

INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO

Ríos Rosas, 23

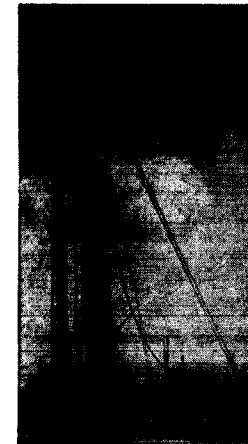
Teléfono 253 46 05

MADRID-3



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,
MICROPALEONTOLOGIA, 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



PUBLICACIONES ULTIMAMENTE EDITADAS POR EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Mapas Geológicos Provinciales a escala 1:100.000.

Isla de Lanzarote 150 pesetas

Isla de Fuerteventura 150 pesetas

Mapa Geológico Nacional 1:50.000.

Hoja núm. 380 / 1.093 Lobos 100 pesetas

Hoja núm. 384 / 1.114 Istmo de la Pared 100 pesetas

PEDIDOS A

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléfono 234 13 28

MADRID-3

boletín geológico y minero

TOMO LXXIX

Fascículo III

MAYO JUNIO - 1968

revista bimestral de geología económica, industrias extractivas y de su beneficio - fundada en 1874 - 4.^a seri

RESERVADO PARA
LA REVISTA

ECONOMIA INDUSTRIAL

COMISION DE REDACCION

- ALMELA SAMPER, Antonio.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- ALVARADO ARRILLAGA, Manuel María.**
Instituto Geológico y Minero de España (Geología).
- ARANGUREN SABAS, Félix.**
Instituto Geológico y Minero de España.
- BERTRAND Y BERTRAND, Carlos.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Oviedo.
- BONED SOPENA, José Antonio.**
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas. Madrid.
- CANTOS FIGUEROLA, José.**
Instituto Geológico y Minero de España.
- CRUSAFONT PAIRO, Miguel.**
Facultad de Ciencias de Barcelona.
- DOETSCH SUNDHEIM, Jorge.**
Instituto Geológico y Minero de España (Minería).
- FONTBOTE Y MUSOLES, José María.**
Facultad de Ciencias de Granada.
- FUSTER CASAS, José María.**
Instituto "Lucas Mallada", de Investigaciones Geológicas.
- GALVEZ CAÑERO, Augusto de.**
Instituto Geológico y Minero de España (Aguas).
- HERNANDEZ-PACHECO, Francisco.**
Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- LOPEZ DE AZCONA, Juan Manuel.**
Comisión Nacional de Geología.
- MELENDEZ Y MELENDEZ, Bermudo.**
Universidad de Madrid.
- MINGARRO MARTIN, Francisco.**
Facultad de Ciencias de Madrid.
- MURCIA VIUDAS, Andrés.**
Instituto Nacional de Colonización.
- ORTI SERRANO, Carlos.**
Consejo de Minería y Metalurgia.
- PARGA PONDAL, Isidro.**
Laboratorio Geológico de Lage. Coruña.
- PINTADO FE, Francisco.**
Instituto Nacional del Carbón. Oviedo.
- RIBA ANDERIU, Oriol.**
Universidad de Zaragoza.
- RIOS GARCIA, José María.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid.
- SAENZ GARCIA, Clemente.**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos. Madrid.
- SOLE SABARIS, Luis.**
Instituto Nacional de Geología. Barcelona.
- VIDAL PARDAL, Manuel.**
Servicio Geológico de Obras Públicas. Madrid.
- VIRGILI RODON, Carmina.**
Facultad de Ciencias de Oviedo.

REDACTOR JEFE

J. M. LOPEZ DE AZCONA

INDICE

PÁGINAS

Geología

- B. ESCANDELL: Aportación al conocimiento de la historia geológica y tectónica de las Baleares 1

Minería

- J. M.^a FERNÁNDEZ BECERRIL: Estudio de concentración de los minerales de hierro del Suroeste de España.—Zona de Jerez de los Caballeros (Badajoz). Mina «San Guillermo» 37
- A. SEMELAS ARROYO y J. L. LEDESMA ZULOAGA: Garantía de precisión en los clasificadores de minerales 44

Agua subterráneas

- C. RUIZ CELÁA: Investigaciones hidrológicas en la cuenca del Guadalquivir. Nota informativa sobre un sondeo en Las Marismas 50

Energía

- R. CENTENO GONZÁLEZ: El problema de la elección de combustible para la producción de energía eléctrica 54

Geobiología, Geofísica, Geonucleónica y Geoquímica

- J. LÓPEZ RUIZ: Utilización de la microsonda electrónica en la investigación geológica 66

Estudio de minerales y rocas

- C. BURRI y P. ARÉVALO: Sobre algunas lavas y el desarrollo magmático del Vesubio desde la erupción de 1631 72

Información

- Noticias.—Estadística y Economía.—Información legislativa.—Notas bibliográficas.—Sección informativa de revistas 77

EDITADA POR EL

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

Los derechos de propiedad de los trabajos
publicados en esta obra fueron cedidos por
los autores al Instituto Geológico y Minero de
España.

Queda hecho el depósito que marca la Ley.

EXPLICACION DE LA PORTADA

Vista parcial de la refinería de Puertollano (Ciudad Real)

Depósito Legal M. 8.279.-1958

Aportación al conocimiento de la historia geológica y tectónica de las Baleares

por B. ESCANDELL (*)

RESUMEN

El autor estudia la historia geológica del Mediterráneo occidental y principalmente de las Baleares, aporta un conocimiento de las facies que se han sucedido completado con exhaustivas listas de fósiles. Relaciona las diferentes zonas geológicas de las Baleares, con sus correspondientes de las Béticas andaluzas y demuestra la existencia de diferentes fases orogénicas durante el Terciario.

Queremos con la presente nota hacer un pequeño resumen de la tectónica, así como de la historia geológica del área balear, después de estudios que hemos realizado a lo largo de varios años de trabajos geológicos ininterrumpidos principalmente en la mayor de las Baleares.

Los sedimentos más antiguos conocidos hasta el momento en las Baleares pertenecen al Devónico de Menorca, que recubren con sus «old-red-sandstone» gran parte del área de la futura Europa occidental a la que sin duda estaba unida la región menorquina, a través del macizo emergido catalán-corsu-sardo, extendiéndose más al Sur el mar central o Tethys.

Afloran en dicha isla potentes depósitos de areniscas y esquistos de facies continental lagunar o salobre con fauna: con intercalaciones de niveles marinos debidos a transgresiones datadas como pertenecientes a niveles bajos del Devónico superior, según las faunas recogidas en el yacimiento de Can Rita.

Recubriendo al Devónico, encontramos en Menorca las calizas marinas transgresivas del Carbonífero inferior, sedimentos provenientes de un mar litoral, seguramente el mismo Tethys, que más al Sur seguía manteniendo un régimen profundo. No faltan en estos niveles la fauna característica de una facies litoral: crinoideos, moluscos, braquiópodos, etcétera.

Posteriormente una nueva regresión da origen a un régimen continental con lechos que contienen

restos vegetales *Spheropteridium cf. dissectum* Gopp., *Adiantites* sup., especies pertenecientes al Carbonífero superior (Namuriense). Seguidamente comienza un régimen marino con sedimentos formados principalmente por areniscas y grauwacas hasta la parte alta del Carbonífero, y en algunos puntos los niveles pasan al Pérmico marino como lo demuestra la presencia en dichos lechos de varios géneros de Cefalópodos: Agathiceras y Paragastrioceras.

No faltan en los niveles del Devónico y Pérmico grandes afloramientos de magmas eruptivos con rocas básicas.

Cree Hollister que otros terrenos primarios de Menorca fueron intensamente contraídos y plegados por fuertes empujes de dirección Este-Oeste al finalizar el Primario y que dieron lugar a una tectónica de pliegues cabalgados unos sobre otros con numerosas fallas direccionales. Según dicho geólogo, el Trías inferior descansa ya transgresivo sobre los lechos del Primario, que como decimos están intensamente plegados en una estructura imbricada debida a la fase orogénica Neovarística.

En otros puntos de dicha isla, parece que el Trías está también plegado conjuntamente con los pertenecientes al Primario y entonces Stille y la escuela alemana de geólogos lo interpretan como debidos estos efectos tectónicos muy posteriores, pertenecientes a alguna fase de la orogénesis alpina.

Los sedimentos pertenecientes al Trías inferior (Werfeniense) son conocidos en Mallorca y Me-

(*) Premio Alonso Allende.

norca, pero en Ibiza no creemos que afloren, pues los lechos señalados por Spiker y Haanstra como pertenecientes a este piso, creemos tener que incluirlos en niveles del Keuper. Esta apreciación la ratificamos al descubrir en un corte de la cantera de Can Matas (San Jorge) la presencia de los siguientes lechos:

Calizas grises de estratificación bien marcada, Jurásico.

Margas arenosas rojas, idénticas a las que los citados geólogos holandeses clasifican como Werfeniense.

Potente formación de carniolas rojizas.

Dolomías en brecha tectónica.

Los tramos descritos son concordantes y para nosotros no hay duda que las margas arenosas rojas y las carniolas pertenecen a los niveles altos del Keuper.

Las formaciones Werfenienses de Mallorca y Menorca están representados por potentísimos lechos de areniscas rojas continentales.

En estos niveles de areniscas rojas el único fósil clasificado hasta el momento es el *Equisetum arenaceum* Bronn.; nosotros hemos encontrado numerosos restos de hojas inclasificables en finos lechos de lignito que van acompañados generalmente por mineralizaciones de carbonatos y sulfuros de cobre principalmente. Estas mineralizaciones fueron objeto de explotación en Menorca durante el pasado siglo.

Estos sedimentos son los más antiguos que afloran en Mallorca, pero están relegados a las escarpadas costas de NO. de la isla en la serie primera de Fallot y muy rotos por una red muy espesa de pequeñas fallas transversales.

Como vemos, el Werfeniense está representado por lechos de la clásica facies germánica que se formaron en depósitos continentales en la extensa zona emergida formada por la parte norte, central y occidental de Europa. Dichos lechos forman una serie sedimentaria monótona y muy potente, en muchos puntos de más de 1.000 metros de espesor.

Sin embargo, el profundo mar alpino se adelantaba hacia el centro del área ocupada hoy por Europa, alcanzando la zona de los Alpes hasta el continente emergido, cuya zona costera lo formaba el macizo primario de Bohemia que por el Norte de Italia alcanzaba las islas de Córcega y Cerdeña.

Durante el Muschelkalk un mar poco profundo invade una parte del macizo emergido durante el Werfeniense; este mar ocupa el Mediterráneo occidental, la parte sur y oriental de España, sur de Francia y centro y norte de Alemania. El mar

alpino continúa al SE. de Europa en un régimen de gran profundidad y sin comunicación alguna con el mar germánico interior y de poco fondo, del que le separa el viejo macizo bohemio-corsosardo.

Este mar germánico de poco fondo deposita potentes espesores de calizas dolomíticas con intercalaciones de calizas oscuras con fucoides y niveles con moluscos bivalvos. Así en Canet (Esporlas-Mallorca) aparece uno de los pocos yacimientos encontrados en las islas con:

Hoernesia socialis Quents.
Hoernesia costata Schaur.
Ostraea difformis F.
Myophoria vestita Alb.
Mytilus eduliformis Schl.
Pecten inequistriatus Goldf.
Placunopsis teruelensis Wurn.

En Menorca, un nivel de base ha proporcionado las especies:

Coelostylina gragea Schl.
Phoenodesmia sp.
Myophoria orbicularis Goldf.

Los lechos más superiores en la isla de Menorca ya contienen yacimientos fosilíferos que indican la presencia de fauna alpina, lo que demuestra que los dos mares alpino y germánico acaban de ponerse en comunicación; entre esta fauna se cita a:

Arpadites sp.
Daonella franconica Torn.
Gymnites sp.
Longobardites sp.
Protralyceras curioni Mojs.
Protralyceras vilanovae Vern.

En Ibiza los sedimentos formados por dolomías grises muy rotas con intercalaciones de calizas oscuras son también muy potentes. Este tramo presenta en algunos puntos mineralizaciones de galena argentífera que han sido objeto de explotación.

En algunos niveles fosilíferos han sido encontrados:

Placunopsis teruelensis Wurn.
Ostrea cf. *difformis*.
Hoernesia socialis Schl.
Mytilus eduliformis?
Pecten sp.
Fucoides.
Daonella franconica Torn.

Durante el Triás superior (Keuper) continúa el área balear estrechamente relacionada con los terrenos de facies germánica. Se depositan sedimentos costeros o bien continentales lagunares y salobres representados por carniolas, niveles con dolomías y margas abigarradas con yesos. Este piso es uno de los peor conocidos en las tres islas por la falta absoluta de fósiles y por haber sufrido, sobre todo sus niveles margosos, fuertes laminaciones por efectos tectónicos.

Durante el Lías inferior una potente transgresión invade el área balear, dejando sus sedimentos en Menorca y en Mallorca, exclusivamente en la sierra norte y en el llano central hasta los alrededores de Sineu y María de la Salud. Parece como si este mar no alcanzase el resto del llano central ni las Sierras de Levante. Tampoco en Ibiza se han reconocido hasta el momento lechos pertenecientes a este piso.

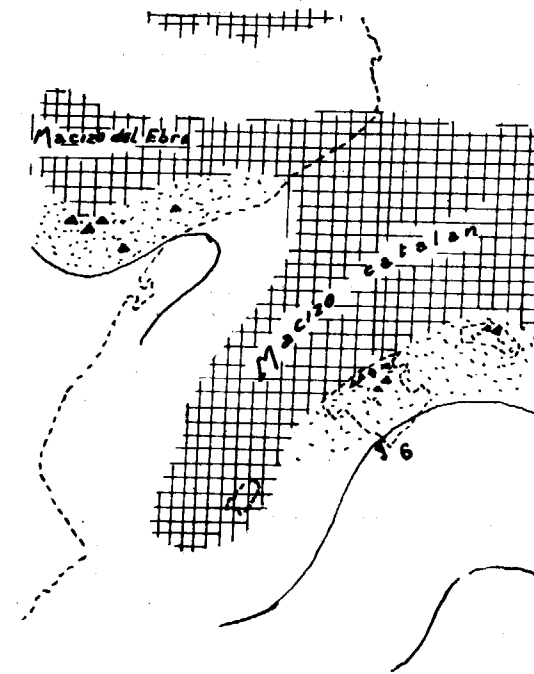


Fig. 1. Lias inferior.—Sedimentación nerítico-litoral alrededor del macizo catalán y del Ebro. Parece que el área de Ibiza estuvo emergida, pues no existen sedimentos pertenecientes a este piso. En la parte Central y Sur de Mallorca tampoco aparecen sedimentos correspondientes a este piso.

La potente serie de calizas, algo dolomíticas en la base, de colores grises, firmemente detríticas, masivas, con delgadillas vetas de calcita, hasta hace poco se la creía estéril, pero útilmente ha sido reconocida en los niveles más altos la *Orbitopsella praecursor*.

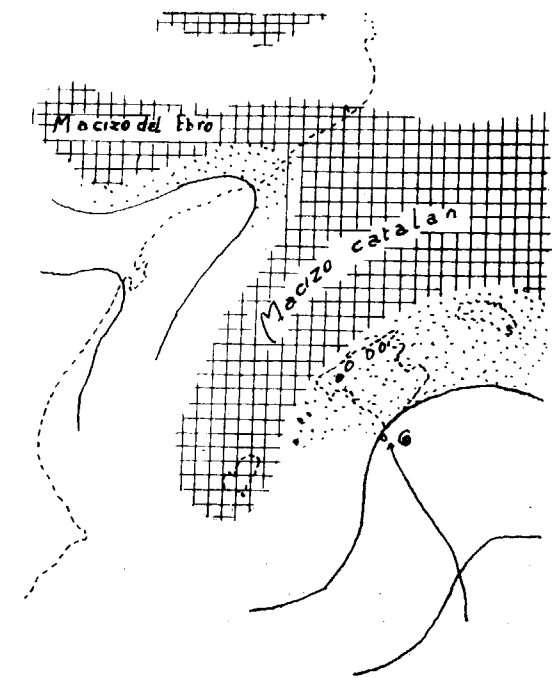


Fig. 2. Lias medio.—Aparecen colonias de Braquiópodos y de Noúscos en el borde Sur del macizo del Ebro y catalán con *Terebratula davidsoni* y *Rhynchonella chumbetonensis*. En Cabrera empieza la deposición de sedimentos batiales y en cambio en la zona central y Sur de Mallorca no se depositan sedimentos. Ibiza parece que sigue emergida formando parte del macizo catalán.

Durante el Lias medio la línea de costas no varía sustancialmente y el régimen marino que impero en el área que posteriormente sería la Sierra Norte y en Menorca se hace más profundo, cesando la deposición de las calizas detríticas para dar paso a una sedimentación más fina, margosa, que juntamente con los fósiles encontrados en sus lechos, ratifican la idea de una mayor profundidad del mar, aunque no aparente haber ganado en extensión. Sus sedimentos formados por calizas margosas de color pardo y estratificación fina no son potentes y están recubiertos por areniscas y conglomerados finos cuarzosos que indican otra vez una sedimentación litoral. Las especies fósiles más importantes encontradas hasta ahora en los lechos calizo-margosos son los siguientes:

Zeilleria Sarthacensis D'Orb.
Spiriferina rostrata Zieten.
Rhynchonella meridionalis.
Rhynchonella tetraedra Sow.
Rhynchonella tetraedra Sow. var. *Northamptonensis* Walr.
Rhynchonella Lycettii E. Desl.

Rhynchonella variabilis Schloth.
 Rhynchonella sp.
 Rhynchonella Dumbletonensis Dav.
 Gramoceras toarcense D'Orb. sp.
 Hamatoceras cf. insigne Schl.
 Hammatoceras sp.
 Hammatoceras procerinsigne Vacek.
 Haugia variabilis D'Orb.
 Hildoceras bifrons Bruguire.
 Hildoceras Levisoni Simpson.
 Coeloceras cf. subarmatum.
 Coeloceras Braunianum d'Orb.
 Harpoceras (Lioceras) concavum Sow. sp.
 Harpoceras (Ludwigia) Murchisonae Sow.
 Harpoceras (Ludwigia) Murchisonae Sow. sp. var.
 Baylei Buckm.
 Harpoceras (Lioceras) opalinum Rein sp.
 Ludwigia (Pseudographoceras) litterata.
 Ludwigia (Ludwigella) attenuata S. Buckm.
 Ludwigia (Ludwigella) rudis S. Buckm.
 Ludwigia cornu S. Buckm.
 Somnina cf. dominans S. Buckm.
 Somnina alterata S. Buckm.
 Somnina gr. de Omphalica Buckm.
 Somnina crassispinata S. Buckm.
 Somnina sp.
 Haplopleuroceras subspinatum S. Buckm.
 Poecilomorphus cf. internensis Roman.
 Hyperlioceras gr. de II. discites Waagem Buckm.
 Hyperlioceras sp.
 Polymorphites Jamesoni Sow. sp.
 Polymorphites cf. densinodus Opp.
 Belemnites cf. niger.
 Pleurotomaria rotelliformis Dunker.
 Dumortiera cf. Moorei Lycett.
 Tmetoceras scissum Benecke.
 Terebratula sp.
 Terebratula punctata Sow.
 Balanocrinus cf. subteroides Questendt.
 Pholamya cf. decorata Zitt.
 Pholadomya reticulata Agassiz.
 Pholadomya aff. decorata Zieten.
 Pholadomya sp.
 Sequentia Ugdulenai Fuc.
 Pleuromia aequistriata Agass.
 Pleuromia glabra Agass.
 Pleuromia cf. Jauberti Dumontier.
 Discolhelix orbis Reus.
 Aulacothyris resupinata Sow. sp.
 Pecten disciformis Schub.
 Pecten textorius Schl.
 Pecten Lacazei Haime.
 Pecten acutiradiatus Goldfuss.
 Chlamys Hehli d'Orb. sp.
 Chlamys Philis d'Orb.
 Chlamys textorius Quents.

Goniomya cf. heteropleura Agass.
 Hinnites Davoei Dum.
 Hinnites sp.
 Semipterem velatus Goldf.
 Lima cf. Galathaea d'Orb.
 Lima aff. L. pectinoides Sow.
 Mytilus sp.
 Inoceramus dubius Sow.
 Inoceramus sp.
 Ostrea Marmorai Haime.
 Ostrea electra d'Orb.
 Zeilleria Jauberti E. Desl.
 Zeilleria cornuta Sow.
 Zeilleria subnumismalis Dav.
 Zeilleria Marie d'Orb.
 Zeilleria Moorei Dav.
 Cytherea Astartoides Thev.
 Ceromya glabra Ag.
 Plagiostoma acuticostata Quents.
 Opis n. sp.
 Tylechinus Frossardi Cott. sp.

En Menorca se ha encontrado la siguiente fauna en el Lías medio:

Terebratula punctata Sow.
 Zeilleria subnumismalis Dav.
 Zeilleria Marie d'Orb.
 Rhynchonella tetraedra var.
 Rhynchonella cf. Delmensis Haas.
 Rhynchonella Rosebuschi Haas.
 Rhynchonella grupe de Rh. Deffneri Haas.

Al Sur de la zona emergida formada por Ibiza y del zócalo continental que forman Mallorca y Menorca, se extiende un dilatado mar profundo en el que aparecen los primeros caracteres típicos de la sedimentación geosinclinal. Dicho mar se extendió desde la región andaluza por el Sur de Ibiza y Mallorca, ocupando el área que más tarde correspondería a la isla de Cabrera, en cuyos lechos finos del Lías medio se ha encontrado la «fauna andaluza» siguiente:

Pleurotomaria Expansa Sow.
 Pleurotomaria Amalthei Quents.
 Harpoceras (Lioceras) comptum Rein sp.
 Pleydellia Aalensis Zieten sp.
 Rhacophyllites cf. Mimatensis.
 Belemnites (acrocoelites) Munieri Desl.
 Belemnopsis sub-Blainvillei Desl.
 Rhynchonella flabellum Meneg. h.
 Pentacrinus Malleatus de Lor.
 Eugeniocrinus Marginatus d'Orb.
 Tropicoceras masseanum d'Orb.
 Tropicoceras frandini Dum.
 Aegoceras nautiliformis Buck.

Durante la primera mitad del Lías superior la línea de costas es sensiblemente la misma que durante el Lías medio: una plataforma continental con un mar poco profundo en Menorca y Sierra Norte y parte Central hasta las localidades de Sineu y María de la Salud en Mallorca; una zona emergida representada por Ibiza, y más al Sur continúa el régimen geosinclinal profundo en el mar Tethys.

En la plataforma continental se depositan sedimentos calizos detríticos, no muy potentes, con abundante fauna:

Pseudogramoceras quadratum Quents.
 Alectryonia sp.
 Ammonites sp.
 Balanocrinus cf. subferoides Gold.
 Belmnites sp.
 Cypholloceras plicatum Buckm.
 Cancellophycus.
 Dactylioceras cf. subarmatum Yong. sp.
 Dumortiera cf. Moorei Lycett.
 Exogyra cf. Bertgaudi Dum.
 Graphoceras v. scriptum Buckm.
 Harpoceras pectinatum Menegh.
 Haugia variabilis d'Orb. sp.
 Haplopleuroceras subspinatum Buckm.
 Haplopleuroceras mendum Buckm.
 Hammatoceras insigne Sell.
 Hammatoceras sp.
 Hildoceras Levisoni Simpson sp.
 Hildoceras bifrons Rein sp.
 Hildoceras mercati Hauer.
 Hildoceratoides proserpentinum Buckm.
 Hiperlioceras cf. discites Woog. sp.
 Hiperlioceras sp.
 Hugia curva Buckm.
 Lioceras plicatellum Buckm.
 Lioceras concavum Buckm. sp.
 Ludwigia litterata Buckm.
 Ludwigia cornu Buckm.
 Ludwigia Murchisonae Sow sp. var. Baylei Buckm.
 Ludwigia attenuata Buckm.
 Ludwigia rudis.
 Murleyceras Murley Buckm.
 Poecilomorphus infernalis Roman.
 Pecten sp.
 Pecten textorius Schloth.
 Porpoceras subarmatum Young-Bird.
 Pholadomya Murchisoni Sow.
 Pholadomya cf. decorata Zieten.
 Rhoeboceras tolutarium Dum sp.
 Reynesella punsta Buckm.
 Rhynchonella Linki Choff.
 Rhynchonella Batalleri Dub.
 Rhynchonella ranina Suess.

Rhynchonella meridionalis Desl.
 Rhynchonella Bouchardi Daw.
 Rhynchonella Bouchardi var. rustica Dub.
 Rhynchonella variabilis Schloth.
 Rhynchonella Deffneri Opp.
 Rhynchonella sp.
 Sonninia cf. dominans Buckm.
 Sonninia cf. corrugata Sow. sp.
 Terebratula punctata Sow.
 Terebratula Jauberi Desl.
 Terebratula Jauberi var. pirenaica Dub.
 Terebratula Jauberi var. Leymerici Dub.
 Tmetoceras scissum Benecke sp.
 Zeilleria Mariae d'Orb. sp.
 Zeilleria Jauberti Desl. sp.
 Zeilleria subdigona Oppenh.

A partir de la segunda mitad del Lías superior impera en toda el área mallorquina el régimen de

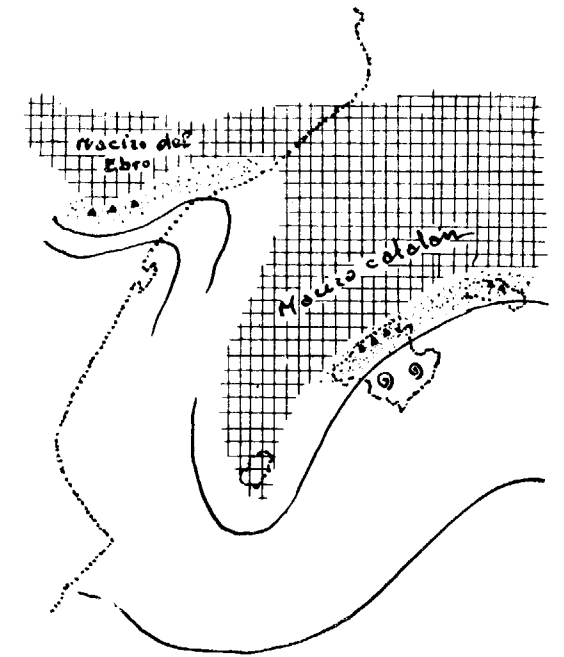


Fig. 3. Lías superior.—Distribución de la Rhynchonella batalleri y de la Terebratula pyrenaica como especies dominantes alrededor del macizo catalán y del Ebro. En Mallorca se diferencia una zona litoral y una zona profunda con Ammonites más al Sur, Ibiza parece que continuó emergida.

geosinclinal. Pero parece que el área ibicenca sigue emergida, e igualmente ocurre con el área menorquina que emerge durante este piso.

Este mar profundo dejó en Mallorca sedimentos calizo-margosos y margas cada vez más finas que pasan sin cambio aparente al Dogger. La fauna

encontrada en estos sedimentos margosos del Lías superior es la siguiente:

Cypholoceras plicatum Buckm.
Rhoeboceras totularium Dum.
Reynesella puncta Bunk.
Fibroaesphaerae minutissima.
Fibroaesphaerae stephanoidea.
Lilia erbaensis.
Phylloceras sp.
Ludwigella micra Buck.
Haplopleuroceras mundum Buckm.
Haplopleuroceras subpinatum Buckm.
Lioceras concavum Buckm.
Ludwigia cornu Buckm.
Ludwigia Murchisonae Sow.
Ludwigia Murchisonae var. *Baylei* Buckm.
Ludwigia attenuata Buckm.
Ludwigia rudis Buckm.
Haugia variabilis d'Orb.
Poecilomorphus infernalis Roman.
Sonninia cf. *dominaus* Buckm.
Perisphinctes sp.
Lioceras sp.

En la zona de Artá se conoce un nivel con abundante fauna de bivalvos y ammonites pertenecientes al Toarciense, formado por calizas con oolitas ferruginosas, con:

Semipeecten tuberculatus.
Belemnites sp.
Hammatoceras speciosum.

Idéntico nivel lo encontramos en plena Sierra Norte al Este de Calviá.

Al Norte de Manacor y al Este de Artá, en niveles pertenecientes al Lías superior o Dogger, hemos encontrado un débil lecho de pundigas intercalado entre la serie calizo-margosa.

Durante el Dogger continúa el mismo régimen de geosinclinal en el área mallorquina, cada vez más profundo, y continúan emergidas las áreas ibicenca y menorquina. Los sedimentos representativos pertenecen a una facies margosa con calizas muy margosas, grises, con intercalaciones margosas del mismo color.

En Mallorca la fauna representativa de este piso está formada principalmente por:

Cadomites Bigoti.
Cadomites linguiferus d'Orb.
Cadomites plicatissimus Quents.
Cadomites pyritosus Quents.
Cadomites crassicutatus Quents.
Cadomites Braikenridgei Sow.
Cadomites Blagdeni Sow.

Cadomites Deslongehampsi Defr.
Cadomites Hymphresianum Sow.
Cadomites cf. *Broodiaei* Sow.
Cadomites Bayleanus.

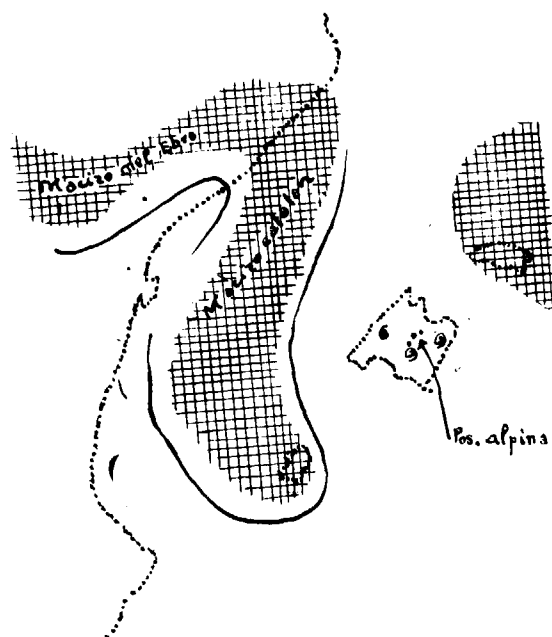


Fig. 4. Dogger.—Durante este piso en Mallorca se acentuó la deposición de sedimentos cada vez más profundos con Ammonites y Posidonomia alpina, las tierras emergidas se alojan hacia el Norte y desaparecen completamente las asociaciones de Braquiópodos y moluscos litorales. El área menorquina emerge y también parece que siguió emergida el área de Ibiza.

Belemnites Beyrichi.
Glossothyris nucleata Schlot.
Rhynchonella retifrons Opp.
Balanocrinus innornatus d'Orb.
Triacrinus depressus Quents.
Lytoceras (Protetragonites) tripartitum Rasp.
Phylloceras Kundermatschi V. Haner.
Phylloceras zignodianum d'Orb.
Strenoceras cf. *Julii* d'Orb.
Morphoceras polymorphum d'Orb.
Oppelia fusca Quents.
Isocardia minima Sow.
Phylloceras heterophylloides Opp.
Phylloceras tatricum d'Orb.
Phylloceras circe Hebert.
Phylloceras cf. *mediterraneum* Neum.
Phylloceras disputabile Zitt.
Sonninia (Wichellia) Romani Oppel.
Sonninia cf. *Sowarby* Mill.
Strigoceras Truella d'Orb.
Poecylomorphus infernalis Roman.

Parkinsonia planulata Quents.
Perisphinctes Martiusi d'Orb.
Sphaeroceras meniscus Waagan.
Sphaeroceras Brongniarti Sow.
Sphaeroceras Gervillei Sow.
Sphaeroceras (Platistomaceras) platystoma.
Morphoceras polymorphum d'Orb.
Bajocia Farcyi Braz.
Emileia Saucei d'Orb.
Garantia Garanti d'Orb.
Garantia baculata Quents.
Patoceras annulatum d'Orb.
Patoceras Sauzcanum d'Orb.
Patoceras Orbigny Bang.
Patoceras bifurcatus Quent.
Posydonomia alpina.
Parkinsonia Parkinsoni Sow.



Fig. 5. Malm.—En Mallorca continúa el régimen de Geosinclinal profundo, Menorca continúa emergida e Ibiza también forma parte de la zona del Geosinclinal profundo.

En el área ibicenca los primeros pisos del Jurásico aflorantes pertenecen al Oxfordiense-Lusitaniense y se presentan de una manera transgresiva con:

Sowerbyceras tortisulcatum d'Orb.
Oppelia arolica Opp.
Cadomites Bigoti.
Cadomites linguiferus d'Orb.
Cadomites plicatissimus Quents.
Cadomites pyritosus Quents.
Cadomites mutabilis Quents.

Cadomites crassicutatus Quents.
Cadomites Braikenridgei Sow.
Cadomites Blagdeni.
Cadomites Deslongehampsi Defr.
Cadomites Hymphresianum Sow.
Cadomites cf. *Broodiaei* Sow.
Cadomites Bayleanus.
Belemnites Beyrichi.
Glossothyris nucleata Schloth.
Rhynchonella retifrons Opp.
Balanocrinus innornatus d'Orb.
Triacrinus depressus Quents.
Lytoceras (Protetragonites) tripartitum Rasp.
Phylloceras Kundermatschi V. Haner.
Phylloceras cf. *Julii* d'Orb.
Morphoceras polymorphum d'Orb.
Oppelia fusca Quent.
Isocardia minima Sow.
Phylloceras heterophylloides Opp.
Phylloceras tatricum d'Orb.
Phylloceras circe Hebert.
Phylloceras cf. *mediterraneum* Neum.
Phylloceras disputabile Zitt.
Sonninia (Wichellia) Romani Oppel.
Sonninia cf. *Sowarby* Mill.
Oppelia subradiata Sow.
Strigoceras Truella d'Orb.
Poecylomorphus infernalis Roman.
Parkinsonia planulata Quents.
Perisphinctes Martiusi d'Orb.
Sphaeroceras meniscus Waagan.
Sphaeroceras Brongniarti Sow.
Sphaeroceras Gervillei Sow.
Sphaeroceras (Platistomaceras) platystoma.
Morphoceras polymorphum d'Orb.
Bajocia Farcyi Braz.
Emileia Saucei d'Orb.
Garantia Garanti d'Orb.
Garantia baculata Quents.
Patoceras annulatum d'Orb.
Patoceras Sauzcanum d'Orb.
Patoceras Orbigny Bang.
Patoceras bifurcatus Quents.
Posydonomia alpina.
Parkinsonia Parkinsoni Sow.
Perisphinctes Delgadoi Choffat.
Perisphinctes bernensis de Lor.
Perisphinctes Depereti de Riaz.
Perisphinctes virgulatus Quents.
Perisphinctes cf. *planulla* Hellh.
Perisphinctes bimensdorfensis Moesch.
Perisphinctes Richei de Riaz.
Perisphinctes lucingensis de Riaz.
Perisphinctes Navillei de Lor.
Perisphinctes Colubrinus Rein.
Perisphinctes Kilianus de Riaz.
Perisphinctes convolutus Quent.

Perisphinctes cf. episcopalis de Lor.
 Perisphinctes cf. orbignyi de Loriol.
 Perisphinctes tarraconensis Fallot.
 Terebratula douvillei de Gross.
 Phylloceras manfredi Opp.
 Phylloceras mediterraneum.
 Hibolites voironensis E. Favre.
 Aptychus latus Park.
 Aptychus punctatus Volz.
 Oppelia Henerici d'Orb.
 Aspidoceras perarmatum Sow.
 Lissoceras Erato d'Orb.
 Lytoceras orsini gemmel.
 Oppelia encharis d'Orb.
 Ochetoceras canaliculatum V. Buch.
 Ochetoceras marantianum d'Orb.
 Neumayria callicera Opp.
 Neumayria oculata Bean.
 Neumayria Bachiana Opperl.
 Aspidoceras cf. faustum Bayle.
 Aspidoceras cf. Rotari Opp.
 Aspidoceras perarmatum Sow.
 Aspidoceras Aegir Opp.
 Peltoceras Fouquei Kil.
 Peltoceras barriensis E. Favre.
 Peltoceras Toucasi d'Orb.
 Peltoceras bicristatum Rasp.

Menorca sigue emergida durante el Jurásico alto.

En Mallorca parece que sigue imperando el régimen de geosinclinal. Sus sedimentos no parecen muy potentes y es muy escasa la fauna encontrada hasta el momento.

Reineckei anceps.
 Paltoceras bicristatum.
 Waongenja Beckeri.
 Grawesia Irius.

Sedimentos titónicos no son encontrados en Menorca y parece que dicha área siguió emergida.

En Ibiza está representado por delgados lechos con fauna piritosa con ammonites:

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.
 Phylloceras Calypso d'Orb.
 Phylloceras Loryi M. Ctl.
 Lissoceras eliminatum Opp.
 Nebrodites sp.
 Berriasella privasensis Pictet.
 Berriasella carpathica Zitt.
 Berriasella Oppeli Full.
 Berriasella subcalista Toucas.
 Berriasella cf. chomeracensis Toucas.
 Berriasella abcessa Opp.
 Aptychus latus Park.
 Aptychus Beyrichi Opperl.

Belemnites (Duvalia) Orbignyi Du-Jouve.
 Belemnites (Duvalia) Deecke Kil.
 Pygope diphyoides Pict.
 Pygope janitor Pict.

El Titónico en Mallorca está representado por «falsas brechas» o facies «andaluza» con calpionellas y fauna de ammonites. En el centro de la isla y Sierra de Levante, aparece un nivel con pseudoolitas, finamente detriticas, con calizas de color castaño.

En la facies de calizas margosas del Titónico en Mallorca se ha recogido abundante fauna:

Berriasella Calixto d'Orb.
 Berriasella Oppeli Kil.
 Berriasella cf. chomeracensis Toucas.
 Berriasella aff. prava Schneid.
 Berriasella ? rjasanensis Nikitin.
 Berriasella ? subrjasanensis Bogowl.
 Neocomites cabrensis Kil.
 Berriasella privasensis Pictet.
 Berriasella carpathica Zitt.
 Thurmannia Malladae Kil.
 Acanthodiscus Chaperi Pict.
 Acanthodiscus Tarini Kil.
 Acanthodiscus Castroi Kil.
 Acanthodiscus Euthymi Pict.
 Kalianella lucensis Sayn.
 Aspidoceras avellanum Zitt.
 Aspidoceras cyclotum Opp.
 Aspidoceras altanensis.
 Aspidoceras liparum.
 Aspidoceras iphirum Opp.
 Aspidoceras Piccininii Zitt.
 Pachyceras Irius d'Orb.
 Nautilus cyclotus Opp.
 Nautilus cf. Oppeli Zibt.
 Nautilus Strambergensis.
 Lytoceras montanum Opp.
 Lytoceras sutile Opp.
 Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.
 Lytoceras Liebigi Opp.
 Lytoceras (Protetragonites) tripartitum d'Orb.
 Phylloceras Calypso d'Orb.
 Phylloceras semisulcatum d'Orb.
 Phylloceras Kochi Opp.
 Phylloceras serum Opp.
 Phylloceras Benecke Kil.
 Sowerbyceras Loryi M. Ctl.
 Lissoceras elimatum Opp.
 Lissoceras Tithonium Opp.
 Perisphinctes trinerus Opp.
 Perisphinctes (Ataxioceras) hypselocyclus Opp.
 Perisphinctes geron Zitt.
 Perisphinctes contiguus Zitt.
 Perisphinctes Deecke Kil.

Perisphinctes pseudocolubrinus Kil.
 Perisphinctes Richteri Opp.
 Perisphinctes rectifurcatus Zitt.
 Perisphinctes Lorioli Zitt.
 Perisphinctes endichotomus Zitt.
 Perisphinctes transitorius Opp.
 Perisphinctes senex Opp.
 Perisphinctes Gevrey Toucas.
 Perisphinctes Pouzinensis Toucas.
 Perisphinctes Falloti Kil.
 Perisphinctes Kobelti Neum.
 Perisphinctes adelus Gemmel.
 Perisphinctes Gudjensirensis Waag.
 Nebroolites agrigantinus Gemmel.
 Nebroolites torcalensis Kil.
 Nebroolites cf. venetianus Zitt.
 Nebroolites Guilhaerandensis Font.
 Simoceras volanensis Opp.
 Simoceras strictum catullo.
 Simoceras Diruncinatum Zitt.
 Peltoceras Fouquei Kil.
 Peltoceras bicristatum Rasp.
 Hoplites (Hymalayites) microcantus Opp.
 Hoplites (Hymalayites) Kollikeri Opp.
 Stephaeroceras (Himalayites) aff. Kasbensis Pomel.
 Spiticeras correardi Kil.

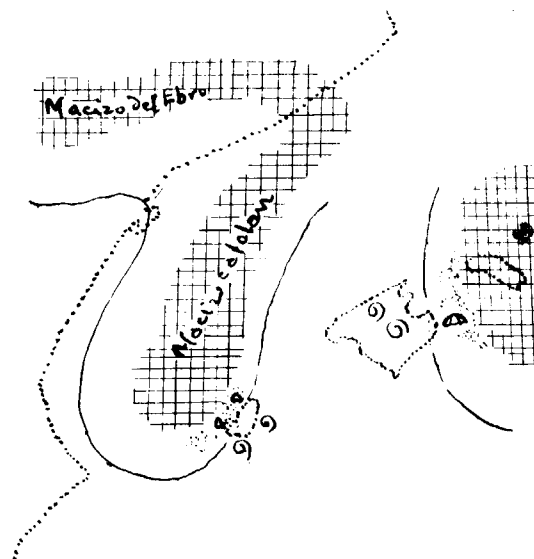


Fig. 6. Valanginiense.—Aparecen sedimentos neríticos en la parte oriental de Mallorca relacionados con la zona emergida de Menorca, sedimentación y fauna batial en Mallorca y en el Sur de Ibiza, y facies urgoniana en la parte Norte de la isla de Ibiza dependiente del macizo catalán.

Spiticeras (Proniceras) pseudo-groteanum Djan.
 Spiticeras (Negrelliceras) subnegreti Djan.

Menorca continúa emergida durante el Valanginiense. Pero durante el Hautoriviense es recubierta por una transgresión marina que depositó

formaciones urgonianas, que se continúan hasta el Aptiense. A partir de este piso el área menorquina vuelve a emerger. Los principales fósiles encontrados representantes de dicha transgresión en Menorca son:

Phylloceras Guettardi d'Orb.
 Dauvilleiceras gr. Albrechti-Austriae Ehl.
 Plicatula.
 Hamulina Boutini Math.
 Holcodiscus Geronimae Herm.
 Holcodiscus Geronimae Hern.
 Pulchelia Sauvageauni Herm.
 Pulchelia Heintzi Sayn.

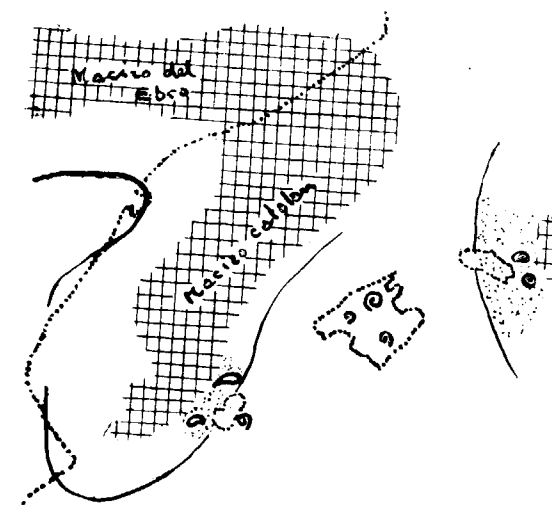


Fig. 7. Hautoriviense-Barreniense.—Toma el máximo desarrollo el surco Geosinclinal y las condiciones pelágicas en el Sur de Ibiza y Mallorca. Continúan las facies urgonianas en el Norte de Ibiza y aparecen en Menorca durante el Barreniense superior-Aptiense.

Pulchelia compressissima d'Orb.
 Terebratula sella d'Orb.
 Terebratula lemanensis d'Orb.
 Glossothyris (Zeillera) hippopus Roen.
 Asfarte sp.
 Area.
 Desmoceras difficile d'Orb.
 Matheronia Arnaudi Math.
 Crioceras pulcherrimum d'Orb.
 Pecten Agassizi.
 Rhynchinella Malbosi Pict.

En la primera y segunda series de Ibiza los límites del Neocomiense inferior no son conocidos con seguridad. Las formaciones urgonianas con calizas conteniendo orbitolinas, miliólidos, rotálidos, ostrea, paquiodontes, etc.; calizas margosas, margas, dolomías y conglomerados, descansan sobre un

Hauteriviense y un Barremiense inferior, con ammonites y espatángidos. En esta serie urgoniana tan abundante en fauna citaremos los siguientes:

Orbitolina conidea A. Gras.
Orbitolina discoidea A. Gras.
Rhynchonella multiformis Roem.
Rhynchonella Berteloti Kil.
Cidaris cf. cydonifera Agass.
Plicatula placunea Lunk.
Miotoxaster Collegnoi Sism.
Exogyra Aquila d'Orb.
Neithea Morrisi P. y Rien.
Nautilus plicatus Fitt.
Nautilus cf. neocomensis d'Orb.
Parahoplites Lurensis Kil.
Parahoplites furcatus Saw.
Heteraster oblongus Cott.
Douvilleiceras Martini d'Orb.
Hemicidarid clunifera Des.

En las dos series tectónicas superiores de Ibiza aparece también la serie calizo margosa batial, de estructura algo grosera, con frecuentes aportaciones terrígenas, restos de equínidos, moluscos, foraminíferos, etc.

Valanginiense

Phylloceras semisulcatum d'Orb.
Phylloceras serum Opp.
Astieria Astieriana d'Orb.
Terebratula Montoniana d'Orb.

Hauteriviense

Lissoceras Grasianum d'Orb.
Streblites Sayni Paqu.
Astieria Sayni Kil.
Spitidiscus intermedius d'Orb.
Neocomites Mortilleti de Lor.
Crioceras Emerici d'Orb.
Crioceras Jurensis Kil.
Duvalia dilatata Bl.
Hibolites Josephinae Hon.
Hibolites jaculum Uhl.

Barremiense:

Costidiscus recticostatus d'Orb.
Phylloceras Eichwaldi Kar.
Phylloceras Prendeli Kar.
Heintzia Ouachensis Sayn.
Desmoceras cassidoides Uhl.
Holcodiscus fallax Coq.
Holcodiscus Henoni Coq.
Pulchellia pulchella d'Orb.
Desmoceras difficile d'Orb.

Liptoceras Henoni Coq.
Hibolites Minaret Rasp.
Hibolites jaculum Uhl.

Aptiense-Albiense

Hamites attenuatus Sow.
Phylloceras Velledae Mich.
Latidorsella latidorsata Mitch.
Lytoceras crebisulcatum Uhl.
Lytoceras strangulatum d'Orb.
Tetragonites Jacobi Kil.
Heteroceras Astierianum d'Orb.
Phylloceras Thetis d'Orb.
Phylloceras cf. lateumbilicatum Perv.
Phylloceras cf. lytoceroide Fallot.
Phylloceras Ronyanum d'Orb.
Phylloceras cf. Guettardi Rasp.
Puzosia Angladei Sayn.
Puzosia Getulina Coq.
Puzosia cf. Melchioris Tietze.
Oppelia Nisus d'Orb.
Acanthoplites crassicostatus d'Orb.
Acanthoplites gargasensis d'Orb.
Douvilleiceras Martini d'Orb.
Douvilleiceras Cornuelianum d'Orb.

En Mallorca durante el Valanginiense se continúa el régimen de geosinclinal profundo con calizas sublitográficas con abundantes *Calpionellas* y *Nannoconus*. Pero durante este piso, en su base, en las zonas de la isla de Cabrera, Artá y Alcudia, se encuentran niveles de calizas detríticas con fauna nerítica, con equínidos y gasterópodos recubiertos por margas y calizas margosas formados por sedimentos más finos, que indican una profundidad creciente.

Durante todo el Neocomiense siguieron depositándose sobre el área mallorquina las finas calizas margosas que nos indican la mayor profundidad de deposición, sin aportaciones terrígenas, con *Nannoconus*, *Radiolarios*, *Calpionella*, restos de algas calizas de la familia de los cocolithopheridae y abundantes ammonites.

Al pie de la Sierra Norte se encuentran una serie de depósitos que han subsistido a la erosión formada por margas azules con fauna piritosa, recubiertos por calizas finas margosas, que comprenden el tramo Aptiense-Albiense.

En estas margas azules son frecuentes los elementos terrígenos: feldespatos, granos de cuarzo, minerales pesados, abundante pirita, glauconia, biotita, etc., así como restos vegetales, nódulos de ámbar, elementos estos que indican síntomas de emersión del área. Nosotros hemos encontrado en estos depósitos margosos entre Paguera y Cap de

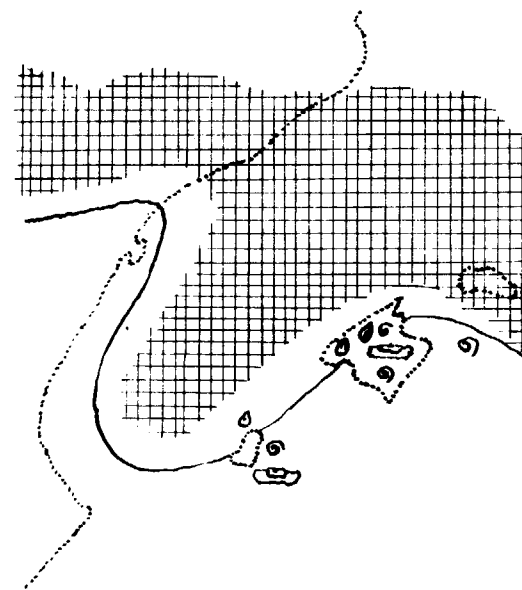


Fig. 8. Gault.—Emersión del macizo catalán que se une con la zona de Menorca, bajando el área del Geosinclinal hacia el Sur. Faunas nerítico-litorales en Ibiza y Mallorca, sedimentación fina con Globotruncanas durante el Cenomanense-Turonense. Fin del Geosinclinal secundario.

Mar abundantes yesos que indican una emersión del área.

En dichos depósitos margosos vuelven a aparecer las globigerinas mezcladas con foraminíferos: nodosarias, rotálidos, dentalina, etc.

Calizas finas margosas, forman los lechos más altos del Albiense y contienen escasos ammonites, restos de equínidos, fisurinas y globigerinas.

La fauna representativa del Cretáceo en Mallorca es la siguiente:

Neocomiense

Nautilus cf. Euthymi Pictet.
Lytoceras Honnoratum d'Orb.
Lytoceras lichigi Opp.
Lytoceras Sutile Opp.
Lytoceras subfimbriatum d'Orb.
Lytoceras oblique-strangulatum Kil.
Costidiscus Rakusi Uhl.
Hamulina Astierina d'Orb.
Hamulina Boutini Coq.
Phylloceras semisulcatum d'Orb.
Phylloceras serum d'Orb.
Phylloceras Morelianum d'Orb.
Phylloceras Thetus d'Orb.
Sowerbyceras Loryi M-Ch.
Oppelia macrotela Opp.
Dermoceras difficilis d'Orb.

Dermoceras subdifficile Kar.
Dermoceras cassida Rasp.
Puzosia ligata d'Orb.
Puzosia Neumayri Haug.
Neocomites occitanicus Pict.
Astieria Astierina d'Orb.
Astieria psilostoma N. y Uhl.
Spitidiscus rotula Sow.
Spitidiscus Douvillei Nick.
Spitidiscus incertus d'Orb.
Holcodiscus Perezianus d'Orb.
Acanthodiscus Malbosi Pict.
Crioceras baleare Nolan.
Crioceras jurensis Kil.
Crioceras Nolani Kil.
Crioceras Duvali Lev.
Oosterella cultrata d'Orb.
Pulchellia galeata Buch.
Pulchellia Sauvageani Hern.
Belemnites Josephinae Honn.
Duvalia lata Blainv.
Aptychus latus Park.
Aptychus punctatus Voltz.
Pigope diphya de Buch.
Pigope triangulus Lmk.

Aptiense-Albiense:

Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.
Lytoceras crebisulcatum Uhl.
Tetragonites Depereti Kil.
Tetragonites Duvalianum d'Orb.
Phylloceras Thetys d'Orb.
Phylloceras Calipso d'Orb.
Phylloceras Ronyanum d'Orb.
Phylloceras lytoceratoides Fallot.
Puzosia Getulina Coq.
Uhligella monicae Coq.
Uhligella Bretoni Fallot.
Silesites Seranosis d'Orb.
Jaubetella Jauberti d'Orb.
Jaubetella latericasinata Auth.
Phylloceras subalpinum d'Orb.
Phylloceras Morelianum d'Orb.
Uhligella impressa d'Orb.
Uhligella Rebouli Jacob.
Puzosia Kiliani Fallot.
Puzosia Nolani Fallot.
Latidorsella latidorsata Mich.
Mortoniceras inflatum Sow.
Mortoniceras Royssynum d'Orb.
Mortoniceras Hupartianum d'Orb.
Puzosia Mayoriance d'Orb.
Inoceramus concentricus Park.

Durante el Cretáceo medio o superior el área ibicenca-mallorquina emerge, pasando a formar

parte del macizo catalán-corso-sardo, continuando el mar bético por el Sur de Ibiza y Mallorca.

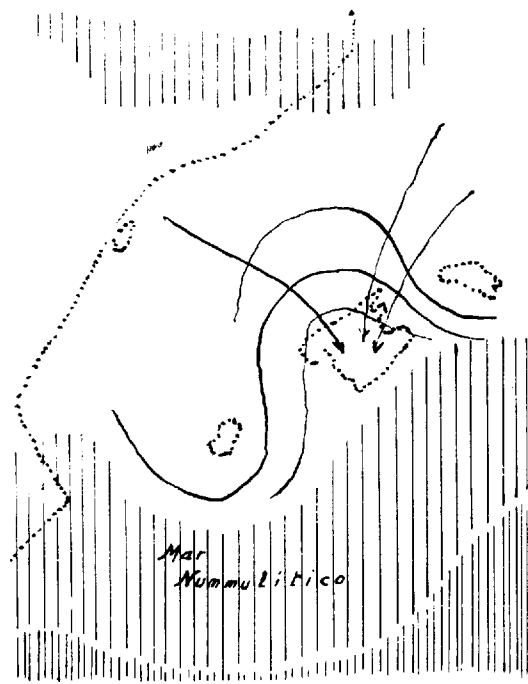


Fig. 9. Eoceno inferior.—Emersión total del área balear y formación de una gran cuenca central de tierras bajas en el área de Mallorca. Llegan a Mallorca asociaciones limícolas de moluscos y diversos grupos de mamíferos.

