

II/2-4-2

En este número:

- Observaciones sobre la microfauna de la Hoja de Alcira (Valencia).
- Las fallas de «El Cubito»: Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca.
- Los yacimientos de diatomita en España.
- Geochemical study of stream sediments in the argentiferous area of Hiendelaencina, Spain.
- Evolución geomorfológica e hidrogeológica reciente en el sector Teba-Cañete la Real (Málaga) a la luz de la datación de formaciones travertínicas.
- Ijolitas-Sienitas-Carbonatitas de los macizos del norte del Complejo Plutónico Basal de Fuerteventura (Islas Canarias).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. XCII, Cuarto Fascículo. Julio-Agosto 1981

boletín geológico y minero

80 OCT. 1981

geología • minería • aguas subterráneas • estudios de minerales • mineralurgia





Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A.

**EXPLORACION,
INVESTIGACION E
INGENIERIA DE
DESARROLLO DE
RECURSOS DEL
SUBSUELO**

- Geológicos.
- Minerales.
- Hidrogeológicos.
- Geotérmicos.
- Geotécnicos.

**PROTECCION
DEL MEDIO**

- Tratamiento de residuos sólidos urbanos e industriales.
- Ordenación geológica de la infraestructura para el desarrollo regional.

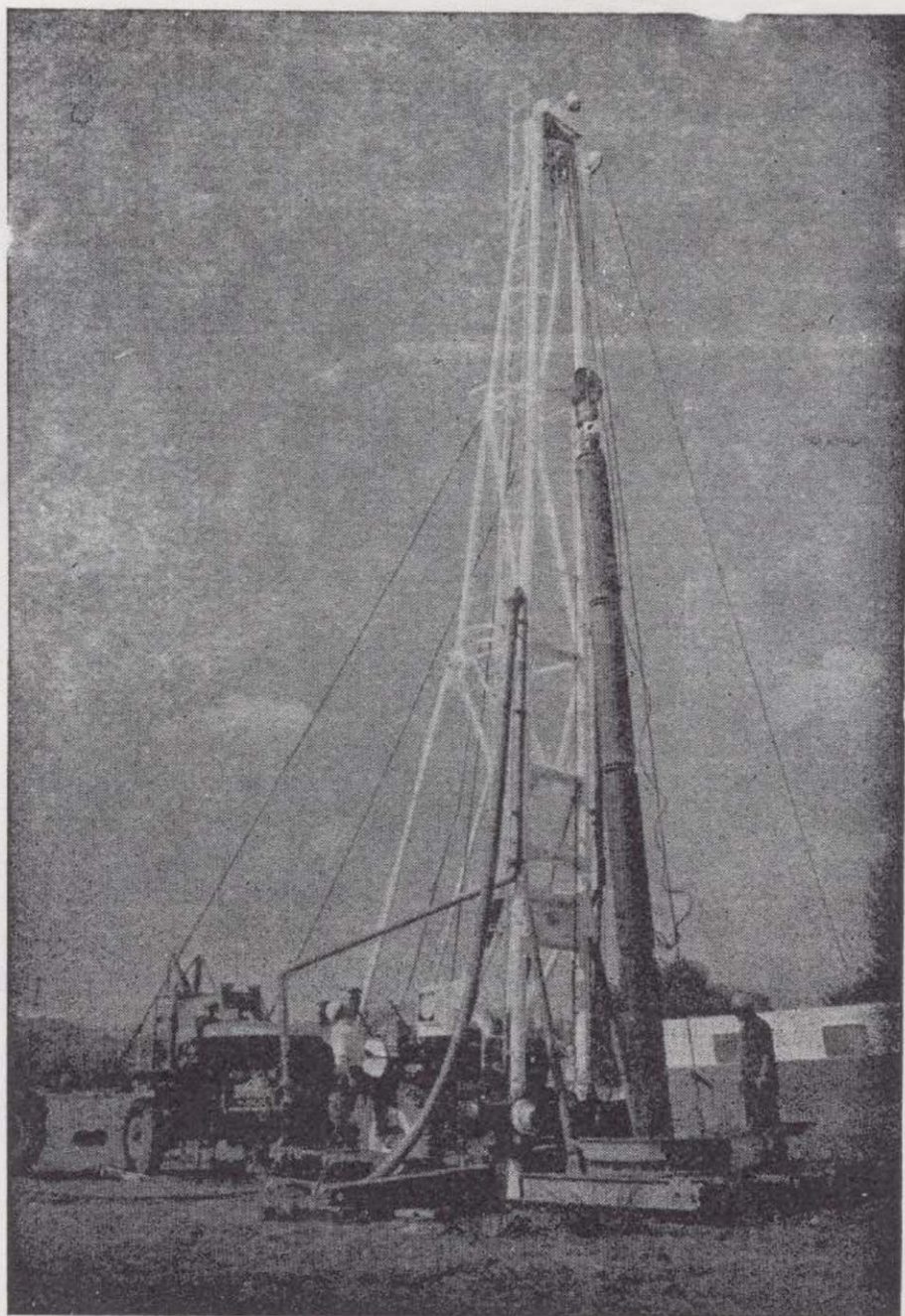
**FINANCIACION
DE INVERSIONES**

- Planificación.
- Investigación. (interior y exterior).
- Revalorización de los recursos naturales.

**SERVICIOS
ESPECIALIZADOS EN:**

- Geología.
- Geofísica.
- Geoquímica.
- Geotécnica y Geomecánica.
- Mineralogía y Metalquímica.
- Mineralurgia.
- Hidrogeología.
- Geomatématica.
- Planta piloto de residuos sólidos urbanos.
- Planta piloto de concentración de minerales.
- Documentación.
- Economía mineral.
- Sondeos.

DOMICILIO SOCIAL : Serrano, 116 - Telf. 262 41 10 - MADRID-6
CENTRO DE INVESTIGACION "JUAN GAVALA": Ctra. de Andalucía, Km. 12 - Telf. 797 34 00
Télex 42083 - geo-e - GETAFE (MADRID).



ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Sondeos hasta 1.500 mm. de diámetro y profundidades de 500 m.

Sondas de circulación directa e inversa.

Filtros especiales que garantizan el agua limpia de arena.

Instalación de piezómetros.

Instalaciones completas de pozos y bombas sumergibles.

Equipos propios de aforo y limpieza.

Reacondicionamiento de pozos arenados.

Testificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).

Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

Teléfonos: 457 42 58-62-66, 457 02 30 y 250 27 72

MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Sondas LONGYEAR y CRAELIUS con equipos de perforación «Wire-Line System».

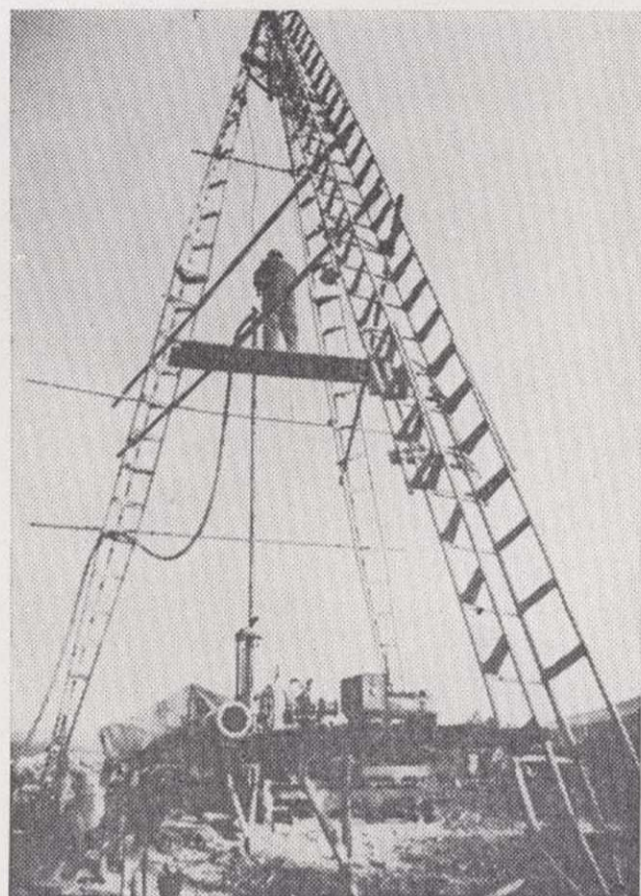
Testiguo continuo en diámetros de 36 mm. a 143 mm. Sacamuestras especiales a percusión.

Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

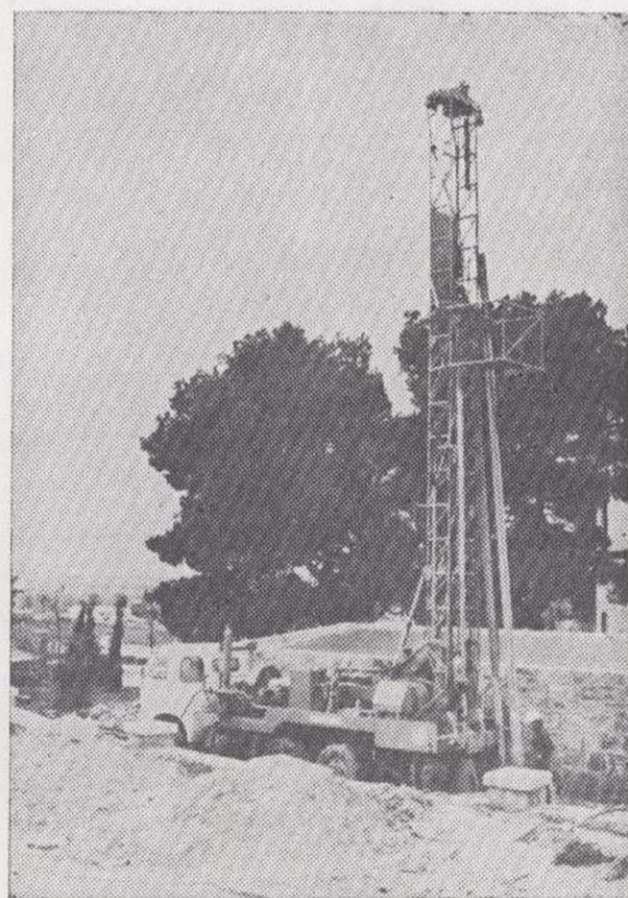
Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.



**MINERIA.
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES, ETC.**

- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

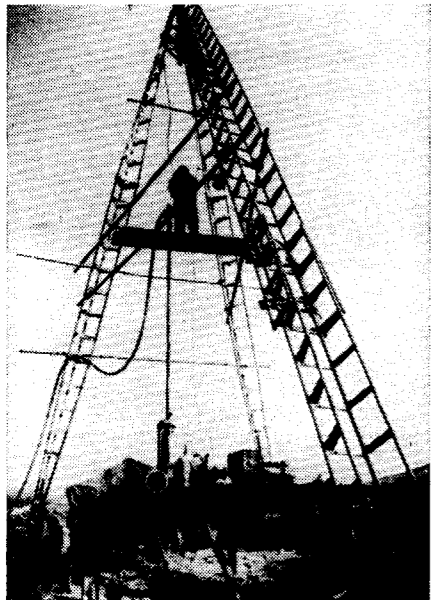


**LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07-MADRID-6**

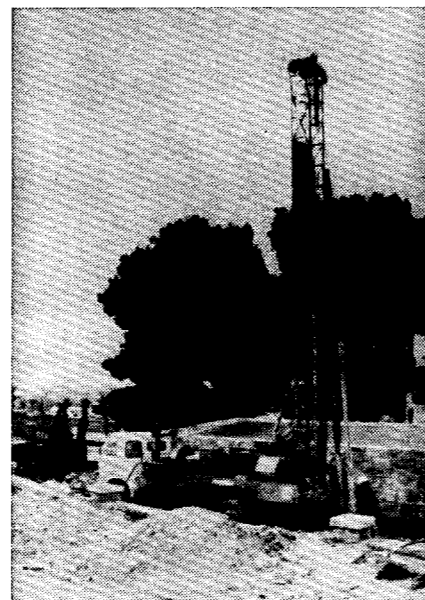
IBÉRICA DE SONDEOS, S. A.

Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación



MINERIA.
ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES, ETC.



- Personal altamente experimentado.
- Profundidades hasta 2.500 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- Rotopercusión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEZ DE HOYOS, 13, 1.º
TELF. 261 08 07 - MADRID-6

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

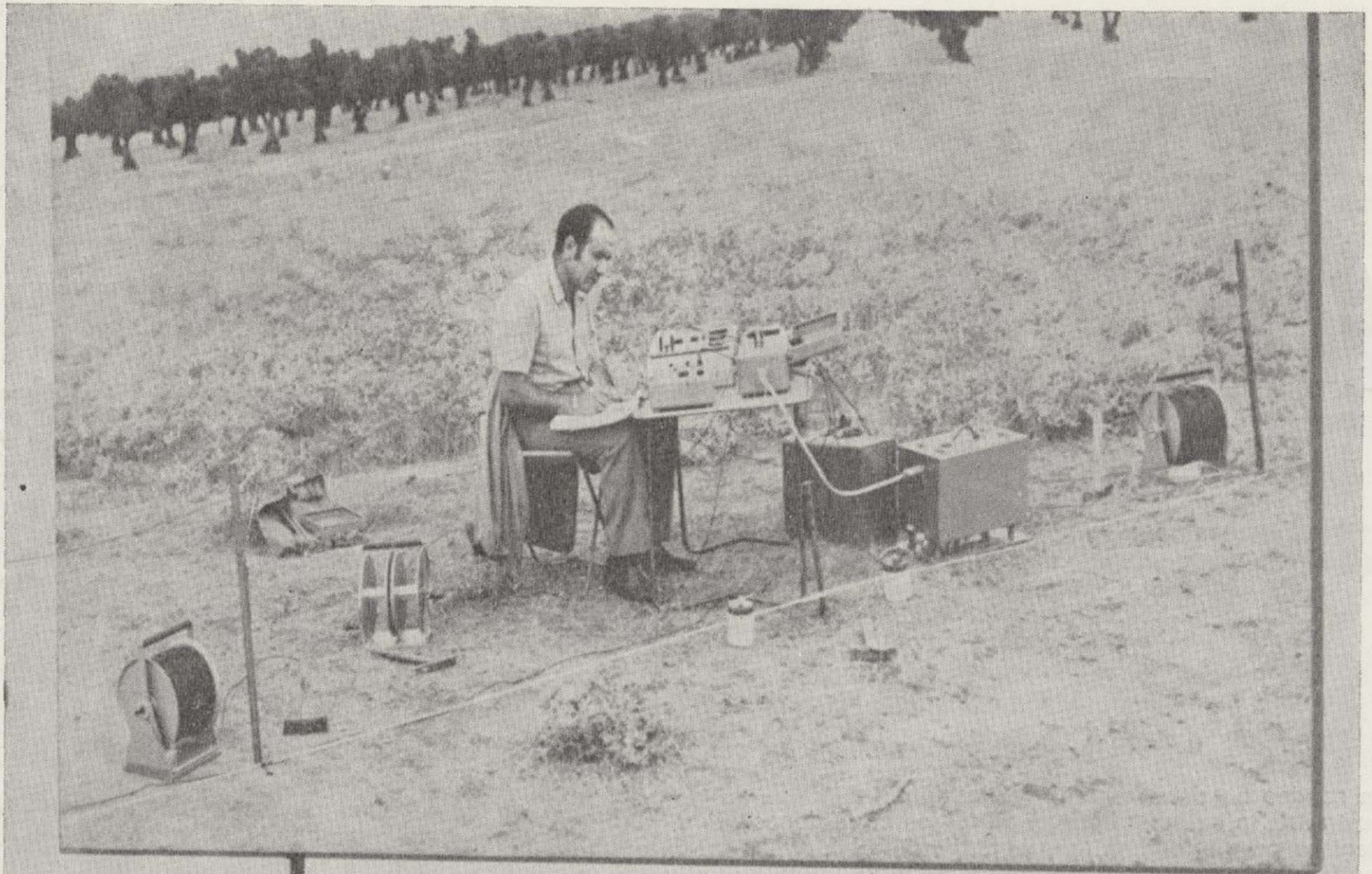
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA-METALOGENIA.
- PROYECTOS MINEROS.
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 250 18 03 - 45 — MADRID-2

GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

Virgen del Val, 28 - MADRID-27 - Teléfono 404 85 34



EQUIPOS PARA RESISTIVIDAD EN
A.C. Y D.C.

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

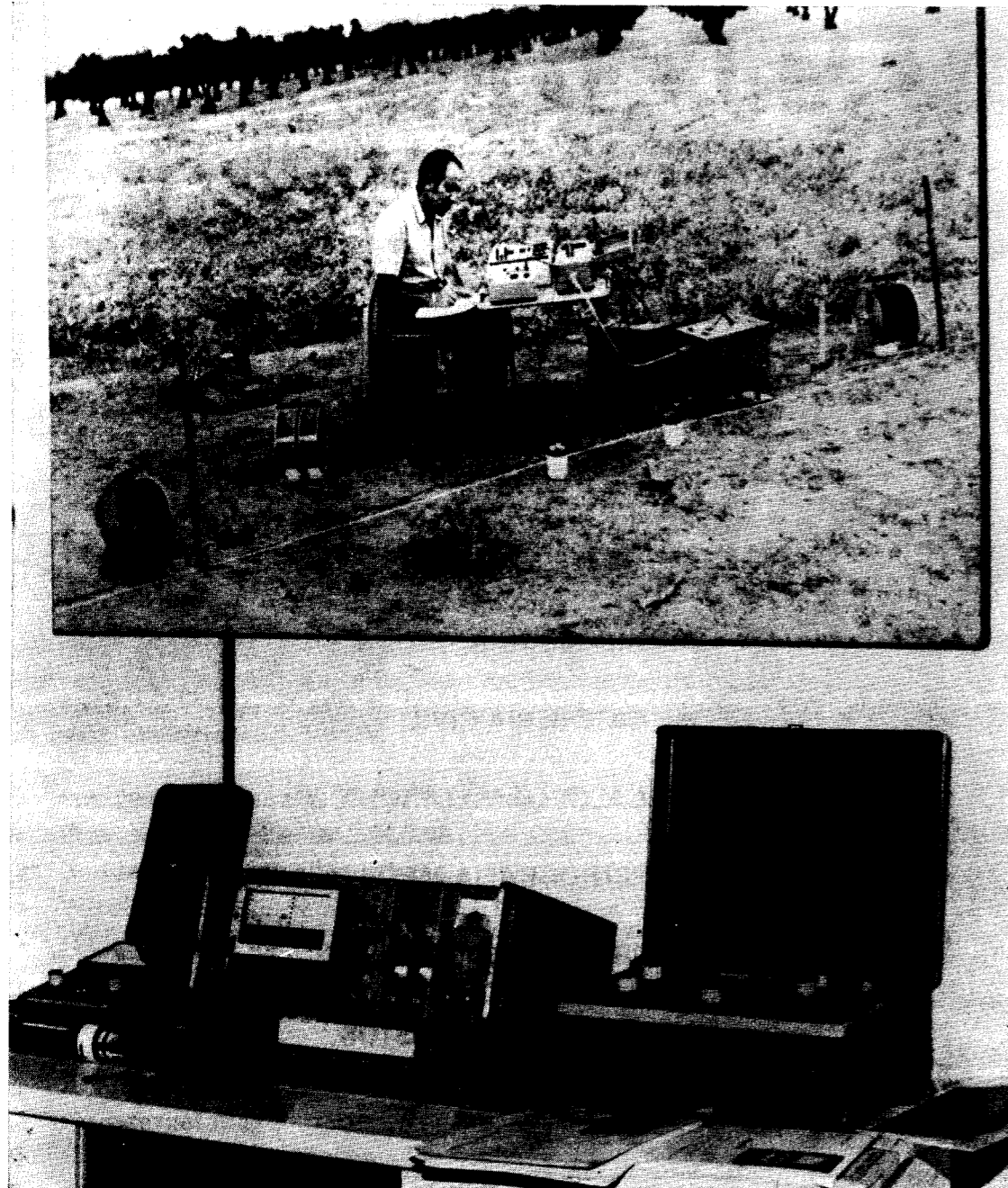
TESTIFICADORES ELECTRICOS
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS

GEOTRON, S. A.

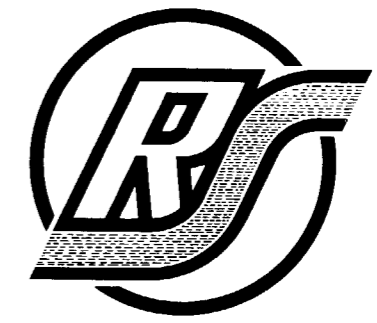

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

Virgen del Val, 28 - MADRID-27 - Teléfono 404 85 34



SISTEMAS DE MEDIDA PARA LOS SIGUIENTES CAMPOS

- RESISTIVIDAD Y POTENCIAL.
- GRAVIMETRIA.
- MAGNETOMETRIA.
- RADIOMETRIA.
- CALIDAD DE AGUAS.
- NIVELES.
- POLARIZACION INDUCIDA.
- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.
- ELECTROMAGNETOMETRIA.
- SISMICA.
- PROPIEDADES DE PAVIMENTOS.
- TESTIFICADORES DE SONDEOS.
(Potencial-resistividad-gamma)



RONES SONDEOS S.A.
ESPECIALISTAS EN AGUAS SUBTERRANEAS

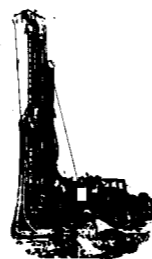
VILLENA
(Alicante)

Avda. de la Constitución 21 entlo. Tel. 800983



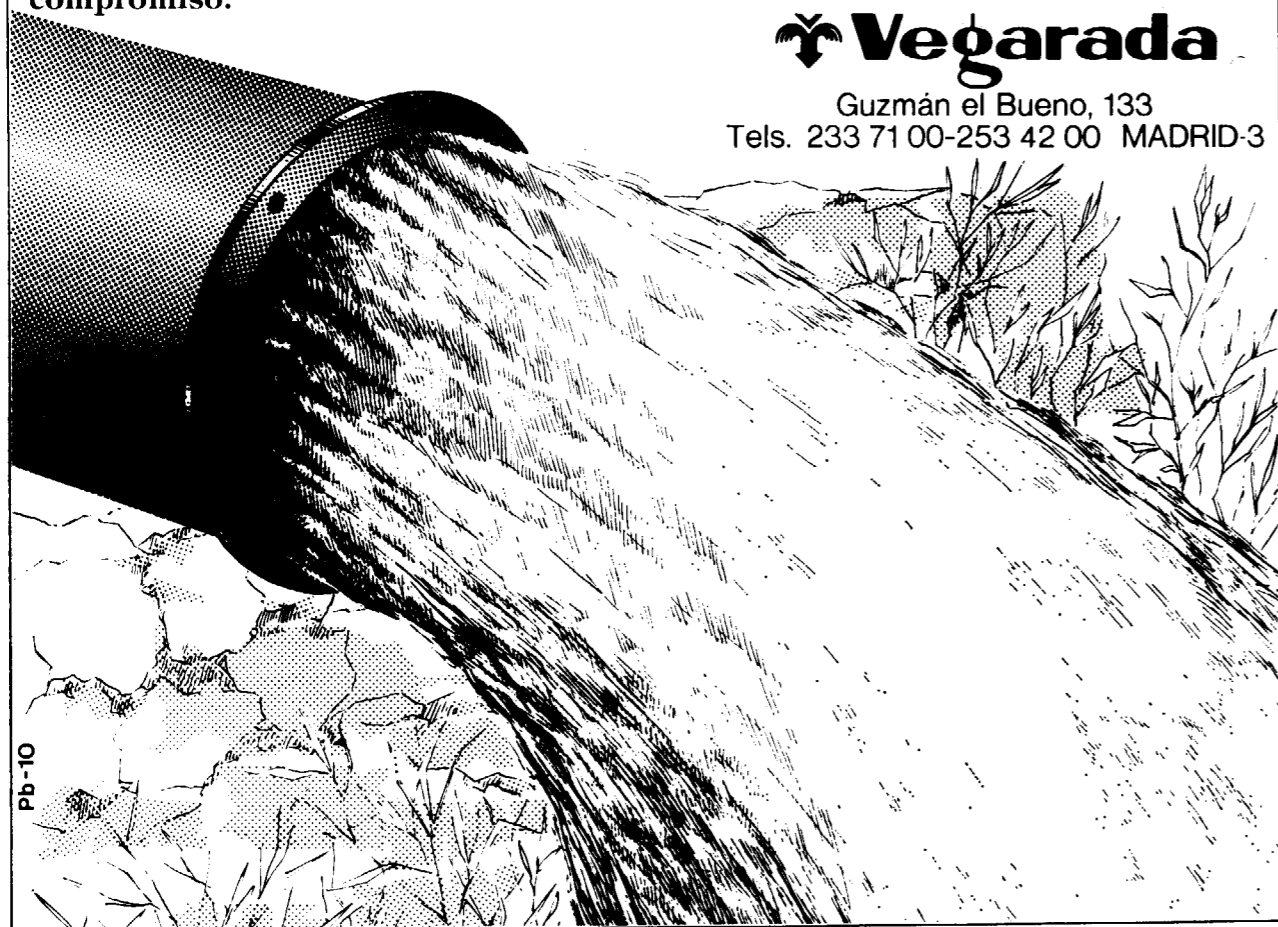
Vegarada profundiza en su problema de agua y lo soluciona.

Dondequiera que esté en la geografía española, cualquiera que sea su problema de agua, recurra al asesoramiento de Vegarada. Poseemos la técnica y experiencia necesarias para proporcionarle toda el agua que necesite. Desde los trabajos de proyección y alumbramiento, hasta la realización de obras de conducción, puesta en riego o depósito, abastecimiento y distribución de caudales. Solicite información sin compromiso.



 **Vegarada**

Guzmán el Bueno, 133
Tels. 233 71 00-253 42 00 MADRID-3



Pb-10

Tomo 92

Fascículo IV

Julio - Agosto 1981

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	F. BELTRÁN, L. GRANADOS, C. MARTÍNEZ, L. M. RÍOS y M. A. ZAPATERO: Observaciones sobre la microfauna de la Hoja de Alcira (Valencia)	1
	A. S. GRACIA PLAZA, J. M. GARCÍA MARCOS y E. JIMÉNEZ FUENTES: Las fallas de «El Cubito»: Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca	9
Minería	J. P. CALVO SORANDO: Los yacimientos de diatomita en España.	16
	W. DE VOS and W. VIAENE: Geochemical study of stream sediments in the argentiferous area of Hiendelaencina, Spain.	27
Aguas subterráneas	J. CRUZ-SANJULIÁN: Evolución geomorfológica e hidrogeológica reciente en el sector Teba-Cañete la Real (Málaga) a la luz de la datación de formaciones travertínicas	39
Estudio de minerales y rocas	J. L. BARRERA, S. FERNÁNDEZ SANTÍN, J. M.ª FUSTER y E. IBARROLA: Ijolitas-Sienitas-Carbonatitas de los macizos del norte del Complejo Plutónico Basal de Fuerteventura (Islas Canarias)	51
Información	Noticias.—Notas bibliográficas	64

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 441 70 67

ADMINISTRACION

Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Teléfono 250 02 03

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

**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
Mina de Caolín de Caobar (Guadalajara)
Foto: Sección de rocas y minerales industriales

ISSN 0366 - 0176
Depósito legal: M. 3.279 - 1958

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Telef. 259 57 55 - Madrid-16

Observaciones sobre la microfauna de la Hoja de Alcira (Valencia)

Por BELTRAN, F. (*); GRANADOS, L. (**); MARTINEZ, C. (***);
RIOS, L. M. (*), y ZAPATERO, M. A. (*)

R E S U M E N

Se describe la serie Mesozoica casi en su totalidad, desde el Lías Inferior hasta el Maestrichtiense, haciendo hincapié en sus características microfaunísticas.

A B S T R A C T

It is described almost all the Mesozoic series, from the Lower Lias to the Maestrichtian, specially its microfaunistic characteristics.

LIAS INFERIOR

Está formado por más de 200 m. de dolomías cristalinas de color beige claro, con algunos tramos preservados de la dolomitización. En estos tramos calcáreos es posible la observación de oolitos. No hemos observado microfauna en todo el tramo.

LIAS MEDIO

Su potencia total es de unos 125 m., formado por 100 m. de calizas con intercalaciones de margas verdosas y algunos niveles de aspecto brechoide con cantos negros. En este tramo hemos encontrado Lamelibranquios, Equinodermos, Gasterópodos, Ostrácodos, Esponjas, Dasycladáceas, Miliólidos, Glomospira, Gaudryina, *Labyrinthina recoraensis* (CATT), *Haurania* cf. *deserta* HENSON.

La parte alta del Lías Medio está formada por un tramo, de potencia variable (2 a 25 m.), de calizas bioclásticas y margas. En las calizas, junto con los primeros niveles que contienen «filamen-

tos», encontramos una microfacies de Lamelibranquios, Gasterópodos, Equinodermos, Ostrácodos, Glomospira, Ammodiscus, Miliólidos, *Vidalina martana* FARINACCI. En los niveles margosos hemos encontrado *Geinitzinita* (*Lingulina*) gr. *tenera-pupa*, *Ophthalmidium concentricum* (TERQUEM, BERTHELEIM), *Reinholdella* cf. *dreheri* (BARTENSTEIN), *Vaginulina* cf. *constricta* SAID, BARAKAT (no TERQUEM, BERTHELEIM).

Esta fauna nos indicaría la presencia del Domeriense o, quizá ya, de encontrarnos en la base del Toarciense.

LIAS SUPERIOR-DOGGER

Está representado por una potente serie de 170 metros de espesor. En la base se encuentran unas margas con Braquiópodos, fragmentos de Equinidos, Ostrácodos, *Geinitzinita* (*Lingulina*) gr. *tenera-pupa*, que nos indican la base del Toarciense o el final del Domeriense.

A estas margas le sigue una potente serie de calizas y dolomías, predominando los niveles dolomíticos en la parte superior de la serie. Las microfacies son poco características, y en ellas encontramos Lamelibranquios, Gasterópodos, es-

(*) Cátedra de Geología de la ETSIM de Madrid.

(**) Laboratorio de Micropaleontología de ENADIMSA.

(***) Cátedra de Paleontología de la ETSIM de Madrid.

pículas y Nodosaria. Solamente en la parte inferior se encuentra una fauna de Crinoides, Ostrácodos, espículas, Favreina y Lingulina junto a *Rhynchonella meridionalis* DESLONG y *Lobothyris* gr. *punctata* Sow. (clasificación de Quintero, Nogueroles y Mansilla), asociación que indica el Toarciense.

El techo de la serie se atribuye al Calloviense por su contenido en fauna de Ammonites.

La serie acaba con un «hard-ground», en la que es muy visible la oolita ferruginosa que lo detecta.

OXFORDIENSE MEDIO-KIMMERIDGIENSE INFERIOR

Comprende de 200 a 250 m. de calizas en bancos decimétricos con intercalaciones de niveles margosos. La microfauna es escasa y poco representativa: Ostrácodos, «esquirlas» (cortas y finas) en la base; en las margas hemos encontrado Ostrácodos, espículas y tubos calizos de Algas.

KIMMERIDGIENSE MEDIO-SUPERIOR

Está formado por calizas y dolomías con pisolitos. Su potencia varía de 65 m. a 155 m.

En la mitad inferior hemos encontrado Lamelibranquios, Equinodermos, Ostrácodos, espículas, Algas pisolíticas, Textuláridos, Miliólidos, Pseudocyclammina, Nautiloculina, *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN).

En el techo de la formación se determinaron Lamelibranquios, Esponjas, Gasterópodos, *Labyrinthina mirabilis* WEINSCHEK, Textuláridos, *Nautiloculina oolithica* MOHLER, Rectocyclammina, Miliólidos, *Kornubia palastiniensis* HENSON, *Everticyclammina virguliana* (KOECHLIN), *Clypeina jurassica* (FAVRE), *Cladocoropsis mirabilis* FÉLIX.

VALANGINIENSE-BARREMIENSE (Facies WEALD)

Comienza con unas dolomías y calizas dolomíticas, de escasa potencia (de 8 a 10 m.), continuando la serie con unas calizas de facies marino restringidas, continentaloides (depósitos marino-

lagunales y lacustres), con Gasterópodos y Algas. Entre los niveles calcáreos se encuentran intercalaciones margosas. Culmina la serie con un banco de calizas de color marrón con pisolitos y elementos negros (la potencia de este banco es de unos 35 m.). La potencia total del tramo varía de 0 a 145 m. Este fenómeno de la variabilidad de la potencia se repite a lo largo de todo el Cretácico, donde los espesores disminuyen de Sur a Norte.

Dentro de las intercalaciones margosas y próximos a las calizas dolomíticas de la base, se han encontrado los restos siguientes: *Atopochara* gr. *trivolvís* PECK, *Globator trochilischoides* GRAMBAST, *Perimnastes* cf. *ancora* GRAMBAST, *Fabanella polita* (MARTIN), *Fabanella ornata* (STEGHAUS), *Darwinula leguminella* (FORBES), que indicarían ya el Haute-riviense, probablemente Hauteriviense Inferior.

Los tramos calizos, entre los que se encuentran las margas anteriormente descritas, contienen Ostrácodos, Gasterópodos, Charofitas, Actinoporella, Halimeda, Miliólidos, Textuláridos, Ophthalmidiidos.

Los últimos tramos calizos contienen una microfacies poco característica, en la que encontramos Gasterópodos, Charofitas, Ostrácodos, Salpingoporella, Macroporella, Actinoporella, *Likanella? danilovae* RADOICIC, Miliólidos, Textuláridos, *Choffatella decipiens* SCHLUMBERGER, Trocholina, Sabaudia. Las Charofitas aparecen en algunos tramos inferiores.

En la parte más alta de este tramo calcáreo, y ya muy próximo a las calizas de color marrón, hemos encontrado *Neotrocholina friburgensis* GUILLAUME, REICHEL, que permite la atribución de este tramo al Barremiense.

A este tramo le sigue una formación calcárea característica, formada por calizas pisolíticas de color marrón, y parte de la cual ya pertenece al Barremiense Superior.

BARREMIENSE SUPERIOR

La parte media superior de las calizas pisolíticas de color marrón, contienen una fauna de Gasterópodos, Equinodermos, Macroporella, Actinoporella, Salpingoporella, Halimeda, Sabaudia, Pseudocyclammina, Miliólidos, Textuláridos, *Choffatella*

decipiens SCHLUMBERGER, *Orbitolinopsis kiliani* PREVER, que nos permite atribuir, para este tramo, una edad Barremiense Superior.

Sobre esta formación siguen unos 20 a 30 m. de calizas biodetríticas y lumaquelas de Lamelibranquios. En ellas hemos encontrado la asociación siguiente: Miliólidos, Textuláridos, *Sabaudia minuta* HOFKER, *Pseudocyclammina* aff. *hedbergi* MAYNC, *Choffatella decipiens* SCHLUMBERGER, *Orbitolinopsis elongatus* DIENI, MASS., MOULLADE, *Orbitolinopsis kiliani* PREVER (sólo en la base).

BEDOULIENSE

Está formado por dos tramos de litologías bien diferentes. La base está formada por margas con una potencia variable (de 2 a 20 m.), que contienen tubos calizos de Algas, *Sabaudia* sp., «*Valvulina*» af. *fusca* BARTENSTEIN, BRANDT, *Gyroidinoides gracillima* DAM, *Dorothia* af. *trochus* D'ORBIGNY, *Patellina subcretacea* CUSHMAN, ALEXANDER. Sobre la serie margosa continúa una serie dolomítica de potencia, también variable (de 25 a 60 m.) y en la que hemos observado sombras de Orbitolinidos y de Algas.

GARGASIENSE INFERIOR

Comprende calizas y calizas arcillosas. En las calizas inferiores hemos encontrado *Sabaudia minuta* HOFKER, *Everticyclammina* af. *greigi* (HENSON), *Choffatella decipiens* SCHLUMBERGER, *Iraqia simplex* HENSON, que nos indicarían la parte inferior del Gargasiense.

GARGASIENSE SUPERIOR-ALBIENSE

En la parte inferior se encuentra las calizas de Toucasias, a las que siguen una serie dolomítica con intercalación de algunos bancos calcáreos. En la parte superior del tramo inferior, son visibles cambios laterales de facies con el tramo dolomítico.

En las calizas de Toucasias hemos encontrado *Pseudocyclammina cuvillieri* DELOFFRE, *Sabaudia minuta* HOFKER, *Pseudocyclammina hedbergi* MAYNC, *Everticyclammina greigi* (HENSON), Nezza-

zata, Macroporella, Acicularia, Halimeda. La fauna descrita es característica del Gargasiense Superior.

En las intercalaciones calcáreas de la serie dolomítica se ha encontrado *Cuneolina pavonia parva* DOUVILLE, *Sabaudia minuta* HOFKER, *Neorbitolinopsis* sp., fauna indicativa de un Albiense bastante alto.

En la parte más alta del tramo dolomítico, y en los bancos calizos intercalados, hemos determinado *Pseudocyclammina rugosa* D'ORBIGNY, *Cuneolina pavonia parva* DOUVILLE, *Hensonina lenticularis* (HENSON), *Charentia cuvillieri* NEUMANN, *Neorbitolinopsis conulus* (DOUVILLE), que nos datan el Albiense Superior (Vraconiense).

El grado de dolomitización no son ha permitido el delimitar los tramos aptienses y albienses, aunque la fauna sea lo suficientemente característica como para poderlos diferenciar entre sí.

CENOMANIENSE-TURONIENSE (?)

Atribuimos esta edad a una potente serie de unos 230 m. de potencia formada por dolomías cristalinas, masivas, que hacia la mitad se hacen menos masiva, pasando a ser una alternancia de dolomías cristalinas y dolomías arcillosas microcristalinas.

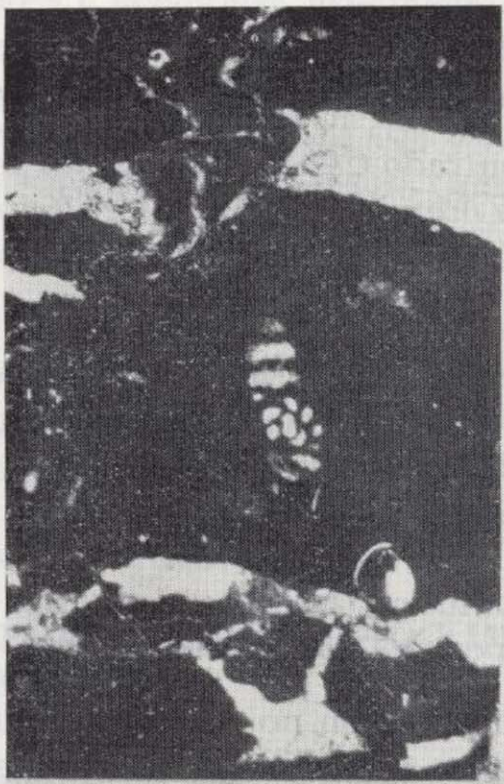
La serie es prácticamente azoica, salvo en la base de las dolomías inferiores, donde hemos encontrado sombras de Lamelibranquios y Orbitolinidos. Estos últimos restos nos indicarían una edad no superior al Cenomaniense Inferior. El resto de las dolomías comprenderían el resto del Cenomaniense y probablemente el Turoniense, ya que el siguiente tramo datable corresponde al Senoniense Inferior y no se ha observado ningún elemento tectónico o estratigráfico para excluir la presencia de sedimentos turonienses.

CONIACIENSE-SANTONIENSE (SENONIENSE INFERIOR)

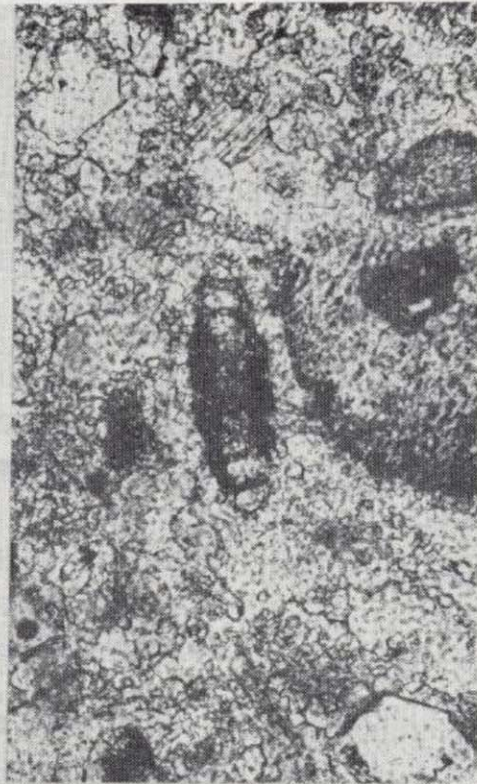
Está formado por calizas, margocalizas y dolomías alternando con calizas criptocristalinas, dolomías arenosas y calizas y dolomías gris claras.

La microfauna encontrada en los niveles calizos

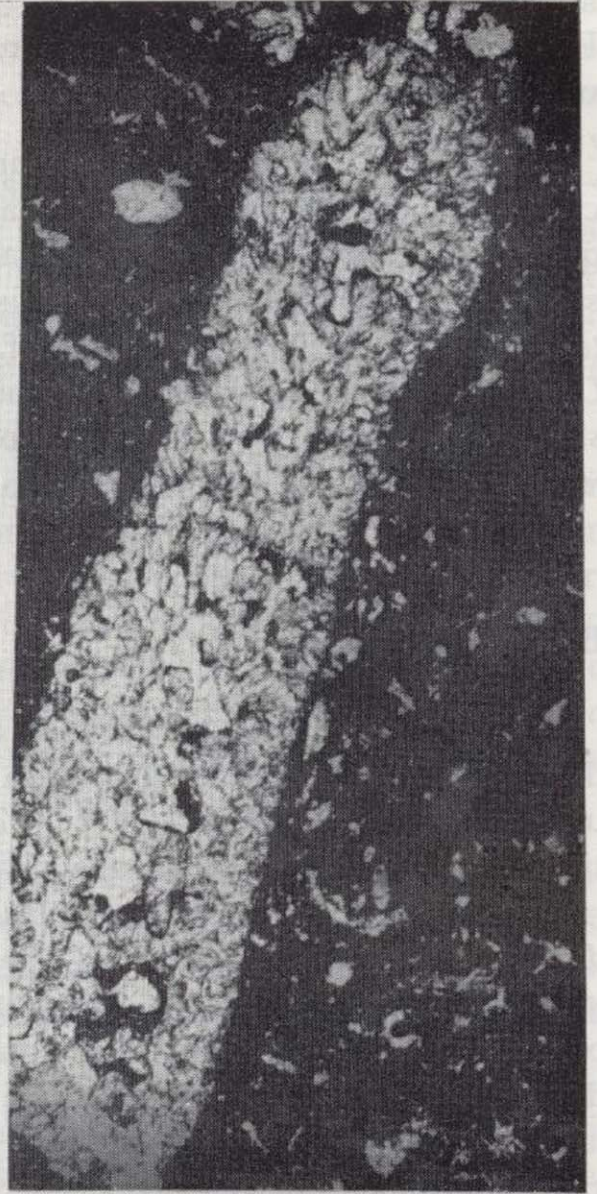
LAMINA I



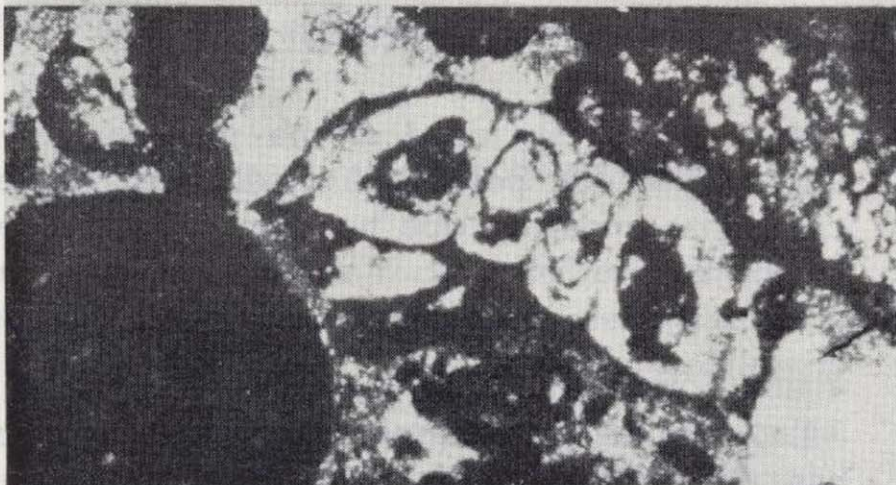
1



2



3



4



5

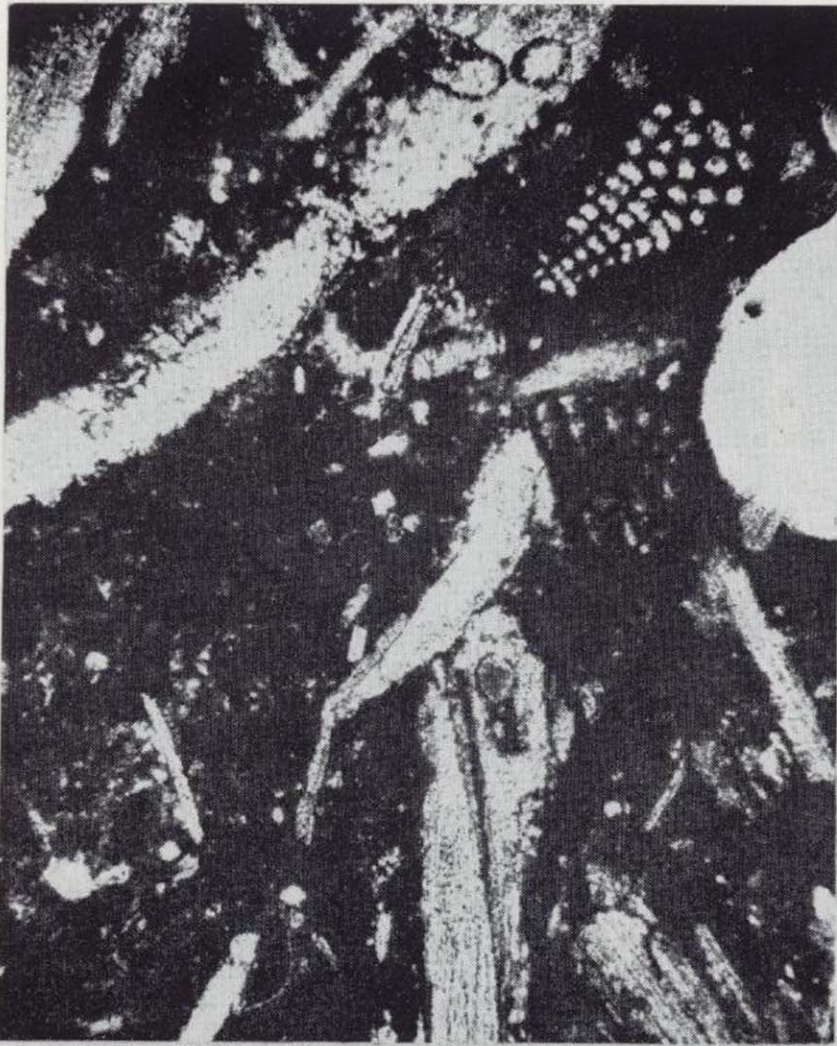


6

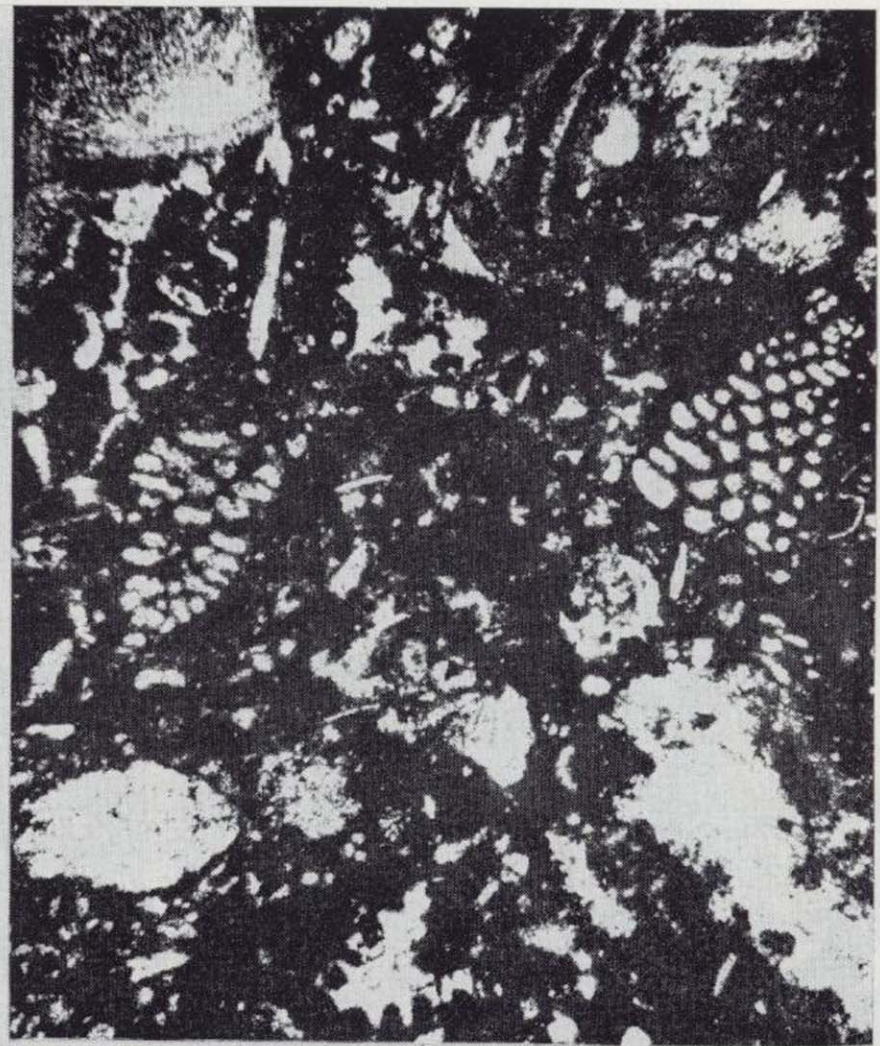
Figura 1.—*Labyrinthina recoarensis* (CATI) (x 25).
Figura 2.—*Vidalina martana* FARINACCI (x 75)
Figura 3.—*Cladocoropsis mirabilis* FÉLIX (x 12).

