral County, Colo.*

Núm. 8.371, 1968.

C. M. Mason y P. A. Richardson: *Active list of permissible explosives and blasting devices approved before, December, 1, 1967.*

Núm. 8.372, 1968.

F. R. Lee: *Permissible mine equipment approved by the Bureau of Mines during 1965-66.*

Núm. 8.377, 1968.

I. Wender, Ch. Zahn y R. F. Steward: *Gamma irradiation of coal.*

Núm. 8.378, 1968.

F. T. Moyer, D. E. Redmon y D. K. Walker: *Injury experience in the metallic mineral industries, 1964.*

REPORT OF INVESTIGATIONS. Publ. por el Bureau of Mines, Department of the Interior, Washington.

Núm. 7.041, 1968.

C. C. Shale, J. H. Holden y G. E. Fasching: *Electrical resistivity of fly ash at temperatures to 1,500° F.*

Núm. 7.060, 1968.

J. L. Reuss y M. M. Fine: *Physical strength of iron ore pellets at elevated temperatures.*

Núm. 7.061, 1968.

C. Gary y Carmon L. Marano: *Optical properties of glass: Transmisión losses of eyepieces used in mine environment.*

Núm. 7.064, 1968.

L. A. Haas, S. E. Khalafalla y P. L. Weston, Jr.: *Kinetics of formation of carbon dioxide and carbon from monoxide in presence of iron pellets.*

Núm. 7.067, 1968.

P. Sands, M. Sokasgi y M. R. Geer: *Performance of the hydrocyclone as a fine-coal cleaner.*

Núm. 7.068, 1968.

P. W. Johnson y F. A. Peters: *Methods for producing alumina from anorthosite.*

Núm. 7.069, 1968.

R. B. Schluter y M. M. Fine: *Parameters affecting reduction-induration of unfired magnetite pellets.*

Núm. 7.071, 1968.

J. W. Smith, L. G. Trudell y G. F. Dana: *Oil yields of Green River oil shale from Colorado corehole, NO. 1.*

Núm. 7.072, 1968.

T. E. Green: *Extraction of 8-hidroxyquinoline complexes of trace elements from tungsten solutions.*

Núm. 7.073, 1968.

L. B. Pankratz: *High-temperature heat contents and entropies of dehydrated analcite, kaliophillite, and leucite.*

Núm. 7.074, 1968.

J. C. Holtz y R. W. Danzell: *Diesel exhaust contamination of tunnel air.*

Núm. 7.075, 1968.

M. O. Magnuson y R. L. Kimball: *Revegetation studies at three strip-mine sites in North-Central Pennsylvania.*

Núm. 7.076, 1968.

B. J. Dalton y R. E. Barieau: *Equations for calculating various thermodynamic functions of a two-component sys-*

tem from an empirical equation of state, including liquid-vapor equilibria data.

Núm. 7.077, 1968.

E. J. Kloos, L. D. Raymond y L. Spinetti: *Performance of open-circuit self-contained breathing apparatus At-25° F.*

Núm. 7.078, 1968.

I. Liebman, H. E. Perlee y J. Sorry: *Investigation of flame propagation characteristics in layered gas mixtures.*

Núm. 7.079, 1968.

O. C. Fursman, H. E. Blake, Jr. y J. E. Mauser: *Recovery of alumina and iron from Pacific Northwest bauxites by the Pedersen process.*

Núm. 7.080, 1968.

T. N. Rushton y S. E. Khalafalla: *Kinetics of the initial reduction stages of magnetite in hydrogen.*

Núm. 7.081, 1968.

W. T. Holmes II, L. H. Banning y L. L. Brown: *Liquidus temperatures of titaniferous slags.*

7.082, 1968.

T. A. Sullivan, B. E. Barton y F. R. Cattoir: *An electrolytic process for separating nickel and cobalt.*

Núm. 7.083, 1968.

W. T. Holmes II, L. H. Banning, L. L. Brown, y G. G. Thompson: *Liquidus temperatures of titaniferous slags (2.ª).*

Núm. 7.084, 1968.

Ch. S. Allbright, F. G. Schwartz y C. C. Ward: *Storage stability of gasoline.*

Núm. 7.085, 1968.

R. G. Peluso: *Face ventilation in underground bituminous coal mines.*

Núm. 7.086, 1968.

G. A. Brady y H. H. Griffiths: *Properties of anthracite from the Bottom Ross bed.*

Núm. 7.087, 1968.

E. W. Parsons y L. Osen: *Transverse force produced by tensioned expansion shell-type rock bolt anchors.*

Núm. 7.088, 1968.

R. L. de Beauchamp y T. A. Sullivan: *Low-temperature chlorination of ferrochromium.*

Núm. 7.089, 1968.

Evaluation of rolling slabs of zinc-copper-titanium alloys cast under semicontinuous conditions.

Núm. 7.090, 1968.

R. S. Fowkes y J. J. Wallace: *Hydraulic coal mining*

Núm. 7.091, 1968.

R. J. Leary, R. T. Coulehan, H. A. Tucker y W. G. Wilson: *Effects of adding rare-earth silicides, aluminum, and cryolite to molten steel.*

Núm. 7.092, 1968.

C. O. Babcock: *Changes in breaking strength of model rock pillars resulting from end constraint.*

Núm. 7.093, 1968.

M. Gómez, J. G. Walters y J. B. Gayle: *Dependence of coking time on coal properties and carbonization parameters.*

Núm. 7.094, 1968.

J. V. Batty, W. W. Agey y B. F. Andew: *Measurement of oleic acid on mineral surfaces using a radioactive tracer*

Núm. 7.095, 1968.

F. G. Horino, J. R. Hoskins y M. L. Ellickson: *A method of measuring surface texture of rock.*

Núm. 7.096, 1968.

R. V. Mrazek, D. W. Richardson, H. O. Pappleton y F. E. Blok: *Determination of the heat of formation of vanadium trichloride.*

Núm. 7.097, 1968.

P. N. Halstead, R. D. Call y S. J. Hubbard: *Two borehole photograph goniometers.*

Núm. 7.098, 1968.

M. R. Geer: *Predicted results of cleaning Appalachian coals at low density for sulfur reduction.*

Núm. 7.099, 1968.

P. C. Tully y J. M. Estres: *Modified Redlich-Kwong equations for hydrogen and for neon.*

Núm. 7.100, 1968.

D. J. Bauer, R. E. Lindstrom y K. B. Higbie: *Extraction behavior of cerium-group lanthanides in a primary amine-chelating agent system.*

Núm. 7.1101, 1968.

J. Hudy y A. W. Deurbrouck: *Evaluation of continuous recording X-ray ash meter.*

Núm. 7.102, 1968.

K. J. Miller y A. W. Deurbrouck: *Evaluation of synthetic organic flocculants in the treatment of coal refuse slurries.*

Núm. 7.103, 1968.

J. M. Singer, A. E. Bruszak y J. Grumer: *Limits of flame propagation of coal dust-methane-air mixtures.*

Núm. 7.105, 1968.

F. G. Anderson, T. F. Tomb y M. Jacobsom: *Analyzing midjet impinger dust samples with an electronic counter.*

Núm. 7.106, 1968.

J. M. Gomes, K. Uchida y D. H. Baker Jr.: *A high-temperature, two-phase extraction technique for tungsten minerals.*

Núm. 7.107, 1968.

M. M. Tilman: *Ferrite control by cobalt additions to a semiaustenitic stainless steel.*

Núm. 7.108, 1968.

J. F. Smith, J. A. Hultz y A. A. Orning: *Sampling and analysis of flue gas for oxides of sulfur and nitrogen.*

Núm. 7.019, 1968.

R. L. Lowrie: *Recovery percentage of bituminous coal deposits in the United States (1ª parte).*

Núm. 7.110, 1968.

M. R. Geer, P. S. Jacobsen y M. Sokaski: *Dewatering coal flotation tailing by the admixture of crushed washery refuse.*

Núm. 7.111, 1968.