La primera transgresión del Terciario, que tenemos testimonio, tuvo lugar en el área mallorquina durante el Luteciense superior. Dicha transgresión provino del Sur y dejó sedimentos detríticos y como fósiles característicos:

- N. subfabiani.
- N. incrasatus.
- N. striatus.
- N. roualti.
- N. perforatus.
- N. broquiarti.
- N. complanatus.
- N. millecaput.
- N. lacusana.
- Alveolines sp.
- Alveolines fustiformis.
- Orbitolites complanatus.
- Chapinamina gassineusis.
- Operculinas sp.

Pero ya durante el Luteciense inferior el mar transgredió sobre el área de Cabrera, depositándose calizas con la fauna que sigue:

Luteciense inferior

- Nummulites atacicus-subatacius.
- Nummulites globulus-guettardi.

Luteciense superior

- N. Perforatus-roulati.
- Assilina exponens-mamillota.
- Operculina paroni.
- Discoyclina archiaci.
- Ni confortus.
- N. striatus.
- Assilina Subspoons.
- Assilina spira.
- Operculina depereti.

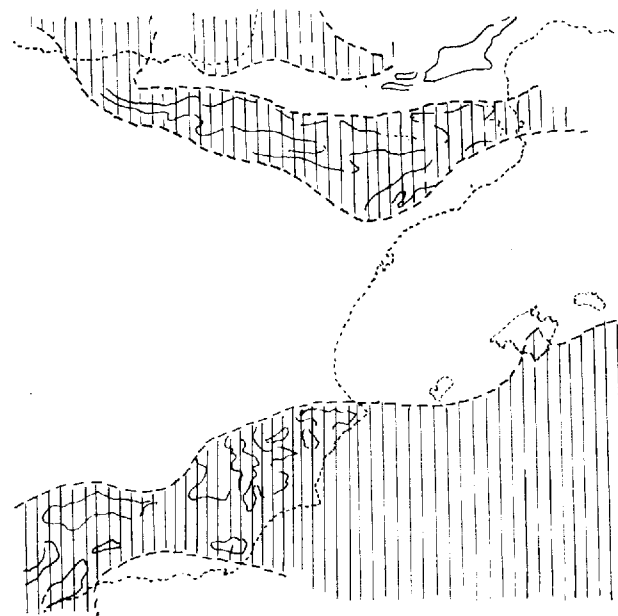


Fig. 10. Luteciense superior.—Paleografía del área balear durante la transgresión del Luteciense superior con: *N. perforatus-roulti*, *Alveolinas*, *Orbitolites complanatus*, etc.

Durante el Priaboniense una nueva transgresión, también proveniente del Sur, invade con más fuerza el área mallorquina, depositando importantes lechos detríticos con abundantísima fauna, entre ella: cardium, naticas, corolarios, equínidos, turrítellas, miliolas, etc. Entre los nummulites cabe citar:

- N. Striatus.
- N. contortus.
- N. fabiani.
- N. subfabiani.
- N. incrasatus.

- N. Subincressatus.
 - N. af. subincrasatus.
 - N. baucheria de la Harpe.
 - N. budensis V. Hant Ken (próxima).
 - N. bouillei.
 - N. garnieri.
 - N. beaumonti.
 - N. rutimeyeri.
 - N. variolarius.
 - N. prestwichianus.
 - N. tournoueri.
 - N. chavanesi.
 - N. heberti.
- y la operculina alpina.

Durante el Eoceno las áreas menorquina e ibicenca siguieron emergidas, sin que hasta el presente se haya encontrado sedimentos de las transgresiones que invadieron el área mallorquina.

En Mallorca, a partir del Ludense, se forman tres cuencas lacustres principales: una situada ahora al pie de la Sierra Norte, otra en la zona de Sineu-María de la Salud, y la tercera en las cercanías de Felanitx.

El área balear, unida entonces al macizo catalano-corso-sardo, disfrutaba de un clima tropical que dio vida a una densa vegetación y a una numerosa diversidad de especies animales.

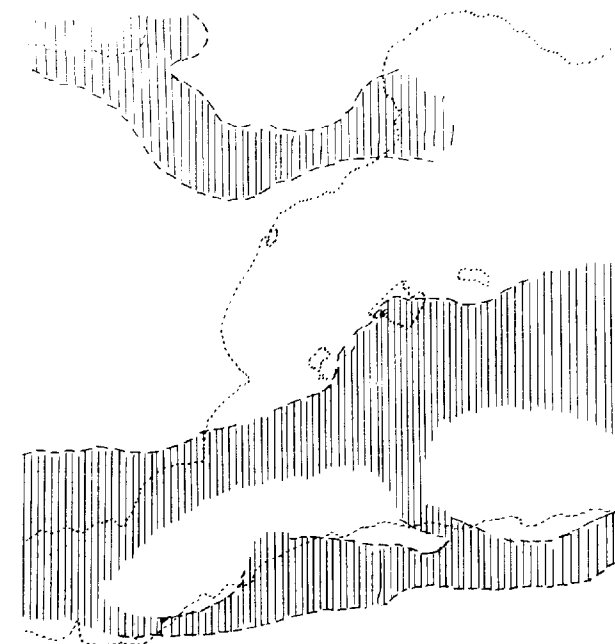


Fig. 11. Priaboniense.—Paleografía del área balear durante la transgresión Priaboniense con: *N. fabiani-subfabiani*, *N. incrasatus-subincrasatus*, *N. bouillei*, *N. garnieri operculina alpina*, etc.

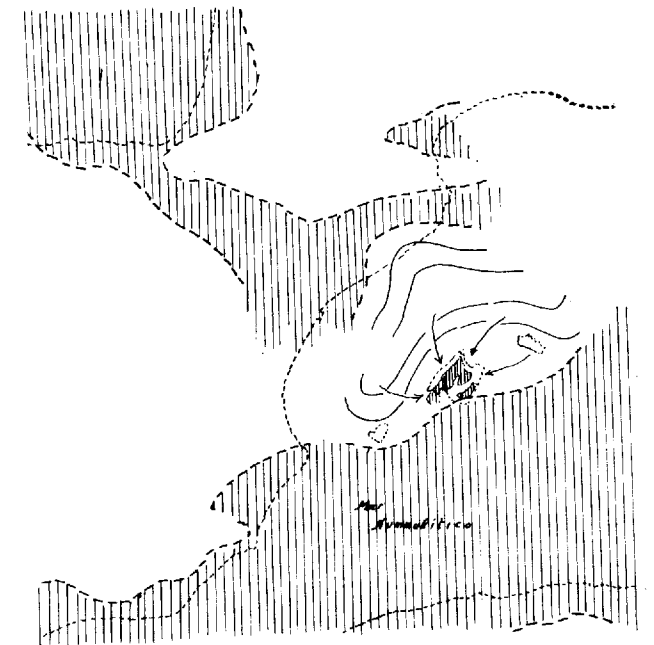


Fig. 12. Paleografía del área balear durante el Sannoisense.—El área balear estaba emergida y se había verificado la unión de la Meseta Ibérica con el macizo Tirénico y la zona central de Francia. En Mallorca se desarrollan tres cuencas lacustres principales (rayadas en la figura).

Pero únicamente en Mallorca se han encontrado lechos lacustres pertenecientes al tramo Ludense-Estampiense inferior.

La base de este nivel comienza en muchos puntos con potentes lechos de lignitos explotables que están en contacto discordante generalmente sobre los niveles superiores calizos albienses. Solamente en una mina de Lloseta he logrado encontrar un nivel de reducida potencia, en contacto con el Cretáceo, formando la base del paquete lignífero, de conglomerado fino con cemento margoso pardo.

Sobre los lechos lignitosos descansan calizas margosas formadas exclusivamente por restos de algas lacustres, cuyo estudio nos ha hecho seguir paso a paso las diferentes fases de colmatación y subsidencia de los lagos en que se depositaron estos niveles lacustres. (Ver *Temas geológicos de Mallorca*, tomo Instituto Geológico y Minero de España).

En este tramo lacustre hasta el presente se ha encontrado una nutrida fauna, principalmente de gasterópodos de agua dulce y algunos restos de mamíferos:

- Ampullaria selvensis Vidal.
- Clausilis Beaumonti Hermitte.

Melanopsis Navarroí Vidal.
 Bulimus Bouvry Haime.
 Bulimus Darder Vidal.
 Neritina Munieri Hermitte.
 Melania Duthiersi Hermitte.
 Melania Pachecoi Vidal.
 Melania Bolivari Vidal.
 Lychnopsis Bofilli Vidal.
 Helix Binisalemi Vidal.
 Lophiotherium cervulum Gervais.
 Anthracotherium magnum Cuvier.
 Anthracotherium alsaticum.
 Palophotherium Fraasi Meyer.
 Palacochoerus Waterhousi Pomel.
 Amphitragulus Gracilis Pomel.

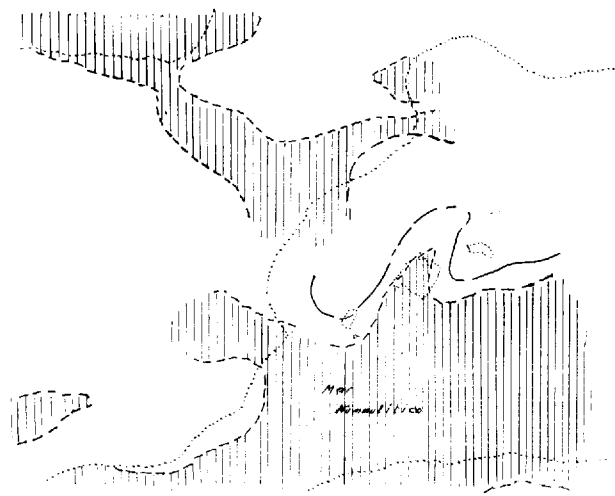


Fig. 13.—Paleografía del área balear durante la transgresión del Oligoceno del *N. intermedius*.

Si siguiendo con Mallorca, en numerosas localidades de la isla encontramos, principalmente en la zona situada al pie de la sierra entre Campanet y Palma, que los lechos lacustres están recubiertos por nuevos y débiles mantos detríticos debidos a la transgresión del Estampienense, cuyos fósiles representantes más frecuentes son los miliólidos, rotalias y nummulites (*N. intermedius* y *fichteli*).

Esta transgresión resultó la que más se extendió hacia el Norte; así en la pequeña sierra que corre paralela a la carretera de Pollensa al Puerto de Pollensa, aparecen plegados sedimentos con pequeños nummulites imposibles de separar de la roca y operculina alpina, que parecen pertenecer a esta transgresión. Ocupa la parte central de la isla y por el Este no aparecen afloramientos de la misma, únicamente al Sur de Felanitx, junto al cementerio, aparecen unos niveles de calizas castaño muy

duras con pequeños nummulites difíciles de separar, acompañados por la *Halkyardia mínima*, especie hasta ahora encontrada en Mallorca únicamente en el Oligoceno.

La marcha hacia el Norte de esta transgresión fue muy vacilante y lenta, y así hemos encontrado lechos lacustres con algas incrustantes intercalados con sedimentos calizos conteniendo *N. intermedius-fichteli* o bien con sedimentos arenosos con abundantísimos miliolas, peneroplis, etc.

Estos últimos géneros representaban la fauna de antiguas playas tropicales con un considerable número de especies: triloculinas, quinqueloculinas, nummuloculinas, signoilinas y spiroloculinas (en los miliólidos), y peneroplis, dendritina, spiroolina archaia y archiacina (en los peneroplis). Juntamente con estas especies convivieron cibicides, abundantes acervulinas, halkyardias (*H. mínima*), neorotalias (*N. orhatissima*), valvulinas, elphidium (*E. cf. sphaericum*), melobserias, dasycladáceas, briozoarios, equínidos, acervulinas (*A. Gómez-Illucvái*), etc.

Al finalizar el Estampienense en Mallorca por contracciones tangenciales de los cratones africanos, debió sobrevenir un rejuvenecimiento del relieve de áreas cercanas, como lo demuestran los ingentes espesores de sedimentos detríticos acumulados durante el Aquitaniense continental.

Este gran contingente de conglomerados oligocenos con intercalaciones de areniscas, margas rojizas y amarillentas, así como calizas detríticas lagunares con algas incrustantes, alcanza en algunos puntos espesores de más de 250 metros de potencia. Nosotros, juntamente con Oliveros y Colom (1960), demostramos que estos conglomerados no pertenecían a la transgresión Estampienense como creían nuestros antecesores, dándoles una edad

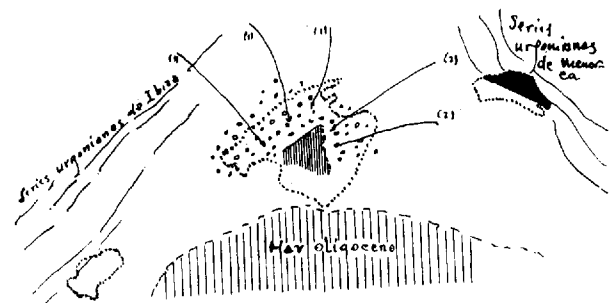


Fig. 14.—Período continental del Aquitaniense o Chattiense superior con gran aportación de conglomerados y la existencia de pequeñas zonas lagunares: (1) cantos rodados de las series urgonianas de Ibiza, conteniendo orbitolinas, y (2), series urgonianas de Ibiza, conteniendo orbitolinas, y (2) cantos con trocholinas de Menorca.

chattiense o aquitaniense de acuerdo con el fósil característico encontrado en los lechos lacustres de este tramo: la *Rhabdochara langueri* (Ettingshausen).

La zona de Mallorca donde aparecen estos sedimentos se puede decir que está circunscrita al pie de la Sierra Norte y en la zona central, no apareciendo en la Sierra de Levante.

Esta fase erosiva continental coincide con bastante exactitud con la que estudió Mangín (1960) en la zona pirenaica.

En la parte central de Mallorca se han encontrado pequeños indicios, con rocas que contienen lepidociclynas, de una transgresión que seguramente invadió el área mallorquina durante el Aquitaniense, pero hasta el presente muy mal conocida y parece que de escasa potencia.

Posteriormente, ya durante el Burdigaliense, apareció la mayor de las transgresiones del Terciario, recubriendo los limnobiós aquitanienses primeramente con sedimentos detríticos de base con scutellas y clypeaster.

En Mallorca, nada más depositarse estos sedimentos de base, aparece la subfase primera de la fase orogénica estaírica, que afecta a algunas zonas de la isla.



Fig. 15.—La gran transgresión del Burdigaliense y la formación del estrecho nord-bético sobre el emplazamiento del primitivo Geosinclinal secundario. Puntos negros, Depósitos margosos de «moronitas».

Durante el Burdigaliense medio la totalidad del área balear sigue sumergida, depositándose en ella sedimentos más finos que las pudingas y calizas detríticas del Burdigaliense inferior, formados por areniscas finas, margas sabulosas y margas arcillosas de colores grises, con abundante fauna:

Entre los moluscos:

Amussium subpleuronectes (d'Orb).
 Chlamys praescabriusculus Font. y sus variedades Catalaunicus Alm.-Bof. tarraconensis Alm. talarrensís Kiliam.

Chlamys zitteli Fuchs.
 Chlamys zubmalvinae Blanck.
 Chlamys Gentoni Font.
 Flabellipecten expansus Sow.
 Pecten Kochi Locchi.
 Pecten pseudobucdanti Dep. Rom.
 Chlamys rotundata Lmk.
 Chlamys sub-holgueri Font.
 Chlamys varia f. insterstriata Schaff.
 Chlamys radians f. Combaluzieri Morg.
 Chlamys Tornali De-Serr.

Equínidos:

Clypeaster intermedius Desm.
 Clypeaster grandiflorus Bronn.
 Clypeaster Ludovici-Salvatoris Lam.
 Clypeaster scillae Desm.
 Clypeaster latorostris Agass.
 Clypeaster portentosus Desm.

Foraminíferos pelágicos:

Globorotaria foshi Cush.-Ellis (escasa).
 Globorotaria archaemenardi Bolli (frecuente)
 Globigerinoides triloba (Reuss).
 Globigerinoides bisphaerica Todd.
 Globigerinoides triloba f. immtaura Le Roy.
 Orbulina bilobata (d'Orb).
 Orbulina suturalis Bronn.
 Catansvdrax dissimilis (Cush-Bern).
 Globigerina conglomerata Schwag (=venezuelana Hedberg) abundante.
 Globoquadrina dehiscens (Chap), frecuente.
 Particulasphaera glomerosa Blow.
 Particulasphaera transitoria Blow.
 Laticarinina pauperata (Park-Ton).
 Cyclamina deformis (Guppy).
 Astrorhiza cf. furcata Goes.
 Lingulina seminuda Hantk.
 Cassidulina laevigata f. horizontalis Cush.
 Rhabdommina abyssorum M. Sars.
 Tritaxilina balearica Col.
 Tritaxilina pleionensis Cush.

y como forma bentónica, nerítica y muy difundida en las facies litorales a la *Miogipsina mediterranea* Bronninan.

Finalizado el Burdigaliense medio hay una nueva emersión del área mallorquina que coincide con la segunda subfase de la fase estaírica que afectó a diversas zonas de Mallorca. Y durante el Burdigaliense superior impera en Mallorca un régimen lagunar salobre que en algunos puntos al pie de la Sierra Norte, zonas de subsidencia, acumulan notables espesores de margas grises con yesos y abundantísima microfauna rodada, principalmente perteneciente al Burdigaliense medio y Cretáceo.

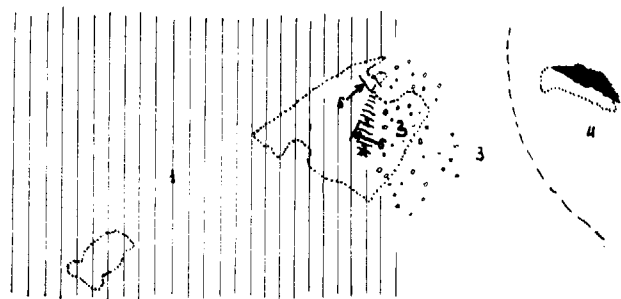


Fig. 16.—Las tres áreas batimétricas de sedimentación en las Baleares durante la fase de mayor extensión de la transgresión Burdigaliense. (1): zona pelágica; (2): glauconiosa; (3): zona litoral detrítica; (4): área emergida de Menorca; (5): dirección de los empujes y zonas plegadas durante el Burdigaliense marino.

El Burdigaliense termina con una facies cada vez menos salobre y más lacustre con formaciones de calizas de color café con leche, en cuyos estratos hemos encontrado abundante fauna, principalmente gasterópodos y ostrácodos:

Hydrobia (*Tournoueria*) *Dubuissoni*.
Hydrobia (*Littorinella*) *inflata* Faujas.
Planorbis sp.
Leptocythere sp.
Cyclocypris sp.

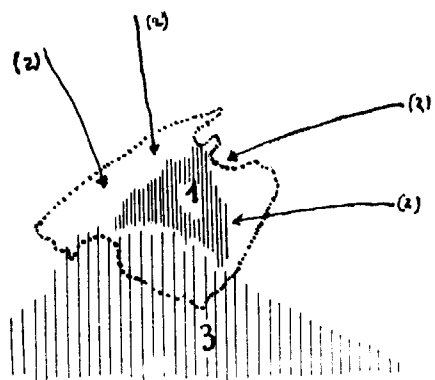


Fig. 17.—Regresión del mar durante el Burdigaliense superior y formación de una zona central en Mallorca salobre-lacustre (1); origen de las aportaciones continentales (2) y situación del mar durante el Burdigaliense superior (3).

En la zona central de Mallorca, encontramos en muchos puntos lechos detríticos continentales lagunares correspondientes al Helveciense inferior.

En Ibiza el Mioceno inferior está representado

por conglomerados, areniscas y margas con abundantes fósiles representantes de la citada transgresión:

Amphisteginas.
Operculinas.
Textularidos.
Globigerinas.
Rotálidos.
Lithothamnium.
Clypeaster.

En Menorca el Burdigaliense es transgresivo y horizontal, reconocido por Hermitte por la presencia del *Chlamys pracscabriusculus* Font.

Sobre los lechos anteriores descansa en Mallorca la transgresión del Helveciense-Tortonense que con un mar de poco fondo, dejó sedimentos molásicos zoógenos en las partes bajas del área balear emergida.



Fig. 18. Transgresión del Helveciense medio-Tortonense.—Un mar cálido y de poco fondo depositó unos 100 m. de potencia de molásas con mucha fauna.

La fauna encontrada en estos sedimentos molásicos es la siguiente:

Peces

Oxyrina sp.
Oxyrina hastalis Ag.
Oxyrina xiphodon Ag.
Oxyrina Desorii Ag.
Otodus Ag.
Lamma Cuv.
Lamma sp.
Odontaspis contortidens Ag.
Odontaspis dubia Ag.
Odontaspis elegans Ag.
Odontaspis cuspidata Ag.
Carcharodon Megalodon Ag.
Prionadon sp.

Sphyrna prisca Ag.
Myliobates sp.
Aetobates arcuatus Ag.
Zygobates Studeri? Ag.
Chysophrys Agassisi Siemonda.
Chysophrys (Sphaerodus) parvus Ag.
Satgus Oweni Ag.
Lamma contortidens Ag.
Oxyrina hastalis Ag.

Sirénidos

Metaxitherium Cuvieri Christol.

Moluscos

Strombus Bonelli Brong.
Triton Nodiferus? Lamarck.
Cassis mamillaris Grateloup.
Cassis saburon Lamarck.
Gassidaria echinophora Lamarck, var. *tirrhena*.
Pyrula cornuta Agassiz.
Ficula condita Brong.
Ancilla glandiformis Lamarck.
Conus Mercati Brocchi.
Conus Aldrovandi? Brocchi.
Conus ventricossus Bronn, var. *minor* Nob.
Conus Taberlianus Grateloup.
Conus maculosum Grateloup.
Natica Josephinia Risso.
Turritella cathedralis Bronn.
Turritella gradata Menke.
Xenophora Peroni, Locard.
Trochus patulus Brocchi.
Capulus Sulcosus Brocchi.
Dentalium Bonei Deshayes.
Hamina navicula Da Costa, var. *globosa*. Jeffreys.
Ostrea ginfensis Schlotheim.
Pecten sp. gr. *burdigalensis* Lamarck.
Petunculus pilosus Linné.
Lithodomus Linné, var. *attenuatus* Locard.
Cardium discrepans Basterot.
Cardium edule Linné.
Cardium Danubianum Mayer.
Cardium sp.
Lucina Miocénica Michelotti.
Lucina columbella Lamarck.
Crassatella sp.
Cardita cfr. *Partschii* Goldfuss.
Venus umboanria Lamarck, var. *baleárica* Nob.
Cytherea pedemontana Agassiz.
Cytherea pedemontana Agassiz, var. *máxima* Nob.
Tellina lacunosa Chemnitz.
Tellina ventricossa M. des Serres.
Tellina planata Linné.
Psammobia uniradiata Brocchi.
Clavagella cristata Lamarck.

Strombus auriculatus Crateloup.
Conus.
Cerithium.
Turbo.
Xenophora.
Trochus patulus Brocchi.
Vermetus sp.
Crassatella Gosseleti Matheron.
Cardita sp.
Venus sp.
Ostrea sp.
Balorepia sp.
Venus Umboanria.
Arca Fichsteli.
Cardium danubianus.
Lutraria oblonga.
Turritella gradata.
Pecten pesfelis.
Cerithium pictum.
Pithoceritium turonicum.
Cardium edule.
Cerithium europeum May, var. *graciliornata* Sacc.
Pithoceritium turonicum var. *indef.*
Ammussium subpleonectes d'Orb.
Chlamys gentoni Font.
Pecten Fuschsi.
Anomalacardia siluvii.
Pirenella bidispuncta.
Acquiptecten byllonensis Mayer.
Acquiptecten opercularis Linn. var. *plioarvula* Sacc.?
Ammussium cristatum Brong.
Cardium echinatum Linn.
Cardita trapezia Linn.
Callista pedemontana Lam.
Chlamys multistriata Poli.
Dentilucina orbicularis Desh.
Pinna tetrágona? Broc.
Dentalium sesangulum Shooter.
Umbrella elongata? Michelotti.
Nassa dertonensis Bell.
Naticia epiglotina Lam.
Naticina pulchella, Prisso var. *astensis* Sacc.
Neverita Josephinia Risso.
Magulus plioscintus Sacc.
Magulus ardens var. *elastastensis*.
Turritella turris, var. *taurocrassula* Sacc.
Turritella (archimediella) dertonensis var. *subcónica* Sacc.
Turritella (zaria) subangulata Bor. var. *spirata* Broce.
Phychoteritium aff. *bronni* Parts.
Petalocochus intortus Lam.
Chenopus uttingerianus Risso.
Lithoconus mercati Broce.
Nassa dertonensis Bell.
Bulla sp.

Serpula.
 Venus Multilamella Lam.
 Venus (Clausinella) basteroti, Desh. var. taurolevis Sacc.
 Ostrea Crassissima.
 Ostrea Longirrostris.
 Connus Broteri de Costa.
 Connus Berghausi Michtti.
 Natica Olla Lamarck.
 Cardium.
 Balanus.
 Pyrula condita Brong.
 Pyrula rusticola.
 Proto cathedralis? Brong.
 Proto laevigatus Desh.
 Turritella sp.
 Trochus sp.
 Ancyllaria glandiformis Lamck.
 Murex Brandaris Linné.
 Tapes vetula Baster.
 Venus sp.
 Tellina lacunosa Chem.
 Lucina columbella Lamck.
 Lucina leonia Baster.
 Cardium turonicum Mayer.
 Panopea Menardi Desh.
 Anatina.
 Tellina sp. Spondylus sp.

Equinodermos

Clypeaster altus Lamarck.
 Clypeaster umbrela.
 Clypeaster portentosus Desnoul.
 Clypeaster imperialis Mich.
 Clypeaster ibericus.
 Clypeaster Barcinensis.

Foraminíferos

Marginulina murex (Batsch).
 Marginulina cf. glabra d'Orb.
 Marginulina dubia Neugep.
 Marginulina subbullata Hanlk.
 Marginulina crebicostra Seguem.
 Vaginulinopsis vindobonensis n. sp.
 Vaginulinopsis inversa costa.
 Frondicularia inaequalis Costa.
 Frondicularia complanata Defr.
 Lagena semistriata Wilian.
 Lagena striata d'Orb.
 Globulina gibba d'Orb.
 Globulina gibba tuberculata d'Orb.
 Globulina gibba punctata d'Orb.
 Globulina myristiformis (William).
 Pseudopolymorphina cf. decora (Reus)
 Pseudopolymorphina subcylindrica (Hant).
 Guttulina irregularis d'Orb.

Dimorphina tuberosa d'Orb.
 Ramulina globulifera Brady.
 Nonion elongatum d'Orb.
 Nonion asterizans (F.-M.).
 Nonion Soldanii d'Orb.
 Nonion politum d'Orb.
 Nonion ibericum Cushman.
 Elphidium crispum (L.).
 Elphidium crispum biniacoensis Col.
 Elphidium macellum (F.-M.).
 Heterostegina ostata d'Orb.
 Peneroplis laevigatus Karrer.
 Peneroplis planatus (F.-M.).
 Peneroplis cf. pertusus Forsk.
 Dendritina elegans d'Orb.
 Plectofrondicularia cf. Cookei Cushman.
 Bulimina pyrula spinescens (Brady).
 Bulimina affinis d'Orb.
 Bulimina elongata subulata Cushman-Park.
 Bulimina aculeata d'Orb.
 Bulimina buchiana d'Orb.
 Bulimina evata d'Orb.
 Reusella spinulosa (Reuss).
 Virgulina schreibersiana Cizek.
 Virgulina texturata Brady.
 Bolivina alata (Seg.).
 Bolivina catanensis Seguem.
 Bolivina aenariensis (Costa).
 Bolivina antiqua d'Orb.
 Bolivina scalprata miocénica Macf.
 Bolivina scalprata retiformis Cushman.
 Uvigerina pygmaea d'Orb.
 Uvigerina rutilla Cushman-Park.
 Uvigerina bononiensis Formas.
 Siphogenerina multicostata Cushman-Jarv.
 Ellipsonadosaria adolphina (d'Orb.).
 Siphonina planoconvexa (Silvestri).
 Rotalia calcar d'Orb.
 Rotalia Beccarii (L.).
 Gyroidina Soldanii d'Orb.
 Valvulineria araucana d'Orb.
 Cancris auricula (F.-M.).
 Discorbis Berthelotti d'Orb.
 Discorbis Orbicularis (terq.).
 Discorbis rarensis (Brady).
 Reophax insectus (Goes).
 Spiroplectamina sagittula (Defr.).
 Tectularia articulata d'Orb.
 Tectularia rugosa (Reus).
 Tectularia consecta d'Orb.
 Tectularia palmata Costa.
 Tectularia subangulata d'Orb.
 Vulvulina deperdita d'Orb.
 Rigenerina nodosaria texturata (Goes).
 Rigenerina compressa n. sp.
 Dorothis gibbosa d'Orb.
 Karreriella Bradyi (Cushman).

Karreriella affinis (Fornas).
 Carreriella badenensis Reus.
 Listerella communis d'Orb.
 Listerella primaeva Cushman.
 Listerella bradyana Cushman.
 Listerella occidentalis Cushman.
 Liebusella rudis (Costa).
 Sigmoidina celata (Costa).
 Nubecularia lucifuga Derf.
 Robulus iotus Cushman.
 Robulus costatus (F.-M.).
 Robulus costatus gymnesicus Col.
 Robulus echinatus d'Orb.
 Robulus cultratus Montf.
 Robulus vortex (F.-M.).
 Robulus Septentrionalis Cushman.
 Robulus cf. curvisepta Seguem.
 Robulus variabilis Reuss.
 Robulus Clerici (Fornas).
 Robulus calcar (L.).
 Robulus multispinatus n. var.
 Robulus cf. nitidus (Reuss).
 Robulus coloratus.
 Robulus cf. limbosus (Reuss).
 Planularia galea ovalis (Dervi).
 Planularia cf. elongata (Montf.).
 Planularia laevis Seguem.
 Planularia cassis cassis Silv.
 Planularia cassis Soldanii Silv.
 Planularia ouachitaensis How-Holl.
 Saracenario latifons Brady.
 Saracenario cl. tetraedra (Borneanan).
 Nodosaria longiscata d'Orb.
 Nodosaria cf. Flintii Cushman.
 Nodosaria soluta Reuss.
 Nodosaria vertebralis albatrossi Cushman.
 Dentalina inornata d'Orb.
 Dentalina consorbrina emaciata Reuss.
 Dentalina crassicauda Seguem.
 Dentalina catenulata (Brady).
 Dentalina filiformis d'Orb.
 Dentalina communis d'Orb.
 Dentalina pauperata d'Orb.
 Lagenonodosaria ovicula d'Orb.
 Lagenonodosaria sipinica d'Orb.
 Lagenonodosaria scalaris caudata Silv.
 Lagenonodosaria hispida d'Orb.
 Lagenonodosaria hispida aculeata d'Orb.
 Lagenonodosaria venusta (Reuss).
 Pseudoglandulina laevigata d'Orb.
 Pseudoglandulina cf. dimorpha (Bornemann).
 Epistomina elegans d'Orb.
 Eponides berthelotianus d'Orb.
 Eponides umbronata (Reuss).
 Lamarckina cf. scabra (Brady).
 Amphistegina ovoides Reuss.

Chilostomella ovoidea Reuss.
 Pullenia sphaeroides d'Orb.
 Pullenia quinquelobata (Reuss).
 Sphaeroidina variabilis (Reuss).
 Cassidulina laevigata carinata Cushman.
 Cassidulinoides Bradyi Norm.
 Globigerina bulloides d'Orb.
 Globigerina hellicina d'Orb.
 Globigerinoides saculifera Brady.
 Globigerinoides conglobata (Brady).
 Globigerinoides rubra d'Orb.
 Globigerinella aequilateralis Brady.
 Orbulina Universa d'Orb.
 Globorotalia Menardi d'Orb.
 Anomalina coronata Park-Jon.
 Anomalina rotula d'Orb.
 Planulina ornata d'Orb.
 Cibicides lobatula (Walk-Jac).
 Cibicides floridana miocénica n. subsp.
 Cibicides Haidingeri d'Orb.
 Cibicides Aknerianus d'Orb.
 Cibicides praecincta (Karrer).
 Cibicides variabilis (d'Orb).
 Planorbulina mediterranea d'Orb.
 Textularia articulata.
 Textularia palmata.
 Bigenerina compressissima.
 Dorothis gibbosa.
 Isterella bradyana.
 Ribulus calcar.
 Marginulina crebicostrata.
 Globulina gibba tuberculata.
 Nonion elongatum.
 Nonion asterizans.
 Nonion soldani.
 Nonion ibericum.
 Elphidium crispum biniacoensis.
 Virgulina schreibersiana.
 Bolivina catanensis.
 Rotalia Beccarii.
 Valvulineria araucana.
 Discorbis orbicularis.
 Eponides berthelotianus.
 Eponides umbonata.
 Pullenia sphaeroidea.
 Globigerinoides saculifera.
 Globigerina dubia d'Orb.
 Globigerina dubia Egger.
 Marginulinopsis crebicostra Seguenza.

Al pie de la Sierra Norte de Mallorca, este nivel molásico se halla hundido por efectos de subsidencia y sobre él descansan potentes espesores de sedimentos continentales detríticos lagunares que sin duda abarcan el tramo Tortoniense superior-Quaternario.

Formentera fue totalmente recubierta por esta

transgresión, depositándose potentes espesores de molasas.

En Ibiza, sólo en determinados puntos de la costa norte de la isla, quedan pequeños retazos del Helveciense-Tortonense marino que han resistido a la erosión.

A partir del Tortonense, y seguramente durante el Pontiense, tuvo lugar una gran regresión, quedando unidas la totalidad de la zona balear con la península a través de la vasta plataforma tabular que ofrecían las molasas vindobonienses. Debido a esta unión debió llegar a nuestras regiones una gran aportación faunística, principalmente asiática. Los *Myotragus*, *Nesiotites*, *Hypnomis*, etc., especies fósiles el Cuaternario balear antiguo debieron alcanzar el área balear durante este período de predominio geocrático.

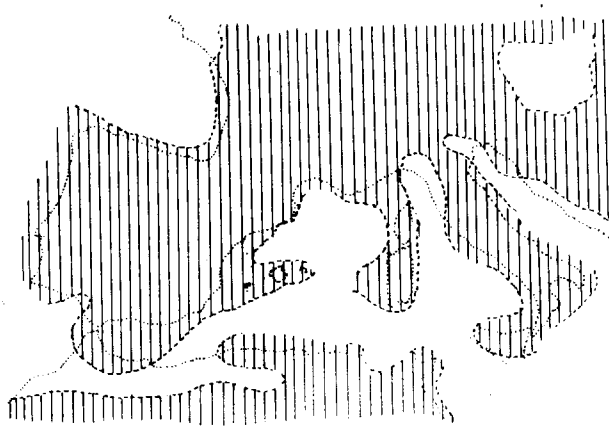


Fig. 19.—Paleografía durante el Pontiense, con la gran regresión se unieron las Baleares con la Península y Córcega y Cerdeña con el Sur de Francia.

La transgresión pliocena modificó la paleografía del mediterráneo occidental, pero en la zona que actualmente forma las Baleares hasta el momento, no se han encontrado sedimentos pertenecientes a dicha transgresión. Lo más probable es que durante el Plioceno, las Baleares formaran un amplio promontorio que las unía entre sí y con la Península por la zona de Levante.

Nosotros (*Temas geológicos de Mallorca*, «Instituto Geológico y Minero de España», por Oliveros, Escandell y Colom, 1960), en un sondeo cerca de Inca, encontramos un ostrácodo de edad pliocena: *Cyprideis torosa* Jones (= *c. litoralis* Brady), en sedimentos formados por conglomerados con cemento rojizo y limos rojos. Este nivel podía pertenecer al Plioceno Continental-lagunar.

La plataforma de molasas horizontales, que unía las Pityusas con las Gymnesias, durante la transgresión del Plioceno debió sufrir una gran

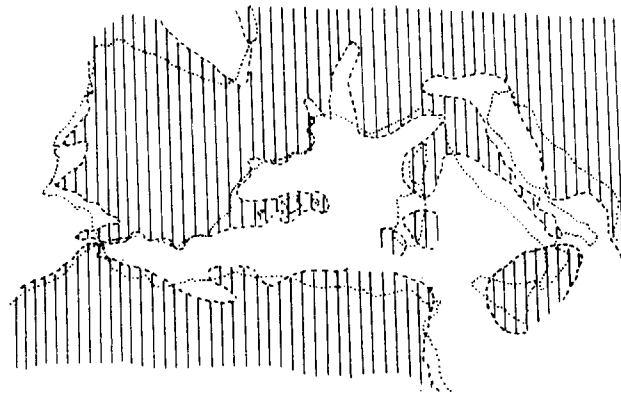


Fig. 20.—Paleografía de la transgresión pliocena en el Mediterráneo occidental.

erosión marina que culminó con la escisión entre Ibiza y Mallorca, quedando de esta forma el área de Mallorca y Menorca separada de la de Ibiza y Formentera, que a su vez estaban unidas con la Península. Esta primera separación seguramente ocurrió a finales del Plioceno, aunque los datos tanto geológicos como de fauna y flora son muy pobres para tener alguna certeza de tal hipótesis.

Con la terminación del Plioceno se acaba la etapa cálida y aparece con el Cuaternario la primera fase fría, la del Gunz I.

Durante el transcurso del Cuaternario inferior, época de la que no se han encontrado sedimentos en las Baleares, sobrevino la ruptura entre la región del cabo de Nao y las Pityusas, y Mallorca de Menorca, de forma que al llegar la época cálida de las playas tirrénicas, Mallorca estaba separada



Fig. 21.—Escisión ocurrida entre Ibiza y Mallorca durante el Plioceno superior.

ya de Menorca e Ibiza y Formentera, que formaban estas últimas una sola isla, separada a su vez de la Península.

Las zonas que comprenden los llanos al pie sur de la Sierra Norte de Mallorca, son zonas de subsidencia, como pudimos demostrar (ver *Temas*

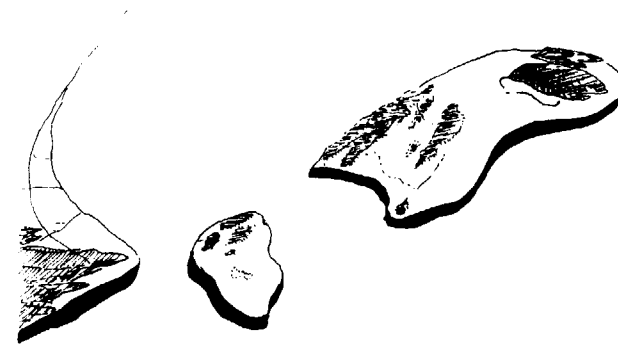


Fig. 22.—Durante el Cuaternario antiguo o quizás Plioceno superior sobrevino la ruptura de las Pityusas con el Continente.

geológicos de Mallorca, «Instituto Geológico y Minero de España», 1960), en las que a partir de la formación de Sierra Norte su cuenca se ha ido colmatando con sedimentos procedentes de la citada Sierra y hundiéndose al mismo tiempo. Este fenómeno se prolongó desde el Burdigaliense hasta nuestros días, dando lugar a una serie estratigráfica completa ocupada en la parte alta por niveles cuaternarios formados por conglomerados con cemento rojizo y limos principalmente. La potencia de estos niveles es muy difícil de conocer, ya que son sedimentos idénticos a los que se depositaron en épocas anteriores y que forman el substratum de los Cuaternarios.

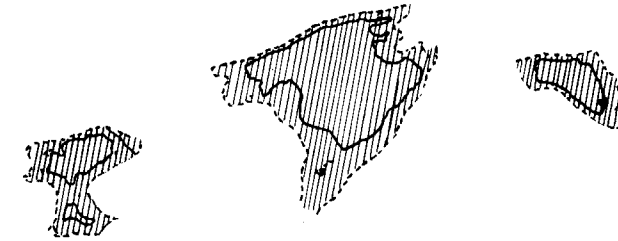


Fig. 23.—Las Baleares durante el Cuaternario antiguo, antes de la formación de los playas Tirrénicas.

Junto a la costa, en las Baleares aparecen una serie de formaciones marinas que han sido estudiadas principalmente por Butzer, Cuerda y Muntaner. Dichos autores prueban la existencia en Mallorca de varios niveles marinos correspondientes éstos al Pleistoceno medio y superior.

Pertenecientes al Tyrrheniense I, han sido localizadas plataformas de erosión marina en niveles de + 29-30 metros, + 23-25 metros y + 15-19 metros, así como indicios de una playa a + 4-5 metros. Son las formaciones Paleotyrrhenienses o interglacial Mindel-Riss. En muchos afloramientos el bajo nivel + 4-5 metros es el más rico en especies:

- Columbella rustica* Linné.
- Spondylus gaederopus* Linné.
- Chlamys* aff. *varia* Linné.
- Arca* (*Navicula*) *Noae*, Linné.
- Pectunculus* (*Axinea*) *violacescens* Lamarck.
- Cardium* (*Cerastoderma*) *edule*, Linné.
- Lucina* (*Loripes*) *lactea* Linné.

La especie *Spondylus gaederopus* Linné es considerada de mar cálido, con tendencia regresiva en



Fig. 24.—Las Baleares durante la transgresión del Tirreniense con *Strombus bubonicus*.

el Mediterráneo, y la totalidad de la fauna citada vive actualmente en el Mediterráneo, careciendo por tanto de valor estratigráfico.

Litológicamente se presentan con limos rojo-amarillentos semicementados y lechos de arena y grava marina con horizontes travertínicos y fauna. Muchas veces tienen por base una duna regresiva, cementada, perteneciente al Mindel

En la base de las formaciones marinas del Tyrrheniense II y sin duda relacionada con la gran regresión Riss-Würm aparece en las costas de la bahía de Palma una duna de gran potencia cuya base está por debajo del actual nivel del mar.

Posteriormente a la formación de la gran duna de que hemos hablado, se depositaron formaciones a veces algo apartadas de la costa con margas azuladas y amarillentas recubiertas por una costra

caliza de color gris, con: *Melania tuberculata* Mull. y *Lymnaea ovata* Drap. En la base, dichas margas presentan conglomerado arenoso bien cementado con conchas de *Cardium edule*.

Un nivel que también aparece en la bahía de Palma, es el de los limos rojos con *Helix*, de unos dos metros de potencia, seguramente de formación posterior a la gran duna y a los sedimentos margosos de facies salobre-lagunar que hemos estudiado antes.

En Mallorca, el Etyrrheniense o Tyrrheniense II presenta dos niveles principales: uno máximo con plataforma de abrasión entre los + 12,50 y + 10,50 metros, y una serie de playas comprendidas entre + 9 y los + 1,50 metros. Dichos niveles son muy ricos en fauna, cuya especie característica principal es el *Strombus bubonicus* Lamarck.

En la bahía de Palma el Tyrrheniense II comprende un nivel + 4 metros con *Strombus* y un nivel + 2 metros (Tyrrhenense III) con fauna regresiva, separados estos niveles por una duna. En este mismo nivel de sedimentos entrecruzados fue hallado en Capdepera un esqueleto de *Myotragus balearicus* Bate.

En las terrazas marinas del Tyrrheniense de la bahía de Palma, Cuerda cita la siguiente lista de especies:

Cladocoru caespitosa, Linné.
Parecentrotus lividus Lamarck.
Eriphia spinifrons Herbst.
Balanus perforatus Bruguiere.
Gadinia Garnoti Payraudeau.
Conus (Chelyconus) mediterraneus Brugiere.
Conus (Chelyconus) var. major Philippi.
Conus (Chelyconus) var. minor Monterosato.
Conus (Chelyconus) testudinarius Martini.
Mangilia Vauquelini Payraudeau.
Mangilia (Raphitoma) nebula Montagu.
Mangilia (raphitoma) attenuata Montagu.
Clathurella Philberti Michaud.
Clathurella Laviae Philippi.
Clathurella Linearis Montagu.
Donovania minima Montagu.
Cancellaria cancellata Linné.
Marginella (Gibberula) miliaria Linné.
Turricula (Pusia) tricolor Gmelin.
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener.
Euthria cornea Linné.
Nassa (Hima) incrossata Müller.
Nassa (Hima) var. elongata. B. D. D.
Nassa (Telasco) costulata Renieri.
Nassa (Amycla) corniculum Olivi.
Nassa (Amycla) var. raricosta Risso.
Nassa (Cyclonassa) Donovanii Risso.
Nassa (Eione) gibbosula Linné.
Columbella rustica Linné.

Murex (Chicoreus) trunculus Linné.
Murex (Muriscopsis) Blainvillei Payraudeau var. *inermis* Philippi.
Ocenebra erinacea Linné var. *tarentina* Lamarck.
Ocenebra Edwardsii, Payraudeau.
Ocenebrina aciculata Lamarck.
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné.
Purpura (Stramonita) var. nodulosa Monterosato.
Purpura (Stramonita) var. minor Monterosato.
Purpura (Stramonita) var. laevis Monterosato.
Purpura (Stramonita) haemastoma s. sp. *consul* Chemnitz.
Triton (Cymatium) costatus Born.
Triton (Cymatium) costatus var. *minor* Segre.
Triton cutaceus Linné.
Ranella (Bufonaria) scrobiculata Linné var. *nodulosa* Segre.
Ranella (Bufonaria) var. trinodosa-nodulosa Bors.
Cassis (Semicassis) undulata Gmelin.
Cypraea (Luria) lurida Linné.
Cypraea (Trivia) pulex Gray.
Strombus bubonius Lamarck.
Triforis (Biforina) perversus Linné.
Triforis (Biforina) var. tuberculata Philippi.
Cerithium aff. rupestre Risso.
Bittium Latreilei Payraudeau.
Bittium Jardentinum Brusina.
Vermetus glomeratus Linné.
Vermetus intortus Lamarck.
Vermetus (Bivonia) triqueter Bivona.
Littorina (Melaraphe) neritoides Linné.
Rissoa variabilis Muhlged var. *braevis* Monterosato.
Rissoa Guerini Recluz.
Rissoa similis Scacchi.
Rissoa (Persephona) violacea Dermarest.
Rissoa (Schwartzia) monodonta Bivona.
Rissoa (Alvania) cimez Linné.
Rissoa (Alvania) lactea Michaud.
Rissoa (Acinopsis) cancellata, Da Costa.
Rissoa (Manzonina) costata Adams.
Rissoina Bruguiere Payraudeau.
Rissoina Bruguiere var. *minor* Blanc et Segre.
Natica (Mammilla) lactea Guilding.
Scalaria (Clathrus) communis Lamarck.
Scalaria (Clathrus) commutata Monterosato.
Odostomia conoidea Brocchi.
Neritina (Smaragdia) viridis Linné.
Phasianella (Tricolia) pullus Linné.
Phasianella (Tricolia) var. tenuis Michaud.
Calliostoma miliaris Brocchi.
Calliostoma (Jujubinus) exasperatus Pennant.
Trochocochelea turbinata Born.
Trochocochelea turbinata Born.
Trochocochelea articulata Lamarck.
Clanculus (Clanculopsis) cruciatus Linné.
Clanculus (Clanculopsis) Jussieui Payraudeau.
Gibbula Guttadauri Philippi.

Gibbula (Forskalia) fanulum Gmelin.
Gibbula umbilicaris Linné.
Gibbula ardens Von Salis.
Gibbula Philberti Michaud.
Gibbula varia Linné.
Gibbula divaricata Linné.
Hakiotis lamellosa Lamarck.
Fissurella nubecula Linné.
Fissurella graeca Linné.
Fissurella gibberula Lamarck.
Emarginula elongata Costa.
Emarginula Huzardi Payraudeau.
Patella (Costatopatella) ferruginea Gmelin.
Patella (Patellastra) lusitanica Gmelin.
Patella caerulea Linné.
Patella var. aspera Lamarck.
Patella var. subplana Ptiez et Michaud.
Patella sp.
Dentalium (Antale) vulgare Da Costa.
Anomia ephippium Linné.
Spondylus gaederopus Linné.
Lima (Mantellum) inflata Chemnitz.
Lima (Radula) squamosa Lamarck.
Chlamys varia Linné.
Chlamys multistriata Poli.
Mytilus galloprovincialis Lamarck.
Mytilus (Hormonya) senegalensis Reeve.
Modiola barbata Linné.
Lithodomus lithophagus Linné.
Arca (Navicula) Noae Linné.
Arca (Navicula) var. abbreviata B. D. D.
Arca (Barbatia) barbata Linné.
Arca (Barbatia) var. expansa B. D. D.
Arca (Acar) pulchella Reeve.
Arca (Acar) plicata Chemnitz.
Arca (Fossularca) lactea Linné.
Arca (Fossularca) var. Gaimardi Payraudeau.
Peetunculus (Axinea) pilosus Linné.
Peetunculus (Axinea) pilosus Linné.
Cardita calyculata var. *obtusata* Requien.
Cardita (Beguina) senegalensis Reeve.
Cardium tuberculatum Linné.
Cardium (Parvicardium) papillosum Poli.
Cardium (Pavocardium) exiguum Gmelin.
Cardium (Cerastoderma) edule Linné.
Cardium (Laevicardium) norvegicum Spengler.
Chama gryphina Lamarck.
Chama gryphoides Linné.
Meretrix (Callista) chione Linné.
Circe (Gouldia) minima Montagu.
Dossinia lupinus Linné.
Venus (Chamalaea) gallina Linné.
Venus (Ventricola) verrucosa Linné.
Tapes (Pullastra) pullastra Montagu.
Tapes (Pullastra) aureus Gmelin.
Tapas rhomboides Pennant.

Venerupis irus Linné.
Petricola lithophaga Retzius.
Donax (Serrula) trunculus Linné.
Donax (Serrula) venustus Poli.
Ungulina aff. rubra Roissy.
Mactra corallina Linné.
Donacilla cornea Poli.
Lucina (Loripes) lactea Linné.
Lucina (Jagonia) reticulata Poli.
Lucina (Divaricella) divaricata Linné.
Tellina (Peronaes) planata Linné.
Castrana fragilis Linné.
Scrobicularia plana Da Costa.

Al final del Tyrrheniense (Neotyrrheniense o Pleistoceno superior) se forman algunas playas en el Sur de Mallorca, precisamente al comenzar el último período glacial (Würn). Esta transgresión del Tyrrheniense III fue precedida de una regresión marina en la cual el mar descendió por lo menos 2 metros por debajo del actual nivel marino.

Las playas con restos fósiles del Tyrrheniense III presentan intercalaciones con limos basales del Würm con fósiles, entre los que predomina: *Turdella terruginea* Lamarck.

Las playas Tyrrhenienses III forman una serie de plataformas de erosión marina entre los niveles + 3,50 metros y + 0,50 metros, en los que se ha encontrado la siguiente fauna:

Cerithium (Vulgocerithium) vulgatum Linné.
Trochocochelea turbinata Born.
Pectunculus (Axinea) violacescens, Lamarck.
Cardium tuberculatum Linné.
Cardium (Cerasto derma) edule Linné.
Purpura (Stramonita) haemastoma Linné.
Purpura (Stramonita) haemastoma var. *aff. laevis* Monts.
Patella (Patellastra) lusitanica Gulin.
Spondylus gaederopus Linné.
Arca (Navicula) Noae Linné.
Lucina (Jagonia) reticulata Poli.
Columbella rustica Linné.
Anomia ephippium Linné.
Conus (Chelyconus) mediterraneus Brugiere.
Purpura (Stramonita) haemastoma var. *modulosa* Monterosato.
Lima (Radula) squamosa Lamarck.
Venus (Chamalaca) gallina Linné.
Lucina (Loripes) lactea Linné.
Pisania d'Orbigny Payraudeau.
Nassa (Telasco) costulata Renieri.
Risso.
Nassa (Amycla) corniculum Olivi var. *varicosta*
Murex (Chicoreus) trunculus Linné.
Ocenebra Edwardsii Payraudeau.
Littorina (Melaraphe) neritoides Linné.

Rissoa variabilis Muhlfed var. braevis Monterosato.
Trochocochelea articulata Lamarck.
Gibbula varia Linné.
Gibbula divarricata Linné.
Fissurella gibberula Lamarck.
Cardita Calyculata Linné.
Donovania minima Montagu.
Marginella (Gyberula) miliaria Linné.
Nassa corniculum Olivi.
Rissoa (Alvaria) cimex Linné.
Rissoina Brugueri Payraudeau.
Clanculus (Clanculopsis) Jussien Payraudeau.
Arca (Barbatia) barbata Linné.
Patella caerulea Linné var. aspera Lamarck.
Arca (Fussularca) lactea Linné.
Chama gryphoides Lamarck.
Gadinia Garnoti Payraudeau.
Tritonidea (Cantharus) viverrata Kiener.
Euthiria cornea Linné.
Vermetus (Bivonia) triqueter Bivona.
Haliotis lamellosa Lamarck.
Meretrix (Callista) chione Linné.

El Flandriense con fauna postglacial está probablemente representado en Mallorca, a pesar de que existen algunas playas con dicha fauna del Holoceno.

Comprende las formaciones del Flandriense un nivel más antiguo + 4 metros, y otro superior comprendido entre + 1,5 metros y + 2,2 metros. Estas formaciones marinas continen una fauna idéntica a la actual.

* * *

El estudio estratigráfico, paleontológico y paleogeográfico del archipiélago balear, nos muestra la estrecha analogía con los terrenos de la región andaluza y levantina conocidos con el nombre de las Béticas, de forma que Ibiza, Formentera y Mallorca no son más que la continuación de dichas Sierras hacia Oriente. A la más oriental de las Islas Baleares y siguiendo las interpretaciones de los geólogos alemanes, también podemos considerarla como perteneciente a las Béticas y plegada por las contracciones alpinas.