Figuras 4-5.—*Clypeina jurassica* (FAVRE) (x 36).
Figura 6.—*Kurnubia palastiniensis* HENSON (x 36).

LAMINA II



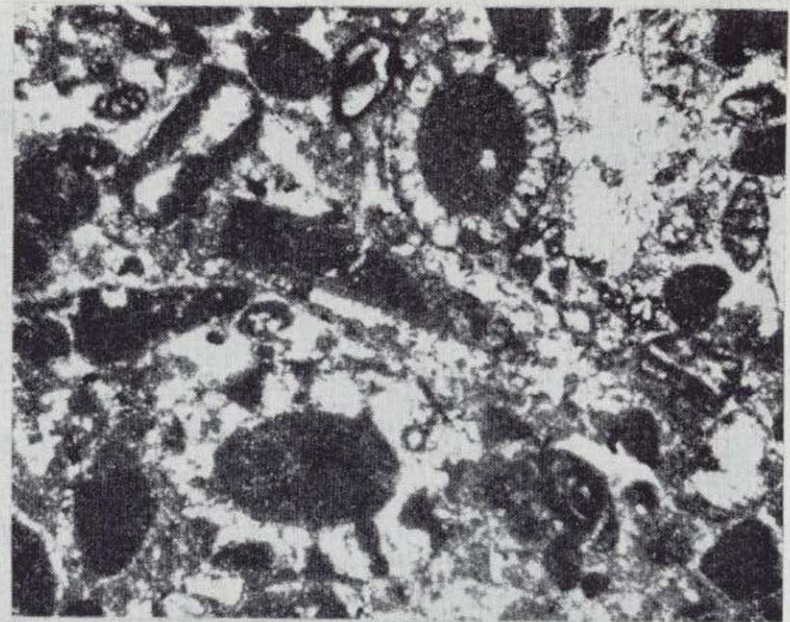
1



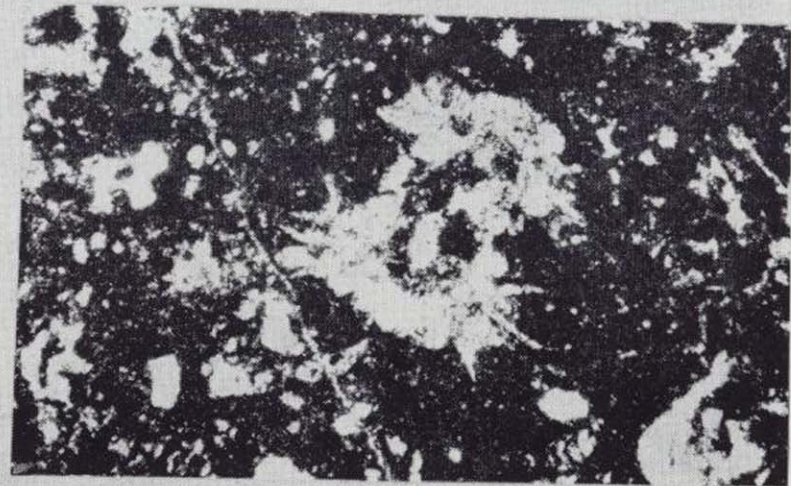
2



3



4

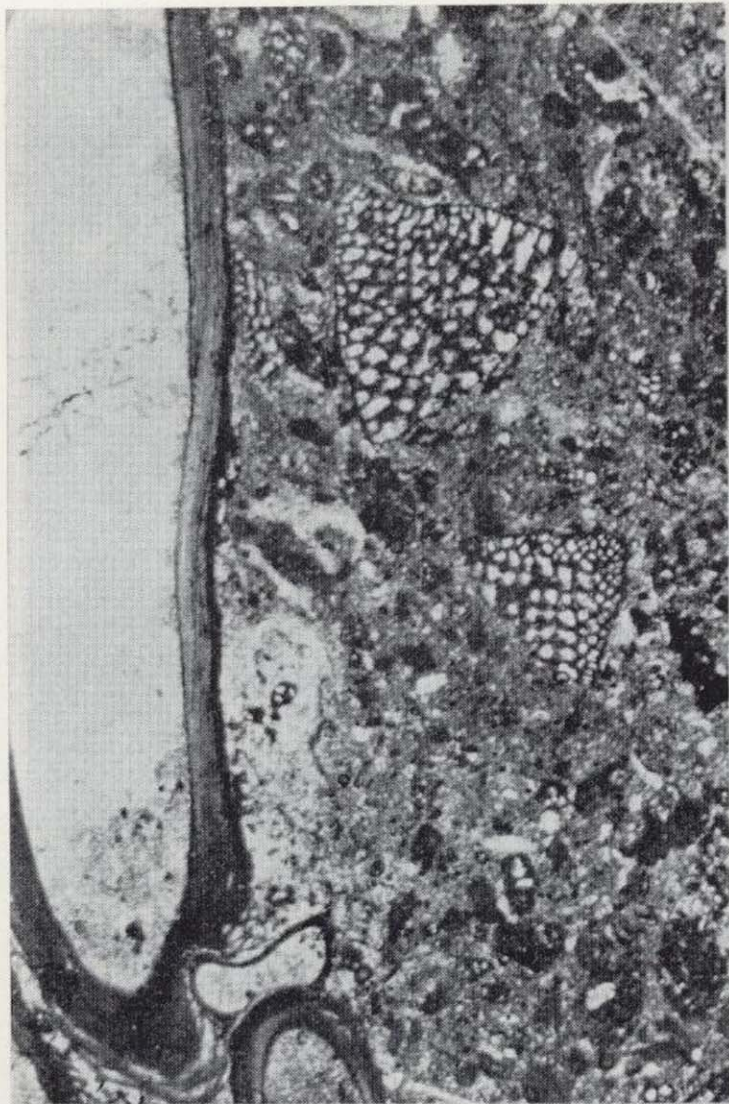


5

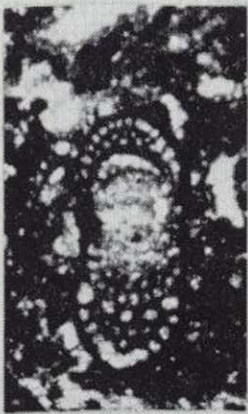
Figura 1.—*Orbitolinopsis kiliani* PREVER, y *Orbitolinopsis elongatus* DIENI, MASS., y MOULLADE (x 35).
Figura 2.—*Orbitolinopsis elongatus* DIENI, MASS., y MOULLADE (x 35).

Figura 3.—*Neotrocholina friburgensis* GUILLAUME y REICHEL, *Salpingoporella dinarica* RADOICIC (x 35).
Figura 4.—*Salpingoporella dinarica* RADOICIC y *Salpingoporella* aff. *malitae* RADOICIC (x 25).
Figura 5.—*Likanella? danilovae* RADOICIC (x 25).

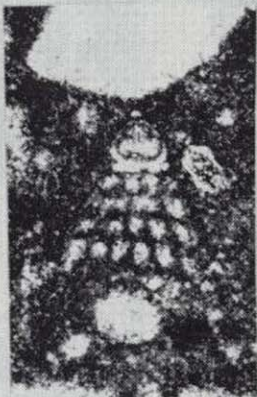
LAMINA III



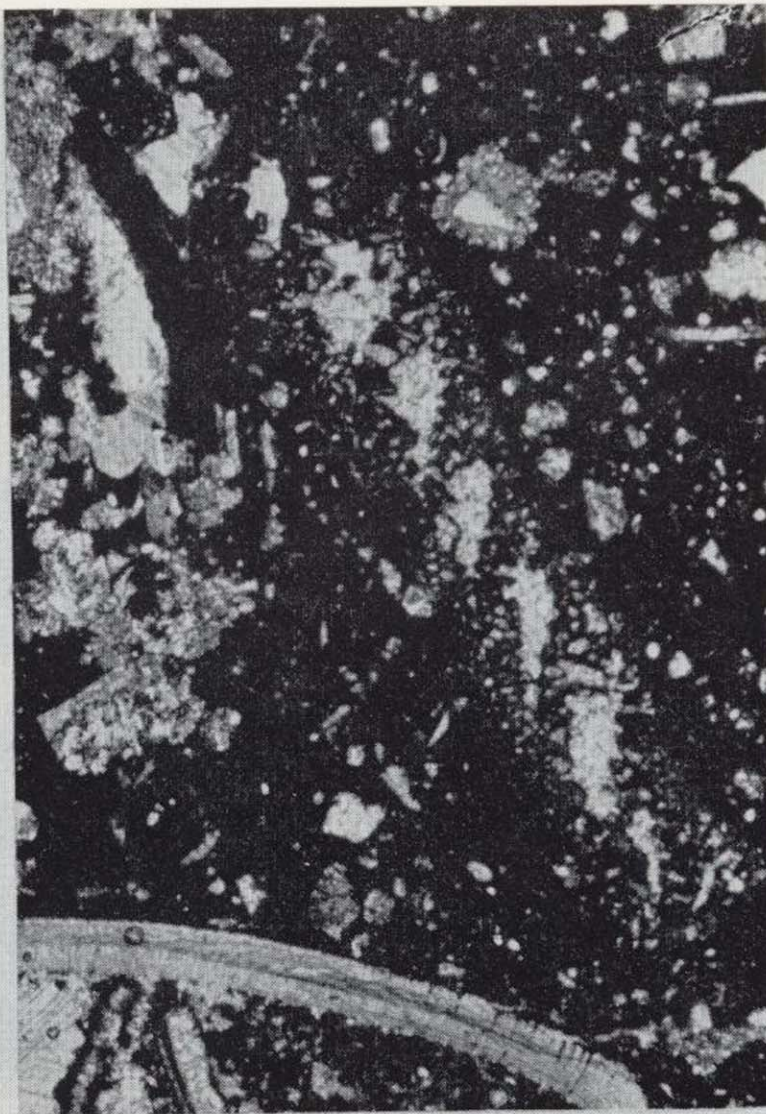
1



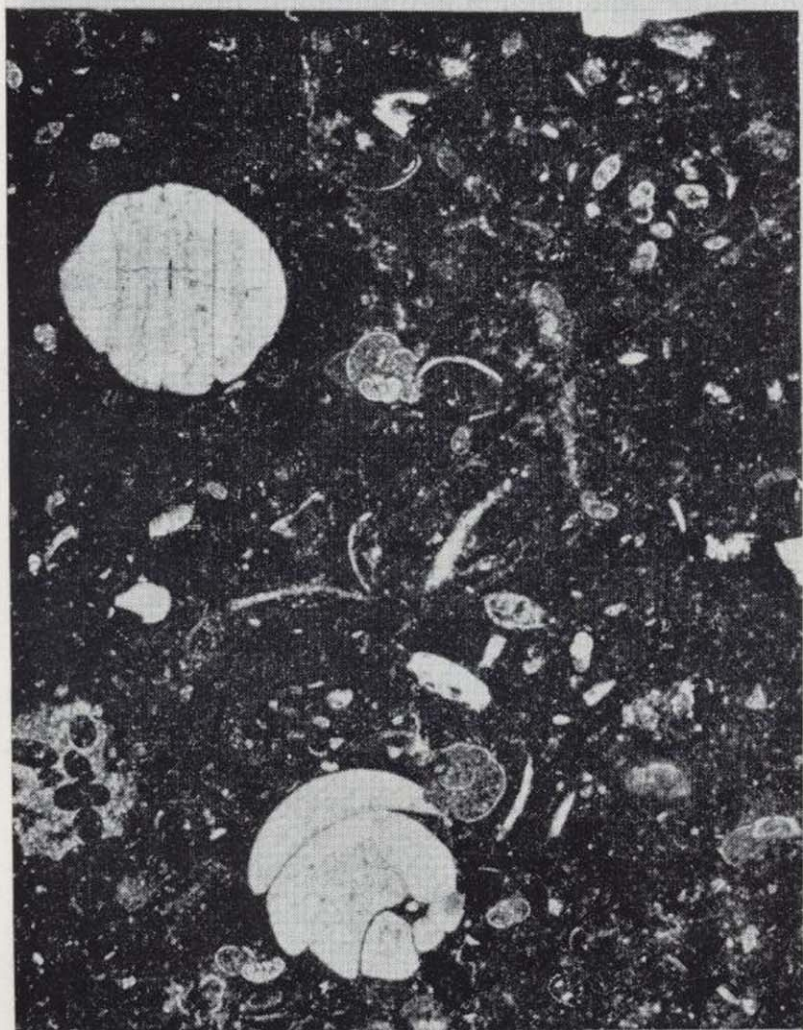
2



3



4



5

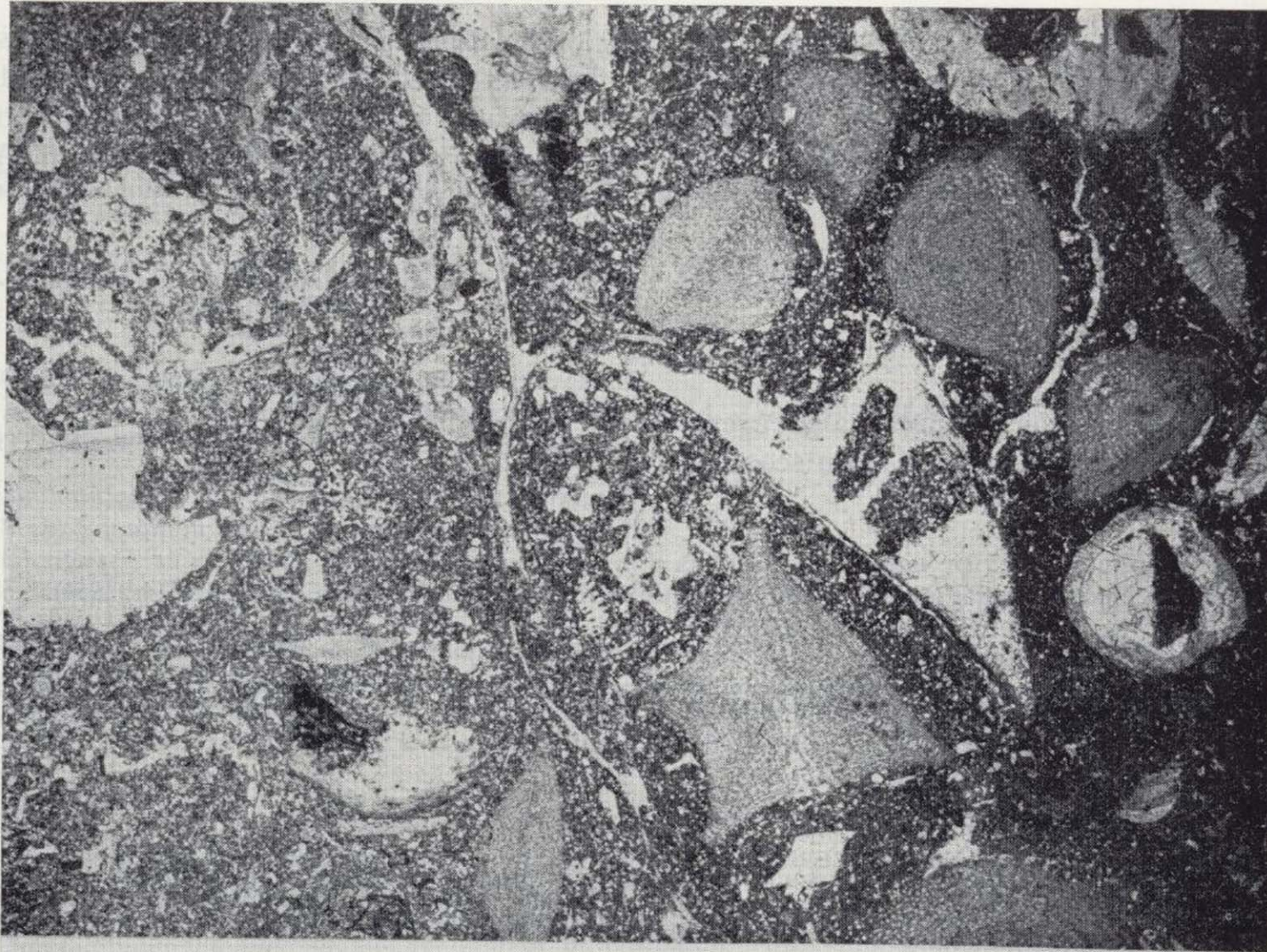


6

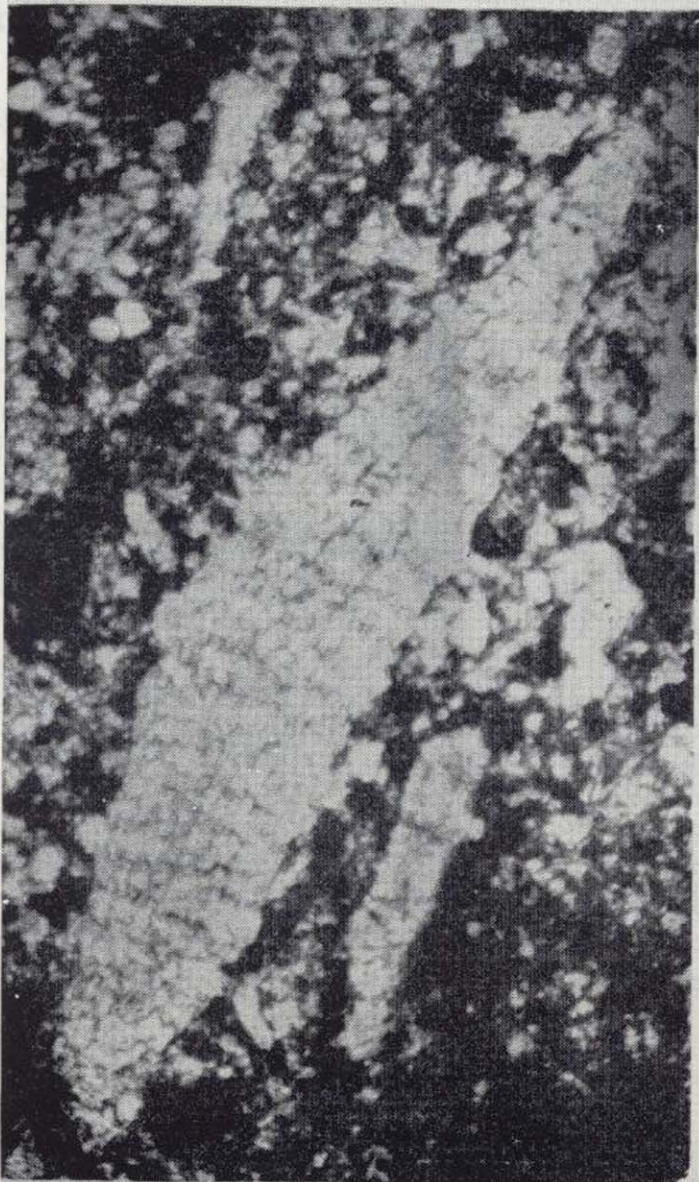
Figura 1.—*Iraqia simplex* HENSON y SERPÚLIDOS (x 26).
 Figura 2.—*Raadshoovenia (Murciella) cuvillieri* (FOURCADE)
 (x 25).
 Figura 3.—*Sabaudia minuta* HOFKER (x 50).

Figura 4.—*Pseudochoffatella cuvillieri* DELOFFRE (x 25).
 Figura 5.—Characeas y Discórbidos (x 30).
 Figura 6.—*Microcodium* (x 25).

LAMINA IV



1



2



3

Figura 1.—*Lepidorbitoides (Asterorbis) cf. havanensis* (PALMER) (x 15).
Figura 2.—*Clypeorbis mamillata* (SCHLUMBERGER) (x 20).
Figura 3.—*Orbitoides media* (D'ARCHIAC) (x 30).

es poco indicativa: Ostrácodos, Miliólidos, Ophthalmiídeos, Textuláridos, Discórbidos y espículas. Hacia la parte superior los restos son muy escasos, limitándose a restos semiborrados de Lamelibranquios y espículas.

CAMPANIENSE

Está formado por calizas marinas, algo arenosas en la base, y calizas arenosas y areniscas calcáreas en la parte superior.

Las calizas de la parte inferior contienen restos de Lamelibranquios, Crinoideos, Corales, Ostrácodos, *Sulcoperculina* sp.

En las calizas arenosas y areniscas calcáreas de la parte superior se han determinado Lamelibranquios, Crinoideos, *Siderolites vidali* DOUVILLE, *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK, *Sulcoperculina* sp., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMBERGER).

MAESTRICHTIENSE

Está formado por calizas en gruesos bancos, con Hippurites, y por calizas con Gasterópodos y margas verdes.

Las calizas con Hippurites contienen una abundante fauna de Lamelibranquios, Crinoideos, Rudistas, *Siderolites vidali* DOUVILLE, *Siderolites calcitrapoides* LAMARCK, *Orbitoides media* (D'ARCHIAC), *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMBERGER), *Clypeorbis mamillata* (SCHLUMBERGER), *Lepidorbis* (*Asterorbis*) *havanensis* (PALMER). Este último fósil es la primera vez que, según nuestros conocimientos, se cita en España. Fue definido por PALMER en el Cretácico Superior de Cuba y posteriormente ha sido citado por RENZ (1955) en el Maastrichtiense de Aragua (Venezuela).

El tramo superior contiene fauna de Gasterópodos, Ostrácodos, Charofitas, Miliólidos, «Discor-

bis», *Rotalina cayeuxi* LAPPARENT, *Raadshoovenia* (*Murciella*) *cuvillieri* (FOURCADE). Este último tramo termina con calizas de *Microcodium*, en las que encontramos *Orbitoides media* (D'ARCHIAC).

BIBLIOGRAFIA

BASSOULET, J. P.; BERNIER, P.; CONRAD, M. A.; DELOFRE, R., y JAFFREZO, M.: *Les Algues Dasycladales du Jurassique et du Cretacé*. Geobios. Memoire Special 2 (1978).

BILLIARD, J., y MOULLADE, M.: *Etude de quelques representantes du genre Iraqia (Orbitolinidae) dans l'Aptien des contreforts Pyrénéens Français et Espagnols*. Revue du Micropaleontologie. Vol. 6, núm. 4 (1964).

DIENI, I.; MASSARI, F., y MOULLADE, M.: *Sur quelques Orbitolinidae des calcaires à facies «urgonien» du Crétacé inferieur des environs d'Orosei (Sardaigne)*. Bolletino della Societa Paleontologica Italiana. Vol. 2, núm. 2 (1963).

DRAGASTAN, O.: *Upper Jurassic and Lower Cretaceous microfacies from the Bicaz Valley Basin (East Carpathians)*. Memoires Institut de Geologie et de Geophysique. Vol. XXI. Bucarest (1975).

FOURCADE, E.: *Le Jurassique et le Cretacé aux confins des chaînes betiques et iberiques (Sud-Est de l'Espagne)*. Thèse Sciences. Paris (1970).

FOURCADE, E.; JEREZ, L.; RODRÍGUEZ, T., y JAFFREZO, M.: *El Jurásico terminal y el Cretácico inferior de la Sierra de la Muela (provincia de Murcia). Consideraciones sobre las biozonas con Foraminíferos del Albiense-Aptiense del Sureste de España*. Revista Española de Micropaleontología. Núm. extraordinario. XXX Aniversario E. N. Adaro (1972).

HOTTINGER, L.: *Foraminifères imperforés du Mesozoïque marocain*. Notes et Memoires du Service Geologique du Maroc (1967).

MOULLADE, M.: *Les Orbitolinidae des microfacies barrémiens de la Drôme*. Revue de Micropaleontologie. Vol. 3, número 3 (1960).

NEUMANN, M.: *Révision des Orbitoides du Crétacé et de l'Eocene en Aquitaine occidentales*. Soc. Geol. France, Mem., Paris, vol. 7, núm. 3 (1958).

RENZ, H. H.: *Some Upper Cretaceous and Lower Tertiary foraminifera from Aragua and Guarico, Venezuela*. Micropaleontology. Vol. 1, núm. 1 (1955).

Recibido: julio 1980

Las fallas de «El Cubito»: Geometría, funcionamiento y sus implicaciones cronoestratigráficas en el Terciario de Salamanca

Por A. S. GRACIA PLAZA, J. M. GARCIA MARCOS y E. JIMENEZ FUENTES

RESUMEN

Se describen las Series Rojas de «El Cubito», caracterizadas por su importante concentración de Casiterita, y sus múltiples relaciones con otras facies semejantes también de la Cuenca del Duero.

Las labores mineras han puesto al descubierto fracturas que se definen geoméricamente, deduciéndose, además, tres fases de tectonización. Por último, se discute la localización en el tiempo de la actividad de tales fallas, en íntima conexión con las posibles dataciones de los materiales a los que afectan: desde el Bartonense al Mioceno Medio.

ABSTRACT

The Red Series of «El Cubito» are herewith described, characterized by the important concentration of cassiterite and by the possible relationship with other similar facies, also of Duero Basin.

Mining workshave enabled the uncovering of fractures which are geometrically defined, inferring, besides, three tectonic phases. Lastly, the localitation in time of the activity of such faults is argued in close connection with the possible datings of the materials which they affect: from the Bartonian to the Middle Miocene.

INTRODUCCION

Los trabajos de explotación que en los últimos tiempos se han efectuado en el Grupo Minero «Las Españas» (término de Carrascal de Barregas, Salamanca), han puesto al descubierto fracturas que afectan a un Terciario de edad aún problemática, pero sin duda posterior al Luteciense. Es de destacar aquí que, hasta ahora, sólo en el Pre-Luteciense salmantino habían sido reseñadas fracturas visibles (NICOLAU, 1974), aunque sus efectos en series más modernas sí habían sido deducidos. Así, por ejemplo, la concentración de casiterita detrítica explotada en «El Cubito», se suponía originada como consecuencia de removilizaciones tectónicas del relieve (GRACIA PLAZA, 1977; GRACIA PLAZA y GARCÍA MARCOS, i. l.). Con ello viene a demostrarse la tectonización del Terciario del borde sur-oeste de la Cuenca del Duero, repetidamente preconizada por JIMÉNEZ FUENTES.

En este artículo se pone de manifiesto el citado hecho, así como la mecánica y geometría de los movimientos tectónicos observados, estimándose también los argumentos sobre su posible edad.

ENCUADRE GEOLOGICO

Una de las características más peculiares de los bordes O y SO de la Cuenca del Duero, desde un punto de vista cartográfico general, es la presencia de alargadas apófisis terciarias, como la Fosa de Ciudad Rodrigo, que desde Salamanca penetra en territorio portugués, o la que desde Benavente se extiende hacia la Sanabria.

Por lo que respecta al borde SO, la Fosa de Ciudad Rodrigo muestra una aún no muy conocida estructura en la que, en líneas generales, las grandes fracturas directrices de rumbo NE-SO han sido retocadas posteriormente por otro más denso sistema NNE-SSO, y aún por otro: ONO-ESE, siendo este último de gran importancia geomorfológica.

Ello posibilita la separación de tres zonas —en la provincia de Salamanca— que podrían toponimizarse: «Ciudad Rodrigo», «Sancti-Spiritus» y «Matilla de los Caños del Río», coincidiendo casi con la distribución de hojas 1:50.000.

La mina El Cubito, se sitúa en la última de estas tres zonas.

ESTRATIGRAFIA

En relación con el área estudiada, y dejando aparte el zócalo paleozoico, podemos considerar tres conjuntos estratigráficos:

- a) Materiales referidos con seguridad al Paleógeno.
- b) Materiales cenozoicos de edad incierta (Serie Roja de El Cubito).
- c) Materiales conglomeráticos más recientes.

Los tres conjuntos estratigráficos se encuentran representados en las dos series realizadas en la zona: Serie de Matilla de los Caños del Río, y Serie de El Cubito.

La serie de Matilla de los Caños del Río ha sido levantada 1,5 km. al oeste de dicha población. La base del escarpe está cubierta por derrumbios de ladera y la sucesión de materiales aflorantes, de muro (820 m.) a techo, es la siguiente:

- 1a) 0,5 m. de areniscas de grano fino, amarillentas y compactas; estratificación masiva. Micas abundantes y zonas irregulares con ligera impregnación ferruginosa.
- 1b) 0,5 m. de lo mismo en un banco uniforme.
- 1c) 0,3 m. de arenisca de grano grueso a medio, amarillentas, en un banco con disyunción en lajas irregulares. Los feldepatos son abundantes.
- 1d) 0,3 m. de areniscas amarillentas de grano fino, en un banco con disyunción en bolas.
- 1e) 0,1 m. de areniscas finas disyuntadas en lajas irregulares.
- 2a) 0,5 m. de areniscas de grano fino, que pasan vertical y lateralmente a limos arenosos.
- 2b) 1,5 m. de limos arenosos amarillentos.
- 3) 1 m. de areniscas de grano medio, pardo-amarillentas o blanquecinas (rojizas en el exterior), con estratificación grosera. Feldepatos abundantes y disyunción en bolas.
- 4) 0,25 m. de areniscas de grano muy fino, blancas y compactas; estratificación laminada grosera.
- 5) 0,25 m. de areniscas similares a las anterio-

res con estratificación grosera y disyunción gruesa.

- 6) 0,5 a 1 m. de areniscas de grano grueso, blancas, con feldepatos abundantes, muy compactas y estratificación irregular.
- 6a) Discontinuidad con diferencias de nivel de hasta un metro.
- 7) 1,5 m. de conglomerados compactos pardo-rojizos o blanquecinos, variables. En algunos sitios presentan esbozos de película arcillo-calcárea alrededor de los cantos. En otras muestran costras ferruginosas o calcáreas. La matriz puede ser algo ferruginosa o limo-calcárea según zonas irregulares. Cantos de cuarzo, cuarcitas, esquistos y areniscas.
- 8a) 3 a 4 m. de conglomerados gruesos con matriz gredosa rojiza, muy suelta, con lentejones de 0,3 m. de limos arenosos compactos, rojo-amarillentos, con granos de cuarzo. Piro-lusita muy abundante. Techo con uno de estos niveles de limos más extenso.
- 8b) 3 m. de conglomerados de matriz gredosa fuertemente teñida de rojo con estratificación cruzada en la base (hasta 2 m.). Lechos de areniscas de grano grueso a medio de hasta 0,5 m.
- 8c) 6,5 a 7 m. de conglomerados masivos de matriz gredosa de color rojo intenso.

La discontinuidad entre las capas 6 y 7 está ligeramente inclinada hacia el oeste.

En la corta de la explotación de El Cubito, la sucesión de materiales terciarios es, de muro (850 metros) a techo, la siguiente:

- 1) 5 a 8 m. de areniscas de grano grueso, pardo-amarillentas, con intercalaciones de materiales hasta conglomeráticos, con estratificación grosera. Forman un paquete compacto.
- 2) Discontinuidad de aspecto ondulado.
- 3) 12 m. de materiales heterométricos con abundancia de bloques y cantos de pizarras, micacitas y fragmentos de conglomerados y cuarzo. Fuerte coloración rojiza. Matriz más detrítica que arcillosa.
- 4) 8 a 10 m. de materiales arcillosos de intenso color rojo con abundantes cantos de natura-

leza y tamaño variables, similares a los anteriores. Abundancia de óxidos de hierro y concreciones ferruginosas y de pirolusita.

- 5) Cobertera cuaternaria de color gris oscuro, con abundancia de materia orgánica, y naturaleza fundamentalmente arcillosa por lixiviación. En superficie presenta aspecto de canturreal.

El conjunto de materiales situado por encima de la discontinuidad 2) puede encontrarse, con potencias similares e incluso superiores, apoyado directamente sobre el zócalo pizarreño paleozoico, faltando por completo los materiales pardo-amarillentos.

a) Materiales paleógenos

Por afinidad litológica puede afirmarse que son de edad claramente paleógena los sedimentos pardo-amarillentos de ambas series [términos 1) al 6) de la serie de Matilla de los Caños del Río, y 1) de la serie de El Cubito].

La falta de registros paleontológicos locales imposibilita una datación precisa.

En la Hoja núm. 502 del Mapa Geológico Nacional 1:50.000 (Matilla de los Caños del Río) a estos materiales se les atribuye una edad Eocena (LÓPEZ DE AZCONA y MINGARRO, 1970) sin pruebas paleontológicas.

Las dataciones efectuadas en zonas próximas son las ya clásicas de Cabrerizos, Teso de la Flecha, Aldealengua, San Morales y Aldearrubia, todas ellas en los escarpes del Tormes (JIMÉNEZ, 1972, 1973), con una fauna atribuida a edades entre el Luteciense Superior y el Bartonense.

Otras series, hasta ahora sin fósiles, claramente más antiguas, son las que se han definido al sur y al oeste de las anteriores como Pre-Lutecienses (JIMÉNEZ, 1973, 1975).

El problema de una posible correlación entre las series paleógenas de Matilla de los Caños del Río y las de los escarpes del Tormes, estriba en su falta de continuidad entre ambas, motivada, sin duda, por la interferencia de efectos tectónicos nada fáciles de ver en el terreno.

Un análisis global del Paleógeno salmantino parece evidenciar una correlación entre los sedi-

mentos pardo-amarillentos del área estudiada y los situados al oeste de Salamanca y de Villamayor (JIMÉNEZ, 1975) entre Zorita y Almenara de Tormes, en la orilla derecha de este río (JIMÉNEZ, datos inéditos), cuya edad podría ser ligeramente anterior a la de las «areniscas de Cabrerizos» —Luteciense Superior-Bartonense— (JIMÉNEZ, 1972), contemporánea de la serie fosilífera superior de Corrales (Zamora) —tramo superior del Luteciense Medio— (ROMÁN y ROYO, 1922; JIMÉNEZ, 1977) y posteriores a las series de Entrala (Zamora) (CORROCHANO, 1977) de edad Eoceno Inferior y/o Luteciense Inferior (JIMÉNEZ, 1977) en Corrales, Casaseca, Cubillos, Sanzoles, etc. (Zamora).

Todo ello a expensas de corroboración paleontológica en los materiales que aquí nos ocupan.

b) Materiales rojos de El Cubito

Los términos agrupados bajo esta denominación están especialmente bien representados en el corte que con motivo de las labores de explotación minera se ha puesto al descubierto, aunque se encuentran sedimentos de este mismo apartado en otros muchos lugares de la zona, como los ya citados, términos 7) al 8c) de la serie de Matilla de los Caños del Río, y los visibles en la cantera de arcilla situada en el km. 14,8 de la carretera Salamanca-Vecinos.

Se caracterizan por su fuerte tonalidad rojiza y cubren gran extensión de la Fosa de Ciudad Rodrigo en su parte más próxima a la Cuenca principal o del Duero.

La serie roja de El Cubito muestra cierta similitud con otras formaciones salmantino-zamoranas, a saber:

1. Terciario aflorante en Toro, en la parte superior de los escarpes del Duero, con gran extensión hacia el norte (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1978a).
2. Sedimentos terciarios situados entre las provincias de Salamanca y Zamora, que tienen su máxima expresión en la costa Castillejos (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1978b).

Se descarta, por tanto, definitivamente una posible edad cuaternaria o plio-cuaternaria, que en ocasiones se les había atribuido, por su color similar al de sedimentos rojos cuaternarios bien

conocidos en la región, por razones insoslayables: su potencia desmesurada y su tectonización.

La facies roja de Toro (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1978a) se sitúa en dicha ciudad sobre un Paleógeno, datado como Luteciense Medio, paraconforme sobre él, a una altura de 690 m., que se inclina hacia el este y norte. Es de destacar que no aflora al sur del río Duero, sin que hasta ahora se haya dado una explicación definitiva sobre este hecho.

Hacia el norte pasa, en apariencia, lateralmente a la facies Tierra de Campos, pero ello es difícil de comprobar en la llana topografía de la Tierra del Pan.

Por desigualdad de facies en corta distancia, es más lógico suponer que la facies roja de Toro se sumerge bajo el Vindoboniense típico de centro de cubeta. La paraconformidad «con tinciones» que se observa en su muro evidencia un hiato, lo que se ha tomado como prueba, a falta de otra más consistente, para suponerla del Mioceno Inferior y/o Vindoboniense Inferior. Sin embargo, está el hecho de su desaparición al sur del río Duero, donde a igualdad de altura, se encuentran materiales claramente paleógenos: del Eoceno Inferior y Medio en Sanzoles, y posiblemente Oligocénico en Villabuena del Puente y Castronuño, con un leve buzamiento hacia el este y menor aún hacia el norte. Ello sugiere otra posibilidad: que la facies roja de Toro sea un cambio lateral de facies de estos últimos materiales, con hiato en el Bartonense.

Por tanto, la posible edad de esta facies oscila entre el Bartonense y el Mioceno Medio.

La facies roja de Castillejo se encuentra situada sobre materiales paleógenos datados en unas canteras de Fuentesauco (Zamora), como Luteciense Superior-Bartonense (JIMÉNEZ, 1977). Su potencia máxima es de 80 m., estando su muro a una altura, casi constante, de 855 m.

En la explicación de la Hoja del Mapa Geológico Nacional 1:50.000, núm. 14-17 (Fuentesauco), se hacen ya algunas consideraciones sobre su edad (JIMÉNEZ y GARCÍA MARCOS, 1978b) que se supone Mioceno Inferior, indicándose una posible correlación con capas similares en Toro (Zamora), en La Armuña, y en la Fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca), así como con la serie helvetiense de Plasencia (Cáceres).

La principal razón que se daba sobre una edad miocena es la presencia en La Armuña de niveles calcáreos que, en Calzada de Valdunciel (Salamanca) suministraron moluscos dulceacuícolas (GIL y MAESTRE, 1880). Estos, que en principio se atribuyeron al Pontense, son en realidad de una distribución vertical mucho mayor, siendo por tanto necesaria una revisión actualizada, pues su edad podría rebasar incluso los límites inferiores del Mioceno.

También se apunta en dicha explicación, la posibilidad de que la facies roja de Castillejo sea posterior a la facies roja de Toro —debido al nivel relativo en que ambas se encuentran, 855-930 m., por 690-720 m.— y que por tanto sea contemporánea parcialmente con las areniscas de Garcihernández (Vindoboniense) con las que se equinivela hacia el E, aunque nunca estén conectadas directamente al estar separadas por la falla de Alba-Villoria.

En este sentido apuntan las conclusiones más recientes en las que pasa el SO de la Cuenca del Duero (Area 10 a₂) se da una edad Langhiense-Serravalliense para la facies roja de Castillejo, y Mioceno Inferior para la facies roja de Toro (JIMÉNEZ, i. l.).

Pero realmente, hemos de añadir aquí, no existe ningún argumento suficientemente firme, dada la imprecisión de los hallazgos de Calzada de Valdunciel, que abogue por una edad indiscutiblemente Miocena.

A la luz de los datos paleontológicos concretos, sólo se puede decir que la facies roja de Castillejo es posterior al Luteciense-Bartonense de Fuentesauco, y a un Oligoceno (pensamos que Inferior, o quizá Medio) de El Molino del Pico, la Ventosilla y Los Regatones (Zamora) (JIMÉNEZ, 1977).

Todas estas consideraciones son exactamente válidas para la serie de El Cubito, e incluso con un límite inferior local aún más bajo, basado en datos paleontológicos reales del muro. Por tanto, no se puede definir su edad con exactitud, ya que podría ser: Oligoceno, Mioceno Inferior o Mioceno Medio.

c) Materiales conglomeráticos más recientes

La superficie subhorizontal en la que se asienta la corta de la mina El Cubito, está pavimentada por un canturreal poligénico de gran extensión en

la provincia de Salamanca. En la greda que lo aglomeraba se encontró casiterita, que se explotó a cielo abierto cuando las galerías en los cercanos filones estanníferos comenzaron a bajar de rendimiento. La apertura de unas zanjas para evacuación de agua permitió el descubrimiento de los aluviones infrayacentes, que han dado lugar al actual aprovechamiento minero.

El canturreal superior, que dio desde un principio como cuaternario, con la consideración posible de que se tratase de un equivalente de la raña Plío-cuaternaria que tipifica otras regiones del centro de la península.

Recientemente se ha descubierto (MOLINA et al., i. l.) que la superficie sobre la que se apoya dicho canturreal es más antigua, y que éste podría ser Plioceno. Ello establece una explicación más convincente sobre la presencia de casiterita en cantidades que justificaron su explotación en dicho sedimento.

FRACTURAS

Como ya se ha dicho, la existencia de las fracturas que a continuación se describen, afectando incluso a los materiales terciarios rojos de la región, había sido preconizada desde hace tiempo, y en repetidas ocasiones, por JIMÉNEZ FUENTES, y más recientemente y a escala local han sido propuestas para explicar el origen y conservación de la mineralización de casiterita que se explota en la actualidad en el Grupo Minero Las Españas (GRACIA PLAZA, 1977; GRACIA PLAZA y GARCÍA MARCOS, i. l.).

Posteriormente, el avance de las importantes labores de desmonte realizadas en la mina vino a confirmar la presencia de tales fracturas, permitiendo la observación directa de alguna de ellas.

Se ha podido constatar la existencia de hasta tres fracturas de diversa importancia (fig. 1).

La que hemos denominado número 1 es una falla normal, con componente de desgarre sinistral y movimiento en hemitijera en el sector puesto al descubierto (unos 200 metros).

Su plano, auténtico espejo de falla, se presenta curvado hacia el bloque levantado, habiéndose medido en el mismo direcciones que van desde

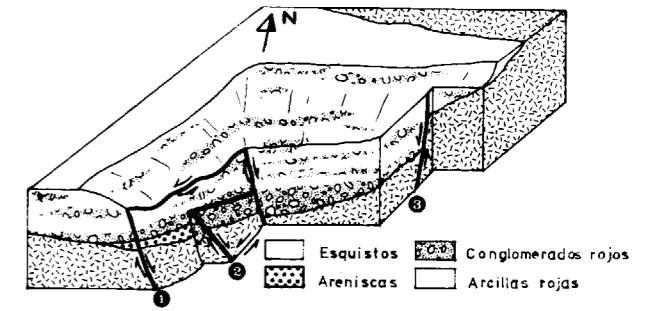


Figura 1.—Bloque diagrama de la corta de la mina «El Cubito» con la situación de las fallas.



Figura 2.—Vista general del espejo de la falla núm. 1.

pocos grados al O (N/8° O) en su sector más septentrional, hasta claramente NE (N/40° E) en la parte más meridional, manteniendo en todo este recorrido un buzamiento en torno a los 70° al E (figura 2).

Presenta varios sistemas de estrías, predominando uno de pitch oscilante con tendencia subhorizontal, sin duda causado durante los últimos movimientos. Este sistema es especialmente visible en una parte del espejo de falla recubierta de pirolusita, que el desplazamiento ha pulido (figura 3).