R. V. Higgins y A. J. Leigton: *Improved method for calculating areas and shape factors of flow nets.*

- Núm. 7.112, 1968.
B. D. Nash, T. T. Campbell y F. E. Block: *Chromium by thermal decomposition of bisbenzene chromium*.
Núm. 7.113, 1968.
H. G. Iverson, D. R. Mathews y J. S. Winston: *Effects of boron and of boron with carbon on the mechanical properties of vanadium*.
Núm. 7.114, 1968.
K. R. Dorman, M. E. Poad y M. O. Serbousek: *Three-piece concrete sets for small openings: A progress report*.
Núm. 7.115, 1968.
J. S. Berber, R. V. Rarfuse: *Preparation of biodegradable synthetic detergents from low-temperature lignite tar*.
Núm. 7.116, 1968.
H. R. Babitzke y J. G. Croeni: *Study of columbium and tantalum alloys*.
Núm. 7.117, 1968.
R. O. Dannenberg y G. M. Potter: *Silver recovery from waste photographic solutions by metallic displacement*.
Núm. 7.118, 1968.
A. G. Starliper, H. Kenworthy: *Tungsten whiskers by vapor-phase growth*.
Núm. 7.119, 1968.
J. L. Reuss y M. M. Fine: *Nonpyritic smelting of copper concentrates*.
Núm. 7.120, 1968.
W. T. Malenka: *Hydraulic mining of anthracite*.
Núm. 7.121, 1968.
M. M. Tilman: *Effects of cobalt on precipitation hardening of AM 350 stainless steel*.
Núm. 7.122, 1968.
R. A. Friedel y A. G. Sharkey, Jr.: *Similar compositions of alkanes from coal, petroleum, natural gas and Fischer-Tropsch product*.
Núm. 7.123, 1968.
D. J. Bauer y R. E. Lindstrom: *Recovery of cerium and lanthanum by ozonation of lanthanide solutions*.
Núm. 7.124, 1968.
M. Berman y S. Ergum: *Analysis of mineral matter in coals by X-ray fluorescence*.
Núm. 7.125, 1968.
R. K. Koch, W. E. Anable y R. A. Beall: *Vapor pressures of liquid columbium (2,740° to 3,140° K) and liquid hafnium, (2,500° to 2,810° K)*.
Núm. 7.126, 1968.
J. D. Corrick y J. A. Sutton: *Oxidation of lead blast furnace matte by *Ferrobacillus ferrooxidans* or a dilute acid solution*.
Núm. 7.127, 1968.
C. M. Mason, P. A. Richardson y R. W. Van Dolah: *The incendivity of permissible explosives in coal-dust-gas-air mixtures*.
- Ph. B. King, R. B. Neuman y J. B. Had'y: *Geology of the Great Smoky Mountains National Park, Tennessee and North Carolina*.
- THE UNIVERSITY OF KANSAS PALEONTOLOGICAL CONTRIBUTIONS. Publ. por la Universidad de Kansas, Instituto Paleontológico
Núm. 22, noviembre 1967.
G. Ubahgs: *Le genre *Ceratocystis* Jaekel (Echinodermata, Stylophora)*.
Núm. 23, noviembre 1967.
W. M. Haglund: *Brachiopod genus *Eteletes* in Pennsylvanian deposits of Kansas*.
Núms. 24-25, noviembre 1967.
N. G. Lane: *Revision of suborder *Cyathocrina* (Class Crinoidea)*.
N. G. Lane y G. D. Werster: *Symmetry planes of Paleozoic Crinoids*.
Núm. 26, noviembre 1967.
G. Callison: *Intracranial mobility in Kansas Mosasaurs*.
- CIRCULAR. Publ. por el Illinois State Geological Survey, Urbana.
Núm. 413, 1967.
J. W. Baxter, G. A. Desborough y Ch. W. Shaw: *Areal geology of the Illinois fluorspar district. Part 3, Herod and Shetlerville quadrangles*.
Núm. 425, 1967.
R. D. Harvey: *Thermal expansion of certain Illinois limestone and dolomites*.
- ABSTRACTS OF NORTH AMERICAN GEOLOGY. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior.
Noviembre 1967.
Febrero 1968.
- GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior.
Núm. 249, octubre 1967.
Núm. 250, noviembre 1967.
Núm. 251, diciembre 1967.
Núm. 252, enero 1968.
- GEOLOGICAL SURVEY WATER-SUPPLY PAPER.
Núm. 1.576-G.
J. H. Irwin: *Geology and availability of ground water on the Ute Mountain Indian Reservation Colorado and New Mexico*.
Núm. 1.608-H.
D. W. Greenman, W. V. Swarzenski y G. D. Bennett:
- PROFESIONAL PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 587, 1968.

- Ground-water hydrology of the Punjab, West Pakistan, with emphasis on problems caused by canal irrigation*.
Núm. 1.820.
J. O. Rostvedt: *Summary of floods in the United States during 1962*.
Núm. 1.839-J.
F. T. Hidaka y A. A. Garrett: *Evaluation of seepage from Chester Morse Lake and Masonry Pool, King county, Washington*.
Núm. 1.847.
D. Price: *Ground water in the Eola-Amity Hills area. Northern Willamette Valley, Oregon*.
Núm. 1.852.
D. Richardson, J. W. Bingham y R. J. Madison: *Water resources of King county, Washington*.
Núm. 1.884.
Quality of surface waters of the United States 1961. Parts 7 and 8. Lower Mississippi River basin and Western Gulf of Mexico Basins.
- BULLETIN OF THE SEISMOGRAPHIC STATIONS. Publ. por la Universidad de California, Berkeley.
Vol. 35, núm. 3, 1967.
Vol. 35, núm. 4, 1967.
Vol. 36, núm. 1, 1967.
- JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.
Vol. 90, núm. 5, febrero 1968.
Vol. 90, núm. 7, marzo 1968.
- OKLAHOMA GEOLOGY NOTES. Publ. por el Oklahoma Geological Survey, Universidad de Oklahoma, Norman.
Vol. 27, núm. 11, noviembre 1967.
R. L. Kens: *Chemical analyses by X-ray fluorescence*.
Vol. 27, núm. 12, diciembre 1967.
L. Jordan: *Geology of Oklahoma. A summary*.
E. I. Gafford: *Scolecodont carriers from the Lower Permian of Kansas*.
R. W. Ganser: *Recent delta growth in the Butcher Pen, Lake Texoma, Oklahoma*.
Vol. 28, núm. 1, febrero 1968.
R. B. McDougal: *The mineral industry of Oklahoma in 1967 (Preliminary)*.
C. C. Branson: *New topographic maps in Oklahoma*.
A. Mogharabi: *Trace elements in carbonates of the Foraker Formation (Lower Permian) in North-Central Oklahoma*.
- GEOGRAPHICAL REVIEW. Publ. por la American Geographical Society, Nueva York.
Vol. LVIII, núm. 1, enero 1968.
- GROTIMES. Publ. por el American Geological Institute, Washington.
Vol. 12, núm. 7, septiembre 1967.
B. C. Henderson: *Enrollment in earth science-demand and supply*.
H. A. Ireland: *A pre-Drake oil well*.
Vol. 12, núm. 8, octubre 1967.
R. W. Stephens: *Gulf of Mexico Basin*.
Vol. 12, núm. 9, noviembre 1967.
A. T. Miesch: *Geologic data-some comments on quality*.
Vol. 12, núm. 10, diciembre 1967.
L. F. Ivanhoe: *Crustal movements in the Arabia region*.
Vol. 13, núm. 1, enero 1968.
J. A. Wood: *Cosmochemistry*.
R. L. Erickson: *Economic geology*.
M. Hooker: *Mineralogy*.
Vol. 13, Núm. 12, febrero 1968.
D. H. Kupfer: *Geology field camp. Cento style*.
G. Simmons: *Geophysics - some recent highlights*.
B. C. Henderson: *Top salaries in geosciences*.
- THE AMERICAN MINERALOGIST. Publ. por la Mineralogical Society of America.
Vol. 52, núm. 11 y 12, noviembre-diciembre 1967.
P. B. Leavens y J. S. White: *Switzerite, (Me, Fe)₂(PO₄)₂·4H₂O, a new mineral*.
P. B. Moore: *Crystal chemistry of the basic manganese arsenate minerals. 1. The crystal structures of flinkite, Mn²⁺Mn³⁺(OH)₄(AsO₄) and retzian, Mn²⁺Y³⁺(OH)₄(AsO₄)*.
J. S. Lister y S. W. Bailey: *Chlorite polytypism: IV Regular two-layer structures*.
S. Hafner y M. Raymon: *The nuclear quadrupole coupling tensors of Al²⁷ in kyanite*.
W. C. Hood y R. L. P. Custer: *Mass magnetic susceptibilities of some trioctahedral micas*.
R. W. T. Wilkins y J. Ito: *Infrared spectra of some synthetic talcs*.
R. Greenwood: *Thermal behavior of SiO₂-X and its relation to the natural silica minerals*.
H. J. Greenwood: *Wollastonite: Stability in H₂O-CO₂ mixtures and occurrence in a contact-metamorphic aureole near Salmo, British Columbia, Canada*.
O. C. Kopp y L. A. Harris: *Synthesis of grunerite and other phases in the system SiO₂-NaOH-Fe-H₂O*.
W. T. Schaller, M. K. Carron y M. Fleischer: *Ephesite, a trioctahedral member of the margarite group, and related brittle micas*.
G. W. Brindley, B. N. Narahari Achar y J. H. Sharp: *Kinetics and mechanism of dehydroxylation processes: II. Temperature and vapor pressure dependence of dehydroxylation of serpentine*.
W. D. Johns y P. K. Sen Gupta: *Vermiculite-alkyl ammonium complexes*.
J. L. McAtee y F. S. Cheng: *Differences in apparent in-*

terstratification of an organomontmorillonite dispersed in various organic solvents: II. Electron microscopy study.