Una objeción se podría hacer sobre cuál fue la fase orogénica que afectó al área menorquina. Hasta el momento se creía que las fases orogénicas plegaban sedimentos sepultados en un mar más o menos profundo. Menorca, emergida desde el Aptiense, estuvo afectada por esfuerzos tectónicos cuando el área estaba emergida. Pero esto mismo veremos que ocurrió también cuando en Mallorca durante la subfase tercera de la fase estárica, también la casi totalidad de los terrenos que hoy forman la isla estaban emergidos, como lo prueban

los lechos de calizas lacustres afectados por esfuerzos tectónicos que son los últimos depositados antes de la fase orogénica.

De todos modos, la posición de las Baleares en los «Alpides» españoles es objeto de discusión.

Suess cree que los «Alpides» se continúan de Sicilia por el Norte de Africa para curvarse al Oeste de Gibraltar, pasando por la cordillera Subbética, Ibiza y Mallorca, excluyendo a Menorca del sistema.

Más tarde Termier publica su teoría en la que los Apeninos se prolongan por el Norte de Africa y los Alpes por las Baleares y la Cordillera subbética.

En 1922 P. Fallot dibuja el geosinclinal alpino por Sicilia, el Sur de Cerdeña, por Mallorca e Ibiza hacia la zona subbética andaluza, pasando por el Sur de Menorca, formando un gran arco y dejando fuera al Norte del geosinclinal a la citada isla de Menorca.

Dos años más tarde, Staub y Argand dan al geosinclinal alpino el mismo trazado que P. Fallot, pero ya engloban a Menorca dentro del mismo.

Posteriormente el profesor Fallot, siguiendo los trabajos de Blumenthal en Andalucía, hace un estudio de las Baleares como continuación hacia oriente de las Sierras Béticas.

Así cree que la serie inferior de Ibiza y Mallorca pertenecen a la Subbética. A la Sierra de Levante y Cabrera, más elevadas y meridionales, como posibles pertenecientes a la Penibética.

Y Menorca, que ofrece un Devoniano parecido a ciertos niveles de la Bética de Málaga, podría pertenecer a una unidad más interna que Mallorca e Ibiza en la estructura alpina.

LA TECTÓNICA EN MALLORCA

Además de los esfuerzos tectónicos que debieron tener lugar entre el Éstampiense y Aquitaniense, dando lugar a un rejuvenecimiento del relieve (relieve del que tenemos noticia por la gran aportación detrítica por desmantelamiento de los mismos durante el Aquitaniense). Esfuerzos éstos mal conocidos aún y de los que tenemos una idea únicamente por los datos apuntados de una gran sedimentación detrítica depositada sobre todo en dos franjas, una que abarca todo el pie de la Sierra Norte desde Campanet hasta el Puerto de Andraitx, y la otra, que se extiende desde María de la Salud hasta el Oeste de Randa. Como decimos, además de esta fase orogénica, mal conocida, del Oligoceno en Mallorca, se dejaron sentir los efectos de los cratones africanos durante el Burdigaliense, y algunas zonas de Mallorca se vieron afectadas por esfuerzos tangenciales nada más depositarse los sedimentos de la base de la gran transgresión, inclu-

yendo entre sus pliegues a dichos sedimentos detríticos y siendo transgresivos los sedimentos más finos margoso-arenosos, también de la transgresión burdigaliense. A esta orogénesis la llamamos *subfase primera de la fase estárica*.



Fig. 25.—Diferentes plegamientos en el área balear y sus direcciones de empuje.

- (1) Subfase primera de la fase estárica: Tuvo lugar después de la deposición de los sedimentos de base de la transgresión Burdigaliense y anterior a la sedimentación de las margas arenosas de la citada transgresión.
- (2) Subfase segunda de la fase estárica: Tuvo lugar al finalizar la transgresión marina Burdigaliense.
- (3) Subfase tercera de la fase estárica: Fue la que plegó los sedimentos lacustres del Burdigaliense superior.

En Menorca aparece un Burdigaliense horizontal transgresivo sobre los sedimentos primarios y secundarios plegados. Seguramente que la fase que plegó a dichos sedimentos fue alguna de las alpinas.

Nada más terminar de depositarse los sedimentos marinos de la transgresión burdigaliense, nuevos empujes orogénicos se dejan sentir en Mallorca, pertenecientes a la que llamamos *subfase segunda de la fase estárica*.

Y, finalmente, al terminar el Burdigaliense, después de la regresión marina y la deposición de los lechos salobres que pasan paulatinamente a lacustres, nuevamente se dejan sentir los efectos de la última de las orogénesis, conocida en la isla: es la *subfase tercera de la fase estárica*.

Para un mejor estudio de las diferentes subfases de orogénesis, vamos a dividir la isla en las diferentes zonas que muestra la figura 26.

Zona A: Comprende la zona de Son Fé-Alcudia-Cabo Pinar

Esta zona de la isla fue plegada por la orogénesis de la *subfase primera de la fase estárica*. Entre las montañas de Son Fé y Son San Martín se puede apreciar los sedimentos detríticos de base con pudingas y calizas detríticas con abundantes Clypeaster y Scutellas, plegados dentro los pliegues formados por sedimentos jurásicos, mientras el Burdi-

galiense margoso-arenoso gris es transgresivo sobre dichos pliegues.

La dirección de los empujes tectónicos fue aproximadamente Oeste-Este.

El estilo tectónico es diferente también, como luego veremos, del de la vecina Sierra Norte. Los cortes que siguen nos muestran el dispositivo estructural de esta zona.

La montaña de Son Fé, formada por un anticlinal del Lías inferior, echado hacia el Este y apoyado sobre su rama Este, que se continúa con un pliegue sinclinal formado principalmente por sedimentos detríticos cuarzosos del Lías medio, calizas del Lías con fauna de belemnites y bivalvos de Lías superior, y la serie margosa que abarca la parte alta del Lías superior, Dogger y Malm. Dichos estratos se continúan hacia el Este en una serie de anticlinales y sinclinales que terminan con un levantamiento de los estratos del Trías, que una falla rompe su continuidad hacia Alcudia. Dicha falla pone en contacto dicho Trías dolomítico con los sedimentos transgresivos del Burdigaliense medio, margosos y tiernos, que fueron plegados con posterioridad, sin duda, durante la subfase segunda o tercera.

En la península de Alcudia continúa el mismo estilo tectónico. Hay continuidad en los estratos

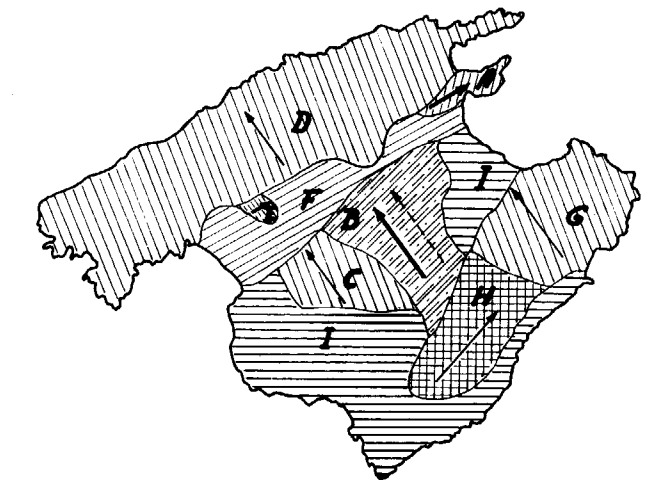
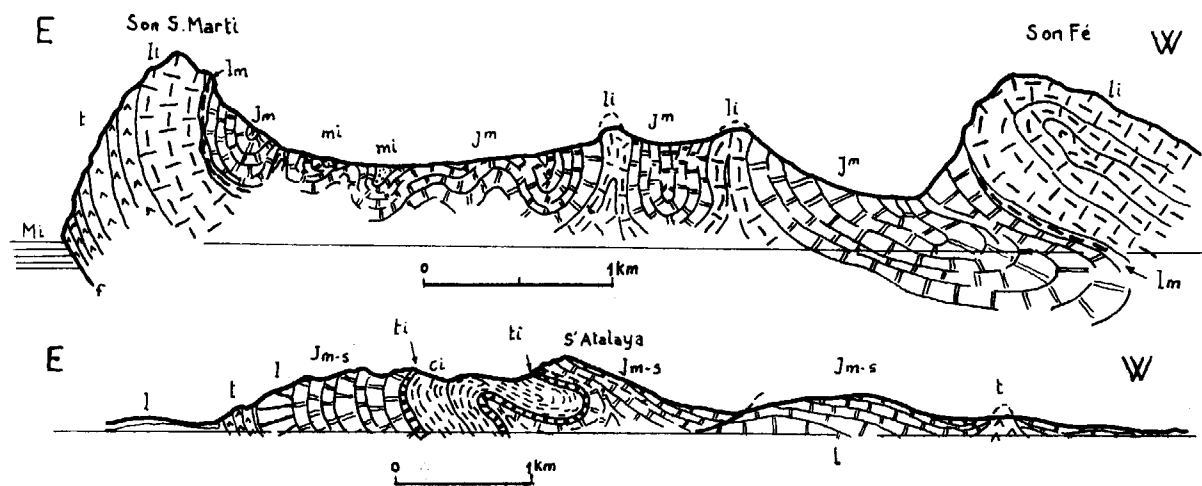


Fig. 26

que forman estructuras anticlinales y sinclinales más o menos violentos, como puede apreciarse en el corte de la figura 28.

Para un mejor conocimiento de esta zona de Son Fé-península de Alcudia, remitimos al lector a nuestras publicaciones con G. Colom *Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baleares)*, de la «Société Géologique de



Figs. 27 y 28

France», 7.^a serie, tome II, année 1960, y la nota de *Temas geológicos de Mallorca*, tomo LXI, del «Inst. Geol. y Minero de España», *Sobre la existencia de una fase de contracciones tangenciales en Mallorca durante el Burdigaliense*. Los cortes anteriores están sacados de dichas publicaciones.

Zona B: Comprende el polígono Sineu Santa Margarita-Petra-Montuiri

Topográficamente esta zona forma parte del gran llano central de la isla, y está cruzado por pequeñas elevaciones que culminan con el Puig de Bonany, de 317 metros de altura.

Las partes más bajas están formadas por los sedimentos transgresivos del Burdigaliense medio y las pequeñas colinas por estratos pertenecientes principalmente a niveles secundarios.

Al Sur de Sineu aparecen una serie de pequeñas colinas formadas por sedimentos lacustres plegados y pertenecientes al Burdigaliense superior, que descansan sobre el gran manto marino con margas y areniscas grises del Burdigaliense medio. Más al Sur todas las pequeñas elevaciones están formadas principalmente por sedimentos del Eoceno y Secundario, y el Burdigaliense marino medio llega transgresivo hasta el mismo pie de estas elevaciones.

Al Norte de San Juan pudimos comprobar que dicho Burdigaliense medio-margoso está transgresivo sobre los pliegues que forman pequeñas colinas, pliegues que encierran los sedimentos de base, detríticos, de la transgresión burdigaliense, juntamente con los de la transgresión del Bartonense

superior-Ludiense, del Cretáceo los de la serie Titónico-Malm-Dogger y Lías superior.

No creemos que en estas zonas existan corrimientos; los pliegues están fuertemente contraídos y levantados, formando agudos anticlinales y sinclinales, pero sin que los mismos pierdan la continuidad.

Esta zona se vio, pues, afectada por empujes del SE.-NO. al finalizar la deposición de los sedimentos detríticos de base del Burdigaliense, pertenecientes, como los de la zona Son Fé-Alcudia, a la primera subfase de la fase estáirica; también podemos comprobar que el Burdigaliense superior lacustre está plegado juntamente con el marino margoso-arenoso. Estos sedimentos margosos, tiernos sin duda, estuvieron afectados por los empujes provenientes del SE., que tuvieron lugar al finalizar el Burdigaliense, pertenecen, pues, a la subfase tercera de la fase estáirica.

Zona C: Zona de Randa-Famellá

Situada al Sur de la anterior, sigue perteneciendo al llano central de la isla, y está cruzada por una serie de pequeñas elevaciones alineadas de SO.-NE., que culminan con el monte de Randa, de 540 metros de altura. Zona de series corridas, con una tectónica similar a la que impera en casi toda la isla. La serie Galdent-Randa descansa sobre otra autóctona o alóctona situada más al NO., recubierta casi totalmente por sedimentos horizontales pertenecientes a la transgresión marina del Helveciense-Tortoniense.

En el Puig de Galdent apreciamos los sedimentos

detríticos marinos y potentes de la transgresión del Bartonense superior, que parece se continúa en esta zona hasta el Estampiense, como lo prueban los abundantes Nummulites encontrados entre sus niveles. Estos sedimentos marinos descansan corridos sobre los también detríticos correspondientes al Aquitaniense continental.

Más al SE., en Randa, se continúa la misma serie corrida formada principalmente por la serie estratigráfica siguiente, de abajo arriba:

Trías dolomítico milonitizado.

Débiles niveles del Lías superior-Dogger-Malm-Titónico y Cretáceo aflorantes al Este de dicho macizo.

Sedimentos detríticos pertenecientes a la transgresión del Bartonense superior-Ludiense.

Lacustres de escasa potencia del Ludiense-Estampiense.

Niveles de escasa potencia y abundante fauna con Miliolas y Nummulites pertenecientes al Estampiense transgresivo.

Sedimentos detríticos de la base de la transgresión burdigaliense y los margoso-arenosos gris del Burdigaliense medio.

Recubriendo a los sedimentos anteriores plegados y corridos, descansan transgresivos horizontales en la parte alta del macizo de Randa las calizas detríticas y zoógenas pertenecientes a los niveles altos del Burdigaliense, que en esta parte de la isla no encontramos sedimentos salobres y lacustres tan abundantes en el resto de la isla.

En este macizo de Randa se puede apreciar perfectamente la edad de esta subfase tectónica, que tuvo lugar al finalizar la deposición del Burdigaliense medio merino, margoso-arenoso, gris, durante la que hemos llamado *subfase segunda de la fase estáirica*.

Al Norte de Randa asoma un pequeño «Klipen» del Trías, descansando corrido sobre el Cretáceo de la serie inferior que llamaremos de Algaida.

Más al Sur aparecen una serie de pequeñas colinas alineadas de SO.-NE., formadas principalmente por sedimentos detríticos pertenecientes a la transgresión del Bartonense superior-Ludiense, que forman la serie superior corrida denominada Sa Mola-Sa Bastida-Famellá. Entre Sa Mola y Sa Bastida aparecen una serie de valles en los que aflora el Burdigaliense medio margoso-arenoso gris, que no son en realidad más que ventanas tectónicas en las que el Eoceno superior ha sido erosionado, descubriendo el substratum del Burdigaliense marino de la serie Galdent-Randa.

En el Puig de Famellá dicha serie superior está formada por el Trías dolomítico, descansando corrido sobre un sinclinal titónico y cretáceo echado hacia el NO.

Al Este de Montouri, en el monte de San Miguel,

aparece otra vez el Trías dolomítico que parece corresponder, aunque es difícil comprobarlo con seguridad por estar enmascarado con lechos continentales de deposición posterior a la fase orogénica, a la serie segunda de Galdent-Randa. Más al Sur, al Este de Porreras, el Trías de la serie tercera Sa Mola-Sa Bastida-Famellá, descansa corrido sobre el Burdigaliense margoso-arenoso de la serie anterior, formando el montículo de Son Nebot.

Zona D: Sierra Norte de Mallorca

Dicha Sierra está también originada por la segunda subfase de plegamientos de la fase estáirica. Pues los sedimentos margoso-arenosos del Burdigaliense medio margoso-arenoso forman el nivel más alto presente en los pliegues de la Sierra Norte, mientras que los sedimentos salobres-lacustres del Burdigaliense superior se encuentran sensiblemente horizontales, descansando al pie de la sierra, sobre los sedimentos plegados del Burdigaliense medio marino.

De acuerdo con Fallot, parece estar formada dicha sierra por tres series tectónicas corridas debido a empujes procedentes del Sureste.

La primera serie tectónica, autóctona para el profesor Fallot, está formada por Trías (Werfeniense, Muschelkalk y Keuper), Lías (inferior, medio y superior) y Burdigaliense inferior detrítico de base y medio margoso-arenoso, también marino.

Dicha primera serie aflora a lo largo de la costa Norte de la isla desde Establiments hasta más al Nordeste de La Calobra, y en la zona de Puigpuñent, debido a una ventana tectónica a través de la serie estratigráfica de la serie segunda que muestra el Burdigaliense de la serie primera.

Recubriendo a la serie primera aparece la serie segunda, constituida estratigráficamente por una base de Trías (Muschelkalk y Keuper), Lías, Jurásico, Titónico, Neocomiense, Gault lacustre, Ludiense-Estampiense, Estampiense marino, Aquitaniense continental y Burdigaliense marino de base y el margoso-arenoso.

La tercera serie, corrida sobre la segunda, está formada casi exclusivamente por Trías dolomítico y Lías inferior, y la erosión ha respetado solamente algunos retazos aislados que forman algunas de las colinas que se extienden al pie meridional de la Sierra Norte.

Zona E: Región de Marratxi.

Zona situada al pie de la Sierra Norte, pero ya formando parte del llano central, está surcada por pequeñas colinas de escasa altura, formando un pe-

queño escudo con afloramientos de nivel secundario que separan las zonas de subsistencia de Inca-Santa María y Palma.

Hemos encontrado sedimentos del Trías (dolomítico y carniolas), descansando corrido sobre el Burdigaliense margoso-arenoso gris, o bien sobre las margas aptienses-albienses.

La dirección de los empujes en esta zona es aproximadamente SO.-NE. y podemos distinguir dos series; la inferior, que llamaremos A, en la que se puede apreciar la presencia de:

Burdigaliense medio margoso-arenoso.

Burdigaliense inferior de base con conglomerados y calizas detríticas.

Aquitaniense continental detrítico.

Estampiense marino con nummulites y miliolas.

Calizas margosas y margas aptienses-albienses con globotruncanas y ammonites.

La serie B, corrida sobre la anterior, parece que está formada por dolomías en la base y carniolas en los niveles más altos, los dos tramos pertenecientes al Trías.

Dicha tectónica pertenece a la subfase segunda, también de la fase estática.

Zona F: Región del llano de Palma, llano de Santa María-Inca y llano de Muro-La Puebla

Esta franja llana situada al pie de la Sierra Norte, está formada por tres zonas de subsidencia separadas por los escudos secundarios de la zona de Marratxi y Puig de Santa Magdalena.

En esta zona, gracias a una serie de sondeos para el alumbramiento de aguas subterráneas en los llanos de Palma y La Puebla, y para las investigaciones de lignitos en el llano de Santa María-Inca, hemos podido reconocer sus estructuras.

Estas tres zonas de subsidencia encierran grandes espesores de sedimentos post-Burdigaliense marino.

De arriba abajo se han cortado los siguientes niveles:

Tramo de sedimentos rojizos continentales lagunares con gran aportación detrítica formando potentes tramos de conglomerados muy sueltos con intercalaciones menos detríticas, más finas, con limos y margas rojizos que indican períodos más tranquilos dentro de un régimen eminentemente detrítico. Este tramo alcanza en algunos puntos más de 200 metros de potencia y sin duda pertenece al tramo tortoniense-cuaternario. En uno de éstos, de sedimentación más tranquila, encontramos (*Temas geológicas de Mallorca*) caparzones del ostrácodo *Cyprideis torosa* (Jones), que parece indicar la presencia de un Plioceno continental.

Tramo de «mollasas» blancas con abundantes moldes de fósiles típicas del tramo Helveciense-

Tortoniense. Ha sido reconocido en el llano de Inca-Sancellas a los 215 metros de profundidad por hundimiento y con una potencia de unos 25 metros.

Tramo de sedimentos continentales litológicamente similares a los del tramo primero, aunque de carácter más detrítico y que alcanzan potencias superiores a los 295 metros. Estos sedimentos detríticos tienen buzamientos que aumentan en profundidad sin sobrepasar los 25° y hay que localizarlos en el Helveciense inferior. Depósitos formados por el desmantelamiento de los jóvenes relieves que se formaron al final del Burdigaliense.

Nivel con margas y areniscas grises con yesos del Burdigaliense alto, con potencias superiores a los 350 metros. En este nivel se encuentra abundantísima fauna rodada, principalmente de los niveles del Burdigaliense medio marino y de los del Cretáceo inferior.

Parece que este último nivel descansa discordante sobre los estratos plegados del Burdigaliense medio. Es decir, que la subsidencia empezó a formarse inmediatamente después de tener lugar la fase orogénica que dio origen a la Sierra Norte. O quizás ya habría empezado la deposición de las margas con yesos del Burdigaliense superior cuando tuvo lugar la fase orogénica, como lo demuestra los abundantes yesos que encierran las margas grises aflorantes al Sur del Puig de Tomir.

Zona G: Región de Artá-San Lorenzo

En esta zona se pueden estudiar hasta cinco series corridas litológicamente iguales, formadas por empujes del SE.-NO. que tuvieron lugar durante la segunda subfase de la fase estática, es decir, después de la deposición de las margas grises marinas del Burdigaliense medio.

La más inferior de las series corridas, la del cabo Farrutx, está formada estratigráficamente por sedimentos pertenecientes al Trías, Lías superior, Dogger, Titónico, Neocomiense y Burdigaliense inferior marino. La segunda serie tectónica descansa corrida sobre la anterior, siendo el Trías dolomítico casi siempre el que forma la base de las series corridas. A esta segunda serie la llamaremos «Morey-Alpara», y está formada estratigráficamente por los mismos sedimentos que la inferior o primera, salvo que en ésta existen una serie de afloramientos pertenecientes a la transgresión del Bartoniense superior-Ludiense con nummulites.

La serie tercera, conocida como la de Artá, litológicamente tiene los mismos tramos del Secundario que la primera y segunda. El Terciario en esta serie está representado por el Burdigaliense inferior en la Sierra Baixa al Sur de Son Servera y por el Burdigaliense medio margoso al E. y NE. de la misma localidad,

BIBLIOGRAFÍA

La serie cuarta o de «Capdepera» está limitada casi exclusivamente a la zona de Capdepera y al Puig de Son Corp al Este de Son Servera. Serie formada exclusivamente por sedimentos secundarios. De la quinta serie o del «Puig Negre» sólo quedan pequeños retazos como los del Trías de Cala Ratjada y la serie estratigráfica Trías-Jurásico del Puig Negre, en cuyos estratos está ubicada la famosa cueva de Artá.

Zona H: Región de Manacor-Felanitx

Zona en que la tectónica está formada por series corridas debido a empujes de dirección SO.-NE. y de edad: pertenecientes a la segunda subfase de la fase estática, post-Burdigaliense marino.

Esta región empieza aproximadamente desde la carretera de Manacor a Porto-Cristo hacia el Sur.

Tenemos una primera serie inferior o de «Manacor», que parece corresponder con la serie segunda de Artá.

Sobre esta primera serie descansa corrida la serie de Felanitx, y sobre esta última, la más meridional o del Puig Gros.

Como vemos, en total tres series plegadas y corridas por empujes de dirección SO.-NE.

Dichos empujes dieron lugar a una serie de pliegues violentos con anticlinales y sinclinales de dirección del eje NO.-SE., paralelos a las alineaciones montañosas, formándose cobijaduras del Titónico sobre el Cretáceo en los pliegues echados hacia el NE.

Zona I

Recubierta en su totalidad por las molasas blancas helvecienses-tortonienses. Sedimentos éstos que hasta el presente todos los autores los han considerado como transgresivos y horizontales.

No cabe duda que son sedimentos transgresivos depositados por un mar cálido de poco fondo que ocupó las partes bajas del área balear durante el Helveciense-Tortoniense. Pero también es cierto que en algunos puntos de la isla se puede apreciar que dichos sedimentos han sido afectados por esfuerzos tangenciales, sin duda de poca importancia, y los últimos que sacudieron el área balear, posiblemente durante el Tortoniense superior.

Así se pueden apreciar en las citadas molasas: buzamientos superiores a los 25° al Oeste de Santa Eugenia; una estructura anticlinal al Oeste de Puig Seguí; sedimentos arrugados en la zona de Porto-Pí de Palma, etc.

(*) La totalidad de las figuras que aparecen en este trabajo han sido sacadas de publicaciones del autor en colaboración con G. Colom.

ADÁN DE YARZA: *Examen microscópico de varias muestras de rocas recogidas por D. M. Vidal en la isla de Mallorca*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», Vol. 6, páginas 23-28. Madrid, 1879.

ANDREWS, C. W.: *A description of the Skull and Skeleton of a peculiarly modified Rupicaprine antelope (Myotragus balearicus) with a notice of a new variety M. balearicus var. major*. *Philosoph. Transact. of the Roy. Soc. of London*, vol. 206, Ser. B, pág. 281, 1914.

— — — *A mounted skeleton of Myotragus balearicus*. «Geolog. Magaz.», Dec. VI, vol. 2, London, págs. 337-339, 1925.

ARENES, J.: *Contribución a l'estud de la flore fòssile Burdigaliense des Baléares*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Madrid, vol. XLIX, págs. 73-86, 1951.

ARGAND, Prof. E.: *Observations sur la géologie de Majorque*. «Geol. Mediter. occid.», vol. II, 5me. partie, núm. 36. Barcelona, 1932.

BATAILLER, Prof. R.: *Excursión científica por Mallorca*. «Ibérica», vol. 38, núm. 945. Barcelona, 1932.

BATE, D. M. A.: *Preliminary note on a new artiodactyle form Majorque Myotragus balearicus nov. gen. sp.* «Geolog. Magaz.», New Ser., Dec. V, vol. 6, pág. 385. London, 1909.

— — — *The Pleistocene ossiferous deposits of the Balearic Islands*. «Geolog. Magaz.», Dec. VI, vol. 1, págs. 337-345, 1914.

— — — *A gigantic Land Tortoise from the Pleistocene of Menorca*. «Geolog. Magaz.», Dec. VI, vol. 1, págs. 100-107. Trad. castellana en la «Rev. de Menorca», 1920, pág. 229. Mahón, 1914.

— — — *A new genus of Extinct Muscardinidae Rodent from the Balearic Islands*. «Proced. Zool. Soc. London», págs. 209-222, 1919.

— — — *The animal remains, in: Excavation of a Mousterian Rockshelter at Decil's Tower Gibraltar. With appendix B. Note on the fossil Moles.*, by M. A. Hinton. «Journ. Anthropol. Inst. London», vol. 58, pág. 92. (Este trabajo permite útiles comparaciones con los fósiles Cuaternarios de Baleares.) 1920.

BAUZÁ, J.: *Notas sobre la paleontología de las Baleares*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 62, págs. 627-630. Madrid, 1944.

— — — *Nueva contribución al conocimiento de la paleontología de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 63, págs. 397-401, 1945.

— — — *Nota sobre el Mioceno de Mallorca*. «Miscelánea Almería». Inst. Geol. Diput. Prov. Barcelona, vol. 1, págs. 133-135, 1945.

— — — *Contribución a la paleontología de Mallorca. Notas sobre el Cuaternario*. «Estud. Geológicos», núm. 4, págs. 199-204, 1946.

— — — *Nuevo yacimiento fosilífero en el Trías de la Si-*

- rra Norte de Mallorca. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 64, págs. 335-338, Madrid, 1946.
- — — *Contribución a la geología y paleontología.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 64, págs. 369-379, 1946.
- — — *La edad de los lignitos de «Son Fé» (Mallorca).* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 64, págs. 561-568, 1946.
- — — *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 65, págs. 523-538. Id., id., vol. 66, págs. 619-646, 1947.
- — — *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica del Neógeno de las Baleares. Sobre el hallazgo de Tauronechthys villaltai n. sp.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 66, págs. 231-233, 1948.
- — — *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neógeno catalano-balear.* «Estud. Geológicos», Madrid, núm. 8, págs. 221-239, 1948.
- — — *Sobre el hallazgo de los géneros Box., Diplodus y Pagellus en el Plesanciense de «Son Talapi» (Llubi).* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 67, págs. 653-655, Madrid, 1949.
- — — *Contribuciones al conocimiento de la fauna ictiológica fósil de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 67, págs. 203-217, 1949.
- — — *Contribución al conocimiento paleontológico del Neógeno balear.* Pectínidos, 1.^a parte, 1951, «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 68, págs. 121-140; 2.^a parte, 1951, id., id., vol. 69, págs. 132-152, 1950.
- — — *Contribuciones al conocimiento de la ictiología fósil de Cataluña y Baleares.* «Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona», 1953.
- — — *Ictiología fósil de Baleares.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», Fasc. 1-4, págs. 15-19, Palma, 1954.
- — — *Otolitos fósiles de Mallorca.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», Fasc. 1-4, págs. 71-79, 1955.
- BEAUMONT, F. DE: *Note sur la constitution géologique des îles Baléares.* «Ann. Scien. Nat.», 1 Ser., vol. 10, págs. 423-439. París, 1827.
- BOFILL, A.: *Indicaciones sobre algunos fósiles de la caliza basta blanca de Muro, Isla de Mallorca.* «Bol. R. Acad. Cien. Art. de Barcelona», vol. 1, núm. 23, 1889.
- BOUSAC, J., y FALLOT, P.: *Note préliminaire sur l'oligocène de Majorque.* «Comp. R. Somm. Soc. Geol. de France», núm. 20, París, 1910.
- BOUVY, P.: *Coupe de la cote de Binisalem, dans l'île de Majorque, formée de crétacé.* «Bull. Soc. Géol. France», vol. 2, París, 1845.
- — — *Notice sur le tremblement de terre de 15 Mai 1851 de l'île de Majorque.* «Bull. Soc. Géol. France», vol. 10, págs. 259-264, 1852.
- — — *Reseña geognóstica de la isla de Mallorca y descripción de la situación y explotación de la hulla del terreno secundario de esta isla.* «Rev. Minera», Madrid, vol. 3, págs. 174-184, 1852.
- BOUVY, P.: *Note sur les lignites des îles Baléares.* «Bull. Soc. Géol. France», vol. 14, págs. 770-774. París, 1857.
- — — *Descripción del terreno nummulítico de Mallorca.* «Rev. Minera», vol. 14, Madrid, 1863.
- — — *Ensayo de una descripción geológica de la isla de Mallorca comparada con las islas, y el litoral de la cuenca occidental del Mediterráneo.* Palma, 1867.
- BUTZER, K. W., y CUERDA, J.: *Nota preliminar sobre la estratigrafía y paleontología del Cuaternario marino del Sur y SE. de la isla de Mallorca.* «Boletín Soc. Hist. Nat. de Baleares», 1960.
- CAÑIGUAL, Rd.º, P. J.: *Los terrenos geológicos de Mallorca.* «Ibérica», núm. 194, Barcelona, 1950.
- CARANDELL, J.: *Movimientos lentos en el litoral E. de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 27, pág. 648, Madrid, 1927.
- CARSI, A.: *Menorca. Geología.* «Rev. de Menorca», vol. 29, Mahón, 1929.
- COLOM, G.: *Nota sobre las Amphisteginas, Miogypsinas y Lepidocyclinas del Burdigaliense de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 26, págs. 287-291, Madrid, 1926.
- — — *Las calizas con «embriones de Lagena» del Cretáceo inferior de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 28, págs. 393-404, Madrid, 1928.
- — — *Nota sobre las calizas con Miliólidos del Estampiense de Mallorca.* «Mem. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Tomo homenaje a I. Bolívar, págs. 237-239, Madrid, 1929.
- — — *Estudios litológicos sobre el Cretáceo inferior de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 31, págs. 529-545, Madrid, 1931.
- — — *Contribución al conocimiento de las facies litopaleontológicas del Cretáceo de las Baleares y del SE. de España.* «Asociac. Geol. Mediterr. Occid.», vol. 3, pt. V, núm. 2, Barcelona, 1934.
- — — *Estudios sobre las calponielas.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 34, págs. 379-388, Madrid, 1934.
- — — *Els estudis de Miss D. Date sobre els vertebrans fòssils del Quaternari de Mallorca.* «La Nostre Terra». Palma, 1935.
- — — *Estudios litológicos sobre el Jurásico de Mallorca.* «Asociac. Estud. Geol. Mediterr. Occid.», vol. 2, núm. 4, Barcelona, 1935.
- — — *Los Tintinidos fósiles (Infusorios Oligotricos).* «Las Ciencias», vol. 4, núm. 4, Congreso de San Sebastián, Madrid, 1939.
- — — *Arqueo, anadineas, Silicoflagelados y Discoastéridos fósiles en España.* «Las Ciencias», vol. 5, núm. 2, Madrid, 1940.
- — — *Sobre nuevos hallazgos de yacimientos fosilíferos del Lías Medio y Superior en la Sierra Norte de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 60, págs. 221-262, Madrid, 1942.
- — — *Nuevas especies y subespecies de foraminíferos fósiles de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 61, págs. 421-424, 1944.

- COLOM, G.: *Los sedimentos cretáceos de las Baleares.* «Rev. de Menorca», Mahón, julio-agosto, págs. 193-212, 1945.
- — — *Nannocomus steimmanni Kampt y «Lagena colomi» Lapp.* «Miscelánea Almera». Inst. Geol. Dip. Prov. de Barcelona, 1.^a parte, págs. 123-132, 1945.
- — — *Los foraminíferos de «concha arenácea» de las margas burdigalienses de Mallorca.* «Estud. Geológicos», núm. 2, págs. 5-33, Madrid, 1945.
- — — *Los sedimentos burdigalienses de las Baleares (Ibiza-Mallorca).* «Estud. Geológicos», núm. 3, págs. 21-112, 1946.
- — — *Los foraminíferos de las margas vindobonienses de Mallorca.* «Estud. Geológicos», núm. 3, págs. 113-180, 1946.
- — — *Introducción al estudio de los Microforaminíferos.* Madrid, C. S. I. C., 376 págs., 30 láminas, 1946.
- — — *La geología del cabo Pinar, Alcudia (Mallorca).* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. Extraord., págs. 361-389, Madrid, 1946.
- — — *Estudios sobre la sedimentación profunda de las Baleares desde el Lías superior al Cenomanense-Turonense.* Madrid, C. S. I. C., 147 págs., 28 láminas, 1947.
- — — *Los foraminíferos fósiles de las fases pelágicas del Mioceno de España.* «Estud. Geológicos», núm. 5, págs. 131-170, Madrid, 1947.
- — — *Sobre las algas clorofíceas de las «falsas-brechas» titónicas de los Alpides españoles.* «Bol. Inst. Geol. Minero», vol. LXI, págs. 57-77, 1948.
- — — *Fossil Tintinids: Loricated Infusoria of the Order of the Oligotricha.* «Journal of Paleont.», Ithaca, Estados Unidos, vol. 22, núm. 2, págs. 233-263, 1948.
- — — *Más allá de la Prehistoria. Una geología elemental de las Baleares.* Colecc. «Cauce», C. S. I. C., Madrid, 285 págs. Figuras en el texto, 1950.
- — — *Los tintinidos fósiles. Infusorios loricados del orden de los Oligotricos.* «Estud. Geológicos», núm. 11, págs. 105-171, Madrid, 1950.
- — — *Sobre la extensión e importancia de las «moronitas» a lo largo de las formaciones Aquitano-Burdigalienses del estrecho Nort-bético.* «Estud. Geológicos», núm. 14, págs. 331-385, Lám. XXV-XXXVI, 1951.
- — — *Globigerina «ratio». Su distribución y complejidad en los mares terciarios alrededor de la Meseta Castellana.* «Rev. de Biología Aplicada», vol. 9, págs. 63-82. (Láminas y mapas), Barcelona, 1951.
- — — *Notas estratigráficas y tectónicas sobre la Sierra Norte de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 69, págs. 45-71, Madrid, 1951.
- — — *On the distribution and lithological importance of Nannocostulites in the Western Mediterranean.* «Intern. Geol. Cong. Rep.», 18 Sess. Grest Britain, 1948, Pt. X, págs. 83-91, London, 1952.
- — — *Aquitania-Burdigalian diatom deposits of the North Betic strait, Spain.* «Journal of Paleont.», Ithaca, U. S. A., vol. 26, núm. 6, págs. 867-885, 1952.
- — — *La sedimentación pelágica de la isla de Maïo (Arch. del Cabo Verde) y sus equivalentes mediterráneos (Malm-Neocomiense).* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», Tomo Extraordinario, Homenaje a E. Hernández-Pacheco, págs. 179-192, Madrid, 1954.
- — — *Jurassic-Cretaceous sediments of the Western Mediterranean zone and the Atlantic area.* «Micropaleontology», vol. 1, núm. 2, págs. 109-123, New York, 1955.
- — — *Los foraminíferos del Burdigaliense de Mallorca.* «Nem. R. Acad. Cien. Art. de Barcelona», vol. 23, núm. 5, págs. 1-140, Lám. XXV, 1956.
- COLOM, G., y ESCANDELL, B.: *Livre a la memoire du Professeur Paul Fallot. L'Evolution du Géosinclinal baléare.* 1960-1962.
- GOLLET, L. M.: *Quelques observations sur la géologie de la Sierra de Majorque.* «Arch. Sci. Phys. et Nat. Geneve», vol. 27, págs. 589-615, 1909.
- COTTREAU, J.: *Les Echinides Neogéniques du bassin méditerranéen.* «Annal. Inst. Oceanogr. de Monaco», vol. 6, fasc. 3, 1913.
- CUERDA, J.: *Notas paleontológicas sobre el Cuaternario de Baleares.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 1-4, págs. 59-70, Palma, 1955.
- — — *Presencia de Mastus Puppa, Brugiere en el Tirreniense de las Baleares.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», págs. 45-50, Palma, 1959.
- — — *Nuevo yacimiento cuaternario marino en Santa Ponsa (Mallorca).* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», 1960.
- CUERDA, J., y MUNTANER, A.: *Nota sobre un nuevo yacimiento hallado en Palma de Mallorca como perteneciente al Plioceno.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 68, págs. 61-62, Madrid, 1950.
- — — *Notas sobre las playas cuaternarias con Strombus del Levante de la bahía de Palma.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 2, págs. 1-8, Palma, 1952.
- — — *Contribución al estudio de las terrazas marinas cuaternarias de Mallorca.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 1, págs. 13-15, 1953.
- — — *Nota sobre diversos niveles tirrenienses localizados en las cercanías del Cap Orçenol (Mallorca).* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», 1960.
- CUERDA, J., y SACARÉS, J.: *Hallazgo de Myofragus, Bate en un yacimiento de edad post-Tirreniense.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», págs. 51-55, Palma, 1959.
- CUERDA, J.; SACARÉS, J., y DE MIRÓ, N.: *Nota sobre un nuevo yacimiento Cuaternario marino.* «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», págs. 31-33, Palma, 1959.
- DARDER, B.: *Los fenómenos del corrimiento en Felanitx (Mallorca).* «Trab. Mus. Nac. Cien. Naturales», Ser. Geol. núm. 6, Madrid, 1913.
- — — *Nota preliminar sobre el Triásico de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 12, Madrid, 1913.
- — — *El Triásico de Mallorca.* «Trab. Mus. Nac. Cien. Nat.», Ser. Geol., núm. 7, Madrid, 1914.
- — — *Los yesos metamórficos de Mallorca.* «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 14, págs. 179-185, Madrid, 1914.

- DARDER, B.: *Estratigrafía de la Sierra de Levante de Mallorca (región de Felanitx)*. «Trab. Mus. Nac. Cien. Nat.», Ser. Geol., núm. 10. Madrid, 1915.
- — — *Nota sobre la formación de cordilleras*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 18, págs. 341-347. Madrid, 1918.
- — — *Movimientos epirogénicos en Mallorca*. «El Día», julio 22. Palma, 1921.
- — — *Nota preliminar sobre la tectónica de Artá (Mallorca)*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 21, págs. 204-223. Madrid, 1921.
- — — *Sur la tectonique ds environs de Sineu et du Puig de San Onofre (Majorque)*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88, 1923.
- — — *Sur l'age des phénomènes de charriage de l'île de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88, 1924.
- — — *Importància pràctica dels coneixements geològics (Conf. donada a Soller el 28-XII-23) i foll.* «Asoc. p. la Cultura de Mallorca. Palma, 1924.
- — — *Las aguas subterráneas. Aprovechamiento para el abastecimiento de la ciudad de Palma*. i foll. Imp. Tous. Palma, 1925.
- — — *La milonitización de las rocas de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 25, págs. 13-20. Madrid, 1925.
- — — *Los deslizamientos de tierras en Fornalutx (Mallorca)*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 25, págs. 142-146, 1925.
- — — *La tectonique de la région orientale de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Géol. de France», vol. 25, págs. 245-278. Paris, 1925.
- — — *Estudio geológico de Sineu y Puig de San Onofre (región Central de Mallorca)*. «Trab. Mus. Nac. Cien. Nat. de Madrid», Ser. Geol., núm. 34, 1925.
- — — *Les aigües subterrànies de la regió d'Artá*. «Ciencia», vol. 1, núm. 10. Barcelona, 1926.
- — — *La Paleogeografía de la Mediterrània Occidental, segons les idees d'Emile Argand*. «Ciencia», núm. 21. Barcelona, 1928.
- — — *Els petrolis a Mallorca. Algunas consideraciones sobre la seva possible existencia*. «La Nostre Terre». Palma, 1928.
- — — *Els factors geològics de la bellesa de Mallorca*. «La Nostre Terre». Palma, 1928.
- — — *Le relief et la tectonique de Majorque*. «Geol. Méd. Occid.», vol. 1, núm. 2. Barcelona, 1929.
- — — *Algunos fenómenos cársicos en la isla de Mallorca*. «Ibérica», vol. 33, pág. 154. Barcelona, 1930.
- — — *Mapa geologic de les Serres de L'Évant de l'illa de Mallorca*. «Excm. Diputación de Baleares». Dos hojas, 1932.
- — — *L'estructura de las Serras de Calicant i da Sa Font, de la regió d'Artá (Mallorca)*. «Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.», vol. 33, núms. 1-3. Barcelona, 1933.
- — — *L'existència del Burdigalià a la Serra de Ferrutx (Artá)*. «Bull. Inst. Catalana Hist. Nat.», vol. 33, núms. 1-3, 1933.
- — — *Dues notes sobre la geologia de la Serra de Llevant de Mallorca*. «Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.», vol. 33, núms. 1-2, 1933.
- — — *Iles Balears. Introd.* Vol. II, Géol. Mediterr. Occid., pág. 1. Barcelona, 1934.
- — — *Història de la connexió geològica de l'illa de Mallorca*. Edit. Moll. Palma, 1946.
- DARDER, B., y FALLOT, P.: *La isla de Mallorca. Guía de la excursión C-5 del XIV Congr. Geol. Internacional de Madrid*. Madrid, 1926.
- DENIZOT, G.: *Sur un rivage quaternaire de l'île de Majorque et sur les derniers changements de la méditerranée occidentale*. «Asoc. Franc. Avan. Congr. d'Alger». Alger, 1930.
- DEPAPE, G., y FALLOT, P.: *Les gisement du Burdigalien a plantes de Majorque*. «Annal. Soc. Géol. du Nord.», vol. 52. Lille, 1928.
- DEPARET, Prof. Ch., y FALLOT, P.: *Sur l'age des formations a lignite de l'île de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXII, pág. 790, 1921.
- ELÍAS, J.: *Relaciones tectónicas entre Cataluña y Baleares*. «Publ. Secc. Excurs. Centro Soc. de Terrasa», 1922.
- ESCANDELL, B., y COLOM, G.: *Sobre la existencia de una fase de contracciones tangenciales en Mallorca durante el Burdigaliense*. «Temas geológicos de Mallorca», págs. 395-407. Tomo LXI. Inst. Geol. y Minero de España. Madrid, 1960.
- — — *Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baléares)*. «Société Géologique de France». Tome serie, tome II, 1960.
- — — *Notas sobre el empobrecimiento de la fauna balear. La Rossmassleria de Formentera*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», 1960.
- — — *Estudio geológico de la zona de Sineu-Petra*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España». Madrid, 1962.
- — — *Estudio geológico de la zona de Randa*. «Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España». Madrid, 1962.
- — — *Hoja geológica de Pollensa (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Formentor (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Inca (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Porreras (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Lluchmayor (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Cabo Salinas (Mallorca)*. Escala

- 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Artá (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Manacor (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Felanitx (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- — — *Hoja geológica de Cala Figuera (Mallorca)*. Escala 1 : 50.000. «Inst. Geol. y Min. de España», Madrid. (En curso de publicación.) 1962.
- ESTRADA, E.: *Contribución al estudio del abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Palma*. 1 foll. Palma, 1912.
- FALLOT, P.: *Sur quelques fossiles pyriteux du Gault des Balears*. «Trav. Lab. Géol. Université de Grenoble», vol. 33, pág. 3, 1910.
- — — *Sur la tectonique de la Serra de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLVIII, pág. 645, 1914.
- — — *Sur la présence de l'Albien dans la Serra de Majorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLVII, pág. 383, 1916.
- — — *Sur la présence de l'Albien dans la Serra de Majorque*. «Trav. Lab. Géol. Université de Grenoble», vol. II, págs. 1-11, 1916.
- — — *Sur la géologie de l'île d'Ibiza*. «C. R. Acad. Scien. Paris», vol. CLXIV, pág. 103, 1917.
- — — *Sur la tectonique de l'île d'Ibiza*. «C. R. Acad. Scien. Paris», vol. CLXIV, pág. 186, 1917.
- — — *Observations sur les phénomènes de charriage du centre de la Sierra de Majorque*. «C. R. Acad. Scien. Paris», vol. CLXX, pág. 739, 1920.
- — — *Sur l'existence des phénomènes de charriage du centre dans la Sierra de Majorque*. «C. R. Acad. Scien. Paris», vol. CLXX, pág. 848, 1920.
- — — *Observations nouvelles sur la tectonique de la Sierra de Majorque*. «Trav. Lab. Géol. Université de Grenoble», pág. 7, 1920.
- — — *La faune des marmes aptiennes et albiennes de la région d'Andraitx*. «Trab. Mus. Nac. Ciencias Naturales Madrid», Ser. Géol., núm. 26, 1920.
- — — *Sur l'estension verticaledu facies marneux a Céphalopodes pyriteux dans l'île d'Ibiza*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXIII, pág. 91, 1921.
- — — *Etude géologique de la Sierra de Majorque*. (Thèse), Paris, 480 págs., láms. I-VIII, 1922.
- — — *Carte géologique de la Sierra de Majorque*. Paris (tres hojas: Andraitx, Soller, Pollensa), 1922.
- — — *A travers la Sierra Majorque*. «La Géographie», Paris, 1923.
- — — *Esquisse morphologique des îles Baléares*. «Rev. de Géographie Alpine», vol. 9, págs. 421-448. Grenoble. (Trad. al castellano de F. Castañón en la «Rev. de Menorca», 1923, pág. 333.) 1923.
- FALLOT, P.: *L problème de l'île de Minorque*. «Bull. Soc. Geol. France», 4me. Ser., vol. 23, págs. 3-14. Paris, 1923.
- — — *Au sujet de la tectonique de Baleares*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», Paris, 1925.
- — — *Remarques au sujet des recents travaux de Mr. Darder sur la geologia de Majorque*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 26. Madrid, 1926.
- — — *Au sujet de la tectonique des Baleares et de la Chaîne Iberique*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», num. 10, págs. 105-107. Paris, 1926.
- — — *Essais sur la repartition des terrains Secondaires et Tertiaires dans le domaine des Alpes espagnoles. Le Trias, Le Lias, Le Dogger. Le Jurassique superieur*. In «Etude Geolog. Médit. Occid.», vol. 4, pt. 2; vol. 4, pt. 2, núm. 11; vol. 4, pt. 2, núm. 1. Barcelona, 1931.
- — — *La question de Minorque; Rapports stratigraphiques entre les îles Baléares et la zone subbétique*. «Etud. Géol. Médit. Occid.», vol. II. Barcelona, 1932.
- — — *Essai de définition des traits permanents de la Poleographie Secondaire dans la méditerranée occidentale*. «Bull. Soc. Géol. France», 5me. Ser., vol. 1, págs. 533-552. Paris, 1932.
- — — *L'enllac de Menorca amb les cadenes alpines*. «Botll. Inst. Catalá Hist. Nat.», vol. 33, núms. 6-7. Barcelona, 1933.
- — — *Sur les connexions de la chaîne ibérique*. «Botll. Inst. Catalá Hist. Nat.», vol. 33, núms. 8-9, 1934.
- — — *Les phases orogéniques dans l'ensemble des cordillères bétiques*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», Sep. 25, 1943.
- — — *Sur la repartition des Pachyodontes Urgoniens dans l Sud. de l'Espagne*. «C. Rend. Somm. Soc. Biogéographie». Paris, 1944.
- — — *El sistema Cretáceo en las cordilleras Béticas*. Publ. Inst. «Lucas Mallada», Madrid, C. S. I. C., 110 págs., 1944.
- — — *Le probleme de Minorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris». Avril 16, 1945.
- — — *Les cordillères Bétiques et Alpes orientales*. «R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. extraord. Homenaje Prof. Ed. H. Pacheco, págs. 259-280. Madrid, 1948.
- FALLOT, P., y DARDER, B.: *Observaciones geológicas en la región central de la isla de Mallorca*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 25, 1925.
- FALLOT, P., y TERMER, H.: *Ammonites nouvelles des îles Baléares*. «Trab. Mus. Nacio. Cien. Nat.», Ser. Geol., núm. 32. Madrid, 1923.
- FAURA, M.: *L'event de «Son Pou» (Mallorca)*. «Espeleología y Agricultura», pág. 226. Barcelona, 1919.
- — — XIV Congreso Geológico Internacional. Guía C-6. Cuevas de Mallorca. «Publ. Cong. Geol. Intern. Madrid, Inst. Geol. y Min. de España» y mapas, Madrid, 1926.
- FERRER, J.: *Yacimiento de calcosina en Menorca (Baléares)*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 1, pág. 338. Madrid, 1901.
- — — *Notas geológicas: relación entre las islas Balea-*

- res y las tierras que rodean. «Rev. de Menorca», pág. 193. Mahón, 1907.
- — — Yacimientos de calcosina en Menorca (Balears). «Rev. de Menorca», pág. 24. Mahón, 1909.
- FONTSERÉ, E.: *Notas sueltas de Sismología Balear*. «Publ. Secc. Cien. Nat. Facul. Cien. de la Universidad de Barcelona», 1918.
- FORSYTH, MAJOR, C. I.: *Exhibition and remarks upon some remains of Anthracothorium from Majorque*. «Proced. Zool. Society», vol. 1, págs. 456-458. London, 1904.
- FOUQUE, y MICHEL-LEVY: *Examen microscopique de quelques roches de Majorca et Minorque*. In: «Hermites», These 1879. París, 1897.
- FOURMARIER, R.: *Quelques observations sur l'ornamentation naturelle de deux grottes de l'île de Majorque*. «Annal. Soc. Géol. Belgique», vol. XLIX, pág. 320. Bruselas, 1926.
- — — *Algunas observaciones sobre la tectónica de la isla de Mallorca*. «Bol. Inst. Geol. Min. de España», vol. 1, núm. 1. Madrid, 1928.
- GÓMEZ, F.: *El Mioceno de Muro (Mallorca)*. «Trab. Mus. Nac. Cienc. Naturales Madrid», Ser. Geol., núm. 25, 1919.
- — — *Sur la géologie de Cabrera, Conejera et autres îles voisines*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CLXXI, pág. 1158, 1920.
- — — *Contribución al conocimiento de la geología de las islas de Cabrera y Conejera y otras próximas*. «Mem. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 15, págs. 85-103. Madrid, 1929.
- HAIME, Prof. J.: *Notice sur la géologie de l'île de Majorque*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 12, págs. 734-752. París, 1855.
- HERMITE, H.: *Observations géologiques sur les îles Majorque et Minorque*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 88, pág. 1097, 1878.
- — — *Note sur la position qu'occupent à Majorque les Terabratula dybica et T. janitor*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 7, págs. 207-209. París, 1879.
- — — *Études géologiques sur les îles Baléares. Étre partie Majorque et Minorque*. París (These). (Trad. castellana en el «Bol. Inst. Geol. Min. de España», Madrid, 1888.) 1879.
- — — *Descriptions de quelques fossiles nouveaux des îles Baléares*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», pt. 40. París, 1879.
- — — *Los pozos artesianos en Mallorca i foll.* Palma, 1879.
- HOERNES, R.: *Untersuchungen der jügeren Tertiär Ablagerungen des Westliche Mittelmeers*. «Six. K. Akad. Wissensch. Wien.», vol. CXIV, págs. 637-660, id., id., pág. 737, 1905.
- — — *Eine geologische Reise durch Spanien*. «Mitt. Naturw. Verien f. Steiermark», pág. 318. Gartz, 1905.
- HELLISTER, J. S.: *Ueber die Stellung des Balearen in variscinchen und Alpinen Orogen*. «Abh. Gessell. Wiss. Göttingen», núm. 10 (Trad. castellana en: «Publ. de Geol. Extranj. del Inst. «Lucas Mallada», vol. 1, núm. 3, Madrid, 1942.) 1934.
- IBÁÑEZ, C. de: *Descripción geodésica de las islas Baleares*. Madrid, 1871.
- JOHNSTON, N. J.: *Geological notes on Spain and Majorque*. «Proced. Liverp. Geol. Soc.», vol. 14, págs. 340-342. Liverpool, 1927.
- JOLY, Prof. R. de: *Explorations Spéléologiques à Majorque*. «Rev. de Geograph. Physique et Geologie dynamique», París, 1929.
- JOLY, R. de, y DENIZOT, G.: *Note sur les conditions d'établissement des grottes du Dragon. Région de Manacor (Majorque, Baléares)*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», núm. 5, págs. 65-66. París, 1929.
- LAMBERT, J.: *Description des Echinides fossiles de la prov. de Barcelona. Echinides des terrains Miocenes et Pliocenes*. «Nem. Soc. Géol. France», vol. 14. París, 1906.
- LAMBERT, L., y COLLET, L. W.: *Clypeaster Salvatoris n.º sp. du Miocene de Majorque*. «Nem. Soc. Paleont. Suisse», vol. 36. Bass-el, 1909.
- LINARI, Rd.º P. A. F.: *Excursión a las cuevas de Artá*. «Ibérica», vol. 3, pág. 82. Barcelona, 1923.
- LLOPIS, N.: *La cueva de Son Apats (Campanet, Mallorca)*. «Bol. Club. Mont. de Barcelona», febrero, pág. 267-268, 1945.
- LLOPIS, N., y THOMAS, J. M.: *La hidrología cástica de los alrededores de Campanet (Mallorca)*. «Miscelánea Almera», Publ. Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona, vol. 7, pt. 2, págs. 39-60, 1948.
- MAHEU, R.: «Spelunca», vol. 7, págs. 67-68. París, 1912.
- MALLADA, L.: *Explicación del mapa geológico de España*. «Nem. Comis. Mapa Geol. de España», 6 vols. Madrid, 1895-1907.
- MANERA, J.: *Breve estudio geológico de la isla de Menorca*. «Rev. de Menorca», pág. 40. Mahón, 1930.
- MARMORA, C. de la: *Observations géologiques sur le deus isles Baléares (Majorque et Minorque)*. «Nem. Acad. Scien. Torino», vol. 38, pág. 51, 1835.
- MARTEL, J.: *Sous terre*. «Annal. Club. Alpin français». París, 1896.
- — — *Sur la Cueva del Drach (Manacor)*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», págs. 1385-1388, 1897.
- — — *Exploraciones subterráneas en las Baleares y Cataluña*. Trad. castellana en la «Rev. Soc. Geográfica», Madrid, vol. XL, 1898.
- — — *Las cavernas de Majorque*. «Spelunca», vol. V, núm. 32. París, 1903.
- MENDEL, O.: *Nouvemens quaternaires dans l'île de Majorque*. «C. Rend. Somm. Soc. Géol. France», núm. 6, pág. 84. París, 1934.
- MOJSISWISCS, E. V.: *Über Ammonitonenführende Kalke Unterer Miocenes auf der Balearischen Inseln*. «Verh. K. K. Geolo. Reichsanstalt», págs. 327-329. Wien, 1877.
- — — *Die Cephalopoden der Mediterranen Triasprovinz*. «Abh. K. K. Géol. Reschsanstalt», vol. 10, pág. 322. Wien, 1882.