En su bloque más oriental —labio levantado— ha puesto al descubierto un paquete de sedimentos pardo-amarillentos (fig. 4) [término 1) de la serie de El Cubito], cuya posición en el bloque hundido se desconoce, ya que no ha aparecido en los desmontes allí realizados, apoyándose los sedimentos rojos directamente sobre las pizarras

la provincia de Salamanca. En la greda que lo aglomeraba se encontró casiterita, que se explotó a cielo abierto cuando las galerías en los cercanos filones estanníferos comenzaron a bajar de rendimiento. La apertura de unas zanjas para evacuación de agua permitió el descubrimiento de los aluviones infrayacentes, que han dado lugar al actual aprovechamiento minero.

El canturreal superior, que dio desde un principio como cuaternario, con la consideración posible de que se tratase de un equivalente de la raña Plío-cuaternaria que tipifica otras regiones del centro de la península.

Recientemente se ha descubierto (MOLINA et al., i.l.) que la superficie sobre la que se apoya dicho canturreal es más antigua, y que éste podría ser Plioceno. Ello establece una explicación más convincente sobre la presencia de casiterita en cantidades que justificaron su explotación en dicho sedimento.

FRACTURAS

Como ya se ha dicho, la existencia de las fracturas que a continuación se describen, afectando incluso a los materiales terciarios rojos de la región, había sido preconizada desde hace tiempo, y en repetidas ocasiones, por JIMÉNEZ FUENTES, y más recientemente y a escala local han sido propuestas para explicar el origen y conservación de la mineralización de casiterita que se explota en la actualidad en el Grupo Minero Las Españas (GRACIA PLAZA, 1977; GRACIA PLAZA y GARCÍA MARCOS, i.l.).

Posteriormente, el avance de las importantes labores de desmonte realizadas en la mina vino a confirmar la presencia de tales fracturas, permitiendo la observación directa de alguna de ellas.

Se ha podido constatar la existencia de hasta tres fracturas de diversa importancia (fig. 1).

La que hemos denominado número 1 es una falla normal, con componente de desgarre sinistral y movimiento en hemitijera en el sector puesto al descubierto (unos 200 metros).

Su plano, auténtico espejo de falla, se presenta curvado hacia el bloque levantado, habiéndose medido en el mismo direcciones que van desde

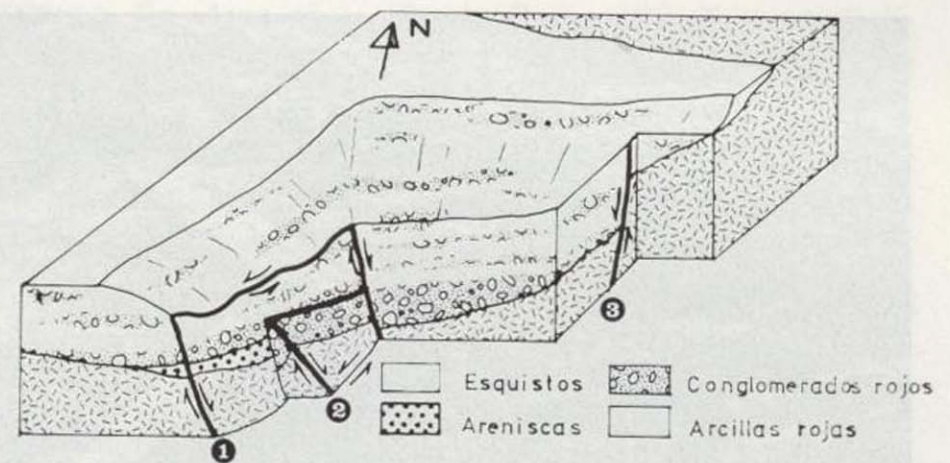


Figura 1.—Bloque diagrama de la corta de la mina «El Cubito» con la situación de las fallas.



Figura 2.—Vista general del espejo de la falla número 1.

pocos grados al O ($N/8^\circ O$) en su sector más septentrional, hasta claramente NE ($N/40^\circ E$) en la parte más meridional, manteniendo en todo este recorrido un buzamiento en torno a los 70° al E (figura 2).

Presenta varios sistemas de estrías, predominando uno de pitch oscilante con tendencia subhorizontal, sin duda causado durante los últimos movimientos. Este sistema es especialmente visible en una parte del espejo de falla recubierta de pirolusita, que el desplazamiento ha pulido (figura 3).

En su bloque más oriental —labio levantado— ha puesto al descubierto un paquete de sedimentos pardo-amarillentos (fig. 4) [término 1) de la serie de El Cubito], cuya posición en el bloque hundido se desconoce, ya que no ha aparecido en los desmontes allí realizados, apoyándose los sedimentos rojos directamente sobre las pizarras

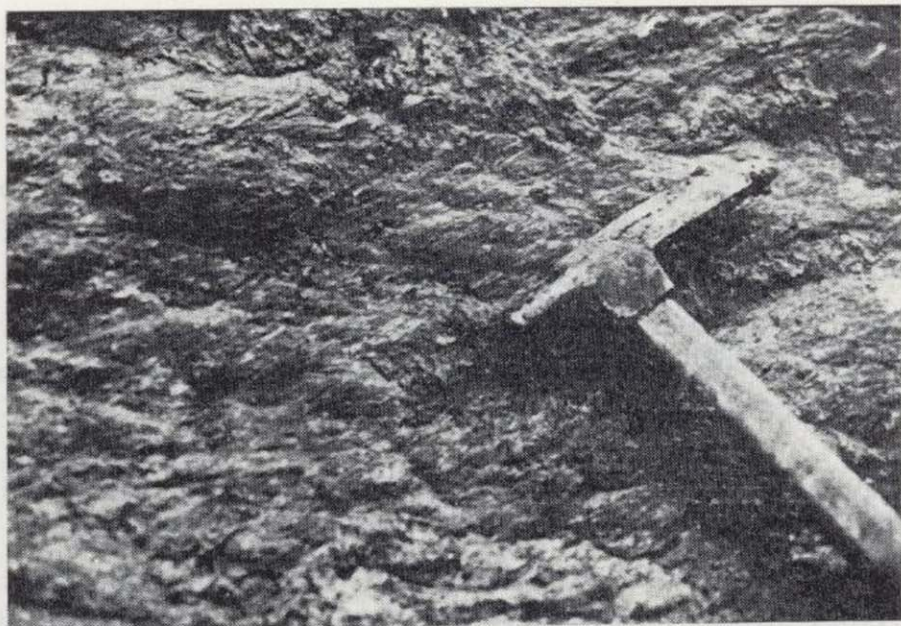


Figura 3.—Estrías sobre el espejo de la falla núm. 1.

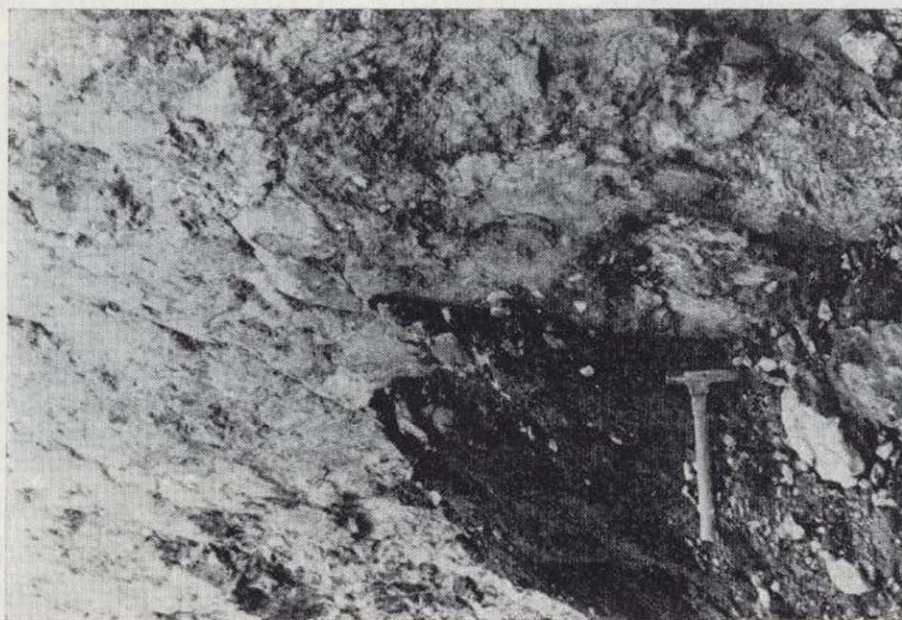


Figura 4.—Detalle del plano de la falla núm. 1 mostrando los materiales pardo-amarillentos en contacto con las arcillas rojas.

del zócalo, lo que implica una componente de desgarre, al menos aparente, de varios cientos de metros.

Su salto vertical, difícil de calcular con precisión, por la inexistencia de un nivel claro de referencia, debe, sin embargo, situarse en torno a los 30 m. como máximo, dentro de los materiales rojos. Estos materiales, no obstante haber sido afectados por los últimos movimientos de la fractura, son también los que la fosilizan, sin que, dado su carácter masivo, pueda medirse la potencia que alcanzan los situados sobre la falla.

La número 2) es, igualmente, una falla normal, sintética de la primera, con componentes

de desgarre sinistral y de tijera, fosilizada asimismo por los sedimentos rojos y aparentemente de escasa importancia, con saltos de escasos metros.

La falla número 3), de dirección aproximada E-O, no ha podido ser medida, pues su plano no ha llegado a ser descubierto, pero su existencia parece probada dada la brusca pérdida de potencia de los materiales terciarios, cuyos componentes arcillosos habían aumentado extraordinariamente al aproximarse a ella.

Esta falla, que intersecta al sistema descrito anteriormente, ha sido deducida de tipo normal, con desgarre dextral, y aunque es posible que asimismo haya sido fosilizada por los sedimentos rojos, parece más probable que afecte a la totalidad de los mismos.

Las fallas descritas tienen direcciones congruentes con las generalmente admitidas por los distintos autores para los accidentes tectónicos tardihercínicos de la región, siendo, en consecuencia, su acción sobre los terrenos terciarios producto del rejuvenecimiento de fracturas antiguas que se han movido en distintos momentos de la historia geológica mediante «pulsaciones» de diversa importancia:

Se han deducido al menos tres de estas pulsaciones: la primera, que origina la discordancia entre los materiales rojos y el infrayacente; la segunda, a la que pertenecen las fracturas números 1) y 2), que afectan sólo parcialmente a la Serie Roja, que a su vez las fosiliza, y la tercera, a la que pertenece la falla número 3), que intersecta el sistema anterior, afectando muy probablemente a la totalidad de los sedimentos, aunque este extremo no podemos considerarlo probado definitivamente.

Hasta no tener dataciones paleontológicas más precisas no consideramos oportuno establecer correlaciones entre estos movimientos tectónicos y las fases admitidas para otros puntos de la península, cuya datación está suficientemente probada.

BIBLIOGRAFIA

- CORROCHANO, A.: *Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora*. Tesis Doctoral, Univ. Salamanca, 336 pp. (1977).

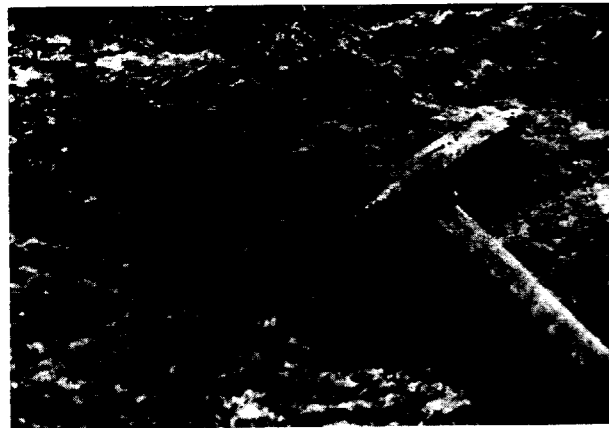


Figura 3.—Estrías sobre el espejo de la falla núm. 1.



Figura 4.—Detalle del plano de la falla núm. 1 mostrando los materiales pardo-amarillentos en contacto con las arcillas rojas.

del zócalo, lo que implica una componente de desgarre, al menos aparente, de varios cientos de metros.

Su salto vertical, difícil de calcular con precisión, por la inexistencia de un nivel claro de referencia, debe, sin embargo, situarse en torno a los 30 m. como máximo, dentro de los materiales rojos. Estos materiales, no obstante haber sido afectados por los últimos movimientos de la fractura, son también los que la fosilizan, sin que, dado su carácter masivo, pueda medirse la potencia que alcanzan los situados sobre la falla.

La número 2) es, igualmente, una falla normal, sintética de la primera, con componentes

de desgarre sinistral y de tijera, fosilizada asimismo por los sedimentos rojos y aparentemente de escasa importancia, con saltos de escasos metros.

La falla número 3), de dirección aproximada E-O, no ha podido ser medida, pues su plano no ha llegado a ser descubierto, pero su existencia parece probada dada la brusca pérdida de potencia de los materiales terciarios, cuyos componentes arcillosos habían aumentado extraordinariamente al aproximarse a ella.

Esta falla, que intersecta al sistema descrito anteriormente, ha sido deducida de tipo normal, con desgarre dextral, y aunque es posible que asimismo haya sido fosilizada por los sedimentos rojos, parece más probable que afecte a la totalidad de los mismos.

Las fallas descritas tienen direcciones congruentes con las generalmente admitidas por los distintos autores para los accidentes tectónicos tardihercínicos de la región, siendo, en consecuencia, su acción sobre los terrenos terciarios producto del rejuvenecimiento de fracturas antiguas que se han movido en distintos momentos de la historia geológica mediante «pulsaciones» de diversa importancia:

Se han deducido al menos tres de estas pulsaciones: la primera, que origina la discordancia entre los materiales rojos y el infrayacente; la segunda, a la que pertenecen las fracturas números 1) y 2), que afectan sólo parcialmente a la Serie Roja, que a su vez las fosiliza, y la tercera, a la que pertenece la falla número 3), que intersecta el sistema anterior, afectando muy probablemente a la totalidad de los sedimentos, aunque este extremo no podemos considerarlo probado definitivamente.

Hasta no tener dataciones paleontológicas más precisas no consideramos oportuno establecer correlaciones entre estos movimientos tectónicos y las fases admitidas para otros puntos de la península, cuya datación está suficientemente probada.

BIBLIOGRAFIA

CORROCHIANO, A.: *Estratigrafía y sedimentología del Paleógeno en la provincia de Zamora*. Tesis Doctoral, Univ. Salamanca, 336 pp. (1977).

GIL Y MAESTRE, A.: *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Salamanca*. Com. Mapa Geol. España, pp. 1-229, Madrid (1880).

GRACIA PLAZA, A. S.: *Estudio geológico y metalotécnico del yacimiento detrítico-estannífero de El Cubito, Salamanca*. Tesis de Licenciatura. Univ. Salamanca (1977).

GRACIA PLAZA, A. S. y GARCÍA MARCOS, J. M.: *El yacimiento detrítico-estannífero de El Cubito, Salamanca* (i. l.).

JIMÉNEZ, E.: *El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. I. Los escarpes del Tormes*. Stvd. Geol., 3, 67-110, Salamanca (1972).

JIMÉNEZ, E.: *El Paleógeno del borde SW de la Cuenca del Duero. II. La Falla de Alba-Villoria y sus implicaciones estratigráficas y geomorfológicas*. Stvd. Geol., 5, 107-136, Salamanca (1973).

JIMÉNEZ, E.: *Presencia de una fase de fracturación y de una discordancia prelutecienses en el Paleógeno de Salamanca*. Est. Geol., 31, 615-624, Madrid (1975).

JIMÉNEZ, E.: *Sinopsis sobre los yacimientos fosilíferos paleógenos de la provincia de Zamora*. Bol. Geol. Min., 88 (5), 357-364, Madrid (1977).

JIMÉNEZ, E.: *Area 10 a₂ (Duero Basin, SW, Zamora, Salamanca)*. In «Time correlation tables of the Tethys-Paratethys Neogene» (2 working version), Bratislava (1979).

JIMÉNEZ, E., y GARCÍA MARCOS, J. M.: *Mapa y memoria explicativa. Hoja 14-15 (Toro). Plan Magna*. IGME, Madrid (1978a).

JIMÉNEZ, E. y GARCÍA MARCOS, J. M.: *Mapa y memoria explicativa. Hoja 14-17 (Fuentesauco). Plan Magna*. IGME, Madrid (1978b).

LÓPEZ DE AZCONA, M. C., y MINGARRO, F.: *Mapa y memoria explicativa. Hoja 502 (Matilla de los Caños del Río)*. IGME, Madrid (1970).

MOLINA, E.; BLANCO, J. A., y MARTÍNEZ GIL, F. J.: *Bosquejo morfológico-evolutivo de la Fosa de Ciudad Rodrigo (Salamanca)*. 1.ª Reun. Reg. s. Geol. Cuenca del Duero (Salamanca) (i. l.).

NICOLAU, J.: *Nota sobre el contacto Terciario-Basamento en los alrededores de Carbajosa de la Sagrada (Salamanca)*. Est. Geol., 31, 577-580, Madrid (1975).

ROMÁN, F., y ROYO GÓMEZ, J.: *Sur l'existence de mammifères lutéciens dans le Bassin du Douro (Espagne)*. C. R. Ac. Sci. Paris, 175, 1221-1223 (1922).

Recibido: marzo 1980

Los yacimientos de diatomita en España

Por J. P. CALVO SORANDO (*)

RESUMEN

Los depósitos de diatomita en España están situados en el sur y sudeste de la Península, siendo su explotación más activa en las provincias de Albacete, Jaén, Almería y Sevilla. La producción en los últimos años ronda las 28.000 toneladas anuales. Se describe en este trabajo las distintas explotaciones existentes, sus características geológicas y datos sobre su producción. Un somero resumen de las propiedades y usos de la diatomita es, así mismo, presentado.

ABSTRACT

Diatomite deposits in Spain are located in the South-eastern area of the country. Their exploitation is quite important in Albacete, Jaén, Almería and Sevilla, where diatomite production rises 28000 tons/year. Data about definite situation of the quarries, geology of the deposits, exploitation systems and production values are exposed in this paper.

INTRODUCCION

Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas, constituidas esencialmente por restos esqueléticos fosilizados de diatomeas, Protistas acuáticos cuyos caparazones o frústulas están compuestos por sílice de tipo opalino que se forma primariamente en las paredes de la célula de la diatomea viva. Sus caparazones se componen de dos valvas encajadas, que presentan generalmente una fina ornamentación, producto de un sistema ordenado de huecos ultramicroscópicos (fig. 1). El diámetro de las valvas varía aproximadamente entre 5 y 1.000 μ , siendo la media para la mayor parte de las especies de 50 a 150 μ (KADEY, 1975). Mineralógicamente, las diatomeas tienen su caparazón compuesto por ópalo A, una forma desordenada de sílice, de naturaleza biogénica (VON RAD y ROSCH, 1974). Estas características condicionan las aplicaciones industriales de la roca resultante de la acumulación masiva de estos organismos.

Existe aún una notable confusión de nomenclatura

(*) Dpto. de Petrología. Fac. C. Geológicas. U. Complutense.

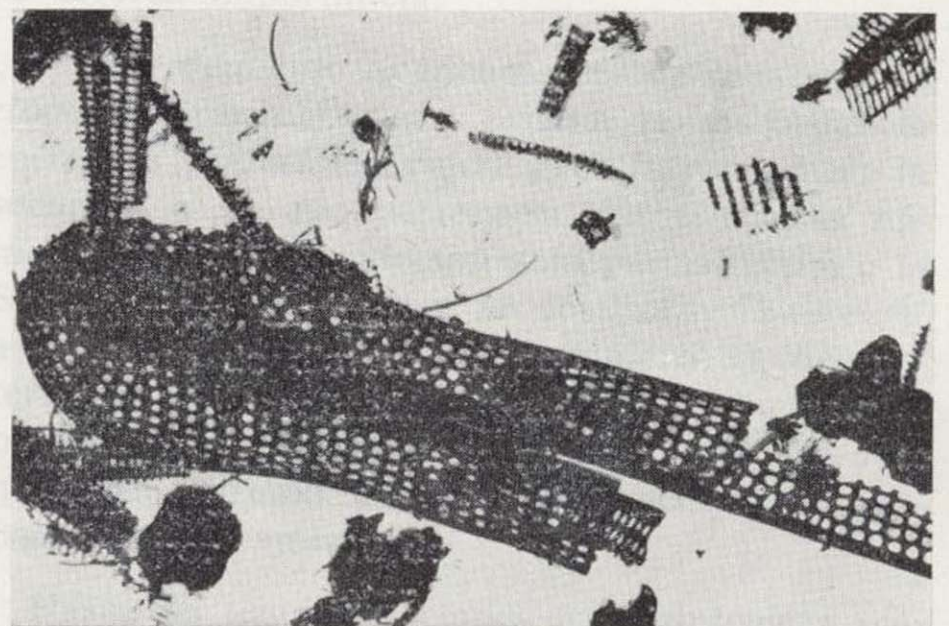


Figura 1.—Caparazón de diatomea Pinnada visto al microscopio electrónico. Mioceno Superior de Albacete (por cortesía de R. Peláez).

en cuanto al término diatomita. Nombres como trípoli, tripolita, tierra de infusorios, sílice amorfa, etc., se siguen utilizando incluso en estadísticas oficiales en nuestro país, siendo claras las diferencias de todo tipo, genéticas, propiedades físicas, que hay entre los materiales que estos términos designan y la diatomita. Así, el término

MINERIA

Los yacimientos de diatomita en España

Por J. P. CALVO SORANDO (*)

RESUMEN

Los depósitos de diatomita en España están situados en el sur y sudeste de la Península, siendo su explotación más activa en las provincias de Albacete, Jaén, Almería y Sevilla. La producción en los últimos años ronda las 28.000 toneladas anuales. Se describe en este trabajo las distintas explotaciones existentes, sus características geológicas y datos sobre su producción. Un somero resumen de las propiedades y usos de la diatomita es, así mismo, presentado.

ABSTRACT

Diatomite deposits in Spain are located in the South-eastern area of the country. Their exploitation is quite important in Albacete, Jaén, Almería and Sevilla, where diatomite production rises 28000 tons/year. Data about definite situation of the quarries, geology of the deposits, exploitation systems and production values are exposed in this paper.

INTRODUCCION

Las diatomitas son rocas sedimentarias silíceas, constituidas esencialmente por restos esqueléticos fosilizados de diatomeas, Protistas acuáticos cuyos caparazones o frústulas están compuestos por sílice de tipo opalino que se forma primariamente en las paredes de la célula de la diatomea viva. Sus caparazones se componen de dos valvas encajadas, que presentan generalmente una fina ornamentación, producto de un sistema ordenado de huecos ultramicroscópicos (fig. 1). El diámetro de las valvas varía aproximadamente entre 5 y 1.000 μ , siendo la media para la mayor parte de las especies de 50 a 150 μ (KADEY, 1975). Mineralógicamente, las diatomeas tienen su caparazón compuesto por ópalo A, una forma desordenada de sílice, de naturaleza biogénica (VON RAD y ROSCH, 1974). Estas características condicionan las aplicaciones industriales de la roca resultante de la acumulación masiva de estos organismos.

Existe aún una notable confusión de nomenclatura

(*) Dpto. de Petrología. Fac. C. Geológicas. U. Complutense.



Figura 1.—Caparazón de diatomea Pinnada visto al microscopio electrónico. Mioceno Superior de Albacete (por cortesía de R. Peláez).

en cuanto al término diatomita. Nombres como trípoli, tripolita, tierra de infusorios, sílice amorfa, etc., se siguen utilizando incluso en estadísticas oficiales en nuestro país, siendo claras las diferencias de todo tipo, genéticas, propiedades físicas, que hay entre los materiales que estos términos designan y la diatomita. Así, el término

trípoli debe ser reservado para «aquella forma más o menos friable de la sílice, de partícula fina microcristalina, producto del lexiviado de calizas silíceas o cherts calcáreos» (BRADBURY y EHRLINGER, 1975). Otros términos usados, como el de kieselghur o el de tierra de diatomeas, pueden ser válidos, a pesar de que amplían innecesariamente la nomenclatura.

CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LAS DIATOMITAS. USOS

La acumulación masiva de diatomeas y su posterior induración da lugar a una roca con características físicas muy especiales, con baja densidad y conductividad térmica, capacidad de absorción elevada, área superficial y porosidad muy altas, etcétera, que la convierten en un material con gran diversidad de aplicaciones. Su composición química influye también en estas aplicaciones. En general, las diatomitas de buena calidad contienen más de un 80 o un 90 por 100 de sílice que procede de los caparazones de las diatomeas, así como, en menor proporción, de otros organismos silíceos como radiolarios, sílico-flagelados o espículas de esponjas. La alúmina aparece en porcentajes próximos o inferiores al 5 por 100. La proporción de agua en cantera suele ser alta, por lo cual la diatomita debe ser desecada natural o artificialmente. Comúnmente, las diatomitas aparecen asociadas con carbonatos, arcillas y, a veces, materia orgánica o sales, que impurifican fuertemente el producto haciendo disminuir su valor y condicionando su uso.

El desecado de la diatomita en los yacimientos españoles se hace generalmente en las proximidades de la explotación y de forma natural, extendiendo el producto en las épocas secas. El proceso de molienda debe ser cuidadoso de forma que no se destruya la estructura de los caparazones de las diatomeas. Es por ello que no se utilizan en el tratamiento de las diatomitas métodos standard de trituración para su conversión en polvo. La separación de tamaños tras un primer triturado se realiza por medio de ciclones y clasificadores, que al mismo tiempo permiten sustraer el agua y las impurezas. El calcinado, bien en forma simple, bien con adición de sosa (3-10 por 100), mejora la calidad del producto para determinados usos. Este calcinado produce una incipiente fusión de la estructura del caparazón de las diatomeas, con

pérdida del agua de la estructura opalina y conversión de parte de la sílice amorfa a cristobalita.

La diversidad de usos del producto obtenido de las diatomitas es notable. El uso de mayor interés es como ayuda de filtración y clarificación de líquidos (aceites, lubricantes, aguas, etc.). Los intersticios y cámaras de la estructura de las diatomeas favorecen el atrapamiento de las impurezas. En ocasiones se obtienen los llamados filtros rápidos, que se consiguen elevando el tamaño de la red filtrante mediante aglomeración de las partículas individuales por calcinado con sosa. El uso de la diatomita como filtrante requiere un material inicial de gran pureza que alcanza los mayores precios en el mercado (unas 20.000 pesetas/1979 por Tm.). Los yacimientos españoles con esta cota de calidad son muy escasos. Únicamente en la cantera Portela de Albacete está comercializado a gran escala producto de estas características.

Otros usos importantes de las diatomitas son como cargas en la industria de pintura, papel, plásticos, en la producción de fertilizantes, fabricación de cementos ligeros, ladrillos aislantes, abrasivos suaves, absorbente en explosivos y productos de limpieza, industria del petróleo, etc.

GEOLOGIA DE LAS DIATOMITAS

La ubicuidad de las diatomeas es un rasgo característico de este grupo de organismos (LOHMAN, 1960). Actualmente las diatomeas viven en aguas tanto marinas como salobres o dulces, e incluso en ambientes muy restringidos, como fuentes termales, suelos húmedos o zonas de turbera. Al ser organismos fotosintéticos, su presencia queda restringida a áreas total o parcialmente iluminadas, esto es, en el caso de lagos y mares, a la zona fótica, en aproximadamente los 50 m. superiores. Su alta capacidad de reproducción en ambientes favorables (luz, aporte de sílice, aporte abundante de nutrientes, aguas no tóxicas, débil aporte de terrígenos, etc.) da lugar a grandes concentraciones en la lámina de agua. Su muerte, acaecida de forma anual, da lugar a fuertes acumulaciones de las frústulas en el fondo. La relación estrecha entre alta proliferación de diatomeas y vulcanismo, como proceso generador de un elevado aporte de sílice, es un hecho comprobado (BULJAN, 1972), observándose esta relación de forma clara en algunos de los yacimientos españoles.

Dada la gran variedad de ambientes en que viven las diatomeas, los sedimentos asociados a los niveles de diatomita pueden ser muy diversos. Así, de la frecuente relación con procesos de vulcanismo se sigue el que aparezcan en ocasiones asociadas a cenizas volcánicas. Generalmente aparecen intercalados con niveles margosos y calcáreos. Niveles continuos y compactos de carbonato o sílex son materiales muy comunes en los frentes de las canteras de diatomitas.

La paleogeografía de los depósitos diatomíticos queda por el momento lejos de estar resuelta por completo. Posiblemente, la gran variedad de ambientes a que antes nos referíamos contribuye a esta situación. Niveles de diatomitas con carácter laminar se depositan actualmente en cuencas marinas, tales como el Golfo de California (CALVERT, 1966) o la Costa del Perú. En estas áreas las láminas de diatomitas se intercalan rítmicamente con sedimento fino procedente de aportes detríticos suaves. La proliferación de las diatomeas parece estar relacionada con corrientes ascendentes estacionales tipo «upwelling», produciéndose el depósito en las proximidades de fuertes taludes dentro de la cuenca. Otras áreas de fuerte producción de organismos silíceos en ambiente marino son las regiones subárticas y subantárticas, siempre relacionadas directamente con áreas de fuerte productividad orgánica (CALVERT, 1974). En ambientes continentales particularmente lacustres, las diatomeas se depositan igualmente, a partir de proliferaciones estacionales («blooms» estacionales). La deposición tiene lugar dentro de un cuerpo de agua estratificado (BUSSON et al., 1972; MARGALEF, 1953).

La alta producción de diatomeas no lleva aparejada necesariamente la formación de grandes depósitos de estos organismos. Comúnmente, gran parte de los caparazones silíceos vuelven a disolverse al descender la concentración de sílice con la profundidad. Su conservación dependerá de la velocidad de sedimentación, de las condiciones más o menos anaerobias en que queda el depósito, etc. En este sentido cabe resaltar la ausencia de bioturbación generalmente observada en estos sedimentos, hecho que nos inclina a pensar en un medio de mínima oxigenación.

La velocidad de sedimentación de las diatomitas es de un orden de magnitud relativamente elevado. MARGALEF (1953) da una media para las diatomitas de Hellín de 1/6 mm. anuales, aunque se han señalado en otros puntos tasas de hasta 3 y 5 mm/año.

KUKAL (1971) da como valores medios para lagos una velocidad de 0,3-1 mm/año, siendo esta velocidad mayor (de 0,5 a 5 mm/año) en los barros de diatomeas de fondos marinos. Estos valores deben ser tenidos en cuenta como indicativos, ya que su magnitud depende en último extremo de las condiciones concretas de la cuenca en que se forman las diatomitas.

La fina estructura del caparazón de las diatomeas (condicionante de su porosidad, capacidad de filtro y baja densidad) es el elemento esencial para su utilización industrial. De acuerdo con ello, los cambios composicionales o estructurales que tengan lugar en los caparazones de las diatomeas, tendiendo a deteriorarlos, redundarán en una pérdida de las propiedades citadas y, por ende, en el valor de los yacimientos. Procesos que inciden sobre la buena preservación de las diatomitas son la recristalización de la sílice biogénica con formación de porcelanita (CALVERT, 1974; ERNST y CALVERT, 1968), fenómeno relacionado con el lexiviado y reprecipitación de la sílice o bien con el «envejecimiento» (ELLISTON, 1968) de las fases opalinas, la cementación y consolidación de los depósitos, o, en último extremo, su exposición al metamorfismo.

En relación con estos procesos, la edad de los depósitos de diatomita con interés comercial está generalmente restringida a formaciones sedimentarias Terciarias o más recientes.

Los depósitos de diatomita se encuentran repartidos en muchos puntos del globo, aunque no siempre de valor comercial. Estados Unidos, primera potencia productora de diatomitas, tiene sus yacimientos más importantes (Lompoc, San Pedro) en la Formación Monterrey, de edad Mioceno Superior-Plioceno, al sur del estado de California. Otros yacimientos se explotan en Nevada, Washington, Arizona y Oregón (KADEY, 1975). Canadá y, en mayor grado, Méjico, son también importantes productores. En Sudamérica, Argentina posee yacimientos de cierta entidad (WETTEN, 1975) y también Brasil, Chile y Colombia. Los principales productores europeos son Francia, con los distritos de Cantal, Puy-de-Dome, Ardeche y Touraine (este último señalado como radiolarita por CHARRIN, 1962), Unión Soviética, Dinamarca (moler), Italia y Rumanía, además de España. En Africa existen yacimientos de cierto interés en la Provincia del Cabo y Transvaal, Kenia y Níger oriental (FAURE et al., 1963), destacando por su renombre y volumen de producción Argelia.

Los depósitos argelinos, junto con los niveles de diatomitas de Marruecos, Sicilia, Chipre o Sudeste de España (cuencas de Lorca, Sorbas, Níjar, Abanilla) se sitúan estratigráficamente en una posición similar, representando el principio del confinamiento de la cuenca, previo a la sedimentación evaporítica messiniense en todo el área mediterránea (ROUCHY, 1979). Los depósitos de diatomitas argelinos han sido estudiados en detalle desde el punto de vista estratigráfico por PERRDON (1957), quien señala el carácter marino de los depósitos y su sedimentación en ambiente progresivamente más confinado.

YACIMIENTOS ESPAÑOLES DE DIATOMITAS

El estudio de las diatomitas en España tiene su primer antecedente importante en la obra de AZPEITIA MOROS (1911) «La diatomología española en los comienzos del siglo XX». Se contempla en este trabajo, obra básica para el estudio de nuestros yacimientos, el estado en ese momento del conocimiento sobre las diatomeas, señalándose, asimismo, los resultados obtenidos por este investigador en su estudio de 18 yacimientos en varias provincias españolas, yacimientos que, casi en su totalidad, son los que se han explotado o se explotan con interés económico. La obra no está, desde luego, enfocada a las diatomitas por su interés industrial pero abunda en datos sobre localización de afloramientos y sus características geológicas.

Los yacimientos estudiados por F. AZPEITIA quedan situados en las provincias de Albacete, Córdoba, Jaén, Murcia y Sevilla, señalándose la existencia de niveles con diatomeas en la provincia de Segovia, aunque este dato es mirado como inseguro por el autor. El estudio de los yacimientos de Sevilla se centra esencialmente en el de Morón de la Frontera, yacimiento estudiado anteriormente en profundidad por CALDERÓN y PAUL (1886) y CALA y SÁNCHEZ (1897). El término «moronita», procedente de esta localidad, se refiere desde ese momento, y se sigue utilizando hasta nuestros días, a margas ricas en diatomeas y otros organismos silíceos claramente marinos (espículas de esponja, radiolarios, silicoflagelados) (ver MARTÍNEZ STRONG y RODRÍGUEZ, 1949; COLOM y GAMUNDI, 1951; ALVIRA, 1972).

Al afán sintetizador de aquellos trabajos de principios de siglo sucede toda una serie de trabajos parciales y localizados, algunos de los cuales se han reseñado más arriba y otros serán indicados en la descripción de las diferentes zonas. El contenido de todos ellos tiene como finalidad esencial la descripción paleontológica y la notación bioestratigráfica. Informes más sintéticos y adecuados al aprovechamiento industrial de las diatomitas han sido elaborados por el Ministerio de Industria a través de sus Estadísticas Mineras y Programas de Explotación, así como por algunos de sus organismos, como el Consejo Superior de Industria, ya desaparecido, y el Instituto Geológico y Minero de España.

Sobre el carácter aplicado de las diatomitas se han publicado algunos trabajos, como el de BUSTINZA (1943) y ALEIXANDRE (1945).

Los yacimientos españoles de diatomitas se encuentran localizados en las provincias del Sudeste y Sur de la Península, siendo los de mayor interés los de Jaén, Albacete, Almería y Sevilla. Otros yacimientos en la provincia de Cádiz (Jerez de la Frontera) y Murcia figuran como concesiones en régimen de no explotación o explotación intermitente. La situación de estos yacimientos viene indicada en la figura 2.

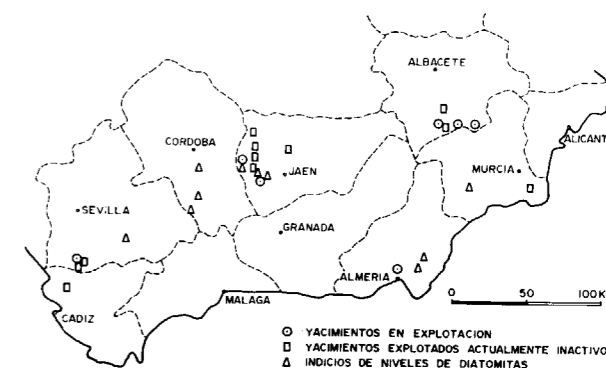


Figura 2.—Situación de los yacimientos españoles de diatomita.

Las diatomitas se encuentran en todas estas localidades como niveles intercalados en conjuntos sedimentarios correspondientes al Mioceno Medio y Superior, y algunos al Plioceno. Los materiales entre los que aparecen las diatomitas son margas y calizas, marinas o continentales según las zonas.

Diatomitas en la provincia de Jaén

Los yacimientos de diatomitas en la provincia de Jaén se encuentran localizados en su parte occidental, habiendo sido explotados desde hace bastantes años en las localidades de Porcuna, Santiago de Calatrava, Martos, Mengíbar y Andújar. En el año 1971 las concesiones de explotación, pertenecientes a C. E. C. A., Cementos Alba y otros particulares, sumaban unas 1.300 ha. (datos del Ministerio de Industria-Dirección General de Minas).

Las diatomitas de Jaén han sido estudiadas desde antiguo por muy diversos autores, entre los que destaca AZPEITIA MOROS (1911), HERNÁNDEZ PACHECO (1949), MARTÍNEZ STRONG y RODRÍGUEZ (1949), quienes, aparte de los yacimientos señalados arriba, estudian el contenido en diatomeas de niveles terciarios de Cazalilla, Pegalajar, Jamilena, Torre-donjimeno, Arjona, etc. Información sobre la cronoestratigrafía de los yacimientos de Menjíbar y Porcuna puede obtenerse en los trabajos de CAMPO VIGURI (1971) y ZAKER (1977), respectivamente. La edad asignada es Mioceno Superior.

El yacimiento de Porcuna se encuentra situado a unos 2 Km. al sur de dicha localidad, a la derecha de la carretera que une Porcuna y Valenzuela. Se trata de una explotación a cielo abierto de unas 40 Ha. de extensión, actualmente parada, pero con posibilidad de entrar en breve en funcionamiento. El inicio de la explotación de este yacimiento tuvo lugar a principio de los años cuarenta. Las diatomitas (albariza o tiza, según denominaciones locales) se encuentran situadas por debajo de una formación de areniscas y margas que culminan en un paquete de areniscas calcáreas en bancos, de unos 40 m. de espesor; la edad de esta formación es Mioceno Superior (Andaluciense) (IGME, 1975). La unidad donde aparecen los niveles de diatomitas está incluida dentro de una unidad mayor de tipo Olitostrómico, alóctona desde el sur. La fauna de microforaminíferos obtenida en la unidad con diatomitas permite datarla como Mioceno Superior (IGME, op. cit.). Las láminas diatomíticas presentan espesores centimétricos, llegando a estar muy concentradas en algunos niveles. Las laminillas aparecen asociadas a margas arcillosas marrones y grisáceas muy ricas en foraminíferos y espículas de esponjas. Todo el conjunto está replegado dando a mesoescala vistosos pliegues. Actualmente existen en la cantera



Figura 3.—Acumulación de diatomitas extraídas en Porcuna

abundantes escombreras (fig. 3) y hay acumulado un stock de bloques cúbicos de diatomita preparados para su comercialización. Aparte de este yacimiento existen otras explotaciones inactivas de menor interés próximas a Porcuna.

En Santiago de Calatrava, unos 16 Km. al sur de Porcuna, se extrajo diatomita en explotaciones que fueron cerradas hace unos diez años. La calidad de estos yacimientos es mucho menor que el de Porcuna y actualmente se encuentran tapados y sometidos a cultivo olivarero.

En Martos, sin embargo, se sitúa un importante yacimiento de diatomitas, actualmente en explotación. Está localizado a unos 4 Km. al oeste de Martos. El área explotada no es muy grande, teniendo la explotación unos 150 m. de frente de cantera por unos 10 de altura. Las diatomitas se empezaron a explotar aquí hace unos 14 años y van destinadas esencialmente a uso como ladrillos aislantes. Su tratamiento se realiza en una pequeña factoría sita en los arrabales de Martos. La empresa propietaria de la cantera es Diatomeas, S. A. Las láminas de diatomita, de orden centimétrico, aparecen intercaladas entre margas arcillosas, extrayéndose en dos niveles situados en escalón dentro de la cantera. El producto extraído no es de una alta calidad, apareciendo contaminado con carbonatos. La edad de las diatomitas es Aquitaniense según DUPUY DE LOME (1959), a falta de una determinación micropaleontológica más ajustada.

El resto de yacimientos explotados en Jaén se sitúa en los alrededores de Menjíbar. El más intensamente sometido a explotación, aunque hoy inactivo, está a unos 300 m. a la derecha de la carretera de Mengíbar a Villagordo, 3 Km. al este de la primera localidad. La cantera se conserva aun relativamente fresca. El frente tiene unos 60 m. de largo por 3 m. de altura. Las láminas de diatomita aparecen concentradas en dos niveles de unos 40 cm. de espesor, siendo de mediana calidad. Por encima están cubiertas por una tabla de sílex compacta.

La producción de diatomitas en la provincia de Jaén fue de 5.653 Tm. en 1977, con un contenido en SiO_2 de 4.115 Tm. y un valor de unos 4 millones de pesetas, lo que equivale a unas 700 pts. por Tm. del producto extraído (datos de Estadística Minera). Hay que señalar que la producción de diatomita en Jaén ha ido reduciéndose paulatinamente en los últimos años, pasando de una producción de aproximadamente 10.000 Tm. en el año 1970 en nueve explotaciones activas a las 5.653 reseñadas más arriba, extraídas en tres explotaciones activas en 1977. Actualmente, en 1980, sólo dos explotaciones son activas. Desconocemos por el momento su producción actual.

Diatomitas en la provincia de Albacete

Los niveles de diatomita del Mioceno Superior de la provincia de Albacete han recibido menor atención que sus homólogos de Jaén y Sevilla. A pesar de que la presencia de niveles con diatomeas en las proximidades de Hellín fue señalada por A. AREITIO en 1873 y luego recogida por AZPEITIA en 1911, pocos estudios detallados han sido hechos en estos materiales. MARGALEF (1953) realiza, aunque sin situar exactamente los yacimientos, un estudio de los sedimentos lacustres miocénicos de Hellín haciendo hincapié esencialmente en los datos paleocológicos a partir de diatomeas y crisofíceas. Más recientemente, PELÁEZ y SERRA (1971) describen someramente las diatomeas de Elche de la Sierra, y JEREZ MIR (1973) alude a ellas, designándolas con el nombre local de «tierras blancas», en su estudio estratigráfico general de la zona. Los trabajos más recientes relacionados con las diatomitas de esta región están enfocados, principalmente, a su situación estratigráfica dentro del conjunto del Mioceno continental del Prebético Externo (CALVO SORANDO et al., 1978a) y a su edad y condiciones de depósito (CALVO SORANDO et al., 1978b).

Las explotaciones de diatomitas en Albacete se encuentran situadas al sur de esta provincia, casi en su límite con Murcia, en las proximidades de Elche de la Sierra. Entre esta localidad y el embalse de Camarillas, próximo a la carretera de Albacete a Murcia, existen actualmente tres explotaciones en activo, dos de ellas con un alto volumen de producción.

La primera de ellas, denominada cantera Portela, por ser éste su anterior propietario, se sitúa a unos 6 Km. de Elche de la Sierra, a la izquierda de la carretera que une esta localidad con Hellín. La explotación es bien visible por el gran volumen de escombrera que tiene alrededor. En esta cantera existen dos frentes, uno a cielo abierto, más intensamente explotado en la actualidad, y otro mixto, a cielo abierto, y por cámaras y pilares (figura 4). La diatomita extraída en ellos es de alta calidad, permitiendo su uso como material de ayuda para filtros. Los niveles diatomíticos se intercalan entre calizas y calizas margosas silicificadas y niveles finos de sílex. Todo el conjunto buza unos 20° hacia el NW y aparece localmente fracturado. Por encima el yacimiento se recubre con niveles progresivamente más calcáreos y materiales detríticos propios de abanicos aluviales.

La cantera es explotada por el consorcio Johns Mansville desde hace un par de años. Anteriormente lo fue por Diatomeas, S. A. La producción de esta explotación es elevada, y el precio por Tm., alto. El material es transportado a Alicante para su tratamiento y posterior comercialización.



Figura 4.—Cantera Portela. Elche de la Sierra. Vista del sector explotado en régimen de cámaras y pilares.

La otra cantera importante en la región se encuentra situada en las proximidades del Embalse del Cenajo, existiendo dos frentes de extracción, uno de ellos, el más próximo a la cerrada del embalse, actualmente inactivo, con niveles de peor calidad. La explotación corre a cargo de C. E. K. E. S. A. El volumen de extracción es elevado, realizándose por completo a cielo abierto. La amplitud del frente de la cantera hoy activa es considerable, con una altura superior a los 40 m. (figura 5). Las diatomitas, concentradas en varios niveles de muy diferente calidad, están intercaladas entre margas calcáreas, apareciendo localmente el conjunto vistosamente distorsionado con formas «convolucionadas» y «slumpings». Las instalaciones de tratamiento se encuentran muy próximas a la cantera, existiendo un montaje de triturado, horno de desecación y separación. El material extraído se suele secar de forma natural extendiéndolo sobre el suelo en las épocas de estiaje. El producto extraído se comercializa para la producción de fertilizantes. Para su uso en esta industria se exige un mínimo de un 60 por 100 en SiO_2 , que es obtenido por mezcla de diatomita con diferentes porcentajes, hasta obtener un material con un 65 por 100, por encima de lo requerido. El producto es enviado a Castellón, Huelva y La Felguera, siendo consumido por Unión de Explosivos Riotinto.