C. E. Brown: Fluorite in crystal-lined vugs in the Maquoketa Shale at Volga, Clayton County, Iowa.

A. Tsusue: Magnesian kutnahorite from Ryūjima mine, Japan.

E. I. Semenov, V. I. Bukin, YU. A. Balashov y H. Sørensen: Rare earths in minerals of the joaquinite group.

J. G. D. Steyn y M. D. Watson: A new occurrence of norsethite $BaMg(CO_3)_2$.

L. F. Aristarain y C. S. Hurlbut: Macallisterite, $2MgO \cdot CB_2O_3 \cdot 15H_2O$, from Salta, Argentina.

K. Harada, S. Iwamoto y K. Kihara: Erionite, phillipsite, and gonnardite in the amygdales of altered basalt from Mase, Niigata prefecture, Japan.

J. H. Rattigan: Occurrence and genesis of halloysite, Upper Hunter Valley, New South Wales, Australia.

I. S. E. Carmichael: The mineralogy of Thingmuli, a Tertiary volcano in eastern Iceland.

K. G. Snetsinger y K. Keil: Microspectrochemical analysis of minerals with the laser microprobe.

C. A. Alexiades y M. L. Jackson: Chlorite determination in clays of soils and mineral deposits.

Vol. 52, núms. 9-10, septiembre-octubre, 1967.

D. W. Kohls y J. L. Rodda: Iowaite, a new hydrous magnesium hydroxide-ferric oxichloride from the Precambrian of Iowa.

T. Araki y T. Zoltai: Refinement of the crystal structure of a glauconite.

G. M. Bancroft y R. G. Burns: Interpretation of the electronic spectra of iron in pyroxenes.

G. Ferrareso: Thermoluminescence of clay minerals.

N. M. Johnson y R. J. Blanchard: Radiation dosimetry from the natural thermoluminescence of fossil shells.

H. T. Hall: The pearceite and polybasite series.

K. G. Snetsinger, K. Keil y T. E. Bunch: Chromite from "equilibrated" chondrites.

D. J. J. Kinsman: Huntite from a carbonate-evaporite environment.

A. B. Carpenter: Mineralogy and petrology of the system $CaO-MgO-CO_2-H_2O$ at Crestmore, California.

R. H. Nazziger y A. Muan: Equilibrium phase compositions and thermodynamic properties of olivines and pyroxenes in the system $MgO-FeO-SiO_2$.

J. L. McAtee y F. S. Cheng: Differences in apparent interstratification of an organo-montmorillonite dispersed in various organic solvents. I. X-ray diffraction study.

F. Aumento: A serpentine mineral showing diverse strain-relief mechanisms.

J. R. O'Neil y H. P. Taylor: The oxygen isotope and cation exchange chemistry of feldspars.

K. Harada y K. Tomita: A sodian stilbite from Onigajo, Mie prefecture, Japan, with some experimental studies concerning the conversion of stilbite to wairakite at low water vapor pressures.

K. G. Cox, R. MacDonald y G. Hornung: Geochemical

and petrographic provinces in the Karroo basalts of Southern Africa.

B. G. J. Upton y W. J. Wadsworth: A complex basalt-nugearite sill in Pitron des Neiges volcano, Reunion.

R. C. Reynolds: Estimation of mass absorption coefficients and extensions of the method.

P. M. Huang y M. L. Jackson: Fluorine determination in minerals and rocks.

GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN. Publ. por la Geological Society of America, Boulder, Colorado.

Vol. 78, núm. 8, agosto 1967.

L. A. Wright y B. W. Troxel: Limitations on right-lateral, strike-slip displacement, Death Valley and Furnace Creek fault zones, California.

J. S. Galehouse: Provenance and paleocurrents of the Paso Robles formation, California.

A. B. Costin, B. G. Thom, D. J. Wimbush y M. Stuiver: Nonsorted steps in the Mt. Kosciuszko area, Australia.

L. S. Land, F. T. Mackenzie y S. J. Gould: Pleistocene history of Bermuda.

A. Segovia: Geology of plancha L-12, Colombia, South America: A reconnaissance.

Vol. 78, núm. 9, septiembre 1967.

K. L. Cook y E. Hardman: Regional gravity survey of the Hurricane fault area and Iron Springs district, Utah.

D. A. Swanson: Yakima basalt of the Tieton River area, south-central Washington.

R. G. Stearns: Warping of the Western Highland Rim peneplain in Tennessee by ground-water sapping.

J. H. Hoyt: Barrier island formation.

M. Lindström: "Funnel grabens" and Early Paleozoic tectonism in south Sweden.

J. A. Minch: Stratigraphy and structure of the Tijuana-Rosarito Beach area, northwestern Baja California, Mexico.

GEOPHYSICS. Publ. por la Society Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma.

Vol. XXXII, núm. 6, diciembre 1967.

G. Dohr y K. Fuchs: Statistical evaluation of deep crustal reflections in Germany.

J. F. Colwell: Elastic radiation from cylindrical sources.

J. H. Filloux: An ocean bottom, D component magnetometer.

D. Silverman: The digital processing of seismic data.

J. C. Savage y H. S. Hasegawa: Evidence for a linear attenuation mechanism.

E. G. Zurflueh: Application of two-dimensional linear wavelength filtering.

Vol. XXXIII, núm. 1, febrero 1968.

R. L. Sengbush y M. R. Foster: Optimum multichannel velocity filters.

J. N. Galbraith y R. A. Wiggins: Characteristics of optimum multichannel stacking filters.

S. J. Laster y A. F. Linville: Preferential excitation by refracting interfaces by use of a source array.

L. M. Godfrey, J. D. Stewart y F. Schweiger: Application of Dinoseis in Canada.

R. C. Carlson, R. T. Stearns, H. B. Berens y J. R. Hearst: High-resolution seismic uphole surveys at the Lawrence radiation laboratory.

A. F. Gangi y D. Disber: A space-time filter for seismic models.

W. A. Schneider y M. M. Backus: Dynamic correlation

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.

Vol. 89, núm. 26, diciembre 1967.

Vol. 90, núm. 1, enero 1968.

Vol. 90, núm. 2, enero 1968.

Volume 90, núm. 3, enero 1968.

Vol. 90, núm. 4, febrero 1968.

GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

Núm. 249, octubre 1967.

Núm. 250, noviembre 1967.

Núm. 251, diciembre 1967.

Núm. 252, enero 1968.

ABSTRACTS OF NORTH AMERICAN GEOLOGY. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.

Agosto 1967.

Octubre 1967.

Diciembre 1967.

BULLETIN OF THE MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY. Publicado por el Museum of Comparative Zoology, Harvard University.

Vol. 136, núm. 3, septiembre 1967.

G. G. Simpson: The Tertiary Lorisiform primates of Africa.

Núm. 136, núm. 4, septiembre 1967.

G. G. Simpson: The Ameghinos' localities for early Cenozoic mammals in Patagonia.

CIRCULAR. Publ. por el Oklahoma Geological Survey, Norman, Oklahoma.

Núm. 74, 1967.

E. C. Olson: Early Permian vertebrates of Oklahoma.

BULLETIN. Publ. por el Oklahoma Geological Survey, Norman, Oklahoma.

Núm. 115, 1967.

K. S. W. Campbell: Trilobites of the Henryhouse formation (Silurian) in Oklahoma.

PALEONTOLOGICAL CONTRIBUTIONS. Publ. por la Universidad de Kansas, Paleontological Institute, Norman.

Ecology, Article 1, octubre 1967.

S. Grossman y R. H. Benson: Ecology of Rhizopoda and Ostracoda of Southern Pamlico Sound region, North Carolina.

S. Grossman: Part 1. Living and subfossil Rhizopod and Ostracode populations.

R. H. Benson: Part 2. History and microfauna of Southern "Outer Banks" and offshore region.

TULANE STUDIES IN GEOLOGY. Publ. por la Tulane University, Nueva Orleans, Louisiana.

Vol. 5, núm. 3, noviembre 1967.

M. N. Bramlette y J. A. Wilcoxon: Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Ciperó section, Trinidad. W. I.

E. H. Vokes: Cenozoic Muricidae of the Western Atlantic region, part III. Chicoreus (Phyllonotus).

J. D. Meyer: Estudios petrográficos de ignimbritas y lavas plio-peistocénicas de la zona de Ahuachapán, El Salvador, América Central.

P. J. Bermúdez y G. A. Seiglie: A new genus and species of foraminifer from the early Miocene of Puerto Rico.

Vol. 5, núm. 4, diciembre 1967.