- MUNIER-CHALMAS: *Fossiles recueillis aux Baléares par Hermite*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 7. París, 1879.
- MUNTANER, A.: *Notas geológicas sobre la bahía de Palma. Región occidental*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fasc. 2, pág. 4; id., id., junio, pág. 3. Palma, 1952.
- — — *Nota sobre aluviones de Palma de Mallorca*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fascs. 1-4, pág. 36, 1954.
- — — *Playas tirrenienses y dunas fósiles del litoral de Paguera a Camp de Mar (Isla de Mallorca)*. «Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares», fascs. 1-4, págs. 49-58, 1955.
- NOLAN, H.: *Nota sur le Trias de Minorque et Majorque*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 15, págs. 593-599. París, 1887.
- — — *Sur les terrains triasiques et jurassiques des îles Baléares*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. CXVII, 1893.
- — — *Sur les Crioceras du groupe Crioceras Duvali*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 22, pág. 48. París, 1894.
- — — *Structure géologique d'ensemble de l'archipel Baléaire*. «Bull. Soc. Géol. France», vol. 23, págs. 76-91. París, 1895.
- — — *Sur le Jurassique et le Crétacé des îles Baléares*. «C. Rend. Acad. Scien. Paris», vol. 67, págs. 821-823. París, 1895.
- — — *Notes préliminaires sur l'île de Cabrera*. «Bull. Soc. Géol. France», Ser. 3, vol. 25, págs. 303-305. París, 1897.
- — — *Notes sur certains points de la géologie des Baléares*. (Manuscrito inédito en la Biblioteca del Ateneo de Mahón.) 1897.
- OLIVEROS, J. M.: ESCANDELL, B., y COLOM, G.: *Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense superior en Mallorca*. «Notas y Comunicaciones», núm. 55. Inst. Geol. Min. de España. Madrid, 1959.
- — — *Estudio sobre la formación de los depósitos lacustres con lignitos del Ludigiense-Estampiense inferior de Mallorca*. «Temas Geológicos de Mallorca», págs. 9-152. Tomo LXI. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1960.
- — — *Sobre la existencia de un Oligoceno superior (Aquitaniense continental lacustre) en Mallorca*. «Temas Geológicos de Mallorca», págs. 254-264. Tomo LXI. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1960.
- — — *El Burdigaliense superior salobre-lacustre en Mallorca*. «Temas Geológicos de Mallorca», págs. 265-348. Tomo LXI. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1960.
- — — *Estudio de los terrenos post-burdigalienses, en el llano central de la isla de Mallorca*. «Temas Geológicos de Mallorca», págs. 349-394. Tomo LXI. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1960.
- PENCK, H.: *Morphologie der Erdoberfläche*. Vol. Stuttgart, 1894.
- DONSETI, J.: *Expedición a los terrenos volcánicos de Ferragut (Menorca)*. «Rev. de Menorca», pág. 159. Mahón, 1909.
- PRAESSENT, H.: *Die Balearischen Inseln. Beobachtungen auf einer Studien reise*. «Mitt. Verth. f. Erdk., Leipzig, pág. 27, 1911.
- PRAESSENT, H.: *Bau und Boden der Balearischen Inseln*. «Jahr. d. Geograph. Gesellsch.», vol. 13, págs. 19-106, 1911.
- — — *Neue klimatische Werte für Menorca und Ibiza*. «Metereolog. Zeitschr.», pág. 28, 1912.
- PUIG LARRAZ, G.: *Cavernas de España y Baleares*. «Bol. Com. Mapa Geológico de España», vol. 2, págs. 38-50. Madrid, 1894.
- QUINT ZAFORTEZA, J.: *Plano de las cuevas de Artá*. i foll. Palma, 1912.
- REMES, M.: *Tithon na Mallorca*. «Zvlst. z. Vestnicu klubu Pridovdeckebo v. Prostěj. za rok, Rocnick», vol. 11, 1908.
- RICHARD, A.: *Los pozos artesianos en España o impresiones de un sondista*. Trad. castellana. Madrid, i foll. 1879.
- RICHARD, A., y HERMITE, H.: *Es posible obtener aguas ascendentes en Mallorca?* «El Porvenir Balear», núm. 15. Palma, 1897.
- RICARDI: *Viaggio a Maiorca*. «Rev. Soc. Geograph Italiana», 1931.
- RODÉS, S. J. Rd.º P. I.: *Los cambios de nivel en las cuevas del Drach (Manacor) y su oscilación rítmica de cuarenta minutos*. «Nem. Acad. Cien. Artes de Barcelona», vol. 29, núm. 7, 1925.
- ROMAN, Prof. F.: *Sur quelques fossiles des lignites de Binisalem (Majorca) recueillis par Mr. Darder Pericás*. «Bol. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 27, págs. 383-390. Madrid, 1927.
- ROSELÓ ORDINES, J.: *Aportación al estudio de la Geología de la región de Mallorca*. Palma, 1954.
- RULLAN, Pdr.º J.: *Alumbramiento de nuevas aguas en Soller* (serie de artículos publicados en el Semanario «Soller» en 1886, y reunidos más tarde en el libro *Ensayos de Agricultura y Prehistoria*. Soller, 1900.
- SALORD, R.: *Breve resumen de la geología menorquina*. «Colec. Monogr. Menorquinas», núm. 10. Ciudadela, 1953.
- SAN MIGUEL, Prof. M.: *Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de Mallorca*. «Nem. R. Acad. Cienc. Artes de Barcelona», núm. 14, vol. 15, 1919.
- — — *Algunas rocas nuevas para España*. «Bol. E. Soc. España Hist. Nat.», vol. 24, pág. 69. Madrid, 1924.
- — — *Las fases orogénicas de Stille en las formaciones geológicas de España*. «Las Ciencias», año 1, núm. 3. Madrid, 1934.
- — — *Las rocas eruptivas de España*. «Nem. Acad. Cien. de Madrid», 1949.
- SÁNCHEZ, R.: *Mapa geológico de la isla de Mallorca*. Palma, 1883.
- — — *Anotaciones físicas y geológicas de la isla de Mallorca*. 1 foll. Palma, 1884.
- — — *Criaderos sedimentarios de cobre en Menorca y Granada*. «Bol. Com. Mapa Geol. España». Segunda Serie, vol. 6, págs. 233-234. Madrid, 1899.
- SANCHO, F.: *La isla de Mallorca*. «La ciudad de Dios». El Escorial, vols. 62, 1897; 63, 1898; 64, 1899.
- SANS HUELLIN, G.: *Informe sobre los trabajos de la inten-*

- idad de la gravedad en España, desde 1912 a 1922. Inst. Geográfico. Madrid, 1922.
- SAZ, S. J., P. E.: *Las nuevas cuevas de «Son Apatsq y fósiles de Mallorca»*. «Ibérica», núm. 72. Barcelona, 1946.
- SCHEMIT, Prof. M.: *Neue Funde in der Iberischen-Balearischen Trias*. «Sitz. Preuss. Akad. Wiss.», vol. 25, Berlín, 1929.
- — — *Weitere Studien in den Iberischen-Balearischen Trias*. «Sitz. Preuss. Akad. Wiss.», vol. 32, 1931, Berlín, 1932.
- SEIDLITZ, Prof. W. v.: *Der geologische Aufbau Spaniens und der Westlichen Mittelmeergebietes*. «Sitz. d. Mediz. Gesell.», Jena, vol. 9, 1926.
- — — *Der geologische Bau und die tektonische Bedeutung der Balearischen Inseln*. «Geolog. Rundschau», vol. 18, núm. 4, 1927.
- SPINIKER, E. Th. N., y HAANSTRA, V.: *Geologie on Ibiza (Balearien)*. «Assoc. Etud. Geolog. Méditerran. Occident.», vol. 3, Barcelona, 1935.
- STAUB, Prof. R.: *Gedanken zur Taktone Spanien*. «Viertel d. Naturf. Gesell.», Zurich, Sept. 1926 (Trad. castellana por A. Carbonel en la Acad. Cienc. de Córdoba, 1927 y otra de C. Candel Vila en «Ciencias», vol. 3, núm. 23. Barcelona, 1928. 1926.
- STILLE, Prof. H.: *Ueber Westmediterrane Gebirgszusammenhänge*. «Abh. Gesell. d. Wiss. Gottingen. Math. Kl.», vol. 12, núm. 3, 1927.
- — — *Bemerkungen zur perimesetischen Faltung in ihrem Sudpyrenäisch-balearischen Anteil*. «Abh. Gesell. d. Wiss. Gottingen. Math. Kl.», vol. 12, núm. 3, 1934.
- THOMAS, J. M., y MONTORIOL, J.: *Los fenómenos cársticos de Perelleta (Ciudadela-Menorca)*. «Speleon», vol. 2, núm. 4, págs. 191-215. Oviedo, 1951.
- — — *Estudio geoespeleológico de las formaciones hipogeas de «Sa Teulada» (Santa Margarita-Mallorca)*. «Speleon», vol. 3, núm. 4, págs. 3-181. Oviedo, 1952.
- — — *«Son Pou» (Mallorca)*. «Speleon», vol. 3, núm. 3, págs. 109-129. Oviedo, 1952.
- THOMAS, J. M. y MONTORIOL, J.: *Resultados de una campaña geoespeleológica en la isla de Ibiza (Balears)*. «Speleon», vol. 4, núms. 3-4, págs. 219-256. Oviedo, 1953.
- TIOS CODINA: *Notas acerca de la constitución geológica de la isla de Ibiza y Formentera*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. 3, Madrid, 1876.
- TORSQUIST, A.: *Über die ausserralpina Trias auf den Balearen und in Catalonien*. «Sitz. dK. Preuss. Akad. d. Wissens.», vol. 36, pág. 902-918. Berlín, 1909.
- VIDAL, L. M.: *Excursión geológica por la isla de Mallorca*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», vol. 6, pág. 1. Madrid, 1879.
- — — *Los pozos artesianos en Mallorca* (Trad. castellana de A. Jaume). Palma, 1879.
- — — *Notes sur l'Oligocène de Majorque*. «Bull. Soc. Geol. France», vol. 5, págs. 651-654. París, 1905.
- — — *Edad geológica de los lignitos de Selva y Binissalem (Mallorca), y descripción de algunas especies fósiles*. «Mem. R. Soc. Españ. Hist. Nat.», vol. 10, núm. 7, 1917.
- VIDAL, L. M., y MOLINA, E.: *Reseña física y geológica de las islas de Ibiza y Formentera*. «Bol. Com. Mapa Geol. de España», Madrid, 1880.
- WILKOMM, Prof., M.: *Die Pyrenäische Halbinsel*. «Das Wissen der Gegenwart», vol. 63. Leipzig y Viena, 1880.
- VIRGILI, C.: *Hallazgo de nuevos Ceratines en el Triásico mallorquín*. «Mem. Com. Inst. Geol. Diput. Prov. de Barcelona», vol. 9, págs. 19-39, 1952.
- WINKLER, A.: *Morphologische geologische Beobachtungen auf Mallorca*. «Zeitschr. f. Geomorph.», vol. 2, págs. 171-183, Wien, 1926.
- WURN, Prof., A.: *Beiträge zur Kenntnis der Iberischen-Balearischen Trias provinz*. «Vern. d. Naturhistor. Medez. Ver., Heidelberg», vol. 12, núm. 4, 1913.

Recibido 7-III-67.

Estudio de concentración de los minerales de hierro del Suroeste de España.—Zona de Jerez de los Caballeros (Badajoz). Mina «San Guillermo»

J. M.^a FERNANDEZ BECERRIL (1)

RESUMEN

Este trabajo forma parte del plan de estudios de concentración de los minerales de hierro del Suroeste de España y es continuación de los ya efectuados sobre los minerales de «Cala» (Huelva) (2), y de la mina «Bernardo de Hoyos» (Badajoz) (3).

El estudio se ha efectuado sobre los minerales de la parte alta del yacimiento, constituidos por magnetita y martita con ganga de plagioclasa, anfíbol y cuarzo.

El sistema de concentración más conveniente para el enriquecimiento de estos minerales es, según los resultados de los ensayos efectuados, el de separación magnética en húmedo a baja intensidad.

Empleando este sistema se pueden obtener concentrados del 65 al 69 por 100 Fe, y 4 por 100 SiO₂, prácticamente libres de impurezas, con un rendimiento ponderal de 64 por 100, y una recuperación de 95 por 100 del hierro total del mineral.

OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del presente estudio es el de determinar las posibilidades de concentración de los minerales de hierro de la mina «San Guillermo», del término de Jerez de los Caballeros, en la provincia de Badajoz, propiedad de la Sociedad «Minera del Andévalo, S. A.», y establecer el sistema de tratamiento que deberá emplearse industrialmente para obtener concentrados de alta ley en hierro.

LA MUESTRA

La muestra sobre la que se ha efectuado este trabajo se compone de 300 kilogramos de mineral y ha sido tomada por la citada Sociedad.

(1) Ingeniero Jefe del Departamento de Preparación de Minerales del Instituto Geológico y Minero de España.

(2) Publicado en «Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España», núms. 97-98, año 1967.

(3) En presan en el «Bol. Geol. y Min.». 1968.

El mineral procede de las labores de la explotación actual y puede tomarse como representativo de la parte alta del yacimiento.

Los tamaños del mineral que compone la muestra están comprendidos entre cero y 130 mm., siendo los más abundantes los de 70 a 80 mm. y escaseando los finos.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

El resultado del análisis químico, efectuado sobre muestra media tomada del mineral recibido, ha sido el siguiente:

Fe	44.68 %
SiO ₂	24.07 %
CaO	0.67 %
Al ₂ O ₃	3.38 %
MgO	0.58 %
S	0.08 %
As	0.02 %
P	0.05 %

La ley media del mineral, según los distintos análisis efectuados en este estudio, es de: 45,36 por 100 Fe y 24,41 por 100 SiO₂.

COMPOSICIÓN MINERALÓGICA

Macroscópicamente, el mineral presenta coloración gris y composición muy uniforme.

El estudio mineralográfico, efectuado en el laboratorio de la especialidad sobre probetas pulidas y en lámina delgada, ha permitido establecer lo siguiente:

En probeta pulida se reconoce una metalización muy regular de magnetita en una ganga de plagioclasa, anfíbol y cuarzo.

La magnetita está ligeramente martitizada, lo que da lugar a que casi todas las secciones de magnetita muestren laminillas de oligisto, de décimas o centésimas de milímetro de anchura, a lo largo de sus planos octaédricos.

También se observan algunas secciones individuales de oligisto que contienen pequeños residuos de magnetita, ya que todo el oligisto observado es pseudomorfo de magnetita (martita).

En el mineral existen, aunque en muy pequeña proporción, pirita de hierro y algo de calcopirita, esta última mucho más escasa. Estos sulfuros se presentan generalmente en forma muy diseminada.

La magnetita tiene menor tamaño de grano que la ganga.

La medición del tamaño de los agregados de magnetita ha dado el siguiente resultado:

Tamaños mm.	%
0,726	8,2
0,484	14,5
0,363	26,4
0,242	40,8
0,121	12,5
0,048	3,6
	100,0

GRADO DE MOLIEDA NECESARIO

Según las mediciones de tamaño de los agregados de magnetita, efectuadas al microscopio, la mineralización puede ser liberada teóricamente, empleando moliedas de 0,50 mm., pero en los ensayos de molieda efectuados se ha puesto de manifiesto que para conseguir la liberación práctica de la magnetita se precisa ir a moliedas más finas.

Para determinar el grado de molieda que, en principio deberá emplearse, se ha efectuado un ensayo previo moliedo el mineral a 5 mm., clasificando el producto obtenido en diferentes tamaños y efectuando la separación magnética de cada uno de ellos.

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

TAMAÑOS mm.	P R O D U C T O S							
	Entrada		Magnético			No magnético		
	Peso %	Fe %	Peso %	Fe %	Rendimiento %	Peso %	Fe %	Rendimiento %
5-3	100	42,20	96,79	43,00	98,60	3,21	18,30	1,40
3-2	100	42,73	95,72	44,02	98,61	4,28	13,92	1,39
2-1	100	42,57	96,62	43,68	99,11	3,88	11,16	0,89
1-0,50	100	42,32	92,51	45,36	99,19	7,49	6,67	0,81
0,50-0,25	100	47,98	80,59	57,94	97,33	19,41	6,60	2,67
0,25-0	100	44,57	67,42	63,22	95,61	32,58	6,00	4,39

De esos resultados y de la observación al microscopio de los productos obtenidos se deduce que en los tamaños superiores a 0,50 mm. no hay liberación de la magnetita y, por ello, la ley del producto magnético es casi igual a la de entrada.

A partir de 0,50 mm. se consigue una liberación sustancial, y a 0,25 mm. se obtiene una liberación suficiente para conseguir concentrados de ley comercial.

ENSAYOS DE CONCENTRACIÓN

El hecho de que la mineralización esté constituida fundamentalmente por magnetita impone como sistema de concentración de estos minerales el de separación magnética a baja intensidad.

Dentro de este sistema y a causa del tamaño fino en que se presenta la mineralización, la separación en húmedo parece la más conveniente.

Para determinar la eficacia de este sistema y establecer los resultados que podrán obtenerse en la práctica, se han efectuado diversos ensayos empleando distintos grados de molieda.

La molieda se ha efectuado en molino de bolos en húmedo y la separación magnética en una separadora de tambor con electroimanes de intensidad regulable para trabajar en húmedo.

La operación de separación magnética se ha

efectuado mediante tres pasadas sucesivas, la primera de desbaste y las otras dos de afino.

Los ensayos se han efectuado regulando convenientemente la separadora en cada pasada.

La velocidad periférica del tambor ha sido en todos los casos de 65 m/minuto.

A continuación se dan los datos correspondientes a los ensayos efectuados, indicando el sistema operatorio seguido y los resultados obtenidos.

Ensayo «A»

Molienda: 0,50 mm.

Granulometría de la molieda:

Tamaños mm.	Peso %
+ 0,25	25,50
+ 0,20	14,00
+ 0,15	8,50
+ 0,10	12,00
+ 0,075	8,50
+ 0,05	9,00
- 0,05	22,50
	100,00

Regulación de la separadora:

	1. ^a Pasada	2. ^a Pasada	3. ^a Pasada
Amperaje en electroimanes	2,9	2,8	2,8
Separación tambor-canal	5 mm.	5 mm.	10 mm.

PRODUCTOS	Peso %	Ley %		Rendimiento %	
		Fe	SiO ₂	Fe	SiO ₂
Concentrado	70,43	62,12	10,81	95,86	30,22
Mixtos 3. ^a pasada	1,73	17,06	51,66	0,64	3,54
Mixtos 2. ^a pasada	4,08	8,80	59,45	0,78	9,63
Estéril 1. ^a pasada	23,76	5,22	60,03	2,72	56,61
	100,00	45,64	25,19	100,06	100,00

El examen al microscopio de los distintos productos indica que la liberación de la magnetita no ha sido muy completa, existiendo en el con-

centrado gran cantidad de mixtos y «pintos», formados estos últimos, por granos de ganga predominante con pequeñas partículas de magnetita.

Ensayo «B»

Este ensayo se ha efectuado empleando el mismo grado de molienda que en el ensayo anterior, pero disminuyendo la intensidad de campo mag-

nético y aumentando la separación tambor-canal para eliminar los «pintos» y mejorar la ley del concentrado.

La regulación de la separadora ha sido la siguiente:

	1.ª Pasada	2.ª Pasada	3.ª Pasada
Amperaje en electroimanes	2,8	2,5	2,5
Separación tambor-canal	5 mm.	10 mm.	15 mm.

PRODUCTOS	Peso %	Ley %		Rendimiento %	
		Fe	SiO ₂	Fe	SiO ₂
Concentrado	70,63	62,34	10,84	96,17	30,46
Mixtos 3.ª pasada	1,42	13,70	53,72	0,42	3,03
Mixtos 2.ª pasada	4,19	7,68	58,49	0,70	9,75
Estéril 1.ª pasada	23,76	5,22	60,03	2,71	56,76
	100,00	45,78	25,13	100,00	100,00

Como se ve, los resultados obtenidos son análogos a los del ensayo anterior.

Ensayo «C»

En este ensayo se ha empleado la misma molienda que en los anteriores, pero se ha disminuido

más la intensidad de campo y se ha aumentado la separación tambor-canal.

La separadora se ha regulado en la siguiente forma:

	1.ª Pasada	2.ª Pasada	3.ª Pasada
Amperaje en electroimanes	2,8	2	1,5
Separación tambor-canal	5 mm.	15 mm.	15 mm.

PRODUCTOS	Peso %	Ley %		Rendimiento %	
		Fe	SiO ₂	Fe	SiO ₂
Concentrado	69,57	62,90	9,47	94,99	27,19
Mixtos 3.ª pasada	2,47	28,10	39,40	1,50	4,02
Mixtos 2.ª pasada	4,20	9,37	57,19	0,85	9,91
Estéril 1.ª pasada	23,76	5,22	60,03	2,69	58,88
	100,00	46,08	24,22	100,00	100,00

Estos resultados indican que, si bien se ha conseguido una cierta separación de mixtos, la ley del concentrado es tan sólo ligeramente superior a la de los ensayos anteriores y el rendimiento ha disminuido ligeramente.

El empleo de una intensidad aún menor y una mayor separación tambor-canal podrá mejorar algo la ley del concentrado pero a costa de un menor rendimiento y, por ello, no parece aconsejable.



Ensayo «D»

En este ensayo se ha empleado un grado de molienda más intenso: 0,25 mm. La granulometría de la molienda es la siguiente:

Tamaños mm.	Peso %
+ 0,20	0,50
+ 0,15	2,25
+ 0,10	15,50
+ 0,075	16,50
+ 0,05	20,75
- 0,05	44,50
	100,00

Regulación de la separadora:

	1.ª Pasada	2.ª Pasada	3.ª Pasada
Amperaje en electroimanes	3	2,9	2,8
Separación tambor-canal	5 mm.	5 mm.	10 mm.

PRODUCTOS	Peso %	Ley %		Rendimiento %	
		Fe	SiO ₂	Fe	SiO ₂
Concentrado	61,89	68,82	2,18	94,57	5,59
Mixtos 3.ª pasada	1,81	13,64	55,76	0,55	4,19
Mixtos 2.ª pasada	5,83	8,92	57,86	1,15	13,99
Estéril 1.ª pasada	30,47	5,70	60,30	3,73	76,23
	100,00	45,03	24,10	100,00	100,00

Si se une el concentrado y los mixtos de la tercera pasada, lo que equivaldría a suprimir esta última operación, se obtiene un producto con un peso de 63,70 por 100, una ley de 67,25 por 100 Fe y 3,70 por 100 SiO₂, y un rendimiento en hierro de 95,12 por 100.

Como puede verse, el grado de molienda empleado permite obtener concentrados de alta ley con un buen rendimiento.

Ensayo «E»

Para determinar los resultados que podrán obtenerse empleando una molienda más fina que la

del ensayo anterior, en este ensayo se ha molido el mineral a 0,15 mm.

La granulometría de esta molienda es la siguiente:

Tamaños mm	Peso %
+ 0,15	0,85
+ 0,10	6,85
+ 0,075	11,75
+ 0,05	20,50
- 0,05	60,05
	100,00

Regulación de la separadora:

PRODUCTOS	Peso %	Ley %		Rendimiento %	
		Fe	SiO ₂	Fe	SiO ₂
Concentrado	60,55	69,52	1,34	93,54	3,41
Mixtos 3. ^a pasada	2,09	19,95	47,49	0,92	4,18
Mixtos 2. ^a pasada	8,38	9,34	55,44	1,74	19,56
Estéril 1. ^a pasada	28,98	5,88	59,70	3,80	72,85
	100,06	44,99	23,75	100,00	100,00

Si se unen los dos primeros productos se obtiene un concentrado con un peso de 62,24 por 100, una ley de 67,86 por 100 Fe y 2,88 por 100 SiO₂, y un rendimiento de hierro de 94,46 por 100.

Estos resultados son análogos a los del ensayo anterior y ponen de manifiesto que el empleo de una molienda más intensa no parece conveniente, pues no mejora notablemente la calidad del concentrado y disminuye algo el rendimiento a causa de quedar liberada parte de la martita, que por su menor permeabilidad magnética se va con el estéril.

Consideraciones sobre el sistema de concentración a emplear

Los resultados satisfactorios obtenidos en los ensayos efectuados, indican que la concentración magnética en húmedo constituye el sistema más conveniente para efectuar la concentración de estos minerales, pues permite obtener concentrados de alta ley, con buenos rendimientos.

La calidad de los concentrados depende principalmente del grado de molienda empleado, pudiéndose conseguir concentrados del 60 al 63 por 100 Fe, con moliendas de 0,50 mm., y concentrados de 67 a 69 por 100 Fe con moliendas menores de 0,25 mm.

También influye en la ley del concentrado, aunque en menor proporción, el número de operaciones de refinado que se efectúen. A nuestro juicio, una primera operación de desbaste seguida de dos de refinado, parece ser lo más conveniente.

Estas tres operaciones pueden efectuarse en una separadora provista de tres tambores.

La regulación más conveniente de la separadora es la que se indica en los ensayos, pero en la práctica, deberá ajustarse de acuerdo con las características de la separadora que se utilice.

Composición química y granulometría de los concentrados

Tomando como representativo de los concentrados que podrán conseguirse en la práctica, el obtenido en el ensayo «D» (concentrado más mixtos de la 3.^a pasada), y efectuado su análisis químico y granulométrico, se llega al siguiente resultado:

Análisis químico:

Fe	67,04 %
SiO ₂	4,10 %
Al ₂ O ₃	0,26 %
CaO	0,12 %
MgO	0,19 %
S	indicios
P	0,02 %

Análisis granulométrico:

Tamaños mm.	Peso %
+ 0,20	0,45
+ 0,20	0,85
+ 0,10	21,00
+ 0,075	14,25
+ 0,05	22,00
+ 0,04	5,25
- 0,04	36,20
	100,00

Estos resultados indican que la concentración permite obtener productos de alta calidad.

La granulometría acusa un contenido algo más bajo de los tamaños inferiores a 40 micrones, lo que puede resultar desfavorable para el posterior proceso de peletización y, por ello, será preciso remoler el concentrado.

Conclusiones

De todo lo anteriormente expuesto se deducen las siguientes conclusiones:

1.^a El sistema más eficaz para efectuar la concentración de estos minerales es el de separación magnética en húmedo a baja intensidad.

2.^a El grado de molienda más grueso que cabe emplear para obtener concentrados comerciales de 60 a 63 por 100 Fe, es el de 0,50 mm.

3.^a La molienda más conveniente para obtener concentrados de 67 a 69 por 100 Fe es la inferior

a 0,25 mm., con una granulometría análoga a la consignada en el ensayo «D».

El empleo de moliendas más finas no es conveniente, pues si bien puede producir un ligero aumento en la ley del concentrado, el rendimiento disminuye, no sólo por la mayor dificultad de concentración de las partículas más finas, sino por la pérdida de una parte de la martita, que al quedar liberada, no responde a la concentración magnética y se pierde con el estéril.

4.^a La preconcentración del mineral empleando moliendas más gruesas no la consideramos conveniente, pues, a causa del grado de finura en que se presenta la mineralización y la ganga, y de la distribución muy uniforme de ambas, no es posible conseguir una liberación sustancial de la magnetita por encima de 0,50 mm.

5.^a La marcha a seguir en la concentración y los resultados que podrán obtenerse en la práctica serán, con ligeras variaciones, los que se indican en el ensayo «D».

Recibido el 26-IV-68.

Garantía de precisión en los clasificadores de minerales

por A. SEMELAS ARROYO y J. L. LEDESMA ZULOAGA

RESUMEN

Para cifrar la garantía de exactitud en la clasificación de minerales, arenas, etc., se propone la adopción del coeficiente Kappa, que basado en las curvas de Tromp, proporciona un número característico a cada máquina, y es independiente del punto de separación, así como de la composición del producto.

Se incluye un ejemplo de su determinación en la práctica, y se adjunta una tabla de equivalencias con otros criterios semejantes que son empleados también normalmente.

RÉSUMÉ

Pour chiffrer la garantie d'exactitude dans la classification de minerais, sables, etc., on propose le coefficient Kappa, qui partant des courbes de Tromp, fournit un chiffre caractéristique de chaque machine, independant du point de separation et de la composition du produit.

On montre dans une exemple sa determination pratique et dans un tableau l'equivalence d'autres coefficients semblables utilisés normalment.

SUMMARY

In order to evaluate the guarantee of precision in mineral separation, the utilization of Kappa coefficient is suggested.

Steming from Tromp curves, Kappa coefficient provides a characteristic number for each machine, which is independent of the sizing point and of the product composition. Practical example and table showing correlation with other coefficients commonly used are included.

INTRODUCCIÓN

La precisión en la clasificación de ciertos minerales es no sólo una necesidad económica, sino una condición imprescindible para obtener determinadas calidades; como sucede en la obtención de abrasivos, arenas (para filtros, vidrios, fundiciones y hormigones) y en explotaciones mineras, como las de caolines, fosfatos, grafitos, carbones, etc.

La clasificación puede llevarse a cabo con maquinaria y procedimientos distintos según las características de tamaño, densidad, forma, etc., que

tengan el todo-uno y los productos. Pero en todo caso es fundamental, para poder establecer un criterio lógico de selección, disponer de un número que nos indique el grado de exactitud que el fabricante de la máquina garantiza. Este número, para ser verdaderamente útil, ha de ser característico de la máquina, e independiente —dentro de amplios límites—, de la composición del todo-uno y de los puntos de corte que se escojan.

En la Conferencia Internacional de Preparación del Carbón, celebrada en París, en junio de 1950, se propuso a la Asociación Internacional de Nor-

mas un método para determinar la precisión de separación por densidades, basado en las curvas de Tromp. (1).

Posteriormente, el Dr. Eder (2) ha generalizado el método a procesos de separación por tamaños, velocidades de caída o centrifugas, etc., demostrando la posibilidad de llegar a un coeficiente de dispersión único.

CURVA DE TROMP

Para mayor claridad de exposición vamos a considerar una clasificación elemental por tamaños, como puede ser la separación de un producto en dos fracciones: una fina, con partículas inferior-

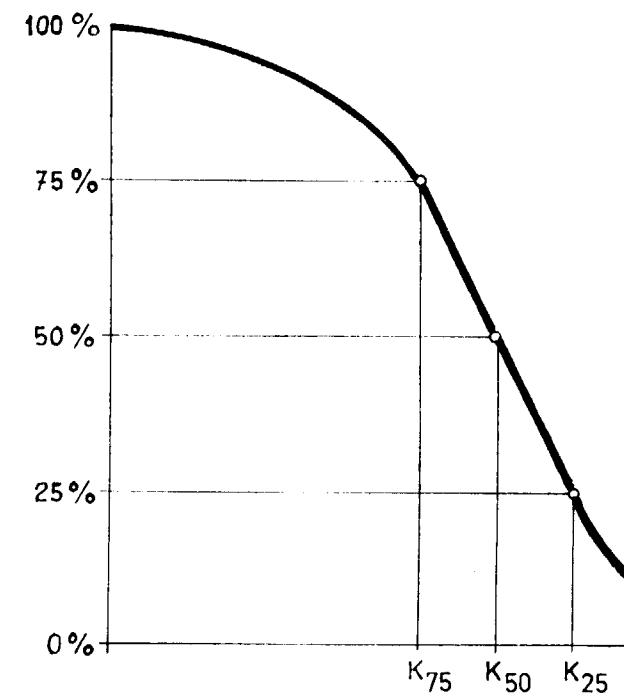


Fig. 1.

res al tamaño de corte, y otra gruesa, con tamaños superiores.

En la práctica, la clasificación no puede ser perfecta. Siempre existe un cierto porcentaje de granos que se «extravían». Es decir, que toda par-

(1) K. F. TROMP, *Neue Wege für die Beurteilung der Aufbereitung von Steinkohlen*. Glückauf, 73 (1937), 125.

(2) EDER. *Precision of Separation with Different Methods of Decantation*. «Z. Erzberg. u. Metallk.», 1951 (vol. IV, número 4).—*Precision in Mineral Separation*. «The Mining Magazine», abril 1952.—*Probleme der Trennschärfe*. «Aufbereitung-Technik» (1961), núms. 3, 4, 8, 11 y 12.

tícula de tamaño K, al entrar en un clasificador determinado, tiene x % de probabilidades de pasar a la fracción fina, y una probabilidad complementaria y % de pasar a la fracción gruesa (siendo $x + y = 100$).

Para un determinado punto de corte, puede trazarse una curva de Tromp, llevando en abscisas los valores de K (tamaños de granos) y en ordenadas los valores de la probabilidad que estos granos de tamaño K tienen de pasar a la parte fina. (Podría también trazarse una curva de Tromp complementaria a la anterior, llevando en ordenadas las probabilidades de paso a la fracción gruesa.)

En el primer caso se consigue una curva de Tromp como la indicada en la figura 1.

Las curvas de Tromp tienen, entre otras, las siguientes propiedades:

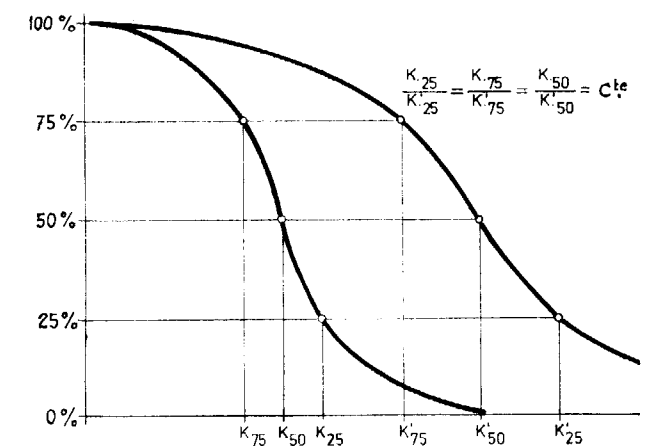


Fig. 2.

a) La curva parte del punto de probabilidad 100 % para el tamaño 0, y tiende asintóticamente hacia el eje de abscisas para tamaños crecientes.

b) A la abscisa K_{50} (punto de corte) corresponde siempre la ordenada 50 % (los granos, de tamaño igual al punto de corte, tienen las mismas probabilidades de pasar a la fracción fina o a la gruesa).

c) La curva de Tromp de una máquina, correspondiente a un valor del punto de corte, es prácticamente independiente de la composición granulométrica del todo-uno, según demuestra la experiencia.

d) Las curvas de Tromp de una máquina, correspondientes a puntos de corte distintos, son afines dentro de amplios márgenes, es decir: la relación de las abscisas de dos curvas, correspondiente a una misma ordenada, es constante, cualquiera que sea la ordenada (fig. 2).

e) Cuanto más vertical es la curva, para valores próximos al punto de corte, mayor es la exactitud de clasificación. La clasificación ideal (irrealizable en la práctica) vendría representada por la línea A B C D (fig. 3). La imperfección completa

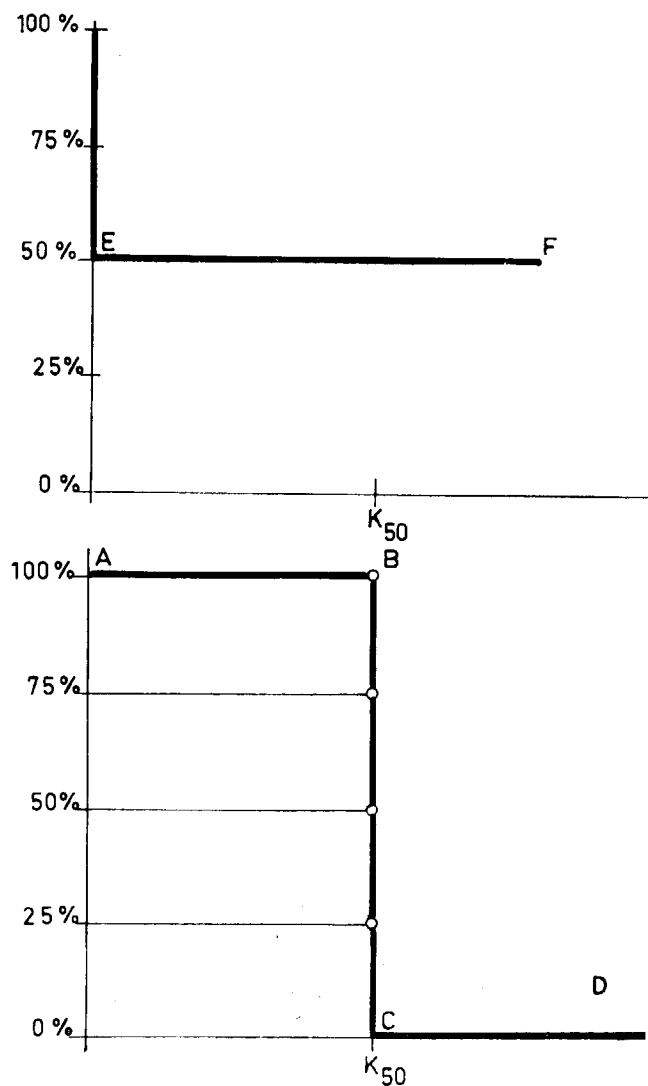


Fig. 3.

(igual probabilidad de que cada grano vaya a una fracción o a otra) es la horizontal de ordenada 50 %, línea E F (fig. 3).

f) Las curvas de Tromp pueden trazarse llevando en abscisas, en lugar de tamaños, densidades, velocidades de caída en un líquido determinado, o cualquier otra característica, según el tipo de clasificación que se emplee.

COEFICIENTE DE DISPERSIÓN KAPPA

Se define como coeficiente de dispersión Kappa de una máquina determinada, al cociente entre los tamaños de las partículas que tienen el 25 % y el 75 % de probabilidades de ir del todo-uno a la fracción fina: $25/75 = K_{25}/K_{75}$ (3).

Teniendo en cuenta las propiedades de la curva de Tromp indicadas anteriormente, este coeficiente es independiente de la composición del producto bruto que se tiene que clasificar (propiedad c) y del punto de corte que se aplique (propiedad d). Es por lo tanto un número característico de la máquina, que permite cifrar su garantía de exactitud en la clasificación.

Cuanto más se acerque a 1 el valor K_{25}/K_{75} , mayor será la precisión en la clasificación (en general se considera un valor $K_{25}/K_{75} = 1,8$ como una excelente clasificación). Valores crecientes de Kappa indicarán exactitudes menores, tendiendo hacia infinito para una clasificación nula.

Basados en la curva de Tromp, se han establecido otros coeficientes que son semejantes al Kappa 25/75, y cuyas equivalencias se indican en la tabla I.

COMPROBACIÓN EN LA PRÁCTICA DEL COEFICIENTE DE DISPERSIÓN KAPPA

Cuando una instalación industrial se halla en funcionamiento, los únicos datos que podemos determinar con seguridad son los análisis granulométricos de muestras tomadas del todo-uno y de cada una de las fracciones.

Para determinar la curva de Tromp se necesita conocer la proporción que el todo-uno tiene de cada fracción. Cuando el punto de corte no coincide con la malla de uno de los tamices del laboratorio, se puede seguir la mecánica operatoria que esquemáticamente exponemos a continuación:

— Se coge una muestra de la fracción fina y se determina su composición granulométrica. Sean $F_1, F_2, F_3,$ y en general F_n , los porcentajes referidos al total de la parte fina, correspondientes a cada intervalo 1, 2, 3, y en general n , comprendido entre dos cribas consecutivas ($\sum F_n = 100$).

— Se coge una muestra de la fracción gruesa y se determina su composición granulométrica. Sean

(3) Suelen escogerse arbitrariamente los valores 25 % y 75 %, por ser en general los más convenientes; pero pueden concurrir circunstancias determinadas que aconsejan tomar otros valores.

$G_1, G_2, G_3,$ y en general G_n , los porcentajes referidos al total de la parte gruesa, correspondientes a cada intervalo 1, 2, 3, y en general n , comprendidos entre dos cribas consecutivas ($\sum G_n = 100$).

— Se coge una muestra del material bruto y se determina su composición granulométrica. Sean $R_1, R_2, R_3,$ y en general R_n , los porcentajes referidos al total de material bruto, correspondientes a cada intervalo 1, 2, 3, y en general n , comprendidos entre dos cribas consecutivas ($\sum R_n = 100$).

— 1, 2, 3, y en general n , son las medias aritméticas de las aperturas de malla correspondientes a las cribas inmediatamente superior e inferior de cada intervalo.

— Los contenidos en producto fino y grueso en % referidos al total del producto bruto, que no conocemos, los llamaremos X e Y, respectivamente ($X + Y = 100$).

— De los datos F_n, G_n y R_n , y de las relaciones:

$$\frac{F_n X_n}{100} + \frac{G_n Y_n}{100} = R_n$$

$$X_n + Y_n = 100$$

se pueden determinar los valores teóricos:

$$Y_n = \left(\frac{R_n - F_n}{G_n - F_n} \right) \times 100$$

para cada intervalo. Con suficiente aproximación se pueden entonces deducir los valores

$$Y = \frac{\sum Y_n}{n} \quad \text{y} \quad X = 100 - Y$$

$F_n X/100$ es el % de producto de tamaño n (referido al total del todo-uno) que pasa a la fracción fina, y que llamamos f^n , ($\sum f^n = X$).

$G_n Y/100$ es el % de producto de tamaño n (referido al total del todo-uno) contenido en la fracción gruesa, y que llamaremos g_n ($\sum g_n = Y$).

La probabilidad que tiene el tamaño n de pasar a la fracción fina será, por lo tanto:

$$\frac{f_n}{R_n} \times 100$$

y con estos valores se dibuja la curva de Tromp.

El coeficiente de dispersión Kappa se determina dividiendo el tamaño que corresponde a 25 % de probabilidades por el tamaño correspondiente a 75 % de probabilidades,

Como es natural, se recomienda operar con el mayor número posible de muestras.

Cuando el punto de corte coincide con la aper-

ESCALA. 1 mm = 1% PROBABILIDAD DE PASAR A LA
1 mm : 0,020 mm.

DIAMETRO INTERIOR DE MALLA O SIMILAR	GRANO MEDIO DE LA FRACCION	MATERIAL BRUTO		FRACCION GRUESA		FRACCION FINA		FRACCION FINA	
		FRACCION GRUESA	FRACCION FINA	FRACCION GRUESA	FRACCION FINA	FRACCION GRUESA	FRACCION FINA		
2,5	4,2	3	8	38	2,7				
1,6	2,05	10	30	33	10,2				
1	1,3	10	27	0,2	3,7	9,2	0,13		
0,63	0,81	12	29	3,8	3,3	9,9	2,5		
0,4	0,51	15	5	20	3,3	1,7	13,2		
0,25	0,32	17	1	27	3,9	0,34	17,8		
0,16	0,205	15		22	3,2		14,5		
0,1	0,13	5		9	4,4		6,0		
0,063	0,081	5		7	2,9		4,6		
0,04	0,051	4		6	3,3		4,0		
	(0,013)	4		5	2,0		3,3		
					\sum		37,1		

- ① = Y_n
- ② = R_n
- ③ = G_n
- ④ = F_n
- ⑤ = g_n
- ⑥ = f_n
- ⑦ = Y

$$\textcircled{1} = \frac{\textcircled{2} - \textcircled{4}}{\textcircled{3} - \textcircled{4}} \times 100$$

$$\textcircled{5} = \frac{\textcircled{3} \cdot \textcircled{7}}{100}$$

$$\textcircled{6} = \frac{\textcircled{4} (100 - \textcircled{7})}{100}$$

$$\textcircled{7} = \frac{\textcircled{8}}{n}$$

$n = \text{n}^\circ \text{ DE SUMANDOS DE } \textcircled{1}$

KAPPA: $X \frac{25}{75} = \frac{K_{25}}{K_{75}} = \frac{0,78 \text{ mm}}{0,58 \text{ mm}} = 1,35$

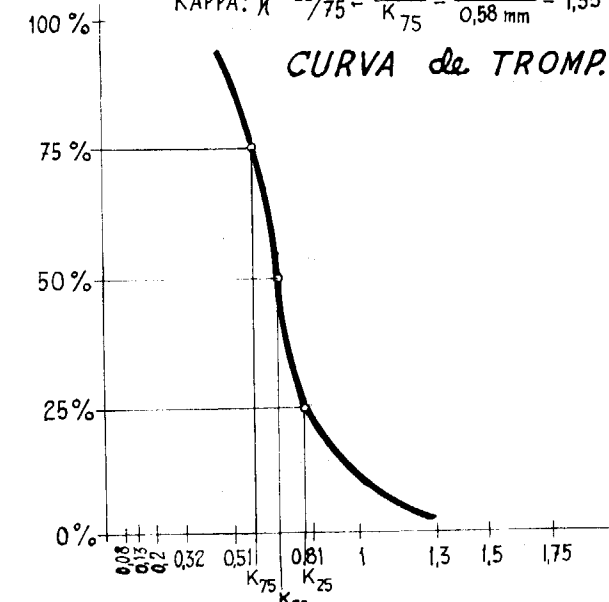


Fig. 4.

Tabla 1

Comparación de las cifras de precisión de separación, en una curva de Tromp ideal

Precisión de separación φ 85/65	Imperfección $\frac{75-25}{1/2 \varphi} = \frac{50}{\varphi}$	Dispersión α relativa $\frac{Q_{80}}{84-16} = \frac{1/2 \varphi}{30}$	Kappa φ 25/75	Limite en el oversize φ 99/50	Limite en el undersize φ 10,50	Fración mínima al producto activo	Precisión de separación φ 85/65	Imperfección $\frac{75-25}{1/2 \varphi} = \frac{50}{\varphi}$	Dispersión α relativa $\frac{Q_{80}}{84-16} = \frac{1/2 \varphi}{30}$	Kappa φ 25/75	Limite en el oversize φ 99/50	Limite en el undersize φ 10,50	Fración mínima al producto activo
P %	I		x			T %	P %	I		x			T %
0				7,04		35,0	51	0,569	0,842	3,63	2,96		11,8
1				6,92		34,7	52	0,553	0,819	3,47	2,91		11,1
2				6,80		34,4	53	0,538	0,797	3,33	2,85		10,5
3				6,69		34,1	54	0,523	0,775	3,19	2,80	0,007	9,85
4				6,57		33,8	55	0,509	0,753	3,07	2,75	0,035	9,21
5				6,46		33,5	56	0,494	0,732	2,95	2,70	0,062	8,60
6				6,35		33,2	57	0,480	0,711	2,84	2,65	0,089	7,98
7				6,25		32,9	58	0,466	0,690	2,74	2,60	0,116	7,35
8				6,14		32,5	59	0,452	0,669	2,65	2,56	0,142	6,74
9				6,04		32,2	60	0,438	0,649	2,56	2,51	0,169	6,16
10				5,94		31,9	61	0,424	0,629	2,47	2,46	0,194	5,58
11				5,84		31,5	62	0,411	0,609	2,39	2,42	0,220	5,02
12				5,74		31,2	63	0,398	0,589	2,32	2,37	0,245	4,48
13				5,65		30,8	64	0,385	0,570	2,25	2,32	0,270	3,95
14				5,56		30,5	65	0,372	0,550	2,18	2,28	0,295	3,46
15				5,46		30,1	66	0,359	0,531	2,12	2,24	0,319	3,00
16				5,37		29,7	67	0,346	0,513	2,06	2,19	0,343	2,56
17				5,28		29,3	68	0,334	0,494	2,00	2,15	0,366	2,16
18				5,20		29,0	69	0,321	0,476	1,95	2,11	0,390	1,79
19				5,11		28,6	70	0,309	0,458	1,89	2,07	0,413	1,45
20				5,03		28,2	71	0,297	0,440	1,84	2,02	0,436	1,15
21				4,94		27,8	72	0,285	0,422	1,80	1,98	0,459	0,90
22				4,86		27,3	73	0,273	0,405	1,75	1,94	0,481	0,68
23				4,79		26,9	74	0,262	0,388	1,71	1,90	0,503	0,49
24				4,70		26,5	75	0,250	0,371	1,67	1,86	0,525	0,35
25				4,62		26,0	76	0,239	0,354	1,63	1,82	0,546	0,24
26				4,54		25,6	77	0,228	0,337	1,58	1,78	0,568	0,15
27				4,47		25,1	78	0,217	0,321	1,55	1,75	0,589	0,091
28	0,986		128,0	4,40		24,7	79	0,206	0,304	1,52	1,71	0,610	0,051
29	0,965		53,5	4,32		24,2	80	0,195	0,288	1,48	1,67	0,630	0,026
30	0,944		33,7	4,25		23,7	81	0,184	0,272	1,45	1,63	0,651	0,012
31	0,923		24,6	4,17		23,2	82	0,173	0,257	1,42	1,60	0,671	0,005
32	0,903		19,3	4,11		22,7	83	0,163	0,241	1,39	1,56	0,691	0,002
33	0,883		15,9	4,04		22,2	84	0,152	0,226	1,36	1,52	0,711	0,0005
34	0,863		13,5	3,97		21,7	85	0,142	0,210	1,33	1,49	0,730	0,0001
35	0,844		11,7	3,91		21,2	86	0,132	0,195	1,30	1,45	0,750	
36	0,825		10,3	3,84		20,6	87	0,122	0,180	1,28	1,42	0,769	
37	0,806		9,25	3,78		20,1	88	0,112	0,166	1,25	1,39	0,788	
38	0,787		8,36	3,71		19,5	89	0,102	0,151	1,23	1,35	0,806	
39	0,769		7,62	3,65		19,0	90	0,0922	0,137	1,20	1,32	0,825	
40	0,751		7,00	3,59		18,4	91	0,0826	0,122	1,180	1,285	0,843	
41	0,733		6,47	3,53		17,9	92	0,0730	0,108	1,157	1,252	0,861	
42	0,716		6,01	3,47		17,3	93	0,0636	0,0941	1,136	1,219	0,879	
43	0,698		5,61	3,41		16,7	94	0,0542	0,0803	1,115	1,187	0,897	
44	0,681		5,26	3,35		16,1	95	0,0449	0,0665	1,094	1,155	0,915	
45	0,665	0,984	4,95	3,29		15,5	96	0,0358	0,0530	1,074	1,123	0,932	
46	0,648	0,960	4,67	3,23		14,9	97	0,0267	0,0395	1,055	1,092	0,949	
47	0,632	0,936	4,42	3,18		14,3	98	0,0177	0,0262	1,036	1,061	0,966	
48	0,616	0,912	4,19	3,13		13,6	99	0,0088	0,0130	1,018	1,030	0,983	
49	0,600	0,888	3,99	3,08		13,0	100	0	0	1	1	1	0
50	0,584	0,865	3,80	3,01		12,4							

tura de los tamices de laboratorio, la proporción de fracción gruesa y fina en cada muestra de todo-uno se deduce directamente. Como valores de X e Y se puede entonces aceptar la media de los valores de estas proporciones, correspondientes a varias muestras.

Ejemplo.

En la figura 4 damos un ejemplo, obtenido con un clasificador hidráulico vertical por deflectores, para un punto de corte de 0,68 mm. (la apertura de malla más próxima es de 0,63 mm. en los tamices de norma DIN usados). El coeficiente de dispersión Kappa 25/75 = 1,35 corresponde a un grado de exactitud que es difícil conseguir en la práctica.

Es evidente que un coeficiente como el Kappa, o como otro equivalente, que no dependa prácticamente ni de la composición del todo-uno ni, sobre todo, del punto de corte, permite calibrar la calidad intrínseca de un procedimiento o de una

máquina de clasificación. Esto no se puede lograr estableciendo valores límites absolutos en % de extraviados, ya que este % depende fundamentalmente, para una misma máquina y un mismo procedimiento, de que el punto de corte se haga en un tamaño en donde haya acumulación de partículas o no (valores reducidos de este % no corresponden forzosamente a una buena clasificación, pues puede ocurrir que el punto de corte coincida con una depresión de la curva granulométrica, y por lo tanto se esté encubriendo una mala clasificación).

En realidad un fabricante podrá garantizar, en general, un coeficiente Kappa de su maquinaria, pero sólo podrá garantizar un % máximo de extraviados, cuando la composición del todo-uno y el punto de corte estén perfectamente determinados. Estos dos puntos son difíciles en la práctica, pues el todo-uno suele variar a lo largo de una explotación y el punto de corte hay que cambiarlo generalmente, al cambiar las condiciones de la explotación.

Recibido 10-III-68.