Además de estas explotaciones, actualmente activas y con alta tasa de producción, existen a lo largo del valle que va desde Elche de la Sierra al Embalse del Cenajo varias explotaciones menores, hoy parcialmente activas, que pueden ser rentables. Una de ellas, próxima a la carretera, se ha explotado en régimen mixto de cámaras y

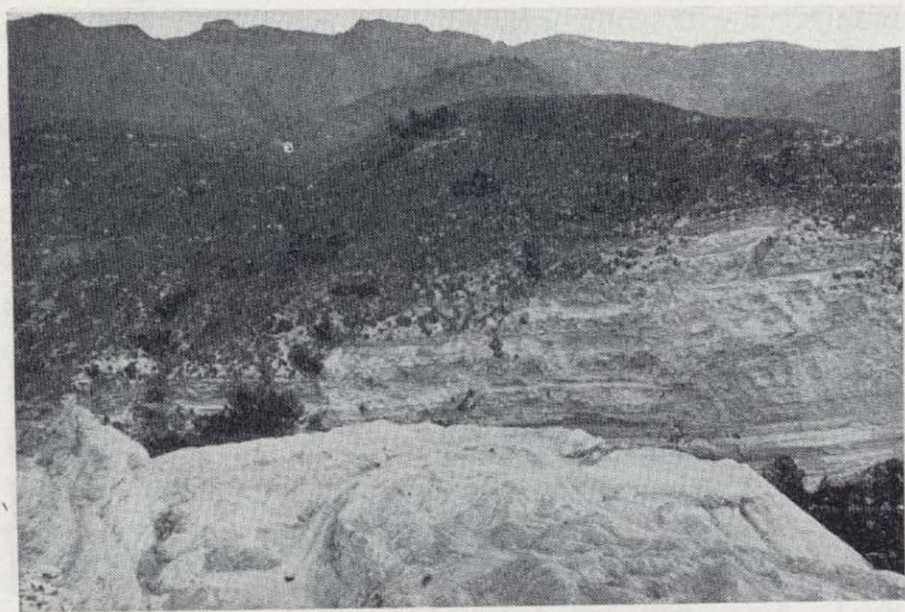


Figura 5.—Cantera de CEKESA, en los alrededores del Embalse del Cenajo, Elche de la Sierra.

pilares y a cielo abierto, con tres niveles diatomíticos interesantes. Por último, en las proximidades del embalse de Camarillas hay abiertos varios frentes con diatomita de peor calidad debido a la contaminación con carbonatos. El producto extraído, de un 35-40 por 100 en SiO_2 , se emplea en la fabricación de cementos ligeros.

Este conjunto de explotaciones al sur de la provincia de Albacete se encuentran a techo de una secuencia terciaria en facies continental, generalizable para este sector que está formada por un tramo inferior de detríticos gruesos, un tramo mixto detrítico calcáreo, un tramo de calizas tableadas y un tramo superior calcáreo con diatomitas (CALVO SORANDO et al., 1978a). En la zona de Las Minas, al sur de la Hoja de Isso, se intercala también una importante sucesión de evaporitas (antiguas explotaciones de azufre nativo) por debajo de los tramos calcáreos antes señalados. La edad del tramo con diatomitas es Turolense Superior, correlacionable con el Messiniense en la escala marina. Actualmente estamos realizando un estudio más detallado de la geología de las diatomitas en esta región, dada la importancia científica y económica que presentan estos depósitos.

Otros yacimientos de diatomita han sido explotados en pequeñas canteras en los alrededores de Liétor, también al sur de la provincia de Albacete. Al menos diez concesiones existían en esta zona en el año 1974, a nombre de Minera Safsa (datos del Ministerio de Industria). Actualmente ninguna de estas explotaciones es activa, siendo el material extraíble, a falta de un estudio más detallado, de manifiesta peor calidad que el de Elche de la Sierra.

AZPEITIA MOROS (op. cit.) señaló también un yacimiento con diatomeas en La Roda, presumiblemente coincidiendo con la conocida «tierra blanca» de esta localidad. Trabajos recientes (YÉBENES et al., 1973) han demostrado que esta tierra blanca no es diatomita sino que se trata de dolomías continentales.

La producción de diatomitas en Albacete fue en el año 1977, según datos de Estadística Minera, de 12.782 Tm., con un contenido en SiO_2 de 8.343 toneladas y un valor de casi 27 millones de pesetas. Todo parece indicar un previsible crecimiento de esta producción en los próximos años, para cuya racionalización sería de gran interés promover planes de investigación detallados en las áreas de actual explotación.

La otra cantera importante en la región se encuentra situada en las proximidades del Embalse del Cenajo, existiendo dos frentes de extracción, uno de ellos, el más próximo a la cerrada del embalse, actualmente inactivo, con niveles de peor calidad. La explotación corre a cargo de C. E. K. E. S. A. El volumen de extracción es elevado, realizándose por completo a cielo abierto. La amplitud del frente de la cantera hoy activa es considerable, con una altura superior a los 40 m. (figura 5). Las diatomitas, concentradas en varios niveles de muy diferente calidad, están intercaladas entre margas calcáreas, apareciendo localmente el conjunto vistosamente distorsionado con formas «convolucionadas» y «slumpings». Las instalaciones de tratamiento se encuentran muy próximas a la cantera, existiendo un montaje de triturado, horno de desecación y separación. El material extraído se suele secar de forma natural extendiéndolo sobre el suelo en las épocas de estiaje. El producto extraído se comercializa para la producción de fertilizantes. Para su uso en esta industria se exige un mínimo de un 60 por 100 en SiO_2 , que es obtenido por mezcla de diatomita con diferentes porcentajes, hasta obtener un material con un 65 por 100, por encima de lo requerido. El producto es enviado a Castellón, Huelva y La Felguera, siendo consumido por Unión de Explosivos Riotinto.

Además de estas explotaciones, actualmente activas y con alta tasa de producción, existen a lo largo del valle que va desde Elche de la Sierra al Embalse del Cenajo varias explotaciones menores, hoy parcialmente activas, que pueden ser rentables. Una de ellas, próxima a la carretera, se ha explotado en régimen mixto de cámaras y

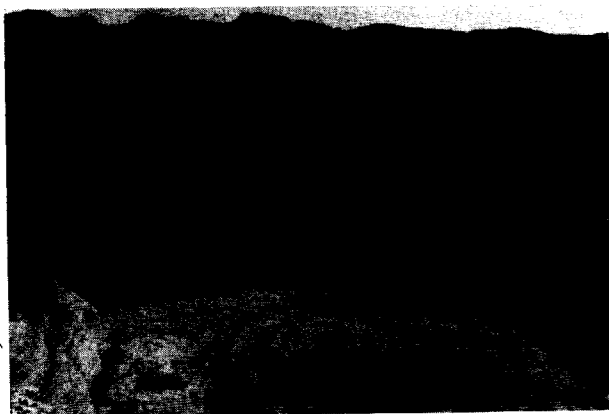


Figura 5.—Cantera de CEKESA, en los alrededores del Embalse del Cenajo, Elche de la Sierra.

pilares y a cielo abierto, con tres niveles diatomíticos interesantes. Por último, en las proximidades del embalse de Camarillas hay abiertos varios frentes con diatomita de peor calidad debido a la contaminación con carbonatos. El producto extraído, de un 35-40 por 100 en SiO_2 , se emplea en la fabricación de cementos ligeros.

Este conjunto de explotaciones al sur de la provincia de Albacete se encuentran a techo de una secuencia terciaria en facies continental, generalizable para este sector que está formada por un tramo inferior de detríticos gruesos, un tramo mixto detrítico calcáreo, un tramo de calizas tabeadas y un tramo superior calcáreo con diatomitas (CALVO SORANDO et al., 1978a). En la zona de Las Minas, al sur de la Hoja de Isso, se intercala también una importante sucesión de evaporitas (antiguas explotaciones de azufre nativo) por debajo de los tramos calcáreos antes señalados. La edad del tramo con diatomitas es Turolense Superior, correlacionable con el Messiniense en la escala marina. Actualmente estamos realizando un estudio más detallado de la geología de las diatomitas en esta región, dada la importancia científica y económica que presentan estos depósitos.

Otros yacimientos de diatomita han sido explotados en pequeñas canteras en los alrededores de Liétor, también al sur de la provincia de Albacete. Al menos diez concesiones existían en esta zona en el año 1974, a nombre de Minera Safsa (datos del Ministerio de Industria). Actualmente ninguna de estas explotaciones es activa, siendo el material extraíble, a falta de un estudio más detallado, de manifiesta peor calidad que el de Elche de la Sierra.

AZPEITIA MOROS (op. cit.) señaló también un yacimiento con diatomeas en La Roda, presumiblemente coincidiendo con la conocida «tierra blanca» de esta localidad. Trabajos recientes (YÉBENES et al., 1973) han demostrado que esta tierra blanca no es diatomita sino que se trata de dolomías continentales.

La producción de diatomitas en Albacete fue en el año 1977, según datos de Estadística Minera, de 12.782 Tm., con un contenido en SiO_2 de 8.343 toneladas y un valor de casi 27 millones de pesetas. Todo parece indicar un previsible crecimiento de esta producción en los próximos años, para cuya racionalización sería de gran interés promover planes de investigación detallados en las áreas de actual explotación.

Yacimientos de diatomita en la provincia de Sevilla

Los yacimientos de diatomita explotados en esta provincia se localizan exclusivamente en la zona de Lebrija, existiendo en el año 1974 tres pequeñas concesiones en ese área a cargo de particulares. Sólo una de ellas era activa en esa fecha, explotándose un banco de unos dos metros de espesor cubierto por una cobertera potente que dificulta la extracción. La máxima altura del frente de cantera es de unos seis metros. Las diatomitas se intercalan entre niveles margo-arcillosos, buzando el conjunto hacia el Oeste. La formación es marina. La proporción de sílice en algunos niveles de diatomita llega a ser del 86 por 100 (datos de PERIS MORA, 1973). Aparte de este yacimiento, unos 2 Km. al NE de Lebrija se explotaron diatomitas algo más al sur, en la localidad de El Cuervo. El producto extraído ha sido dedicado en la zona a cargas en la fabricación de piensos compuestos, insecticidas y pinturas, así como en la clarificación de vinos. En el año 1974 el valor medio por tonelada era de 600 pts.

Algo más al sur, en la provincia de Cádiz han existido concesiones (zonas de Jerez de la Frontera), siendo su volumen de explotación actualmente nulo.

Yacimientos de diatomita en Almería

En esta provincia se ha señalado como trípoli un yacimiento que se explota en la localidad de Benahadux, unos kilómetros al norte de Almería, en el lugar denominado El Chuche. Tal explotación se incluye como Tierras Industriales en la Hoja 84 de Almería-Garrucha del Mapa de Rocas Industriales 1/200.000, y, efectivamente, no se trata de una verdadera diatomita sino de un sedimento constituido por arcillas de tipo atapulgita que contiene una cierta proporción de diatomeas. Este yacimiento es explotado actualmente por la empresa Cementos Alba, S. A., utilizándose en la fabricación de cementos ligeros. La explotación se realiza de forma discontinua en función de las necesidades de esta industria. Según datos de la Jefatura de Minas de Almería la producción fue en 1979 de 220.000 Tm. de este material.

Los niveles de diatomitas y de margas ricas en diatomeas son frecuentes en el Terciario Superior de las provincias de Almería y Murcia, localizán-

dose estratigráficamente por debajo de la sucesión evaporítica messiniense, hecho generalizable para gran parte de las cuencas mediterráneas de esta edad. Niveles de diatomitas, siempre de pequeño espesor y no explotables, han sido citados en la cuenca de Lorca, Sorbas, Alcor, Campo de Níjar, Cuenca de Agua Amarga, etc. (GEL, 1977; MONTENAT, 1977; DRONKERT et al., 1979; ROUCHY, 1979...). El poco espesor de los niveles, unido a una fuerte presencia de carbonatos, hace que los yacimientos no sean, en general, explotables. Algunos, como el de Columbares, sí han sido explotados en algún momento.

CUADRO GENERAL DE LAS DIATOMITAS EN ESPAÑA

La extracción de diatomitas aparece concentrada en las provincias del Sur y Sureste de nuestro país y, esencialmente, en las de Albacete, Jaén, Almería y Sevilla. Murcia, Cádiz y Córdoba, por este orden, presentan también ciertas posibilidades, aunque, hasta el momento, han sido productoras en muy bajo grado.

La mayor parte de los yacimientos se sitúan estratigráficamente en formaciones correspondientes al Mioceno Superior, habiéndose depositado en ambientes claramente marinos (yacimientos de Jaén, Sevilla, Almería, Cádiz y Murcia) o en medios continentales salobres (Albacete y, en parte, Murcia). La paleogeografía de los depósitos no ha sido objeto, por el momento, de estudios muy detallados.

Las diatomitas españolas se han explotado generalmente en régimen de pequeña empresa. El número de obreros por explotación suele estar comprendido entre uno y cinco. Actualmente se observa una tendencia a la ampliación de los volúmenes de explotación, particular y lógicamente, allí donde las perspectivas de mercado son más favorables. Coincide este hecho con la entrada en el sector de fuentes de financiación fuertes.

La explotación de las diatomitas en España se realiza en la mayor parte de los casos mediante obras a cielo abierto, aunque no son raras las labores mediante el sistema de cámaras y pilares. En este sentido, cabe decir que las explotaciones no presentan una estructura geológica excesivamente compleja desde el punto de vista tectónico. Indicaremos, asimismo, que, salvo en casos pun-

tuales, como la cantera Portela en Elche de la Sierra, el volumen de roca techo que es necesario remover para la explotación de la diatomita no encarece excesivamente las labores. La extracción se realiza esencialmente mediante arranque con palas excavadoras o, incluso, manualmente, con útiles sencillos en el caso de labores con sistema de cámaras y pilares. La extracción se suele realizar en varios niveles simultáneamente, favoreciendo esto las posibles mezclas necesarias para obtener las calidades requeridas.

Las calidades de diatomita son muy desiguales entre las diferentes explotaciones, y, asimismo, entre los diferentes niveles de una misma explotación. Indicaremos aquí que la baja calidad de muchas explotaciones viene determinada por el alto porcentaje de carbonatos. La calidad del producto, fundamentalmente el porcentaje en SiO₂, condiciona la utilización de la diatomita y, por tanto, su mercado. Este viene también determinado por su utilización local (por ej., clarificación de vinos en Lebrija), por la proximidad de los procesos de tratamiento o por las posibilidades de distribución a mercados más amplios.

La producción de diatomita en España ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años. La evolución de la producción entre los años 1955-1977 viene indicada en el cuadro adjunto (figura 6). De la observación de este gráfico se desprenden varias conclusiones. Por una parte, la producción de diatomita en España ha experimentado desde 1955 hasta 1970 subidas y descensos crónicos que cabe achacar a la existencia de un mercado poco consistente. El carácter, muy localizado, de los mercados y el régimen de explotación, casi familiar en muchos casos, ha contribuido a esta situación. Se une a esto la ausencia de fuentes financieras sólidas que propiciasen mejoras en

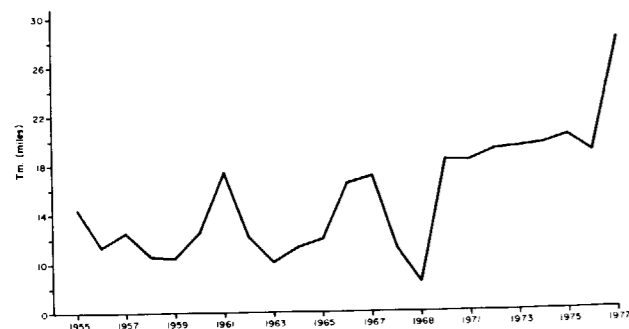


Figura 6.—Evolución de la producción de diatomita en España entre 1955 y 1977 (Datos de Estadística Minera).

las técnicas de tratamiento, así como aperturas de mercado convenientes, sobre todo en lo que se refiere a la exportación. Señalaremos en este punto la alta susceptibilidad de la diatomita a tratamientos muy diferenciados, existiendo una fuerte relación entre la calidad del producto, condicionante de su uso, y las posibilidades de exportación. Así, el mercado de la diatomita es regido sustancialmente por aquellos países que producen las mejores calidades y hacen el producto aceptable para su uso como filtro y clarificador.

El despegue y aumento mantenido de la producción de diatomita en los últimos años aparece ligado a la concentración financiera y comercializadora en el sector.

Un número reducido de empresas, CEKESA, Johns Manville, Diatomeas, S. A. y Cementos Alba, controlan en un alto porcentaje la producción de diatomita en nuestro país, extendiendo progresivamente las exportaciones.

En este capítulo cabe señalar el tradicional déficit de nuestras ventas al exterior frente a la importación de diatomita. Los principales mercados exteriores de diatomita son Gran Bretaña, Alemania, Italia y Portugal, mientras que nuestras importaciones proceden fundamentalmente de Francia, Estados Unidos y Argelia, este último país con un producto de baja calidad.

Ante esta situación cabe hacer las siguientes consideraciones. Por una parte, es previsible un continuo crecimiento de la producción de diatomita en España. Las reservas, aunque no han sido suficientemente evaluadas, pueden considerarse altas, abriéndose buenas perspectivas en la ampliación de los yacimientos ya explotados o en curso de explotación. Por otra, un mayor relanzamiento de la producción española de diatomita está necesariamente ligado a una modernización en el tratamiento del producto, con miras a conseguir las calidades exigidas con incidencia en los mercados exteriores, así como a una comercialización racional del mismo.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este trabajo expresa su más sincero agradecimiento al Dr. Peláez Pruneda, del Dpto. de Estratigrafía de la Univ. Complutense; a D. Antonio Carrasco, de la Empresa Nacional ADARO, y a

don Alonso Sánchez, de CEKESA, por su colaboración y utilísimas informaciones. A M. Gutiérrez, por su afectuosa colaboración en las tareas de campo, y a D. Jesús Sánchez y D. José M. Angulo, por su labor en la preparación de material fotográfico y delineación.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDRE, V.: *Kieselguhr y sus aplicaciones*. Revista Ion, Madrid, agosto-septiembre, 1945 (1945).
- ALVIRA MARTÍN, P.: *Los radiolarios fósiles en yacimientos de moronitas españoles*. Estudios Geológicos, XXVII, pp. 315-343 (1972).
- AREITIO, B., y LARRINAGA, A.: *Descripción de la dusodila de Hellin*. Ann. Soc. Esp. Hist. Nat. 2: 385-387 y 3: 16-17. Madrid.
- AZPEITIA MOROS, F.: *La diatomología española en los comienzos del siglo XX*. Assoc. Esp. Progr. Ciencias, 4: 320 p. (1911).
- BRADBURY, J. C., y EHRLINGER, H. P.: *Tripoli. Industrial Minerals and Rocks*. Am. Inst. Min., Met. and Petr. Eng. Inc. New York, pp. 1209-1218 (1975).
- BULJAN, M.: *Submarine volcanisms and oceanography*. Rev. Geogr. Phys. Géol. Dynam., 1, XIV, pp. 5-10 (1972).
- BUSSON, G.; LUDLAM, S. D., y NOEL, D.: *L'importance des Diatomées dans les depots actuels varvés (alternances de couches anuelles) de Green Lake (près de Fayetteville, New York), modele de sédimentation confinée*. C. R. Acad. Sci. Paris, 274, pp. 3044-3047 (1972).
- BUSTINZA, F.: *Kieselguhr aplicado a la industria de jabones*. Anales de la Real Academia de Farmacia. Madrid (1943).
- CALA y SÁNCHEZ, F.: *Geología del término de Morón*. Anales Soc. Esp. Hist. Nat., XXVI (1897).
- CALDERÓN, S., y PAUL, B.: *La Moronita y los yacimientos diatomíferos de Morón*. Ann. Soc. Esp. Hist. Nat., 15, pp. 477-493 (1886).
- CALVERT, S. F.: *Origin of diatom-rich varved sediments from Gulf of California*. Jour. Geol., 74, pp. 546-565 (1966).
- CALVERT, S. F.: *Deposition and diagenesis of silica in marine sediments*. Spec. Publ. Int. Ass. Sediment, 1, pp. 1-10 (1974).
- CALVO SORANDO, J. P.; ELIZAGA, E.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; ROBLES, F., y USERA, J.: *El Mioceno Superior continental del Prebético Externo: Evolución del Estrecho Nord-Bético*. Bol. Geol. Min., LXXXIX, 407-426 (1978).
- CALVO SORANDO, J. P.; ELIZAGA, E.; GAUDANT, J., y LÓPEZ MARTÍNEZ, N.: *Sur l'age et les conditions de depot des diatomites continentales du Bassin de Hellin (prov. d'Albacete, Espagne)*. Messinian Seminar, 4 (1978).
- CAMPO VIGURI, J.: *Estudio de los microfósiles de los niveles margosos miocénicos de los alrededores de Mengibar (Jaén)*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., 69, 1, 57-68 (1971).
- CHARRIN, V.: *Les gisements français de kieselguhr*. Génie Civil, 139, 84-88 (1962).
- COLOM, G., y GAMUNDI, J.: *Sobre la extensión e importancia de las moronitas a lo largo de las formaciones Aquitano-Burdigalienses del Estrecho nord-bético*. Estudios Geológicos, 14, pp. 331-385 (1951).
- DRONKERT, H.; VAN DER POEL, H., y GEERLINGS, P. A.: *Gypsum deposits in the province of Almeria. Consequences for the western Mediterranean*. Ann. Géol. Pays Hellen. Tome hors de sér. fac. 1, 345-354 (1979).
- DUPUY DE LOME, E.: *Hoja y memoria geológica 1/50.000, núm. 946 (Martos)*. Inst. Geol. Min. España. Madrid (1959).
- ELLISTON, J.: *Retextured sediments*. XXIII Inst. Geol. Congr. Praga. Sec. 8, pp. 85-104 (1968).
- ERNST, G. W., y CALVERT, S. E.: *An experimental study of the recrystallization of porcelanite and its bearing on the origin of some bedded cherts*. Am. J. Sci., 267 A, 114-133 (1969).
- FAURE, H.; MANGUIN, E., y NYDAL, G.: *Formations lacustres du Quaternaire du Niger Oriental: diatomites et ages absolus*. Bull. Bu. Rech. Géol. Min., 3, pp. 41-63 (1963).
- GEEL, T.: *Messinian gypsiferous deposits of the Lorca Basin (prov. of Murcia, S. E. Spain)*. Messinian Seminar, 3. Field Trip Guidebook, 11-20. Málaga (1977).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F.: *Estudio de algunos yacimientos españoles de kieselguhr*. Notas y Com. IGME, 19, 161-180 (1949).
- I.G.M.E.: *Atlas e Inventarios de Rocas Industriales*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria (1973).
- IGME: *Mapa de Rocas Industriales 1/200.000. Hojas de Huelva-Ayamonte, Jaén, Villacarrillo, Elche y Almería-Garrucha*. Serv. Public. Ministerio de Industria (1974-1976).
- IGME: *Mapa Geológico Nacional 1/50.000. 2.ª Serie 1.ª Ed. Hoja 924 (Bujalance)* (1975).
- IGME: *Mapa Geológico Nacional 1/50.000. 2.ª Serie 1.ª Ed. Hoja 1.031 (Sorbas)* (1975).
- JEREZ MIR, L.: *Geología de la zona Prebética en la transversal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes (provincia de Albacete y Murcia)*. Tesis Doctoral. Univ. de Granada, 750 pp. (1973).
- KADEY, F. L.: *Diatomite. Industrial Minerals and Rocks*. Am. Inst. Min. Metall., pp. 605-636 (1975).
- KUKAL, Z.: *Geology of recent sediments*. Academic Press. Londres, 490 p. (1971).
- LOHMAN, K. E.: *The ubiquitous diatom—a brief survey*

- of the present state of knowledge. Am. J. Sci. 258-A, 180-191 (1960).
- MARGALEF, R.: *Observaciones paleoecológicas y geocronológicas sobre los sedimentos lacustres miocénicos de Hellín (Albacete)*. Mem. Com. Inst. Geol. Exma. Dip. Prov. Barcelona, 10, pp. 53-72 (1953).
- MARTÍNEZ STRONG, P., y RODRÍGUEZ MELLADO, M. T.: *Contribución al estudio de la moronita*. An. Soc. Esp. Hist. Nat., XV, pp. 391-404 (1949).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA: *Memoria del Consejo Superior 1976*. Servicio de Publ. Ministerio Industria (1976).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA: *Plan Nacional de Minería. Programa de Explotación*. Ministerio de Industria-Dirección General de Minas, 422 p. (1971).
- MINISTERIO DE INDUSTRIA: *Estadística Minera*. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria (1955-1977).
- MONTENAT, Ch.: *Les bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcia (Cordilleres Bétiques orientales, Espagne), Stratigraphie, Paléogéographie et Evolution dynamique*. Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 69, 345 p. (1977).
- PERIS MORA, E.: *Estudio de un yacimiento de diatoma y otros materiales sedimentarios de posible interés industrial en Lebrija (Sevilla)*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Univ. de Sevilla (1973).
- PERRONDON, A.: *Etude Géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale*. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 12, 5, 328 p. (1957).
- ROUCHY, J. M.: *La sédimentation évaporitique Messinienne sur les marges Méditerranéennes*. Ann. Géol. Pays Hellén. Tome hors série, fasc. III, pp. 1051-1060. (1979).
- SERRA, J., y PELÁEZ, J. R.: *Estudio de una diatomea fósil utilizando la Microscopía electrónica por transmisión y de barrido*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol.), 69, pp. 225-232 (1971).
- VON RAD, U., y ROSCH, H.: *Petrography and diagenesis of deepsea cherts from the Central Atlantic*. Spec. Publs. Int. Ass. Sediment. 1, pp. 327-347 (1974).
- WETTEN, C.: *Estudio geológico de un yacimiento de diatoma y análisis de mercado*. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica. Buenos Aires, 1975. Tomo V, pp. 513-529 (1975).
- YÉBENES, A.; DE LA PEÑA, J. A., y ORDÓÑEZ, S.: *Sedimentos dolomíticos para-actuales: la «tierra blanca» de La Roda*. Estudios Geol., 29, pp. 343-349 (1973).
- ZAKER EL ISMAIL, R.: *Estudio micropaleontológico de los foraminíferos del Neógeno de Porcuna (Jaén)*. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias Geológicas. Univ. Complutense. Madrid, 2 t., 209 p. (1977).

Recibido: abril de 1980

Geochemical study of stream sediments in the argentiferous area of Hiendelaencina, Spain

Por W. DE VOS and W. VIAENE

RESUMEN

Esta nota trata de un estudio geoquímico de aluviones en el gneis precámbrico de Hiendelaencina, donde se explotaron yacimientos de plata en el siglo pasado. La distribución de once elementos fue estudiada y los resultados tratados con análisis estadística y factorial.

Para los elementos Ag, Sb, Pb, Ba y As se encontró una importante contaminación originada por las escombreras de las labores mineras y por una antigua fábrica de plata. La contaminación de As, diferente de los otros elementos, se puede explicar en parte por su gran movilidad. En dos zonas se encontraron anomalías de As, que pueden indicar mineralizaciones de sulfuros del mismo tipo que los filones argentíferos de Hiendelaencina. La dispersión de Mn, Fe, Co, Ni, Cu y Zn está determinada principalmente por fenómenos de coprecipitación y absorción, influidos por condiciones climáticas, y sin relación con la mineralización.

ABSTRACT

A geochemical stream sediment survey was carried out in the Precambrian gneiss of Hiendelaencina, where silver was mined last century. The distribution of eleven elements was studied and the results were treated with univariate and multivariate statistical analysis.

An important contamination was found for the elements Ag, Sb, Pb, Ba and As, caused by the tailings of the mining works, and by an ancient silver smelter. The special contamination pattern of As can partly be explained by its higher mobility. In two areas As anomalies were found, which can point to possible sulfide mineralizations of the same type as the ancient argentiferous veins of Hiendelaencina. The distribution of Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn is determined mainly by coprecipitation and adsorption phenomena, influenced by climatic conditions, and unrelated to any mineralization.

INTRODUCTION

The mining district of Hiendelaencina (province of Guadalajara) was described by MUÑOZ (1875), SOLER (1877), ORMAZA (1922), MALLADA (1927), ORMAZA & TARGHETTA (1928), CASTELLS (1953), GAVALA y LABORDE (1952) and TARGHETTA (1953, 1959). Silver was discovered in 1840, and was mined from 1844 to about 1925. A recent investigation by the Instituto Geológico y Minero de España (CASTELLS e.a., 1973) by geophysical methods and drilling led to the discovery of new reserves.

The silver ore occurs in subvertical veins in a Precambrian gneiss. Two vein systems are present, one with an orientation N 70° E to E-W,

the other with an orientation about N 40° E. The most important vein is the Filon Rico, belonging to the first system, which produced almost 98 % of the silver.

The ore consists mainly of Ag-sulfosalts such as pyrargyrite, proustite, freieslebenite, stephanite, miargyrite, and freibergite, accompanied by minor galena, stibnite, bournonite, sphalerite, pyrite and chalcopyrite. Accessory minerals include metallic silver, argentite, arsenopyrite and hematite. The gangue consists of quartz, barite, and siderite. In the oxydation zone of the Filon Rico, exploited last century, silver halogenides and sulfates were found with iron-and manganese-oxydes.

In view of the numerous mineralized veins discovered in the Hiendelaencina gneiss, it was decided to carry out a stream-sediment survey co-

Address: Laboratorium voor Mineralogie, Sint Michielsstraat 6, B-3000 Leuven. Belgium.

vering the whole gneiss massif, and adjacent areas with a total investigated area of about 200 km². Its purpose was threefold: to study the geochemical dispersion pattern around the known mineralizations, to look for possible new mineralizations, and to investigate the contamination by mining activities. At the same time we wanted to have an idea of the different factors influencing the dispersion in the secondary environment.

Eleven elements were selected for analysis: Ag, Sb, As, Ba, Pb, Zn, Cu, being the main elements of the ore, Mn and Fe, which influence the behaviour of trace elements in stream sediments, and Ni and Co, often found in silver ores, but not described in Hiendelaencina.

GEOLOGICAL SETTING

The geology of the region has recently been described by SCHÄFER (1969), SÁNCHEZ DE LA FUENTE et al. (1971), SOERS (1972), and NAVIDAD (1975).

The gneiss massif outcropping in Hiendelaencina (fig. 1) can be subdivided into a lower Antoñita formation and an upper Hiendelaencina formation, separated by a so-called border series (SCHÄFER, 1969). The Antoñita formation is an augengneiss with flaser structure, and quartzitic intercalations.

Its origin is volcano-sedimentary. Its occurrence is limited to a zone north of Congostrina and a small outcrop north of Villares both bordered by vertical faults to the South (fig. 1). The basis is not known; the minimum thickness must be 280 m.

The border series, with a thickness of 25 m., consists of garnet-staurolite schist, calc-silicate hornfels and feldspathic quartzite. The Hiendelaencina formation with a thickness between 1300 and 1600 m., shows an alternation of different rock types. The first type is a porphyroid gneiss with microcline crystals as large as 10 cm. The second type is fine-grained and contains more mica. Together they make up most of the gneiss (SCHÄFER, 1969). Before metamorphism the Hiendelaencina formation was a layered ignimbrite. The whole formation can be correlated to the Ollo de Sapo formation in NW-Spain (PARGA PONDAL e.a.,



Figure 1.—Simplified geological map of Hiendelaencina, after Schäfer (1968) and Soers (1972).

Legend: 1. Antoñita gneiss.—2. Border series.—3. Hiendelaencina gneiss.—4. Bornoba formation.—5. Alto Rey quartzite.—6. Prádena formation.—7. Veguilla formation.—8. Cenomanian limestone.—9. Raña.—10. Faults.—11. Silver mineralisations. Villages: A: Alcorlo. B: Bustares. C: Congostrina. V: Villares. Z: Zarzuela.

1964), where it is considered of upper Precambrian age.

The gneiss appears as an elliptical dome with a NW-SE long axis. In the central part, corresponding roughly to the Antoñita gneiss, metamorphic conditions of the amphibolite facies were reached, whereas most of the Hiendelaencina gneiss reached only the greenschist facies.

Overlying the gneiss to the West, North and East, are Ordovician and Silurian sediments, metamorphosed in the greenschist facies at the base. (SOERS, 1972). They start with the phyllitic-quartzitic Bornoba formation, followed by the Alto Rey (armorican) quartzite and the pelitic Prádena formation. The sediments were folded during the Hercynian orogeny.

Overlying the gneiss in the South are unfolded Mesozoic sediments. The Jurassic Veguilla for-

mation (SOERS, 1972), containing conglomerates and clays, is followed by Cenomanian limestones. During the Alpine upheaval of the Sierra de Guadarrama, the northern area was raised more than the southern so that two important faults were created with a strike of about N 70° E, one near Villares, and one north off Congostrina, bringing the older Antoñita gneiss at the N of the fault into contact with the Hiendelaencina gneiss.

During the Miocene, the gneiss dome formed a depression and was filled by pediment-like conglomeratic and clayey sediments called Raña. This formation reaches a thickness of 100 m. in some places. Subsequent peneplanation followed by incision of the present rivers brought the gneiss to the surface and left three Raña plateaus overlying the gneiss (fig. 1).

GEOCHEMICAL PROCEDURES

About 300 stream sediments were collected by grab sampling with an aluminum scoop, mostly under water. Some dry sediments had to be taken during dry field conditions. Sediments as fine as possible were collected, and organic matter was avoided. The samples were placed in wet-strength paper envelopes and dried in the field. The samples were dry-sieved in the laboratory and the minus 180 μ m fraction (80 mesh) was retained for analysis.

Before the analysis the samples were ignited for 4 hours at 450° C to burn organic matter. The weight loss was recorded as loss on ignition. It showed to be correlated to both clay content, mainly illite losing hydroxyl ions, and carbon content.

For the determination of Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Ag and Ba, 1 g. of sample was treated with 8 ml. H₂O, 2 ml. HClO₄ and 10 ml. HF, and evaporated to dryness. This procedure was repeated with 8 ml. H₂O, 2 ml. HClO₄ and 5 ml. HF. The residue was leached with 20 ml. HCl 2,5 N, diluted in a 50 ml.-volumetric flask with deionized water, and then filtered through Whatman 41 paper. The elements were determined with Atomic Absorption spectrometry using an AA6 of Varian Techtron. Calibration curves were drawn each time with Titrisol standards (Merck), diluted with HCl 1N to cover the whole range of the element contents in the samples. As and Sb were determined with

the Vapor Generation Kit, Model 64, of Varian Techtron. The method is fully described by DUNCAN and PARKER (1974).

For most elements the analytical precision measured on duplicates was better than $\pm 10\%$ at the 95% confidence level. For Ag and Sb many samples contained less than the detection limit (1,2 ppm and 0,1 ppm respectively). The analytical precision was $\pm 30\%$ for these elements.

The pH was measured in the laboratory on a selection of the stream sediments. A digital pH-meter model 701 of Orion Research was used. 40 ml. water was added to 4 g. of sample and the pH was read after stirring for 3 minutes.

RESULTS

Univariate

The univariate statistics are listed in table 1. A few exceptional values have been left out to calculate the mean and standard deviation. The number of analyzed samples differs for different elements. For all elements however, analyzed samples are spread representatively over the whole study area.

TABLE 1
UNIVARIATE STATISTICS (MEAN AND STANDARD DEVIATION IN PPM, EXCEPT FOR FE IN %)

	Number of samples	mean	Standard deviation
Mn	225	327	128
Fe (%)	178	3,20	0,92
Co	168	28,7	7,3
Ni	169	35,9	9,4
Cu	299	18,8	6,3
Zn	299	52,7	18,4
Pb	299	48,9	20,1
Ag	169	1,03	1,13
Ba	222	2100	750
As	221	23,7	18,9
Sb	219	0,53	0,97

A χ^2 -test performed on the ordinary results and on the log-transformed results, showed that Mn, Zn, Pb, Ba, and As have a log-normal distribution, whereas Fe, Co, Ni, and Cu more closely follow a normal distribution. For Ag and Sb the χ^2 -test is not significant because of the large number of values below the detection limit.

A histogram and a cumulative frequency curve were drawn with an arithmetic abscissa, for Fe, Co, Ni and Cu, and a logarithmic one for the other elements. Different populations and anomalous values were defined according to the methods outlined by LEPELTIER (1969), SINCLAIR (1974) and PARSLow (1974). Distribution maps were drawn for each element showing different symbols for the population subdivisions found in the cumulative frequency curve.

For the elements Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn, less than 5% of the values were considered anomalously high. Their distribution is at random, and does not show a definite pattern on the distribution maps. On the other hand, the lowest values systematically occur in the Raña or in streams draining the Raña.

The distributions of the other elements showed interesting features and are given in figures 2, 3, 4 and 5. For Pb three different populations could be found: a background population containing less than 60 ppm Pb, a high population between 60 and 130 ppm, and a very high population above 130 ppm. The distribution reveals an interesting

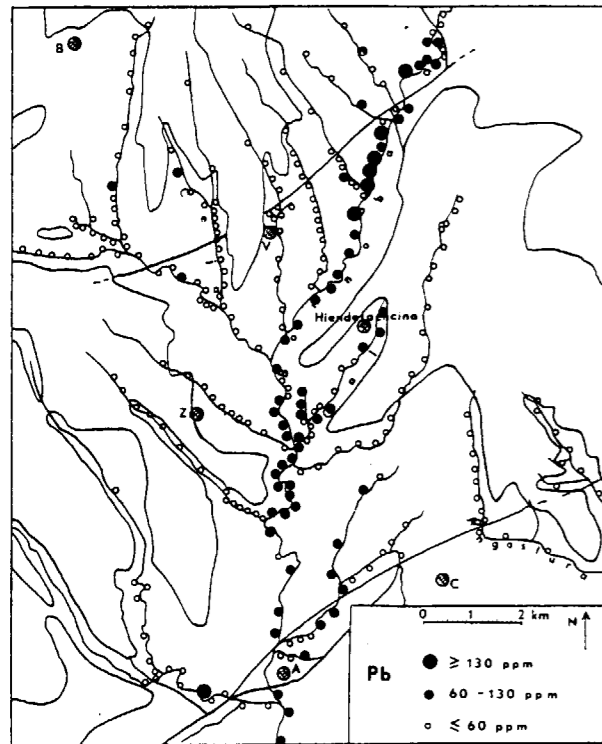


Figure 2.—Distribution of lead.

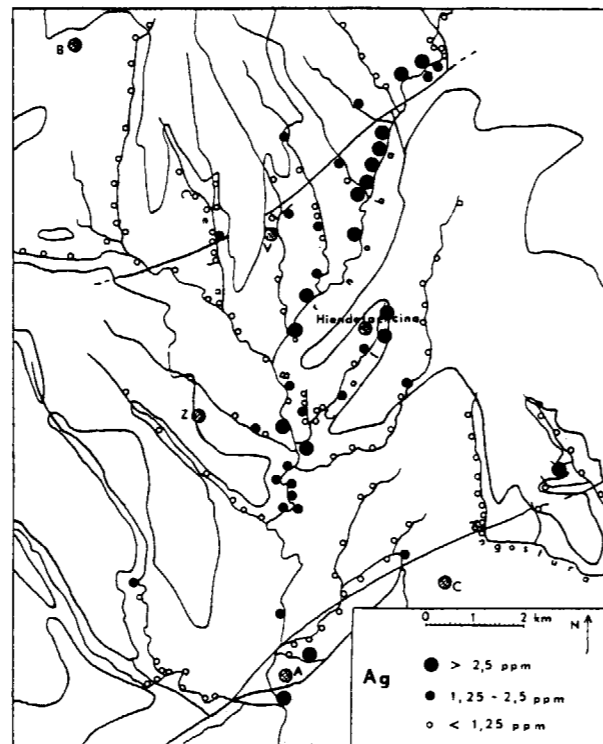


Figure 3.—Distribution of silver.

pattern (fig. 2). The main river, the Rio Bornoba, shows high Pb-values downstream of the ancient smelter «La Constante» built last century to work the silver ore. In the immediate vicinity of Hiendelaencina there is also a distinct anomaly, both in the river Cal and its affluent. This anomaly can be explained by the presence of tailings. Outside these areas only a few isolated anomalies occur. The distribution for Ag (fig. 3) and Sb (fig. 4) shows a similar pattern. There is a strong enrichment of these elements downstream of La Constante, and near Hiendelaencina. Ba shows a similar but weaker enrichment in both places.

The distribution of As (fig. 5) shows a striking enrichment in the river Cal draining Hiendelaencina, but no anomaly at all in the upper course of the Rio Bornoba. Anomalies were also found in two other zones: in the Rio Ceja, to the West of Villares, and in the rivers Angostura and Gavi-lanes, in the south-eastern part of the gneiss massif. In fig. 4 a slight enrichment of Sb can be observed in these areas. The anomalies in these last two areas could not be explained by mining activities.

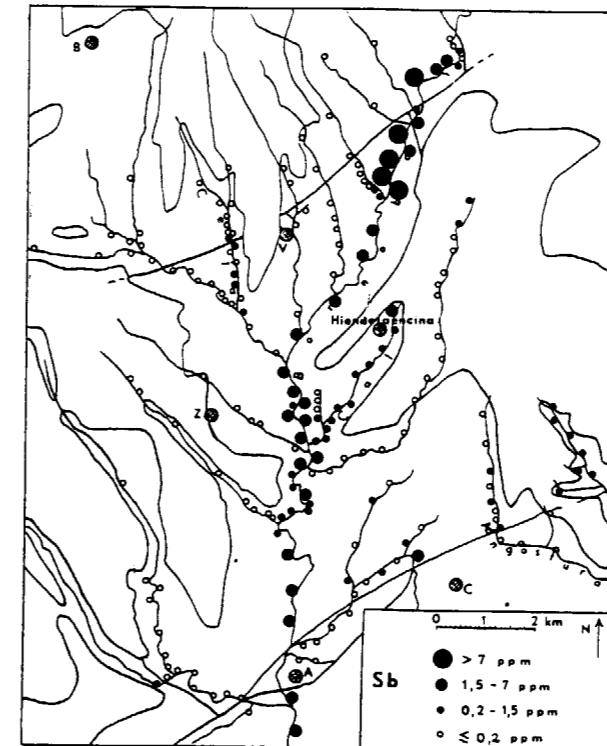


Figure 4.—Distribution of antimony.

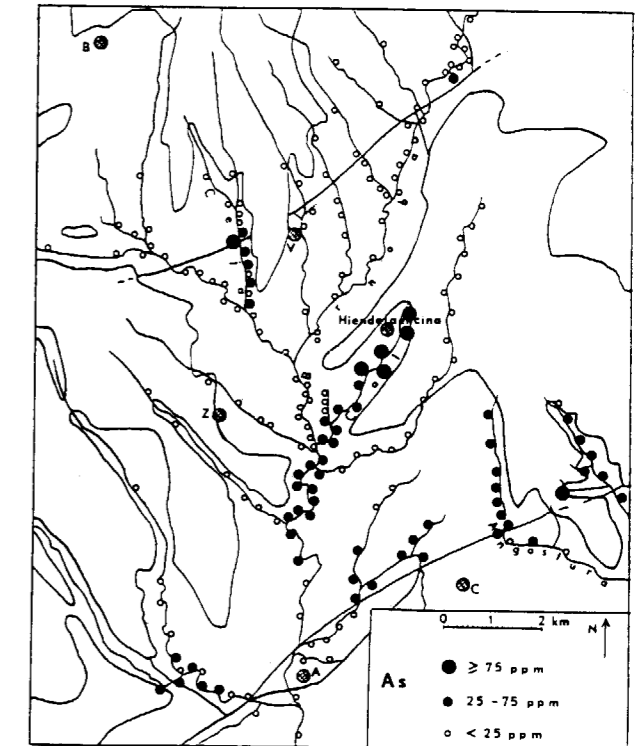


Figure 5.—Distribution of arsenic.

From the distribution of the different elements it appears possible to group them. Therefore a multivariate analysis is indicated.

Multivariate

1. Correlations

The correlation matrix is shown in table 2. Absent data were deleted pairwise to compute

the correlation coefficients. Coefficients higher than 0,24 are significant at the 99,9% confidence level. As a large number of significant correlations are present, we introduce a category of strongly significant correlations above 0,48. In the correlation matrix several groups of elements with mutually significant correlations can be distinguished.

A first group consists of the elements Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn and Pb, which all have strong

TABLE 2
CORRELATION MATRIX. CORRELATIONS ABOVE 0,24 ARE SIGNIFICANT, ABOVE 0,48 STRONGLY SIGNIFICANT

	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Ag	Ba	As	Sb	pH
Fe	0,550	1										
Co	0,507	0,670	1									
Ni	0,651	0,832	0,744	1								
Cu	0,504	0,618	0,465	0,640	1							
Zn	0,588	0,732	0,612	0,705	0,606	1						
Pb	0,536	0,498	0,420	0,527	0,521	0,633	1					
Ag	0,126	0,119	0,090	0,073	0,115	0,247	0,477	1				
Ba	0,276	0,210	0,271	0,230	0,303	0,315	0,535	0,466	1			
As	-0,139	0,318	0,120	0,040	-0,014	0,246	0,158	0,271	0,001	1		
Sb	0,090	-0,065	-0,038	-0,015	0,118	0,102	0,586	0,570	0,526	0,010	1	
pH	0,196	-0,123	0,033	0,091	0,028	-0,085	0,332	0,244	0,336	-0,065	0,401	1
loss on ignition	0,519	0,593	0,444	0,710	0,558	0,611	0,532	0,053	0,051	0,028	0,022	-0,047

correlations with each other. The correlations between the loss on ignition and all the elements were also calculated and are significant for the elements of this group. As the loss on ignition is related to the content of clay and organic matter, which both have the capacity to adsorb trace elements, the results seem to suggest that the dispersion of these elements is mainly determined by absorption phenomena. The strong correlations with Fe and Mn however, indicate also the possible importance of coprecipitation and scavenging phenomena.

A second group of elements with significant correlations is Pb, Ag, Ba and Sb. Their common enrichment in the Rio Bornoba and in the upper part of the Rio Cal appears to be the reason for these correlations. The pH of the sediments shows a significant correlation with the elements of the second group. Most of the stream sediments in the gneiss massif are acid (pH between 4,8 and 7). The only exceptions are the sediments in the vicinity of the Mesozoic calcareous rocks in the South, and the sediments of the Rio Bornoba. The source area of the Rio Bornoba lies in Cretaceous limestones to the North of our study area, which causes the pH to be basic (between 7,5 and 8,6) for the whole length of the river. The significant correlations between pH and the elements Pb, Sb, Ba and Ag appear to be due to the circumstance that the smelter La Constante happens to lie on the Rio Bornoba so that high values for Pb, Sb, Ba and Ag in most of the river coincide with a basic pH. Upstream of La Constante however, the values are low.

The element As is only weakly correlated with Fe, Zn and Ag and with no other elements. The unique dispersion pattern showing specific anomalies for As is responsible for the isolation of this element in the multivariate analysis.

2. Factor analysis

A R-mode factor analysis was performed in order to quantify the groupings of the elements which were found in the correlation matrix. The pH was left out, because its only significant correlations, with Pb, Ag, Sb, and Ba, do not indicate a causal relationship. The theoretical background of factor analysis is well explained by DAVIS (1973). We used the program FACTOR of the package

SPSS (NIE e.a., 1975). Principal components were first calculated. Three components were found with an eigenvalue > 1, representing together 73,7 % of total variance. These were transformed into factors and a varimax rotation was performed on them. The varimax matrix is shown in table 3.