W. S. Drugg y A. R. Loeblich: Some Eocene and Oligocene phytoplankton from the Gulf Coast, U. S. A.

J. D. Meyer: Geology of the Ahuachapán Area, Western El Salvador, Central América.

R. E. Petit: Notes on Cancellariidae (Mollusca: Gastropoda).

M. N. Bramlette y J. A. Wilcoxon: Discoaster Druggi nom. nov. pro discoaster extensus.

THE UNIVERSITY OF KANSAS SCIENCE BULLETIN. Publ. por la Universidad de Kansas, Lawrence.

Vol. XLVII, núm. 5, octubre 1967.

Vol. LXVII, núm. 6, octubre 1967.

Vol. XLVII, núm. 7, octubre 1967.

Vol. XLVII, núm. 8, octubre 1967.
Vol. XLVII, núm. 9, octubre 1967.
Vol. XLVII, núm. 10, octubre 1967.

GEOPHYSICAL ABSTRACTS. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 254, marzo 1968.

JOURNAL OF THE AMERICAN CHEMICAL SOCIETY.
Vol. 90, núm. 6, marzo 1968.

PAPER. Publ. por el Geological Survey, Department of the Interior, Washington.
Núm. 577, 1968.
F. G. Lesure: *Mica deposits of the Blue Ridge in North Carolina.*

GEOLOGICAL SCIENCES. Publ. por la Universidad de Stanford, California.
Vol. X, núm. 5, 1968.
C. Carew McFall: *Reconnaissance geology of the Concepcion Bay area, Baja California, Mexico.*

GEOTIMES. Publ. por la American Geological Institute, Washington.
Vol. 13, núm. 3.
J. L. Snyder: *New building on campus.*
W. H. Matthews: *Earth science in secondary schools.*
R. O. Stone: *Graduate students: how have they changed.*
R. E. Boyer: *Geology for non-geologists.*
Vol. 13, núm. 4.
J. A. Taylor: *Oklahoma City: its geologic setting.*
R. L. Nace: *Geohydrology: recent progress.*

GEOGRAPHICAL REVIEW. Publ. por la American Geographical Society, Nueva York.
Vol. XLVIII, núm. 2, abril 1968.

GEOPHYSICS. Publ. por la Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma.
Vol. 33, núm. 2, abril 1968.
J. T. Cherry y K. H. Waters: *Shear-wave recording using continuous signal methods. Part I-Early development.*

E. L. Erickson, D. E. Miller y K. H. Waters: *Shear-wave recording using continuous signal methods. Part II-Later experimentation.*

W. R. Burns: *A statistically optimized deconvolution.*
J. F. Claerbout: *Synthesis of a layered medium from its acoustic transmission response.*

R. B. Roden: *Seismic experiments with vertical arrays.*
R. L. Gray, J. H. Leitinger y J. C. Hollister: *Determination of seismic system distortion and its compensation using digital filters.*

J. E. White y R. E. Zechman: *Computed response of an acoustic logging tool.*

R. Doig: *The natural gamma-ray flux: In-situ analysis.*
F. E. M. Lilley: *Optimum direction of survey lines.*

P. Naidu: *Spectrum of the potential field due to randomly distributed sources.*

A. K. Sinha: *Electromagnetic fields of an oscillating magnetic dipole over an anisotropic earth.*

Mapas fineses

MAPA GEOLÓGICO DE FINLANDIA. 1:100.000. Publ. por el Geologinen Tutkimuslaitos, Otaniemi.
Hoja núm. 4.232-4.234. Tohmajärvi (con memoria).

Mapas sudafricanos

MAPA GEOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DE SUDÁFRICA. 1:125.000. Publicado por el Geological Survey, Pretoria.
Hoja núm. 2.729D. Newcastle.

Revistas brasileñas

GEOLOGIA. Publ. por el Instituto de Geociencias de la Universidad Federal de Río de Janeiro.
Boletín núm. 1, septiembre 1967.

I. Machado Brito: *Gastropodos continentais do Paleogeno do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.*

J. Eichler: *O enriquecimiento residual e supergénico de Itabirito através de intemperismo.*

I. Machado Brito e M. A. Rodrigues: *Contribuição ao conhecimento dos amonitas albianos (Cretaceo) de Sergipe.*

I. Machado Brito: *Sobre a ocorrência de um cefalópodo no cretáceo da área de Estância, Estado de Sergipe, Brasil.*

Mapas estadounidenses

GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS MAP. Publ. por el Geological Survey, Departamento del Interior, Washington.
Núm. GP-613, 1967.

Randolph, W. Bromery: *Aeromagnetic map of Baltimore county and Baltimore city, Maryland.*

Núm. GP-614.

R. W. Bromery: *Simple Bouguer gravity map of Baltimore county and Baltimore city, Maryland.*

Mapas japoneses

GEOLOGICAL MAP OF JAPAN. SCALE. 1:50.000. Publ. por el Geological Survey of Hokkaido.

Hoja núm. 17: Hamatonbetsu (Asahigawa).

Hoja núm. 28: Ochiai (Kushiro).

Hoja núm. 34: Maruseppu (Abashiri).

Hoja núm. 62: Nakashibetsu (Abashiri).

Hoja núms. 63-64: Shibetsu and Nokkezaki (Abashiri).

Hoja núm. 77: Shikabe (Sapporo).

Hoja núm. 82: Osatsube (Sapporo).

Revistas africanas

BULLETIN. Publ. por el Servicio Geológico de Argelia, Argen.
Tomo II, núm. 32, 1967.

J. Glacon: *Recherches sur la geologie et les gites metallifères du Tell Setifien (Algerie).*

Núm. 35, 1967.

M. Alonso y C. Chanut: *Le gisement d'hydrocarbures du Djebel Onk (Sud-Est constantinois).*

D. Basseto y F. Coumes: *Série lithologique du Djebel el Azreg de Laghouat. Etude stratigraphique de la zone de passage Jurassique-Crétacé.*

C. Caratini: *Etude des minéraux lourds des formations gréseuses de la région de Challala-Reibell (Départements de Médéa et Tiaret, Algérie).*

M. Grammont y J. P. Lombard: *Observations stratigraphiques et tectoniques dans la région du Djebel Djaffa (feuille Ain Regada—98—au 1/50.000).*

P. Guardia: *Esquisse structurale de la région côtière comprise entre le Cap Milonia et l'îlot d'El Mokreum (Algérie occidentale).*

R. Guiraud: *Esquisse géologique du Djebel Guétiane-Tachirî (Département de Batna, Algérie du Nord).*

M. Tefiani: *Le flysch crétacé nummulitique de l'Unité du Djebel Zima (Sud-Est algérois).*

Ch. Bastien: *Essai d'étude sédimentologique des grès de Dkhissa (région d'Ougarta, Dévonien inférieur).*

G. Chennaux: *Les tintinnoidiens et microorganismes incertae sedis du Siluro-Dévonien saharien.*

J. P. Lefranc: *Remarques sur la carte géologique "Sahara central", deuxième édition 1962, (région d'Amg'id et du Tin'ert occidental).*

A. l'Homer: *Précisions sur la lithologie et la sédimentologie des grès du Cambrien (Zones "Ri" et "Ra") à Hassi Messaoud.*

Núm. 36, 1967.

C. Voute (tomos I y II; planchas): *Essai de synthèse*

de l'histoire géologique des environs d'Ain Fakroun, Ain Babouche et des régions limitrophes.

PAPER. Publ. por el Geological Survey, El Cairo (Egipto).
Núm. 42, 1967.

M. S. Youssef, H. El-Hakim, W. K. Awad, N. Shaaba y M. E. Nimmim: *Geophysical investigations for ground water in Maghara area. Northern Sinai.*

NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GÉOLOGIQUE. Publ. por Editions du Service Géologique de Maroc, Rabat.
Núm. 175, 1966.

Le bassin côtier de Tarfaya (Maroc Meridional).

G. Choubert y otros: Tomo 1. *Stratigraphie.*

M. Collignon y otros: Tomo II. *Saieontologia*

PAPER. Publ. por el Servicio Geológico, R. A. U., El Cairo.

Núm. 43, 1967.

M. G. Ghobrial, Ph. D.: *The structural geology of the Kharga Oasis.*

SPECIAL REPORT. Publ. por el Geological Survey of Uganda, Entebbe.

Núm. 6, 1967.

C. R. Cratchley y R. B. Evans: *Geophysical surveys for mineral deposits in area C/D, Western Uganda.*

BULLETIN. Publ. por la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, Rabat.

Tome 46. 3e et 4e Trimestres 1966.

Revistas coreanas

JOURNAL OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF KOREA, Publ. por la Geological Society of Korea, Seul.

Vol. 3, núm. 1, marzo 1967.

S. Man Lee: *Geology and ore deposits at the Okbang scheelite Mine, North Gyeong Sang province, Korea.*

Ch. Hi Creong: *Petrographic study of the Sadong sandstones.*

Y. Ahn Park: *Petrography and depositional environments of the Triassic border conglomerates in New Jersey.*

D. Sung Lee: *Geological study of Janggun manganese mine.*

B. Kyun Kim y Y. Ahn Park: *The origin of the so-called Punch Bowl basin.*

PROCEEDINGS OF THE JAPAN ACADEMY. Publ. por la Academia del Japón, Ueno Park, Tokyo.
Vol. XLIII, núm. 7, septiembre 1967.
Vol. XLIII, núm. 8, octubre 1967.