Investigaciones hidrológicas en la cuenca del Guadalquivir

Nota informativa sobre un sondeo en Las Marismas

por C. RUIZ CELAA (*)

RESUMEN

Se trata del primer sondeo artesiano con agua dulce realizado en Las Marismas del Guadalquivir (margen derecha), por el Proyecto de Investigaciones Hidrogeológicas de la cuenca del Guadalquivir.

El sondeo tiene una longitud de 150 metros, y el acuífero aprovechado se encuentra entre los 65 y 80 metros de profundidad.

El caudal teórico máximo obtenido con las pruebas de bombeo es de 120 l/s., con un descenso de 65 metros. El agua obtenida presenta un residuo seco de 0,245 g/l.

RESUMÉ

Il s'agit du premier sondage artésien avec eau douce, réalisé dans les Marismas du Guadalquivir (rive droite), par le Projet de Recherches Hydrogéologiques du Bassin du Guadalquivir.

Le sondage a une longueur de 150 mètres et l'aquifère mis en valeur se trouve entre les 65 et 80 mètres de profondeur.

Le débit théorique maximum obtenu avec les essais de pompage est 120 l/seg. avec une dérive de 65 mètres. L'eau obtenue présente un résidu sec de 0,245 g/l.

Dentro de las investigaciones que se están efectuando en la cuenca del Guadalquivir, merece destacar el sondeo denominado BG-5, por ser el primero que ha suministrado agua dulce artesiana en las Marismas de la margen derecha del Guadalquivir, a unos cinco kilómetros de su límite Noroeste.

Se inició a pequeño diámetro (15 cm.), con obtención cuidadosa de muestras y testigos.

A la vista del corte geológico, se procedió a un primer ensanche, para poder probar los dos acuíferos cortados y obtener muestras de aguas independientes, para su análisis químico.

Dada la calidad de las mismas y las potencias respectivas de los acuíferos, se decidió explotar la inferior, constituida por gravas y arenas, y comprendida entre las profundidades 65 y 80 metros, aislando la superior, de parecida facies de terreno y comprendida entre los 42 y 47 m., mediante tubería de 350 mm. cimentada.

Se procedió después a la colocación, frente al acuífero a captar, de un filtro de 20 cm. de diámetro y del macizo de gravas correspondiente, desarrollando el sondeo, una vez terminado mediante compresor de aire.

El sondeo se comenzó el 27 de mayo de 1967 y se terminó el 8 de julio del mismo año. Por avería mecánica en el aparato no pudo realizarse en este sondeo testificación eléctrica.

Por último se realizó una prueba de bombeo a tres caudales distintos.

El sondeo es artésiano, con un nivel estático de 0,65 m. sobre la brida de la boca del sondeo, y dando un caudal libre para dicha depresión (0,65 m.) de unos 2 l/s.

Para la prueba de bombeo se utilizó una bomba sumergida, equipada con motor Diesel, y descendiendo el punto de aspiración a 29 m. de la boca de sondeo.

Las medidas de descenso se efectuaron con sonda eléctrica y las de caudal mediante un tubo de

Pitot acoplado a una tubería de 15 cm. con opérculo de 11,5 cm. en su extremo.

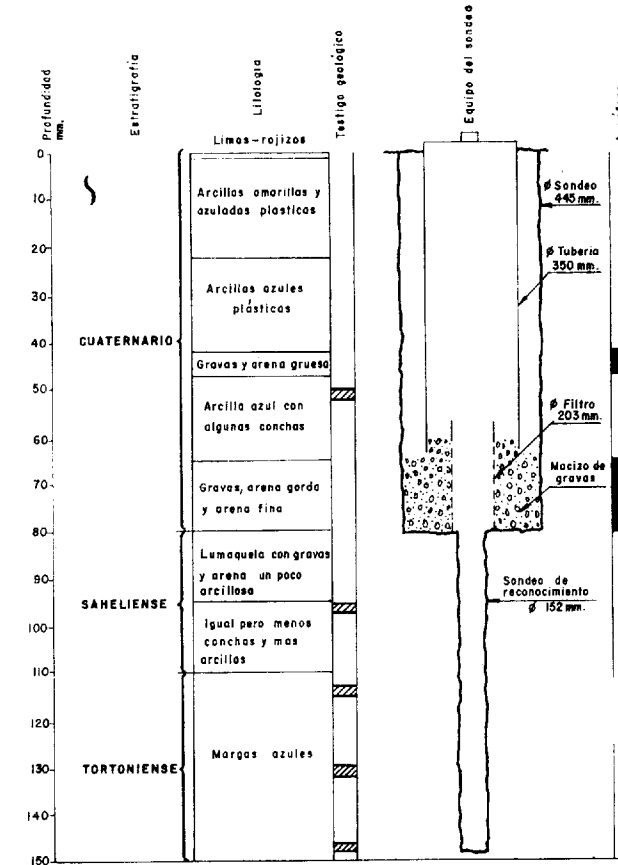
El bombeo se inició el 9 de julio del 67, a las veintitrés horas, terminando el 11 del mismo mes, a las veintitrés horas, es decir, cuarenta y ocho horas de bombeo repartidas como sigue:

Depresión: $\Delta S_2 = 10,60$ m. (No estabilizado).

Tercer caudal:

Tiempo de duración = 40 horas.
Caudal: $Q_3 = 41'6$ l/s.
Depresión: $\Delta S_3 = 1,60$ m. (Casi estabilizado).

Las medidas, durante los tres caudales, se distribuyeron según la columna de tiempos de la tabla adjunta, llevándose a un gráfico semilogarítmico los valores de tiempo (t) en seg., en abscisas y



ANÁLISIS QUÍMICOS — DATOS EN mg./l.

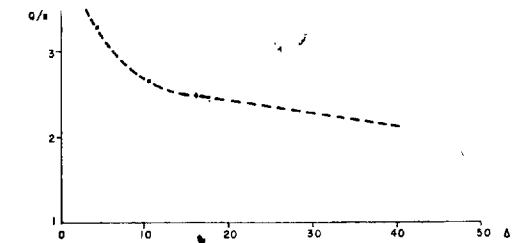
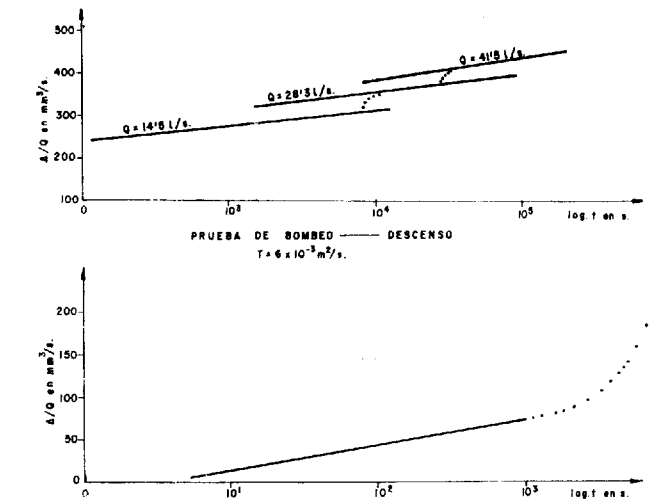
	Residuo seco a 150°C	CL	CO ₃	SO ₄	Mg	Na	K	Ca
1ª Capa acuífera entre 42 y 47 m.	1,360	626	107	63	30	350	16	88
2ª Capa acuífera entre 65 y 80 m.	245	46	96	25	8	42	2	39

Primer caudal:

Tiempo de duración = 2 horas.
Caudal: $Q_1 = 14,5$ l/s.
Depresión: $\Delta S_1 = 4,40$ m. (Casi estabilizado).

Segundo caudal:

Tiempo de duración = 6 horas.
Caudal: $Q_2 = 28,3$ l/s.



2ª CAPA ACUIFERA (65 a 80 m.)

NIVEL ESTÁTICO = + 0'65 (ARTESIANO)
TRANSMISIVIDAD = 6×10^{-3} m²/s.
PERMEABILIDAD = 4×10^{-4} m/s.
CAUDAL DE EXPLOTACION POSIBLE = 80 l/s. con descenso de 40 m.
CAUDAL TEORICO MAXIMO = 120 l/s. con descenso de 65 m.

depresión específica (S/G) en ordenadas, construyéndose así el gráfico de descenso. De dicho gráfico aplicando la fórmula $T = \frac{0,183}{\Delta_a S/Q}$, en la que

(*) Ingeniero de Minas del Proyecto del Guadalquivir.

El problema de la elección de combustible para la producción de energía eléctrica

por R. CENTENO GONZALEZ (*)

RESUMEN

El mercado de la electricidad será en los próximos años la zona más importante de competencia entre el carbón, el petróleo y la energía nuclear. El artículo trata de delimitar las ventajas e inconvenientes que en el momento actual puede presentar la utilización de cada una de estas energías primarias en la generación de electricidad, proponiéndose soluciones para incrementar la participación de los combustibles nacionales en la producción termoeléctrica.

INTRODUCCIÓN

Una de las características fundamentales del panorama energético nacional, la constituye el continuo y rápido crecimiento de la demanda de energía eléctrica. Actualmente, la electricidad representa más de un tercio del consumo total de energía, el 41 por 100 en 1966, y dado el ritmo de expansión que ha venido registrándose en los últimos años, la producción de electricidad llegará probablemente al doble en 1973 y al triple en 1980-81.

El sistema eléctrico español, preponderantemente hidráulico, está convirtiéndose gradualmente en preponderantemente térmico —Cuadro número 1—, ya que cada vez van escaseando más los lugares adecuados para la producción de energía hidroeléctrica, estimándose que hacia 1980 es-

tarán prácticamente explotados todos los aprovechamientos hidráulicos. El potencial neto máximo realmente instalable, se ha estimado recientemente en 19.000 Mw por la Dirección General de Obras Hidráulicas, y en 16.500 Mw por un estudio de UNESA realizado en 1957, cifras cualesquiera de ellas que confirman lo anteriormente expuesto.

El hecho de que por estas causas la nueva potencia a instalar haya de ser cada vez en mayor grado de carácter térmico, convierte a la energía eléctrica en la pieza clave de la futura política energética, y ello por las dos razones siguientes:

a) Existencia de un mercado masivo de combustibles, con una tasa de expansión superior a la de cualquier otro consumo energético.

b) Elevada elasticidad de elección, lo que no ocurre en otros tipos de consumos, donde la fuen-

CUADRO 1

AÑOS	Potencia instalada al final de cada año Mw			Porcentaje de participación de cada clase de potencia		
	Hidro-eléctrica	Termo-eléctrica	Total	Hidro-eléctrica	Termo-eléctrica	Total
1955	3.166	993	4.129	76,0	24,0	100
1960	4.600	1.967	6.567	70,0	30,0	100
1965	7.166	2.978	10.144	70,6	29,4	100
1966	7.680	3.457	11.137	68,9	31,1	100
1967	8.222	4.677	12.899	63,7	36,3	100

(*) Ingeniero de Minas y Ldo. en Ciencias Económicas.

te energética no puede ser fácilmente reemplazada por combustibles alternativos.

En definitiva, el mercado de la electricidad será en los próximos años la zona más importante de competencia entre el carbón, el petróleo y la energía nuclear, hasta que los avances previsibles en este último campo desplacen prácticamente a los otros dos, como fuente de energía primaria, para la producción de energía eléctrica.

En los párrafos que siguen trataremos de delimitar las ventajas e inconvenientes que en el momento actual puede presentar la utilización de cada una de las posibles fuentes de energía primaria: uranio, petróleo y combustibles sólidos, en la generación de energía termoeléctrica, ya que el precio y las condiciones en que se obtenga el kwh pueden ser muy diferentes según la energía primaria empleada y su forma de utilización, y siendo, por otra parte, la electricidad uno de los más importantes factores de la producción en la moderna industria, estas desviaciones habrán de influenciar en mayor o menor grado a todo el sistema económico. Otros factores básicos para la economía nacional, tales como el aprovechamiento de los recursos energéticos propios y la seguridad y el coste del abastecimiento exterior con sus repercusiones sobre el grado de autonomía y el equilibrio de la balanza comercial, pueden variar también dentro de amplios límites según el tipo de energía a utilizar.

Vamos a analizar, pues, a continuación, las características y disponibilidades de cada una de las energías primarias mencionadas.

1. URANIO

1.1. Consideraciones sobre las reservas.

Actualmente las únicas primeras materias empleadas para obtener el combustible que se utiliza en los reactores nucleares son los minerales de uranio, y en un próximo futuro existe la posibilidad de utilizar los minerales de torio.

Las reservas conocidas en España de U₃O₈, en el momento actual, son las siguientes:

Precio por libra de U ₃ O ₈	Reservas razonablemente aseguradas (Tm)	Reservas posibles (Tm)
5-10 \$	10.000	—
10-15 \$	—	36.000
15-30 \$	—	225.000

Los recursos correspondientes a la franja de 5-10 dólares son bien conocidos, y realmente son las únicas reservas con las que efectivamente podemos contar para basar nuestros razonamientos.

La segunda franja además de comprender precios que hoy día no son competitivos en el mercado mundial, es mucho más aleatoria, en primer lugar no está adecuadamente reconocida, y en segundo lugar una parte importante de los mismos procede de lignitos, por lo cual será previamente necesario quemar dichos lignitos en una central térmica y recuperar el U₃O₈ de las cenizas.

Finalmente, la tercera franja, no es actualmente explotable, pues se refiere a un macizo de cuarcitas en Despeñaperros, con un contenido que oscila entre el 0,03 y el 0,07 por 100 de U₃O₈, por ello creemos que de momento sólo puede considerarse como un recurso energético potencial.

Estas reservas son insuficientes para basar en ellas un programa nuclear amplio, en efecto, los tres reactores en construcción hasta el momento tienen una potencia conjunta de:

Zorita	160 Mw
Santa María	460 Mw
Vandellós	500 Mw
TOTAL	1.120 Mw

Suponiendo una vida media de las centrales de veinticinco años, que la recarga anual será inicialmente un tercio de la carga inicial, y que recuperando el combustible irradiado para su posterior reciclado, las necesidades disminuirán de un 2 por 100 a partir de 1974 y a un 12 por 100 a partir de 1980; el combustible total requerido para el funcionamiento de estas tres centrales será, aproximadamente, el siguiente:

	Tm de U ₃ O ₈						
Carga inicial	952						
Recarga durante 24 años	<table border="0"> <tr> <td>2 × 313</td> <td>626</td> </tr> <tr> <td>5 × 307</td> <td>1.535</td> </tr> <tr> <td>17 × 276</td> <td>4.692</td> </tr> </table>	2 × 313	626	5 × 307	1.535	17 × 276	4.692
2 × 313	626						
5 × 307	1.535						
17 × 276	4.692						
TOTAL	7.805						

Con esto, quedarían muy reducidos nuestros recursos correspondientes a la franja de 5 a 10 dólares por libra, por lo que los precios a que se obtengan las producciones futuras habrán de basarse en costes superiores del combustible, si es que pretenden utilizar el uranio nacional.

En el caso de que el combustible fuera importado, vamos a tratar de evaluar las líneas generales de la tendencia del mercado mundial en el próximo decenio.

En un trabajo presentado recientemente por Canadá en el Atomic Industrial Forum, de Chicago, se concluía que a partir de 1973, el consumo anual

de uranio, sin contar los países del bloque socialista, excederá a la producción, y hacia 1980 se presume que el déficit será de unas 100.000 toneladas al año. Se espera que el consumo anual de uranio en el mundo sea en 1980, casi veinte veces mayor que ahora, mientras que el régimen actual de producción, con las reservas conocidas, apenas se duplicará.

Actualmente, las reservas de óxido de uranio, que se pueden extraer y elaborar a precios de hasta 10 dólares por libra, suponen unas 600.000 toneladas cortas, y los Estados Unidos, solamente, estiman que para poder satisfacer su demanda interior, deben descubrir otras 500.000 toneladas adicionales entre 1967 y 1980, es decir, casi el total descubierto hasta el momento en el mundo occidental.

El resultado combinado de la insuficiencia de recursos uraníferos en los países occidentales, no puede ser más que una presión considerable sobre el mercado mundial, lo que evidentemente derivará hacia un alza de precios o incluso un estrangulamiento de los suministros para algunos países cuya posición negociadora, como en nuestro caso, no sea demasiado fuerte.

De todo este panorama creemos que pueden desprenderse dos conclusiones importantes:

a) Insuficiencia de nuestros recursos de óxido de uranio para la realización de un programa nuclear amplio, que unido a lo expuesto en el punto b), hace absolutamente necesario el invertir durante los próximos años, cantidades crecientes en la exploración de las posibilidades uraníferas de nuestro subsuelo.

b) Desfavorables perspectivas futuras del mercado mundial del uranio, por lo que sería aconsejable aprovechar la actual coyuntura del mismo para adquirir en el exterior las primeras cargas de los reactores que se van a poner en marcha, aunque no fuera esta la idea que precedió a su construcción.

1.2. Consideraciones sobre el coste de la energía nuclear.

El coste de producción de electricidad de origen térmico, tanto si la central es clásica como nuclear, se compone esencialmente de tres elementos:

- Las cargas de inmovilización de capital.
- El costo del ciclo de combustible.
- Los gastos de explotación y entretenimiento.

En los tres tipos de reactores que pueden ser considerados actualmente como «industrialmente probados»; reactores de agua a presión, agua en ebullición y grafito-gas, utilizando los dos prime-

ros uranio enriquecido y el tercero uranio natural; los elementos del coste para aquellos que se instalen a principio de los años 70, y con potencias superiores a los 400 Mw, son los siguientes:

Uranio enriquecido (agua ligera en ebullición o a presión).
 Costo de instalación 175 \$/kWe
 Costo del ciclo de combustible (1) 2 mills/kWh
 Cargas de explotación y entretenimiento de 5 a 8 \$/kWe instalado

Uranio natural (gas-grafto).
 Costo de instalación 250 \$/kWe
 Costo del ciclo de combustible. 1,6 a 2 mills/kWh
 Cargas de explotación y entretenimiento de 4 a 7 \$/kWe instalado

Para efectuar una comparación de la competitividad de estas centrales con las térmicas a bocamina, constituidas también a principios de los años 70, partiremos de los siguientes datos:

Costo de instalación 125 \$/kWe
 Consumo específico de combustible 2.100 kcal/kWh
 Cargas de explotación y entretenimiento. 4 \$/kWe

En estas condiciones, se puede estimar el nivel de precios puesto en central de la t. e. c. de 7.000 kcal/kg., que permita a una central térmica de carbón el producir electricidad al mismo precio que las centrales nucleares consideradas anteriormente.

Para tener en cuenta los diferentes tipos de interés que pueden darse y períodos de amortización más o menos largos, se han definido tres hipótesis de cargas de inmovilización anual en tanto por ciento del capital invertido. Y suponiendo en cada una de estas dos nuevas hipótesis de utilización de la potencia de 6.000 y 7.000 horas, obtenemos el cuadro de la página siguiente.

Frente a un precio de unos 10 dólares por t. e. c. (al cambio actual de 70 pesetas por dólar, que viene a ser el precio medio pagado en central al carbón nacional en las térmicas más representativas, parece posible la competitividad de las centrales a bocamina con las nucleares, durante algunos años, incluso para las cargas de inmovilización más bajas, que por otra parte son las que debemos considerar para el caso de España, ya que con una elevada tasa de expansión de las inversiones eléctricas, dentro de un sistema económico marcadamente inflacionista, se puede demostrar que el beneficio máximo se obtiene alargando todo lo posible el período de amortización.

Sin embargo, esta ventaja económica, que en el momento actual parece ofrecer el carbón a boca-

	Cargas de inmovilización anual en % del capital invertido					
	8.6 %		10 %		13 %	
	Utilización 6.000 h/a	7.000 h/a	Utilización 6.000 h/a	7.000 h/a	Utilización 6.000 h/a	7.000 h/a
Precio de la t. e. c. asegurando la equivalencia entre una central térmica y una nuclear para centrales puestas en servicio a partir de 1970	10,7 \$	10,1 \$	10,8 \$	10,2 \$	12,1 \$	11,3 \$

mina sobre la energía nuclear, queda anulada para las empresas productoras de energía eléctrica, por dos tipos de razones:

a) Las centrales quemando carbón deben ser instaladas necesariamente en las cuencas mineras, lo que obliga a construir redes de transporte, para llevar la energía a los centros consumidores, lo que supone unas inversiones adicionales y unas pérdidas que no tienen lugar en el caso de las centrales nucleares, cuya localización sólo está condicionada en la práctica por la existencia de agua de refrigeración.

b) Inseguridad por parte de las empresas eléctricas de la evolución futura del precio del carbón, punto muy importante dado que la vida útil de la planta puede ser de veinticinco o treinta años.

Una posible solución a estos dos problemas, será estudiada al tratar del carbón, pero evidentemente habrá de ser tomada en breve plazo, ya que el tiempo va netamente a favor de las centrales nucleares.

Actualmente, en Inglaterra, país de mayor producción electronuclear del mundo, se tienen fundadas esperanzas de que en un próximo futuro las centrales con reactores avanzados de gas (A. G. R.) producirán energía a un coste que aventajará un 30 por 100 al de centrales de carbón y un 13 por 100 a las de fuel-oil, lo que ha cristalizado en que de un 10 por 100 del total que supone la capacidad nuclear programada en Gran Bretaña en el período 1966-70, se pase a un 35 por 100 en 1970-75, y a un 60 por 100 en 1975-80.

1.3. Consideraciones sobre otros factores distintos del coste.

Además de los factores estrictamente de costos, que son los únicos que las empresas lógicamente consideran, hay otro tipo de razones que pueden aconsejar la adopción de una determinada política de construcción de centrales, sobre todo, cuando como en este caso, pueden elegirse otras alternativas incluso más económicas en el momento actual.

Así, desde un punto de vista global, en las cen-

trales nucleares, las inversiones y sus remuneraciones representan aproximadamente un 70 por 100 del costo de producción de kWh, mientras que este concepto no representa más que el 48 por 100 en centrales convencionales. Por el contrario, los gastos de combustibles suponen en las centrales clásicas un 47 por 100 del coste del kWh, y en las nucleares sólo un 27 por 100. Esto, que puede ser ventajoso o desventajoso para la economía nacional, según el grado de desarrollo tecnológico del país y sus recursos uraníferos, es, en el caso de España, netamente desventajoso, pues aún suponiendo que el combustible fuera nacional, lo que ya hemos visto que no será posible, si se construyeran nuevos reactores, casi el 70 por 100 del coste del kWh tendría que ser pagado en divisas.

Este hecho coloca a estas centrales al mismo nivel que las de fuel-oil, en lo que respecta al coste en divisas de los kWh producidos por ellas, aunque poseen la ventaja de proporcionar al país una mayor seguridad en caso de interrupciones en los suministros de combustible.

Por otro lado, además de que los nuevos tipos de reactores, como el A. G. R. británico, sean susceptibles de suministrar a la red en un próximo futuro energía eléctrica más barata que la producida por centrales convencionales, parece bastante claro que a principio de los años 80 podrán estar a punto los reactores reproductores rápidos, que permitirán aprovechar de un 50 a un 75 por 100 de la energía contenida en el uranio, contra menos del 1 por 100 en los reactores actuales, y teniendo en cuenta que en los momentos actuales no existen problemas graves de abastecimiento de otros combustibles, parece una medida de prudencia el preservar nuestros recursos de uranio hasta la entrada en el mercado de este nuevo tipo de reactores, con lo que el potencial energético aprovechable de nuestras reservas uraníferas podría multiplicarse por 50 ó 75.

Una justificación importante, que desde el punto de vista nacional puede tener la construcción de centrales nucleares, son las finalidades científicas o las finalidades militares. La formación de cuadros técnicos que permitan aumentar nuestros co-

nocimientos en energía nuclear y desarrollar una amplia investigación en este campo de vanguardia, debería ser uno de los primeros objetivos de nuestra política nuclear.

Las centrales adquiridas recientemente no están concebidas en la práctica a ninguno de estos fines, aunque puedan servir parcialmente para ellos.

Y finalmente podemos mencionar, la dificultad que supone el introducir en un sistema eléctrico aún reducido, como el español, potencias unitarias de 500 ó 600 Mw, por otra parte las mínimas económicamente aconsejables en este tipo de reactores, cuya salida de servicio no programada puede poner en un grave aprieto el suministro eléctrico a amplias zonas del país. Evidentemente, podrá objetarse que esto ocurrirá también para centrales convencionales, pero en éstas los tamaños mínimos pueden ser algo más bajos, y las probabilidades de fallo menores, ya que en general se trata de centrales con una mayor experiencia sobre su funcionamiento.

De todo lo expuesto hasta el momento respecto a la utilización de la energía nuclear, puede concluirse lo siguiente:

a) Posibilidad de obtener los kWh a un coste inferior, en el momento actual, empleando centrales convencionales.

b) No hay una necesidad apremiante de recurrir a la energía nuclear para nuestro abastecimiento de energía eléctrica.

c) La construcción de este tipo de centrales debería tener como objetivo básico la formación de cuadros técnicos en este nuevo campo, la investigación aplicada y la adaptación de nuestra industria a esta nueva tecnología.

2. PETRÓLEO

2.1. Consideraciones sobre el abastecimiento y la evolución del consumo.

Las reservas nacionales de estos combustibles pueden considerarse como inexistentes, ya que los últimos estudios realizados en el único campo «comercial» descubierto hasta el momento, sitúan las reservas de petróleo recuperable alrededor de los tres millones de Tm.; es evidente, por tanto, que por el momento, el consumo de estos productos ha de basarse exclusivamente en la importación.

En los últimos tres años, las importaciones de petróleo bruto han evolucionado de la manera siguiente:

Año	Millones de toneladas de crudo	Incremento respecto al año anterior
1964	11,8	—
1965	13,6	+ 15,2 %
1966	15,9	+ 16,9 %

Si a estas cantidades añadimos las importaciones de productos petrolíferos terminados, y descontamos las exportaciones y entregas a buques extranjeros, el costo neto en divisas que para la Economía española suponen estas importaciones es:

Año	Gasto neto en millones de dólares	Incremento respecto al año anterior
1964	174,5	—
1965	198,5	+ 13,7
1966	239,8	+ 20,8

Su importancia se desprende, pues, no solamente de sus valores actuales, 239.8 millones de dólares, sino de su elevada tasa de crecimiento anual.

En un país como España, con una balanza comercial crónicamente deficitaria, que tanto perjudica a la estabilidad externa o interna de toda la Economía, la procedencia de una partida importadora tan considerable, debería ser objeto de estudios mucho más detallados, sobre todo si tenemos en cuenta que una gran parte del petróleo lo constituyen los productos pesados que para bastantes usos son sustituibles por combustibles sólidos.

La estructura del consumo de productos petrolíferos en los últimos años ha evolucionado en la siguiente forma:

Consumo de productos petrolíferos en España (Tm.)

Productos	1963	1964	1965
Gases licuados	276.000	373.000	571.000
Gasolina	1.090.000	1.250.000	1.329.000
Keroseno	526.000	562.000	609.000
Gas-oil	2.210.000	2.545.000	2.823.000
Fuel-oil	4.230.000	4.859.000	5.811.000
Otros productos	466.000	628.000	682.000
	8.798.000	10.217.000	11.925.000

Fuente: S. N. del Combustible.

En ella, destaca claramente el fuel-oil, que supone casi el 50 por 100 del total de productos obtenidos. Dentro de este consumo de fuel-oil, el empleado en la producción termoeléctrica, operación en la que es claramente sustituible, supone un

porcentaje considerable y creciente tanto en términos absolutos como relativos, como puede observarse en el siguiente cuadro:

	Consumo de fuel centrales térmicas (Tm)	% del total consumido en España
1963	671.818	15,88
1964	1.016.100	20,91
1965	1.542.180	26,53

Vamos a comparar ahora la participación relativa del fuel-oil en la producción termoeléctrica, reduciendo todos los consumos a una unidad común: la tonelada equivalente de carbón de 7.000 kcal/kg. Para ello consideraremos los siguientes poderes caloríficos:

	Kcal/kg.
Poder calorífico del fuel-oil	10.250
Poder calorífico del lignito	3.350
Poder calorífico del carbón de más de 4.500 kcal/kg	5.750
Poder calorífico del carbón de menos de 4.500 kcal/kg	3.950

Estos valores se han obtenido como media de los combustibles empleados en centrales térmicas en el año 1966.

Con estos datos obtenemos el siguiente cuadro:

Participación de los distintos combustibles en la producción termoeléctrica (Miles de t. e. c.)

	Lignito	Carbón de menos de 4500 kcal/kg.	Carbón de más de 4500 kcal/kg.	Total carbones	Total fuel	% fuel
1962	668	627	798	2.093	1.114	34,7
1963	456	471	490	1.417	981	40,9
1964	739	710	1.012	2.461	1.483	37,6
1965	784	651	1.333	2.768	2.252	44,9
1966	684	490	1.077	2.251	2.057	47,7

Esto confirma de nuevo cómo la participación del fuel-oil en la producción termoeléctrica está sufriendo un notable incremento, tanto en términos absolutos como relativos.

2.2. Consideraciones sobre la competitividad entre centrales de fuel-oil y de carbón a bocamina.

A la vista de la tendencia seguida en el consumo de combustibles en centrales térmicas, tal como se desprende del párrafo anterior, cabe preguntarse

por la competitividad del carbón respecto al fuel-oil.

Examinando un estudio comparativo del costo del kWh entre centrales de fuel y carbón realizado por la C. E. E., y que partía de las siguientes bases:

- a) Consumo específico: 2.300 kcal/kWh bruto.
- b) Grado de utilización, de 0,5 (4.400 h/a) a 0,7 (6.000 h/a).
- c) Coste de la inversión:

Central de carbón	150 \$/kW
Central de fuel-oil	135 \$/kW
Central mixta	155 \$/kW

- d) Amortización anual: 13 por 100 y 10 por 100.
- e) Potencia de las centrales a comparar: 2 x 150 Mw.

f) Se supone igualdad de precios entre las calorías brutas del carbón y del fuel puesto en central.

Se observan los resultados siguientes:

1.º) El costo del kWh producido en centrales térmicas quemando sólo carbón, es superior al de una térmica exclusivamente de fuel, debido a las mayores cargas de amortización y explotación.

2.º) El costo del kWh producido en centrales térmicas quemando sólo carbón, es inferior al producido en una central mixta, pudiendo transportarse la energía producida en la primera en un

radio de 100 a 250 km., mediante una red de utilización múltiple, hasta conseguir una igualación de los precios.

Según estas conclusiones, parece claro el que las empresas tiendan a construir centrales de fuel-oil con preferencia a las de carbón, pero sin embargo, podría preguntarse por qué se están construyendo centrales mixtas, lejos de las cuencas mineras, en vez de centrales a bocamina y redes de transporte hasta los centros de consumo. Esto tiene dos justificaciones perfectamente claras para las empresas eléctricas:

- a) El construir las centrales mixtas cerca de

los centros de carga, les permite ahorrar la inversión que la línea de transporte supondría y las pérdidas, lo que hace las cargas fijas totales bastante análogas dentro de un determinado área de influencia a partir de las zonas mineras.

b) Inseguridad sobre la evolución futura del precio del carbón; y este hecho es decisivo a la hora de construir una instalación cuya duración va a ser de veinticinco o treinta años.

En definitiva, para impulsar la construcción de centrales térmicas de carbón, sería necesaria una acción perfectamente clara y definida a largo plazo sobre estos dos puntos: redes de transporte y precios del carbón, y cuyas líneas generales serán esbozadas al tratar de los combustibles sólidos.

Existe también una inseguridad respecto a la evolución del precio del fuel-oil, pero probablemente se estima menor que la referente a los combustibles sólidos. De hecho, y aparte de la presión fiscal que supondremos constante, existen dos factores que serían susceptibles de ejercer una influencia al alza en sus precios:

El incremento en los gastos de exploración y explotación de nuevos yacimientos.

El incremento de los beneficios de los países exportadores de petróleo.

El primero, es evidente que se está produciendo: actualmente cada vez cuesta más encontrar nuevos campos, y aunque de momento no se hagan sentir sus efectos de una manera palpable sobre los precios, debido a lo importante de las reservas existentes, parece lógico que en un plazo más o menos largo empiecen a tener influencia aunque no sea posible prever hoy en qué medida.

El segundo de los factores es mucho más claro, y de hecho está produciendo elevaciones en los precios. Los países productores, conscientes de su importancia en la Economía mundial, están formando un frente más unido frente a las grandes compañías para tratar de obtener cada vez mayores beneficios: es perfectamente conocido cómo las condiciones en que se inicia la exploración de estas áreas, sobre todo en Oriente Medio, se hacen hoy en condiciones económicas muchísimo más desfavorables, de donde evidentemente se desprende una clara tendencia a la subida de los precios del crudo.

Finalmente, existe un tercer factor muy importante que habitualmente no suele considerarse en las argumentaciones sobre precios, y es el de la relación de cambio de la peseta con el exterior. Dado que los combustibles líquidos se importan totalmente, si la peseta fuera de nuevo devaluada, lo que en la situación actual de nuestro sistema económico no tendría nada de extraño, el precio del fuel resultaría automáticamente elevado a no ser que se disminuyera la presión fiscal sobre el

mismo, lo que sería una discriminación en contra de los demás combustibles.

Con todo ello queremos únicamente hacer resaltar que existen factores que están presionando al alza el precio del fuel-oil, aunque no nos sea posible valorar cuantitativamente esta tendencia.

2.3. Consideraciones sobre otros factores no económicos.

Como habíamos observado en el primer apartado, el creciente ritmo de las importaciones de petróleo suponen un considerable factor de desequilibrio en nuestra siempre frágil balanza comercial, lo cual es argumento suficiente para justificar un minucioso examen de sus utilidades en aquellos sectores donde la sustitución sea posible.

En las centrales modernas de carbón o fuel, el costo de combustible representa alrededor del 55 por 100 del previo del kWh producido, lo que unido a que las grandes centrales se importan en una gran parte, significa que en el caso de centrales de fuel los kWh producidos son prácticamente «de importación»; es decir, que han de ser pagados en divisas por el país.

La tesis, a veces empleada, de que las centrales térmicas deben quemar todos los «excedentes» de fuel-oil, que la producción de otros productos petrolíferos no sustituibles originan, no puede ser aceptada sin más, dado que estos «excedentes» pueden ser craquizados para la obtención de productos ligeros y conseguir así un mejor equilibrio entre energías nacionales e importadas.

Para ver el estado en que se encuentra actualmente este equilibrio, conviene efectuar un pequeño resumen de la política seguida a este respecto en otros países, para lo cual insertamos el siguiente esquema comparativo de la estructura del consumo de combustibles en centrales térmicas en diversos países.

En él puede apreciarse claramente, cómo España, país que ha de importar todo el petróleo que consume, es el que mayor cantidad de productos petrolíferos emplea porcentualmente, en la producción termoelectrica.

Por el contrario, en Europa Occidental, y en mayor medida aún en los Estados Unidos, la mayor parte de la electricidad producida térmicamente se deriva actualmente del carbón, más bien que del petróleo, otorgándose una amplia protección a los combustibles sólidos nacionales, especialmente en la Alemania Federal.

Otro factor que merece citarse en relación con lo expuesto, lo constituye la seguridad de abastecimiento, pues aunque el riesgo de una interrupción duradera de los embarques de petróleo de los

países exportadores no parezca muy probable, existe una posibilidad real de que ocurran interrupciones transitorias en ciertas entregas, lo que causaría graves daños a la economía del país en caso de que la producción termoelectrica estuviera basada esencialmente en combustibles líquidos.

Reservas de combustibles sólidos (M. e. c.)

Hulla	1.543
Antracita	465
Lignito	365

Estructura del consumo de combustibles en centrales térmicas (1965)

	C. E. E.	U. S. A.	España
Carbones	(a) 72.820	242.100	2.689
	(b) 69,0 %	81,8 %	52,9 %
Productos petrolíferos y gas natural	(a) 26.810	28.100	2.238
	(b) 25,4 %	9,5 %	44,0 %
Gas manufacturado	(a) 5.811	25.800	153
	(b) 5,6 %	8,7 %	3,1 %
TOTAL	(a) 105.450	246.000	5.080
	(b) 100,0 %	100,0 %	100,0 %

(a) En valor absoluto 10³ t. e. c.
(b) Porcentaje del consumo total.

En conclusión, con el sistema de precios actuales existe:

a) Una ventaja económica para las empresas eléctricas en el empleo de fuel-oil para las centrales térmicas, en amplias zonas de la Península.

b) Existe una desventaja para el equilibrio energético global, la seguridad de abastecimiento y la balanza comercial en llevar al extremo las consecuencias que se desprenden de a).

c) Es necesario el arbitrar una solución intermedia, de la que trataremos en el próximo apartado, de forma que el coste adicional que suponga, no traiga necesariamente un mayor costo de la producción termoelectrica.

3. COMBUSTIBLES SÓLIDOS

3.1. Consideraciones sobre reservas.

Según las cifras tomadas de una conferencia pronunciada en la Sorbona, en febrero de 1967, por el Director General de la Energía, las reservas nacionales de combustibles sólidos pueden estimarse en la siguiente forma:

Estas cifras serian, por su volumen, más que suficientes para basar en ellas un programa amplio de construcción de centrales, que aseguraran el suministro de energía termoelectrica incluso a largo plazo.

Sin embargo, es evidente que para poder delimitar el papel que esta fuente de energía primaria debe desempeñar en la futura producción termoelectrica, no basta solamente con que existan unas determinadas reservas, es necesario también el tener en cuenta dos factores muy importantes: el precio al que esas reservas serian extraibles, y la rigidez impuesta a la localización de las centrales termoelectricas que consumen combustibles sólidos.

Respecto al primero, parece claro que las compañías eléctricas no pueden lanzarse a la construcción de centrales quemando carbón si previamente no se les garantiza una cierta continuidad en la calidad y precio del combustible a consumir a lo largo de la vida de la planta. Lo cual en el momento actual muy pocas minas pueden hacerlo, y desde luego lo que no existe es una previsión general de la posible evolución de los precios de extracción a plazo medio, que seria fundamental a la hora de delimitar la participación futura del

carbón nacional en la producción termoeléctrica.

Y respecto al segundo, es perfectamente conocido que las térmicas de carbón deben ser construidas a bocamina, ya que el sistema de transporte más barato es el que se obtendría mediante una red de alta tensión de utilización múltiple, pues el estado actual de nuestra red de comunicaciones y la ausencia de instalaciones adecuadas de carga y descarga, el carbón no podría resistir los costos de un transporte de otro tipo. Este hecho impone una rigidez considerable a la instalación de estas plantas, cosa que no ocurre con el fuel-oil, cuyo precio es prácticamente constante para toda la Península, o con las centrales nucleares donde los costos de transporte del combustible no tienen una influencia importante sobre el costo final del kWh. Esta rigidez trae como consecuencia la necesidad de instalar una red de transporte suplementaria, para llevar la energía eléctrica producida en las cuencas mineras hasta los grandes centros de consumo, lo cual supone una importante inversión para las compañías eléctricas, y unas pérdidas de energía, que evidentemente reducen el interés de las mismas en la utilización de los combustibles sólidos para la producción termoeléctrica.

Estos problemas económicos que la utilización de los combustibles sólidos plantea, deberán ser resueltos, como ya indicamos, con una gran rapidez, si se quiere que sea utilizada una riqueza energética nacional tan considerable, ya que, a la vista de los progresos previsibles en el campo de la energía nuclear, si las centrales para el aprovechamiento adecuado de estas reservas no se instalan ahora, momento en que todavía pueden ser rentables, ya no se instalarán probablemente nunca, y fuera de la parte del carbón coquizable o el quemado en un reducido número de centrales, la gran masa de nuestras reservas no será jamás extraída.

3.2. Soluciones posibles a la utilización de los carbones nacionales en la producción termoeléctrica.

El primer obstáculo a la utilización del carbón en la producción termoeléctrica es, como ya hemos visto, la cuestión de los precios, o más exactamente, la incertidumbre de su evolución futura.

En líneas generales, el coste de la producción del carbón puede estructurarse en la siguiente forma:

- Los costos de personal.
- Los costos de materiales, energía, etc.
- Los costos de amortización y las cargas financieras.

En lo que se refiere a los materiales, energía,

etcétera, puede admitirse que los costos por Tm. extraída permanecerán a un mismo nivel, aunque posiblemente pueden experimentarse variaciones en la distribución de los mismos; así, por ejemplo, puede preverse un mayor empleo de la energía eléctrica en el interior en sustitución del aire comprimido, lo que en nuestro caso concreto sería probablemente ventajoso.

En lo que se refiere a las amortizaciones y cargas financieras, se puede estimar que permanecerán al mismo nivel por tonelada de capacidad, lo que de hecho supondrá una baja por Tm. de producción efectiva.

Por tanto, lo que puede producir una mayor incertidumbre en la evolución futura del precio del carbón, lo constituyen las cargas salariales, cuyo crecimiento más o menos rápido es evidentemente inevitable. En definitiva, todo puede reducirse a grandes rasgos a un problema de productividad, es decir, en tanto en cuanto los incrementos salariales se mantengan al mismo nivel que los incrementos de productividad podrá conseguirse muy probablemente una gran estabilidad en los precios y viceversa; ahora bien, ¿existen realmente posibilidades de conseguir estos incrementos de productividad? En nuestra opinión, esto no solamente es posible, sino que si el problema se aborda racionalmente, como parece que se está haciendo ahora, necesariamente tendrá que ocurrir así, ya que los defectos estructurales y la falta de mecanización adecuada han sido tan grandes, que cualquier comparación de incrementos de productividad con otros países europeos, nos parece inadecuada.

El primer defecto de gran envergadura, por cuanto que afecta de manera directa y contundente a la productividad, es la excesiva fragmentación de la propiedad minera: en el esquema adjunto con cifras de 1965, puede observarse cuantitativamente la magnitud de este problema:

Este inadecuado dimensionado de las empresas productoras limita sus posibilidades de mecanización, tanto por lo reducido de sus concesiones como por lo precario de su situación económica, obligándoles al empleo de técnicas rudimentarias, que además de bajos rendimientos unitarios, suponen el desaprovechamiento de porcentajes importantes del criadero.

Existe, también, en determinadas zonas, una mentalidad tradicional de minería de guerra o de ocasión, que ha venido justificada históricamente por las fluctuaciones de precio de este combustible, según las particulares circunstancias por las que atravesaba la economía mundial, y que dado las graves consecuencias que ha tenido para nuestra minería, debería ser eliminada lo antes posible.

Dimensión de las empresas por tonelaje producido

	Más de 100 000 Tm/Año	% sobre prod.	Entre 50.000 y 100.000	% sobre prod.	Entre 25.000 y 50 000	% sobre prod.	Menos de 25 000	% sobre prod.	Total Emp.
Hulla...	22	83,47	8	6,94	7	2,53	105	7,05	142
Antracita...	3	25,59	9	20,58	12	15,25	140	38,68	164
Lignito...	6	61,61	4	10,44	10	13,65	77	14,30	97
TOTAL...	31	69,14	21	10,03	29	6,79	322	14,04	403

La mecanización adecuada del arranque, aunque generalmente se reconozca como difícil, dado las características geológicas de nuestros yacimientos, es en la actualidad perfectamente posible, y de hecho en otros países, como por ejemplo en la Unión Soviética, han conseguido automatizar prácticamente el arranque en capas de características análogas a las nuestras. Por otra parte, una vez que el carbón está arrancado, los problemas de mecanización son análogos en todas las partes del mundo, por lo que no resulta nada difícil el aprovechar la experiencia ajena en este campo.

Finalmente, debemos destacar la escasez de mano de obra especializada en el interior, aunque este problema entronca claramente con la mecanización del arranque, ya que si el segundo estuviera resuelto, no existiría el primero.

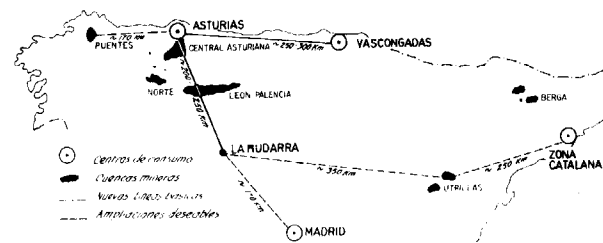
Estos hechos son perfectamente demostrativos de la posibilidad de conseguir una estabilización en los precios del carbón si se realizan las inversiones y mejoras necesarias para la racionalización del sector; no obstante, es posible que las empresas eléctricas necesiten una mayor seguridad sobre la evolución de los precios del carbón para realizar inversiones que hay que amortizar en veinticinco o treinta años, y esta seguridad podría ser dada por el Estado en la siguiente forma: comprometerse a mantener un precio de coste fijo para la t. e. c. puesta en central, corregida la misma de los efectos de la inflación, absorbiendo la diferencia de precios que a lo largo de la vida de la planta pudiera producirse entre los precios reales y el precio de costo. Evidentemente, esto sería una subvención directa al carbón, pero que poseería las siguientes ventajas:

- a) Incrementaría considerablemente el interés de las empresas eléctricas por la instalación de centrales a bocamina.
- b) No encarecería el coste de la energía eléctrica al usuario.
- c) No elevaría los precios de las otras energías.

d) En todo momento el país podría tener una idea clara de lo que le costaba mantener la producción de carbón a un nivel determinado.

e) Que probablemente la subvención sería muy reducida o inexistente, si las mejoras a esperar en el sector se producen.

Es de señalar que en una u otra forma todos los países europeos conceden actualmente subvenciones importantes a su producción carbonera.



Finalmente, el segundo obstáculo a la instalación de estas centrales lo constituye, como dijimos, la rigidez de su localización; en el gráfico número 1 vemos cómo las distancias de las principales cuencas mineras a los centros de consumo más importantes oscilan entre los 200 y los 300 kilómetros, las cuales tendrían que ser salvadas mediante la construcción de una red eléctrica que supone una importante inversión adicional. Este problema en nuestra opinión habría de ser abordado conjuntamente por las empresas eléctricas y el Estado; en efecto, la construcción de una super-red nacional de transporte de energía eléctrica, no sería necesaria solamente por el aprovechamiento óptimo de nuestros recursos carboneros, sino que se trata de un trabajo de infraestructura básico al desarrollo equilibrado del país; sin entrar en más detalles sobre la construcción de tal super-red, vamos a enumerar las ventajas que la misma reportaría tanto a las empresas eléctricas como al Estado:

Ventajas para las empresas eléctricas:

a) Permitir la construcción de grupos termoeléctricos de tamaños unitarios más elevados y, como consecuencia, obtención del kWh a precios inferiores a los térmicos actuales.

b) Disminución muy considerable de las necesidades de capacidad de reserva.

c) Reducción de las pérdidas de transporte.

Ventajas para el Estado:

a) Permitir la llegada de energía eléctrica barata a las zonas deprimidas del país, lo que puede constituir un arma importantísima para el despegue económico de las mismas.

b) Permitir la aplicación de una política energética más elástica.

c) Aprovechar al máximo y en la forma más económica posible, los recursos energéticos nacionales.

La financiación de esta red podría hacerse en proporción a los beneficios que cada parte podría obtener de ella, por lo que la misma no sería demasiado gravosa para la economía de las empresas.

En definitiva, creemos que los problemas planteados por la utilización de los combustibles sólidos en la producción de energía eléctrica podrían ser resueltos mediante una estrecha colaboración entre las empresas eléctricas y el Estado, en donde el segundo habría de garantizar determinadas condiciones de utilización a las primeras, al objeto de incrementar el interés de las mismas por la utilización de los carbones nacionales en la producción termoeléctrica.

3.3. Consideraciones acerca de la importación de carbones para la producción de vapor.

Uno de los problemas planteados por el abastecimiento de energía primaria a un país, lo constituye la diversificación de las fuentes de aprovisionamiento, al objeto de reducir la vulnerabilidad del mismo a interrupciones más o menos prolongadas de los suministros de ultramar; y en este sentido, podrían jugar un papel importante en lo futuro, las importaciones de carbones para su empleo en centrales termoeléctricas.

Las dos fuentes más interesantes para España de suministro de carbones de vapor lo constituyen los Estados Unidos y Polonia. Los Estados Unidos, que poseen importantísimas reservas de carbón y un costo de producción inferior a los 5 dólares/Tm, están en condiciones óptimas para poner su carbón en nuestros puertos a un precio

inferior por t. e. c., a lo que supone actualmente el coste del fuel-oil más los impuestos.

El precio del carbón americano en 1966, puesto en Europa, era el siguiente:

	Carbón para la generación de vapor de 7.900 kcal/kg.
Precio a bocamina	4,45 \$/Tm
Transporte a Hampton Roads	4,50 \$/Tm
Flete atlántico	3,00 \$/Tm
TOTAL	11,95 \$/Tm

y estos precios se podrán reducir probablemente entre un 15 y un 20 por 100, mediante la realización de contratos a largo plazo y transporte oceánico en barcos carboneros gigantes de 70.000 Tm., por lo que en estas condiciones el carbón americano podría ser un perfecto competidor del fuel-oil para la producción de energía eléctrica, lo que daría sin duda una mayor elasticidad de elección a nuestra política energética.

Por su parte, Polonia, aunque no pueda ofrecer condiciones iguales a las de los Estados Unidos, en regularidad y precios, podría ser muy interesante si se consiguieran contratos que permitieran el intercambio de carbones polacos contra productos españoles, lo que no dejaría de favorecer nuestra relación de intercambio respecto al exterior.

4. CONCLUSIONES

a) La producción de energía eléctrica se está convirtiendo gradualmente en la zona más importante de competencia entre el carbón, el petróleo y la energía nuclear. Confluyendo en ellas las circunstancias de tratarse de un mercado masivo, con una elevada tasa de expansión, y el poseer una considerable elasticidad respecto al combustible a utilizar, lo que le convierte en la pieza clave de la futura política energética.

b) La posibilidad de obtener más barata en el momento actual la producción termoeléctrica a partir de centrales convencionales, lo relativamente reducido de nuestras reservas de uranio y la posibilidad de obtener de las mismas un rendimiento energético 50 veces superior cuando se encuentren a punto los reactores rápidos, hacen poco aconsejable la realización de un programa nuclear amplio en estos momentos.

Así, creemos que la construcción de este tipo de centrales debería tener como objetivo básico la formación de cuadros técnicos en este nuevo campo, la investigación aplicada y la adaptación de nuestra industria a esta nueva tecnología. Final-

mente, el déficit previsible en un próximo futuro en el mercado mundial del uranio, hace absolutamente necesario el invertir cantidades crecientes en la explotación intensiva de las posibilidades uraníferas de nuestro subsuelo.

c) El costo del kWh producido en centrales térmicas quemando sólo carbón, es superior al de una térmica exclusivamente de fuel, aunque inferior al de una central mixta. Por ello, parece claro que, desde un punto de vista estrictamente económico, el carbón debería ser desplazado totalmente por el fuel; pero existe una desventaja para el equilibrio energético global: la seguridad de abastecimiento y la balanza comercial que impiden llevar al extremo las consecuencias que se desprenden de esta ventaja económica.

d) Es necesario el arbitrar una solución intermedia, de forma que el coste adicional que pueda suponer el empleo del carbón, no traiga necesariamente un mayor costo de la producción termoeléctrica, y para ello se necesita crear condiciones tales que incrementen el interés de las empre-

sas por este tipo de centrales. Dos serían, a nuestro juicio, las medidas a tomar: precio garantizado por el Estado de la t. e. c. puesta en central a lo largo de la vida de la planta, y subvenciones parciales a la construcción de las redes de transporte, uniendo las cuencas mineras con los grandes centros de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- F. ARANGUREN; M. GALLEGU, y R. CENTENO: *El sector de la energía eléctrica en España*. 1967.
- El sector energético español*. Conferencia de D. Julio Calleja en la Sorbona. Febrero, 1967.
- Etude sur les perspectives énergétiques à long terme de la Communauté Européenne*. Haute Autorité de la C. E. C. A. 1964.
- The nuclear industry 1964*. U. S. Atomic Energy Commission, *Guidelines for growth of the Electric Power Industry*. National Power Survey. 1964.

Recibido el 7 VI 68.

Utilización de la microsonda electrónica en la investigación geológica

por J. LOPEZ RUIZ

RESUMEN

Primero se describe brevemente la microsonda, se indican los modos operatorios de análisis y sus problemas y limitaciones.

Por último, se exponen las conclusiones que se sacaron del análisis de un dique volcánico de Fuerteventura (Islas Canarias).

I. INTRODUCCIÓN

Ante la imposibilidad de emplear rayos X primarios o de fluorescencia para el estudio de zonas de muy pequeño diámetro (del orden de 1μ o menos), se pensó en la posibilidad de bombardear la muestra con electrones fuertemente acelerados, pues de esta forma la intensidad de la radiación es considerablemente mayor que la que se obtiene empleando rayos X, y lo que es aún más importante, los electrones pueden focalizarse en haces de diámetro inferiores incluso a 1μ . Ahora bien, empleando electrones se introducían nuevos problemas, como eran la presencia de un fuerte fondo continuo y la necesidad de colocar la muestra bajo un elevado vacío.

No obstante, estos problemas pudieron ser resueltos (R. Castaing, 1951 e I. B. Borovskii, 1953), surgiendo así una nueva técnica de análisis: el análisis puntual.

El desarrollo de la microsonda electrónica ha sido en estos últimos años, dado el extraordinario avance que representaba con respecto a las anteriores técnicas de análisis por rayos X, verdaderamente vertiginoso, pudiéndosele comparar al alcanzado por el microscopio electrónico.

II. BREVE DESCRIPCIÓN DEL APARATO

Para una descripción sistemática del aparato por nosotros utilizado (microsonda CAMECA), podemos dividir éste en las siguientes partes:

- 1) Sistema de vacío.
- 2) Cuerpo de sonda.
- 3) Microscopio óptico.
- 4) Cuerpo de muestra.
- 5) Espectrómetros de rayos X.
- 6) Sistemas electrónicos de preamplificación, contaje y registro.

1) Sistema de vacío.

El vacío primario se consigue mediante dos bombas de paletas. Una de ellas conectada exclusivamente a la bomba de difusión, mientras que la otra hace el vacío preparatorio en el cuerpo de sonda y el vacío en los espectrómetros.

Con estas bombas se consigue un vacío máximo de 10^{-2} torr.

El vacío secundario se consigue por una bomba de difusión de aceite, alcanzándose un valor de 10^{-5} torr. en el cuerpo de sonda.