TABLE 3
ROTATED FACTOR MATRIX, WITH SUM OF SQUARES PER FACTOR, AND COMMUNALITIES

Factor	1	2	3	communalities
Mn	0,74	0,19	-0,27	0,66
Fe	0,87	0,01	0,31	0,85
Co	0,77	0,03	0,12	0,61
Ni	0,93	0,03	0,00	0,86
Cu	0,75	0,19	-0,11	0,61
Zn	0,82	0,22	0,22	0,77
Pb	0,58	0,68	0,05	0,81
Ag	0,02	0,78	0,32	0,71
Ba	0,21	0,76	-0,08	0,63
As	0,06	0,06	0,95	0,92
Sb	-0,07	0,89	-0,07	0,80
loss on ignition	0,78	0,02	-0,04	0,62
sum of squares	5,00	2,57	1,26	

The first factor is related to Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb and loss on ignition, a group of elements we recognize from the correlation matrix. It expresses the influence of adsorption and coprecipitation phenomena and will be summarily called

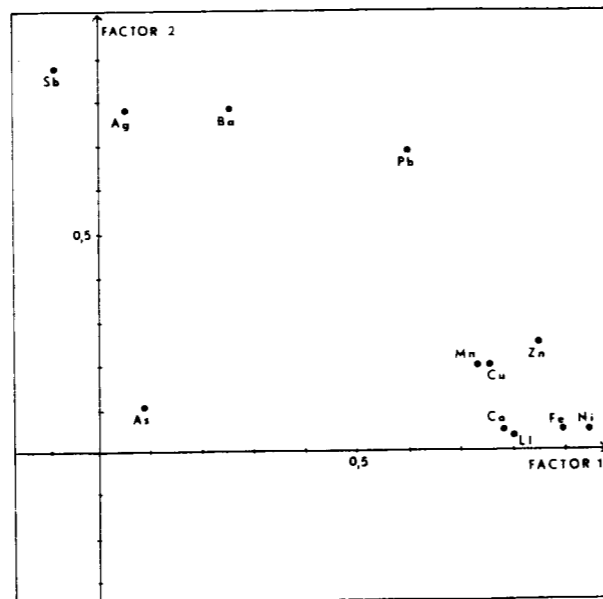


Figure 6.—Loadings on factors 1 and 2 (LI: loss on ignition).

coprecipitation factor. The second factor groups Ag, Ba, Sb and Pb, and will be called contamination factor, as the covariation of these four elements is mainly due to their enrichment in the

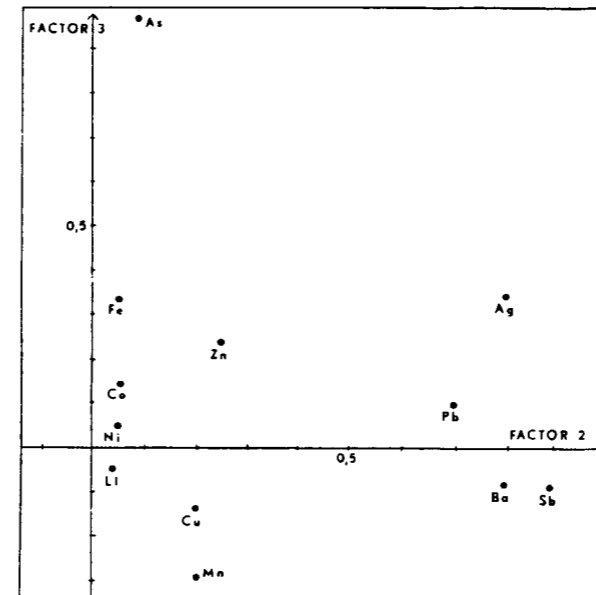


Figure 7.—Loadings on factors 2 and 3 (LI: loss on ignition).

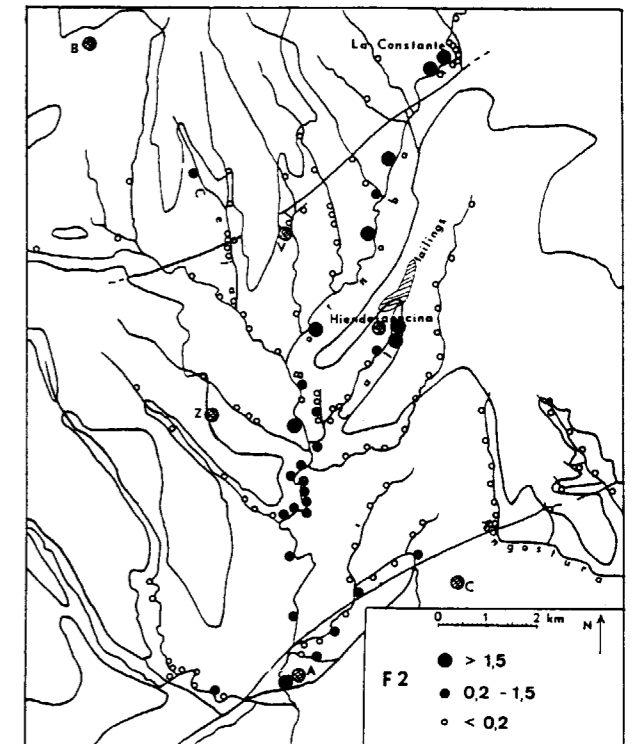


Figure 9.—Distribution of scores on factor 2, contamination.

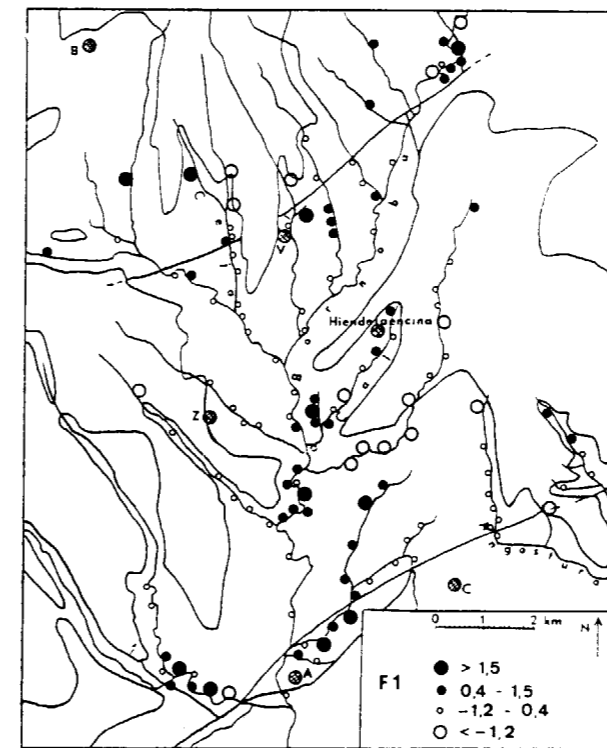


Figure 8.—Distribution of scores on factor 1, coprecipitation.

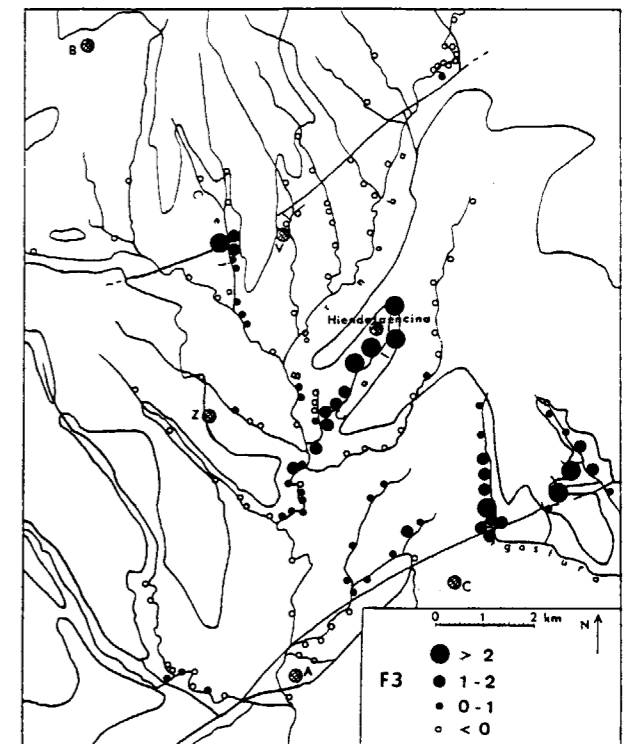


Figure 10.—Distribution of scores on factor 3, As-anomalies.

Rio Bornoba as a result of mining activities. The third factor will be called the As-factor, because it is characterized by an As-loading of 0,95. In addition Fe, Zn, and Ag are related to this factor, while Mn has a negative loading. The pattern of the factor matrix corresponds to the groups of elements derived from the correlation matrix. Each element has a high loading on only one factor, with the exception of Pb, which has a high loading on both the coprecipitation and contamination factors.

The loadings of the elements are illustrated in figs. 6 and 7. Maps of the factor score distribution were drawn for the three factors (figs. 8, 9 and 10). Each of the factors will now be discussed in detail.

DISCUSSION

Coprecipitation and adsorption

The coprecipitation factor explains the largest part of the variance (sum of squares 5,00; the eigenvalue of the first principal component before rotation was 5,43). In fact, it represents a background covariance between all the trace elements which show no relationship with mineralisation. The precipitation of Fe and Mn oxydes causes coprecipitation and scavenging of Co, Ni, Cu, Zn and Pb (JENNE 1968, LEVINSON 1974).

On the other hand clay minerals and organic matter form complexes which can absorb metal ions. Both these phenomena occur and reinforce each other.

It was observed that the loss on ignition varied considerably with season. Sampling was carried out in 4 campaigns: the first in April 74, the second in October 74, the third in July 75 and the fourth in August 76. During this last period, field conditions were extremely dry and many samples were taken in dry river beds. In order of increasing dryness, the campaigns rank as follows: 1 < 3 < 2 < 4. A one-way analysis of variance was performed for the elements with high loadings on the coprecipitation factor, to study the effect of season as the independent variable. Only samples in the gneiss were considered, and anomalous samples were left out to avoid biasing. 140 samples were left over, spread representatively over the area. The F-test, comparing variance between

the seasons and variance within the seasons, is significant at the 99 % confidence level if $F > 3,9$ (DAVIS 1973, p. 104). The results are shown in table 4. The sample means are indicated for each campaign.

TABLE 4
ANALYSIS OF VARIANCE FOR SEASONAL INFLUENCE. MEANS (IN PPM) FOR EACH CAMPAIGN AND F-TEST

	1st. camp.	3rd. camp.	2nd. camp.	4th. camp.	F-test
loss on ignition (%)	2,9	4,1	5,2	7,1	25,0
Pb	39,0	40,4	49,1	52,0	28,0
Zn	45,1	50,1	59,4	62,8	23,8
Fe (%)	2,50	3,08	3,19	3,63	16,9
Ni	28,7	35,0	33,7	39,8	14,2
Cu	16,4	17,7	20,5	20,7	13,8
Co	24,1	32,7	27,7	29,4	8,9
Mn	287	319	329	340	2,2

The F-test is significant for all elements except Mn, and the same tendency is present everywhere: the dryer the campaign, the higher the contents of trace elements. The most likely explanation is that adsorption plays a bigger part in dry seasons than in wet seasons, as can be deduced from the big difference in loss on ignition. When the water level is low, the clay and silt fractions are enriched by sedimentation, and the organic matter content rises because of sedimentation of fine plant particles and flora development. Grab sampling of available material cannot prevent this systematic sample difference. It should be kept in mind that false anomalies can result from this phenomena and also from coprecipitation with Fe and Mn. In fact, all the anomalies of Co and Ni, and almost all of Zn and Cu could be explained in this way.

Fig. 8 illustrates the distribution of sample scores on the coprecipitation factor. The distribution of low values is related to lithology: the Raña and the Ordovician sediments contain lower concentrations of all elements than the gneiss. The distribution of high values is not systematic and reflects the local conditions of sedimentation. Eleven stream sediments have a score > 1,5, ten of them were sampled in the fourth field campaign. All of them correspond to univariate anomalies for one or several of the elements Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn or Pb, so

that fig. 8 can be considered a synthesis map of false anomalies.

In similar stream sediment surveys, factor analysis showed coprecipitation to be the most important factor explaining the background variance of several elements. CHAFFEE e.a. (1972) reported a coprecipitation factor defined by Fe, Mn, Co, Zn and Pb, while CLOSS & NICHOL (1975) found one defined by Fe, Mn, Co, Ni and Zn, both in North American stream sediments.

Contamination

Two different areas of contamination are present: one on the Rio Bornoba caused by the La Constante plant, and one on the Rio Cal, caused by tailings. Their different characteristics are clearly outlined in the factor analysis. The second factor corresponds to the Rio Bornoba contamination and to a limited extent also to the Rio Cal. The third factor, defined by the variance of As, corresponds partly to contamination on the Rio Cal and partly to other areas.

In fig. 7 the loadings on factors 2 and 3 are illustrated. These factors are defined by the elements Ag, Sb, Pb, Ba and As, all closely connected with the silver ore. The reason why As behaves so differently from the other elements is one of the main questions to be discussed.

A detailed sampling near the smelter La Constante demonstrated beyond doubt that the plant is at the origin of the important anomalies of Ag, Sb, Pb and Ba downstream. The Ag content reaches a maximum of 12,6 ppm at about 1 km. downstream the plant; at the same distance the Sb content reaches 66,2 ppm, the Pb content 274 ppm and the Ba content 5000 ppm.

In the vicinity of the smelter however, no traces could be found of tailings or any other remnants of the ore processing. The plant has been out of activity for 50 years and the whole area is covered with vegetation. The wastes of the smelter activities were probably released in fine-grained condition directly into the river. They accumulated in clayey alluvial deposits in a few places downstream of the plant. Some of these alluvia are being eroded by the river and constitute a permanent source of anomalous material. A few

analyses of these alluvia confirmed the high contents in Ag, Sb, Pb and Ba.

The tailings of the mining activities to the NE of Hiendelaencina, drained by the Rio Cal, consist of coarse rock fragments, mostly gneiss. Macroscopically some quartz, barite, siderite and pyrite can be recognized, and in the microscope chalcopyrite, sphalerite and galena can be observed in association with pyrite. No Ag-minerals could be found. However, the contamination of soils and stream sediments around the tailings proves that some ore must be present, in weak concentrations. Indeed, the tailings are at present reworked for Ag.

As these tailings are merely mechanical accumulations of rock fragments brought to the surface by mining, the enrichment in ore elements in the stream sediments is likely to reflect the original ore composition. The enrichment in the immediate vicinity of the tailings is strongest for Ag and Sb, and then in decreasing order As, Pb, Ba, Zn and Cu. For the last 3 elements it is only weakly noticeable. This corresponds to the ore composition according to the literature (ORMAZA & TARGHETTA, 1928).

In the Rio Cal, downstream of the tailings, the As anomaly remains rather strong for at least 5 km. (fig. 5), a weak Sb anomaly can be followed for about 3 km. (fig. 4), while the other elements have background values already within 1 km. of the tailings. The reason for the exceptional behaviour of As is probably its high mobility. The arsenates are highly soluble even in dry areas (MAZZUCHELLI & JAMES, 1966), so that As migrates chemically. The migration of the Ag-, Sb-, Pb- and Ba-containing particles is mainly mechanical, and proceeds very slowly, because erosion of the tailings started only recently, and the Rio Cal stands dry for the largest part of the year.

The dispersion trains for Ba, Ag, Pb and Sb are much longer in the Rio Bornoba than in the Rio Cal. This can best be explained by the mechanical dispersion of fine particles, containing the considered elements, by the water-rich Rio Bornoba.

The absence of As enrichment in the Rio Bornoba can be explained by volatilization during roasting and cupellation processes. Whatever As was present in the wastes of the smelter probably went into solution in the river because of the high mobility of As. The geochemistry of As is very complex. Iron hydroxides play a big part

in the precipitation of As, because the negative arsenate ions are attracted to positive Fe-colloids. Mn-colloids have a negative charge and repulse the arsenate ions (BOYLE & JONASSON, 1973). This explains the positive correlation Fe-As and the negative correlation Mn-As (table 2).

As-anomalies possibly related to mineralisation

The As distribution differs from all other distributions and therefore characterizes the third factor of the factor analysis. In addition to the anomaly on the river Cal, caused by the tailings of Hiendelaencina, two anomalous zones are present: one on the Rio Ceja west of Villares, and one on the rivers Angostura and Gavilanes, northeast of Congostrina. In both areas, weak anomalies of Sb can also be distinguished (fig. 4). There is a certain correlation between As and Sb. Indeed, if the samples of the highly contaminated Rio Bornoba are left out, the correlation coefficient As-Sb increases from 0,01 (table 2) to 0,41, which is significant. The association of As and Sb is indicative of potential mineralisations of the Filon Rico type.

In the Rio Ceja area, a detailed stream sediment sampling was carried out. The anomaly is confined to a small zone in the vicinity of an important vertical E-W fault (fig. 1). The fault zone is about 200 m. wide and is composed of a strongly weathered finegrained micaceous breccia zone of about 30 m. wide in the southern part, and a kind of megabreccia to the north of it: numerous small fault zones with brecciated material separate fault blocks of several meters diameter, consisting of Ollo de Sapo gneiss. The northern side has been upthrown.

A series of soils sampled on both sides of the river showed anomalous values for As and Sb over the whole length of the fault zone except in the southern micaceous zone. On the E side of the river up to 250 ppm As and 1,85 ppm Sb were found on the slope. The W side yielded up to 74 ppm As and 1,8 ppm Sb. No Ag was detected in the soils, although one stream sediment contained 2,1 ppm Ag. The association of As and Pb with minor Ag points to the possible presence of Ag-ore of the same composition as in the Filon Rico. There could be a mineralised vein in or near the fault zone, the water circulation

in this fault zone being responsible for the As-anomaly at the surface. The high mobility of As could explain why the As-anomaly is stronger than the Sb and Ag anomalies at the surface, although the ore could be richer in Sb and Ag.

The mineralisation is not necessarily located in the fault zone itself. No As-anomaly could be found in the streams draining the same fault zone to the E and the W. The Morenita mine mentioned by TARGHETTA (1959) to the West of the Rio Ceja, and on the fault zone, gave no anomaly. The fault is of Alpine age, whereas the mineralisation is probably of Hercynian age, so that a genetic relationship is doubtful.

In the area of the Angostura and Gavilanes rivers, a large anomalous area occurs. Soils were sampled on both sides of the rivers, as well as some additional stream sediments in dry valleys between the two rivers. No specific source area could be found, but the highest values of As, Sb and Ag occur between the rivers Angostura and Gavilanes: up to 88 ppm As, 3,2 ppm Ag, and 1,3 ppm Sb. The association As-Sb-Ag is more striking here. As the area between both rivers is covered by Raña, it can be supposed that a mineralisation occurs at a certain depth under the Raña. Again the difference in mobility could explain why all the samples are anomalous in As, while only a few display anomalous values for Sb and Ag. To the South of the anomalous area a vertical E-W fault occurs, similar to the one at the Rio Ceja (fig. 1). Again the relationship with the possible mineralisation is doubtful. Near the fault on the Rio Angostura lies the Santa Barbara mine (TARGHETTA, 1953) along with a few tailings, which yielded 600 ppm As. As this mine is situated downstream of the main anomaly, it cannot be responsible for the anomaly.

The mobile element As is commonly regarded as a good indicator for polymetallic sulfide deposits (BOYLE & JONASSON, 1973). The As content in acid rocks is generally between 1 and 15 ppm. According to the extensive literature study of BOYLE & JONASSON (1973), contents above 25 ppm always correspond to sulfide mineralisations. In Hiendelaencina, the threshold for anomalous values was found to be 25 ppm As on the probability curve, which agrees very well with the literature.

We conclude that in the described area of the Rio Ceja and the rivers Angostura and Gavilanes,

mineralisations of the same type as the Filon Rico can be present. A geophysical study (for instance resistivity measurements) and eventually drilling could determine the precise location and the extension of the mineralisations.

CONCLUSIONS

The distribution of the investigated elements in the stream sediments of Hiendelaencina can be explained by three different agents: coprecipitation and absorption phenomena, contamination by mining activities, and potential mineralisations.

The distribution of Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, and partially of Pb, is determined mainly by adsorption to organic matter and clay minerals; coprecipitation with Fe and Mn also play a part. If an additional cause of dispersion is present, for instance mineralisation or contamination, the adsorption-coprecipitation phenomena constitute only a weak background variance, as is the case with Pb. The different sedimentation conditions in dry and wet seasons cause considerable variation in adsorption of trace elements; the trace element content of the samples is higher in dry seasons and can give rise to false anomalies. It would be better for prospection purposes to concentrate sampling in one season in Mediterranean areas.

The mining activities left a distinct trace in the stream sediments. Small tailings which are scattered over the gneiss massif, cause no contamination, but the important tailings near Hiendelaencina on the Filon Rico cause enrichment in Ag, Sb, As, Pb, Ba, Zn and Cu, in order of decreasing importance. The As enrichment can be noticed at a large distance due to the great mobility of As.

The smelter La Constante causes contamination over the whole length of the Rio Bornoba for Ag, Sb, Pb and Ba, not for As. The dispersion here is mainly mechanical. Around the known Ag veins, no anomalies were found. In the Filon Rico area, the effect of the mineralisation could not be distinguished through the contamination.

Two areas with possible mineralisations were found (fig. 10): near the Rio Ceja and near the rivers Angostura and Gavilanes. Distinct anomalies of As are associated with weak and sporadic enrichment of Sb and Ag, which points to Hiendela-

encina-type mineralisations. In the case of the Rio Ceja, the anomaly is confined to a small area in a fault zone. In the case of the larger Angostura-Gavilanes area, the source of the anomaly is more difficult to locate. It is probably situated under the Raña-gneiss contact. Geophysical methods and drilling could help to establish the true nature of the anomalies, as well as their precise location and dimensions. From the point of view of prospection, As is the best indicator for the type of mineralisation present, and in the given climatic circumstances.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Ir. C. Castells of the Instituto Geológico y Minero de España for his help in the field and the stimulating discussions on the Hiendelaencina district.

One of the field campaigns was made possible by a grant from the Belgian «Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek».

REFERENCES

- BOYLE, R. W. and JONASSON, I. R.: *The geochemistry of As and its use as an indicator element in geochemical prospecting*. Journal of Geoch. Expl., vol. 2, 251-296 (1973).
- CASTELLS, J.: *Ensayo metalogénico sobre los criaderos argentíferos de Hiendelaencina*. Notas y Com. IGME, 30, 25-34 (1953).
- CASTELLS LÓPEZ, C.; SÁNCHEZ DE LA FUENTE, J.; MARTÍNEZ, R.; BAEZA ROJANO, L. J., y LÓPEZ CASTAÑEDA, F.: *Proyecto de investigación minera en la reserva de Hiendelaencina, provincia de Guadalajara*. Informe sobre los trabajos de investigación, cuarto año, IGME. División de Minería (1973).
- CHAFFEE, M. A.; BOTBOL, J. M. and HAMILTON, J. C.: *The distribution of selected elements in stream sediments, Central Maine*. U.S. Geol. Survey open-file report, 8 pp. (1972).
- CLOSS, L. G. and NICHOL, J.: *The role of factor and regression analysis in the interpretation of geochemical reconnaissance data*. Can. J. of Earth Sci., vol. 12, 1316-1330 (1975).
- DAVIS, J.: *Statistics and Data Analysis in Geology*. J. Wiley y Sons, N.Y., 548 pp. (1973).
- DUNCAN, L. and PARKER, C.: *Applications of sodium borohydride for atomic absorption determination of volatile hydrides*. Technical topics, Varian Techtron, Springvale, Australia, 7 pp. (1974).

- GAVALA y LABORDE, J.: *Los filones argentíferos de Hiendelaencina*. Bol. IGME, t. 65, 249-269 (1953).
- JENNE, E. A.: *Controls on Mn, Fe, Co, Zn, Ni, Cu concentrations in soils and water: the significant role of hydrous Mn and Fe oxides*. Adv. Chem. Ser. 73, 337-387 (1968).
- LEPELTIER, C.: *A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation*. Econ. Geol., vol. 64, 538-550 (1969).
- LEVINSON, A. A.: *Introduction to Exploration Geochemistry*. Calgary applied publishing Ltd., Alberta, Canadá, 612 pp. (1974).
- MALLADA, L.: *Criaderos de plata de Hiendelaencina*. Expl. del mapa geol. de España, t. 1, 499 (1927).
- MAZZUCHELLI, R. H. and JAMES, C. H.: *Arsenic as a guide to gold mineralization in laterite-covered areas of W-Australia*. I.M.M. sect. B, vol. 75, 286-294 (1966).
- MUÑOZ, M. B.: *Apuntes acerca del distrito de Hiendelaencina*. Rev. Min., t. I, s. B, 70-101 (1875).
- NAVIDAD, M.: *Caracterización petrológica de los gneises glandulares del macizo de Hiendelaencina (Guadarrama oriental)*. Estudios geológicos, vol. 31, 343-350 (1975).
- NIE, N. H.; HULL, C. H.; JENKINS, J. G.; STEINBRENNER, K. and BERT, D.: *Statistical Package for the Social Sciences*. McGraw-Hill Book Co. (1975).
- ORMAZA, J. M.: *El distrito argentífero de Hiendelaencina*. Rev. Min. t. 40, s. C, 373, 386 y 401 (1922).
- ORMAZA y TARGHETTA: *Mapa geológico, Hoja 460, Hiendelaencina*. IGME, Madrid (1928).
- PARGA-PONDAL, I.; MATTE, P. et CAPDEVILA, R.: *Introduction à la géologie de l'Olló de Sapo, formation porphyroide antésilurienne du nord-ouest de l'Espagne*. Notas y Com. IGME, 76, 119-154 (1964).
- PARSLOW, G. R.: *Determination of background and threshold in exploration geochemistry*. J. Geoch. Expl., vol. 3, 313-336 (1974).
- SÁNCHEZ DE LA FUENTE, J.; VALLEJO, G.; MARTÍNEZ, R., y BAEZA-ROJANO, L.: *La serie metamórfica de Hiendelaencina y su cobertura paleozoica*. I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica, sec. 1, 435-450 (1971).
- SCHÄFER, G.: *Geologie und Petrografie im östlichen Kastilischen Hauptscheidegebirge (S. de Guadarrama, Esp.)*. Münster Forsch. Geol. Paläontologie, H. 10, 207 pp. (1969).
- SINCLAIR, A. J.: *Selection of threshold values in geochemical data using probability graphs*. J. Geoch. Expl., vol. 3, 129-149 (1974).
- SOERS, E.: *Stratigraphie et Géologie structurale de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama (Esp. centrale)*. Separata de Studia Geologica, Salamanca, t. IV, 7-94 (1972).
- SOLER, J. M.: *Memoria sobre el distrito minero de Hiendelaencina*. Rev. Min., t. 3, s. B, pp. 249, 257 y 268 (1877).
- TARGHETTA, J. B.: *Temas mineros: Hiendelaencina*. Notas y Com. IGME, 32, 371 (1953).
- TARGHETTA, J. B.: *El campo filoniano de Hiendelaencina*. Estudios geológicos, vol. 15, 371 (1959).

Recibido: septiembre 1979

Evolución geomorfológica e hidrogeológica reciente en el sector Teba-Cañete la Real (Málaga) a la luz de la datación de formaciones travertínicas.

Por J. CRUZ-SANJULIAN (*)

RESUMEN

La datación con ^{14}C de cinco formaciones travertínicas (entre 35.696 ± 2.188 y 8.872 ± 151 a.B.P.), algunas de las cuales están notablemente desconectadas de la red fluvial actual, permite hacer una estimación cuantitativa acerca del encajamiento reciente de esta última, así como de la evolución hidrogeológica correspondiente, consecuencia de la progresiva modificación del nivel de base de los acuíferos kársticos. Las velocidades medias de encajamiento calculadas están comprendidas entre un valor mínimo de 0,5 mm/año, durante los últimos 9.000 años aproximadamente, en el sector del río de La Venta, y unos valores máximos, en el sector La Mesa-Serrato, de 7,5 mm/año desde 28.000 a.B.P. a 13.500-14.000 a.B.P. y de 8,7 mm/año desde 13.500-14.000 a.B.P. a la actualidad. Al mismo tiempo, se aportan datos para una reconstrucción paleoclimatológica de la región y se establece un límite inferior para la edad absoluta de uno de los niveles de terrazas aluviales de la cuenca del Guadateba.

RESUME

La datation au ^{14}C de cinq formations travertiniques, dont quelques unes sont largement détachées du réseau actuel, permet de faire une estimation quantitative de l'encaissement récent de celui-ci, ainsi que de l'évolution hydrogéologique correspondante, à la suite de la progressive modification du niveau de base des aquifères karstiques. Les vitesses moyennes d'encaissement calculées sont comprises entre une valeur minimale de 0,5 mm/an, pendant les dernières 9.000 ans à peu près, dans le secteur du río de la Venta, et des valeurs maximales, dans le secteur de La Mesa-Serrato, de 7,5 mm/an depuis 28.000 a.B.P. jusqu'à 13.500-14.000 a.B.P. et de 8,7 mm/an depuis 13.500-14.000 a.B.P. jusqu'à aujourd'hui. En même temps, on fournit des données pour une reconstruction paléoclimatologique de la région et l'on établit une limite inférieure pour l'âge absolu d'un des niveaux de terrasses alluviales du bassin du Guadateba.

1. INTRODUCCION

En la Hoja de Teba existen varias formaciones travertínicas (fig. 1) que ya han sido citadas en trabajos anteriores (CRUZ-SANJULIÁN, 1974 y 1976). De ellas, tan sólo el afloramiento situado en la margen izquierda del río de la Venta, al sur de la Sierra de Teba, tiene unas dimensiones modestas; en todos los demás, la superficie es próxima al kilómetro cuadrado, valor que llega a superarse ampliamente en la Estación de Cañete, al O de la Sierra del mismo nombre; cabe advertir que este último afloramiento, o al menos parte de él, ha sido repetidamente atribuido al Mioceno superior.

Las formaciones estudiadas se encuentran disectadas por la red actual (fig. 2); el encajamiento es pequeño en el río de la Venta, pero, por el contrario, es muy pronunciado en otros casos: de ellos el más notable es el de La Mesa, en donde el techo de la formación travertínica está a más de 100 metros sobre el cauce del río Guadateba (en este punto, río de las Cuevas).

Todos los travertinos aparecen ligados (no siempre en contacto) a afloramientos de calizas jurásicas de distintas unidades subbéticas (figuras 1 y 2) y precisamente en las proximidades de las zonas de descarga de los acuíferos correspondientes; este hecho permitió suponer la verosímil relación entre el origen de los travertinos y el funcionamiento de dichos acuíferos (CRUZ-SANJULIÁN, 1974). En consecuencia, se consideró que la datación de los travertinos permitiría reconstruir

(*) Departamento de Geomorfología y Geotectónica; Facultad de Ciencias de Bilbao; Universidad del País Vasco; Apartado 644, Bilbao.

la evolución hidrogeológica reciente en esta región, al tiempo que aportaría una valiosa información relativa a algunos aspectos de la evolución morfológica del mismo sector. Estos son los objetivos propuestos para el presente trabajo.

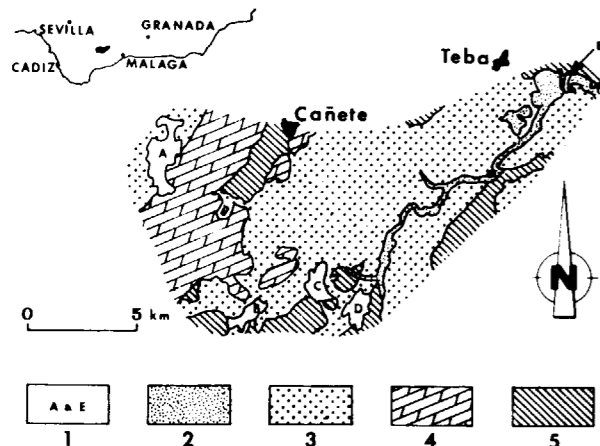


Figura 1.—Situación de los afloramientos de travertinos estudiados.

- 1: Formaciones travertínicas (A = Estación de Cañete la Real; B = Cuevas del Becerro. C = La Mesa; D = Serrato; E = Río de la Venta).
- 2: Aluviales actuales y terrazas.
- 3: Unidades del tipo «Flysch del Campo de Gibraltar» (incluye la Formación burdigaliense de «Arcillas con bloques» o «Complejo supranumídico»).
- 4: Unidad de la Sierra de Cañete (Subbético Ultrainterno).
- 5: Subbético Interno.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS AFLORAMIENTOS

Se describen a continuación resumidamente las características más notables de cada uno de los afloramientos estudiados. Se prestará especial atención a las formaciones travertínicas, mientras que se aludirá muy brevemente, y sólo en la medida que sea necesario, a cuestiones relativas a los materiales que constituyen el sustrato. Para estos últimos pueden consultarse otras publicaciones (CRUZ-SANJULIÁN, 1974 e *in litt.*); en cualquier caso, los cortes de la figura 2 suministran al respecto una información simplificada.

En cuanto a la terminología, se adoptan en este trabajo las indicaciones de GEURTS (1976), en particular en lo que se refiere a la conveniencia de no utilizar la denominación de toba que puede inducir a confusión. Si bien está pendiente un análisis estratigráfico detallado de los afloramientos

estudiados, se puede asegurar que en todos ellos coexisten los dos tipos de facies distinguidos por GEURTS (op. cit.): la facies coherente o de cascada y la facies detrítica, con claro predominio de esta última. En efecto, en el citado trabajo de GEURTS (1976) se señala que también en Bélgica son raras las facies de cascada rigurosamente intactas, sin efectos de remoción.

2.1. EL AFLORAMIENTO DE LA ESTACION DE CAÑETE

Al O de la Sierra de Cañete, en el sector de la Estación de dicha localidad, se localiza una extensa llanura a una cota aproximada de 670 m. (A, figs. 1 y 2). Buena parte de esta superficie está ocupada por suelos, mientras que, en su borde oriental, adosados a las laderas construidas sobre los materiales jurásicos de la Unidad de Cañete, existen acumulaciones de piedemonte; sin embargo, son numerosos los puntos en los que se identifican materiales travertínicos, sobre todo en el borde occidental del afloramiento, en donde empieza a hacerse patente el encajamiento del río Corbones, que discurre en este sector a una cota aproximada de 530 metros. Todo hace suponer que la extensa llanura aludida está construida en su totalidad sobre este tipo de materiales, si bien, como es habitual (también ocurre en Teba y Cuevas del Becerro, por ejemplo), existen suelos desarrollados sobre ellos.

De uno de los mencionados afloramientos procede la muestra A (cota aproximada: 650 m.), con abundantes restos vegetales, datada en este trabajo.

La potencia de la formación es próxima al centenar de metros, aunque subsisten al respecto ciertas dudas, dada la escasa información disponible acerca de la morfología del sustrato. Este último se sitúa en el borde occidental a una cota de 560 m. y está constituido por las margocalizas, calizas margosas y margas del Cretáceo superior-Oligoceno del Subbético Interno («capas rojas»), verosíblemente incluidas en el Complejo supranumídico de las «Arcillas con bloques», de edad burdigaliense. En el borde oriental, la formación travertínica parece apoyarse sobre los materiales jurásicos de la Sierra de Cañete, si bien el contacto está enmascarado por derrubios actuales; precisamente al pie de éstos surgen importantes

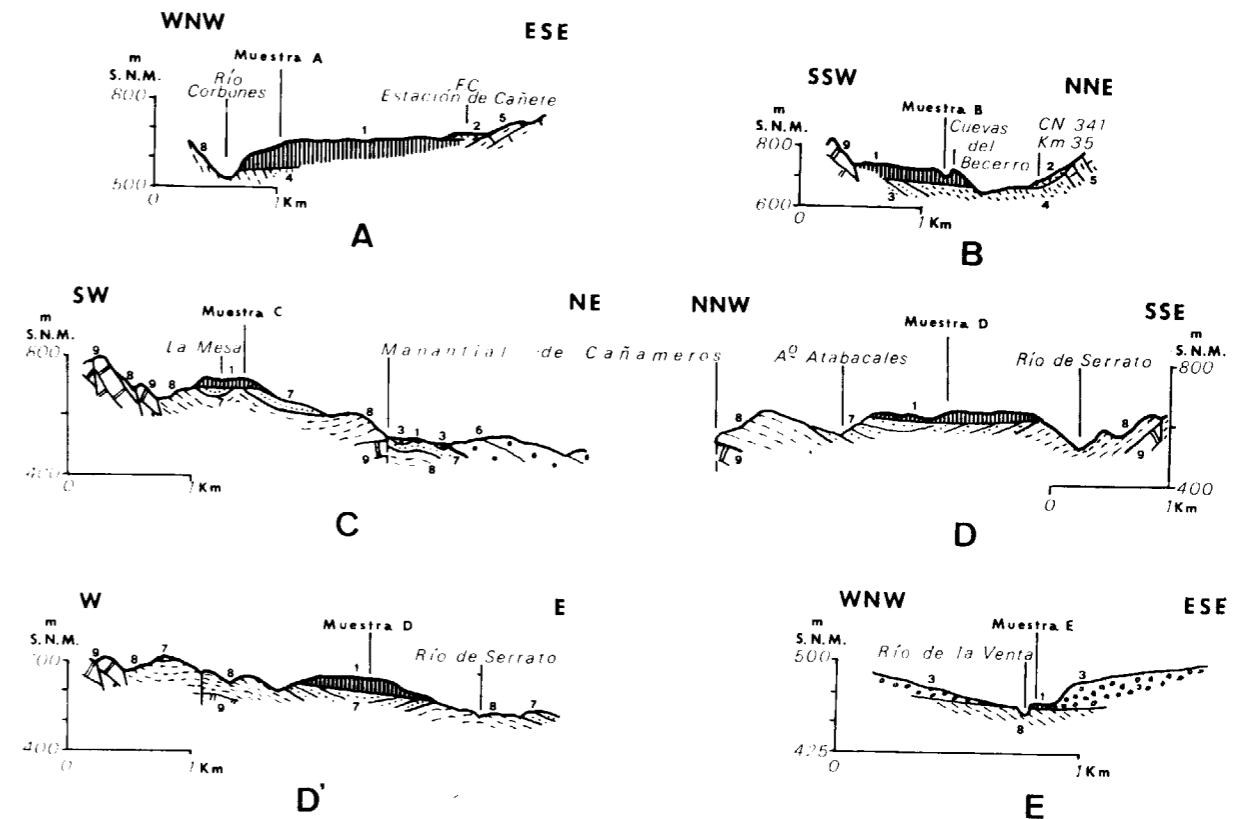


Figura 2.—Cortes geológicos y situación de las muestras estudiadas (los cortes A, B, C, D (y D') y E corresponden respectivamente a los afloramientos señalados con idéntica letra en la figura 1).

- 1 = Formaciones travertínicas; 2 = Recubrimientos recientes (piedemonte, etc.); 3 = Terrazas aluviales; 4 = Formación burdigaliense de «Arcillas con bloques» o «Complejo supranumídico»; 5 = Materiales jurásicos de la Unidad de la Sierra de Cañete (Calizas y calizas margosas); 6 = Areniscas Numídicas del Aljibe (Oligoceno?-Aquitaniense); 7 = Arcillas, calizas detríticas y areniscas de Unidades alóctonas Infranumídicas (Eoceno-Aquitaniense); 8 = Margocalizas, calizas margosas y margas del Cretáceo superior-Oligoceno del Subbético Interno («Capas rojas»); 9 = Calizas jurásicas del Subbético Interno.

manantiales, que drenan el sistema acuífero ligado a las calizas y dolomías de la secuencia de Cañete.

2.2. EL AFLORAMIENTO DE CUEVAS DEL BECERRO

La localidad de Cuevas del Becerro está edificada sobre una plataforma de travertino, a una cota aproximada de 730 metros (B, figs. 1 y 2). Por el sur, esta llanura está interrumpida por el escarpe septentrional del Cerro del Castellón, en el que afloran calizas del Jurásico superior del Subbético Interno; en el contacto entre la formación travertínica y las calizas surge el manantial del Carrizal, con un caudal medio de varias decenas

de litros/seg, pero que alcanza máximos de más de 300 l/seg. La formación travertínica está netamente disectada al N por el arroyo de las Cuevas, afluente del río Guadateba, que discurre en ese sector a una cota de 680 metros aproximadamente; en el sector NO del afloramiento, sin embargo, la pared del cauce está construida en la propia formación travertínica.

Esta formación, descansa sobre las «Arcillas con bloques» y sobre los materiales de las unidades alóctonas infranumídicas. Es muy verosímil que cerca del borde sur el sustrato esté constituido, al menos en parte, por las «capas rojas».

La potencia de la formación travertínica puede estimarse en unos 30-40 metros. La muestra B, representativa de este afloramiento, corresponde

a un nivel, de 1 metro de espesor, con abundantes restos vegetales, de la parte alta de la formación. Efectivamente, una profunda excavación artificial, realizada en la inmediata proximidad del casco urbano, permite reconocer los 6-8 metros terminales de la secuencia. En ellos se puede observar que el citado nivel forma parte de un conjunto en el que alternan arcillas rojas y verdes, finas capas travertínicas y delgados niveles carbonosos, cuya explotación, al parecer, dio lugar a la referida excavación. Existen también pasadas netamente detríticas, comparables a las que citan HARMON et al. (1977), si bien se observan con mayor frecuencia en el talud del camino que, desde Cuevas del Becerro, desciende por el E hacia el arroyo de la Cañada.

2.3. EL AFLORAMIENTO DE LA MESA

Es, probablemente, el afloramiento que resulta más significativo, dadas sus peculiaridades (C, figuras 1 y 2).

En primer lugar, la toponimia local no puede ser más acertada, pues el afloramiento corresponde estrictamente a una «mesa», en el sentido, por ejemplo, de TWIDALE (1976, pág. 105). En efecto, la superficie del travertino constituye una plataforma de extensión limitada, a una cota aproximada de 710 m., aunque culmina a una cota un poco superior (728 m.).

Por otra parte, la profunda disección de la formación travertínica ha dado lugar a un «relieve invertido» (fig. 2, C), absolutamente comparable al descrito por MILLER (1937) cerca de Dahran (Arabia) y citado por TWIDALE (1976, pág. 201).

El río de las Cuevas discurre al N del afloramiento, con una marcada pendiente, entre 600 y 520 metros de cota, mientras que el muro de la formación travertínica se encuentra a unos 680-690 metros. Es digno de resaltar también que en esta ladera, ocupada por los materiales detríticos terciarios de unidades alóctonas infranumídicas del tipo «Campo de Gibraltar», sobre los que descansa en parte la formación reciente, son muy abundantes las masas deslizadas de travertinos, de muy diversos tamaños, que llegan hasta el propio cauce.

Por el SO, la formación travertínica se apoya sobre las «capas rojas» pertenecientes a la secuencia del Subbético Interno de Colorado-Juan

Durán. Estas «capas rojas» constituyen la ladera suroccidental del cerro de La Mesa; el contacto con las calizas jurásicas de la misma unidad se encuentra a una cota de 650 metros (ver corte C, figura 2), unos 50 m. más baja, por tanto, que el muro de la formación travertínica en ese sector. Sin embargo, aún siendo éste el punto de menor cota del contacto, no existe en él manantial alguno, a pesar de coincidir para ello otras circunstancias favorables. Por el contrario, el manantial de Cañameros (cota 540 m.), que surge en niveles margosos de las «capas rojas», tiene un caudal medio de varios centenares de litros/seg. y llega a suministrar máximos de varios miles de litros/seg., que lo configuran, sin duda, como el más importante de una amplia región. Un caudal de tal magnitud no sería explicable sin aceptar que procede, a favor probablemente de una fractura, de las calizas jurásicas, que deben encontrarse muy próximas a la superficie, como se indica en los cortes correspondientes (C y D, fig. 2). Sin embargo, tal circunstancia no puede demostrarse con otros argumentos basados en el reconocimiento geológico de superficie. De este modo, el manantial de Cañameros drenaría no sólo toda el área del afloramiento calizo de Colorado-Juan Durán, sino muy probablemente también la prolongación de esta estructura al sur de la Hoja de Teba. En las proximidades del manantial, y a una cota comparable, existe un pequeño afloramiento de materiales travertínicos cuyas dimensiones no han hecho posible representarlo en la figura 1, aunque sí se ha señalado (exagerado) en el corte C de la figura 2.

La muestra C, estudiada en este trabajo, ha sido recogida en las proximidades de la cumbre del cerro de La Mesa, a una cota aproximada de 720 metros. Se trata, como en los demás casos, de un nivel travertínico con restos vegetales. Es necesario señalar que en el conjunto de la formación son más abundantes que en los afloramientos descritos hasta aquí los niveles coherentes y más escasos los niveles detríticos o arcillosos.

2.4. EL AFLORAMIENTO DE SERRATO

Está situado al ESE del anterior y, como él, constituye un «relieve invertido» al coronar, a una cota de 660 metros, la colina en cuya ladera nororiental está situado el pueblo de Serrato

(D, fig. 1; D y D', fig. 2). El río Serrato está encajado al E del afloramiento y el río de las Cuevas al N del mismo, ambos en cotas comprendidas entre 500 y 540 metros.

La potencia máxima observable de esta formación es del orden de 50 metros; está constituida predominantemente por capas compactas y, en menor cuantía, por niveles con restos vegetales, no muy abundantes, a uno de los cuales corresponde la muestra D (cota aproximada = 650 metros); se trata, en suma, de una secuencia comparable en conjunto a la ya descrita en el apartado correspondiente al afloramiento de La Mesa.

La formación travertínica descansa en su mayor parte sobre materiales terciarios pertenecientes a unidades infranumídicas, mientras que en su borde oriental se apoya directamente sobre las «capas rojas». La superficie de discordancia está situada a una cota de 610-630 metros en el borde occidental del afloramiento, si bien el muro de la formación está a una cota bastante menor en el borde nororiental (aproximadamente 580 m.).

Tampoco en este caso la formación está directamente relacionada con afloramientos de calizas jurásicas, ni con manantial alguno ligado a estas últimas. Conviene advertir, no obstante, que, unos centenares de metros al norte del corte D' (fig. 2), existe un pequeño afloramiento de calizas jurásicas, cuya supuesta prolongación en profundidad está representada en dicho corte. Este afloramiento está situado a cotas comprendidas entre 660 y 700 m., más altas, por tanto, que las que corresponden al conjunto de la formación travertínica de Serrato. Por otra parte, varias observaciones (topografía indecisa en algunos puntos, cambios importantes en la dirección del drenaje, etcétera) sugieren la existencia de recientes modificaciones de la red fluvial. Como más adelante veremos, estos aspectos tienen interés al intentar la reconstrucción de la evolución morfológica e hidrogeológica reciente del sector.