THE SCIENCE REPORT. Publ. por la Universidad de Tohoku, Sendai, Japan.
Serie de Geología.
Vol. 39, núm. 1, 1967.

M. Hattori: *Recent sediments of Sendai bay, Miyagi prefecture, Japan.*

I. Yanagisawa: *Geology and paleontology of the Takakurayama-Yaguki area, Yotsukura-cho, Fukushima prefecture.*

Vol. 39, núm. 2, 1967.

K. Matsumaru: *Geology of the Tomioka area, Gunma prefecture, with a note on "Lepidocyclina" from the Abuta limestone member.*

S. Mitsui: *Styloclites from the Izu peninsula, Shizuoka prefecture, Japan.*

JOURNAL OF THE FACULTY OF SCIENCE, UNIVERSITY OF TOKYO.
Publ. por la Universidad de Tokyo.

Vol. XVI, Part 1, 1966.

T. Kobayashi: *Stratigraphy of the Chosen group in Korea and South Manchuria and its relation to the Cambro-Ordovician formations of other areas. The Cambro-Ordovician formations and faunas of South Korea. Part X.*

M. Uchimizu: *Geology and petrology of alkali rocks from Dōgo, Ōki islands.*

K. Chinzei: *Younger tertiary geology of the Mabechi river valley, Northeast Honshu, Japan.*

Vol. XVI, Part. 2, 1966.

T. Kobayashi: *Stratigraphy of the Chosen group in Korea and South Manchuria and its relation to the Cambro-Ordovician formations of other areas. The Cambro-Ordovician formations and faunas of South Korea. Part X, Section B.*

H. Nagasaki: *A layered ultrabasic complex at Horoman, Hokkaido, Japan.*

K. Ito: *Thermodynamic of nonhydrostatically stressed solids with geologic applications.*

REPORT. Publ. por el Geological Survey of Japan, Hisamoto-cho, Kawasaki-shi.

Núm. 220, 1967.

M. Saito: *On the iron resources of Hokkaido, Japan.*

Núm. 221, 1967.

T. Bamba y T. Sawa: *Spilite and associated manganese hematite deposits of the Tokoro district, Hokkaido, Japan.*

Núm. 222, 1967.

K. Hoshino: *Fracture system of Oshima island, Kyushu. A study of jointing in brittle sedimentary rocks.*

Núm. 223, 1967.

M. Katada: *Ryoke metamorphic belt in the Northern Kiso district, Nagano prefecture.*

CONTRIBUTIONS FROM THE INSTITUTE OF GEOLOGY AND PALEONTOLOGY. Publ. por la Universidad de Tohoku, Sendai, Japan.

Núm. 64, octubre 1967.

K. Hase: *Geology of the alluvial plains of Miyagi prefecture.*

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN. Publ. por el Geological Survey of Japan, Hisamoto-cho, Kawasaki-shi.

Vol. 18, núm. 10, octubre 1967.

N. Fujii: *Study on the fireclay deposits in Tajimi and Tiki districts, Gifu prefecture. The 1st report. Geological occurrence and some mineralogical properties of so-called "Kibushi-clay". Deposits at Onada, Tajimi-shi.*

F. Kishimoto, S. Nagai, K. Takashima y Kato: *Some relations between mercury dispersion and geological situations of gold-silver veins: an example at Isobe-Hoshino Mine.*

K. Baka, I. Honma y Y. Takei: *Electrical prospecting at Takinoue and Matsukawa geothermal areas.*

H. Kawachi, S. Goto, T. Nakagawa, I. Aoki y S. Maruyama: *Development of technique on the vertical sampling and short boring method for submarine geology (núm. 1).*

Vol. 18, núm. 11, 1967.

H. Hattori, M. Katada y K. Endo: *Breccia dykes possibly associated with the Kamochi conglomerate from Tottori prefecture.*

H. Yonetani: *Some gas components in Lake Walter and bottom sediments.*

S. Maruyama: *Development of technique on the vertical sampling and short boring method for submarine geology (núm. 2).*

REPORT. Publ. por el Geological Survey of Japan, Hisamoto-cho, Kawasaki-shi.

Núm. 224, 1967.

M. Miyamura: *Stratigraphy and geological structure of the Permian formations of MT. Ibuki and its vicinity, Central Japan.*

JOURNAL OF THE FACULTY OF SCIENCE. Publ. por la Facultad de Ciencias, Universidad de Hokkaido, Sapporo, Japón.

Vol. XIV, núm. 1, febrero 1968.

Revistas vietnamitas

ARCHIVES GEOLOGIQUES DU VIET-NAM. Publ. por la Dirección des Mines, Service Géologique, Saigón.
Núm. 10, 1967.

E. Saurin: *Phosphatisation de microgranites par les océaux de mer.*

Tran-Huynh-Anh y C. Faure: *Note sur la pétrographie, la structure et les minéralisations de la carrière de Tan-Thanh (près Bien-Hoa).*

H. Fontaine: *Note sur l'archipel de Tho-Chau.*

Ta-Tran-Tan: *Contribution à la connaissance pétrographique de l'archipel des Poulo Condore.*

Bach-Thi-Ngoc-Lan: *Note préliminaire sur la flore fossile de Nong-Son.*

H. Fontaine: *Quelques madréporaires permians du Viet-Nam et du Cambodge.*

Tran-Thi-Chi-Thuan: *Brachiopodes du Carbonifère inférieur de Bankuokang.*

H. Fontaine: *Actinostroma et Trupetostroma (Stromatoporoides) dans les collections du Service Géologique.*

C. Serra: *Sur un nouveau bois de Gingkoales récolté dans le Ho-Gia.*

E. Saurin: *Endothyridae et fusulinidae du Moscovien inférieur (Bachkirien) de la grande Norvège.*

Revistas japonesas

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN. Publ. por el Geological Survey of Japan, Hisamoto-cho, Kawasaki-shi.
Vol. 18, núm. 7, julio 1967.

M. Kawai: *On the deformation of the Mesozoic and Paleozoic systems in the Northeastern part of the Taishaku plateau, Hiroshima prefecture. Late Mesozoic crustal movements in the Chugoku province, the inner zone of Southwest Japan.*

C. Ono y H. Isomi: *Comparison of areas covered by different rocks in the Japanese Islands.*

K. Kishi y S. Nagai: *Ground water in the Shinjo and the Obanzawa basins, Yamagata prefecture.*

Vol. 18, núm. 8, agosto 1967.

K. Yuhara: *Shallow ground water in Hoku plain and its water balance.*

M. Ueno: *On the pegmatite deposit of the Kanamaru Mine, Niigata prefecture.*

H. Goto: *On the chemical quality of the ground water in the Tamana plain, Kumamoto prefecture.*

Vol. 18, núm. 9, septiembre 1967.

K. Hirasawa y K. Ito: *Seismic prospecting in the environs of uranium ore deposits, at the Northern part of Toki city, Gifu prefecture. Geophysical prospecting in the Tono area, part 2.*

K. Ito, K. Hirasawa y S. Itzuka: *Seismic prospecting*

at the Western part of Mizunami city, Gifu prefecture Geophysical prospecting in the Tono area, part 3.

S. Sano, J. Nakai, Y. Takei, I. Honma y S. Takagi: *Geophysical logging for uranium ore deposits at Toki-Mizunami district, Gifu prefecture.*

J. Nakai: *Analysis of natural radioactive elements in granitic rock samples by gamma ray spectrometer.*

Y. Tsukawaki y M. Miyamura: *Reconnaissance survey on the radioactive intensities in the Oura peninsula, Maizuru city, and Kurita peninsula, Miyazu city, Kyoto prefecture.*

Y. Tsukawaki: *Report on the radioactive survey in the district of Akashi city and Tarumi-ku, Kobe city, Hyogo prefecture.*

S. Tokunaga: *Outline of offshore coal fields in Japan (Part 1).*

REPORT OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF HOKKAIDO. Publ. por el Geological Survey of Hokkaido, Sapporo, Japan.
Núm. 36, 1966.

K. Hasegawa: *Regarding natural gas in Bihoro-Memambetsu District; Part 2. Gases dissolved in water at Memambetsu.*

T. Fujiwara: *On the fire clay in Yoshioka, Oshima province.*

T. Fujiwara y Y. Shoya: *On the pyrophyllite in Kubonai, Ihuri province.*

S. Sako, I. Sato, K. Futamase y T. Shigeyama: *On the hot-spring of the Shimamaki-mura area, Shiribeshi province.*

H. Kawata, S. Nakamura, Y. Uchida, I. Takebayashi y T. Suzuki: *Test boring for thermal water resource at Sakazuki-Moiwa in Tomari-mura, Shiribeshi province.*

T. Shigeyama: *On the results after having used packsack diamond drill for geological survey.*

Núm. 37, 1967.