2) Cuerpo de sonda.

Consta fundamentalmente de los siguientes elementos:

- a) Cañón electrónico.
- b) Lentes electromagnéticas.
- c) Dispositivo de deflexión electrostática.
- d) Diafragmas.

El cañón electrónico es del tipo triodo con po-

larización variable. Para el centraje del filamento, el cañón tiene una serie de mandos, que permiten realizarlo con relativa rapidez.

Hay dos lentes electromagnéticas: condensador y objetivo. En ambas puede variarse de una

da se encuentra bajo un elevado vacío (del orden de los 10^{-5} torr.).

3) Microscopio óptico.

Nos ayuda en el centraje del haz electrónico y en la localización exacta del punto que queremos analizar, permitiéndonos examinar a lo largo del análisis la microzona estudiada.

Tiene aproximadamente 400 aumentos.

4) Cuerpo de muestra.

Consta de dos compartimentos exactamente iguales, en uno de los cuales suele colocarse la muestra (cuyas dimensiones no pueden exceder de 25 mm. de diámetro y de 8 mm. de altura) y en el otro un bloque metálico en donde en pequeños cilindros se disponen los elementos puros para el análisis cuantitativo.

Para colocar en el campo del microscopio bien la muestra o bien los elementos patrones, se dispone de dos mandos que mueven lateralmente el conjunto, uno en el sentido del eje X y el otro en el sentido del eje Y, graduados en milímetros. Asimismo, el cuerpo de muestra consta de un mando en altura, que nos permite la perfecta focalización.



Fig. 1.—Imagen electrónica de una superficie de 200μ ($\times 600$ aproximadamente). Esta fotografía es muy semejante a la que obtendríamos en un microscopio petrográfico.

forma continua, entre ciertos valores, su distancia focal, alterando el valor de la corriente que circula por sus bobinas, o lo que es lo mismo, haciendo variar la intensidad electrónica de la sonda. La intensidad de la sonda, se registra en todo momento en un nanoamperímetro.

El dispositivo de deflexión electrostática está constituido por cuatro placas incorporadas a las piezas polares de la lente objetivo y que permiten corregir los desplazamientos de la sonda cuando por ejemplo, se analizan muestras magnéticas.

Existen tres diafragmas: el de ánodo del cañón, el condensador y el objetivo.

Mediante todos estos elementos del cuerpo de sonda, los electrones que por efecto termoiónico se producen en el filamento y que son fuertemente acelerados hacia la muestra, en virtud de la elevada diferencia de potencial aplicada entre el ánodo y el filamento, tienen su recorrido perfectamente centrado y durante el mismo prácticamente no pierden energía, pues el cuerpo de son-



Fig. 2.—Imagen de emisión de Ca ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

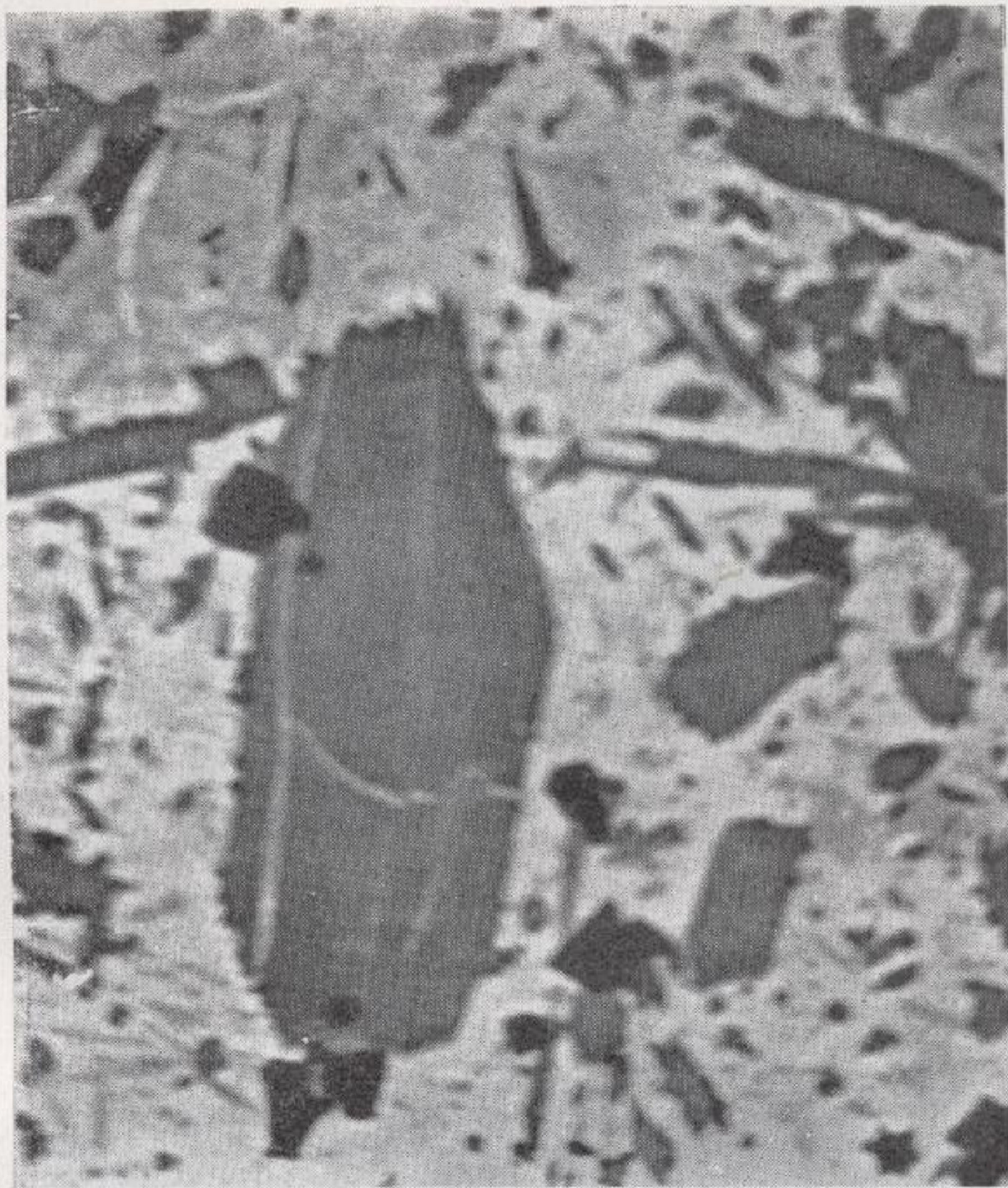


Fig. 1.—Imagen electrónica de una superficie de $200\ \mu$ ($\times 600$ aproximadamente). Esta fotografía es muy semejante a la que obtendríamos en un microscopio petrográfico.

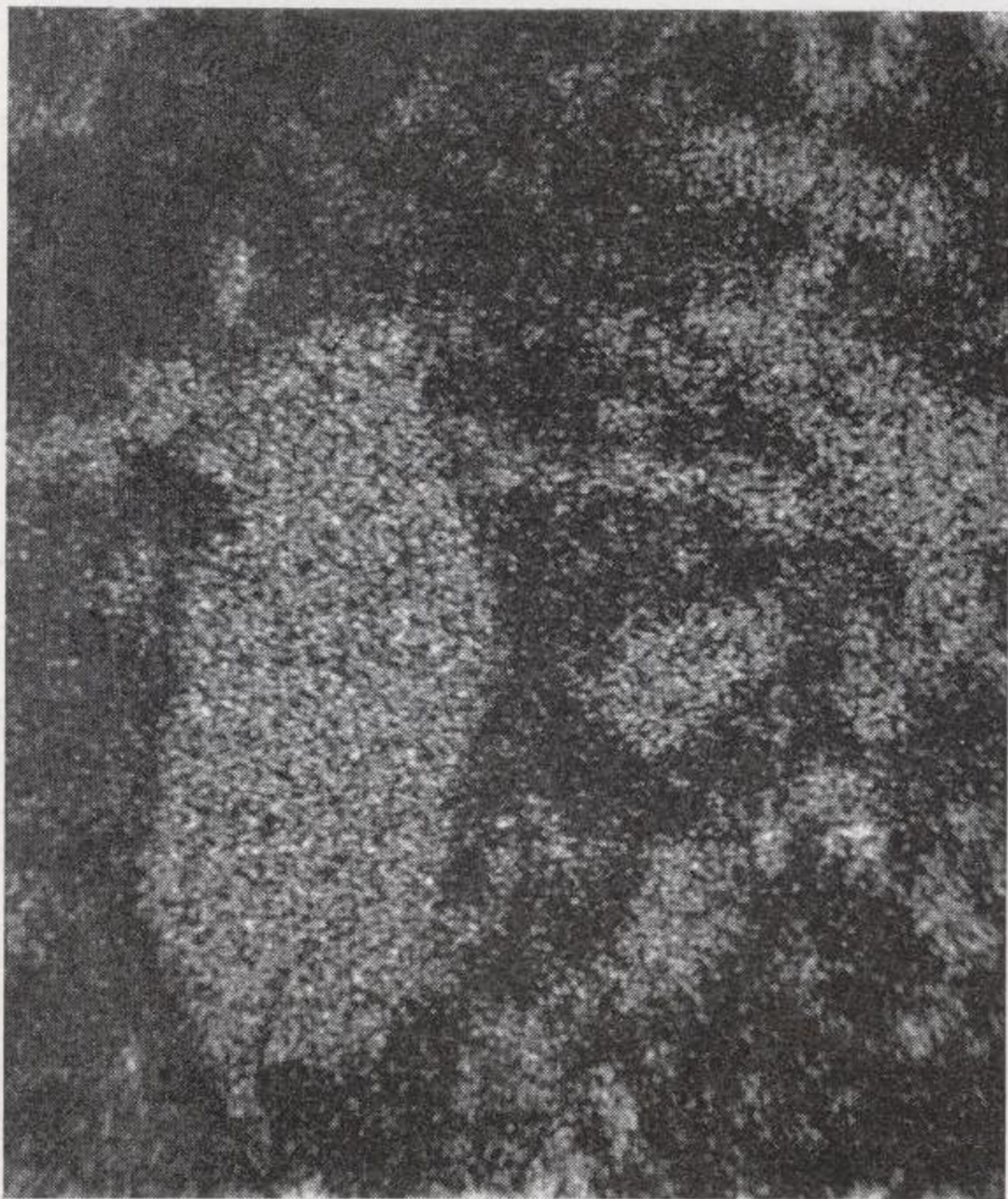


Fig. 2.—Imagen de emisión de Ca ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

Se encuentra además en el cuerpo de muestra, un pequeño motor, conectado únicamente al compartimento donde se coloca la muestra, que nos permite realizar en vez del análisis puntual, el de un área relativamente extensa (300 μ como máximo).

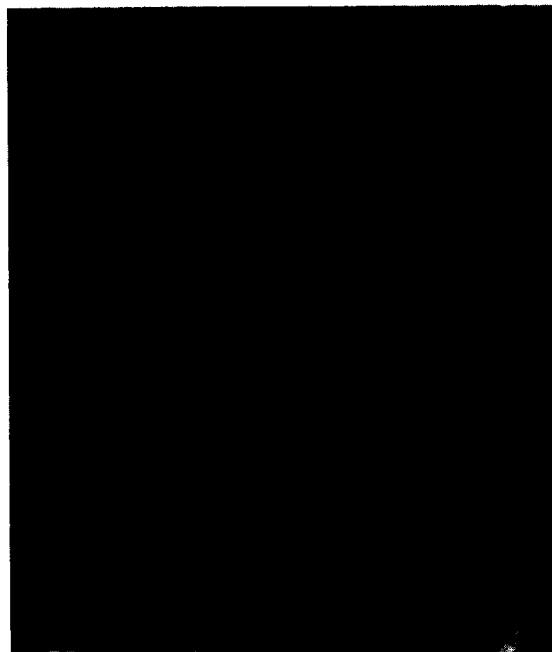


Fig. 3.—Imagen de emisión del Fe ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

5) Espectrómetros de rayos X.

Al incidir los electrones localizados en la muestra, se produce la radiación X de todos los elementos que se encuentran en el punto que se está analizando.

Para dispersar esta radiación, el cristal analizador es llevado bajo incidencias de Bragg, pero siempre permaneciendo tangente al círculo de Rowland. Después de sufrir la difracción, el haz es focalizado en un punto del detector, el cual medirá su intensidad.

El ángulo de emergencia de los rayos X es relativamente pequeño, por lo que el pulido de la muestra debe de ser excelente.

Nuestra microsonda consta de cuatro espectrómetros, agrupados de dos en dos, y dispuestos a uno y otro lado del cuerpo de sonda.

Los espectros 1 y 2 tienen cristales analizadores de cuarzo, tallados respectivamente según $11\bar{2}0$ y $10\bar{1}1$ y los detectores son contadores proporcio-

les con xenon y halógenos, con ventanas de berilio de 0,1 mm de espesor.

El espectro 3 tiene como analizador un cristal de cuarzo tallado según $10\bar{1}0$ y como detector un contador proporcional a flujo gaseoso con ventana de mylar de 6 μ de espesor.

El espectro 4 tiene dos cristales analizadores, fácilmente intercambiables desde el exterior, de K.A.P. (ftalato ácido de potasio) y de OdPb (estearato de plomo); el detector es, como el del espectro 3, un contador proporcional a flujo gaseoso, pero con ventana de mylar de 3,8 μ . El gas utilizado por estos contadores es una mezcla de Argón-Metano.

Dadas las características de los espectrómetros, pueden medirse las radiaciones de todos los elementos, cuyo número atómico sea inferior a tres (Berilio).

Como existen diferencias entre la presión reinante en el cuerpo de sonda y en los espectros, entre uno y otros existen unas ventanas, que en

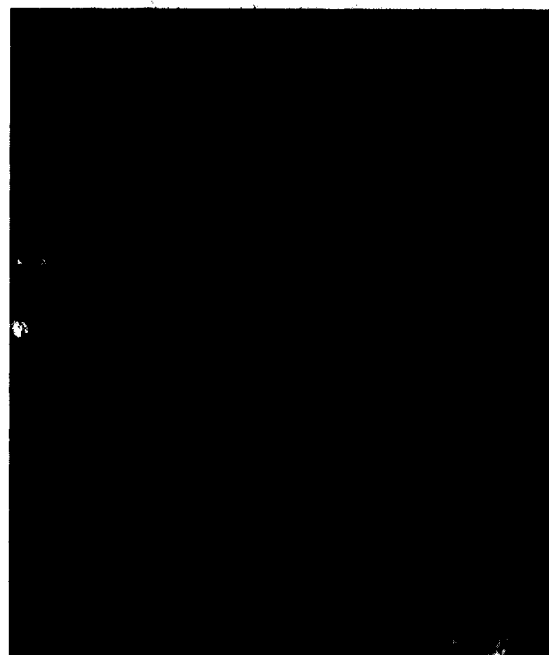


Fig. 4.—Imagen de emisión de Ti ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

el caso de los espectros de la izquierda (1 y 2), son de berilio y en los espectros de la derecha (3 y 4), donde se miden las radiaciones blandas, son dos de mylar y una de colodión de aproximadamente 1.000 Å de espesor, transparente a estas radiaciones de elevada longitud de onda.

6) Sistemas electrónicos de pre-amplificación, contaje y registro.

Al llegar los rayos X a los contadores proporcionales producen la ionización del gas allí contenido. Los electrones producidos se avalanchan



Fig. 5.—Imagen de emisión del Al ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

sobre el ánodo del detector. Esta avalancha se manifiesta en forma de impulso eléctrico, pero de amplitud relativamente baja, por lo cual es preciso la presencia de amplificadores.

La microsonda CAMECA lleva cuatro pre-amplificadores.

En la cadena de contaje se encuentran, entre otros elementos, la escala de contaje, la cual puede actuar en tiempo previamente fijado o en número de impulsos predeterminados y el integrador.

El sistema de registro tiene diferentes velocidades de enrollamiento del papel.

III. PROBLEMAS Y LIMITACIONES DEL ANÁLISIS POR MICROSONDA ELECTRÓNICA

Esta nueva técnica proporciona evidentes avances en relación con los métodos clásicos de análisis por rayos X, pero, sin embargo, presenta ciertos problemas y limitaciones como son:

1) Que el pulido debe ser, como ya se dijo antes, excelente, si se quieren obtener análisis cuantitativos precisos. Esto resulta extraordinariamente difícil, e incluso a veces imposible, cuando se estudian minerales no metálicos o rocas, por la existencia de microfisuras y discontinuidades naturales de todo orden.

2) Cuando se estudian materiales no conductores, es preciso previamente metalizarlos, sometiendo a una vaporización de Al, Cr, Ag, etcétera, de unos cuantos Å de espesor.

3) La preparación de los patrones puros, para la comparación de intensidades, requiere una técnica depuradísima, dadas las dimensiones de los cilindros porta-patrones (2 mm. de diámetro aproximadamente).

4) Un efecto de matriz importante, especialmente para determinados elementos.

5) Ciertos metales tales como estaño, plata, niobio, uranio, zirconio, cadmio, son difícilmente detectables para concentraciones del orden del 1 por 100.

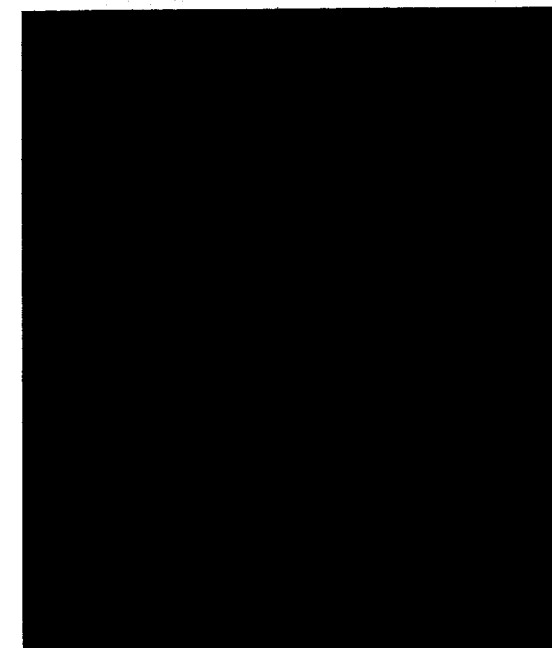


Fig. 6.—Imagen de emisión del Mg ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

6) Otros elementos, tales como rubidio y estroncio, no pueden ser detectados si se encuentran en pequeña concentración y en presencia de otros elementos, potasio, por ejemplo, en elevado porcentaje.

7) Variaciones en el transcurso del análisis debidas a modificaciones en la composición inicial

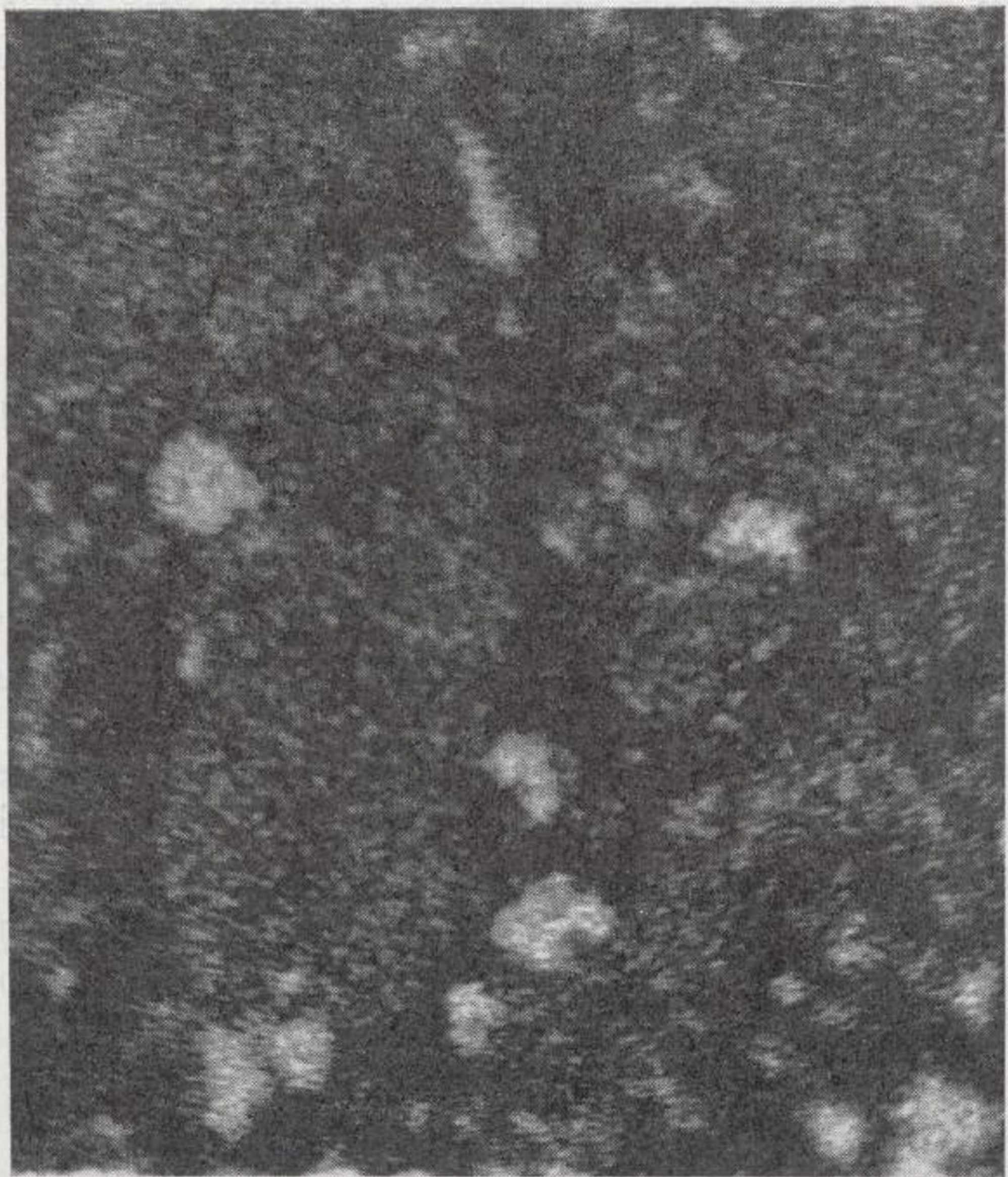


Fig. 3.—Imagen de emisión del Fe ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).



Fig. 4.—Imagen de emisión de Ti ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

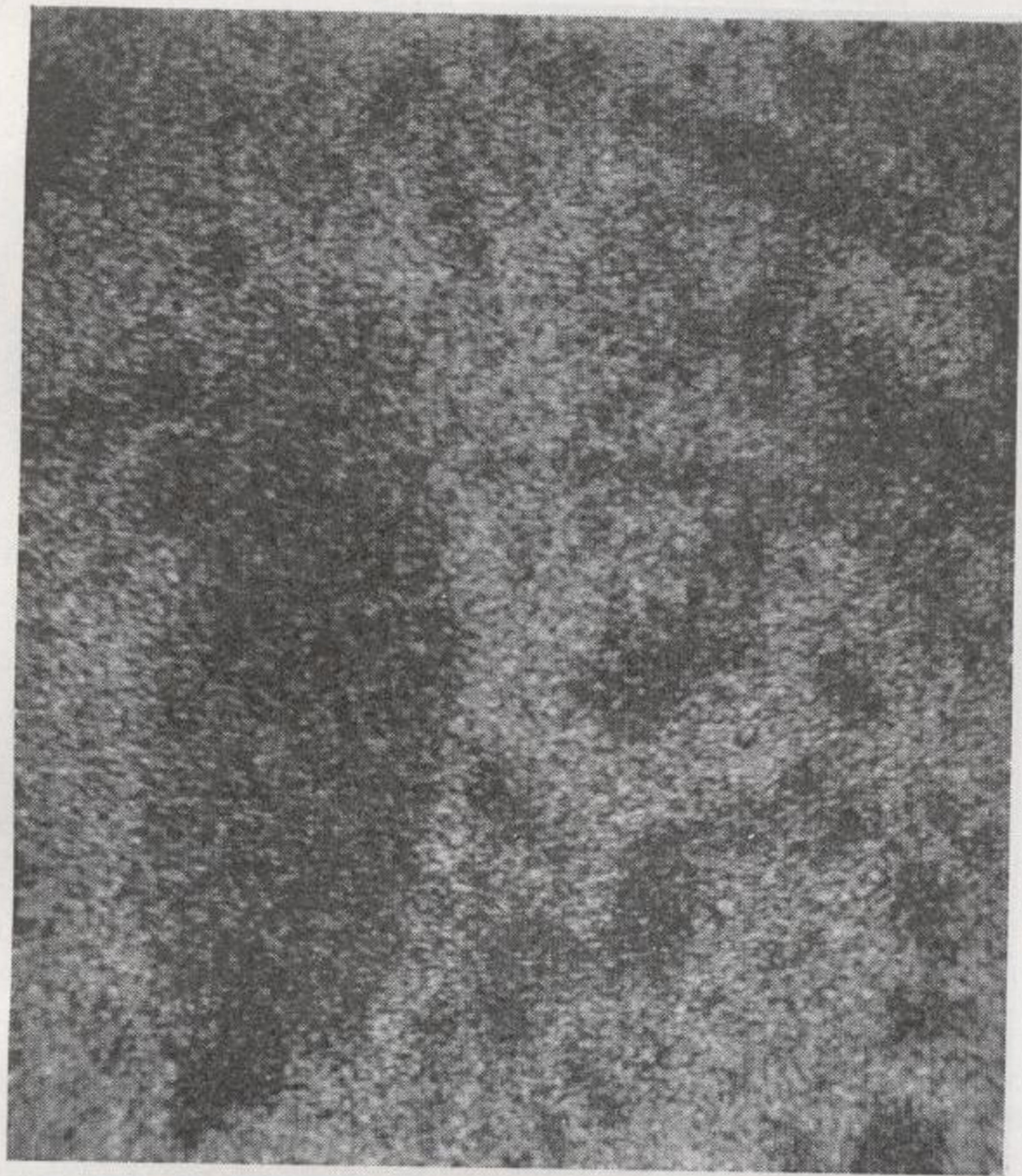


Fig. 5.—Imagen de emisión del Al ($K \alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

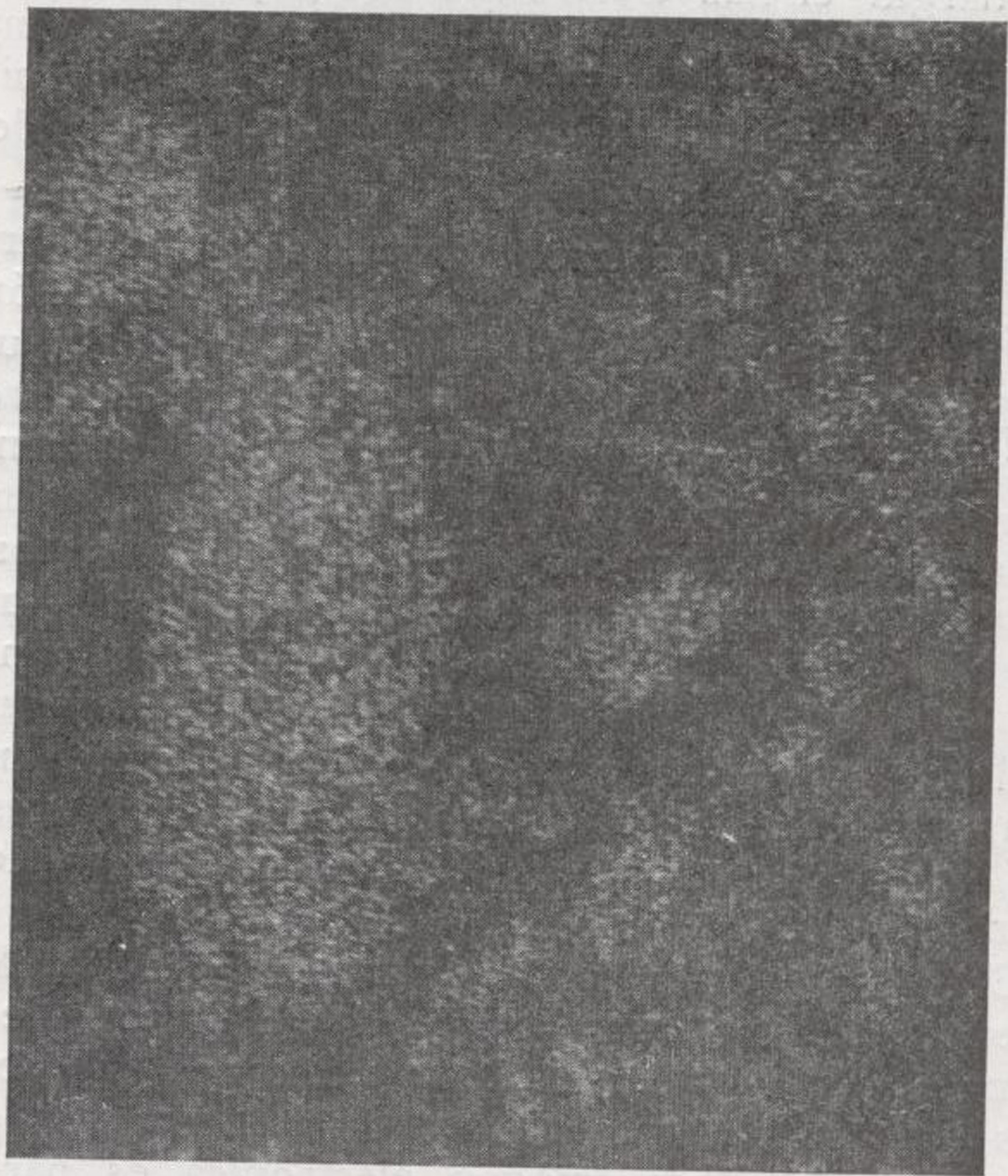


Fig. 6.—Imagen de emisión del Mg. ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

de la sustancia analizada, por el calentamiento producido por el impacto de los electrones. Esta limitación llega a ser muy importante cuando se estudian los silicatos que tienen en su composición agua, fluor, etc.

IV. MODOS OPERATORIOS DE ANÁLISIS

La microsonda electrónica, puede además del análisis puntual, analizar punto por punto un área comprendida entre las 80 μ y las 300 μ . Para ello dispone de un dispositivo mecánico y electrónico de barrido.

Para realizar barrido mecánico, se estira el haz electrónico las micras que se deseen y se somete la muestra, mediante el motor del que ya hemos dado cuenta al describir el cuerpo de muestra, a un movimiento de vaivén, de amplitud igual al alargamiento del haz electrónico, con lo cual el área explorada será un cuadrado. Por ejemplo, si queremos hacer un barrido de 200 μ , habremos de alargar el haz electrónico 200 μ y someter a la muestra a un movimiento de vaivén, cuya amplitud sea 200 μ . Cuando el barrido es electrónico, la muestra queda quieta y es el haz estirado el que la recorre.

Tanto en un caso como en otro, puede obtenerse una imagen semicuantitativa de la repartición de los diferentes elementos químicos en la superficie de la muestra. Para ello, el espectrómetro se coloca fijo en la raya característica del elemento a analizar, recogiendo por tanto únicamente la radiación X de este elemento en el detector. Como el detector modula la intensidad de un tubo catódico sincronizado con el haz electrónico, en el tubo catódico aparece una imagen donde los puntos claros representan la radiación emitida por el elemento analizado. Es decir, que en estos puntos es donde se encuentra aquel elemento.

En el tubo catódico, además de la imagen X, puede obtenerse una imagen de absorción electrónica, por la diferencia de electrones absorbidos por los distintos elementos presentes en el área barrida. Esta imagen electrónica es parecida a la que se obtiene en un microscopio óptico.

Por tanto, mediante un barrido se obtiene muy rápidamente el análisis cualitativo y semicuantitativo de ese área más o menos pequeña de la muestra.

Este modo operatorio es en general el más utilizado y el único a seguir, por ejemplo, para el estudio de las zonas intergranos.

Por otra parte, puede obtenerse el análisis de una línea, para lo cual a uno de los mandos del cuerpo de muestra se le adiciona un pequeño mo-

tor, que hace que la muestra se desplace lentamente, según la dirección X o la Y. Si además fijamos en uno de los espectros la raya característica de un elemento, podemos registrar las diferencias de concentración de este elemento a lo largo de esta línea.



Fig. 7.—Imagen de emisión del Si ($K\alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

Este método es excelente para estudiar la zonalidad de determinados minerales (plagioclasas, por ejemplo) o para ver el gradiente de concentración motivado por la difusión de dos metales uno en el otro.

* * *

Hemos realizado el estudio por microsonda de un dique volcánico de Fuerteventura (Islas Canarias).

El estudio petrográfico, que fue realizado previamente, mostró que se trata de una roca marcadamente porfídica, algo vacuolar y con matriz micro a criptocristalina.

Los fenocristales son exclusivamente de piroxeno, tipo augita, idiomorfos-subdiomorfos y con pequeñas inclusiones de opacos. Algunos están maclados, predominando la macla de dos individuos, aunque otros cristales presentan macla polisintética. Es relativamente frecuente que además estén zonados.

En la matriz, cristallitos tabulares de augita en muy pequeña proporción y abundantes de minerales opacos, de hábito más o menos cuadrático.

Las vacuolas están completamente rellenas de ceolitas potásicas con disposición fibroso-radiada.

Nos propusimos averiguar: 1) La composición química de los minerales de la roca. 2) Si la distribución de los distintos elementos del piroxeno era homogénea en todo el cristal o si por el contrario, el contenido en algún elemento variaba desde el borde al centro. 3) La composición química de la matriz criptocristalina.

Como esta roca no es conductora, fue previamente metalizada por vaporización bajo elevado vacío, depositando sobre la superficie de la muestra una capa de plata de 200 Å de espesor.

El análisis fue realizado aplicando una diferencia de potencial de 25 KV, y con una corriente de sonda, medida sobre la muestra, de 40 nA. La superficie barrida fue de 200 μ .

Primeramente realizamos una imagen electrónica (fig. 1). En ella se observan claramente la existencia en la microárea analizada de tres diferentes constituyentes: unos cristales subdiomorfos relativamente abundantes, de color gris oscuro, que corresponden al piroxeno; otros más pequeños con hábito más o menos cuadrático, de color negro y que corresponden a los minerales opacos del estudio petrográfico y una matriz, que engarza a los otros dos constituyentes, de color gris claro.

Posteriormente fueron realizadas las imágenes X, correspondientes al Ca (fig. 2), Fe (figura 3), Ti (fig. 4), Al (fig. 5), Mg (fig. 6) y Si (fig. 7).

Las conclusiones que pueden sacarse de la inspección de estas imágenes son:

1) El Ca se encuentra fundamentalmente dentro de los cristales de piroxeno y en muy pequeña proporción en la matriz de la roca.

2) El Fe aparece preferentemente en los pequeños cristallitos de color negro y en el piroxeno, mientras que en la matriz, como el Ca, aparece en muy débil proporción.

3) El Ti aparece concentrado sobre todo en las posiciones de máxima concentración de Fe, es decir, en los minerales negros de la imagen electrónica y también, pero en menor porcentaje, repartido uniformemente dentro del piroxeno.

4) El Al aparece esencialmente en la matriz y en menor proporción en el piroxeno, estando totalmente ausente en el tercer constituyente.

5) El Mg ocupa aproximadamente las mismas posiciones que el Ca, aunque se encuentra en menor proporción que éste.

6) El Si se distribuye en la misma proporción (y esto lo diferencia del Al) en la matriz y en el piroxeno, faltando, como el Al, en el otro constituyente de la roca.

De lo anteriormente expuesto, se deduce:

El piroxeno es augita titanada, rica en Ca y algo más rica en Al de lo normal.

El mineral opaco es ilmenita.

La matriz es de composición félsica, pues los elementos que la integran son fundamentalmente Si y Al (también tendrá Na y algo de K, que no fueron determinados).

La distribución de todos estos elementos es homogénea, no observándose por tanto en ningún mineral zonas de mayor concentración de un determinado elemento.

BIBLIOGRAFÍA

- BOROVSKII, I. B.: *Akad. Nauk. SSSR Shornik*, «Problemy Metallurgii», 1953.
 CASTAING, R.: *Application des sondes électroniques a une methode d'analyse ponctuelle chimique et cristallographique*. Publication «ONERA», núm. 55, 1951.

Recibido el 15-XII-67.

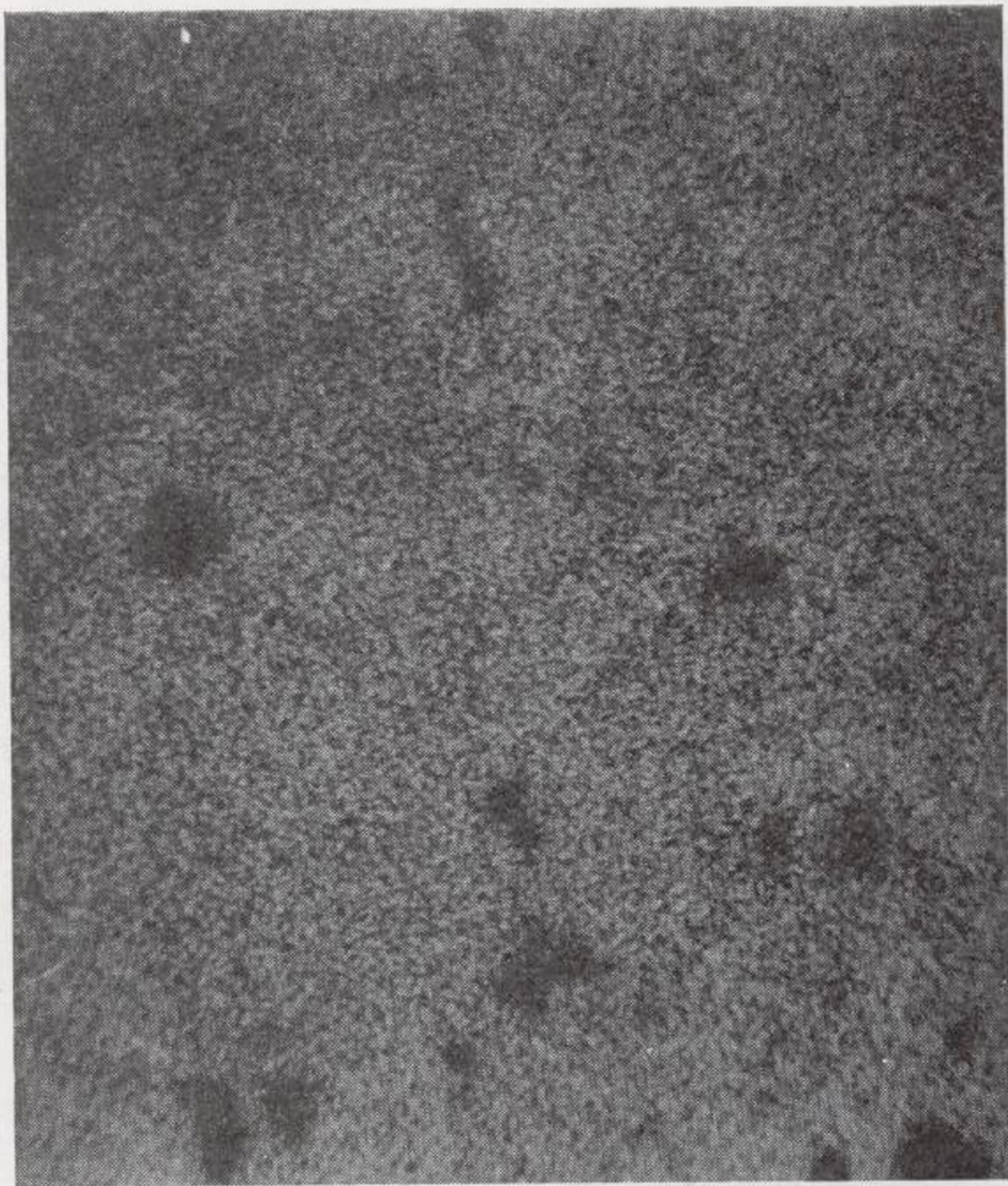


Fig. 7.—Imagen de emisión del Si ($K \alpha_1$). ($\times 600$ aproximadamente).

Sobre algunas lavas y el desarrollo magmático del Vesubio desde la erupción de 1631

por C. BURRI (1) y P. AREVALO (2)

RESUMEN

Se analizaron microscópica y químicamente 15 lavas vesubianas de edad conocida, 10 de ellas del período de 1631-1831, conocido hasta ahora de manera imperfecta. Los nuevos datos, junto con los hasta ahora disponibles, permiten el estudio del desarrollo magmático del Vesubio desde la gran erupción de 1631. La desilificación progresiva reconocida por Rittmann para las fases más antiguas del volcán vésubico, se comprueba también para el tiempo posterior a 1631. Tanto para el período de 1940-44, como también para el de 1893-1932, está asegurado estadísticamente un descenso del grado de silificación con relación a los correspondientes a 1631-1831. La aplicación del test *t* da en ambos casos un nivel de significación superior a 98 %.

ZUSAMMENFASSUNG

15 datierte Vesuvlaven wurden mikroskopisch und chemisch untersucht, worunter 10 aus der bis jetzt nur schlecht belegten Periode von 1631-1831. Die neuen Daten, zusammen mit den bisher verfügbaren, erlauben das Studium der Magmenentwicklung des Vesuvus seit dem grossen Ausbruch von 1631. Die für die älteren Phasen des Vesubischen Vulkans durch Rittmann erkannte progressive Desilifizierung ist auch für die Zeit nach 1631 nachweisbar. Sowohl für die Periode von 1940-44, wie auch für diejenige von 1893-1932 ist die Abnahme des Silifizierungsgrades gegenüber derjenigen von 1631-1831 statistisch gesichert. Die Anwendung des *t*-Tests ergibt eine Irrtumswahrscheinlichkeit von über 98 % in beiden Fällen.

SUMMARY

15 vesuvian lavas of known age were studied and chemically analyzed. 10 of these belong to the hitherto incompletely known period of 1631-1831. Thus the investigation of the magmatic evolution of Vesuvius after the great eruption of 1631 becomes possible. The processes of progressive desilification which according to Rittmann control the earlier phases of activity of the Vesbian Volcano, are also recognizable for the time after 1631. For both, the period of 1940-44 as well as that of 1893-1932, a decrease in degree of silification, as compared with the period of 1631-1831 is statistically ascertained. Application of the *t*-test indicates a level of significance of over 98 % in both cases.

A. INTRODUCCIÓN

Si bien las lavas del Vesubio moderno (a partir de 1631) son relativamente bien conocidas gra-

(1) Institut für Kristallographie und Petrographie ETH (Zürich).

(2) Empresa Nacional «Adaro» y C. S. I. C. (Madrid)

cias a los trabajos de A. Lacroix, H. S. Washington y otros, y sobre todo para el período de 1940-44, a los de A. Scherillo, hay que hacer constar que, para una serie de erupciones históricas, los datos son muy incompletos o incluso faltan totalmente. Procedente de la gran erupción de 1631 existe hasta la fecha un solo análisis digno de confianza, y éste no es siquiera típico, como se de-

mostrará. De los 40 análisis químicos hasta ahora conocidos, se refieren 12 a la erupción de 1906, 20 al período de 1940-44, y los ocho restantes a las erupciones de los años 1631, 1858, 1893, 1903, 1913, 1914, 1929 (2) y 1932.

Como afortunadamente en las copiosas colecciones de la institución «Vulkaninstitut Immanuel Friedlaender» (Instituto de Cristalografía y Petrografía de la Escuela Politécnica Federal de Zürich) existe un número considerable de muestras de lavas del Vesubio debidamente fechadas, se ha dispuesto de la posibilidad de llenar en parte las lagunas existentes. Por consiguiente, se han analizado microscópica y químicamente un total de 15 muestras de los años 1631 (dos), 1760, 1794, 1804, 1806 (tres), 1831 (dos), 1855, 1899, 1926, 1927 y 1929.

B. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS LAVAS ANALIZADAS

Todas las muestras son vesubitas típicas de color gris claro a gris oscuro, en las que se aprecian más o menos claramente fenocristales de leucita, augita y, eventualmente, también de plagioclasa y olivino. La textura varía desde compacta a muy porosa. Todas las muestras analizadas están totalmente frescas y exentas de neoformaciones autoneumatolíticas. Como de las lavas normales del Vesubio existen ya numerosas descripciones microscópicas dignas de confianza, se da a continuación una descripción sucinta.

1) Lava de 1631: San Genarillo, cerca de Bosco Trecase. Roca gris clara de grano fino con escasos fenocristales de plagioclasa y augita. Las leucitas presentan las inclusiones características, dispuestas simétricamente. Algo de biotita en la matriz.

2) Lava de 1631: Villa Inglese. Roca compacta gris clara. Numerosos fenocristales de augita de 3-4 mm., algo de biotita en la matriz.

3) Lava de 1760: Al sur de las bocas de 1760, junto a la autopista de Nápoles-Pompeya. Roca compacta gris clara, con numerosos fenocristales de augita.

4) Lava de 1794: Torre del Greco. Roca porosa gris clara, con numerosos fenocristales de augita y leucita de aproximadamente 1 mm. de diámetro.

5) Lava de 1804: Parte central del torrente de lava de Villa Giulia, cerca de Torre del Greco, junto a la autopista. Roca porosa ligera, con numerosos fenocristales de augita en una matriz en que se aprecian claramente leucita y plagioclasa.

6) Lava de 1806: Al sur de Camaldoli della

Torre, junto a la autopista. Roca porosa gris clara, con fenocristales de augita y un poco de leucita con una matriz compacta. La leucita presenta inclusiones dispuestas simétricamente.

7) Lava de 1806: Vesubio. Roca gris clara de grano muy fino, con escasos fenocristales de augita de 3-4 mm.

8) Lava de 1806: Al sur de Camaldoli della Torre, junto a la autopista. Roca gris clara de grano muy fino, ligeramente porosa, con fenocristales de augita y raras veces de biotita reabsorbida.

9) Lava de 1831: Al sur de Pugliano, junto a la autopista. Roca gris clara de grano muy fino, ligeramente porosa, con fenocristales de leucita, augita y algo de olivino.

10) Lava de 1831: Al norte de Torre del Greco, junto a la autopista. Roca gris clara de grano muy fino, muy porosa, con fenocristales de augita de varios milímetros y leucitas más pequeñas.

11) Lava de 1855: S. Sebastiano. Roca gris clara de grano muy fino, con fenocristales de augita de hasta 5 mm. y leucitas más pequeñas.

12) Lava de 1899: Cono del Vesubio, flanco dirigido hacia Colle Umberto. Roca gris clara, ligeramente porosa, con fenocristales de leucita de 5 mm. y raras veces augita.

13) Lava de 1926: Boca secundaria en el cráter del Vesubio, hacia el Valle dell'Inferno. Roca compacta gris oscura, rica en vidrio, con fenocristales de leucita, plagioclasa y también olivino, del tamaño de menos de 1 mm.

14) Lava de 1927: Torrente de lava en el Valle dell'Inferno. Roca compacta gris oscura, rica en vidrio, con fenocristales de augita de hasta 5 mm. y leucita más pequeña.

15) Lava del 4-6-1929: Cerca de Avini (Terzigno). Roca porosa gris oscura, rica en vidrio, con fenocristales de leucita y escasa augita.

Se aprecia claramente la bien conocida variación insignificante en la composición química de las lavas históricas del Vesubio. Todas ellas vienen comprendidas dentro del tipo de magma «sommaítico» de P. Niggli:

si	al	fm	c	alk	k	mg
115	24.5	34	24.5	17	.55	.50

Los análisis químicos fueron realizados por métodos rápidos mejorados (M. Weibel, 1961, 1962) y dieron los resultados siguientes:

ñas muestras elegidas al azar en una extensión de once a treinta muestras, se puede llegar a la resolución de si se trata de diferencias significativas o casuales de los valores medios, con ayuda del test t de «Student». Para ello se calcula:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s} \sqrt{\frac{n_x n_y}{n_x + n_y}}$$

con lo que $s^2 = \frac{1}{n_x + n_y - 2} \{ \sum (x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 \}$.

Comparando el valor $t = 2.667$ obtenido con una tabla de los valores t (Fisher y Yates, 1963, tabla III) para $f = n_x + n_y - 2 = 29$ de grados de libertad, resulta un nivel de significación superior a 98 %. El resultado está asegurado por consiguiente, y la diferencia de los dos valores medios de Si⁰ es significativa. La desilificación progresiva observada para los productos del Somma y del Vesubio antiguo es, por tanto, demostrable también para las lavas del Vesubio moderno de los últimos trescientos trece años.

Para la época comprendida entre los dos períodos de 1631-1831 y 1940-44 que acaban de ser considerados, fueron analizadas 23 lavas procedentes de 1855*, 1858, 1893*, 1899*, 1903, 1906 (dicz), 1913, 1914, 1926*, 1927*, 1929 (dos), 1929* y 1932, y de las que se calculan los valores Si⁰ siguientes:

.67* .67* .63 .66 .69 .64 .67 .74 .71 .69 .76 .69
.66 .74 .70 .75 .69 .69* .70* .73* .72 .68 .70.

Valor medio: $\bar{x}_3 = 0.695 \pm 0.0340 : \sum (x_i - \bar{x}_3)^2 = 0.0254$.

En esta recopilación no se tuvo en cuenta un análisis de Lapilli, de la erupción de 1906 (A. Lacroix, 1907, 104, SiO₂, 48.10 %), debido a su contenido de álcalis chocantemente bajo, que hace suponer una pérdida secundaria de los mismos. Asimismo se suprimieron todas las lavas con transformaciones autoneumatolíticas, tales como las descritas en especial por A. Lacroix.

Comparando el valor medio $\bar{x}_3 = 0.695$ con el del período 1631-1831, o sea $\bar{x} = 0.724$, se obtiene una diferencia de 0.029. Aplicando el t -test, resulta $t = 2.579$, valor que para 32 grados de libertad, corresponde a un nivel de significación asimismo superior a 98 %. La existencia de una desilificación queda, por consiguiente, asegurada estadísticamente también para el período comprendido entre 1631-1681 y 1893-1932.

Si se confrontan, finalmente, los valores medios de los grados de silificación de los dos períodos más modernos, 1893-1932 y 1940-44, entonces se obtiene una diferencia $\bar{x} - \bar{y} = -0.002$, lo que a

primera vista haría suponer que no existe una desilificación, sino más bien una silificación insignificante. Ello significaría que la desilificación progresiva observada para todo el desarrollo magmático del volcán vésbico desde sus comienzos, no solamente no hubiera sido ya efectiva en el tiempo más moderno, sino que, por el contrario, se hubiera invertido. Ahora bien, la aplicación del test t viene a demostrar que la diferencia observada para este caso no es en modo alguno significativa. Hay que deducir, por tanto, que el lapso de tiempo considerado, de tan sólo algunos decenios es demasiado limitado para poder comprobar el pequeño efecto con los métodos analíticos aplicados, que son los del análisis normal de las rocas.

BIBLIOGRAFÍA

- B. BURRI: *Zur Berechnung der Silifizierung von Eruptivgesteinen*. «Chemie der Erde», 22, 57-77 (1962).
- R. A. FISHER & YATES: *Statistical tables for biological, agricultural and medical research*, 6th ed. Edinburgh, Oliver & Boyd (1963).
- A. LACROIX: *Etude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve* (avril 1906). «Nouv. Arch. Muséum d'Hist. Nat.» (Paris) (4), 9, 170 pp., 10 tab. (1907a).
- — *Sur la constitution pétrographique du massif volcanique du Vésuve et de la Somme*. «C. R. Ac. Sc. Paris», 144, 1245-1251 (1907b).
- — *Les roches laviques de la récente éruption du Vésuve*. «C. R. Ac. Sc. Paris», 143, 13 (1907c).
- — *Les laves leucitiques de la Somme*. «C. R. Ac. Sc. Paris», 165, 481-487 (1907d).
- A. RITTMANN: *Die geologisch bedingte Evolution und Differentiation des Somma-Vesuviumagmas*. «Z. f. Vulk.», 15, 8-94 (1932).
- A. SCHERILLO: *Le lave attuali del Vesuvio. I. Le lave dell'autunno 1940*. «Rendic. Accad. Sc. f. s. e mat. Napoli» (4), 12, 9-14 (1942).
- — *Le lave attuali del Vesuvio. II. Le lave del novembre 1941 e del febbraio 1942*. Ibid. (4), 13, 66-67 (1942-43).
- — *Le lave e le scorie dell'eruzione vesuviana del marzo 1944*. «Ann. Oss. Vesuviano», 169-183 (1950a).
- — *Le ricerche petrografiche sui prodotti dell'eruzione attuali del Vesuvio compiute nell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Napoli*. «Bull. volc.» (2), 10, 117-122 (1950b).
- — *Nuovo contributo allo studio dei prodotti dell'eruzione vesuviana del 1944*. «Bull. volc.» (2), 13, 129-144 (1953).
- H. S. WASHINGTON: *The Roman comagmatic region*. Carnegie Inst. of Washington. Publ. n.º 57. Washington D. C. (1906).
- M. WEIBEL: *Die Schnellmethoden der Gesteinsanalyse*. «Schweiz. Min. Petr. Mitt.», 41, 285-294 (1961).
- — *Die Aluminiumbestimmung in der chemischen Silikatanalyse*. «Z. analyt. Chemie», 184, 322-327 (1962).

Recibido el 23 II-68.

* Análisis nuevos de P. Arévalo.

INFORMACION

Noticias

UNION INTERNACIONAL DEL ESTUDIO DEL CUATERNARIO

Del 30 de agosto al 5 de septiembre de 1969, se celebrará en París el VIII Congreso Internacional del estudio del Cuaternario.

Los temas a tratar están agrupados de la siguiente manera:

Comisiones: 1. Líneas de las riveras cuaternarias. 2. Nomenclatura y correlación del Cuaternario. 3. Neotectónica. 4. Origen y litología de las formaciones cuaternarias. 5. Datación absoluta de los depósitos cuaternarios. 6. Mapa del Cuaternario de Europa. 7. Los mapas regionales del Cuaternario. 8. Teprocronología. 9. Paleopedología.

Las secciones de que constará son las siguientes:

Grupo 1.º El medio natural y la Paleontología del Cuaternario: Sección 1.ª Geomorfología y paleohidrología. Sección 2.ª Geología y morfología submarina. Sección 3.ª Paleontología vegetal y paleopedología. Sección 4.ª Paleontología animal. Sección 5.ª Paleoclimatología.