2.5. EL AFLORAMIENTO DEL RIO DE LA VENTA

Este afloramiento está situado a lo largo de la margen izquierda del río de la Venta, al sur de la Sierra de Teba, entre el Tajo del Molino y la confluencia con el río Guadateba (E, figs. 1 y 2).



Foto 1.—La formación travertínica del Río de la Venta.

En primer plano, las «capas rojas» del Cretáceo superior-Oligoceno del Subbético Interno de Teba-Peñarrubia; sobre ellas, la formación travertínica estudiada. En segundo plano, las lomas suaves en las que afloran materiales pertenecientes al «nivel medio» de terrazas del Guadateba. La foto está tomada hacia el Este.

La longitud del afloramiento es de aproximadamente 1 Km. y su anchura del orden del centenar de metros; la superficie horizontal desarrollada sobre estos materiales está perfectamente delimitada entre el cauce del río y los afloramientos más escarpados de una terraza antigua, situada al E (E, fig. 2 y foto 1).

La formación travertínica tiene una potencia de 2 a 4 metros y descansa, mediante una super-



Foto 2.—El Río de la Venta.

A la derecha, las «capas rojas» que afloran en el cauce del río y sobre ellas los materiales pertenecientes a la «terrace media» del Guadateba. Estos son particularmente bien visibles en el talud que se observa al fondo. La foto está tomada hacia el Sur, desde el afloramiento travertínico de la foto 1. Obsérvese que en esta última el travertino descansa directamente sobre las «capas rojas».

(D, fig. 1; D y D', fig. 2). El río Serrato está encajado al E del afloramiento y el río de las Cuevas al N del mismo, ambos en cotas comprendidas entre 500 y 540 metros.

La potencia máxima observable de esta formación es del orden de 50 metros; está constituida predominantemente por capas compactas y, en menor cuantía, por niveles con restos vegetales, no muy abundantes, a uno de los cuales corresponde la muestra D (cota aproximada = 650 metros); se trata, en suma, de una secuencia comparable en conjunto a la ya descrita en el apartado correspondiente al afloramiento de La Mesa.

La formación travertínica descansa en su mayor parte sobre materiales terciarios pertenecientes a unidades infranumídicas, mientras que en su borde oriental se apoya directamente sobre las «capas rojas». La superficie de discordancia está situada a una cota de 610-630 metros en el borde occidental del afloramiento, si bien el muro de la formación está a una cota bastante menor en el borde nororiental (aproximadamente 580 m.).

Tampoco en este caso la formación está directamente relacionada con afloramientos de calizas jurásicas, ni con manantial alguno ligado a estas últimas. Conviene advertir, no obstante, que, unos centenares de metros al norte del corte D' (fig. 2), existe un pequeño afloramiento de calizas jurásicas, cuya supuesta prolongación en profundidad está representada en dicho corte. Este afloramiento está situado a cotas comprendidas entre 660 y 700 m., más altas, por tanto, que las que corresponden al conjunto de la formación travertínica de Serrato. Por otra parte, varias observaciones (topografía indecisa en algunos puntos, cambios importantes en la dirección del drenaje, etcétera) sugieren la existencia de recientes modificaciones de la red fluvial. Como más adelante veremos, estos aspectos tienen interés al intentar la reconstrucción de la evolución morfológica e hidrogeológica reciente del sector.

2.5. EL AFLORAMIENTO DEL RIO DE LA VENTA

Este afloramiento está situado a lo largo de la margen izquierda del río de la Venta, al sur de la Sierra de Teba, entre el Tajo del Molino y la confluencia con el río Guadateba (E, figs. 1 y 2).



Foto 1.—La formación travertínica del Río de la Venta.

En primer plano, las «capas rojas» del Cretáceo superior-Oligoceno del Subbético Interno de Teba-Peñarrubia; sobre ellas, la formación travertínica estudiada. En segundo plano, las lomas suaves en las que afloran materiales pertenecientes al «nivel medio» de terrazas del Guadateba. La foto está tomada hacia el Este.

La longitud del afloramiento es de aproximadamente 1 Km. y su anchura del orden del centenar de metros; la superficie horizontal desarrollada sobre estos materiales está perfectamente delimitada entre el cauce del río y los afloramientos más escarpados de una terraza antigua, situada al E (E, fig. 2 y foto 1).

La formación travertínica tiene una potencia de 2 a 4 metros y descansa, mediante una super-



Foto 2.—El Río de la Venta.

A la derecha, las «capas rojas» que afloran en el cauce del río y sobre ellas los materiales pertenecientes a la «terracea media» del Guadateba. Estos son particularmente bien visibles en el talud que se observa al fondo. La foto está tomada hacia el Sur, desde el afloramiento travertínico de la foto 1. Obsérvese que en esta última el travertino descansa directamente sobre las «capas rojas».

ficie de discordancia espectacular, sobre las «capas rojas» que afloran en el lecho del río (foto 1). Lateralmente, en el borde oriental, los travertinos se superponen a los materiales de la terraza ya citada (fotos 1 y 2).

En esta ocasión predominan las capas con restos vegetales, en general muy abundantes y, a veces, extraordinariamente bien conservados. La muestra E corresponde precisamente a niveles de este tipo. Es digno de citar el hallazgo de un gasterópodo continental, incluido en estas capas (CRUZ-SANJULIÁN, 1974). En ese mismo trabajo se puso de manifiesto la probable relación genética de esta formación travertínica con la fuente termal a la que aparece asociada: Fuente Tolox (M-10, cf. CRUZ-SANJULIÁN y GARCÍA-ROSSELL, 1975).

3. EDAD DE LAS FORMACIONES TRAVERTINICAS ESTUDIADAS

De cada uno de los afloramientos reseñados se ha datado una muestra por el método del ^{14}C . Los resultados obtenidos (1) están recogidos en la tabla 1.

TABLA 1.—DATACIONES POR EL METODO DEL ^{14}C

Muestra	Denominación	% de Carbono moderno	Edad convencional en años B.P.
A	Estación de Cañete	1,17 ± 0,32	35.696 ± 2.188
B	Cuevas del Becerro	3,93 ± 0,61	26.005 ± 1.244
C	La Mesa	3,06 ± 0,40	27.999 ± 1.056
D	Serrato	18,18 ± 0,71	13.693 ± 315
E	Río de la Venta	33,13 ± 0,62	8.872 ± 151

Conviene advertir que estos resultados no están corregidos con el método $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Por otra parte, como señala RICE (1977), el muestreo ha de ser suficientemente cuidadoso para evitar la contaminación por materiales de otra edad (raíces modernas, restos orgánicos actuales, etc.); la validez de las dataciones, además, puede estar afectada por otras causas: plantas acuáticas que hayan absorbido en la fotosíntesis carbonatos disueltos

(1) Los análisis de ^{14}C han sido realizados por Philippe Olive, del Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon les Bains, de l'Université Pierre et Marie Curie (París, Francia).

procedentes de rocas antiguas, variaciones temporales en el contenido en ^{14}C en la atmósfera, etc.

Por ejemplo, GEURTS (1976) ha evidenciado que las dataciones con ^{14}C suministran una edad más antigua que la que resulta del análisis polínico de los mismos materiales, especialmente si éstos son ricos en carbonatos. A pesar de ello, debe concluirse que de los análisis de ^{14}C puede deducirse, al menos, el orden de magnitud de la edad de los materiales estudiados.

De hecho, dataciones de este tipo han proporcionado una escala de tiempo para los últimos 40.000-50.000 años B.P., límite de la utilización convencional del ^{14}C : es decir, para las etapas finales del Pleistoceno y el Holoceno completo. En este sentido, HARMON et al. (1977) han puesto de manifiesto que la tasa de depósito de espeleotemas en las cavernas y formas asociadas, entre las que hay que incluir los travertinos, crece durante las épocas interglaciares, en relación con el incremento de temperatura; en consecuencia, los citados autores señalan que con este tipo de depósitos se puede establecer una cronología interglaciar que correlaciona bien, por otra parte, con las reconstrucciones paleoclimáticas basa-

das, por ejemplo, en el estudio del registro del Pleistoceno marino. En particular, HARMON et al. (1980) demuestran la correlación existente entre las dataciones de algunas formaciones travertínicas y los registros conseguidos, tanto con los isótopos de Oxígeno de foraminíferos marinos, como con la cronología de espeleotemas del penúltimo interglaciar en Norte América y Europa.

Es prácticamente general el acuerdo en situar el límite Holoceno-Pleistoceno, entendido como el paso de un período glacial a otro postglacial, alrededor de 10.000-11.000 años B.P. (cf. FAIRBRIDGE,

1968, y TWIDALE, 1976). Algunos autores, sin embargo, estiman que tal diferenciación es innecesaria, al considerar la época actual como una fluctuación climática más dentro de la evolución general característica del Pleistoceno (cf. RICE, 1977, página 22). Habida cuenta de que la instauración de un régimen postglacial no ha sido coetánea en todas las localidades, dicho límite debe ser considerado convencional y arbitrario (cf. TWIDALE, 1976, pág. 457).

En cualquier caso, aceptada dicha cronología, los travertinos estudiados serían Pleistocenos, exceptuado el del río de la Venta que sería Holoceno.

El Holoceno puede subdividirse en varias etapas diferenciadas por la temperatura: la primera de ellas (Preboreal) sería la más fría, pero, a pesar de ello, notablemente más cálida que el Pleistoceno; la etapa Boreal, iniciada aproximadamente hace 8.700 años, representaría un aumento de temperatura que se mantendría también al principio de la etapa Atlántica (7.500-4.500 a. B.P.), y con una temperatura media unos 2,5° C superior a la actual en las latitudes medias; la última etapa (Medio-termal, que incluye el Subboreal y el Subatlántico) estaría marcada por un enfriamiento relativo, ya iniciado después del principio de la etapa Atlántica. Una de las características distintivas del lapso que comprende la etapa Boreal y la primera parte de la etapa Atlántica, que ha recibido también la denominación de «Óptimo climático» en razón del régimen de temperaturas correspondientes, es la frecuente acumulación de «tobas» y travertinos en terrenos calizos (FAIRBRIDGE, *op. cit.*, pág. 531). Sin embargo, son numerosos los autores que sitúan el comienzo del depósito de formaciones travertínicas holocenas en el Preboreal, coincidiendo con el aumento de la densidad de la vegetación, si bien parece que la acumulación travertínica tuvo su apogeo en las etapas más cálidas y secas del Boreal —al que GEURTS (1976), por ejemplo, atribuye la práctica totalidad de los travertinos belgas, con velocidades medias de depósito de hasta 28 mm/año— y el principio de la etapa Atlántica. El travertino del río de la Venta (Teba) se situaría, dada la edad obtenida, en la etapa Preboreal, lo que podría indicar una precoz suavización de temperaturas en esta región. En cualquier caso parece probable que el depósito haya continuado hasta épocas más recientes de las que, por el momento, no pueden aportarse otros datos precisos.

Por lo que se refiere a los otros cuatro afloramientos estudiados, la edad obtenida (tabla 1) justifica su atribución al Pleistoceno.

En el Pleistoceno se han identificado seis períodos fríos (cf. TWIDALE, 1976), de los cuales los dos últimos son los incluidos en la última glaciación (Würm, en la terminología alpina), correspondiente al Pleistoceno superior (Weichseliense). Sin embargo, dentro de cada etapa glacial se han puesto de manifiesto varios interestadios (2-3), correspondientes a otras tantas oscilaciones climáticas, si bien menos acusadas. De este modo, en el Weichseliense, cuyo comienzo se sitúa alrededor de 67.000 años B.P., coincidiendo con el enfriamiento que marca el inicio de la última glaciación (cf. FAIRBRIDGE, 1968, pág. 923), EMILIANI (1955) ha revelado, a partir del análisis isotópico $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ de caparzones en testigos de sondeo en fondos marinos, tres épocas de suavización de la temperatura: alrededor de los 50.000, 40.000 y 15-10.000 años B.P.; aunque no completa, existe una notable coincidencia de tales datos con los precedentes del estudio de polen y de las formaciones del delta del Rin (ZAGWIJN, 1963, in FAIRBRIDGE, 1968).

De acuerdo con ello, se puede situar la formación travertínica de Serrato (13-14.000 años B.P.) en el Weichseliense terminal, mientras que las formaciones de Cuevas del Becerro y La Mesa (25-29.000 años B.P.) y la de la Estación de Cañete Real (33-37.000 años B.P.) deben ser atribuidas a sendos interestadios del Weichseliense medio (cf. FAIRBRIDGE, *op. cit.*). En todos los casos corresponderían a la etapa denominada provisionalmente post-Tyrreniense por ISSAR (1980), la más reciente de las tres unidades cronoestratigráficas en que considera subdividido el Pleistoceno marino en Israel y cuya utilización recomienda en toda el área mediterránea; para el citado autor, el clima en esta etapa no sería en Israel muy diferente del actual y no encuentra evidencias de que los períodos glaciales coincidan con etapas húmedas en dicha región.

Las dataciones reseñadas no difieren excesivamente de las conocidas en otros países; ATKINSON et al. (1978) también señalan que el depósito de espeleotemas cesó o fue drásticamente reducido durante las épocas de condiciones periglaciales y glaciales; en el mismo trabajo, clasifican los espeleotemas de Gran Bretaña, según su edad

(obtenida a partir del método $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$), en cuatro grupos que asignan a otros tantos interglaciales e interestadios de condiciones climáticas no glaciales; por hacer referencia tan sólo a los más recientes, únicos que interesan a los objetivos de este trabajo, sitúan el comienzo del depósito en 17.000 años B.P. («Late Devensian», en la terminología de los citados autores), y aseguran que continúa hasta el presente. A este grupo corresponderían en nuestro caso los travertinos de Serrato y río de la Venta. Coincidiría también su edad con la establecida para el último interglaciar por HARMON et al. (1977). De igual modo, GASCOYNE 1977 (in ATKINSON et al., 1978) pone de manifiesto tres grupos de espeleotemas: uno Holoceno, otro con una edad de 37.000 años B.P. y un tercero más antiguo (90.000-140.000 años B.P.). El primero de ellos sería equiparable, en cuanto a su edad, a la formación del río de la Venta y el segundo a la de la Estación de Cañete. En opinión de ATKINSON et al. (op. cit.), esta última edad podría representar parte del interestadio «Complejo Upton Warren» de COOPE, 1975 (in ATKINSON et al., op. cit.).

4. INTERPRETACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La edad del travertino del río de la Venta permite sugerir que a lo largo del Holoceno no ha habido en dicho sector modificaciones importantes en el condicionamiento hidrogeológico. Por lo que se refiere a la evolución morfológica, puede señalarse un encajamiento del río de la Venta de 4-5 m. (fotos 1 y 2) a lo largo de, aproximadamente, 9.000 años (la muestra E procede de la parte superior de la formación travertínica). Ello supondría una tasa media de excavación, durante dicho lapso, de aproximadamente 0,5 mm/año.

En cuanto a la evolución Pleistocena en el sector del río de la Venta, poco se puede añadir al trabajo de LHENAFF (1967), quien puso de manifiesto tres niveles de terrazas en la parte superior de la red del río Guadalhorce: un nivel de terrazas bajas (2 m.), un nivel medio (15-25 m.) y la terraza alta (60-100 m.). Dicho autor las consideró terrazas climáticas construidas durante los períodos fríos del Cuaternario, mientras que las fases de excavación serían atribuibles a los períodos cálidos; aunque sin precisar la cronología correspondiente, LHENAFF (op. cit.) supone que las terra-

zas bajas (2 m.) son contemporáneas y recientes. En efecto, se puede asegurar que el travertino de Teba es posterior al nivel medio de terrazas de LHENAFF (op. cit.) que, en consecuencia, es pre-Holoceno; entre ambos depósitos, además, medió una fase de excavación. Sin embargo, no se pueden establecer relaciones entre el travertino de Teba y las terrazas bajas, dado que no es factible realizar observaciones al respecto; en principio, nada se opone a que sean, al menos en parte, coetáneos.

En el sector de la Estación de Cañete es innegable que el río Corbones está excavando en la actualidad su cauce. No obstante, y a falta de otras observaciones complementarias, no se puede asegurar que todo el encajamiento sea posterior a la acumulación de la formación travertínica. De hecho, hay que hacer notar que el drenaje del acuífero de Cañete en este sector se realiza actualmente, en parte, al nivel de la superficie del travertino. No se conoce por el momento la edad de la base de la formación travertínica, puesto que la única muestra estudiada procede de la parte alta de la misma; tampoco se dispone de otros datos de la evolución morfológica más reciente del sector; en estas condiciones sólo se puede sugerir que el ritmo de excavación media de 4 mm/año, durante los últimos 35.000 años, es un límite máximo, probablemente exagerado.

En cuanto a las formaciones travertínicas de Cuevas del Becerro y La Mesa, a pesar de la muy diferente situación topográfica actual, presentan suficientes caracteres convergentes para ser tratadas conjuntamente. En primer lugar, en los dos casos la base de la formación está a una cota comparable: 680-690 m. aproximadamente; la potencia de ambas formaciones es similar (del orden de 40 metros), y, de hecho, ambas formaciones culminan también a parecida cota: 733 m. en Cuevas del Becerro y 728 m. en La Mesa. Y, finalmente, ambas presentan una edad muy próxima: alrededor de 26.000-28.000 años (tabla 1). En ambos casos, las dos formaciones se encuentran en el borde Norte de los afloramientos calizos del conjunto de Llanos de Carrasco-Castillón-Colorado-Juan Durán, pertenecientes al Subbético Interno, y precisamente en la zona de descarga de los mismos a la red del río Guadateba (río de las Cuevas). Todas estas consideraciones parecen asegurar un origen común, ligado al nivel de base que controlaba la descarga de los acuíferos calizos.

En el caso de Cuevas del Becerro, el drenaje del acuífero calizo de Castellones, relieve al que está adosada la formación travertínica (fig. 2, B), se realiza todavía al nivel de la superficie de ésta; el encajamiento de la red ha sido pequeño y puede estimarse en 1 mm/año de media, como máximo, habida cuenta las limitaciones ya expuestas en el caso de la Estación de Cañete, que es innecesario repetir.

Sin embargo, la situación actual en La Mesa, a pesar de la escasa distancia entre ambos afloramientos, es radicalmente distinta y merece un análisis más detallado. En primer lugar, la formación travertínica está desconectada de los afloramientos calizos (fig. 2, C); por otra parte, la descarga del acuífero no se realiza en la actualidad al nivel de la superficie del travertino, sino 190 metros más abajo, en el manantial de Cañameros, a una cota de 540 metros, muy próxima a la del río de las Cuevas en ese sector. Parece deducirse que ha habido, entre el depósito del travertino de La Mesa (aproximadamente 28.000 años B.P.) y la actualidad, una profunda modificación en las condiciones de descarga del acuífero, al tiempo que una no menos llamativa evolución morfológica.

Pero conviene recordar que, a escasa distancia del travertino de La Mesa, aflora otra formación travertínica: la de Serrato. Su situación respecto a los afloramientos calizos de Juan Durán es similar a la que acaba de ser descrita (fig. 2, D') y tampoco en este caso existe conexión directa, ni con los citados afloramientos, ni con la zona de descarga actual del acuífero. El muro de la formación está a una cota (610-630 m., en el borde más cercano a Juan Durán) inferior al de La Mesa y existe en las proximidades (entre el travertino y el relieve de Juan Durán) un afloramiento calizo a una cota de 660-700 m., en una relativamente profunda entalladura en las «capas rojas». Si a ello se añade que la edad de esta formación (13.500-14.000 años B.P.) es más reciente que la de La Mesa, resulta sumamente sugestivo relacionar estos hechos, considerándolos registros «fósiles» sucesivos de una historia común. De este modo, parece coherente suponer que la descarga del acuífero se realizaba hace 28.000 años de acuerdo con un nivel de base semejante en el sector de Cuevas del Becerro y La Mesa, en relación con el cual tuvo lugar el depósito de ambos travertinos. El encajamiento de la red,

al NE de Juan Durán, en una primera etapa dio lugar al «relieve invertido» de La Mesa y provocó el descenso progresivo del nivel de base al cual se realizaba el drenaje del acuífero. Como un hito más en esta evolución, hace 13.500-14.000 años la descarga tenía lugar a nivel del pequeño afloramiento calizo situado a la cota de 660-700 m., en relación con el cual, o en una etapa ligeramente posterior, tuvo lugar el depósito del travertino de Serrato (fig. 2, D'). Una nueva fase erosiva dio lugar al «relieve invertido» de Serrato, acentuó dicho carácter en La Mesa y provocó el nuevo descenso del nivel de descarga hasta el manantial de Cañameros, acorde con el nivel de base actual (figura 2, D).

Una tal evolución habría supuesto un encajamiento de la red extraordinariamente rápido. En efecto, de acuerdo con los datos expuestos, la velocidad media de encajamiento de la red en la primera etapa sería de 7,5 mm/año y en la segunda de 8,7 mm/año.

Es evidente que estos valores son muy elevados; sin embargo, al margen de las posibles fuentes de error ya señaladas, algunas observaciones sugieren la existencia de una rápida evolución en el sector: en este sentido se ha citado ya el hecho de que el Río de las Cuevas presenta una pendiente bastante acusada en el sector comprendido entre el manantial de Cañameros y Cuevas del Becerro, que contrasta desde luego con las características del resto de la red aguas abajo. Del mismo modo, en la ladera Norte del cerro de La Mesa son muy abundantes las masas deslizadas de travertinos, cuya presencia sugiere también una rápida evolución reciente.

Quizá no sea ocioso señalar que TALOUR (1976), en el macizo de Grand Som, en Chartreuse, pone en evidencia la instalación de antiguas redes a niveles correspondientes a diferentes fases interglaciales del Cuaternario. En concreto, cita una excavación de los valles en la glaciación del Würm del orden de 300 m., mientras que, por el contrario, en el mismo período el hundimiento de las redes kársticas fue muy débil. Sin embargo, después de la glaciación, en opinión de TALOUR (op. cit.), las surgencias alcanzaron el fondo de los valles, de modo que este hundimiento se ha hecho de manera muy rápida y continúa aún actualmente.

Parece, por tanto, que la rápida evolución re-

ciente sugerida en el valle del Guadateba puede encontrar equivalentes en otros sectores, aunque TALOUR (op. cit.) no facilita datos cronológicos cuantitativos que permitan establecer la oportuna comparación.

ATKINSON et al. (1978), por su parte, han diferenciado en Gran Bretaña cavernas originadas sobre y bajo el nivel freático, basándose en sus características; la datación de los espeleotemas correspondientes a cada una de ellas les ha permitido identificar una antigua posición del nivel freático a 85 metros sobre el fondo de los valles principales actuales, de modo que las antiguas cuevas fueron completamente drenadas muy rápidamente por un rejuvenecimiento. Incluso llegan a detectar una segunda posición del nivel freático, seguida por un nuevo rejuvenecimiento de 7-20 m. hasta la posición actual. En el mismo trabajo, ATKINSON et al. (op. cit.) citan cavernas efluentes «fósiles», situadas 70 m. por encima de los actuales manantiales, de modo que, en algún caso, tales cuevas (en la pared de la garganta de Cheddar, al S de Bristol) correlacionan bien con la antigua posición del nivel piezométrico. En la región de La Mesa y Serrato, esos registros «fósiles» de antiguas posiciones del nivel freático, están representados, en nuestra opinión, por las formaciones travertínicas. ATKINSON et al. (1978) sugieren utilizar la edad de los espeleotemas para datar los episodios erosivos; la notable coincidencia con nuestras conclusiones continúa si se advierte que también consideran muy rápidos los procesos de rejuvenecimiento, aunque achacan el encajamiento de los valles a la erosión glacial; los referidos autores han determinado que el descenso absoluto del nivel de base local en Mendip-Hills ha sido de 70 m. (diferencia de cotas entre surgencias «fósiles» y manantiales actuales) en 360.000 años. Estas cifras permiten estimar una tasa media de encajamiento de la red (0,2 mm/año) que resulta ser 40 veces menor que la calculada en la cuenca del Guadateba. Sin embargo, esta notable diferencia debe ser matizada, puesto que las medias indicadas se refieren a lapsos de tiempo de muy distinta magnitud; de este modo, la media calculada en Mendip-Hills para 360.000 años puede distorsionar apreciablemente la velocidad real del proceso, pues el encajamiento total ha podido adquirirse en uno o varios períodos cortos de tiempo, como los propios autores parecen apuntar.

A la vista de los anteriores resultados, es necesario reconsiderar cuidadosamente las cuestiones relativas a la edad de los procesos que han originado los rasgos morfológicos principales del relieve actual. Es un hecho generalmente admitido que en el ámbito de la Cordillera Bética buena parte de la morfología actual data del Plioceno y Pleistoceno. Aun aceptando dicha afirmación, no se puede descartar que en algunos sectores ha podido existir una importante evolución reciente en el Pleistoceno medio y/o terminal, e incluso en el Holoceno, con decisiva influencia en el relieve y en el condicionamiento hidrogeológico. No se descarta la posible influencia en dicha evolución de la actividad Neotectónica, si bien no se pueden aportar otros argumentos que permitan asegurarlo en este caso.

Naturalmente, para interpretar esta evolución, serán sumamente útiles los datos paleoclimatológicos; de ahí el interés de la continuación del estudio de las formaciones travertínicas, en especial si se realizan determinaciones de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ que pueden aportar una valiosa información al respecto. Será necesario también un análisis más detenido de las particularidades de las secuencias estratigráficas; ello podrá proporcionar una visión más completa y detallada de la evolución reciente y de las consiguientes implicaciones geomorfológicas e hidrogeológicas, que han podido plantearse, al menos en sus líneas generales, en el presente trabajo.

5. CONCLUSIONES

Se han datado por el método del ^{14}C cinco formaciones travertínicas en las cuencas del río Guadateba y del río Corbones. En todos los casos el depósito de tales materiales parece estar relacionado con episodios cálidos, o en todo caso interestadios templados, del Pleistoceno y Holoceno.

La formación del río de la Venta tiene una edad de 8.872 ± 151 años B.P., de modo que debe ser atribuida al Holoceno; el comienzo del depósito corresponde a la etapa Preboreal (inmediatamente postglacial), aunque ha podido continuar durante la etapa Boreal y Atlántica («Óptimo climático»).

En este sector del río de la Venta se pone de manifiesto un ligero encajamiento de la red a lo largo del Holoceno, con una tasa media de excavación de 0,5 mm/año. El travertino descansa so-

bre una terraza (nivel medio, de LHENAFF) y entre ambos depósitos medió una fase de excavación; ello permite sugerir una edad Pleistocena para aquélla (en todo caso pre-Holocena).

Las otras cuatro formaciones travertínicas son atribuibles al Pleistoceno superior (Weichselien = Würm en la terminología alpina). Sus edades permiten situar el origen de la formación de Serrato (13.693 ± 315 años B.P.) en el Weichseliense terminal, mientras que las formaciones de Cuevas del Becerro y La Mesa (26.005 ± 1.244 y 27.999 ± 1.056 años B.P., respectivamente) y la de la Estación de Cañete la Real (35.696 ± 2.188 años B.P.) deben ser atribuidas a sendos interestadios del Weichseliense medio.

En el sector de la Estación de Cañete, se puede aceptar que el valor máximo de la tasa media de excavación del río Corbones en los últimos 35.000 años es de 4 mm/año, valor probablemente exagerado.

En el sector Cuevas del Becerro-La Mesa-Serrato se evidencia una rápida evolución reciente que ha introducido profundas modificaciones morfológicas e hidrogeológicas. Se puede aceptar que las formaciones de Cuevas del Becerro y La Mesa son coetáneas y probablemente ligadas a la zona de descarga del acuífero calizo de Castellones-Juan Durán, a una cota similar en ambos casos de 730-740 m., hace 28.000 años, aproximadamente. Mientras en el sector de Cuevas el encajamiento ha sido pequeño (1 mm/año) el encajamiento progresivo de la red en el sector de La Mesa ha supuesto la consiguiente modificación del nivel de base del citado acuífero. Hace 13.500-14.000 años, el drenaje se realizaba, en el sector de Serrato, a una cota de 660-670 m., época en la cual se depositó la formación de Serrato. Una nueva fase erosiva desplazó la zona de descarga hasta su situación actual en el manantial de Cañameros (540 m.). Ello supone una velocidad media de encajamiento de la red de 7,5 mm/año en la primera etapa y de 8,7 mm/año en la segunda. Entre otros efectos esta evolución ha dado lugar a los notables «relieves invertidos» de La Mesa y Serrato.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los Profs. Drs. Solé Sabarís y Fontboté Mussolas, así como al Dr. Juliá, sus valiosas

observaciones al original, y al Prof. Dr. Trilla Arrufat su amable gestión para la realización de los análisis.

BIBLIOGRAFIA

- ATKINSON, T. C.; HARMON, R. S.; SMART, P. L. and WALTHAM, A. C.: *Palaeoclimatic and geomorphic implications of $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates on speleothems from Britain*. Nature, vol. 272, pp. 24-28, 5 fig., 1 tab. (1978).
- COOPE, G. R.: *Geol. J. Spec. Issue 6* (1975).
- CRUZ-SANJULIÁN, J.: *Estudio geológico del sector Cañete la Real-Teba-Osuna (Cordillera Bética, región occidental)*. Tesis doctorales de la Univ. Granada, núm. 71, Secretariado Pub. Univ. Granada, XII + 431 pp., 37 fig., 2 tab., 1 lám. f. t., 1 plano f. t. (1974).
- CRUZ-SANJULIÁN, J.: *Funcionamiento hidrogeológico de la Sierra de Cañete (Málaga). Bases y propuestas para un estudio*. Acta Geol. Hisp., año XI, núm. 1, pp. 15-20, 2 fig., 1 tab. (1976).
- CRUZ-SANJULIÁN, J.: *Cartografía geológica y Memoria explicativa de la Hoja 1.037: Teba (15-43)*. M. A. G. N. A., escala 1:50.000, IGME, 73 pp. (preprint) (in litt.).
- CRUZ-SANJULIÁN, J., y GARCÍA-ROSSELL, L.: *Termalismo en España meridional*. Bol. Geol. Min., t. LXXXVI-II, pp. 179-186, 1 fig., 4 tab. (1975).
- EMILIANI, C.: *Pleistocene temperatures*. J. Geol., vol. 63, pp. 538-578 (1955).
- FAIRBRIDGE, R. W. (ed.): *The Encyclopedia of Geomorphology*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, 1295 pp. (1968).
- GASCOYNE, M.: *British Cave Research Association Westonzoyland*. Proc. 7th Int. Speleol. Congress, Sheffield, pp. 208-210 (1977).
- GEURTS, M. A.: *Genèse et stratigraphie des travertins de fond de vallée en Belgique*, Acta Geographica Lovanien-sis, vol. 16, 66 pp., 3 figs., 7 tab., 6 fotos, Anexo 17 láms. (1976).
- HARMON, R. S.; FORD, D. C. and SCHWARZ, H. P.: *Interglacial chronology of the Rocky and Mackenzie Mountains based upon $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dating of calcite speleothems*. Can. Jour. Earth Sci., vol. 14, núm. 11, pp. 2543-2552, 2 fig., 1 tab. (1977).
- HARMON, R. S.; GLAZEK, J. and NOWAK, K.: *$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dating of travertine from the Bilzingsleben archaeological site*. Nature, vol. 284, pp. 132-135, 3 fig., 2 tab. (1980).
- ISSAR, A.: *Stratigraphy and paleoclimates of the Pleistocene of Central and Northern Israel*. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., vol. 29, pp. 261-280, 6 figs., 1 tab. (1980).
- LHENAFF, R.: *Problèmes géomorphologiques de la Vallée*

- du Guadalhorce (Andalousie)*. Mélanges Casa de Velasquez, III, pp. 5-28, 3 fig. f.t. (1967).
- MILLER, R. P.: *Drainage Lines in Bas-relief*. J. Geol., 45, pp. 432-438 (1937).
- RICE, R. J.: *Fundamentals of Geomorphology*. Longman Group Ltd., London, 387 pp. (1977).
- TALOUR, B.: *Hydrologie du Massif du Grand Som*. *Hydro-dynamique des circulations souterraines*. Deuxième Coll. d'Hydrologie en pays calcaire, Ann. Sci. Univ. Besançon (Géologie), 3ème série, fasc. 25, pp. 405-409 (1976).
- TWIDALE, C. R.: *Analysis of Landforms*. John Wiley and Sons Australasia Pty. Ltd., Sydney, 572 pp. (1976).
- ZAGWIJN, W. H.: *Pleistocene stratigraphy in the Netherlands, based on changes in vegetation and climate*. Geol. Survey Neth., pp. 173-196 (1963).

Recibido: septiembre 1980

Ijolitas-Sienitas-Carbonatitas de los macizos del norte del Complejo Plutónico Basal de Fuerteventura (Islas Canarias)

Por: J. L. BARRERA (*); S. FERNANDEZ SANTIN (*); J. M.^a FUSTER (*), y E. IBARROLA (*)

RESUMEN

En el presente trabajo se estudian petrográficamente y geoquímicamente las rocas plutónicas alcalinas y carbonáticas asociadas, que afloran en la parte norte de Fuerteventura.

Las rocas ijolíticas s.l. tienen términos ijolíticos s.s. y algunos melteigíticos.

Las sienitas son del tipo intermedio, ricas en nefelina, aunque hay algunas sin ella.

En general, tanto ijolitas como sienitas están enriquecidas en Ba, Ce, La, Nb, Rb, Sr, V y Zr. De las características de campo y geoquímicas, parece deducirse que las rocas ijolíticas y sieníticas guardan una estrecha relación genética.

Las Carbonatitas son alvikitas egirínicas, feldespáticas y biotíticas, con altas concentraciones en Ce, La e Y, y muy altas en Sr. Se generan a partir de un diferenciado rico en CO₂, que sufre contaminación cortical durante su ascenso.

ABSTRACT

The alkaline plutonic rocks and associated carbonatites of the north of Fuerteventura island, are studied both petrographically and geochemically.

Ijolite s.l. rocks are composed by a variety of types such as ijolites s.s. and melteigites.

Syenites are intermediate types with nepheline as main mineral.

Usually, both ijolites and syenites contain large concentrations of Ba, Ce, La, Nb, Rb, Sr, V and Zr. The petrochemistry and field relations suggest that ijolite and syenite rocks have a close genetic relationship.

Carbonatites are composed by egirinic, feldspathic, and biotitic alvikites, all enriched in Ce, La, Y, and specially Sr. These rocks have been generated as a differentiation product rich in CO₂, which is contaminated by the crust during the uplift.

INTRODUCCION

En las Islas Canarias las formaciones volcánicas subaéreas que forman la mayor parte de la supraestructura visible de la isla se apoyan sobre un complejo litológico, el Complejo Basal (FUSTER et al., 1968), formado por sedimentos turbidíticos mesozoicos (Cretácicos) y brechas y lavas submarinas posteriores. Este conjunto sedimentario y volcánico, durante el Terciario estuvo sometido a un importante régimen tensional que facilitó la penetración generalizada de rocas ígneas, formándose en un primer período un enjambre filoniano de gran densidad (por término

medio ocupan más del 75 por 100 del volumen del conjunto), seguido de un período de emplazamiento de rocas plutónicas máficas y ultramáficas de carácter alcalino.

Las relaciones de contacto observadas en el terreno permiten deducir que dentro del período de penetración plutónica han existido al menos cuatro episodios diferentes (FUSTER et al., 1980), estando formado el más antiguo por rocas ultraalcalinas que producen a veces un intenso metasomatismo y fenitización en las formaciones encajantes, en general rocas submarinas y diques asociados. A este primer episodio de penetración plutónica están asociadas carbonatitas, descritas ya por FUSTER et al. (1968).

En general (figura 1), las rocas ultraalcalinas

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

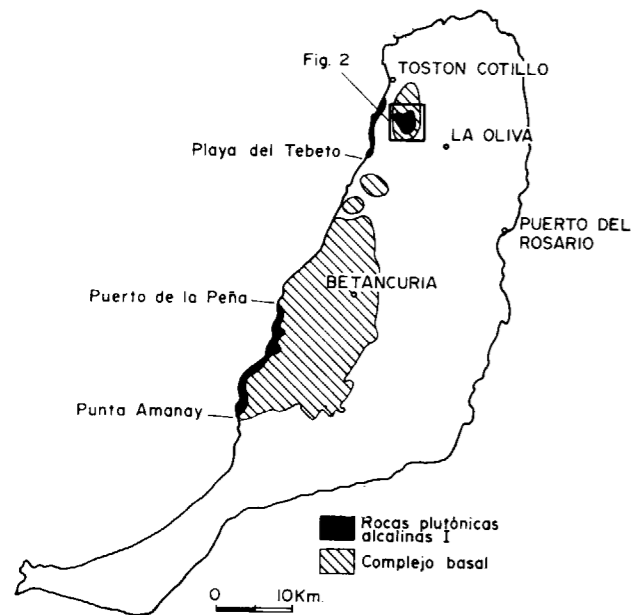


Figura 1.—Mapa de situación general.

del primer estadio plutónico se localizan en la zona occidental del Complejo Basal de Fuerteventura, cerca de la costa, pudiéndose inferir por su distribución geográfica que las formaciones de este grupo se prolongan hacia el Oeste por debajo del mar actual.

Estudiaremos en este trabajo las características petrológicas y geoquímicas de las carbonatitas y rocas alcalinas asociadas del sector norte del Complejo Basal.

RELACIONES DE CAMPO

El sector representado en la figura 2 corresponde al extremo septentrional del Complejo Basal.

Los materiales más antiguos de este Complejo pertenecen a la formación volcánica submarina, constituida en este sector por brechas basálticas y traquibasálticas, cortadas por una red filoniana que alcanza por término medio una densidad superior al 90 por 100 del total de la roca encajante. Estos diques son fundamentalmente de oceanitas, ankaramitas, basaltos alcalinos y traquibasaltos. Sus direcciones dominantes están comprendidas entre N 30° E y N 40° E.

La serie volcánica submarina está atravesada y metamorfozada por rocas alcalinas que en superficie aparecen en tres afloramientos independientes: el macizo de Los Jablitos, con forma elipsoidal (500 × 250 m.); el macizo de Las Montañetas, con una forma circular de unos 450 m. de diámetro, y el macizo del Barranco de Agua Salada, que es el más extenso, prolongándose hacia el sur y el este de la zona representada en la figura 2. Los macizos de Jablitos y Montañetas forman macizos circunscritos constituidos por rocas de la serie ijolita-sienita nefelínica. En el afloramiento del Bco. de Agua Salada, además de estas rocas están representadas otras que pueden interpretarse como rocas alcalinas producidas por fenitización de la formación volcánica submarina.

Las ijolitas y sienitas están muy relacionadas entre sí, observándose incluso facies mixtas o híbridas entre las dos. En todos los casos vistos, las relaciones intrusivas ponen de manifiesto que las sienitas son posteriores a las ijolitas.

Los tres macizos pueden interpretarse como facies apicales de intrusiones mayores existentes en profundidad. En ellos, las carbonatitas se presentan en forma de venas o diques irregulares de dimensiones decimétricas o métricas, que se han emplazado con posterioridad a la formación de las ijolitas y sienitas o de las facies fenitizadas.

En el sector septentrional del plano (figura 2), tanto las rocas submarinas como las rocas plutónicas ultraalcalinas están penetradas por una intrusión posterior de wehrlitas, gabros olivínicos y gabros, los cuales representan el extremo meridional del plutón de Montaña Blanca-Miloch. Este plutón, como muchos de igual naturaleza en la isla, tienen un emplazamiento pasivo con efectos térmicos en los materiales encajantes (STILLMAN, FUSTER et al., 1975; MUÑOZ Y SAGREDO, 1974).

El período de intrusión filoniana, que tuvo su clímax después de originada la formación volcánica submarina, se atenúa gradualmente y se imbrica en el tiempo con el período de penetraciones plutónicas. Así, en los macizos de rocas ultraalcalinas existe aún una proporción considerable de diques (en general inferior al 50 por 100), mientras que en el plutón posterior de gabros y wehrlitas la densidad es menor, no llegando en ningún caso al 20 por 100.

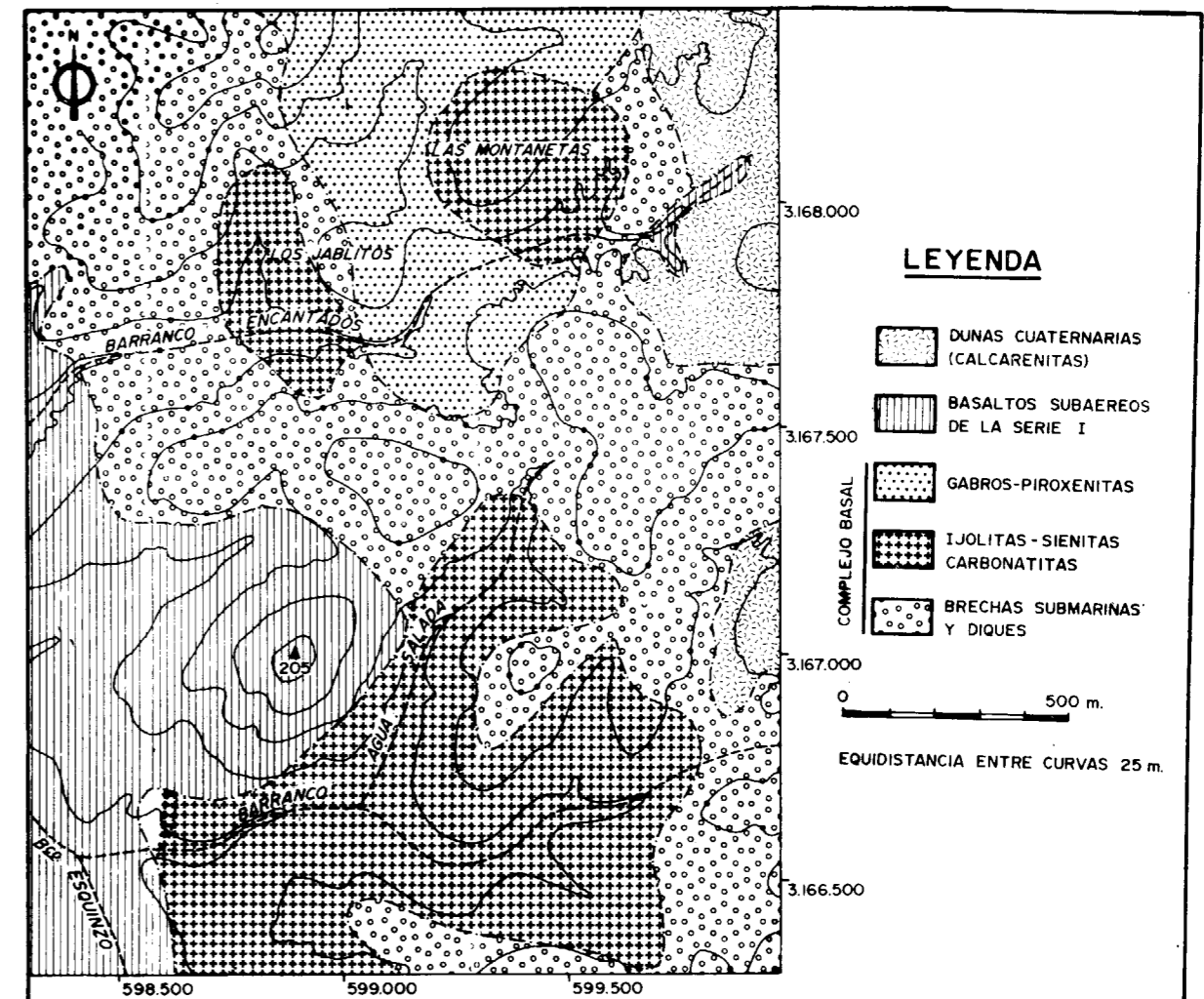


Figura 2.—Mapa geológico de las rocas alcalinas del norte de Fuerteventura.

Todo este conjunto está recubierto, especialmente en el Sur y en el Oeste, por una formación tabular de coladas y piroclastos subhorizontales de carácter subaéreo, que constituye la base de la Serie I extrusiva. Estas coladas se apoyan sobre una discordancia erosiva tallada sobre las formaciones anteriores. También en esta serie hay sectores localizados con abundante proporción de diques, ≈ el 20 por 100.

En todo el área estudiada, y más concretamente en el Noroeste, existen depósitos de calcarenitas eólicas de edad cuaternaria, que cubren en gran parte las formaciones ígneas.

Tipos litológicos de los macizos alcalinos

Los tres macizos de rocas alcalinas están compuestos en su mayoría por ijolitas o ijolitas feldespáticas y sienitas nefelínicas con contenido variable en máficos. Los términos ijolíticos son los más abundantes del grupo. Cortando a todas estas rocas existen diques leucosieníticos, diques y venas carbonatíticas y diques de nefelinitas. En los bordes de los macizos aparecen brechas alcalinas polymicticas con fragmentos angulosos de ijolitas, sienitas nefelínicas y nefelinitas. Estas brechas representan probablemente zonas de fluidificación y arrastre por productos volátiles póstomos. Dentro de los sectores ijolíticos aparecen

pequeñas porciones de rocas glimmeríticas que interpretamos como producto de fenitización carbonatítica.

En Los Jablitos la mayoría de las rocas son ijolitas de grano grueso y sienitas nefelínicas de grano medio-grueso, en las que destacan grandes cristales idiomorfos de feldespato alcalino. El plutón está ligeramente zonado, situándose las sienitas en las partes más externas y las ijolitas en las partes centrales. Hay venulaciones muy finas de carbonato y feldespato que cortan a las rocas anteriores y que no producen grandes transformaciones metasomáticas en ellas. En algunos sectores del contacto aparecen brechas alcalinas de matriz ocre-vinosa.

En el macizo de Las Montañetas aflora un conjunto rocoso muy parecido al de Los Jablitos. La diferencia principal está en que hay un mayor desarrollo de venas feldespáticas y carbonatíticas. Globalmente las rocas también tienden a situarse de forma concéntrica, siendo la parte central de composición ijolítica y, conforme nos desplazamos hacia el borde, se pasa a zonas sieníticas y carbonatíticas. Sobre todo, las carbonatitas y diques feldespáticos afloran exclusivamente en las áreas más externas del plutón. Las ijolitas son heterogranulares, con cambios extremos en sus texturas. Hay facies microijolíticas y otras de tipo pegmatóide con egrinas paralelas que definen texturas en peine.