K. Hasegawa, R. Sugimoto y T. Fujiwara: *Ore deposits in the Utanobori district, Hokkaido.*

N. Saito, K. Futamase y K. Mitani: *On the natural gas of the Sarobetsu, Part I.*

M. Suzuki y K. Marsui: *Landslide in Penke, Pifuka-cho, north Hokkaido.*

S. Nagao, K. Mitani y N. Saito: *Regarding the Kitakawaguchi anticline.*

T. Suzuki: *Wire line method in drilling at Motokura Mine.*

S. Doi: *Limonite deposits of Nakadoya Mine, Ihuri province.*

H. Kawata y S. Dot: *Prospecting of the hot spring at the Rausa, Rausa-cho, Menashi province.*

H. Kawata, T. Odagiri, F. Hayakawa y E. Yokoyama: *Prospecting for thermal water resources at Ikenoyu Spar, Kuccharo, Teshikaga-cho, Kushiro province.*

H. Yamaguchi, M. Konoya y F. Hayakawa: *On the exploratory well núm. 1 at Shikabe geothermal area.*

M. Minato: *Comparison of major sedimentary facies and ages of granitic rocks in the Japanese islands to those of the adjacent parts of the continental mainland.*

C. L. Rowett y M. Minato: *Corals from the Omi limestone, Central Honshu, Japan.*

C. L. Rowett y M. Kato: *The coral genus *Darvasophyllum* Pyzhjanov, and a related coral from S. W. Japan.*

M. Kato: *Note on the existence of *Sugiyamaella* in the Lower Carboniferous of the Chillienshan, Chinhaí Province, China, with remarks on that coral genus.*

M. Kato: *Note on the fine skeletal structures in *Scleractinia* and in *Tabulata*.*

S. Kimoto y S. Honjo: *Scanning electron microscope as a tool in geology and biology.*

S. Honjo y H. Okada: *Scanning electron microscopy of planktonic Foraminifera: A preparation technique.*

Y. Fujiwara, S. Ohta, S. Anma, T. Endo y T. Nishimura: *Paleomagnetic studies of the basic rocks in South Patagonia, Chile.*

M. Goto: *Orientated growth of gypsum in the Marion Lake gypsum deposit, South Australia.*

D. Yagi, T. Bamba y M. Okeya: *Pectolites from Chisaka, Hidaka province and Nozawa Mine, Frano, Hokkaido.*

K. Yagi y F. Sato: *Datolite from Furano Mine, Hokkaido.*

PROCEEDING OF THE JAPAN ACADEMY. Publ. por la Academia del Japón, Ueno Park, Tokyo.

Vol. XVIII, núm. 9, noviembre 1967.

K. Harada y K. Sakurai: *A "calcian anacitme" in ophiolite from Sugasima, Mié prefecture, Japan.*

H. Kano: *On the co-existence of granite-bearing Tertiary and Paleozoic conglomerates in the Mitate district of Kyushu, Japan.*

Vol. XLIII, núm. 10, diciembre 1967.

SCIENCE REPORT. Publ. por la Universidad de Tohoku, Sendai, Japón.

Vol. X, núm. 2, marzo 1968.

M. Akizuki: *Transformation of talc, chlorite and muscovite by electron bombardment.*

Y. Kato: *Petrology of the Tertiary granitic rocks around Kofu basin, Central Japan.*

Revistas neozelandesas

NEW ZEALAND JOURNAL OF GEOPHYSICS. Publ. por el Department of Scientific and Industrial Research, Wellington.

Vol. 10, núm. 5, 1967.

K. A. Phillips: *South-West Pacific Geological Survey Conference, Fiji, 1966. Proceedings and abstracts.*

T. Hatherton: *Total magnetic force measurements over the North Macquarie Ridge and Solander Trough.*

R. J. S. Cooke: *Observations of the seismic T phase at Macquarie Island.*

I. D. Ripper y R. Green: *Tasmanian examples of the influence of bathymetry and crustal structure upon seismic T-wave propagation.*

D. I. Ross: *A total magnetic field map of the South-West Pacific Ocean between New Zealand and Antarctica.*

D. H. Tarling: *The paleomagnetism of some rock samples from Viti Levu, Fiji.*

P. Rodda, N. J. Snelling y D. C. Rex: *Radiometric age data on rocks from Viti Levu, Fiji.*

P. Rodda: *Outline of the geology of Viti Levu. With appendix-Bibliography on geology of Fiji.*

A. H. G. Mitchell: *Geological publications on the New Hebrides.*

F. Baltzer: *Geological publications on New Caledonia.*

W. J. M. van der Linden: *Structural relationships in the Tasman sea and South-West Pacific Ocean.*

M. P. Hochstein: *Interpretation of magnetic anomalies across Norfolk Ridge.*

Vol. 10, núm. 6, diciembre 1967.

R. M. Hamilton y F. F. Evison: *Earthquakes at intermediate depths in South-West New Zealand.*

T. Hatheron: *A geophysical study of Nelson-Cook Strait region, New Zealand.*

R. D. Adams y R. R. Dibble: *Seismological studies of the Raoul Island eruption, 1964.*

J. C. Schofield: *Origin of radioactivity at Niue Island.*

C. P. Summerhayes: *Manganese nodules from the South-Western Pacific.*

C. P. Summerhayes: *Bathymetry and topographic lineation in the Cook Islands.*

D. H. Tarling: *Some paleomagnetic results from Rarotonga, Cook Islands.*

P. W. Wellman: *The aeromagnetic anomalies and the bathymetry of the central part of the Hawaiian Ridge.*

J. C. Schofield: *Notes on the geology of the Tongan Islands.*

B. L. Wood: *Geology of the Cook Islands.*

D. Kear: *Geological notes on Western Samoa.*

D. I. Ross: *Magnetic and bathymetric measurements across the Pacific-Antarctic Ridge South of New Zealand.*

E. I. Robertson: *Gravity effects of volcanic islands.*

E. I. Robertson: *Gravity survey in the Cook Islands.*

M. P. Hochstein: *Seismic measurements in the Cook Island, South-West Pacific Ocean.*

M. P. Hochstein y W. I. Reilly: *Magnetic measurements in the South-West Pacific Ocean.*

NEW ZEALAND JOURNAL OF SCIENCE. Publ. por el Department of Scientific and Industrial Research, Wellington.

Vol. 10, núm. 4, diciembre 1967.

A. Koga: *Iron, aluminium and manganese concentrations in waters discharged from Wairakei drillholes.*

I. Devereux: *Oxygen isotope paleotemperature measurements on New Zealand Tertiary fossils.*

O. E. Clinton: *A three channel flame photometer for soil analysis.*

NEW ZEALAND JOURNAL OF GEOLOGY AND GEOPHYSICS. Publicado por el Department of Scientific and Industrial Research, Wellington.

Vol. 10, núm. 4, octubre 1967.

R. A. Hoare: *Magnetic properties of the Matahina ignimbrite.*

P. M. Black: *Petrochemistry of the Tokatoka igneous rock suite, Northland.*

J. B. Waterhouse: *A historical survey of the Pre-Cretaceous geology of New Zealand. Part 2. Metamorphic and igneous rocks.*

M. S. Srinivasan: *Middle Eocene to Oligocene foraminifera, Tukutuki river, Hawke's bay.*

J. B. Kennett: *Lower Pliocene of New Zealand.*

P. J. Barret: *The Kuiti group in Waitomo. The Anga area.*

W. H. Mathews: *A contribution to the geology of the Mount Tongarito massif, North Island, New Zealand.*

G. E. Dickinson y R. D. Adams: *A statistical survey of earthquakes in the main seismic region of New Zealand. Part 3. Geographical distribution.*

J. P. Kennett: *Recognition and correlation of the Kapitean stage (Upper Miocene, New Zealand).*

D. Graham Jenkins: *Planktonic foraminiferal zones and*

new taxa from the Lower Miocene to the Pleistocene of New Zealand.

M. R. Stauffer: *Tectonic strain in some volcanic, sedimentary and intrusive rocks near Canberra, Australia: A comparative study of deformation fabrics.*

W. T. Ward: *Volcanic ash beds of the lower Waikato basin, North Island, New Zealand.*

S. J. Carryer: *The glacial deposits along the northern flank of the Mount Hutt range.*

R. B. Rains: *The late Pleistocene glacial sequence of the High Peak valley, Canterbury.*

Vol. 11, núm. 1, marzo 1968.