Grupo 2.º Cronología y correlación cuaternaria: Sección 6.ª Estratigrafía. Sección 7.ª Sedimentología. Sección 8.ª Neotectónica. Sección 9.ª Cartografía. Sección 10.ª Datación absoluta y paleomagnetismo.

Grupo 3.º El hombre del Cuaternario: Sección 11.ª Paleontología humana. Sección 12.ª Prehistoria.

Coloquios: Se celebrarán dos coloquios, uno sobre el origen del hombre moderno y otro sobre las costas y plata formas continentales en sus relaciones recíprocas.

III COLOQUIO DE INGENIERIA SISMICA

Organizado por la Asociación Española de Ingeniería Sísmica y en la Escuela de Ingenieros de Minas, se desarrollará el coloquio con arreglo al siguiente programa:

Día 21: 17,15 horas, «Resumen de la actividad sísmica mundial y nacional», por D. José Luis Flores Calderón.

Día 21: 18,15 horas, «Comentarios sobre el mapa de zonas sísmicas generalizadas de la Península Ibérica», por D. José M.ª Munuera Quiñonero y D. José Luis Ramos Granullaque.

Día 22: 17 horas, «Resumen y enseñanzas del terremoto de Alaska de 1964», por D. Angel García Yagüe.

MECANICA DE LAS ROCAS APLICADA A LA MINERIA

Durante los días 22 a 26 de abril se organizó por el Instituto Geológico y Minero, en colaboración con la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, un cursillo de conferencias sobre «Mecánica de las rocas aplicada a la minería».

Las conferencias se celebraron en la Escuela de Minas. Geotecnia, a cargo de D. Mariano Ricardo Echevarría Caballero.

«Mecánica de las rocas en la minería a roza abierta», a cargo de D. Francisco Ojeda Amador.

«Mecánica de las rocas en la minería subterránea», a cargo de D. Pedro Ramírez Oyanguren.

SIMPOSIO INTERNACIONAL DE VULCANOLOGIA

Del 20 al 26 de septiembre se celebrará en las Islas Canarias un Simposio Internacional de Vulcanología, patrocinado por la Asociación Internacional de Vulcanología y de Química del Interior de la Tierra. Los dos temas fundamentales serán: 1.º Geoquímica de las rocas volcánicas alcalinas. 2.º Complejos filonianos y subvolcánicos: relaciones entre rocas volcánicas y plutónicas. Estas sesiones científicas se celebrarán en La Laguna.

Para antes y después del Simposio se organizan excursiones científicas por las islas de Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote.

CONFERENCIAS SOBRE GEOLOGIA

Por la Sección de Geológicas de la Facultad de Ciencias de Madrid y por el Servicio Científico de la Embajada de Francia, se ha organizado un ciclo de conferencias, pronunciadas por el Dr. Henrique Termier, durante los días 6, 7 y 8 de mayo.

Los temas profesados fueron: Paleogeografía del Paleozoico marroquí. La Paleogeografía absoluta. Problemas planteados por la evolución.

SYMPOSIUM SOBRE GEOLOGIA DE LAS MINAS, GEODESIA DE LAS MINAS Y GEOMETRIA DE LOS YACIMIENTOS

Se celebrará en Praga, del 26 de agosto al 1.º de septiembre de 1969, un Symposium científico internacional sobre Geodesia de las minas, Geología de las minas y Geometría de los yacimientos.

Los seis temas seleccionados son: 1.º Nuevas técnicas de trabajo en el campo de la Geodesia de las minas. 2.º Geología de las minas y Geometría de los yacimientos. 3.º Influencia de los hundimientos y protección de la superficie y de los trabajos mineros. 4.º Documentación relativa a la Geodesia de las minas y a la Geología: Cartografía y reproducción de cartas y planos. 5.º Ciencias conexas con la Geodesia de las minas, la Geología de las minas y la Geometría de los yacimientos. 6.º Cuestiones de organización concernientes a la Geodesia de las minas en los diferentes países y colaboración internacional en el campo de la Geodesia de las minas.

XV COLLOQUIUM SPECTROSCOPICUM INTERNATIONALE

Madrid, 26-30 de mayo de 1969

Organizado por el Grupo Espectroquímico de la Real Sociedad Española de Física y Química, y patrocinado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, se celebrará en Madrid, durante los días 26 a 30 de mayo de 1969, el XV Colloquium Spectroscopicum Internationale, el cual comprenderá sesiones científicas, exposición y excursiones técnico-turísticas.

Los temas preferentes del Coloquio serán: aumento de la sensibilidad y del campo espectral de las emulsiones fotográficas, aplicaciones del análisis espectroquímico a la Geoquímica y Cosmoquímica, efecto estructural en la emisión espectral y circuitos de excitación.

Los temas generales, como en coloquios anteriores, se referirán a: espectroscopia de emisión, determinación de elementos por espectroscopia de absorción, espectrometría de fluorescencia de rayos X, espectrofotometría de llama y de absorción atómica, determinación de elementos por espectrometría de masas y por espectrometría gamma, otras técnicas espectrales de determinación elemental.

Para la participación en el Coloquio, presentación de trabajos científicos, exposición de instrumentos y cualquier tipo de información, dirigirse a: Secretario del XV Colloquium Spectroscopicum Internationale, Serrano, 119, Madrid-6 (España).

PERSPECTIVAS DE GALICIA ANTE EL SEGUNDO PLAN DE DESARROLLO

El Instituto «José Cornide» de Estudios Coruñeses, ha organizado en La Coruña un cursillo de conferencias sobre el tema «Perspectivas de Galicia ante el Segundo Plan de Desarrollo».

Las conferencias programadas son las siguientes: 16 de mayo: Antonio López Prado, «Galicia y su estructura económica». 21 de mayo: D. Carlos Otero Díaz, «La agricultura de Galicia ante el desarrollo». 24 de mayo: D. Valentín Paz Andrade, «Evolución del sector pesquero en Galicia». 31 de mayo: D. Luciano Yordi de Carricarte, «Posibilidades energéticas de Galicia y sus efectos multiplicadores». 7 de junio: D. Rafael Sande González, «Financiación del desarrollo». 14 de junio: D. Ramón Tamames, «El significado y la trascendencia de la región en el desarrollo económico».

EXPOSICION CARTOGRAFICA

Por la Oficina Nacional de Cartografía Húngara, dependiente del Ministerio de Agricultura y de Alimentación de Hungría, se organiza en Budapest, del 28 de octubre al 5 de noviembre de 1968, una exposición y conferencia internacional de mapas de la utilización de los terrenos.

EL BRILLO DE LA LUNA

La Luna resplandece en ciertos sitios de la superficie con luz autogenerada, en algunos casos casi tan fuerte como la del Sol que refleja, generalmente en rojo; puede durar de un minuto a más de una hora, y procede de zonas cuya área varía de unos cuantos kilómetros cuadrados hasta varios centenares.

Se atribuye este resplandor a protones de energía alta procedentes de tempestades solares, que dan contra meteoritos fluorescentes de la superficie lunar. Tales meteoritos, llamados enstatitas acondríticas, brillan al ser bombardeados con protones, de la misma manera que una lámpara fluorescente emite luz.

También se opina que el «viento» solar (consiste en protones de energía relativamente baja emitidos continuamente por el Sol), lo mismo que las tempestades solares, puede ser la causa de la luminiscencia. Las partículas de polvo meteorítico de la superficie lunar absorben energía de los protones durante la larga noche lunar, y al rayar su alba la superficie de la Luna se calienta rápidamente y libera la energía acumulada.

Estadística y Economía

COTIZACIONES

COTIZACIONES DE METALES

M A T E R I A S	3-12-64	15-12-66	4-1-68	4-4-68	2-5-68
ZINC					
Nueva York (centavos por libra)...	14,50	14,50	13,50	13,50	13,50
Londres (£ por Tm.).....	130 ¹ / ₂ -131	104-105	112 ¹ / ₈ -112 ¹ / ₄	107 ¹ / ₈ -107 ³ / ₄	110 ¹ / ₈ -110 ¹ / ₄
ALUMINIO					
Nueva York (centavos por libra)...	24,50	24,50	25,—	25,—	25,—
Londres (£ por Tm.).....	196,—	192,—	228-13-4	228-13-4	228-13-4
MERCURIO					
Nueva York (\$ el frasco de 34,5 kilogramos).....	480-500	495-510	523-528	575-580	560-570
Londres (£ el frasco de 34,5 kg.)	140,—	185-210	220,—	2,45—	235,—
WOLFRAMIO					
Londres (chelines por Tm.).....	169-174	310-325	410-425	325-335	290-312 ¹ / ₆
PETROLEO					
Nueva York (\$ por barril).					
East Texas, crudo, en pozo...	3-3,10	3,10	3,20	3,20	3,20
ESTAÑO					
Nueva York (centavos por libra) ..	171,—	154,—	150,—	145,—	144,75
COBRE					
Nueva York (centavos por libra).					
Electrolítico.....	64,50	36,38	38-38,25	79,80	79-80
Londres (£ por Tm.).....	502-510	426-426 ¹ / ₂	579-580	515-516	441-442
PLOMO					
Nueva York (dólares por libra)....	15,—	11,30	14,—	14,—	14,—
Londres (£ por Tm.).....	141-142	81-81 ¹ / ₄	93 ¹ / ₈ -93 ¹ / ₄	107 ⁵ / ₈ -107 ³ / ₄	102 ¹ / ₂ -102 ⁶ / ₈

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
100	6099	25-IV-68	Ind.	Se suspenden permisos de investigación y concesiones de explotación de minerales radiactivos en un perímetro de las provincias de Orense, Lugo y Zamora.

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
109	6645	6-V-68	Ind.	En las provincias de Almería, Tarragona, León, Guadalajara, Madrid, Segovia, Cuenca, Oviedo, Teruel, Vizcaya y Zaragoza se declaran caducados los permisos de investigación minera que se citan.
106	6476	2-V-68	Ind.	En las provincias de Badajoz, Lugo, Jaén y Oviedo caducan las concesiones de explotación minera que se citan.
106	6477	2-V-68	Ind.	En las provincias de Badajoz, Gerona, Huelva, Cuenca, Madrid, Albacete, Murcia, Oviedo y Zaragoza se otorgan las concesiones de explotación que se citan.
106	6477	2-V-68	Ind.	En la provincia de Oviedo caduca la concesión de explotación minera que se indica.
111	6741	8-V-68	Ind.	En las provincias de Badajoz, Cáceres, Huelva, León y Teruel se otorgan los permisos de investigación minera que se citan.
111	6741	8-V-68	Ind.	En las provincias de Lérida y Oviedo se otorgan las concesiones de explotación minera que se citan.
111	6741	8-V-68	Ind.	En las provincias de Madrid, Guadalajara y Vizcaya se declaran caducados los permisos de investigación que se citan.
111	6742	8-V-68	Ind.	En la provincia de Oviedo se declaran caducados los permisos de investigación minera que se citan.
113	6854	10-V-68	Ind.	En las provincias de Badajoz, Cáceres, Lérida, La Coruña, Orense, Navarra, Granada, Guadalajara, Jaén, Oviedo, Santander y Valencia se declaran caducadas las concesiones de explotación minera que se indican.
113	6855	10-V-68	Ind.	En las provincias de Oviedo y Valencia se declaran cancelados los permisos de investigación minera que se citan.
PERSONAL				
96	5868	20-IV-68	Ind.	Se nombran los Delegados provinciales del Ministerio de Industria que se detallan.
ENSEÑANZA				
115	7010	13-V-68	E. y C.	Orden de 3 de mayo de 1968 sobre prórroga del plazo de duración de la enseñanza libre en las Escuelas Técnicas Superiores para los cursos de carrera del plan de estudios de 1957.
HIDROCARBUROS				
94	5783	18-IV-68	Ind.	Se aprueba el proyecto de convenio de colaboración entre el «INI», «COPAREX», «CIEPSA» y «SEPE» para la investigación de hidrocarburos en el permiso «Murcia», en la zona I.
112	6772	9-V-68	Ind.	Se adjudican a las Sociedades «Compañía Española de Petróleos, S. A.» (CEPSA), «Mobil Producing Spain Inc.» (MOBIL) y «Compañía Ibérica de Prospecciones, S. A.» (CIPSA) las demasías a los permisos de investigación de hidrocarburos sobre las cuadrículas números 7 y 8 de la Zona II (Fernando Poo).
112	6772	9-V-68	Ind.	Se adjudican a las Sociedades «Spanish Gulf Oil Company» (SPANGOC) y «Compañía Española de Minas de Río Tinto, S. A.» las demasías a los permisos de investigación de hidrocarburos sobre las cuadrículas números 5, 6 y 9 de la Zona II (Fernando Poo).
114	6956	11-V-68	P. del G.	Corrección de errores de la Orden de 30 de abril de 1968 por la que se adjudican a las Sociedades «Compañía Española de Petróleos, S. A.» (CEPSA), «Mobil producing Spain Inc.» (MOBIL) y «Compañía Ibérica

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
121	7290	20-V-68	Ind.	rica de Prospecciones, S. A.» (CIPSA) las demasías a los permisos de investigación de hidrocarburos sobre las cuadrículas números siete y ocho de la zona II (Fernando Poo).
128	7699	28-V-68	Ind.	Se aprueba el proyecto de convenio de colaboración suscrito entre «Continental Oil Company of Spain» (CONSPAIN), «Coparex Española, S. A.» (COPAREX) y el Instituto Nacional de Industria (INI) para la investigación de hidrocarburos en nueve permisos otorgados a dicha Compañía en la Zona I.
129	7767	29-V-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en la Zona III (Sahara).
134	8070	4-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de cinco permisos de investigación de hidrocarburos en Zona III (Sahara).
134	8070	4-VI-68	Ind.	Se acepta la renuncia del Instituto Nacional de Industria y «Gao of Spain, Inc. (Gao)», a los permisos de investigación de hidrocarburos de Zona I (Península) «Arganda» y «Tielmes».
134	8070	4-VI-68	Ind.	Se acepta la renuncia del Instituto Nacional de Industria y «Coparex Española, S. A.», a los permisos de investigación de hidrocarburos de Zona I (Península) «Huelva», «El Villar» y «Mogea».
134	8072	4-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de un permiso de investigación de hidrocarburos en Zona III (Sahara).
139	8444	10-VI-68	Ind.	Decreto modificando el párrafo cuarto de la condición primera del artículo segundo del Decreto 1.846/1967, de 13 de julio.
140	8538	11-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de varios permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
141	8602	12-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de tres permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
142	8654	13-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
143	8690	14-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de cuatro permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
144	8751	15-VI-68	Ind.	Se anuncia concurso para la adjudicación de seis permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península).
RESERVAS				
93	5724	17-IV-68	Ind.	Corrección de errores de la Orden de 27 de febrero de 1968 por la que se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos y las rocas bituminosas, en la zona denominada «Cáceres cincuenta y uno», del término municipal de Tejeda de Tiétar, de la provincia de Cáceres.
101	6143	26-IV-68	Ind.	Prórroga de reserva a favor del Estado de yacimientos de plomo en determinada zona de la Sierra de Gádor, de la provincia de Almería.
101	6143	26-IV-68	Ind.	Se prorroga la reserva a favor del Estado de los yacimientos de mineral de hierro en una zona del SO. de la Península, comprendida en las provincias de Badajoz, Huelva y Sevilla.
103	6329	29-IV-68	Ind.	Corrección de errores de la Orden de 25 de marzo de 1968 por lo que se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de toda clase de minerales, exceptuados los radiactivos, carbón e hidrocarburos, dentro de una zona que comprende parte de las provincias de Badajoz y Córdoba.
110	6684	7-V-68	Ind.	Se suspende el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de explotación de toda clase de minerales, exceptuados los

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
111	6739	8-V-68	Ind.	radiactivos, carbón e hidrocarburos, en el perímetro que se indica, comprendido en la provincia de Guadalajara. Se levanta la reserva provisional a favor del Estado de los yacimientos de mineral de hierro dentro de una zona al Sureste de Sierra Nevada, situada en las provincias de Almería y Granada.
116	7079	14-V-68	Ind.	Corrección de errores de la Orden de 23 de abril de 1968 prorrogando la reserva a favor del Estado de los yacimientos de plomo y espato-flúor en determinada zona de la Sierra de Gádor, de la provincia de Almería.
116	7079	14-V-68	Ind.	Se suspende el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones de explotación de minerales radiactivos en un perímetro de las provincias de Orense, Lugo y Zamora.
122	7335	21-V-68	Ind.	Se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos, en una zona de la provincia de Huelva, denominada «Huelva Tres El Bravo», de los términos municipales de Encinasola, Aroche y Cumbres de San Bartolomé.
132	7918	1-VI-68	Ind.	Se suspende el derecho de petición de permisos de investigaciones y concesiones de explotación de minerales radiactivos en un perímetro de las provincias de Pontevedra y Orense.
134	8071	4-VI-68	Ind.	Se reservan provisionalmente a favor del Estado minerales radiactivos en una zona de la provincia de Huelva denominada «Huelva Cuatro-Hinojales», en los términos municipales de Cumbres Mayores, La Nava, Hinojales, Cortelazor, Aracena, Cañaveral de León, Cortecóncepción y Arroyomolinos de León.
134	8071	4-VI-68	Ind.	Se reservan provisionalmente a favor del Estado los yacimientos de minerales radiactivos en una zona denominada «Barcelona Dos-San Clemente de Llobregat», de los términos municipales de San Clemente de Llobregat, Viladecans y Begas.
137	8297	7-VI-68	Ind.	Se suspende el derecho de petición de permisos de investigaciones y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en un perímetro de la provincia de Gerona.
137	8297	7-VI-68	Ind.	Se suspende el derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de minerales radiactivos en un perímetro de la provincia de Soria.
139	8444	10-VI-68	Ind.	Corrección de errores sobre reserva provisional a favor del Estado de los yacimientos de minerales radiactivos en una zona de la provincia de Huelva denominada «Huelva Tres-El Bravo», de los términos municipales de Encinasola, Aroche y Cumbres de San Bartolomé.
VARIOS				
96	5879	20-IV-68	Ind.	Se declara de utilidad pública y urgente ocupación de terrenos a favor de la «Empresa Nacional Siderúrgica, S. A.», para la instalación en el término de Corvera de una fábrica de nitrato amónico cálcico, anexa a su factoría de Avilés.
98	6008	23-IV-68	Ind.	Se aprueba el proyecto de las instalaciones a realizar por «Refinerías de Petróleos de Escombreras, S. A.», para la ampliación de su refinería.
98	6009	23-IV-68	Ind.	Se aprueba el proyecto de las instalaciones a realizar por «Compañía Ibérica Refinadora de Petróleos, S. A.», para la ampliación de su refinería.
103	6324	29-IV-68	Trabajo	Se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso contencioso-administrativo interpuesto contra este Departamento por «Fábrica de Mieres, S. A.».
103	6325	29-IV-68	Trabajo	Se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso conten-

B. O. N.º	PÁGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
103	6325	29-IV-68	Trabajo	cioso-administrativo interpuesto contra este Departamento por «Combustibles de Fabero, S. A.».
103	6326	29-IV-68	Trabajo	Se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso contencioso-administrativo interpuesto contra este Departamento por «Sociedad Metalúrgica Duro-Felguera».
103	6329	29-IV-68	Ind.	Se dispone el cumplimiento de la sentencia recaída en el recurso contencioso-administrativo interpuesto contra este Departamento por «Antracitas de La Granja, S. A.».
103	6329	29-IV-68	Ind.	Se autoriza a la Compañía «Española de Minas de Riotinto, S. A.», para instalar una planta de trituración, clasificación y depósito de minerales en el término municipal de Minas de Riotinto (Huelva).
111	6782	9-V-68	Ind.	Se autoriza a la Compañía «Española de Minas de Riotinto, S. A.», para instalar una planta de trituración, clasificación y depósito de minerales en el término municipal de Minas de Riotinto (Huelva).
116	7056	14-V-68	Ind.	En la provincia de La Coruña, expediente de expropiación forzosa, que, con carácter de urgencia, y a tenor de lo dispuesto en el artículo 52 y siguientes de la Ley de Expropiación Forzosa de 16 de diciembre de 1954, se incoa para la adquisición de los terrenos situados en el término municipal de Sarria, de la provincia de Lugo, que son necesarios para la instalación de la fábrica de cemento artificial en Cural, para la Sociedad «Cementos Noroeste, S. A.», según Resolución del Consejo de Ministros de 17 de abril de 1959.
117	7117	15-V-68	Ind.	Se dictan las normas de seguridad que han de observarse para el disparo bajo agua a presión de los explosivos autorizados para ello.
120	7229	18-V-68	Comercio	En la provincia de León, expedientes de expropiación forzosa para la ocupación urgente de fincas en término y Ayuntamiento de La Robla, provincia de León, con motivo de la construcción de la variante de la carretera que une las canteras con la «Fábrica de Cementos La Robla».
121	7270	20-V-68	Ind.	Se concede a «Compañía Española de Minas de Río Tinto, S. A.», el régimen de reposición con franquicia arancelaria de chatarra de cobre por exportaciones, previamente realizadas, de cobre bñster.
123	7368	22-V-68	Ind.	Se dispone la inclusión de tres «papillas experimentales» (Slurries) explosivos en la lista oficial de Explosivos Industriales para Usos Civiles.
123	7368	22-V-68	Ind.	Se modifica el articulado sobre minas y zonas reservadas a favor del Estado, a que se refiere el capítulo III del título IV del Reglamento General para el Régimen de la Minería.
135	8148	5-VI-68	Ind.	Provincia de Oviedo. Se señala fecha para el levantamiento de las actas previas a la ocupación de las fincas que se citan, afectadas por la expropiación forzosa solicitada por «Unión de Siderúrgicas Asturianas, S. A.» (UNINSA).
137	8267	7-VI-68	Ind.	Corrección de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas y Combustibles por la que se dispone la inclusión de tres «papillas experimentales» (Slurries) explosivos en la lista oficial de Explosivos Industriales para Usos Civiles.
137	8266	7-VI-68	O. P.	Se establece régimen transitorio para la aplicación del Decreto 633/1968, de 28 de marzo, sobre autorización previa administrativa para alumbramiento de aguas subterráneas en la isla de Hierro.
139	8405	10-VI-68	Ind.	Se dictan normas, con carácter provisional, sobre el abastecimiento de determinados combustibles al mercado interior.
140	8525	11-VI-68	O. P.	Se autoriza ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas por medio de una galería denominada «La Fortuita», en terrenos propios del Ayuntamiento de La Orotava (Santa Cruz de Tenerife), en el paraje «Lomo de la Cueva Jurada».

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

W. LODDER: *Gold-alunite deposits and zonal Wall-Rock alteration near Rodalquilar, SE. Spain*. H. Jeenman & Ronen-Wageningen, 1966.

La región alrededor de Rodalquilar forma parte de las cadenas volcánicas neógenas del Cabo de Gata, en el SE. de España. La composición de las rocas volcánicas en dicha región varía aproximadamente de cuarzoso-basáltica a cuarzoso-latítica (nomenclatura de Rittmann). Sólo localmente aparecen recubiertas por sedimentos del Mioceno o del Plioceno. La secuencia no ha sido afectada por plegamientos ni por fallamientos en gran escala. Observaciones hechas recientemente por Fúster y después por Roever y Lodder han mostrado que las ignimbritas están ampliamente difundidas entre las rocas volcánicas de la región del Cabo de Gata.

El estudio se ocupa principalmente de los depósitos de oro y alunita de Rodalquilar y de la alteración zonal de la roca vecina que les acompañaba. Las vetas de oro y alunita se limitan a un conjunto de rocas muy fuertemente alteradas; se supone que en su mayor parte son de carácter ignimbritico. Varios factores parecen indicar un origen singenético pencontemporáneo del mineral de oro y de las ignimbritas en las que se encuentran las vetas, a saber: la ausencia manifiesta de vetas de oro en la riódacita subyacente; el acúmulo de vetas de oro hacia la riódacita subyacente; la ausencia de vetas de oro en las unidades de rocas suprayacentes; la concentración de depósitos auríferos debajo de varios niveles que probablemente representan las superficies superiores de varias diferentes coladas de ceniza. La presencia frecuente de una zona de alteración rica en yeso a lo largo de la base del complejo de ignimbritas auríferas y la carencia de compuestos de azufre en la riódacita subyacente, que induce a creer que las corrientes que acarrearán el azufre provenían más bien de arriba que de abajo.

Con ayuda de métodos radiográficos se ha comprobado la presencia de un número de zonas de alteración a lo largo de las vetas. Partiendo de las venas hacia fuera se distinguen las seis zonas siguientes, denominada cada una de acuerdo con sus componentes más característicos: zona de alunita/cuarzo, compuesta principalmente por las vetas mismas y caracterizada además por la presencia de oro; zona de dickita/(pirofilita), una zona estrecha con dickita y ocasionalmente pirofilita; zona de caolinita/ilita; zona de ilita/esmectita en capas mixtas; zona de esmectita/clorita en capas mixtas; zona de clorita/vermiculita en capas mixtas.

En la mayoría de las zonas, el cuarzo constituye el componente principal, mientras que también se encuentran a menudo pequeñas cantidades de jarosita, sulfuros y compues-

tos de óxidos de hierro. El oro se limita a la zona alunita/cuarzo; es en esta zona donde más abunda el cuarzo. Alunita sólo se encuentra en las primeras cuatro zonas, en tanto que la clorita se halla solamente en las últimas dos. En las zonas (III)-VI aparece además plagioclasa fuertemente reemplazada por adularia; se supone que se ha formado antes de la aparición de las zonas de alteración. El polimorfismo de ilita varía de $1M_4$ a $2M_1$ 1M a medida que se aproxima a la zona de alunita/cuarzo. Aparte de eso, el grado de cristalinidad de caolinita va aumentando hacia la zona de alunita/cuarzo.

En el material terroso que descansa sobre una cantera de bentonita se ha encontrado tobermorita.

La obra consta de 94 páginas, 8 láminas y un mapa a escala 1:10.000.—L.

VON GÖTZ TISCHER: *4. Über die Wealden-Ablagerung und die Tektonik der östlichen Sierra de los Cameros in den nordwestlichen Iberischen Ketten (Spanien)*. Págs. 35-39 y 16-29, Hannover, diciembre 1966.

El autor ha trazado un mapa geológico del Wealdense de la parte oriental de la Sierra de los Cameros situada entre la Sierra de la Demanda y el Moncayo, en las Montañas Ibéricas. El Wealdense admite una subdivisión lito-estratigráfica en cinco grupos de estratos. Ha estudiado la litología, los espesores y los colores de los sedimentos, y llega a la conclusión de que se trata de sedimentos de ambiente fluvial y salobre, de un delta extenso que desembocó en el mar jurásico regresando hacia el Este. La mayor parte de la materia clástica de los sedimentos procede de la denudación de una tierra emergida al Sur-Oeste del delta. La erosión de los terrenos jurásicos, en la región de la cuenca del Ebro, también ha contribuido a los sedimentos deltaicos. Según el autor, se reconocen dos grandes ciclos de sedimentación y parte de un tercero, en los cuales prevalece una correlación estrecha entre la litología, los espesores y los colores sedimentarios.

La estructura tectónica de la zona marginal de las fallas, entre la Sierra de los Cameros oriental y la cuenca del Ebro, resulta bastante más compleja de lo que se suponía anteriormente. Además de las fallas inversas dirigidas hacia la cuenca del Ebro, el conjunto tectónico muestra grandes fallas normales entre la Sierra y la zona marginal, con indicaciones de dislocación horizontal paralelas a la margen meridional de la cuenca del Ebro.

La viva tectónica de pliegues y fallas inversas en las otras partes de las Montañas Ibéricas, difiere mucho de la estructura del interior de la Sierra de los Cameros oriental. Allí prevalecieron los movimientos verticales que produjeron

grandes anticlinales, en la amplitud y la extensión de los cuales influyó principalmente la distribución de espesores de los terrenos wealdenses. Esa distribución sigue direcciones diferentes de las líneas principales de la tectogénesis terciaria, indicando la más antigua configuración tectónica del profundo subsuelo paleozoico.—L.

Colloque sur le Devonien inférieur et ses limites (Rennes, 16-24 de septiembre de 1964). B. R. G. M., núm. 33, 1967.

Este volumen se publica como consecuencia de la Reunión celebrada en Rennes del 17 al 18 de septiembre de 1964, organizado por el Comité Francés de Estratigrafía del Laboratorio Geológico de dicha Facultad, con el fin de estudiar el Devoniano inferior y sus límites en Francia, en los países cercanos y en el Norte de África.

Se establecieron conclusiones sobre el límite Siluro-Devoniano, Devoniano inferior de Francia en las regiones cercanas y el límite del Devoniano inferior y Devoniano medio.

También figura entre los acuerdos la organización del próximo coloquio sobre geología de Marruecos.

Los trabajos recopilados en este tomo son los siguientes:

Palaeontología.

Babin, C., «Remarques sur quelques Mollusques du Tausien du Finistère»; Jaeger, H., Dore, F. y Philippot, A., «Présence de Budnaniens en Normandie, dans le synclinal d'Urville (Calvados)»; «Courte description et discussion des Graptolites de cet étage provenant du sondage du Quesnay (Calvados)»; Lardeux, M., «Aperçu sur les Tentaculitoïdes du Devonien inférieur du Massif Armoricain»; «Contribution à l'étude des Trilobites du passage Eo-Mésodevonien dans le Sud-Est armoricain»; «Le genre Cleistopora dans le Devonien du Finistère».

Límite siluriano-devoniano.

Boucek, B., «Quelques remarques sur le problème de la limite Silurien-Dévonien en Europe Centrale»; Cavet, P., «Sur la stratigraphie du Paléozoïque du massif de l'Agly aux environs d'Estagel (Pyrénées-Orientales)»; Hollard, H., «Précisions sur la stratigraphie et la répartition de quelques espèces importantes du Silurien supérieur et de l'Eodévonien du Maroc présaharien»; Legrand, P., «Nouvelles connaissances acquises sur la limite des systèmes Silurien et Dévonien au Sahara algérien»; Legrand, P., «Quelques nouveaux Graptolites à la limite des systèmes Silurien et Dévonien au Sahara algérien»; Mathieu, G., «La Siluro-Dévonien de Beaumont-en-Artois, ses faciès détritiques intraformationnels à la limite entre le Silurien et le Dévonien»; Ovtrecht, A., «Gothlando-Dévonien et Dévonien inférieur du massif de Mouthou-

met (Aude)»; Philippot, A., «Le Ludlowien en Bretagne, faune de Graptolites et relations visibles avec le Gédinnien».

El Devoniano inferior en las diversas regiones.

Brouwer, A., «Le Dévonien inférieur des montagnes cantabriques (Espagne du Nord-Ouest)»; Burollet, P. F., «Sédimentologie du Dévonien inférieur en Libye»; Delattre, C., Le Maitre, D. y Waterlot, G., «Le Dévonien inférieur et ses limites dans le Nord de la France»; Dubois, P., Beuf, S. y Biju Duval, B., «Lithostratigraphie du Dévonien inférieur gréseux du Tassili N'Ajjer»; Foucher, J. C., «Contribution à l'étude sédimentologique du pudingue du "Caillou-qui-bique"»; Llopis Lladó, N., «Sur le Dévonien inférieur des Asturies (Espagne)»; Poncent, J., «Caractères pétrographiques et sédimentologiques d'une coupe dans le grès à Dalmanella Monnier du Cotentin»; Vai, G. B., «Le Dévonien inférieur biohermal dans les Alpes Carniques centrales»; Cavet, P., Lardeux, H. y Pillet, J., «Notice stratigraphique sur les firmations paléozoïques des synclinoria de Saint-Julien-de-Vouvantes et de Redon-Ancenis (S. E. du massif Armoricain) à l'Est du méridien de Châteaubriant»; Planchon, J. P., «Observations sur le Dévonien inférieur du Sahara espagnol (Région de Smara)»; Maurel, M., «Stratigraphie du Dévonien inférieur et moyen de la Montagne Noire»; Renaud, A., «Le Dévonien inférieur du synclinorium médian armoricain».

Micropalaeontología.

Deunff, J., «Sur une série à Acritarches dans le Dévonien moyen du Finistère»; Gayet, J., «Microfaune des schistes et calcaires à Athyris undata du Siegénien moyen dans le bassin de Laval»; Grekoff, N., «A propos des types de Leperditia britannica M. Rouault, 1851 (Lectotype et hypotypes)»; Grekoff, N., «Aperçu sur les Ostracodes du Dévonien inférieur»; Le Fèvre, J., «Succession d'associations d'Ostracodes et de Conodontes dans le Silurien, le Dévonien inférieur et l'Eifélien de quelques coupes de France et du Sahara»; Lys, M. y Mauvier, A., «Résultats micropaléontologiques (Conodontes) dans le Silurien et le Dévonien inférieur de l'Anjou».

Límite del Devoniano inferior y del Devoniano medio.

Lapadu-Hargues, P., «Quelques données sur l'âge des séries métamorphiques du Massif Central français»; Mirouse, R., «A propos des couches de passage du Dévonien inférieur au Dévonien moyen dans la haute vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées)»; Strel, M., «Informations paléobotaniques sur la limite Dévonien inférieur-Dévonien moyen dans le géosynclinal ardenno-rhénan».

Se completa la Memoria con un comentario de las siete excursiones que se realizaron con tal motivo.—L. DE A.

J. RAMÍREZ DEL POZO y M. J. AGUILAR TOMÁS: *Acta Geológica Hispánica. Estratigrafía del Aptense y Albense en la zona de Durango (Vizcaya), y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras en "bolas concéntricas"*. Año II, núm. 5, noviembre-diciembre 1967.

En el Albense inferior de la zona de Durango, que descansa sobre un Aptense formado por calizas organógenas arrecifales, hay unos niveles de arcillas, con desarrollo de figuras en «bolas concéntricas», intercalados entre calizas arrecifales, resultado de una sedimentación fina terrígena en las laderas de los arrecifes, y su transporte a los fondos de las cuencas interarrecifales de facies «Lagoon» en relación con la destrucción de los arrecifes por el oleaje al cesar la subsidencia. Una sedimentación terrígena muy intensa produjo durante el Albense medio el cese total de la actividad de los organismos constructores de calizas arrecifales. En el Albense superior vuelven a restablecerse temporal y localmente las condiciones favorables para la vida de los organismos coloniales y biohermales, y, en los fondos, entre estos arrecifes, se depositan nuevamente arcillas con figuras «en bolas concéntricas». —L. DE A.

K. J. Scott B. Sc.: *Clasificación en pulpas homogéneamente floculadas*. Transactions/Section C. Institution of Mining & Metallurgy. Bulletin n.º 733, Dec. 1967.

Es posible una clasificación de las partículas situadas dentro de los flóculos, debido a la defloculación parcial de pulpas, normal y homogéneamente floculadas, bajo condiciones de esfuerzos suaves y de flotabilidad. Esto origina la formación del lecho superior de flóculos, regulador de la velocidad en tanques que funcionan con menas de oro molidas floculadas con cal. El hecho de que la distribución del tamaño de partículas y, por tanto, el comportamiento de la sedimentación de la pulpa en esta zona, no representa la

pulpa de alimentación, puede llevar a una actuación prevista del tanque en detrimento de lo que puede ser posible prácticamente.

Es importante, y no debe pasarse por alto, la importancia de este aspecto en el diseño del tanque.—A. L. DE G.

P. S. B. STEWART B. Sc., Ph. D. y C. J. RESTARICK A. B. S. M.: *Dynamic flow characteristics of a small spiral classifier*. Transaction/Section C. Publ. por la Institution of Mining & Metallurgy. Londres. Bulletin n.º 733, diciembre 1967, págs. 225-230, 8 figs. y 3 tablas.

Estudian los autores el comportamiento dinámico del pequeño clasificador espiral, que fue ensayado con éxito empleando amplias variedades de cuarzo para producir un impulso. Análisis gráficos de los resultados de la prueba indicaron una simple representación física de los movimientos de las partículas sólidas dentro del clasificador, que podían ser simuladas empleando un computador analógico. Las constantes en la simulación podían ser ajustadas tal que el comportamiento dinámico de cuarzos de cualquier tamaño en el clasificador fue repetido exactamente.

Un tiempo total de la estancia en el clasificador, que fue calculado de unos datos obtenidos por la simulación del impulso, estaba completamente de acuerdo con el tiempo total de estancia en el clasificador, que fue calculado del peso de materia sujeta en el clasificador. Las indicaciones contenidas en los datos derivados de la prueba de simulación de cada tamaño estaban de acuerdo con el modelo físico en el cual fue basada la simulación.

Las pruebas de impulso por eso dieron no solamente un modo de simular el comportamiento dinámico del pequeño clasificador espiral que fue adecuado para incorporar en una simulación dinámica del pulido en circuito cerrado, sino también un conocimiento profundo de los medios físicos por los cuales las partículas llegaron a cada producto.—A. L. DE G.

Sección informativa de revistas

Publicaciones belgas

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. Publ. por la Sociedad Geológica de Bélgica, Lieja. Memoria 4, t. X, 1966-1967.

M. Fairon: *L'Asteroxylon elberfeldense Krausel et Weyland, porte-t-il des axes terminaux du type Hostmella hostimensis Potonié et Bernard?*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE ET D'HYDROLOGIE. Publ. por la Sociedad Belga de Geología, Bruselas. Tomo LXXV, fascículo 3, 1967.

C. Massar: *Les acritarches du parc de Neuville-sous-Huy (Silurien belge)*.

M. Gulinck: *Note sur les formations précambriennes de la région de Matadi-fornasari (Bas-Congo)*

M. Gulinck: *Sur le caractère marin de certains sables des poches karstiques du Condroz.*

A. Beugnies: *La faille de Vireux à l'ouest de la Meuse.*

H. Neybergh: *Sur quelques caractères du Tournaisien des sondages de Tournal et de Leuze.*

H. Neybergh: *Sur quelques caractères du sondage de Wépion.*

P. Sartenaer: *Commentaires sur le genre nominal Adolfia Gürich, G., 1909 et sur le nom générique Guerichella (Brachiopoda, Spiriferacea).*

A. van Roy: *Découverte des restes d'Equus caballus à la carrière Delid à Villers-la-Tour (Hainaut).*

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. Publ. por la Sociedad Geológica de Bélgica, Lieja.

Núms. 7-10, 1968.

A. Kazmitcheff: *Observations géologiques sur le gisement aurifère de Namoya.*

J. C. Duchesne: *Les rotations Sr-Ca et Ba-K dans les plagioclases des anorthosites du Rogaland Méridional.*

J. C. Duchesne: *Dosage du Sr et Rb dans les feldspaths et roches acides par spectro-fluorescence X. Application à quelques roches standards.*

P. Macar: *Sur quelques structures sédimentaires actuelles caractéristiques de la ligne de rivage.*

J. Pel: *Observations sur la terrasse de Cointe (site de l'Observatoire).*

R. Conil: *Le calcaire carbonifère depuis le Tn1a jusqu'au V2a.*

J. Mélon: *Gypse et aragonite de la grotte de la Cigalère (Seintein, Ariège).*

J. Mélon: *Calcite de quelques grottes françaises.*

A. Kazmitcheff: *Esquisse géologique des confins nord du parc national de Serengeti (Tanzanie).*

H. Pirlet: *La tranchée de Berneau à Visé et la sédimentation dévono-carbonifère dans la région de Visé.*

J. Kerkx: *Problèmes concernant la détermination des volcaniques basiques.*

P. Bartholomé, J. C. Duchesne y L. van der Plas: *Sur une forme monoclinique de l'iváite.*

J. Pel: *Phénomènes géologiques et hydrogéologiques, causes de dégradations dans la commune d'Alleur.*

MEMOIRES. Publ. por el Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Bruselas.

Núm. 156, 1967

E. Casier: *La Landénien de Dormaal (Brabant) et sa faune ichthyologique.*

MEMOIRAS. Publ. por la Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruselas.

Año 1967, nueva serie, XVII-3.

GEOLOGICAL NEWSLETTER. Publ. por la International Union of Geological Sciences, Antwerp.

Volumen 1967, núm. 3, septiembre, 1967.

Publicaciones búlgaras

ANUARIO. Publ. por la Escuela Superior de Minería y Geología de Sofía.

Tomo XI, 1965 (en ruso o búlgaro, resúmenes en otros idiomas).

Fasc. I: Laboreo de minas, Demarcación, Sondeos

Fasc. II: Geología.

Fasc. III: Mecanización de minas.

Fasc. IV: Preparación de sustancias útiles.

Fasc. V: Electrificación de minas.

Publicaciones danesas

RAPPORT. Publ. por Grønlands Geologiske Undersøgelse, Copenhagen.

Núm. 10, 1967.

B. I. Borgen: *Analytical procedures used in the geochemical laboratory of the Survey.*

Núm. 12, 1967.

M. Chisler y B. F. Windley: *The chromite deposits of the Fiskenaesset region, West Greenland.*

Núm. 13, 1967.

A. Escher y M. Burri: *Stratigraphy and structural development of the Precambrian rocks in the area north-east of Disko Bugt, West Greenland.*

MISCELLANEOUS PAPERS. Publ. por Grønlands Geologiske Undersøgelse, Copenhagen.

Núm. 50, 1966.

H. G. Scharbert: *The alkali feldspars from microsyenitic dykes of Southern Greenland.*

Núm. 51, 1966.

H. G. Scharbert: *Notes on the Julianehab granite of Eqalet peninsula, Julianehab district, Southern Greenland.*

Núm. 52, 1967.

G. Henderson y T. C. R. Pulvertaft: *The stratigraphy and structure of the Precambrian rocks of the Umanak area, West Greenland.*

Núm. 53, 1967.

T. Birkelund: *Submicroscopic shell structures in early Growth-Stages of Maastrichtian Ammonites (Saghalinites and Scaphites).*

Núm. 54, 1967.

B. F. Windley: *On the classification of the West Greenland anorthosites.*

Núm. 55, 1967.

A. Escher: *Tectonic levels in the Precambrian of South Greenland.*

BULLETIN. Publ. por Grønlands Geologiske Undersøgelse. Copenhague.

S. N. Ayrton y M. Burri: *L'évolution du socle précambrien dans la région de Qagssimiut, Groënland méridional*. Núm. 68, 1967.

N. Sørensen: *Contributions to the mineralogy of Ilímausaq*. Nos 37.

Publicaciones finesas

BUTELLIN DE LA COMMISSION GEOLOGIQUE DE FINLANDE. Publicado por el Geologinen Tutkimuslaitos, Otaniemi.

Núm. 226, 1967 (en alemán).

K. Reck, H. Borchert y G. Anger: *Investigaciones metalogénicas en el yacimiento de hierro Jauratsi, en la Lapponia finesa*.

Publicaciones francesas

TRAVAUX DU LABORATOIRE DE PALEONTOLOGIE. Publ. por la Facultad de Ciencias de Orsay, Universidad de París. Enero, 1968.

J. Roger: *Un programme d'études paléocologiques*.

J. Roger y E. Faton: *Les organismes perforants*.

REVUE DE L'INSTITUT FRANCAIS DE PETROLE. Publ. por el Institut Français du Pétrole, París. Volume XXII, núm. 11, 1967.

BUTELLIN DU CENTRE DE RECHERCHES DE PAU. Publ. por la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, Pau. Volumen 1, núm. 2, 1967.

G. Kaplan y D. Faure: *Analyse géochronologique du Cambro-Ordovicien et du socle de la région d'El Grassi, Sahara*.

B. Kubler: *Anchimetamorphismes et schistosité*.

J. E. Lacey y A. V. Carozzi: *Critères de distinction entre oolites autochtones et allochtones. Application au calcaire de Sainte-Geneviève (Viséen) de l'Illinois, U. S. A.*

J. Ch. Fontes, P. Fritz, J. Gauthier y G. Kulbicki: *Minéraux argileux, éléments-traces et compositions isotopiques (¹⁸O/¹⁶O et ¹³C/¹²C) dans les formations gypsifères de l'Eocène et de l'Oligocène de Cormeilles-en-Parisis*.

H. J. Oertli: *Essai d'interprétation écologique des associations d'Ostracodes de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène de Cormeilles-en-Parisis*.

E. Gerry y H. J. Oertli: *Bisulcoypris? triassica n. sp. (Crust., Ostrac.) from Israel*.

C. Baur, J. Baurouillec y J. Villatte: *Sur la présence de Nummulitoides sindensis (Davies, 1927) dans le Thanétien de l'Ariège (Pyrénées centrales, France)*.

A. Debout: *Présence et signification paléocologique d'un niveau à Bryozoaires dans le Paléocène inférieur du Sud de Pau*.

M. Waeselynck: *Etude de structures anticlinales ou synclinales par la méthode magnéto-tellurique*.

NATURE ET RESSOURCES. Publ. por la UNESCO.

Vol. III, núm. 4, diciembre, 1967.

Lexique stratigraphique international.

PUBLICACIONES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS. Publ. por la Universidad de Strasbourg (separatas).

M. G. Mathevon, J. P. Rothé, P. Siffert y A. Coche: *Détermination de la radioactivité des roches par spectrométrie à l'aide d'un détecteur au germanium compensé au lithium*.

K. D. Phan: *Note sur l'europium et l'yttrium*.

K. D. Phan, B. Foissy, M. Kerjean, J. Moatti y J. C. Schütz: *Le scandium dans les minéraux et les roches encaissantes de certaines pegmatites malgaches*.

J. Sarcia: *Citologie prévisionnelle et géochronologie. Distribution géochronologique des principales minéralisations du Bouclier Canadien*.

GÉOLOGIE ALPINE. Publ. por el Laboratorio de la Facultad de Ciencias de Grenoble.

Tomo 43, 1967.

P. Antoine, J. P. Girod y J. Guernic: *Sur l'existence de faciès récifaux dans le Valanginien du Vercors septentrional*.

R. Barbier: *Nouvelles réflexions sur le problème des « pains de sucre » à propos d'observations dans le Tassili N'Ajjer (Algérie)*.

J. P. Basseaget, R. Michel y F. Richard: *Les rodingites et les ophisphérites du massif ultrabasique de la province de Mugla (Taurus occidental, Turquie). Comparaison avec des analyses chimiques récentes de rodingites des Alpes*.

J. Ci. Barféty: *Au sujet d'une série post-triasique inhabituelle dans la zone briançonnaise, près de Névache (Hautes-Alpes)*.

Ch. Caron, J. Charollais y J. Rosset: *Eléments autochtones du soubassement des klippes des Annes et de Sulens (Haute-Savoie)*.

J. Charollais, S. Rietschel y J. Rosset: *Sur un gisement d'éponges d'âge hauteriviens-barrémien dans la chaîne des Aravis (Haute-Savoie)*.

C. E. Ehrstrom: *Sur l'existence d'un accident important*

à la bordure occidentale du granite des Sept-Laux (Massif de Belledonne). Note préliminaire.

L. Lagneau-Héranger: *Les Spongiaires turoniens du synclinal d'Eygalières (Boronnies, Drôme)*.

J. Le Guernic: *La zone du Roure: contribution à l'étude du Briançonnais interne et du Piémontais en Haute Ubaye*. R. Mouterde y J. Rosset: *La Nappe supérieure des klippes de Savoie. Stratigraphie du Rhétien et du Lias*.

A. Nicolas: *Géologie des Alpes piémontaises entre Dora-Maira et Grand Paradis*.

J. Sarrot-Reynauld: *Contributions à l'étude du Diois occidental. Tectonique de la forêt de Saou et des environs de Saillans (Drôme)*.

J. B. Storet: *Algébrisation et programmation en Algol de quelques calculs pétrochimiques. Évaluations de l'erreur*. J. L. Tane: *Contribution à l'étude du phénomène de spilitisation*.

J. Vernet: *Le massif de l'Argentera*.

J. Vernet: *Données récentes sur la tectonique du massif de l'Argentera*.

P. Vialon: *Quelques remarques sur l'étude géologique du massif cristallin Dora-Maira (Alpes Cottiennes internes, Italie) et de ses abords*.

MEMOIRES DU BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES. Publ. por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières, París. Núm. 33, 1967.

C. Babin: *Remarques sur quelques Mollusques du Taunisien du Finistère*.

H. Jaeger, F. Dore y A. Philippot: *Présence de Budnien en Normandie, dans le synclinal d'Urville (Calvados). Courte description et discussion des Graptolites de cet étage provenant du sondage du Quesnay (Calvados)*.

H. Lardeux: *Aperçu sur les Tentaculitoides du Dévonien inférieur du Massif Armoricain*.

J. Pillet: *Contribution à l'étude des Trilobites du passage Eo-Mésodévonien dans le Sud-Est armoricain*.

Y. Plusquellec: *Le genre Cleistopora dans le Dévonien du Finistère*.

B. Boucek: *Quelques remarques sur le problème de la limite Silurien-Dévonien en Europe Centrale*.

P. Cavet: *Sur la stratigraphie du Paléozoïque du massif de l'Agly aux environs d'Estogel (Pyrénées Orientales)*.

H. Hollard: *Précisions sur la stratigraphie et la répartition de quelques espèces importantes du Silurien supérieur et de l'Eodévonien du Maroc présaharien*.

P. Legrand: *Nouvelles connaissances acquises sur la limite des systèmes Silurien et Dévonien au Sahara algérien*.

P. Legrand: *Quelques nouveaux Graptolites à la limite des systèmes Silurien et Dévonien au Sahara algérien*.

G. Mathieu: *Le Siluro-Dévonien de Beaumont-en-Artois, ses faciès détritiques intraformationnels à la limite entre le Silurien et le Dévonien*.

A. Ovtracht: *Gothlando-Dévonien et Dévonien inférieur du massif de Mouthoumet (Aude)*.

A. Philippot: *Le Ludlowien en Bretagne. faune de Graptolites et relations visibles avec le Gédinnien*.

● A. Brouwer: *Le Dévonien inférieur des montagnes cantabriques (Espagne du Nord-Ouest)*.

P. F. Burolet: *Sédimentologie du Dévonien inférieur en Libye*.

C. Delattre, L. Maitre y G. Waterlot: *Le Dévonien inférieur et ses limites dans le Nord de la France*.

P. Dubois, S. Beuf y B. B. Duval: *Lithostratigraphie du Dévonien inférieur gréseux du Tassili N'Ajjer*.

J. C. Foucher: *Contribution à l'étude sédimentologique du poudingue du «Caillou-qui-bique»*.

● N. Llopis Lladó: *Sur le Dévonien inférieur des Asturies (Espagne)*.

J. Poncet: *Caractères pétrographiques et sédimentologique d'une coupe dans les grès à Dalmanella Monnier du Cotentin*.

G. B. Vai: *Le Dévonien inférieur biohermal dans les Alpes Carniques centrales*.

P. Cavet, H. Lardeux y J. Pillet: *Notice stratigraphique sur les formations paléozoïques des synclinaux de Saint-Julien-de-Vauvantes et de Redon-Ancenis (S. E. du massif Armoricaïn à l'Est du méridien de Châteaubriant)*.

● J. P. Planchon: *Observations sur le Dévonien inférieur du Sahara espagnol (région de Smara)*.

M. Maurel: *Stratigraphie du Dévonien inférieur et moyen de la Montagne Noire*.

A. Renaud: *Le Dévonien inférieur du synclinorium médian armoricain*.

J. Deunff: *Sur une série à Acritarches dans le Dévonien moyen du Finistère*.

J. Gayet: *Microfaune des schistes et calcaires à Athyris undata du Siegiénien moyen dans le bassin de Laval*.

N. Grekoff: *A propos des types de Leperditia britannica M. Rouault, 1851 (Lectotype et hypotypes)*.

N. Grekoff: *Aperçu sur les Ostracodes du Dévonien inférieur*.

J. Le Fèvre: *Succession d'associations d'Ostracodes et de Conodontes dans le Silurien, le Dévonien inférieur et l'Eifélien de quelques coupes de France et du Sahara*.

M. Lys y A. Mauvier: *Résultats micropaléontologiques (Conodontes dans le Silurien et le Dévonien inférieur de l'Anjou)*.

Núm. 52, 1967.

J. Cogné: *Zones stables et zones mobiles au cours de l'orogénèse hercynienne dans le Massif Armoricain, relations avec de la pesanteur*.

M. J. Graindor: *Les dislocations majeures du socle armoricain*.

L. Chauris: *Gravimétrie et métallogénie granitique dans le Massif Armoricain*.

L. Chauris: *Les grandes lignes du Pays de León (Finistère) et la gravière*.

C. Delattre y P. Pruvost: *A propos de la faille du Trégorois*.

C. Babin y J. Didier: *Apport de la gravimétrie à la connaissance de la fosse centrale armoricaine*.

- M. Ters: *La tectonique en Bretagne méridionale et en Vendée, dans ses relations avec les données gravimétriques.*
 C. Weber: *Le prolongement oriental des gravites de Lanvaux d'après la gravimétrie et l'aéromagnétisme.*
 J. L. Jaeger: *Un alignement d'anomalies légères coïncidant avec des bassins tertiaires en Bretagne.*
 J. L. Jaeger y J. Coppel: *Etude de l'anomalie gravimétrique légère en relation avec le bassin tertiaire de Rennes.*

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD. Publ. por la Société Géologique du Nord Lille.