Las sienitas son menos abundantes que las ijolitas y, además de atravesarlas en venas, se pueden presentar en masas pequeñas. La anchura de las venas es variable desde pocos centímetros hasta 20 ó 30 cm. Suelen presentarse varias generaciones que se cortan entre sí, y que intruyen sobre las ijolitas produciendo brechificaciones y fenómenos de hibridación mutua.

Los diques y venas de carbonatitas son abundantes y también se presentan en varias generaciones. Tienen colores ocre y violáceos con variedad de grano desde grueso a fino. Muchos de estos diques están zonados con áreas marginales más feldespáticas y con partes internas carbonatíticas, las cuales engloban cristales idiomorfos de feldespato potásico, a veces de gran tamaño (5 ó 6 cm.). En las aureolas de contacto sobre las ijolitas producen intensos efectos de alcalinización con cristalización de biotita (roca glimmerítica).

En el macizo del Bco. de Agua Salada las rocas no tienen variaciones importantes respecto a los dos macizos anteriores. Solamente en algunos puntos marginales aparecen diques de nefelinitas porfídicas de color oscuro, en los que destacan fenocristales blancos de nefelina de 3 y 4 mm. de tamaño. En algunas áreas las ijolitas de grano grueso forman venas o zonas irregulares incluidas en el material de grano más fino. Otras veces es a la inversa. Este hecho nos lleva a pensar en varias generaciones de ijolitas que, aunque son todas cogenéticas, tienen distintos momentos y formas de cristalización.

En general, las carbonatitas de este macizo son muy micáceas, tienen orientación fluidal y encajan sobre ijolitas pegmatoides.

PETROGRAFIA Y QUIMISMO DE LOS MACIZOS CIRCUNSCRITOS DE ROCAS ALCALINAS

Serie «ijolitas-sienitas»

El conjunto de ijolitas, ijolitas feldespáticas y sienitas que se encuentran en los macizos circunscritos, parece que guardan una estrecha relación genética aunque se hayan emplazado en períodos diferentes.

En el triángulo modal A-M-Ne de SARANTSINA y SHINKAREV (1967) (figura 3) se han proyectado

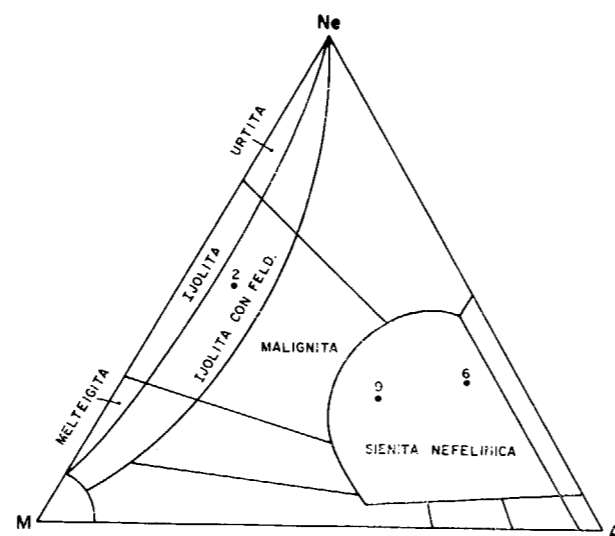


Figura 3.—Proyección de los análisis modales en el triángulo A-M-Ne. Los números corresponden a las muestras del Cuadro I.

alguno de estos términos, viéndose que corresponden a una ijolita algo feldespática y a sienitas nefelínicas s.s. En el estudio petrográfico se han visto muchas rocas con características intermedias entre estas dos. Además, aunque la variación litológica de la serie parece seguir una línea que une las sienitas con las ijolitas, existen también tipos más fémcicos de tendencia melteigíticas y algunas rocas intermedias que pueden clasificarse como malignitas.

a) Ijolitas

Están compuestas por clinopiroxeno y nefelina como minerales principales (figura 4). Como accesorios se encuentran apatito, biotita, perowskita, esfena, melanito, circón, feldespato potásico y opacos. Localmente, en algunas zonas se presentan carbonato y albita como producto del metasomatismo hidrotermal.

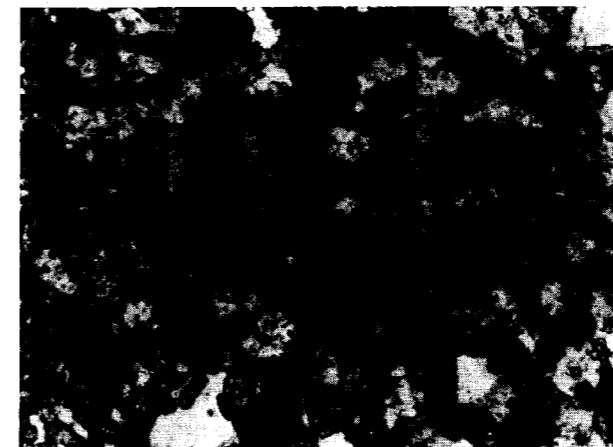


Figura 4.—Aspecto microscópico de una ijolita (número 53918). Junto a la nefelina alterada (bajo relieve, color claro), destacan esfena, egrina, apatito y biotita. Luz natural x 10.

El clinopiroxeno tiene hábito prismático y casi siempre está zonado, siendo más egrínicas las zonas de borde. Existe, no obstante, una variabilidad notable en su composición. En las rocas de tendencia melteigítica o piroxenita alcalina, el clinopiroxeno es una augita cercana en su composición a los diópsidos (cuadro III). En las ijolitas propiamente dichas predominan augitas egrínicas, y en las variedades pegmatoides tipos más ricos en álcalis.

La nefelina es cuadrangular y hexagonal, con una transformación pseudomorfa generalizada a sericita-cancrinita-albita-carbonatos.

La proporción relativa de clinopiroxeno y nefelina es variable, dando lugar a que aparezcan tipos melteigíticos por un lado y urtíticos por el otro.

La biotita es tabular con pleocroísmo pardo rojizo y con zonación evidente en algunos casos. Es frecuente que cristalice poiquilíticamente incluyendo cristales de clinopiroxeno y opacos, y también sobre las zonas más egrínicas del clinopiroxeno. Su abundancia es variable, pasando desde cantidades accesorias o ausencia total a constituirse en mineral principal. En el cuadro III están analizadas dos biotitas de la serie. Composicionalmente son flogopitas (figura 5), y contrastan con el carácter biotítico de las micas que aparecen en la carbonatita y glimmerita.

Del resto de minerales accesorios, el apatito es el más abundante y constante en su aparición. Se presenta en prismas idiomorfos alargados con inclusiones fluidas o inclusiones aciculares de opacos siguiendo la dirección longitudinal del cristal. También tiene secciones huecas y esqueléticas, lo cual es indicativo de un enfriamiento rápido durante su cristalización que provoca una sobresaturación de esta fase, haciéndola crecer por crecimiento bidimensional (AMORÓS y BARRERA, 1979).

La perowskita se presenta en cristales alotriomorfos con un color marrón oscuro y con macas lamelares compuestas. Su abundancia de-

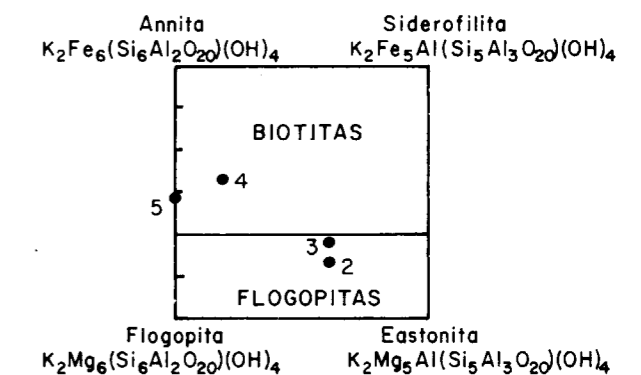


Figura 5.—Campos composicionales de biotitas-flogopitas (según DEER et al, 1966). Los números corresponden a las muestras del Cuadro III.

alguno de estos términos, viéndose que corresponden a una ijolita algo feldespática y a sienitas nefelínicas s.s. En el estudio petrográfico se han visto muchas rocas con características intermedias entre estas dos. Además, aunque la variación litológica de la serie parece seguir una línea que une las sienitas con las ijolitas, existen también tipos más fémicos de tendencia melteigíticas y algunas rocas intermedias que pueden clasificarse como malignitas.

a) *Ijolitas*

Están compuestas por clinopiroxeno y nefelina como minerales principales (figura 4). Como accesorios se encuentran apatito, biotita, perowskita, esfena, melanito, circón, feldespato potásico y opacos. Localmente, en algunas zonas se presentan carbonato y albita como producto del metasomatismo hidrotermal.

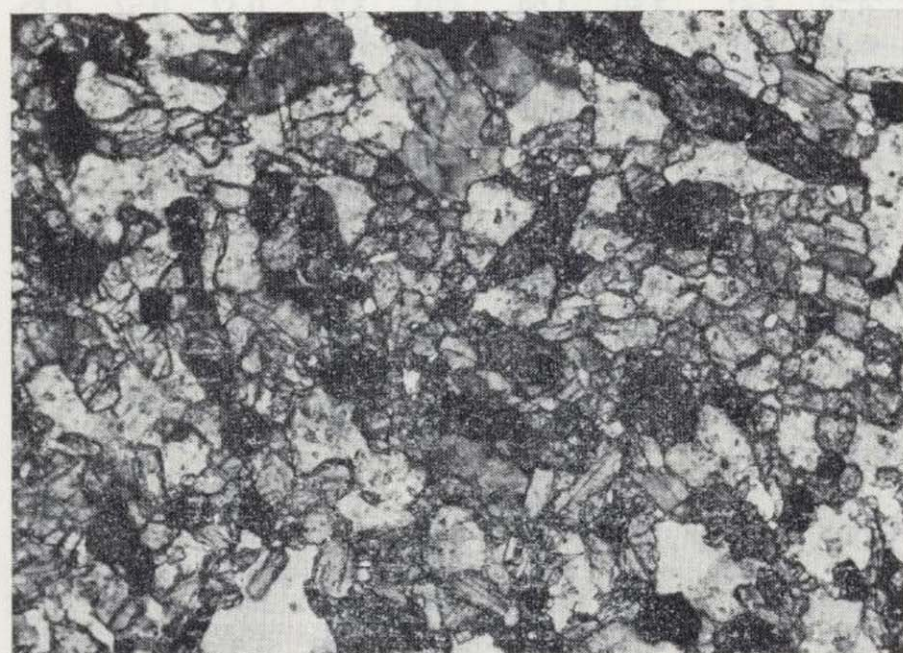


Figura 4.—Aspecto microscópico de una ijolita (núm. 53918). Junto a la nefelina alterada (bajo relieve, color claro), destacan esfena, egirina, apatito y biotita. Luz natural x 10.

El clinopiroxeno tiene hábito prismático y casi siempre está zonado, siendo más egirínicas las zonas de borde. Existe, no obstante, una variabilidad notable en su composición. En las rocas de tendencia melteigítica o piroxenita alcalina, el clinopiroxeno es una augita cercana en su composición a los diópsidos (cuadro III). En las ijolitas propiamente dichas predominan augitas egirínicas, y en las variedades pegmatoides tipos más ricos en álcalis.

La nefelina es cuadrangular y hexagonal, con una transformación pseudomorfa generalizada a sericita-cancrinita-albita-carbonatos.

La proporción relativa de clinopiroxeno y nefelina es variable, dando lugar a que aparezcan tipos melteigíticos por un lado y urtíticos por el otro.

La biotita es tabular con pleocroísmo pardo rojizo y con zonación evidente en algunos casos. Es frecuente que cristalice poiquilíticamente incluyendo cristales de clinopiroxeno y opacos, y también sobre las zonas más egirínicas del clinopiroxeno. Su abundancia es variable, pasando desde cantidades accesorias o ausencia total a constituirse en mineral principal. En el cuadro III están analizadas dos biotitas de la serie. Composicionalmente son flogopitas (figura 5), y contrastan con el carácter biotítico de las micas que aparecen en la carbonatita y glimmerita.

Del resto de minerales accesorios, el apatito es el más abundante y constante en su aparición. Se presenta en prismas idiomorfos alargados con inclusiones fluidas o inclusiones aciculares de opacos siguiendo la dirección longitudinal del cristal. También tiene secciones huecas y esqueleticas, lo cual es indicativo de un enfriamiento rápido durante su cristalización que provoca una sobresaturación de esta fase, haciéndola crecer por crecimiento bidimensional (AMORÓS y BARREIRA, 1979).

La perowskita se presenta en cristales alotriomorfos con un color marrón oscuro y con macas lamelares compuestas. Su abundancia de-

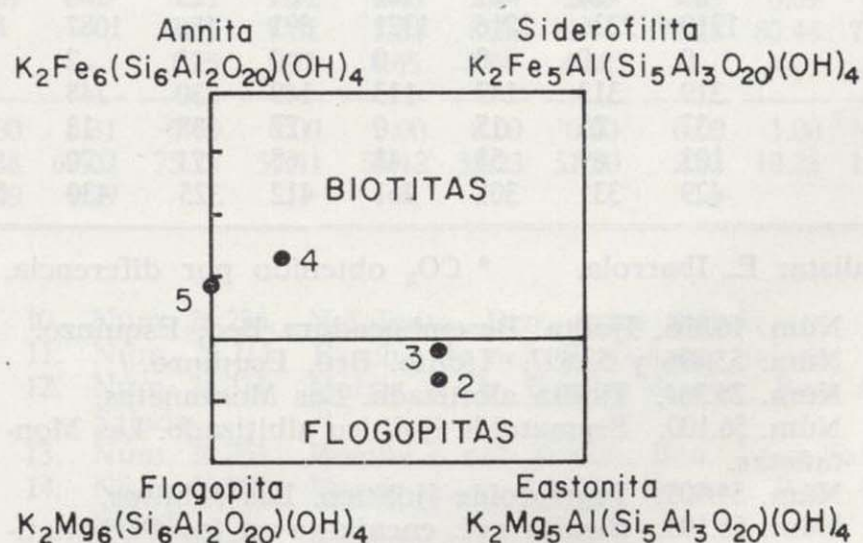


Figura 5.—Campos composicionales de biotitas-flogopitas (según DEER et al, 1966). Los números corresponden a las muestras del Cuadro III.

pende del contenido de esfena, pues cuanto mayor es la cantidad de esfena, menor es la de perowskita. Es frecuente encontrar estos dos minerales en diversos grados de oxidación.

El melanito es pardo rojizo, con secciones hexagonales o circulares y estructura zonada. Se asocia preferentemente a las facies de grano fino (microijolita) y en aquellos sectores donde hay feldespatos potásicos.

Las texturas de las ijolitas varían respecto al

tamaño de grano desde facies equigranulares de grano fino (microijolitas), hasta facies pegmatoides con grandes cristales idiomorfos de clinopiroxeno (preferentemente egrina), esfena y circón, aunque lo más frecuente son las texturas equigranulares de grano medio. En algunas zonas hay estructuras microbandeadas que texturalmente se reflejan por una alternancia de bandas de grano fino con otras de grano medio-grueso, sin existir entre ellas contactos definidos.

CUADRO I

	Ijolitas				Sienitas nefelínicas				Nefelinita y Brechas nef.				Carbonatitas				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO ₂	38.00	41.65	42.00	35.80	44.00	52.40	52.90	53.40	53.95	50.70	46.30	45.00	43.70	42.40	6.08	7.50	9.70
Al ₂ O ₃	13.12	14.22	13.89	9.68	17.89	20.77	20.37	20.90	16.44	19.61	15.81	15.30	15.30	14.80	2.72	3.38	4.22
Fe ₂ O ₃	5.29	7.85	3.78	8.35	4.27	3.63	4.82	3.96	8.40	5.25	6.42	7.06	7.55	9.09	3.53	0.55	3.24
FeO	5.33	3.45	2.82	5.86	3.20	1.49	1.13	0.97	1.15	1.72	3.77	4.08	3.47	3.37	0.31	0.32	1.49
MnO	0.32	0.27	0.20	0.27	0.20	0.17	0.14	0.12	0.16	0.31	0.29	0.27	0.32	0.35	0.20	0.20	0.82
MgO	4.36	3.80	6.95	7.15	5.29	0.60	—	0.39	0.51	0.50	3.83	3.73	3.86	3.86	0.09	0.44	0.11
CaO	10.28	9.62	14.41	16.45	7.62	1.48	2.96	1.21	1.07	3.38	5.34	6.05	6.75	7.46	48.45	46.88	91.78
Na ₂ O	3.94	5.06	5.05	3.32	3.07	9.80	9.22	9.01	8.78	5.61	3.50	4.09	4.04	3.72	0.32	0.52	0.85
K ₂ O	3.47	2.67	0.42	0.68	4.82	6.77	5.30	7.28	6.26	6.26	3.70	2.84	3.56	3.13	0.25	1.70	1.39
TiO ₂	4.17	3.48	1.75	8.79	5.16	0.85	0.31	0.73	0.52	0.66	2.80	3.47	3.01	3.43	0.32	0.15	0.53
P ₂ O ₅	0.99	0.78	1.31	1.87	1.16	0.03	0.05	0.04	0.03	0.09	0.83	1.05	0.88	0.99	0.73	0.04	0.32
CO ₂	6.77*	2.56*	1.76	—	—	—	0.35	—	—	1.50	3.30	3.30	3.63	4.40	34.14*	34.81*	32.16*
H ₂ O ⁺	3.67	4.28	5.50	2.37	3.21	2.48	2.34	1.89	2.33	4.08	4.06	3.71	3.81	2.80	1.81	1.34	2.44
Total	99.72	99.69	99.84	100.59	99.89	100.47	99.89	99.90	99.60	99.67	99.95	99.95	99.88	99.80	98.95	97.83	99.05
Ba	620	788	178	1800	860	0	1056	1080	415	2770	1005	1405	1010	1362	460	1056	1280
Cc	238	199	64	70	108	380	120	100	80	325	298	281	244	252	583	883	438
Co	18	28	9	0	19	32	0	0	4	0	29	30	23	25	8	15	10
Cr	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	34	6	75	34	0	0	0
Cs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cu	67	80	0	0	202	10	6	0	0	17	79	117	80	69	37	98	25
Ga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
La	134	112	20	7	55	260	33	5	0	152	182	167	161	169	285	568	227
Li	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	325	186
Nb	136	143	17	33	172	230	25	116	18	190	195	185	153	179	10	66	0
Ni	2	2	0	1	1	0	8	1	0	0	65	56	66	60	0	0	0
Pb	0	0	2	1	7	0	9	5	5	25	1	13	8	7	0	7	4
Rb	51	50	29	128	54	29	134	133	96	112	42	53	45	50	26	30	49
Sr	1710	2236	1216	1321	893	756	1087	847	424	2675	1270	1170	1070	1104	8170	16743	6490
Th	0	0	0	0	18	2	4	0	11	6	5	4	8	5	2	3	3
V	319	313	147	113	149	230	248	95	183	152	494	411	508	425	62	3	52
Y	37	25	15	0	27	38	13	1	0	8	37	32	31	32	65	121	65
Zn	101	69	58	48	65	71	70	74	79	189	110	120	121	119	40	38	196
Zr	429	331	301	261	412	325	430	515	712	964	604	656	570	631	114	82	40

Analista: E. Ibarrola. * CO₂ obtenido por diferencia.

- Núm. 16.856. Ijolita. Desembocadura Bco. Esquinzo.
- Núm. 53.896 y 53.897. Ijolita. Bco. Esquinzo.
- Núm. 26.364. Ijolita albitizada. Las Montañetas.
- Núm. 56.100. Pegmatoides ijolítico albitizado. Las Montañetas.
- Núm. 54.005. Pegmatoides ijolítico. Los Jablitos.
- Núm. 56.103. Sienita nef. encajante en las Carbonatitas. Las Montañetas.
- Núm. 53.978. Sienita nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 56.091. Sienita nef. con escapolita. Los Jablitos.
- Núm. 56.089. Sienita nef. con escapolita. Los Jablitos.
- Núm. 26.256. Nefelinita. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.311. Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.311. Matriz de la Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.251. Brecha de nef. y sien. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.251. Matriz de la Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.276. Carbonatita egrínica. Las Montañetas.
- Núm. 53.927. Carbonatita feldespática. Bco. Majadas Negras.
- Núm. 17.180. Carbonatita. Bco. Agua Salada.

En el cuadro I los análisis del 1 al 5 corresponden a ijolitas y pegmatoides ijolíticos. Puede observarse que algunas de ellas están albitizadas. Se intenta así comprobar la importancia de un proceso de este tipo. En las muestras 3 y 4, donde en vez de nefelina y feldespatos potásicos intersticiales alterados se tiene albita, los datos químicos no reflejan una mayor cantidad de Na₂O, sino más bien una disminución del K₂O. Así, la relación Na₂O/K₂O en estas rocas es la más alta de todas, 12,0 y 4,9, respectivamente. Este mismo fenómeno puede observarse en los valores de ortosa normativa (cuadro II), que es mucho menor que en el resto.

Los pegmatoides ijolíticos (muestras 4 y 5) son los que mayores anomalías presentan en cuanto a los contenidos de algunos óxidos. Así, el alto contenido en TiO₂ y CaO es debido a la gran abundancia de esfena y perowskita que tienen. Tam-

bién hay que observar las concentraciones anormalmente elevadas de Ba y Rb, sobre todo en la muestra 4. Estos fenómenos están producidos por su carácter pegmatoides, que representa diferenciaciones finales, las cuales se enriquecen en algunos elementos litófilos.

Para todas las ijolitas en conjunto, las variaciones están acusadas en el contenido de CaO, vienen impuestas por la mayor o menor abundancia de dióxido, esfena, perowskita y calcita.

b) Sienitas

Las sienitas nefelínicas tienen como minerales principales el feldespatos potásico y la nefelina (figura 6). El clinopiroxeno es del tipo augita egrínica y puede llegar a constituir hasta el 30 por 100 del total de la roca. De manera esporádica se encuentra biotita, aunque siempre en can-

CUADRO II

	Ijolitas				Sienitas nefelínicas				Nefelinita y Brechas nef.				Carbonatitas				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Q	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Or	20.51	15.78	2.48	4.02	28.49	40.01	31.32	43.02	37.00	37.00	21.87	16.78	21.04	18.50	—	—	8.21
Ab	28.27	19.70	15.53	1.02	11.23	7.31	26.20	8.90	11.11	27.34	29.62	34.61	34.19	31.48	—	—	3.05
An	1.87	8.20	13.99	9.50	20.80	—	—	—	—	6.70	0.21	2.30	4.80	3.32	5.25	1.87	2.20
Lc	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ne	2.75	12.52	14.74	14.67	7.99	33.50	26.37	31.46	20.91	10.91	—	—	—	—	1.16	7.88	—
Ac	—	—	—	—	—	8.41	2.42	8.16	21.66	—	—	—	—	—	1.47	2.38	2.24
Di	—	14.71	29.44	38.67	3.61	5.20	—	2.26	4.16	—	—	—	—	—	—	—	—
Wo	—	—	—	1.40	—	0.33	3.71	1.19	—	—	—	—	—	—	1.61	0.48	—
Hy	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.80	1.67	—
Oli	7.77	2.08	2.58	—	8.11	—	—	—	—	—	9.64	9.39	5.33	9.74	—	—	—
Ln	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hm	1.06	6.53	0.92	8.35	4.27	—	1.78	0.17	—	2.05	2.98	4.32	5.13	7.67	3.58	0.71	—
Mt	6.14	1.91	4.15	—	—	1.05	3.20	1.40	1.33	4.64	4.98	3.97	3.50	2.06	3.03	—	—
Ilm	7.92	6.61	3.32	12.95	7.19	1.61	0.59	1.39	0.99	1.25	5.32	6.59	5.72	6.51	0.61	0.28	1.01
Pf	—	—	—	3.35	2.34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ap	2.29	1.69	3.04	4.33	2.69	0.07	1.27	0.09	0.07	0.21	1.92	2.43	2.04	2.09	1.69	0.09	0.74
Cc	15.35	5.71	4.00	—	—	—	0.80	—	—	3.41	7.51	7.51	8.26	10.01	77.28	80.44	73.03
C	2.20	—	—	—	—	—	—	—	—	1.15	5.97	4.65	3.04	4.08	—	—	0.51
FEMG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.42
ID	51.53	48.00	32.75	19.71	47.71	80.82	83.58	83.38	69.02	75.25	57.41	55.12	55.23	51.50	2.63	10.26	13.50
I. Agp.	—	—	—	—	—	1.09	1.03	1.09	1.29	—	—	—	—	—	—	—	—

Analista: E. Ibarrola. * CO₂ obtenido por diferencia.

- Núm. 16.856. Ijolita. Desembocadura Bco. Esquinzo.
- Núm. 53.896 y 53.897. Ijolita. Bco. Esquinzo.
- Núm. 26.364. Ijolita albitizada. Las Montañetas.
- Núm. 56.100. Pegmatoides ijolítico albitizado. Las Montañetas.
- Núm. 54.005. Pegmatoides ijolítico. Los Jablitos.
- Núm. 56.103. Sienita nef. encajante en las Carbonatitas. Las Montañetas.
- Núm. 53.978. Sienita nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 56.091. Sienita nef. con escapolita. Los Jablitos.
- Núm. 56.089. Sienita nef. con escapolita. Los Jablitos.
- Núm. 26.256. Nefelinita. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.311. Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.311. Matriz de la Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.251. Brecha de nef. y sien. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.251. Matriz de la Brecha de nef. Bco. Agua Salada.
- Núm. 26.276. Carbonatita egrínica. Las Montañetas.
- Núm. 53.927. Carbonatita feldespática. Bco. Mojadas Negras.
- Núm. 17.180. Carbonatita. Bco. Agua Salada.



Figura 6.—Aspecto microscópico de una sienita nefelínica (núm. 56091). Nefelina rectangular y egrina intersticial con color oscuro. Luz natural x 10.

tidades accesorias. Otros minerales accesorios son apatito, melanito, esfena y circón. Los procesos de metasomatismo hidrotermal producen pseudomorfosis de albita y carbonato sobre muchos de los minerales preexistentes.

Esta mineralogía es típica de sienitas intermedias entre agpaiticas y miaskíticas (SORENSEN, 1974), aunque hay que tener presente que algunos caracteres petrográficos la definen mejor como miaskíticas (p. ej., ausencia de anfíbol).

La nefelina es idiomorfa y casi en su totalidad está transformada a productos secundarios de tipo sericita-cancrinita. Sin embargo, en las muestras que están sin alterar incluye microlitos aciculares de egrina en disposición zonal, paralelos a las caras del cristal, lo que, según SORENSEN (1974), es propio de sienitas agpaiticas. Este dato, que se contrapone al anterior del anfíbol, junto al valor del índice de agpaiticidad (cuadro II), es lo que nos hace clasificarlas como sienitas intermedias.

Los cristales de feldespato potásico son prismas alargados de tamaño medio, maclados según ley de Karlsbad, y con algo de anubarramiento producido por inclusiones diminutas de opacos. A veces presentan pertitas en parches o albita situada en el borde del cristal. En algunas muestras se desarrolla poiquilíticamente englobando a la nefelina. En cualquier caso, sea prismático o sea poiquilítico, su aspecto es el de haber cristalizado en los últimos estadios, estando asociado, cuando existe, con el melanito y circón. Estos úl-

timos son similares a los descritos en las ijolitas. La única variación notable está en el mayor grado de idiomorfismo que presentan en las sienitas.

En conjunto, la textura de estas sienitas nefelínicas es holocristalina de grano medio, más o menos equigranular. Caso excepcional son algunas sienitas del macizo de Los Jablitos, donde el feldespato potásico y la egrina se ordenan alineada y alternativamente, definiendo una textura direccional muy marcada.

Hay también sienitas alcalinas (sin nefelina) asociadas a las áreas ijolíticas, formando venas estrechas. También aparecen en las zonas sieníticas brechificadas acompañando a las venulaciones carbonatíticas de este mismo área.

Su mineral fundamental es el feldespato potásico, cuyo tamaño va aumentando proporcionalmente a la presencia de carbonatos, lo que produce una textura heterogranular marcada. Es prismático y está maclado según Karlsbad. Hay también un antiguo ferromagnesiano (probablemente egrina) que está transformado en su totalidad a una masa microcristalina de opacos, consecuencia muy probablemente de la acción oxidante de los carbonatos. Cuando la cantidad de carbonato es muy grande se pasa a verdaderas brechas carbonatíticas en las que hay escasos cristales de feldespato.

Como minerales accesorios llevan algo de apatito y opacos.

Su textura es granuda de grano medio a grueso, desarrollando en ocasiones cristales pegmatoides de feldespato potásico, que son brechificados y embebidos por las venas de carbonatita.

En el cuadro I los análisis del 6 al 9 corresponden a sienitas nefelínicas. El contenido intermedio en CaO, que es propio de sienitas intermedias, se traduce petrográficamente en cantidades accesorias de apatito. También el carácter peralcalino de estas rocas se refleja en la presencia de acmita normativa (cuadro II). En este mismo cuadro se puede observar que las cuatro rocas son de tendencia agpaitica (según el índice de agpaiticidad definido por POLANSKI, 1949), si bien tres de ellas tienen un valor relativamente bajo (entre 1 y 1,1), lo que las clasificaría, según otros autores (p. ej., USSING, 1912), como miaskíticas.

Las sienitas, en que la suma Ne + Ks + Q se

CUADRO III

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Clpx+	Fl+	Fl	Bi	Bi+	Gra+	FK	Cc	Cc	Cc
SiO ₂	55.28	34.71	35.90	36.85	35.33	30.46	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	3.00	13.76	14.45	11.85	10.06	1.28	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃	—	—	11.15	5.84	—	—	—	0.04*	0.02*	0.05*
FeO	6.20	10.10	8.93	19.22	21.02	24.08	—	—	—	—
MnO	0.13	0.11	0.42	0.96	0.50	0.46	—	0.05	0.03	0.04
MgO	15.70	21.43	11.48	9.42	12.33	0.80	—	0.00	0.00	0.00
CaO	22.54	—	0.20	0.18	—	30.10	0.84	54.64	53.78	53.56
Na ₂ O	0.81	—	0.49	0.35	—	—	2.75	0.42	0.14	0.14
K ₂ O	0.18	8.89	8.39	9.20	9.90	—	13.10	0.02	0.01	0.02
TiO ₂	1.65	3.98	4.00	3.16	3.07	13.70	—	0.01	0.01	0.01
P ₂ O ₅	—	—	0.03	0.04	—	—	—	—	0.01	—
BaO	—	—	0.26	0.10	—	—	0.72	0.05	0.07	0.05
SrO	—	—	—	—	—	—	0.14	1.04	1.06	0.97
CO ₂	—	—	—	—	—	—	—	43.34	42.68	42.46
H ₂ O	—	3.97	3.68	2.25	3.60	—	—	—	—	—
Total	105.49	96.95	99.68	99.93	95.81	100.88	—	99.61	97.81	97.30
F	—	—	0.52	0.88	—	—	—	—	—	—
— (O)	—	—	0.22	0.37	—	—	—	—	—	—
N.º Oxig.	6	24	24	24	24	24	—	6	6	6
Si	1.927	5.235	5.382	5.807	5.738	5.306	—	—	—	—
Al	0.073	2.448	2.555	2.193	1.927	0.263	—	—	—	—
Fe ³⁺	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Al	0.050	—	—	0.009	—	—	—	—	—	—
Ti	0.043	0.451	0.451	0.374	0.375	1.759	—	—	—	—
Fe ³⁺	—	—	1.259	0.693	—	—	0.001	0.001	0.001	0.001
Fe ²⁺	0.181	1.274	1.120	2.533	2.855	3.508	—	—	—	—
Mn	0.004	0.014	0.053	0.128	0.069	0.068	0.001	0.001	0.001	0.001
Mg	0.816	4.817	2.565	2.212	2.985	0.208	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.842	—	0.032	0.030	0.000	5.619	1.980	1.983	1.984	1.984
Na	0.055	—	0.142	0.107	—	—	0.028	0.009	0.009	0.009
K	0.008	1.711	1.605	1.850	2.051	—	0.001	0.000	0.001	0.001
P	—	—	—	0.005	—	—	—	—	—	—
OH	—	3.994	3.680	2.365	3.900	—	—	—	—	—
F	—	—	0.247	0.439	—	—	—	—	—	—
C	—	—	—	—	—	—	2.001	2.005	2.004	2.004

* Fe total expresado como Fe₂O₃//+Análisis por Microsonda. (Analista: L. García Cacho)
Analista: E. IBARROLA.

- Núm. 17.197. Piroxenita. Clinopiroxeno.
- Núm. 17.197. Piroxenita. Flogopita.
- Núm. est. F-373. Ijolita. Flogopita.
- Núm. est. F-278. Glimmerita. Biotita.
- Núm. 30.358. Carbonatita. Biotita.
- Núm. 26.357. Nefelinita. Melanito.
- Núm. est. F-368. Carbonatita. Sanidina.
- Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita gris.
- Núm. est. F-303. Carbonatita. Calcita blanca.
- Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita violeta.

aproxima a 80, se han proyectado en el sistema residual Q-Ne-Ks (figura 7) hecho para 1 Kb de presión. En realidad, siguiendo a EDGAR (1974), este sistema no debe utilizarse para representar en él rocas peralcalinas con acmita, por lo que la muestra número 7 de las representadas (la de menor contenido en acmita) sería la más significativa, aun dentro de las limitaciones que supone proyectarlas en un diagrama de este tipo. Esta muestra se sitúa precisamente en una posición muy próxima al mínimo de fusión (M), lo que indicaría su carácter de líquido residual de una

cristalización magmática realizada a baja presión (1 kb) equivalente a condiciones subvolcánicas.

Nefelinitas

Las nefelinitas que aparecen en diques cortando a ijolitas y sienitas nefelínicas son rocas porfídicas seriadas compuestas casi exclusivamente por fenocristales de nefelina y egrina, dentro de una matriz criptocristalina a veces sin orientación y otras con orientación de flujo marcado.

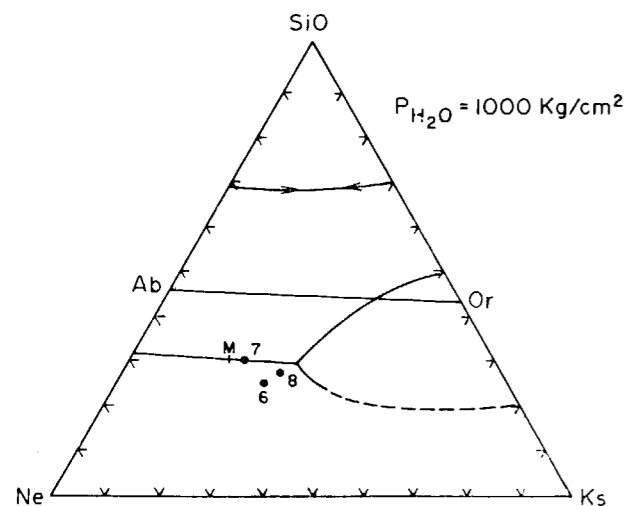


Figura 7.—Proyección de las sienitas nefelínicas en el diagrama experimental Q-Ne-Ks a 1 Kb de PH_2O (según HAMILTON y MACKENZIE, 1965).

Minerales accesorios frecuentes son la esfena y el apatito, y esporádicamente granate schorlomítico. El granate (cuadro III) tiene un contenido en TiO_2 intermedio entre los melanitos y las schorlomititas.

La nefelina tiene hábitos cuadrangulares o hexagonales. Casi siempre está transformada a agregados cancriníticos y, cuando aún está sin alterar, incluye microlitos de egirina (al igual de lo que ocurría en algunas sienitas nefelínicas) y pequeños cristales romboidales de esfena.

El clinopiroxeno prismático exhibe una fuerte zonación, desde núcleos poco sódicos hasta bordes muy egirínicos o acmíticos.

Dentro de la matriz hay, en algunas ocasiones, un poco de feldespato potásico. Carbonatos, material silíceo y albita pseudomorfizan y alteran gran parte de los minerales preexistentes. Se han observado tipos con pasta más granuda que se asemejan a las ijolitas de los macizos circuncritos.

Como puede comprobarse en el cuadro I, la nefelinita analizada es menos alcalina que las sienitas nefelínicas, presentando siempre An y nunca Ac normativa (cuadro II). Lo más notable de ella es, sin embargo, que la relación Na_2O/K_2O es menor que 1, lo cual indica una riqueza en K_2O poco frecuente para este tipo de rocas. Este en-

riquecimiento en potasio puede estar condicionado por un fraccionamiento acentuado en las magmas de la serie ijolita-sienita. Según la composición normativa (cuadro II) corresponde más a una fonolita potásica que a una nefelinita típica.

Brechas de fluidificación

Temporalmente, estos materiales representan una fase tardía en el ciclo ijolítico-sienítico-carbonatítico. Aunque en ellas abundan los fragmentos angulosos de nefelinita, también tienen fragmentos de ijolitas, sienitas nefelínicas, rocas feldespáticas e incluso, en algunos casos, de carbonatitas. En el cuadro I se presentan cuatro análisis de estas rocas. Dos de ellos son de roca total y dos de la matriz ferruginosa que empasta a los fragmentos. Concretándonos a los análisis de la matriz, se pone de manifiesto un contenido elevado de sílice (son los únicos materiales sobresaturados), un contenido elevado en Fe y una relación Fe^{3+}/Fe^{2+} muy alta. Al mismo tiempo tienen cantidades relativamente elevadas de CO_2 , aunque insuficientes para considerar a estos materiales emparentados con ferrocronatitas de baja temperatura. Tanto sus estructuras como estos datos composicionales nos hacen suponer que la matriz de estas brechas representa un fluido hidrotermal final emparentado con los magmas alcalinos y carbonatíticos, pues su contenido en elementos menores es coherente a grandes rasgos con los que existen en las rocas de derivación magmática (ijolitas-sienitas-nefelinitas). No hay que descartar tampoco la posibilidad de que algunas de las anomalías geoquímicas que manifiestan estas rocas (corindón e hiperstena normativas) sean debidas a procesos de alteración tardíos independientes de la fase hidrotermal.

Carbonatitas

Son rocas con más del 70 por 100 de calcita. Presentan además egirina, feldespato potásico, apatito, biotita, circón y opacos acompañantes. Los dos primeros pueden alcanzar a veces proporciones de hasta el 20 por 100, mientras que las cuatro restantes son siempre accesorios (figura 8). Solamente el apatito puede llegar a encontrarse en cantidades abundantes, formando entonces agregados granulares en mosaico con forma ovooidal o en bandas dentro de la masa de calcita.

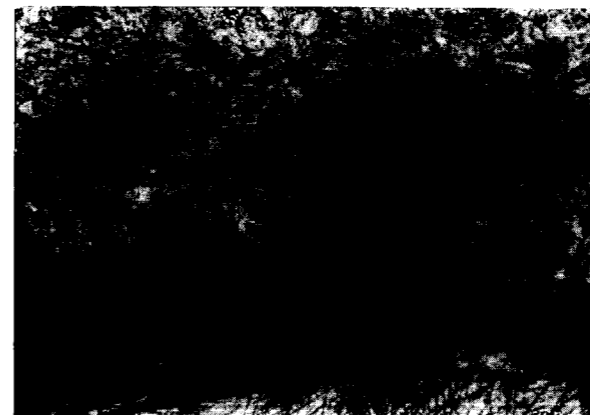


Figura 8.—Aspecto microscópico de una carbonatita egirínica (núm. 32159). Obsérvense los cristales de egirina con borde de oxidación negruzco. Luz natural $\times 10$.

Las texturas son heterogranulares, con un desarrollo mayor de los prismas de egirina y feldespato potásico, que suelen situarse en la parte central de las venas, dando un aspecto zonado al conjunto (FUSTER et al., 1968).

La calcita es de grano variable, desde fino a grueso. Algunas veces exhiben bandeado con alternancias de zonas de calcita de grano medio con otros de grano fino, separadas ambas por opacos y óxidos intersticiales a modo de cordones.

Si utilizamos el criterio textural del tamaño de grano (LE BAS, 1977), llamaríamos sóvitas a las de grano grueso, y alvikitas a las de grano fino, pero si nos atenemos al carácter hipoabisal que manifiestan en su yacimiento, habría que llamarlas a todas alvikitas. Según su mineralogía acompañante hay que adjetivarlas como alvikitas egirínicas, biotíticas y feldespáticas, todas ellas con apatito.

Las calcitas de grano más grueso suelen ser de tonalidades blancas o grisáceas, mientras que las de grano más fino tienen un color violeta o rosado. Los análisis químicos de las tres variedades de color (cuadro III y cuadro IV) no presentan diferencias significativas en el contenido de elementos mayores y menores. Probablemente las diferencias de coloración sean debidas a la existencia de microinclusiones opacas y aciculares situadas en los planos de exfoliación.

El feldespato potásico, que puede formar cristales idiomorfos de varios centímetros de largo,

aparece unas veces muy fresco y otras transformado y corroído por el carbonato. Un análisis químico parcial de este feldespato separado (cuadro III) da una relación atómica $K_{72}Na_{23}Ca + Na_5$ o $K_{76}Na_{24}$. Ópticamente tiene valores del ángulo de ejes ópticos ($2V\alpha$) entre 20° y 25° , aunque algunos alcanzan valores más altos. El plano de ejes ópticos es perpendicular al plano (010). Según estas características, feldespático potásico es sanidina.

La mica es de composición biotítica (figura 5) y tiene una relación Mg/Fe total de 1,04 y un contenido en TiO_2 moderadamente elevado (cuadro III). Estas biotitas son bastante análogas a las que se forman por procesos de fenitización sobre las ijolitas, en las zonas inmediatas a las carbonatitas (cuadro III).

Entre calcita-egirina y biotita-feldespato potásico se produce frecuentemente una aureola de reacción de grano fino en la que se nuclean y crecen nuevas fases minerales. Sobre los dos primeros minerales, la aureola es negra de oxidación, mientras que sobre el feldespato potásico crece granate incoloro zonado, con núcleo esponjoso y borde idiomorfo limpio. Es posible que alguna de estas reacciones sean secundarias y provocadas por los efectos térmicos de la intrusión de rocas wehrlíticas inmediatas.

CUADRO IV

	3 Fl	4 Bi	7 FK	8 Cc	9 Cc	10 Cc
Ce	0	0	33	508	426	484
Co	62	42	0	0	5	8
Cr	544	10	18	5	2	5
Cs	0	0	0	0	0	0
Cu	29	24	0	42	35	26
Ga	10	143	0	0	0	0
La	6	9	5	213	185	244
Nb	24	96	0	20	18	19
Ni	460	22	3	0	0	0
Pb	15	0	2	4	1	5
Rb	222	254	165	25	25	26
Th	3	0	15	4	0	12
V	509	617	5	0	0	0
Y	0	0	0	61	35	50
Zn	80	788	28	26	27	26
Zr	89	83	22	13	12	12

3. Núm. est. F-373. Ijolita. Flogopita.
4. Núm. est. F-278. Glimmerita. Biotita.
7. Núm. est. F-368. Carbonatita. Sanidina.
8. Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita gris.
9. Núm. est. F-303. Carbonatita. Calcita blanca.
10. Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita violeta.



Figura 8.—Aspecto microscópico de una carbonatita egrínica (núm. 32159). Obsérvense los cristales de egrina con borde de oxidación negruzco. Luz natural $\times 10$.

Las texturas son heterogranulares, con un desarrollo mayor de los prismas de egrina y feldespato potásico, que suelen situarse en la parte central de las venas, dando un aspecto zonado al conjunto (FUSTER et al., 1968).

La calcita es de grano variable, desde fino a grueso. Algunas veces exhiben bandeado con alternancias de zonas de calcita de grano medio con otros de grano fino, separadas ambas por opacos y óxidos intersticiales a modo de cordones.

Si utilizamos el criterio textural del tamaño de grano (LE BAS, 1977), llamaríamos sövitas a las de grano grueso, y alvikitas a las de grano fino, pero si nos atenemos al carácter hipoabisal que manifiestan en su yacimiento, habría que llamarlas a todas alvikitas. Según su mineralogía acompañante hay que adjetivarlas como alvikitas egrínicas, biotíticas y feldespáticas, todas ellas con apatito.

Las calcitas de grano más grueso suelen ser de tonalidades blancas o grisáceas, mientras que las de grano más fino tienen un color violeta o rosado. Los análisis químicos de las tres variedades de color (cuadro III y cuadro IV) no presentan diferencias significativas en el contenido de elementos mayores y menores. Probablemente las diferencias de coloración sean debidas a la existencia de microinclusiones opacas y aciculares situadas en los planos de exfoliación.

El feldespato potásico, que puede formar cristales idiomorfos de varios centímetros de largo,

aparece unas veces muy fresco y otras transformado y corroído por el carbonato. Un análisis químico parcial de este feldespato separado (cuadro III) da una relación atómica $K_{72}Na_{23}Ca+Na_5$ o $K_{76}Na_{24}$. Ópticamente tiene valores del ángulo de ejes ópticos ($2V\alpha$) entre 20° y 25° , aunque algunos alcanzan valores más altos. El plano de ejes ópticos es perpendicular al plano (010). Según estas características, feldespático potásico es sanidina.

La mica es de composición biotítica (figura 5) y tiene una relación Mg/Fe total de 1,04 y un contenido en TiO_2 moderadamente elevado (cuadro III). Estas biotitas son bastante análogas a las que se forman por procesos de fenitización sobre las ijolitas, en las zonas inmediatas a las carbonatitas (cuadro III).

Entre calcita-egrina y biotita-feldespato potásico se produce frecuentemente una aureola de reacción de grano fino en la que se nuclean y crecen nuevas fases minerales. Sobre los dos primeros minerales, la aureola es negra de oxidación, mientras que sobre el feldespato potásico crece granate incoloro zonado, con núcleo esponjoso y borde idiomorfo limpio. Es posible que alguna de estas reacciones sean secundarias y provocadas por los efectos térmicos de la intrusión de rocas wehrlíticas inmediatas.

CUADRO IV

	3 Fl	4 Bi	7 FK	8 Cc	9 Cc	10 Cc
Ce	0	0	33	508	426	484
Co	62	42	0	0	5	8
Cr	544	10	18	5	2	5
Cs	0	0	0	0	0	0
Cu	29	24	0	42	35	26
Ga	10	143	0	0	0	0
La	6	9	5	213	185	244
Nb	24	96	0	20	18	19
Ni	460	22	3	0	0	0
Pb	15	0	2	4	1	5
Rb	222	254	165	25	25	26
Th	3	0	15	4	0	12
V	509	617	5	0	0	0
Y	0	0	0	61	35	50
Zn	80	788	28	26	27	26
Zr	89	83	22	13	12	12

3. Núm. est. F-373. Ijolita. Flogopita.
4. Núm. est. F-278. Glimmerita. Biotita.
7. Núm. est. F-368. Carbonatita. Sanidina.
8. Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita gris.
9. Núm. est. F-303. Carbonatita. Calcita blanca.
10. Núm. est. F-368. Carbonatita. Calcita violeta.