I. G. Donaldson: *The flow of steam water mixtures through permeable beds. A simple simulation of a natural undisturbed hydrothermal region.*

P. A. Neyland: *Aluminothermic reduction of New Zealand manganese ore.*

W. A. J. Mahon y L. E. Klyen: *Chemistry of the Tokaanu-Waihi hydrothermal area.*

D. J. O'Brien y T. Marshall: *Conversion of ilmenite to high-titanium products and spheroidal iron.*

Revistas australianas

UNIVERSITY OF QUEENSLAND PAPERS. Publ. por University of Queensland Press, St. Lucia.

MINERAL RESOURCES OF WESTERN AUSTRALIA. Publ. por el Department of Mines, Perth, Western Australia, 1968.

Trabajos de próxima aparición

El número de septiembre-octubre (5.º fascículo del tomo 80) se dedicará a las aportaciones Geoquímicas y Cosmoquímicas del XV Colloquium Spectroscopicum Internationale, celebrado en Madrid, en mayo de 1969.

El número de marzo-abril de 1970 (2.º fascículo, tomo 81) se dedicará a las aportaciones de la III Reunión de Geólogos del NO, que se celebrará en Galicia y N de Portugal, en septiembre de 1969.

Estudio sedimentológico de calizas del Páramo del Tercario de la cubeta del Tajo, por O. Riba, P. Arévalo y A. de Leiva.

La corrosión climática en las cavernas, por A. Eraso Romero.

Neógeno de Dos Hermanas (Sevilla), por C. Vignier.

Revolución en la ciencia de la Tierra, por J. T. Wilson. *Propiedades ópticas de los medios homogéneos anisotropos*, por J. L. Díaz Fernández.

Ensayo de bombeo y valoración de la eficacia del pozo de «El Ferrol del Bernesga» (León), por J. Llorente Herro y M. Villanueva Martínez.

Conocimiento petrológico de Galicia, por L. S. Medina Valderrama.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLOGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcada la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de la ilustración. La parte gráfica será reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna),

170 mm. (doble columna), 230 mm. (página) y 380 mm. (doble página). Las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica con objeto de evitar errores en caso de reducir el original.

Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen en ellas las correcciones de carácter gramatical, así como los errores de imprenta, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

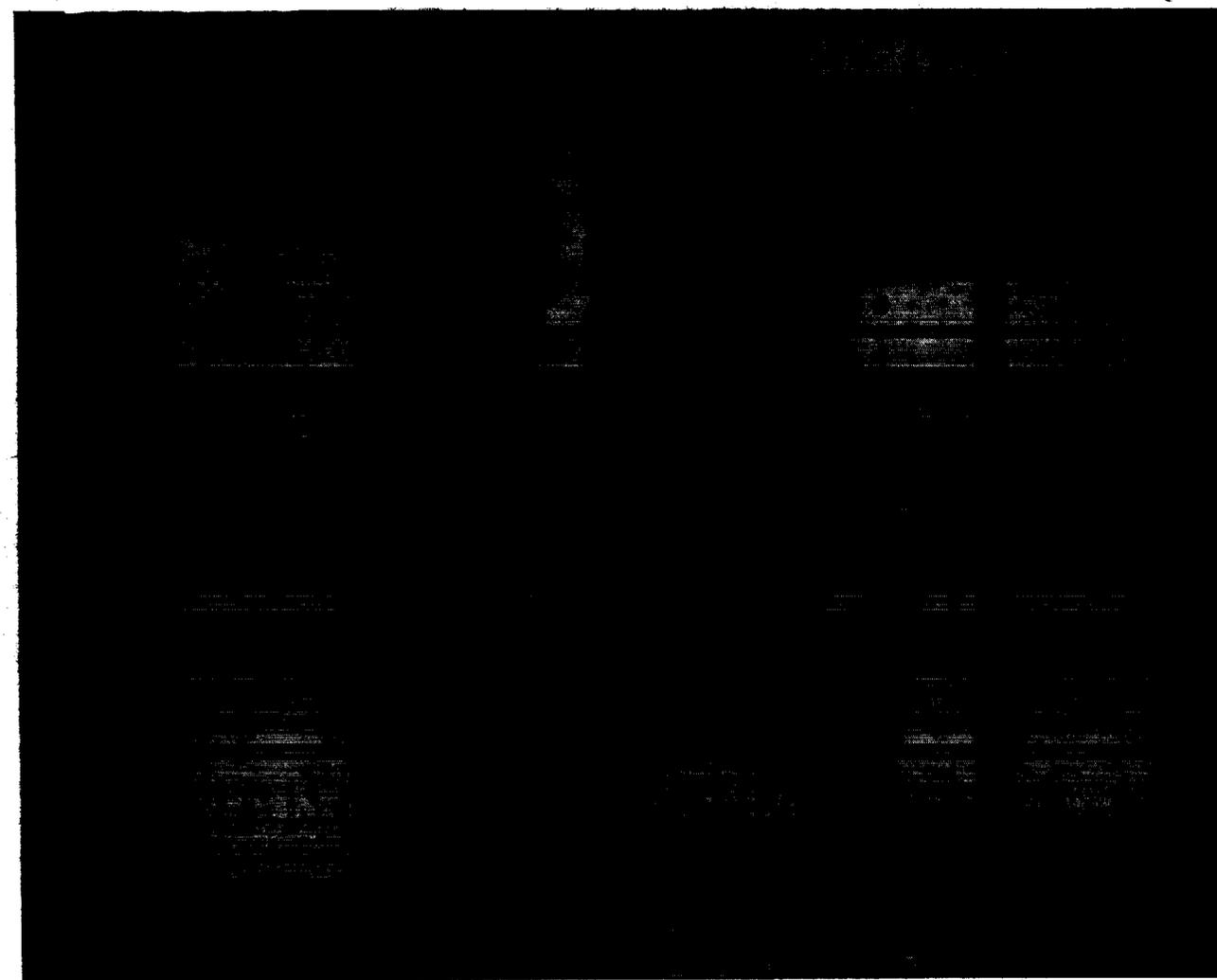
La Redacción efectuará la corrección de unas segundas pruebas, que servirán para comprobar que se han cumplido las correcciones efectuadas por el autor en las primeras.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá abonar la diferencia.

La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

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.

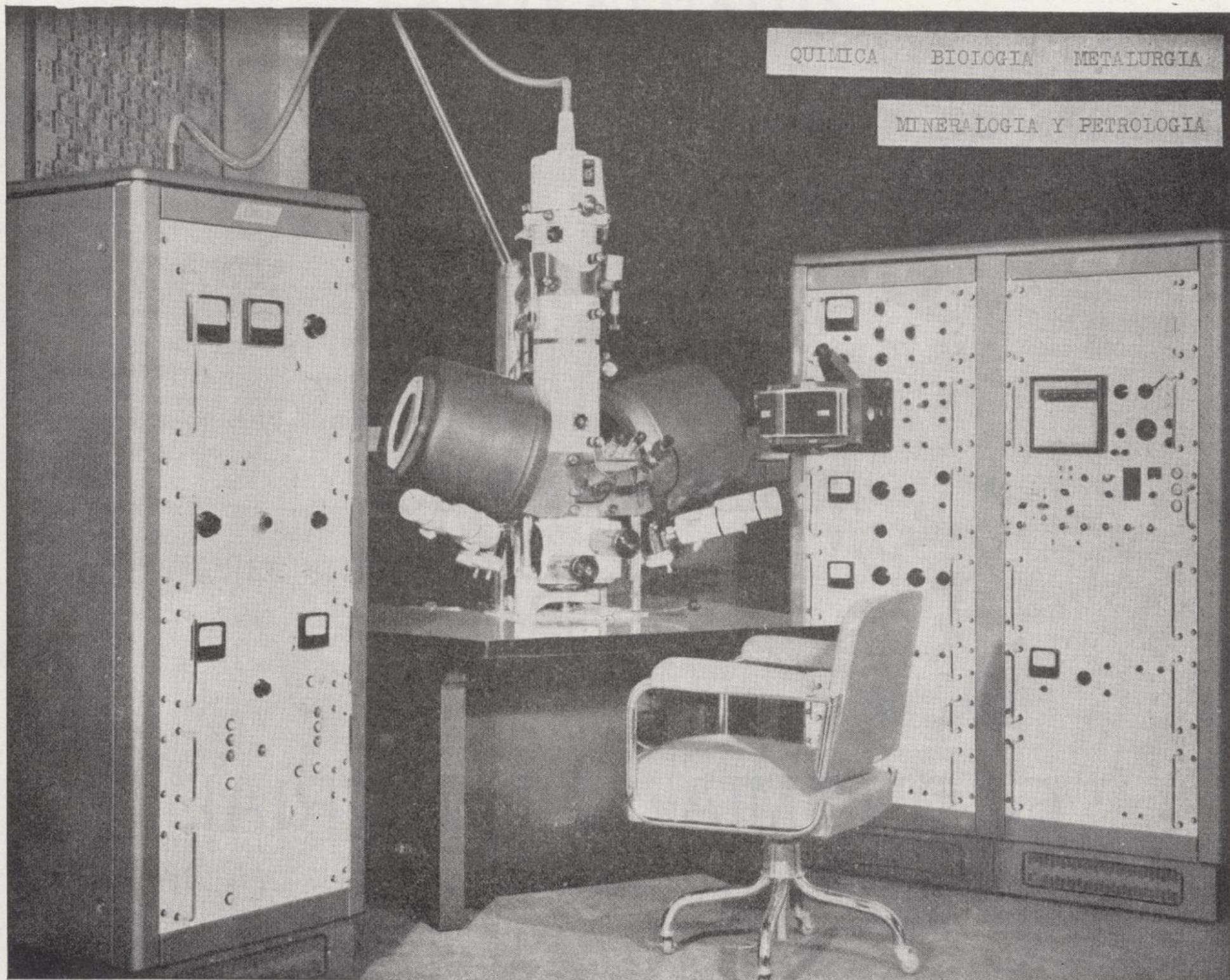
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

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

**RESERVADO PARA
LA REVISTA**

ECONOMIA INDUSTRIAL

ENVIE SUS MUESTRAS A ANALIZAR A LOS

**LABORATORIOS
DEL
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

Cuando le interese conocer la composición elemental de sus productos, encontrará grandes facilidades y ayudas si encomienda sus estudios a los laboratorios analíticos del Instituto Geológico y Minero de España.