- Tomo LXXVI, 1966, 1.^{er} trimestre.
 R. Coquel: *Etude des microspores contenues dans des stériles du Westphalien C inférieur. Corrélations palynologiques entre les groupes de Béthune-Noeux et d'Auchel-Bruay.*
 P. Andreieff y G. Guée: *La succession des zones de faciès dans la partie occidentale de la chaîne bordière des Monts Péloritains (Sicile nord-orientale).*
 E. Mériaux: *Caractères des houilles de Dara-e-Souf (Turkistan afghan).*
 J. Drot y J. C. Fischer: *Nouvelles observations sur «Rynchonella» decorata (Schlothheim), Brachiopode bathonien.*
 E. Nakoman: *Contribution à l'étude palynologique des formations tertiaires du Bassin de Thrace. I. Etude qualitative.*

- E. Mériaux: *A propos des analyses macérales.*
 C. F. P. (M). COPESEP, R. A. P. y S. N. P. A.: *Contribution à la connaissance des bassins paléozoïques du Nord de la France (suite). Tableaux des Core-drills.*

- Tomo LXXXVI, 1966, 4.^o trimestre.
 A. Bonte: *Déformations spontanées dans les roches par recouvreance.*
 P. Célet: *Remarques sur l'Albien et le Cénomaniens du sous-sol de Rozoy-sur-Serre (Aisne).*

- B. Alpern: *Etude de la fusibilité de l'inertinite.*
 D. Laurentiaux: *Stephanotermopsis nov. gen., Protorthoptère nouveau du Stephanien d'Auvergne et problème de l'origine des Termites.*

- Tomo LXXXVI, 1966, 2.^o trimestre.
 G. Waterlot: *La tourbière du Vallon du Schoubrouck, affluent de l'Aa, rive droite (vivette de Clairmarais).*

- J. P. Vancon: *La notion de «surface efficace»: sa signification et son utilité en hydrogéologie.*
 P. Dollé y F. Legrand: *Quelques observations sur le Siluro-Dévonien charrié du Pas-de-Calais.*

- J. Levet-Carette: *Microflore wealdienne provenant d'un puits naturel à la fosse Vieux-Condé (groupe de Valenciennes).*
 Tomo LXXXVI, 1966, 3.^o trimestre.

- A. Bonte: *Le Quaternaire de la Pointe aux Oies entre Wimereux et Ambleteuse (Pas-de-Calais).*
 Ch. Delattre y E. Mériaux: *Sur un aspect particulier et une origine de la micrinite fine.*

- D. Laurentiaux: *Présence du genre Dysmenes Handl., insectes blattaires, dans le Stephanien de la Creuse.*

- G. Dassonville: *Observations géologiques nouvelles à la carrière de Rainbeaucourt (Nord).*

- C. Heddebaut: *Données nouvelles sur le Silurien et le Dévonien des Pyrénées Basques.*
 P. M. Corsin, S. Loboziar y G. Soyed: *Sur le problème du genre Tuberculatisporites.*

ANNALES DES MINES. Publ. por la Compagnie Française d'Éditions, Paris.

- Noviembre, 1967
 R. Lambert: *Esquisse géologique du bassin potassique congolais.*
 V. Depege: *Mise en exploitation du bassin potassique congolais.*
 MM. Hass, Matheron y Serra: *Morphologie mathématique et granulométries en place.*
 Diciembre, 1967.
 MM. Haas, Matheron y Serra: *Morphologie mathématique et granulométries en place.*
 MM. Bullet y Lanoue: *L'enrichissement d'un minerai de fer lorrain par séparation magnétique a haute intensité.*
 MM. Turpin y Armand: *Réforme de l'enseignement de l'économie a l'École des Mines de Nancy.*

CHRONIQUE DES MINES ET DE LA RECHERCHE MINIÈRE, Publicado por el Centre d'Études Géologiques et Minières, Paris.
 Núm. 367, octubre, 1967, año 35.^o

TRAVAUX DU LABORATOIRE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE DE LA SORBONNE. Publ. por el Laboratoire de Géologie Appliquée de la Sorbonne, Faculté des Sciences, Université de Paris.

ANNALES DE L'INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE. Publ. por la Facultad de Ciencias, Universidad de Estrasburgo.
 Geofísica, t. VIII, 1967.

- J. P. Rothé: *Cartes de sismicité de la France.*
 W. Hiller, J. P. Rothé y G. Schneider: *La sismicité du fossé Rhénan.*
 J. P. Rothé y N. Dechevoy: *La sismicité de la France de 1951 à 1960.*

- E. Peterschmitt: *Propagation des ondes Lg à travers l'Afrique et la Méditerranée occidentale.*

- J. P. Lauer: *Mesures paléomagnétiques dans le massif du Kaiserstuhl; interprétation géologique*
 A. Roche, A. Roubertou y H. Saïagh: *Etude magnétique du Fossé Rhénan (1.^{re} partie).*

- J. J. Waich: *Etude des anomalies magnétiques du Nord des Vosges.*



CHRONIQUE D'HYDROGÉOLOGIE. Publ. por el Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris.

- Núm. 9, noviembre, 1966.
 J. Margat: *La cartographie hydrogéologique.*
 A. Ambroggi y J. Margat: *Légende internationale des cartes hydrogéologiques.*

Catalogue provisoire des cartes hydrogéologiques publiées dans le monde.
Bibliographie hydrogéologique de 1965.

BULLETIN DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE. Publ. por el Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, Estrasburgo.

- Tomo 20, fascículo 1, 1967.
 J. Fourmentaux, Y. Pontalier y J. P. Cabrit: *Levers structuraux de terrain réalisés en Lorraine par la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine (S. N. P. A.).*
 R. Guerrier, L. Simler y P. Suzanne: *Etude du rabattement d'une nappe par l'application de l'équation de Theis.*
 H. Guérin: *Faciès de bordure du granite des Ballons d'Alsace et de Servance.*

- M. Ruhland y R. Urban: *Relations entre Culm et granites dans la haute vallée de la Doller.*
 J. Döbinger y J. P. von Eller: *Présence d'organismes (Spongiaires) dans la «porphyroïde du Hang», considérée comme une ancienne rhyolite.*

- F. Geissert: *Mollusques et nouvelle flore plio-pléistocène à Sessenheim (Bas-Rhin) et leurs corrélations villafranchiennes.*

SCIENCES DE LA TERRE. Publ. por la Escuela Nacional Superior de Geología Aplicada de la Universidad de Nancy.

- Tomo XI, núm. 3, septiembre, 1966.
 C. Palain: *Contribution à l'étude sédimentologique du «Grès à Roseaux» (Trias supérieur) en Lorraine.*
 M. Leleu: *Les gisements plombo-zincifères du Laurium (Grèce).*

- P. Duchaufour y B. Soulier: *Sols andosoliques et roches volcaniques des Vosges.*
 Núm. 8, marzo, 1967.

- P. Beaudoin: *La flottation des silicates. Contribution à l'étude de la flottation du béryl.*

REVUE DE L'INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE. Publ. por Éditions Technip, Paris.

- Vol. XXII, núm. 9, 1967.
 M. Correia: *Relations possibles entre l'état de conservation des éléments figurés de la matière (microfossiles palynoplantologiques) et l'existence de gisements d'hydrocarbures.*
 N. Grekoff y K. Krömmelbein: *Etude comparée des os-*

tracodes mésozoïques continentaux des bassins atlantiques: série de Cocobeach, Gabon et séries de Bahia, Brésil.

- Vol. XXII, núm. 10, 1967.
 J. C. Balaceanu: *Répercussions des découvertes scientifiques sur l'industrie pétrolière.*

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. Publ. por la Sociedad Geológica de Francia, Paris.

- Tomo VIII, núm. 5, septiembre, 1967.
 J. Butterlin: *Macroforaminifères de l'Eocène de Colombie.*
 D. Pajaud: *Problèmes relatifs à la détermination des espèces chez les Moolellininae (Thecideidae, Brachiopodes).*
 R. Peys, C. Greber y M. Pascal: *A propos de l'ancienneté de la flore continentale: découverte de «charbons» et de «phytomorphes» dans le Francevillien (Précambrien du Gabon).*

- J. Thierry: *Analyse stratigraphique de la série Bathonien-Oxfordien du Châtillonnais.*
 P. Bertrand-Sarfati, P. Freydet y J. C. Plaziat: *Les calcaires concrétionnés de la limite Oligocène-Miocène des environs de Saint-Pourcain-sur-Siouf (Limagne d'Allier): rôle des Algues dans leur édification; analogie avec les stromatolites et rapports avec la sédimentation.*

- P. Saint-Marc: *Etude micropaléontologique de l'Albien, du Cénomaniens et du Turonien d'Audignon (Landes).*
 F. Orszarg-Sperber: *Stratigraphie et paléontologie du Trias de Lodève (Hérault).*

- P. Legigan y H. Schoeller: *Les alluvions littorales quaternaires de la côte landaise méridionale.*
 H. Arnal: *Contribution à l'étude des terrasses rhodaniennes: les surfaces situées au NW de Villeneuve-Avignon (Gard).*

- I. Valetton: *Sur la genèse des gisements de bauxite du Sud-Est de la France.*
 S. Fabre-Taxy y Philip: *Biostratigraphie et paléocéologie des peuplements à Huitres et des formations saumâtres du Santonien provençal.*

- C. Froget, G. Guieu y M. Roux: *Etude tectonique de la région sud de la Nerthe.*
 F. Touraine: *Nouvelle correction stratigraphique au sommet du Cengle (Bouches-du-Rhône).*

- G. Guieu: *Etude stratigraphique et tectonique des formations dolomitiques de la zone centrale de la chaîne de l'Etoile au Nord de Marseille.*

- M. Taieb: *Contribution à l'étude du Quaternaire des Idjibitène et de la bordure méridionale de l'Adrar (El Gletat, Mauritanie).*

- D. Herm y R. Paskoff: *Note préliminaire sur le Tertiaire supérieur du Chili centre-nord.*

- J. P. Sagon: *Précisions sur le volcanisme acide dimanien à l'Ouest de la butte Saint-Michel (région de Saint-Martin-des-Prés, Côtes-du-Nord).*

- G. Bellaiche y G. Pautot: *Quelques observations morphologiques et sédimentologiques effectuées à bord du bathyscape «Archimède» au large des Maures et de l'Estérel.*

- Tomo VIII, núm. 6, 1966.
- W. D. Nesteroff: *Quelques résultats sédimentologiques des premiers forages du précontinent américain (Joides)*.
- T. Buset y A. Pachoud: *Contribution à l'étude géologique des chaînes comprises entre l'Arc et la vallée de Lambesc à l'Ouest d' Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône)*.
- P. Dubois: *Sur la sédimentation et la tectonique du Miocène de la Provence occidentale*.
- J. M. Belleville y J. Chevalier: *Le Néocomien de la région du Bas-Verdon*.
- J. Charvet: *Etude géologique de la région de Eténico (Alpes méridionales, province de Trente, Italie)*.
- H. Kujawski: *A propos de l'âge des calcaires sénoniens minéralisés de Tunisie septentrionale*.
- D. Laurentiaux: *Sur un insecte westphalien précurseur de la série blattinopsöide (Protorthoptères)*.
- Y. Plusquellec: *Une espèce nouvelle de Metrionaxon Glinski, 1963 (Tetracoralla) dans le Cownien du Finistère*.
- P. Elouard y J. Román: *Présence du genre Gagaría (Echinide régulier Temnopleuridé) dans l'Eocène moyen de la vallée du Sénégal*.
- D. E. Russell, P. Louis y M. Poirier: *Gisements nouveaux de la faune cernaysienne (Mammifères paléocènes de France)*.
- L. Gabounia: *Sur les Mammifères oligocènes du Caucase*.
- R. Lefèvre y J. Sornay: *Espèces nouvelles d'Inocérames dans le Taurus lycien (Turquie)*.
- J. Drot: *Nouvelles observations sur les Brachyopodes dévoniens du Maroc présaharien*.
- J. Nion y J. L. Henry: *Phacopidella (Prephacopidella) hupei nov. sp., nouveau Trilobite de l'Ordovicien du Finistère*.
- G. Thomel: *Contribution à la connaissance des Céphalopodes crétacés du Sud-Est de la France: à propos de deux spécimens intéressants d'Ammonites du Crétacé inférieur des Basses-Alpes*.
- G. Bizon, Y. Champetier, S. Guérin-Franitte y A. Rollet: *Présence de Bouleiceras nitescens Thévenin dans l'Est des Cordillères bétiques (prov. de Valence, Espagne)*.
- J. Conrad: *Les Goniatites des argiles viséennes du Mouydir (Sahara central)*.
- A. Blondeau: *Les Nummulites de l'Eocène de Belgique*. Tomo VIII, núm. 7, 1966.
- L. Glangeaud, J. Ainat, J. Poivèche, A. Guillaume y O. Leenhardt: *Grandes structures de la mer Ligure, leur évolution et leurs relations avec les chaînes continentales*.
- J. Aubouin, J. Chorowicz y N. Le Doré: *Contribution à l'étude tectonique du versant nord du massif de la Larc: les collines d'Encauron et des Lagets*.
- J. Paquet: *Age de mise en place des unités supérieures du Bétique de Malaga et de la partie méridionale du Subbétique (transversale de la Sierra de Espuña, Province de Murcie, Espagne)*.
- B. Labesse: *Etude des terrains éocènes et oligocènes du bassin liguropiémontais dans la région de San Sebastiano Curone-Varzi (Apennin septentrionale)*.
- J. C. Vicente: *Etude géologique de la région de Côme et de la Brianza occidentale (Alpes méridionales, Italie)*.
- J. Sigal y R. Truillet: *Etude micropaléontologique et illustration de filons-couches granoclassés du Capo Sant'Andrea (Sicile)*.
- P. Broquet, A. Caire y G. Mascle: *Structure et évolution de la Sicile occidentale (Madonies et Sicani)*.
- J. Mercier: *Sur l'existence et l'âge de deux phases régionales du métamorphisme alpin dans les zones internes des Hellénides en Macédoine centrale (Grèce)*.
- J. Mercier: *Paléogéographie, orogénèse, métamorphisme et magmatisme des zones internes des Hellénides en Macédoine (Grèce): vue d'ensemble*.
- J. Aubouin y A. V. Borrello: *Chaînes andines et chaînes alpines: regard sur la géologie de la Cordillère des Andes au parallèle de l'Argentine moyenne*.

BULLETIN DE L'INSTITUT DE GÉOLOGIE DU BASSIN D'AQUITAINE. Publ. por el Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, Talence.

- Núm. 3, 1967.
- A. Klingebiel, Ch. Puechmaile: *Observations sur les formations infraocènes dans le nord de l'Aquitaine*.
- M. Caralp, A. Klingebiel, Ch. Lafond-Grellety, J. Larroude y Ch. Puechmaile: *Etudes paléontologiques et sédimentologiques de la coupe profonde de Saint-Yzans de Médoc (Gironde)*.
- N. Mailler y Ch. Puechmaile: *Une méthode d'étude des microfaciès appliquée au calcaire à Astéries*.
- O. Ducasse y M. Labracherie: *Etude paléontologique et stratigraphique de quelques affleurements du Médoc*.
- O. Ducasse y M. Labracherie: *Observations paléontologiques sur la coupe profonde de Ludon (Gironde)*.
- A. Magne: *Catalogue des types de la conchologie de l'Aquitaine de Cossmann et Peyrot appartenant au département de Géologie de la Faculté des Sciences de Bordeaux*.
- M. Veillon y M. Vigneaux: *Etudes de la répartition des sédiments dans le golfe de Gascogne*.
- A. Klingebiel, F. Lapierre y Cl. Latouche: *Les minéraux argileux des sédiments récents du golfe de Gascogne*.
- J. Larroude: *Le Nummulitique de Saint-André-de-Cubzac à Blaye*.
- A. M. Vergneau: *Historique des travaux relatifs à la faune malacologique de l'Oligocène aquitain*.
- A. M. Vergneau: *Les gisements de l'Oligocène marin en Aquitaine*.
- J. Alvinerie, P. Ch. Leveque, J. Seveac y M. Vigneaux: *Résultats des analyses de Tritium effectuées à l'Institut de géologie du bassin d'Aquitaine sur des échantillons recueillis en 1964 et 1965*.

- TERRES ET EAUX. Publ. por Editions Dunod, Paris. Núm. 52, 1967.
- F. Valiron: *Etude sommaire du bassin Seine-Normandie (Seconde partie)*.
- TRAVAUX DU LABORATOIRE DE PALEONTOLOGIE. Publ. por el Laboratorio de Paleontología, Facultad de Ciencias d'Orsay, Universidad de París. Octubre, 1967.
- E. Fatton: *Essai d'observations paleoecologiques dans un gisement des faluns de Touraine*.
- NATURE ET RESSOURCES. Publ. por la UNESCO, París. Volumen III, núm. 3, septiembre 1967.
- C. E. Gisclier: *Synthèse hydrologique du bassin du lac Tchad*.
- ANNALES DE PALEONTOLOGIE. VERTEBRES. Publ. por Masson et Cie., Paris. Tomo LIII, fasc. 2, 1967.
- B. Lange: *Crocodontes des phosphorites du Quercy, Apterodon gaudryi*.
- G. Pettey: *Mustélidés nouveaux du Vallésien de Catalogne*.
- C. Dechaseaux: *Un Castoridé du Pléistocène d'Europe, Trogontherium boisvilletti. Etude du crâne type et du moule endocrânien*.
- J. Piveteau: *Un pariétal humain de la grotte du Lazaret (Alpes-Maritimes)*.
- R. Fernart y J. Anthony: *La mandibule des Singes Platyrrhiniens. Données ostéométriques et orientation vestibulaire*.
- ANNALES SCIENTIFIQUES DE L'UNIVERSITE DE BESANCON. Publicado por el Instituto de Ciencias Naturales, de Besançon. 3.ª Serie, Geología, fasc. 3, 1967.
- N. Theobald: *Renseignements généraux sur l'évolution du Fossé rhénan*.
- N. Theobald y D. Contini: *Données nouvelles sur la stratigraphie et la paléogéographie du Lias inférieur et moyen de Haute-Saône*.
- D. Contini y M. Rabbe: *Répartition stratigraphique des foraminifères du Lias des avant-monts du Jura et de la dépression de Vesoul (Note préliminaire)*.
- D. Contini, P. Bardet, M. Campy y J. P. Mason: *Précisions sur la structure des collines Préjurassiennes à l'Est de Rougemont*.
- M. Dreyfuss: *Rivières droites et à méandres: Essai d'identification de leurs caractères de stabilité*.
- J. Bolle, J. Martin y M. Rollet: *Etude géologique des avant-monts entre Venise et Battenans-les-Mines*.
- J. P. Biot y P. Mosson: *Cranites et pegmatites filoniens de la région de Saisy*.
- J. Blaison: *Etudes biométriques et révision de l'espèce «Protogrammoceras madagascar'ense» (Thevenin), 1908. Définition du nouveau genre Parahildaites*.
- BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'HISTOIRE NATURELLE DE TOULOUSE. Publ. por la Sociedad de Historia Natural de Toulouse. Tomo 103, fascs. 1-2, 1967.
- J. P. Gélard, J. Magné y M. Neumann: *Données nouvelles sur l'Albien et le Cénomanién de la région de Quillan (Aude)*.
- N. Morre: *Sur une enclave calcaire du granite de Cap-de-Long (Hautes-Pyrénées)*.
- X. de Gramont, P. Monchoux y F. Tollon: *Nouveaux gisements de béryl dans les Pyrénées ariégeoises*.
- P. Souquet: *L'épirogénèse antécénomaniénne et son influence paléogéographique et structurale dans les Pyrénées méridionales (Catalogne, Aragon et Navarra)*. Núm. 103, fascs. 3-4, 1967.
- G. Astre: *Pycnodonte du Kimeridgien de Saint-Cirice en Quercy*.
- M. L. Custring, H. Magna, S. Payet y J. Oustrin: *Etude de la toxicité et de la localisation du beryllium dans la culture de Zea mays*.
- F. M. Bergounioux y F. Crouzel: *Sur un nouveau gisement fossilifère burdigalien: le lieu-dit Bézian à La Romieu*.
- P. Béziat: *Minéralisations stratiformes et filoniennes de la région de Calmels-et-Le Viaa (Aveyron)*.
- G. Astre: *Elephas trogontherii dans des graviers de Palaniny*.
- F. Tollon, X. de Gramont y P. Monchoux: *Découverte de scheelite dans des skarns du massif de l'Arize (Ariège)*.
- R. Courtessole: *Contribution à la connaissance de la paléontologie et de la stratigraphie du Cambrien moyen de la Montagne Noire (versant méridional)*.
- R. Courtessole: *Une nouvelle espèce de Conocoryphe «oculé» dans le Cambrien moyen du Nord-Leon (Espagne)*.
- J. P. Fortuné: *Le gisement de talc de Cornicilla-de-Confient (Pyrénées-Orientales)*.
- F. Tollon: *Présence de picopharmacolite dans les mines de Salsigne (Aude)*.
- MEMOIRES DU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE D'ALSACE ET DE LORRAINE. Publ. por el Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine, Strasbourg. Núm. 25, 1966.
- G. Ataman: *Géochimie des minéraux argileux dans les bassins sédimentaires marins études sur le bassin Triasique du Jura*.

- I. J. Smalley: *The subsidence of the North Sea basin and the geomorphology of Britain.*
D. B. Thompson y P. Wersley: *Periods of ventifact formation in the Permo-Triassic and Quaternary of the North-east Cheshire basin.*
R. J. Firman y P. E. Firman: *A geological approach to the study of medieval bricks.*
A. J. Runde y F. M. Taylor: *Molluscs from a Holocene feat deposit from Tuxford, Nottinghamshire.*
W. A. S. Sarjeant: *Fossil footprints from the Middle Triassic of Nottinghamshire and Derbyshire.*
-
- TRANSACTION. SECTION A. Publ. por la Institución of Mining & Metallurgy, Londres.
Vol. 77, núm. 734, enero, 1968.
I. R. Muirhead y L. G. Glossop: *Hard rock tunnelling machines.*
E. Hoek y J. A. Franklin: *Simple triaxial cell for field or laboratory testing of rock.*
O. G. Griffin: *Mine-rescue breathing apparatus: consideration of requirements, existing designs and recent development.*
J. N. S. Sibson: *Photoelastic investigations of shaft stress changes due to mining.*
-
- PROCEEDINGS OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. por la Geological Society, Londres.
Núm. 1643, diciembre, 1967.
-
- PROCEEDINGS. Publ. por the Royal Society of Edinburgh, Escocia.
Vol. 70, Part. 2, 1968.
-
- THE MINING ENGINEER. Publ. por The Institution of Mining Engineers, Londres
Vol. 127, núm. 88, enero, 1968.
G. W. Sanders: *Improving the efficiency of face ends.*
R. Swain: *Strength-size effects in brittle model tests simulating underground rock fracture.*
B. H. Jackson: *Retreat mining. Study for the year 1966-1967. Machine utilization and performance control.*
Vol. 127, núm. 89, febrero, 1968.
J. R. Cowan y J. Shaw: *Flanning and achieving a rapid build-up of output at Monktonhall colliery.*
W. R. Chambers: *Reconstruction and operation of Dea-ter-Daw Mill colliery.*
Vol. 127, núm. 90, marzo, 1968.
F. D. Pooley: *The use of the electron microscope as a tool in mining research.*
- D. M. Trompson: *Soft ground tunnelling in Great Britain with special reference to the Victoria Line.*
J. V. Greensmith: *Underground process control (Quantitative and qualitative) and automation.*
J. Birch: *Utilization and performance.*
-
- MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY, SCOTLAND. Publ. por el Geological Survey, Escocia.
Núm. 11, 1967.
G. I. Lumsden, W. Tulloch, M. F. Howells y A. Davies: *Geology of the Neighbourhood of Langholm.*
-
- MEMOIRS OF THE GEOLOGICAL SURVEY. Publ. por el Geological Survey of Great Britain, Londres.
Núm. 27, 1967.
D. B. Smith y E. A. Francis: *Geology of the country between Durham and West Hartlepool.*
Núm. 113, 1967.
W. N. Edwards: *Geology of the country around Ollerton.*
-
- TRANSACTIONS. Publ. por la Royal of Edinburgh.
Vol. 67, núm. 5, 1967.
D. R. Bowes y A. E. Wright: *The explosion-breccia pipes near Kentallen, Scotland, and their geological setting.*
Vol. 67, núm. 6, 1967.
H. Nichols: *Vegetational change, shoreline displacement and the human factor in the late Quaternary history of South-West Scotland.*
Vol. 67, núm. 7, 1967.
J. B. J. Wells: *The littoral Copepoda (Crustacea) of Inhaca Island, Mozambique.*
-
- THE QUARTERLY JOURNAL OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF LONDON. Publ. por la Geological Society of London.
Vol. 123, núm. 490, Part. 2, noviembre, 1967.
D. M. McGregor y C. D. V. Wilson: *Gravity and magnetic surveys of the younger gabbros of Aberdeenshire.*
J. F. Dewey: *The structural and metamorphic history of the Lower Palaeozoic rocks of central Murrisk, county Mayo, Eire.*
R. G. Bromley: *Some observations on burrows of thalassinidean Crustacea in chalk hardgrounds.*
-
- TRANSACTIONS/SECTION B. Publ. por la Institución of Mining & Metallurgy, Londres.
Vol. 76, núm. 732, noviembre, 1967.
P. M. Harris, C. T. Hollick y R. Wright: *Mineral separation for age determination.*

- G. J. S. Govett y W. E. Hale: *Geochemical orientation and exploration near a disseminated copper deposit, Luzon, Philippines.*
B. Dziunikowski: *Methods of measuring the concentration of iron in quartz by means of gamma- and X-rays.*
J. Sierra y J. M. León: *Mechanical apparatus for fusing samples in the determination of tin in geochemical surveys.*
H. J. C. Kirk: *Porphyry copper deposit in northern Sabah, Malaysia.*
D. Taylor, I. Nichol y J. S. Webb: *Enrichment of base metals in the Triassic sandstones of south Derbyshire.*
-
- MINERALOGICAL MAGAZINE. Publ. por la Mineralogical Society, Londres.
Vol. 36, núm. 280, diciembre, 1967.
L. Ingram y H. F. W. Taylor: *The crystal structures of sjögrenite and pyroawrite.*
A. J. Perrotta: *The crystal structure of epistilbite.*
D. Shelley: *Myrmekite and myrmekite like intergrowths.*
R. Mason: *Electron-probe microanalysis of coronas in a troctolite from Sulitjelma, Norway.*
D. R. C. Kempe: *Some topaz, sillimanite, and kyanite-bearing rocks from Tanzania.*
L. Fanfani y P. F. Zanazzi: *Structural similarities of some secondary lead minerals.*
E. B. Förtsch: *«Plumbogummite» from Roughen Gill, Cumberland.*
G. M. Biggar: *Apatite compositions and liquidus phase relationships on the join Ca (OH)₂-CaF₂-Ca₃(PO₄)₂-H₂O from 25. to 4000 bars.*
R. G. J. Strens: *Symmetry-entropy-volume relationships in polymorphism.*
A. D. Edgar y J. M. Piotrowsky: $\Delta 2\Theta_{131-131}$ for albites crystallized in the systems $NaAlSi_3O_8-3LiAlSi_2O_6-H_2O$ and $NaAlSi_3O_8-LiAlSiO_4-H_2O$.
I. Y. Borg: *On conventional calculations of amphibole formulae from chemical analyses with inaccurate H₂O (+) and F determinations.*
M. P. Gupta y N. P. Gupta: *An X-ray investigation of green mica in khondalite from Auranga-Koel Valley, Palamau, Bihar, India.*
G. R. Levi-Donati: *The mineralogical composition and structure of the Assisi meteorite.*
M. J. Frost: *Oriented lamellae in the Gibeon meteorite.*
H. J. Axon: *A note on Dr. M. J. Frost's paper.*
A. H. Clark: *Mackinawite from the Lizard, Cornwall.*
R. V. Sathe y P. D. Choudhary: *Stellate wollastonite from calc-silicate skarns of Jothwad Hill, Panchnahal District, Gujrat, India.*
-
- G. P. Bernardini, C. Cipriani y P. Mantte: *Metodi di determinazioni microscopiche su lamine sottili di miche.*
E. Callegari y G. de Vecchi: *Osservazioni preliminari sui contatti dell'ammasso monzonitico di laghi (Posina-Alto Vicentino).*
C. de Pol y L. V. M'nutti: *Ricerche roentgenografiche sulla tan teuxente di Craveggia (delorenzite di Zambonini).*
C. Ghezzi: *Notizie petrografiche e geologiche sui terreni metamorfici rilevati nella tavoletta II S. O. del Foglio Castoreale (Monti Peloritani).*
C. Ghezzi: *Relazioni fra fessurazione e petrogenesi delle vulcaniti paleozoiche di Sotto Sassa (Val Trivignolo).*
G. Giuseppi y F. Veniale: *Relazioni tra natura dell'acqua, morfologia e struttura degli opai (Nota preliminare).*
F. Innocenti: *Studio chimico petrografico delle vulcaniti di Radicofani.*
M. Leonard y E. Somnavilla: *Affioramenti di rocce monzonitiche al M. Cucal (Cavalese).*
E. Locardi y M. Mittempergher: *Sulla genesi delle ignimbriti. Come ignimbriti ed altri prodotti piroclastici si generano da lave in colata.*
E. Locardi y S. Sircana: *Distribuzione dell'uranio e del torio nelle vulcaniti quaternarie alcaline del Lazio settentrionale.*
G. Marinelli: *Osservazioni sul catalogo dei vulcani attivi d'Italia.*
L. Mattavelli y M. Tonna: *Osservazioni petrografiche su processi diagenetici in alcune facies carbonate mesozoiche italiane.*
M. Matteucci: *Distribuzione degli elementi delle terre rare nella «quarzodiorite del Fustiarbus» (Sardegna) e suo confronto con altre distribuzioni.*
G. L. Merelli: *Determinazione della composizione delle fasi trigonali nel sistema MgCO₃-FeCO₃-CaCO₃ mediante la diffrazione dei raggi X.*
L. Novelli y L. Mattavelli: *Fenomeni diagenetici in livelli di arenarie della formazione «Collesano» (Sicilia).*
G. P. Pagliani y A. Boriani: *Metamorfismo crescente nelle metamorfiti del «Massiccio dei Laghi» nella zona bassa Val d'Ossola-Verbania.*
G. Scaini y A. Giorgetta: *Alcuni minerali di Courmayeur (Aosta).*
E. Somnavilla: *Monzonite e vulcaniti triassiche della Malgola (Predazzo).*
C. Sturiale: *Su alcune piroclastiti del basso versante meridionale dell'Etna.*
M. Violo: *Contributo alla conoscenza dei giacimenti sardi stratoidi polimetallici. Il giacimento de Sa Lilla (Cagliari) (Nota preliminare).*
M. Vaugnat: *Quelques réflexions sur les oph'sphérites et les rodingites.*
-
- ATTI DELLA ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI. Publ. por la Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
Serie VIII.
Vol. XLII, fasc. 6, diciembre, 1966.

Publicaciones italianas

- RENDICONTI DELLA SOCIETÀ MINERALOGICA ITALIANA. Publ. por el Museo Civico di Storia Naturale, Milán.
Año XXIII, 1967.

ZESZYTY NAUKOWE AKADEMII GORNICZO-HUTNICZEJ. Publ. por la Academia de Minería y Metalurgia de Cracovia. Núm. 162, Geología, t. 8, 1967 (en polaco).
J. Kowalczyk: *Intensidad de las ondas sísmicas en la región de Mazursko-Suwalki (Nordeste de Polonia)*. Núm. 179, Geología, t. 9, 1967 (en polaco).
Z. Wilk: *Tenencias de desarrollo y variaciones en la cantidad de aguas freáticas en las minas de carbón polacas*.

PALEONTOLOGIA POLONICA. Publ. por la Academia de Ciencias de Polonia, Varsovia. Núm. 18, 1967 (en inglés).
A. Stasinska: *Tubulata from Norway, Sweden and from the erratic boulders of Poland*.

Publicaciones portuguesas

GEOLOGIA DA BACIA DO RIO ZAMBEZE (MOÇAMBIQUE). Publ. por la Junta de Investigaciones de Ultramar, Lisboa, 1966.
F. Real: *Características geológico-mineras da bacia do rio Zambeze, em território mocambicano*.

BOLETIM DO MUSEU E LABORATORIO MINERALOGICO E GEOLOGICO. Publ. por la Facultad de Ciencias, Universidad de Lisboa. Vol. 10, fasc. 2, 1965-66.
S. Jonet: *Notes d'Ichthyologie Miocène. II. Les Characinidae*.
V. H. Forjaz: *Observações realizadas no vulcão dos Capelinhos (Açores) em agosto e setembro de 1963*.
A. M. G. de Carvalho: *Alguns Briozóários do Pliocénico de Salir do Porto*.
F. Machado: *Anomalias das intensidades do terramoto de S. Miguel (Açores) em 1522*.
G. Colom y A. T. Rocha: *O Miocénico superior, marinho, da sondagem da Quinta da Aldeia (Sacavém, Lisboa)*.
M. A. P. Fonseca Ramos: *Indústrias líticas da região de Ponte de Sor. Notas sobre o Quaternário e a Pré-história*.
M. H. Camilho, M. da G. Salvado y A. M. Nunes: *O filão andesítico de Valejas (Carnaxide)*.
J. A. Martins: *Alguns aspectos geológicos do sudoeste de Angola (Área do Curoca)*.

ANAIIS DO INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA. Publ. por el Instituto Superior de Agronomía, Universidad de Lisboa. Vol. XXVII, 1965.

BOLETIM DA SOCIEDADE GEOLOGICA DE PORTUGAL. Publ. por la Sociedad Geológica de Portugal, Lisboa. Vol. XVI, fasc. I-II, 1966.
F. Machado y J. M. Nascimento: *Movimentos do solo na proximidade da chaminé dos Capelinhos*.
F. Machado: *Sequências eruptivas das Canárias, Cabo Verde e Açores*.
F. Machado y H. V. Forjaz: *A crise sísmica de S. Jorge, de fevereiro de 1964*.
J. Roche: *A propos du centenaire des premières fouilles des amas coquilliers mésoolithiques de Muge. Historique des travaux. Problèmes stratigraphiques*.
C. Romariz: *Notas petrográficas sobre rochas sedimentares portuguesas. IX. Algumas rochas da região de Muora-Barrancos*.
L. Aires-Barros y J. P. Santos: *Sobre una «brecha granítica» da Lagoa Comprida (serra da Estrela)*.
G. Dubar y R. Mouterde: *Sur la repartition de quelques Polyplectus du Toarcien et de l'Aalenien*.
A. Ribeiro, A. Medeiros y J. R. Almeida: *Estado actual dos conhecimentos sobre a geologia de Trás-os-Montes Oriental*.
S. Vallin: *Sur une legumineuse fossile nouvelle du Portugal*.
S. Vallin: *Sur une Cupressaceae fossile du Portugal*.
E. Boureau y S. Vallin: *Sur la presence du Leguminosillon aff. Schoelleri Boureau au Portugal*.
A. Carvalho y M. de Galopin: *Sur une espèce nouvelle de Bryozoaire (Cupuladria bugei) du Pliocène portugais*.
M. T. Antunes: *Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne V. Un schizotheriiné du genre Philotillon (Chalicotherioidea, Perisso-dastyla) dans l'Helvétien V-b de Charneca do Lumiar. Remarques écologiques sur la faune de mammifères*.
C. Toore de Assuncao, F. Machado y R. D. Gomes: *On the occurrence of carbonates in the Cape Verde Islands*.

ANAIIS DA FACULDADE DE CIENCIAS. Publ. por la Facultad de Ciencias, Universidad de Oporto. Vol. XLVIII, fascs. 1-2, 1965.
Vol. XLVIII, fascs. 3-4, 1965.
J. Osório: *The evaluation of the geopotential*. Vol. XLIX, fasc. 1, 1966.
Vol. XLIX, fasc. 2, 1966.
Vol. XLIX, fascs. 3-4, 1966.

ESTUDOS, NOTAS E TRABALHOS DO SERVIÇO DE FOMENTO MI-NEIRO. Publ. por la Dirección General de Minas y Servicios Geológicos, Lisboa. Vol. XVI, fascs. 3-4.
O. da Cruz Gaspar: *Os minérios do jazigo de Pb-Zn-Ag de Terramonte*.

A. J. R. Lapa: *Matérias-primas minerais não metálicas. I. As areias pliocénicas de Barosa (Leiria)*. Vol. XVII, fascs. 3-4.
G. Zbyszewski: *Estudo geológico da bacia dos lignitos de Rio Maior*.
F. V. Nascimento da Fonseca: *Reservas minerais e recursos minerais*.
O. da Cruz Gaspar: *O jazigo do cerro do algaré*.
R. J. Cruz Moreira: *Algumas considerações sobre a recuperação de minérios de estanho em Portugal e sua possível evolução*. Vol. XVIII, fascs. 1-2.
H. da Maia Ferreira e Costa: *Preparação das cargas para os gornos de redução da siderurgia*.
O. da Cruz Gaspar: *Micrografia dos sulfuretos de Algarres de Portel e a sua contribuição para a génese desta ocorrência*.

Publicaciones rumanas

REVUE ROUMAINE DE GEOLOGIE, GEOPHYSIQUE ET GEOGRAPHIE. Publ. por la Academia de la República Socialista de Rumania. Tomo 11, núm. 2, 1967.
V. Ianovici y C. Ionescu: *Structure et stratigraphie des schistes cristallins de la région des sources de la Vallée de Tibau-Vallée de Cosna (Carpathes orientales)*.
G. Pitulea: *Recherches géologiques dans la zone cristalline des Carpathes orientales (région de Pop Ivan-Tulghes)*.
V. Ianovici y Al. Dimitriu: *Statistical nature of skew distributions in Geochemistry*.

ANUARUL COMITETULUI DE STAT AL GEOLOGIEI. Publ. por el Instituto Geológico, Bucarest. Vol. XXXV, 1966 (en rumano).
D. Giusca, G. Ciofica y H. Savu: *Caracteres petrológicos de la provincia banatítica*.
N. Gherasi, V. Manilici, R. Dimitrescu: *Estudio geológico y petrográfico en el macizo de Iizer-Papusa*.
M. Dessila-Codarcea: *Problemas de la división y distribución del Rifeano, en Rumania*.
D. Patrulius y N. Mihaile: *Estratigrafía de los depósitos cuaternarios de los alrededores de Bran y neotectónica de la depresión de Birsa*.
L. Nanvila e I. Marinescu: *Nuevas contribuciones al conocimiento de la geología de la región de Covasna. Paleógeno de la región de Calatele-Huedin*.
D. Patrulius, E. Popa-Dimian, I. Dimitriu-Popescu: *Las series mesozoicas autóctonas y el manto de despegue transilvano en los alrededores de Comanci (Montes Persani)*.

DARI DE SEAMA ALE SEDINTELOR. Publ. por el Instituto Geológico, Bucarest. Vol. LII, núm. 2, 1966 (en rumano).
H. Krätner: *Yacimientos de hierro de la Rusaia y Iacobeni*.
A. Vasilescu: *Sobre unas andesitas cuaríferas en la parte meridional de los montes Harghita*.
G. Alexandrescu: *Sobre los depósitos cretácicos de la cuenca del valle de Bistrita, entre los valles de Largu y Saabasa (Cárpatos orientales)*.
R. Dimitrescu y M. Bleahu: *Contribución al conocimiento estratigráfico y estructural del manto de Biharia*.
T. Joja, G. Iancu, M. Popovici: *Principales resultados de orden estratigráfico y tectónico de los sondeos del Comité Geológico en Putna (región de Suceava)*.
M. Lupu, D. Lupu: *Estratigrafía y facies de los depósitos cretácicos superiores en la región de Bretelin y Cherges (Sur de Deva)*.
F. Marinescu: *Precisiones sobre la estratigrafía del Portaferriano del Oeste de la cuenca dálica*.
O. Mirauca: *Devoniano y Triásico en la zona de colinas de Mahmudia (Dobrogea del Norte)*.
D. Patrulius: *La dorsal dolomítica, rudimento de los Cárpatos Orientales en tiempos triásicos*.
I. Popescu: *Contribución al conocimiento estratigráfico y de la estructura geológica del macizo de Pietra Craiului*.
M. Sandulescu: *Estructura geológica de los terrenos mesozoicos en el exterior del macizo cristalino de Fagarasului*.
E. Bratu: *Microbiostratigrafía del Cretáceo Superior en la zona de pizarras negras comprendidas entre Covasna y el valle de Buzau*.
E. Mirauca: *Conodontes silurianos de Cataloi*.
J. Sandulescu: *Biostratigrafía y facies del Cretáceo Superior y Paleógeno en Tara Birsei (Cárpatos orientales)*.
M. Boreas y V. Iosof: *La significación de la blends como termómetro geológico en la geoquímica del proceso hidrotermal*.
D. Giusca, M. Lemne, M. Magdalena, S. Minzatu: *Contribución al estudio de la radiactividad de los macizos graníticos de la Dobrogea*.
H. Savu, C. Vasiliu, C. Udescu: *Contribución al estudio geoquímico de las rocas banatíticas de Savirsin (Montes Dorcea)*.
A. Oprescu: *Investigaciones tecnológicas con vistas a la posibilidad de revalorizar el mineral cuprífero del sector Varad-Moldova Noua*. Vol. LII, núm. 3, 1966 (en rumano).
C. Chivu, V. Serafimovici: *Contribución al conocimiento geológico y tectónico de la región de Romanesti-Gladna Romana (Poiana Rusca del NO)*.
I. Focsa, C. Hurdzeu: *Contribución al conocimiento geológico del cristalino de la meseta de Mehedinti*.
G. y M. Hiescu, D. y L. Gedorgescu: *Sobre la presencia del Cretáceo Superior en la cuenca inferior del río Viseu (Maramures)*.

pación de agua en condiciones de presión y temperatura elevadas.

G. A. Shatkov, I. N. Yakobson: *Algunos problemas de constitución geológica de la depresión del Argun meridional (Transbaikal Oriental)*.

V. N. Moskalenko: *Estructura de la cobertura sedimentaria en el mar Tirreno, según datos sísmicos*.

N. V. Umperovich, V. B. Polkanova: *Descubrimiento de dislocaciones disyuntivas fundándose en la interpretación compleja de datos geomorfológicos-estructurales y geofísicos (depresión siberiana occidental)*.

J. V. Printsler, D. Pape: *Origen y comportamiento post-genético de los compuestos sulfurados orgánicos del petróleo*.

G. I. Teodorovich: *Clasificación amplia de las areniscas, según su composición material*.

N. B. Vassoyevich, P. I. Jomizur, G. P. Bondaruk: *Sobre una ordenación de la terminología litológica y petrográfica*.

M. G. Berger: *Algunos problemas de terminología geológica*.

Núm. 7, julio, 1967 (en ruso).

G. D. Afanasyev: *Resultados principales del estudio del magmatismo del Gran Cáucaso*.

B. M. Shmakin: *Heterogeneidad y convergencia de las pegmatitas de moscovita*.

F. V. Chujrov: *Sobre el estado de algunos problemas generales de mineralogía*.

G. N. Komarova, V. A. Moleva, E. S. Rudnitskaya, M. T. Dimitrieva: *Bavenita de Transbaikalia*.

E. M. Nekrasov: *Característica comparativa de las condiciones estructurales de la mineralización de plomo zinc en capas plásticas deformadas*.

R. M. Konstantinov, A. L. Bunich: *Sobre algunos métodos sencillos de cómputo para la correlación de composición mineral en yacimientos metálicos*.

Y. E. Yudovich: *Cuestiones sobre el papel de los componentes petrográficos del carbón en la concentración de elementos accesorios*.

D. M. Rauzer-Chernousova: *Sobre escalas estratigráficas regionales y zonales únicas*.

V. V. Kiryanov y N. F. Chernyusheva: *Sobre los sedimentos cambrianos inferiores del Voluyu nordoccidental y hallazgo de un trilobites muy antiguo*.

Núm. 8, agosto, 1967 (en ruso).

L. I. Shabuynin: *Sobre algunos procesos relacionados con la granitización que transformó metasomáticamente capas potentes de neis, que contienen mármoles dolomíticos*.

Y. I. Dmitriev: *Sobre ciertas regularidades de cristalización de traps de basicidad variada*.

A. G. Zhabin: *Diques inyectados de carbonatitas*.

I. S. Sedova, N. V. Kotov: *Estado estructural de los feldespatos potásicos en granitoides de diferentes tipos geotéticos*.

V. L. Barsukov, Y. I. Belyayev, E. I. Sergueyeva, N. T. Sokolova: *Sobre el origen de algunos componentes acom-*

pañantes del uranio en yacimientos de la formación denominada «pentametálica».

V. V. Jlestov, N. I. Dobretsov: *Para el problema del equilibrio termodinámico en rocas metamórficas y metasomáticas*.

V. A. Benenson, T. M. Mogilevskaya, D. S. Orudzheva: *Método de construcción del mapa de composición litológica, con el ejemplo de los sedimentos Catanienses del Manguyshale Meridional*.

V. I. Shuldiner, A. F. Ozerskiy: *Geología del precambriano inferior de la zona interfluvial de Shilka-Olekminsk*.

V. N. Sinelnikova, L. A. Skiba, L. I. Fontyanova: *Sobre la flora pliocena de Kamchatka Occidental*.

TRABAJOS DE PROXIMA APARICION EN EL «BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO»

SALVADOR SALVADOR, P.—*Medidas de precisión de los parámetros de una red cristalina*.

TORRES PEREZHIDALGO, T. J. DE.—*Un hiénido de las cavernas de Pedraza de la Sierra Segovia*.

SIERRA LÓPEZ, J. y VERGARA SCHULZE, A.—*La sustitución de pentlandita por siegenita*.

ARÉVALO, P. y MABEL CORLETT.—*Estudio del feldespato potásico de Zarzalejo (El Escorial, Madrid) por medio de la microsonda*.

IGLESIAS, J. E. y MARTÍN VIVALDI, J. L.—*Estudio cristalográfico de los granatos de El Hoyazo (Almería)*.

MARTÍN VIVALDI, J. L. y LINARES GONZÁLEZ, J.—*Las bentonitas del Cabo de Gata*.

II. CRAMER, F.—*Consideraciones taxonómicas sobre las acritáreas del Silúrico medio y superior del Norte de España*.

CRUSAFONT PATRÓ, M. y GOLPE, J. M.—*«Dissacus progressus» nova sp., el primer creodonto de España*.

CRUSAFONT PATRÓ, M. y GOLPE, J. M.—*Yacimientos de mamíferos del Eoceno español*.

LÓPEZ DE AZCONA, J. M.—*Aportación a la cateadura biogeoquímica por medio de pinos*.

CHAUVE, P.—*Subbético de Grazalema*.

RAMBAUD, F. y SOBOL, F.—*Nuevas reservas de pórfidos cobrizos en Río Tinto*.

GAIBAR-PUERTAS, C. y GEYER, O.—*Estratigrafía, edad y espesor atribuibles al Liásico manchego y sus relaciones con algunos sectores de la Cordillera Ibérica*.

SALVADOR, P.—*Determinación por difracción de Rayos X de las distintas fases del sistema sulfato cálcico-H₂O*.

SALVADOR, P.—*Geotermometría de blendas en las manifestaciones metálicas de las fajas 848 y 509 (Provincia de Madrid)*.

DE RENCI DE LA FUENTE, M.—*Estratigrafía y tectónica del Triás de la Cordillera Pdelitoral Catalana*.

MARTÍNEZ DÍAZ, C.—*Los estudios microscopológicos y su aplicación a la investigación minera*.

MARTÍN CALVO, M.—*El Pílon de Navarredonda, caracteres petrográficos, mineralógicos y metalogénicos*.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLOGICO Y MINERO serán revistos 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.

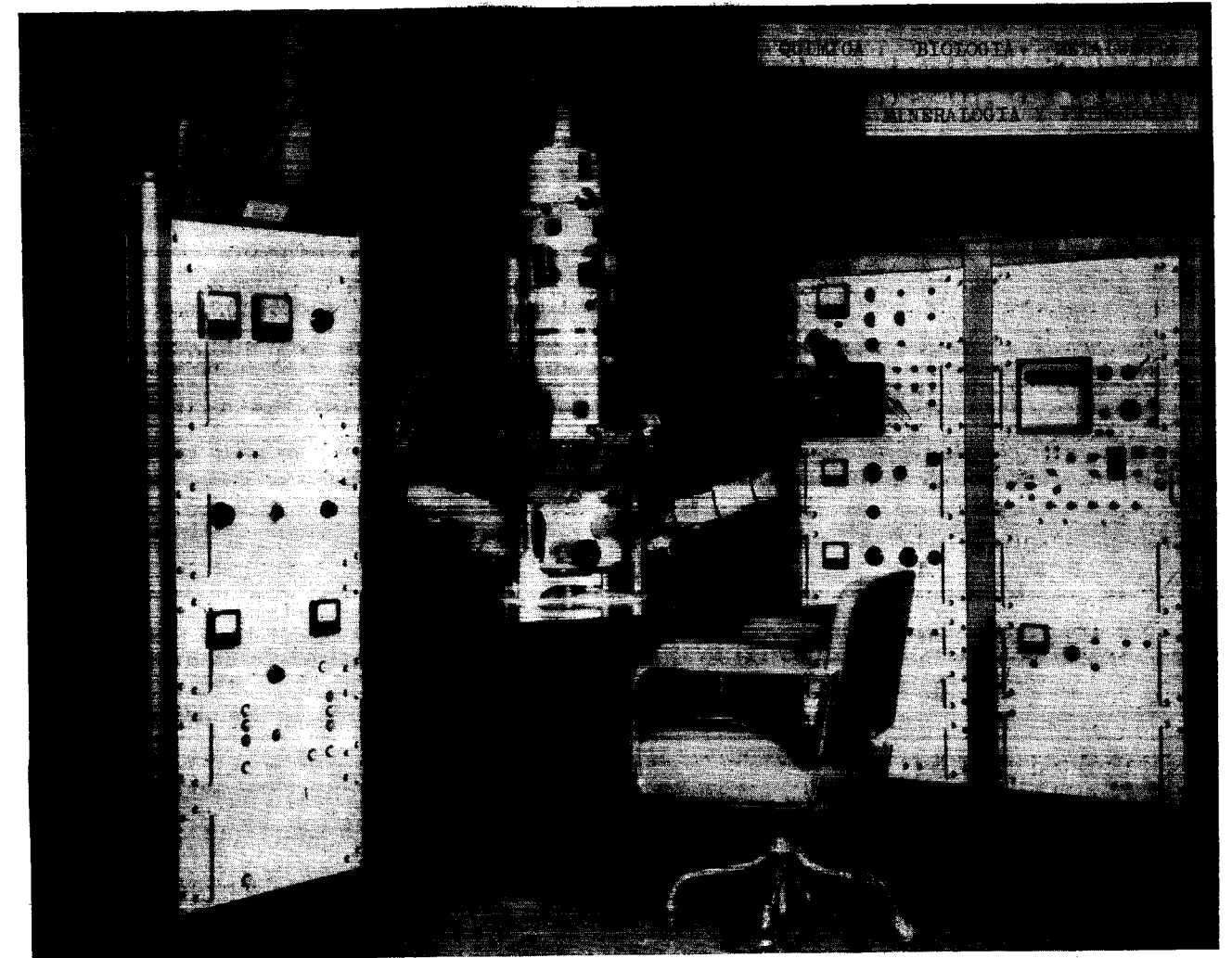
INSTITUTO GEOLOGICO y MINERO

Ríos Rosas, 23

Teléfono 253 46 05

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.

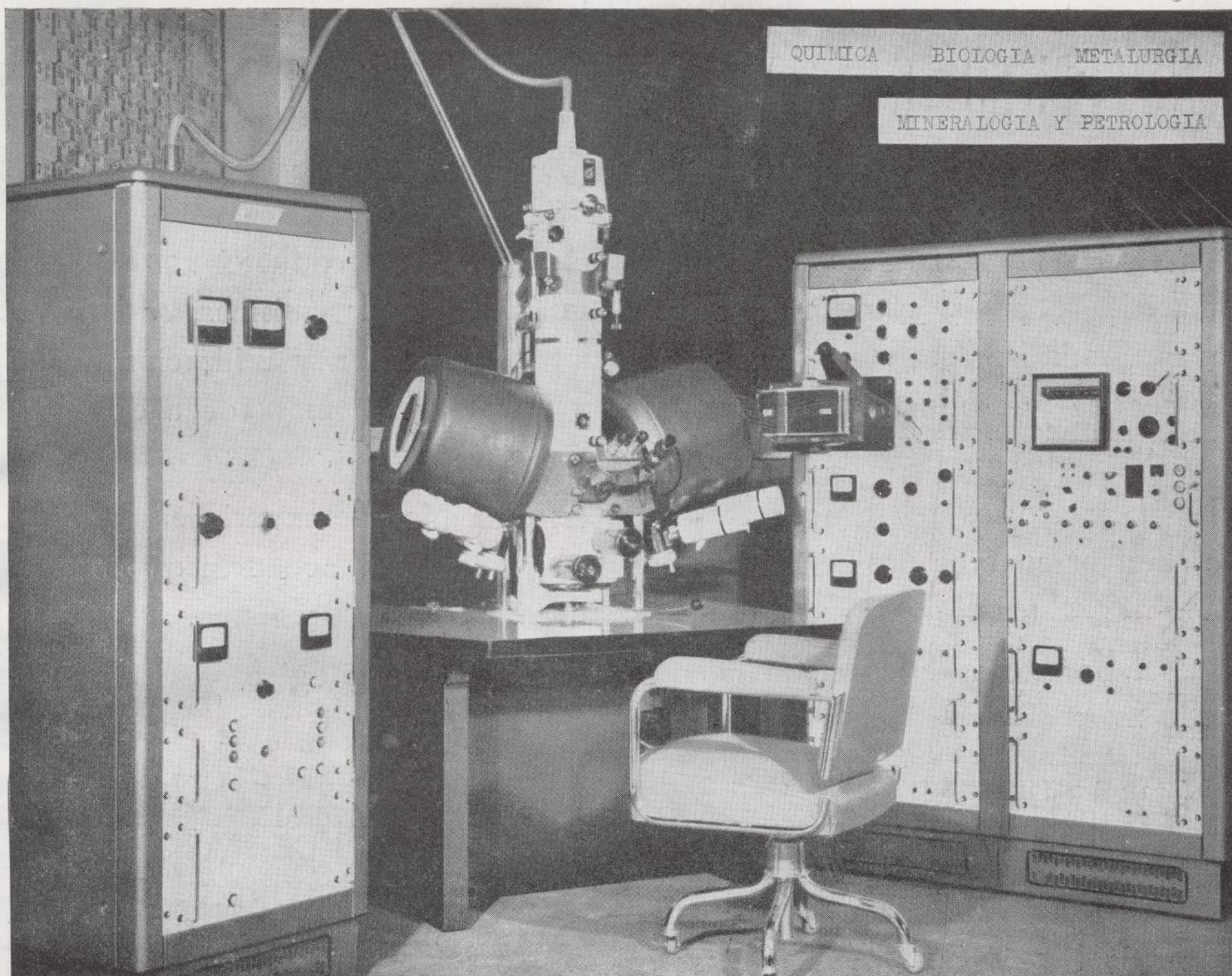
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid-3

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

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