RAPIDEZ

PRECISION

SENSIBILIDAD

ECONOMIA



Precios muy interesantes para series importantes o contratos de colaboración.

Tendrá a su servicio las técnicas más adecuadas de química clásica, espectroscopía de emisión fotográfica y automática, espectroscopía de absorción atómica, fluorescencia de rayos-X, destellómetros. Análisis microlocales con moderna microsonda.

APARATOS MODERNOS, TECNICAS ADELANTADAS.

Análisis de minerales, productos mineralúrgicos, metalúrgicos en general; toda clase de productos.

Cuando le interese el estudio de las reservas de un criadero, clasificar las partidas de materias primas, calidad de los productos que adquiera o venda, valoración de las partidas comercializadas, así como para muchos de los problemas que se le presenten en su industria, acuda a los

LABORATORIOS DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**RIOS ROSAS, 23
MADRID-3**

**Tels. { 254 22 00
253 46 05**

LABORATORIO DEL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

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

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

AGUAS SUBTERRANEAS
COMBUSTIBLES Y TIERRAS CO-
LOIDALES
ESPECTROQUIMICA
RADIOACTIVIDAD Y GEONU-
CLEONICA
METALOGENIA
PETROLOGIA Y MICROSCOPIA
PREPARACION MECANICA

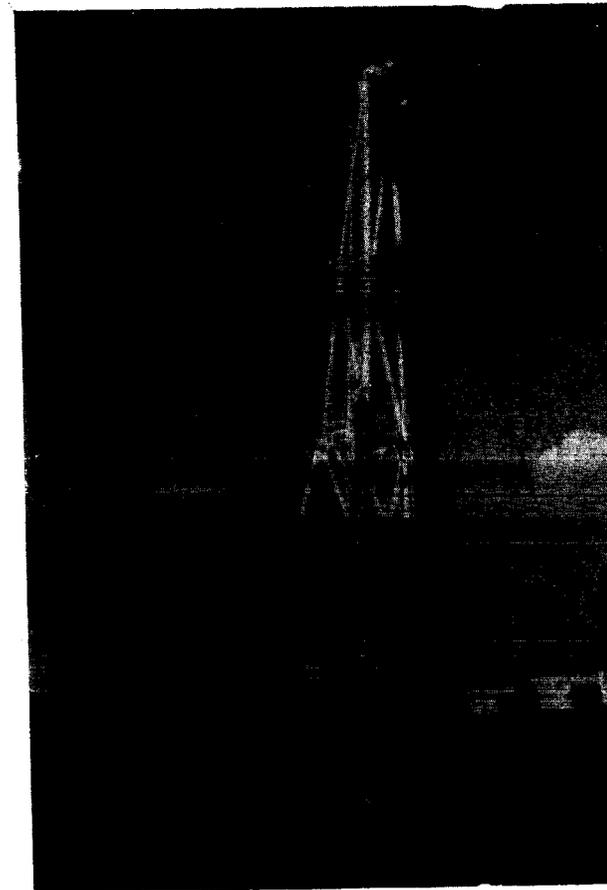
ANALISIS QUIMICO
DIFRACCION DE RAYOS X
SEMICONDUCTORES
MACROPALEONTOLOGIA
MICROPALEONTOLOGIA
FOTOGEOLOGIA
MINERALOGIA
FOTOGRAFIA TECNICA

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

Ríos Rosas, 23

MADRID - 3

Tel. 253 46 05



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 mts.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad).

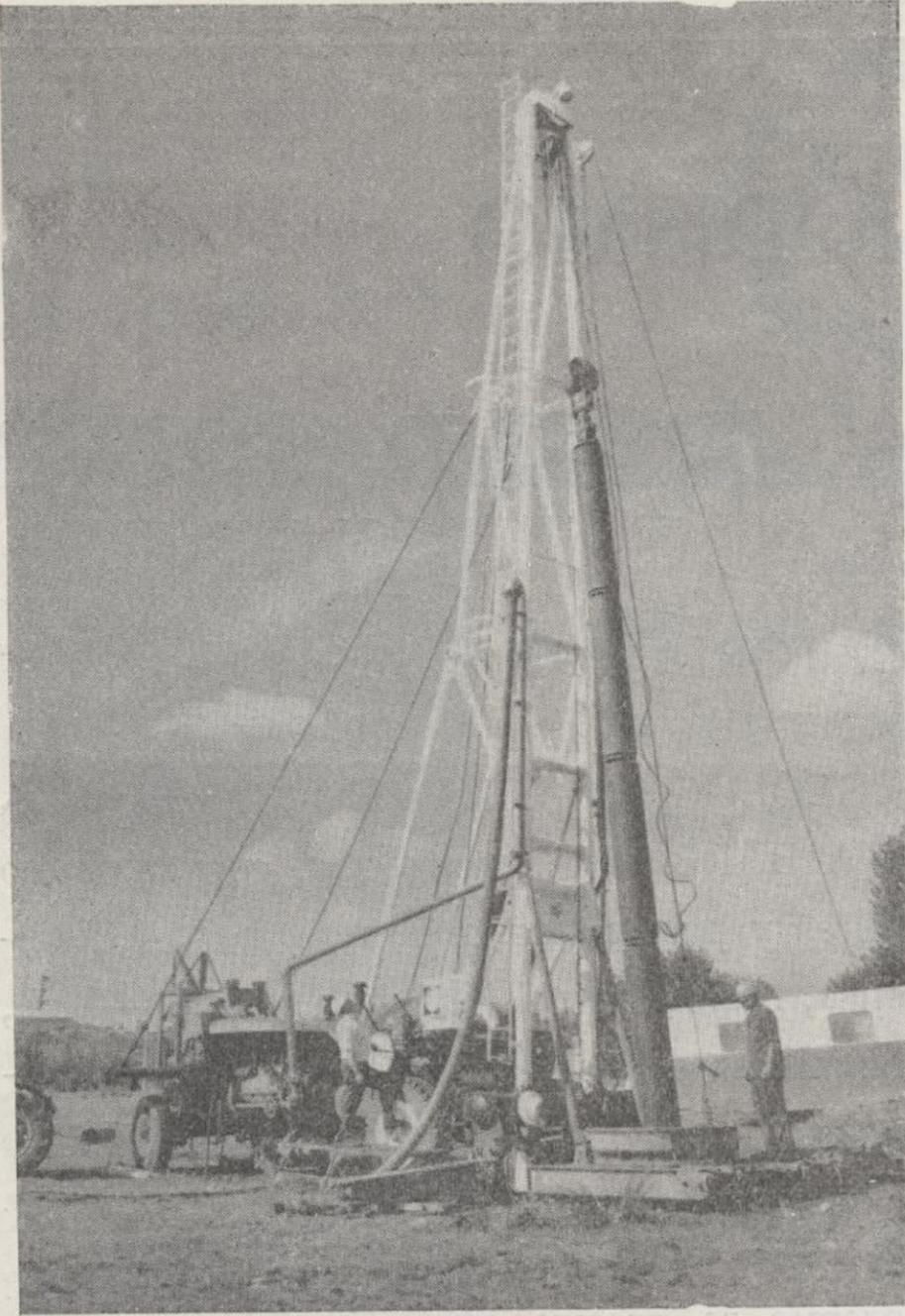
Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Avda. del General Perón, 22-20
Teléfonos 253 07 56 y 254 79 27

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR con equipos de perforación «Wire-Line System».
Testiqueo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm.
Sacamuestras especiales a percusión.
Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 300 mts.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Avda. del General Perón, 22-20
Teléfonos 253 07 56 y 254 79 27

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR con equipos de perforación «Wire-Line System».

Testiqueo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm.,
Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.