También hay rocas mixtas entre ijolitas-sienitas y carbonatitas, en las que la proporción de carbonatos es menor del 50 por 100. Sus nombres respectivos serían los de ijolitas carbonatíticas y sienitas carbonatíticas.

El circón es en las carbonatitas muy abundante y se encuentra en cristales idiomorfos de color rojizo (jacintos) de hasta un centímetro de longitud. En uno de ellos se ha intentado hacer determinaciones por el método de las «fission tracks», pero debido a la gran abundancia de éstas no fue posible obtener resultados positivos; en cambio, sí se pudo determinar la edad de una biotita de la glimmerita de borde de una vena carbonatítica, obteniéndose un valor de 25,7 m.a. (comunicación personal del profesor J. FERRARA del Laboratorio de Geocronología de Pisa).

GEOQUIMICA DE ELEMENTOS MENORES

En el cuadro I están representados los contenidos de elementos menores de las rocas analizadas. En conjunto, estas concentraciones son similares a las encontradas en otros macizos alcalinos para estas mismas rocas (GERASIMOVSKY, 1974).

Por grupos rocosos se puede observar que las ijolitas presentan contenidos apreciables en Ba, Ce, La, Nb, Rb, Sr, V, Zr. Hay que destacar, igualmente, que los bajos contenidos en Cr, Co, Ni de estas rocas las separan claramente de los tipos máficos y ultramáficos de asociaciones alpinas o estratiformes.

La nefelinita tiene valores similares a los dados por GERASIMOVSKY y POLYAKOV (1972) en las nefelinitas del «eastern rift» africano, aunque la de Fuerteventura tiene contenidos algo mayores en Ba, Sr y Zr, propios de rocas algo más potásicas y evolucionadas.

Las sienitas tienen cantidades apreciables de Ba, Ce, La, Nb, Rb, Sr, V y Zr. Los valores en estos elementos no son tan altos como los que da GERASIMOVSKY (1974) en los macizos de sienitas agpaíticas de Lovozero e Illimaussaq, y que son interpretados como producto de una fuerte diferenciación a partir de magmas basálticos alcalinos. Por el contrario, las concentraciones de estas sienitas son propias de tendencias intermedias entre tipos agpaíticos y miaskíticos, y algu-

nos de sus elementos, como el Sr y Zr, tienen valores medios similares a los descritos por el mismo autor anterior en el macizo de Khibina, el cual está formado por sienitas intermedias, con índices de agpaicidad (1,09) próximos a los de Fuerteventura (cuadro II).

También en estas rocas, las tierras raras de Ce predominan sobre el Y, lo cual es característico de todas las sienitas nefelínicas, GERASIMOVSKY (1974). La relación Ce/Y se mantiene muy constante, entre 7,9 y 8,8. Algunos elementos litófilos como el Nb, Zr, Rb, Th, dan valores inferiores a los de sienitas agpaíticas y se acercan a las sienitas intermedias de Khibina (GERASIMOVSKY, 1974).

Las carbonatitas se caracterizan principalmente por un ligero aumento en los contenidos de Ce, La e Y, y, sobre todo, por un fuerte incremento en el de Sr respecto al resto de rocas acompañantes. Esto está plenamente de acuerdo con lo que aparece en todas las áreas mundiales donde se presenta este tipo de asociación petrológica alcalina. Los contenidos en Zr y Nb son bajos, a pesar de presentar circón. Como estos últimos elementos litófilos tienden a concentrarse en las fases finales de una fuerte diferenciación alcalina (sobre todo de tendencia agpaítica), su bajo contenido en estas rocas parece indicar influencias de otros procesos de cristalización durante su génesis y evolución. Los bajos contenidos en Cr, Ni, V y altos de Ba las caracterizan como pertenecientes a conjuntos alcalinos de tendencias miaskíticas (tabla 8.4 de HEINRICH, 1966).

Sobre las carbonatitas del norte de Fuerteventura existen datos isotópicos de Sr (ALLEGRE et al, 1971; PINEAU et al, 1973), de O, C (PINEAU et al, 1973) y de Pb, U, Th (LANCELOT and ALLEGRE, 1974). Por las relaciones encontradas, principalmente la relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.7030 ± 0.002), todos los autores llegan a la conclusión de que estas rocas tienen un origen primario en el manto superior. Sin embargo, el enriquecimiento claro en ^{18}O , ^{13}C y ^{206}Pb ha sido interpretado como debido a un proceso de contaminación cortical (PINEAU et al, 1973; LANCELOT and ALLEGRE, 1974), siguiendo un modelo en el que el magma permanece en una cámara cortical con individualización de una fase fluida rica en CO_2 que extrae los elementos traza pesados más ricos en isótopos radiogénicos de las rocas encajantes. Esta contaminación es menor en las carbonatitas de islas oceánicas que en las continentales africanas.

Posteriormente FAURE (1977), basándose en la universalidad del fenómeno de enriquecimiento en ^{206}Pb , rechaza la hipótesis de contaminación para las islas oceánicas (incluidas Canarias; OVERSBY, LANCELOT y GAST, 1971), atribuyéndolo a heterogeneidad química e isotópica del manto superior, que episódicamente o de forma continua en la historia geológica habría sido sistema abierto para Th, U, Pb.

La relación Ca/Sr (figura 9) de las ijolitas, sienitas y nefelinitas pone de manifiesto una grosera relación positiva considerando las rocas en

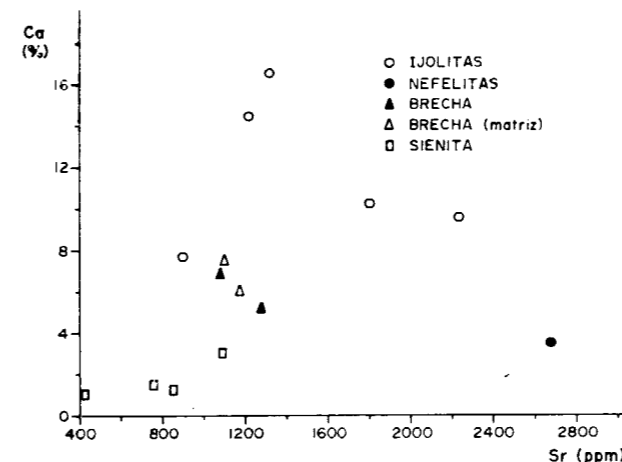


Figura 9.—Diagrama Ca/Sr.

conjunto. Sin embargo, dentro de cada tipo litológico se apuntan correlaciones negativas, especialmente en las ijolitas, nefelinitas y brechas nefelínicas. Esta pobre correlación general y las tendencias antes apuntadas indican que las rocas no pueden derivarse mutuamente por procesos simples de cristalización fraccionada.

El mismo significado puede deducirse a partir de las variaciones en las relaciones K/Rb y Nb/Ti en el conjunto de las rocas estudiadas, si bien el número de datos disponibles no es todavía suficiente como para establecer conclusiones definitivas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLEGRE, C. J.; PINEAU, F.; BERNAT, M., et JAVOY, M.: *Evidence for the occurrence of carbonatites on the Cape Verde and Canary Islands*. Nature, 233 (40), pp. 103-104 (1971).
- AMORÓS, J. L. y BARRERA, J. L.: *Estudio de cristalizaciones naturales. I. Formación de cristales huecos y esqueléticos*. Est. Geol., 35; pp. 253-258 (1979).
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. y ZUSSMAN, J.: *An introduction to the rock-forming minerals*. Longman, London, 528 pp. (1966).
- EDGAR, A. D.: *V. I. Experimental studies*. En SORENSEN, H. (Ed.). *The Alkaline Rocks*, John Wiley and Sons, 622 pp. (1974).
- FAURE, G.: *Principles of Isotope Geology*. John Wiley and Sons. New York, 464 pp. (1977).
- FUSTER, J. M.; CENDRERO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E., and LÓPEZ RUIZ, J.: *Geology and Volcanology of the Canary Islands, Fuerteventura*. Instituto Lucas Mallada, CSIC, pp. 1-239 (1968).
- FUSTER, J. M.; MUÑOZ, M.; SAGREDO, J.; YÉBENES, A.; BRAVO, T., y HERNÁNDEZ-PACHECO, A.: *Excursión 121 A + c del 26.º I. G. C. a las Islas Canarias*. Bol. Geol. y Min. de España, t. XCI-II, pp. 351-390 (1980).
- GERASIMOVSKY, V. I.: *Trace elements in selected groups of alkaline rocks*. En SORENSEN, H. (Ed.). *The Alkaline rocks*, John Wiley and Sons, 622 pp. (1974).
- GERASIMOVSKY, V. I., and POLYAKOV, A. I.: *Alkaline rocks of the East Africa Rift zones (Geochemistry and Génesis)*. 24 th. I. G. C. (Montreal, 1972), Section, 14, pp. 34-40 (1972).
- HAMILTON, D. L., and MACKENZIE, W. S.: *Phase-equilibrium studies in the system NaAlSiO₄ (nepheline)-KAlSiO₄ (Kalsilite)-SiO₂-H₂O*. Mineralog. Mag., 34 (Tilley vol.), 214-231 (1965).
- HEINRICH, E. Vm.: *The geology of carbonatites*. Rand McNally and Company. Chicago, 555 pp. (1966).
- LANCELOT, J. R., and ALLEGRE, C. J.: *Origin of carbonatic magma in the light of the Pb-U-Th isotope system*. Earth and Planetary Science Letters, 22, pp. 233-238 (1974).
- LE BAS, M. J.: *Carbonatite-Nephelinite volcanism*. John Wiley and Sons, 347 pp. (1977).
- MUÑOZ, M., y SAGREDO, J.: *Existencia de metamorfismos superpuestos en el Complejo Basal de Fuerteventura (Islas Canarias)*. I Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica. Madrid, p. 1287 (1974).
- OVERSBY, V. M.; LANCELOT, J., y GAST, P. W.: *Isotopic composition of Lead in Volcanic Rocks from Tenerife, Canary Islands*. Journal of Geophysical Research, 76, núm. 14, pp. 3402 y 3413 (1971).
- PINEAU, F.; JAVOY, M., et ALLEGRE, C. J.: *Etude systématique des isotopes de l'oxygene, du carbone et du strontium dans les carbonatites*. Geoch. et Cosmoch. Acta, 37, pp. 2363-2377 (1973).
- POLANSKY, A.: *The alkaline rocks of the East-European Plateau*. Bull. Soc. Amis. Sci. Lett. Poznań Serie 10, pp. 119-184 (1949).
- SARANTINA, G. M., and SHINKAREV, N. F.: *Petrography of Magmatic and Metamorphic Rock* (en ruso). Nedra, Leningrado (1967).
- SOERENSEN, H.: *Alkali syenites, Feldspathoidal syenites and related Lavas*. En SOERENSEN, H. (Ed.). *The Alkaline rocks*. John Wiley and Sons, 622 pp. (1974).
- STILLMAN, D. J.; FUSTER, J. M.; BENNELL-BAKER, M. J.; MUÑOZ, M.; SWEWING, J. D., y SAGREDO, J.: *Basal complex of Fuerteventura (Canary Islands) is an oceanic intrusive complex with rift system affinities*. Nature, 257, número 5526, pp. 469-471 (1975).
- USSING, N. Y.: *Geology of the country around Julianehaab Grenland*. Meddr Gronland, 38, pp. 1-376 (1912).

INFORMACION

Noticias

CONVENIO-MARCO ENTRE EL IGME Y EL IRYDA

Como continuación del programa del convenio-marco entre el IGME y diversas corporaciones locales y organismos oficiales, el pasado 6 de mayo tuvo lugar la firma del convenio-marco entre el Instituto Geológico y Minero de España, representado por su Director General, don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, y el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario, cuyo representante fue su Presidente, don Luis Mardones Sevilla.

El presente convenio-marco prevé asistencia técnica, servicios de estudio y asesoramiento y realización de trabajos por parte del IGME para el citado IRYDA, dentro de los campos de actividades competencia de este Instituto.

Igualmente está prevista la formación de un Comité Mixto de Seguimiento integrado por representantes del IGME y del IRYDA.

EXPOMINAS 81

Del 4 al 10 de mayo se ha celebrado en la Escuela Superior de Minas de Madrid la exposición EXPOMINAS 81, organizada por los alumnos de dicha Escuela con la finalidad de obtener financiación para el viaje a Ales (Francia), donde se reunirán con representantes de distintas Escuelas de Minas.

La exposición fue inaugurada por el Director General de Minas, don Adriano García-Loygorri Ruiz; el Director General del Instituto Geológico y Minero de España, don Mariano Ricardo Echevarría Caballero; el Vicerector de Enseñanza Universitaria de la Politécnica, don Fernando Ruiz; el Director de la Escuela, don Emilio Llorente, altos cargos de la misma y otras personalidades de las empresas participantes en la exposición.

La exposición estaba integrada por 15 «stands» de distintas entidades mineras y organismos oficiales, así como otros de rocas y minerales.

Las empresas y entidades participantes han sido las siguientes:

Butano (presentó maquetas de planta envasadora, barco y vagón de ferrocarril de transporte de gas); Tecnix, que

es un Departamento de Obras Públicas (perforadora de fondo, martillos de fondo de perforación de minas, gristómetros —detectores de grisú—, detectores de gases combustibles, equipos de respiración autónoma y anemómetros); Hunosa (simulador de ventilación, módulo de regulación de ventilación de diferentes explotaciones mineras subterráneas, plano geológico de la cuenca central asturiana con proyección de diapositivas y exposición de minerales asturianos); Cavosa (presentó películas sobre voladuras controladas en edificios, minería y submarinas); Eimlo (equipos de perforación de carga y transporte de minería de interior); Explosivos Río Tinto (explosivos, detonadores y cartuchos de caza); Domi —Desarrollo de Operaciones Mineras— (empresa especializada en la explotación minera a cielo abierto, presentó diapositivas de minas asturianas, cuadros estadísticos de empleo y producciones, así como obras contratadas en España y en el extranjero); Adaro (explotación, investigación e ingeniería de desarrollo de recursos del subsuelo, trabajando actualmente para el Plan Nacional de Abastecimientos de Materias Primas Minerales y para el Plan Energético Nacional. Destacan distintos paneles en los que se puede apreciar los trabajos en el exterior: Perú, México, Colombia, etc., y de las diversas técnicas: mineralogía, hidrogeología, sondeos, etc.); Atlas Copco (exposición monográfica enfocada hacia los equipos hidráulicos de perforación y muestrario completo de equipos para minería a cielo abierto y subterránea); Unión Eléctrica (folletos informativos sobre las centrales nucleares José Cabrera y las térmicas de Narcea y La Robla); Hidroeléctrica Española (presenta folletos informativos sobre energía nuclear, radiaciones, etc., así como de sus actividades y realizaciones de sus centrales tanto térmicas como nucleares e hidráulicas); Babbines —Estudios y Construcciones Industriales— (presenta trituradores y molinos para tratamiento de los diferentes minerales y rocas, así como películas que muestran sus actividades); Ensidesa (cuadros indicativos de las ventajas de los perfiles de caras paralelas); Endesa (presenta dispositivos de distintas centrales térmicas con la inclusión de electrofiltros); Instituto Geológico y Minero de España (presentó las actividades en diversos campos de actuación de sus distintas direcciones: Aguas Subterráneas y Geotecnia, Recursos Minerales, Planificación y Gestión y Geología y Técnicas Básicas

CONVENIO DE COOPERACION IGME-ITC

El Instituto Geológico y Minero de España ha firmado un convenio de cooperación con el International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) de Holanda con el fin de participar conjuntamente en la Campaña Europea de vuelos radar SAR-580.

Esta Campaña ha sido organizada por la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Joint Research Center (JRC), organismo oficial de investigación de la CEE. Con ella la ESA pretende evaluar la utilidad en Europa de un nuevo tipo de sensor de teledetección: el radar lateral de apertura sintética (SAR).

Si los resultados son positivos, el SAR será incluido en el equipo de sensores del primer satélite europeo de recursos naturales, cuyo lanzamiento está previsto por la ESA para el año 1986.

Tanto el radar como el avión en que va instalado, un Convair 580, pertenece al Centro Canadiense de Teledetección, que ya ha realizado diversas campañas con el SAR por todo el Continente Americano con resultados satisfactorios.

Cincuenta y seis zonas test de las propuestas por los once países europeos participantes han sido seleccionados por la ESA. Estas zonas serán estudiadas desde muy distintas perspectivas: agricultura, edafología, oceanografía, hidrología, geomorfología, geología y un largo campo de disciplinas, todas ellas referidas al estudio del medio natural.

El radar es un sistema activo de Teledetección que transmite pulsos en la frecuencia de las microondas y recibe y registra una parte de los mismos después de haber sido reflejados por la superficie terrestre. Este sistema tiene la ventaja de que puede operar en la oscuridad e independientemente de las condiciones meteorológicas.

La zona propuesta por el IGME e ITC, situada en la Faja Pirítica (prov. de Huelva), ha sido volada por el SAR a unos 3.000 metros de altura el pasado mes de junio. El radar ha operado en dos bandas espectrales: banda X ($\lambda = 3,2$ cm.) y banda C ($\lambda = 5,7$ cm.) y doble polarización. La información ha sido registrada en forma óptica y forma digital. Esta última será tratada en el ITC durante 1982.

Simultáneamente a los vuelos radar se han realizado una serie de medidas sobre el terreno con el fin de controlar la influencia de una serie de parámetros: humedad, rugosidad, composición química... en la respuesta del suelo a las ondas radar. Asimismo se ha efectuado un test sobre el grado de penetración de las ondas radar en el terreno.

La instalación de dos unidades meteorológicas y la realización de un vuelo complementario de fotografías falso color han permitido efectuar un control más preciso de la dinámica de la superficie del terreno en el momento del vuelo SAR.

COMO RESULTADO DE LA APLICACION DEL PNAMPM:

90.000 MILLONES DE PESETAS PRODUJO LA MINERIA NO ENERGETICA ESPAÑOLA DURANTE 1980

La producción de la minería no energética en España alcanzó los 90.000 millones de pesetas en el año 1980, según datos ofrecidos por la Dirección General de Minas. Esta

cifra representa el 50 por 100 del total de la producción minera. Este subsector de la minería no energética, puesto en relevancia por la aprobación del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (PNAMPM), ha sufrido un crecimiento, desde 1978, de un 59 por 100 en pesetas corrientes, lo que representa un 19 por 100 en términos reales. Dicho crecimiento es muy superior al del PIB durante el período mencionado, que lo hizo en un 3 por 100 aproximadamente.

Las inversiones para el desarrollo de esta minería durante el bienio han sido considerables ascendiendo a 26.610 millones de pesetas, de las que una importante cuota, 33 por 100, corresponde al sector público. Los dos principales conceptos a que se han dedicado estos fondos son «desarrollo y mejora de explotaciones» con 20.500 millones y «Exploración e Investigación» con 5.500 millones.

Por tipos de minerales, los metálicos han sido los que mayor auge han experimentado, pasando de 22.000 millones de pesetas de producción en 1978 a 41.800 millones en 1980. Destacan los incrementos porcentuales, medidos en contenido de metal, de los minerales de plata (67 por 100), mercurio (50 por 100) y Plomo, Cinc y Cobre, por encima del 20 por 100.

Los minerales no metálicos han aumentado en 6.200 millones de pesetas su producción durante este bienio, alcanzando los 22.000 millones en 1980. Fueron las sepiolitas y la magnesita quienes experimentaron los mayores incrementos.

Por último, las rocas industriales han totalizado 26.000 millones de pesetas en 1980, 7.500 millones más que dos años antes. En este epígrafe, han sido las pizarras ornamentales las que han incrementado en mayor medida su producción (43 por 100).

El ahorro de divisas que estos incrementos suponen para nuestra economía son significativos. A precios actuales, pueden valorarse en 11.800 millones de pesetas.

PUESTA DE MANIFIESTO DURANTE LA VISITA DE IGNACIO BAYON:

ACTIVIDAD DEL IGME EN EL ACUIFERO ASTURIANO

En una parte muy importante de la región asturiana es posible pensar en utilizar el agua subterránea para usos industriales y urbanos, más interesante que el aprovechamiento del agua superficial. Esta es una de las conclusiones puestas de manifiesto por técnicos del IGME en el transcurso de la visita a Asturias del Ministro de Industria y Energía, Ignacio Bayón. Las aguas subterráneas permiten una regulación de los manantiales, y dado que Asturias es una región de elevada pluviometría, se trata de un núcleo con gran cantidad de reservas renovables.

Por otro lado, el Instituto Geológico y Minero cuenta con un número elevado de proyectos a realizar durante el presente año en la región asturiana, entre los que destaca una más intensa actividad hidrogeológica. Esta se desarrolla tanto a nivel de sondeos como de estudios sobre calidad de aguas. En este sentido, cabe destacar la próxima instalación de redes de control de calidad de aguas subterráneas y fluctuaciones de la piezometría, que permitirá proteger la calidad de las aguas y controlar su caudal. Estas instalaciones estarán acompañadas de un

estudio que se va a realizar sobre puntos de consumo de aguas y vertidos urbanos y su incidencia en la calidad de dichas aguas.

En el capítulo hidrogeológico de investigación destacan las siguientes actuaciones:

- Se ha hecho una evaluación de los recursos y reservas de la unidad mesozoica Gijón-Villaviciosa, denominada Sistema Acuifero número 1.
- Evaluaciones o estudios en la unidad mesoterciaria Oviedo-Cangas de Onís (Sistema Acuifero número 2).
- Estudios en la unidad caliza de montaña cántabro-astur (Sistema Acuifero número 3).
- Se han atendido solicitudes de los Ayuntamientos de Gijón, Pola de Lena, Corvera, y Central Térmica de Soto de Ribera (en este caso el estudio se ha encaminado a las posibilidades de contaminación de aguas subterráneas por residuos sólidos industriales o urbanos).
- Se han atendido peticiones para asesoramiento de empresas privadas.
- Perforación iniciada en Gijón, con 332 metros proyectados, por encargo de la empresa municipal de aguas de Gijón.
- Sondeo a iniciar para abastecer a Tazones, con 100 metros proyectados y por encargo del ayuntamiento de Villaviana. Asimismo se iniciará un sondeo para abastecimiento de Cangas de Onís, igualmente con 100 metros de profundidad proyectados.
- Sondeos de captación para el polígono industrial de Silvota y Concejo de Llanceza.
- Estudios sobre posibilidades de abastecimiento urbano por aguas subterráneas para el Ayuntamiento de Oviedo.

En otras esferas, las actuaciones del IGME son las siguientes:

- Realización de estudios en los terrenos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.
- Recopilación y análisis de datos con vistas a la elaboración de un programa de trabajo en el carbonífero de la Cordillera Cantábrica.

Investigación de recursos minerales

Dentro del Plan Energético Nacional se está llevando a cabo la Prospección General de la Cuenca Carbonífera de Quiros.

En Geotecnia se están llevando a cabo:

- Determinación de las características resistentes de un relleno consolidable para su empleo en capas inclinadas de carbón.
- Proyecto de investigación de las características de los materiales de escombreras de la minería del carbón con vistas a su posterior utilización geomecánica.
- Optimización del sostenimiento en las galerías de minas de hulla según las características geomecánicas de las rocas y de los factores de explotación.

EN LOS CUATRO PRIMEROS MESES DEL AÑO:

HISpanoil EXTRAJO MAS DE UN MILLON Y MEDIO DE TONELADAS DE PETROLEO

Hispanoil ha extraído en los yacimientos de petróleo que explota en diferentes países, durante los cuatro primeros meses del año, un total de 1.508.807 toneladas. En el mes de abril pasado la producción de petróleo en los pozos en los que Hispanoil actúa como operadora fue la siguiente:

	Toneladas
Argelia	2.687
Dubai	376.747
Egipto	754
Gabón	1.682
Libia	299
TOTAL	382.169

El total de extracción acumulado para los cuatro primeros meses del año queda por tanto de la siguiente forma:

	Toneladas
Argelia	7.968
Dubai	1.489.970
Egipto	3.175
Gabón	5.719
Libia	1.975
TOTAL	1.508.807

DATOS DEL PRIMER CUATRIMESTRE:

LA PRODUCCION CARBONIFERA SUBIO EN UN 30 POR 100

Durante el mes de marzo de 1981 la producción total de carbones ha sido superior en 25,1 por 100 a la del mismo mes del año anterior. El acumulado en los meses transcurridos de 1981 es superior al 30,2 por 100 al mismo período de 1980.

La producción de antracita obtenida en marzo de 1981 ha sido 9,8 por 100 superior a la del mismo mes del año anterior. La acumulada es ligeramente superior en 2,6 por 100 a la de 1980.

En el siguiente cuadro se expone la evolución de la producción de carbones en miles de toneladas:

	Marzo		Variación 1981/ 1980 %	Acumulado		Variación 1981/ 1980 %
	1981	1980		1981	1980	
Antracita	370	337	+ 9,8	998	973	+ 2,6
Hulla	800	641	+ 24,8	2.254	2.059	+ 9,5
Lignito negro	469	303	+ 54,8	1.422	888	+ 60,1
Lignito pardo. 1.048	867	867	+ 20,9	2.829	1.843	+ 53,5
Total	2.687	2.148	+ 25,2	7.503	5.763	+ 30,2

La producción de hulla en el mes de marzo de 1981 ha sido superior en un 24,8 por 100 a la obtenida en el mismo mes de 1980. La producción acumulada para los meses transcurridos de 1981 es 9,5 por 100 superior a los mismos meses de 1980.

La producción de lignito negro en el mes de marzo de 1981 ha sido superior en un 54,8 por 100 a la del mismo mes del año anterior y la del lignito pardo superior en un 20,9 por 100. Las producciones acumuladas son superiores en un 60,1 por 100 y 53,5 por 100, respectivamente.

BURGOS: SONDEO GEOTERMICO

La Empresa Nacional Adaro inició en Burgos el sondeo de aprovechamiento geotérmico del polígono de Villalonquérjar. Estos sondeos alcanzarán una perforación de hasta 2.400 metros de profundidad, siendo la inversión de más de 200 millones de pesetas.

El sondeo, que prevé la afloración de agua caliente a una temperatura de 90 grados, se prolongará a lo largo de tres meses. Las pruebas previas a una posible comercialización de este agua está previsto que duren seis meses más.

CREDITOS POR 8.000 MILLONES PARA MEJORAR LA MINERIA

La línea de créditos para mejorar la producción de las empresas mineras de carbón durante este año asciende en principio a 8.000 millones de pesetas, dentro del régimen de convenios vigentes hasta 1985, según un real decreto que sustituye al régimen de acción concertada vigente en los seis años últimos. El régimen de convenios a medio plazo para la minería del carbón tiene prevista una duración de cinco años, con una inversión de 50.000 millones de pesetas.

Estas cifras fueron facilitadas por José María Gallego, consejero técnico del director general de Minas, posteriormente a la reunión que mantuvo con la Asociación Provincial de Minas de Antracita de León, en la que se explicó el nuevo régimen de convenios.

El señor Gallego informó que hasta hoy sólo se presentó oficialmente en industria un proyecto de ampliación para acogerse al convenio y que el Ministerio está preocupado ya que teme que no se gaste todo el dinero presupuestado en principio, ya que el plazo de presentación de proyectos terminó el 23 de mayo.

Se pretende que antes del verano se concedan los créditos a los proyectos estimados positivamente por el Ministerio de Industria.

La línea de crédito es gestionada por el Banco de Crédito Industrial al 11 por 100 de interés, tres años de carencia en cuanto a la amortización de capital a efectuar en los siete años siguientes en 14 semestres.

Los avales sólo se concederán a condición de que la empresa minera interesada aumente la producción subterránea en 25.000 toneladas tipo, esto es un 3 por 100 anual acumulativo sobre la producción subterránea de 1979.

Las pequeñas y medianas empresas consideran desfa-

vorables estas condiciones ya que no pueden alcanzar estos mínimos, por ello el Ministerio de Industria está estudiando la suavización de las condiciones de los avales.

Por otra parte, el real decreto de convenios establece compensaciones por parte del Gobierno para los carbones de empresas acogidas a este régimen de convenios a medio plazo en los casos que justifique esta compensación por parte de la Administración se ha fijado en 100 pesetas por tonelada, según el señor Gallego.

DIRECTORA GENERAL DEL MEDIO AMBIENTE:

EL AGUA Y EL SUELO, MAS IMPORTANTES QUE EL PETROLEO EN LOS PROXIMOS DIEZ AÑOS

La directora general del Medio Ambiente, María Teresa Esteban Bolea, ha declarado en la clausura de las Jornadas Técnicas de Medio Ambiente que hacia el final de esta década, y especialmente en la próxima, el agua y el suelo, como recursos naturales, tendrán más trascendencia que el petróleo actualmente.

María Teresa Esteban insistió en la falta de investigación española en temas relacionados con el medio ambiente, y dijo que siempre llaman más la atención los efectos de la contaminación en el campo microecológico, porque los del macroecológico los vemos a más largo plazo.

Tras repasar la contaminación por centrales eléctricas, se mostró esperanzada por la implantación de la energía nuclear de fusión, que será limpia y segura y puede considerarse la gran fuente del futuro. «Por supuesto —dijo—, habrá que extremar las medidas de vigilancia, pero creo que el riesgo que puede entrañar una central nuclear puede ser perfectamente asumido por los ciudadanos.»

María Teresa Esteban se mostró muy preocupada por la situación medio ambiental de las grandes ciudades, y afirmó que las energías alternativas (solar, eólica, maremotriz, geotérmica) no cubrirán de momento ninguna parte de las necesidades energéticas. Respecto a Madrid, se mostró optimista sobre los efectos del convenio que firmarán el Ministerio de Obras Públicas y el Ayuntamiento para llegar a tener una ciudad limpia en 1990.

BUENA ACOGIDA EN LEON Y ASTURIAS:

EL 80 POR 100 DE LA PRODUCCION CARBONIFERA, DENTRO DEL REGIMEN DE CONVENIOS

España producirá cerca de 30 millones de toneladas de carbón durante 1981, a la vista de la marcha de las producciones durante los cuatro primeros meses del año, con lo cual se superarán los objetivos productivos marcados para este año por el PEN: Comparativamente, y en millones de toneladas, España producirá, durante 1981, más carbón que Francia y Bélgica, pero menos que la República Federal Alemana y Gran Bretaña. La demanda es buena y existe mercado para colocar las producciones. Por otra parte, las noticias referentes a los proyectos presentados para acogerse a los convenios para el carbón son buenas. Sesenta empresas de un total de 170 se han acogido a dichos convenios, cogiendo al 80 por 100 de la producción total de carbón.

Estas empresas han presentado proyectos de incrementos de producción, recibiendo contrapartidas en forma de créditos oficiales para atender a las inversiones necesarias, las cuales pueden llegar hasta el 70 por 100 de la misma, con un 11 por 100 de interés, tres años de carencia y siete de devolución del principal. Este régimen de ayudas, similar al de otros países europeos, permitirá que la producción carbonífera nacional se acople a lo estipulado en el PEN.

Asturias

Ocho empresas antraciteras asturianas han presentado sendos proyectos para acogerse al citado régimen de convenios, con un proyecto de inversión global de 5.000 millones de pesetas. Estas empresas, representan el 95 por 100 de las producciones de la zona del Narcea, y sus proyectos suponen que la producción de todas ellas sufrirá un incremento global del 50 por 100, con un 5 por 100 acumulativo en el período 1981-1985 y una inversión en instalaciones mineras del Narcea de 3.048,9 millones de toneladas a 1985, lo que significa 13.400 pesetas por tonelada sobre nuevas capacidades.

Estos convenios supondrán un incremento de los puestos de trabajo de un 10 por 100 hasta 1985. El objetivo de las ocho empresas es el de alcanzar, para 1990, una producción de 1.500.000 toneladas.

León

La zona leonesa, considerada como la más importante en cuanto a reservas de carbón, ha sido la que mayores dificultades ha tenido para acogerse al régimen de convenios, principalmente por la estructura minifundista de sus explotaciones mineras y las dificultades que ello suponía a la hora de acceder al crédito. Sin embargo, y según los últimos datos un total de 25 empresas leonesas han presentado 26 proyectos para acogerse al régimen de convenios. Estos proyectos suponen una inversión total de 16.600 millones de pesetas a repartir en un período de cinco años. Los proyectos son viables y permitirán, según un portavoz del sector minero leonés, «mejorar la estructura minera de las explotaciones de la zona leonesa y de El Bierzo». Sin embargo, subsisten las dificultades crediticias, pero se espera la ayuda de la Administración en este sentido.

SEGUN UN ESTUDIO
DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA:

EL SECTOR MINERO ESPAÑOL, IMPORTANTE PARA LA CEE

El sector minero español, tanto por su producción actual como por sus recursos potenciales, está en condiciones de realizar una aportación muy positiva a las negociaciones en curso para la adhesión española a la CEE, según un estudio del Ministerio de Industria y Energía.

Nuestra incorporación a la CEE aumentará en un 85 por 100 las reservas de la Comunidad en plomo, en un 96 por 100 las de zinc, en un 38 por 100 las de hierro, en un 20 por 100 las de titanio, en un 92 por 100 las de

wolframio, en un 8 por 100 las de antimonio y multiplicará por 7,4 las reservas de mercurio, por 5,7 las de cobre, por 4 las de estaño y por 3,1 las de espato-fluor.

Así las reservas de la CEE con la incorporación española pasarían a ser las siguientes: en plomo de 7.825 millones de Tm. a 14.515, en zinc de 14.000 a 28.000, en cobre de 800 a 4.000, en titanio de 4.000 a 4.800 y en mercurio de 14 a 117, por citar algunas significativas.

La CEE es un gran área deficitaria de recursos minerales, y se estima que tres cuartas partes del tonelaje que consume tiene procedencia extranjera, mientras que en el caso español sólo es el 50 por 100. En las áreas industrializadas sólo Japón supera ese nivel de dependencia, con un 90 por 100.

El único gran recurso minero europeo es el carbón con más de 250 millones de toneladas, cuyos principales productores son Inglaterra, Alemania y Francia, también tiene importancia la producción de mercurio (Italia sólo el 12 por 100 mundial), y con aportaciones superiores al 10 por 100 mundial figuran el espato-fluor, la barita y la bauxita.

En esta tersitura España pretende relanzar, según el estudio citado, sus relaciones con la CEE utilizando esta baza que puede mejorar sensiblemente el aporte de Materias Primas a la Comunidad.

IGNACIO BAYON:

«LAS PROSPECCIONES GEOTERMICAS DE BURGOS ENCIERRAN UN INTERES ESPECIAL EN EL CAMPO ENERGETICO ESPAÑOL»

El ministro de Industria y Energía, Ignacio Bayón, ha señalado que las prospecciones geotérmicas de Villalón-quejar en Burgos, encierran un interés especial en el campo energético español, en el transcurso de su visita a estas instalaciones.

Los sondeos, que se realizan en la citada localidad burgalesa por la empresa INI, ADARO, han llegado ya a los 400 metros. Existe la impresión de que los análisis efectuados tendrán resultados positivos si bien técnicos afirman que hasta que las prospecciones no lleguen a los 1.800 metros no se conocerá con certeza la existencia de agua caliente y sus grados (entre 70 y 90).

REUNION DE FUNCIONARIOS COMUNITARIOS Y ESPAÑOLES EN BRUSELAS:

LA CEE PUEDE PARTICIPAR EN LA EXPLOTACION DE LAS PIRITAS DEL SUROESTE

Bruselas ha sido centro de atención para la minería española y concretamente para el sector de las piritas, ubicado en el Suroeste español. El pasado 12 de junio, funcionarios comunitarios, entre los que figuraban tres directores generales, y españoles, con presencia del director general de Minas y acompañamiento de algunos empresarios españoles, se trató el tema de las piritas españolas, con yacimientos importantes y altos contenidos en Azufre, Hierro, Cobre, Cinc, Plomo y Plata, y de la importancia que pueden tener para la reducción de la dependencia

mineral que la CEE tiene con respecto a terceros países. Entre otras cuestiones, se analizó el presente y futuro de las explotaciones y de los procesos de transformación y la posible cooperación entre la CEE y España, con creación incluso de empresas mixtas.

La Delegación española estuvo presidida por el director general de Minas del Ministerio de Industria don Adriano García-Loygorri, y lo acompañó el ministro consejero de la misión de España ante las Comunidades don Camilo Barcia, así como cinco representantes de la Administración española y trece empresarios españoles.

Por parte comunitaria y presididos por el director general de la DG III, Fernando Braun, asistieron 13 funcionarios comunitarios de los que tres son directores, Mr. Mohler, DG III; Melle Nielsen, DG I, y Mr. Bourdeau, DG XII, y dos jefes de división, asimismo siete representantes de los países miembros y Portugal y alrededor de 46 representantes de empresas comunitarias de los sectores Químico, Metales no Ferreos, Siderurgia y fabricantes de abonos.

El objetivo del seminario es llamar la atención de los países del Mercado Común sobre los importantes yacimientos españoles de piritas que contienen azufre, hierro, cobre, cinc, plomo y plata, explicando los trabajos realizados hasta el momento en exploración geológica, investigación mineralúrgica y metalúrgica, procesos mineros y tratamiento, situación industrial actual e infraestructura del SO español, para que de acuerdo con el futuro previsible de los mercados de los productos que se pueden obtener, se pueda llegar a algún tipo de cooperación con empresas comunitarias ya sea interesadas en el proceso tecnológico o en la inversión conjunta con empresas españolas o bien en calidad de potenciales compradores de los productos que se pueden producir en la explotación industrial de los yacimientos ya sea de piritas, de ácido sulfúrico o bien de pellets polimetálicos o de productos con un alto valor añadido en España.

Este contacto se ha producido en unos momentos en que la tendencia de los mercados internacionales apunta hacia un encarecimiento del azufre, debida al incremento de la demanda para la producción de abono. Simultáneamente, la CEE se plantea la necesidad de un mayor autoabastecimiento y diversificación en materias minerales, así como de los procedimientos técnicos de obtención de los productos contenidos en las piritas.

En la actualidad, la reserva de piritas españolas se evalúa entre 371 millones de toneladas, con un contenido medio de azufre próximo al 47 por 100 y porcentajes apreciables de cobre, cinc, plomo, hierro y plata.

Además de los minerales españoles, a la CEE le interesan los procesos desarrollados en España para su obtención.

DATOS RELEVANTES DE LAS PIRITAS DEL SUROESTE RESERVAS

En el SO de España existen las siguientes reservas piritíferas con los contenidos metálicos que se expresan:

	T × 10 ⁶
T. de mineral, expresadas en piritas con 46 % S ...	371
S contenido	172
Cu contenido	3,82
Zn contenido	8,01
Pb contenido	3,37
Fe contenido	148
T. Ag contenido	11.521 t.

INVESTIGACION

Exploración geológica

Las reservas expresadas son el resultado de una exploración geológica tradicional y que continúa en la actualidad, resultado de la cual son las diferentes masas halladas, todas las cuales han sido reconocidas por sondeos hasta conocer su contenido, composición y geometría.

En la actualidad existe el proyecto de explorar el resto no conocido del SO español, que está reservado al Estado y cuyo levantamiento de reserva se espera de inmediato.

Investigación mineralúrgica

Se tienen resultados a escala de planta piloto relativos a la obtención de concentrados diferenciales de Cu, Zn y Pb, globales de todos ellos en conjunto y semiglobales de Zn por un lado y Cu-Pb por otro. Existen tres plantas piloto en la cuenca minera, las de RTM, APIRSA y MASA, así como la de ENADIMSA en Madrid.

Investigación metalúrgica

Para el beneficio de los contenidos metálicos de las piritas se ha desarrollado asimismo una investigación importante, tanto en el aspecto tostación-hidrometalurgia, investigada en las plantas piloto de AIPSA y AUXINI, como en el de la hidrometalurgia pura, en la planta piloto de Técnicas Reunidas en Madrid y en el laboratorio de RTM en la cuenca minera.

Las inversiones realizadas hasta el presente han sido:

- En exploración minera, 1.923 millones de pesetas.
- En investigación de procesos, 738 millones de pesetas.
- Aznalcollar ha invertido en Investigaciones y Estudios 585 millones de pesetas.

PROCESOS MINEROS

Existen exploraciones importantes a cielo abierto, dos de RTM, una de Tharsis y una de APIRSA, así como tres minas subterráneas, dos en producción, las de RTM y Tharsis, y la de MASA en avanzado estado de desarrollo. Todos los procesos son convencionales y altamente mecanizados.

SITUACION INDUSTRIAL ACTUAL

En el SO español se están produciendo actualmente 2.000.000 t/año de piritas, que se tuestan para producir 2.500.000 T. de ácido sulfúrico y cuyos residuos de la tostación o cenizas son tratadas en Metalquímica del Nervión y DKH para el aprovechamiento de sus metales.

Seis millones t/año de pórfido cobrizo para la obtención

ción de concentrados de Cu y que dan un residuo de 400.000 toneladas de pirita de flotación.

Dos millones de t/año de pirita compleja y 2.000.000 t/año de piroclasto cuprífero para la obtención de concentrados de Zn, Cu y Pb, así como unos residuos de 1.800.000 T. de pirita flotada.

PROBLEMAS QUE PLANTEA LA PRODUCCION DE ACIDO SULFURICO EN LA EUROPA COMUNITARIA

La producción de ácido sulfúrico, uno de los productos básicos para el desarrollo industrial de Europa, está prácticamente basada en azufre elemental, a excepción de la Península Ibérica, donde todo el ácido sulfúrico se produce a partir de minerales piríticos.

El azufre empleado en la producción europea de ácido sulfúrico procede en parte de la propia CEE, principalmente de los yacimientos de Lacq en Francia que aporta el 25 por 100 del total, y el resto procedente del exterior.

De este azufre elemental, parte procede de Polonia y el resto de países tan alejados como Canadá y Estados Unidos y Méjico en menor proporción.

Esta dependencia, que actualmente es importante, se verá incrementada en esta década por el progresivo agotamiento del gas de Lacq y como consecuencia, del azufre elemental recuperado en su depuración.

Se puede asegurar que, dados los incrementos en los precios de los productos petrolíferos, su consumo se verá frenado e incluso reducido en los próximos años, con lo que la producción de azufre, procedente de su depuración no se verá incrementada de forma significativa.

Por todas estas razones, en los próximos años, los países de la CEE se verán abocados a una casi completa dependencia del exterior para el suministro de azufre como materia prima para producción de ácido sulfúrico.

Esta dependencia del exterior, en el suministro de una materia prima básica y vital para la industria es extremadamente peligrosa, no sólo por el incremento continuo de precios, que ya alcanza límites muy elevados, sino las posibles dificultades que podrán presentarse en asegurar su suministro.

Hay que tener en cuenta que el incremento de producción de ácido sulfúrico en los próximos años, tanto en la CEE como en el resto del mundo, requerirá un mayor consumo de azufre que hará aún más comprometida y difícil la seguridad de su suministro.

Resulta evidente que esta dependencia del exterior sólo puede evitarse utilizando para la producción de ácido sulfúrico una materia prima propia, capaz de garantizar a corto y largo plazo, las exigencias que imponga el desarrollo industrial de los países de la CEE.

Afortunadamente disponemos en la Península Ibérica de esta materia prima. Se trata de los minerales piríticos de los que se dispone de reservas seguras de unos 500 millones de toneladas, y una larga experiencia en su tratamiento industrial.

A este respecto podemos decir que actualmente en Huelva (España) se están produciendo más de 2.500.000 t/año de ácido sulfúrico a partir de la tostación de minerales piríticos.

El proceso de tostación en hornos de lecho fluidizado y la incorporación de la doble absorción al proceso catalítico para la producción de ácido sulfúrico, han supuesto la solución de los problemas de polución que anteriormente planteaba el tratamiento de estos minerales.

En los momentos actuales, en que todos los países industrializados buscan afanosamente fuentes sustitutivas de producción de energía eléctrica, conviene destacar que en la producción de ácido sulfúrico a partir de piritas, se produce energía en cantidad suficiente para su propio consumo y un excedente que puede ser aprovechado en otras instalaciones.

Esta energía eléctrica se produce de forma similar en la producción de ácido sulfúrico a partir de azufre, pero tenemos que insistir en que el caso de los minerales piríticos se trata de un recurso energético propio, de suministro garantizado.

En lo anteriormente expuesto, se han considerado los minerales piríticos como materia prima para la producción de ácido sulfúrico y energía eléctrica, por su contenido en azufre pero hay que tener presente que estos minerales contienen cantidades importantes de otros elementos cuya recuperación tiene una importancia extraordinaria, especialmente para países, como los que integran la CEE claramente deficitarios en los mismos.

La tecnología para la recuperación de estos metales está puesta al día por AIPSA (Aprovechamiento Integral de la Pirita, S. A.) en Huelva, donde se va a construir la primera planta con capacidad de tratamiento de 1.000.000 de Tn. de cenizas/año.

La producción de estos concentrados, dentro de la CEE es de evitar importancia ya que en general son productos que tienen que ser importados, con lo que vuelve a ponerse de manifiesto la dependencia del exterior, especialmente peligrosa en estos momentos, en los que sin duda las materias primas están jugando un papel decisivo en la economía mundial.

SOLUCION DE PRODUCCION DE ACIDO SULFURICO A BASE DE PIRITAS ESPAÑOLAS

Es indudable que el pensar en producir en Europa Occidental ácido sulfúrico a base de piritas va a plantear problemas importantes a los fabricantes de ácido que hoy lo obtienen por la vía azufre.

Creemos que fundamentalmente sus preocupaciones serán las financieras, las de cambio de tecnología y las de polución.

Pero también es evidente que la falta de materias primas en el caso del azufre elemental y sus aumentos de precio en estos últimos cinco años, debido a la escasez del mismo, deben plantear problemas serios a los responsables de producción de ácido sulfúrico.

La pirita que ya hemos mencionado, los inconvenientes que tiene en su consumo tiene dos ventajas muy importantes en su utilización, y éstas son su abundancia y garantía de suministro y sus aumentos de precio moderados (aproximadamente en función del coste de vida).

Parecería, pues, razonable optar por una primera medida una vez integrada España en el Mercado Común, que

sería la de estudiar a fondo la posibilidad de establecer los incrementos de consumo que la Europa Occidental haga a base de piritas ibéricas y mantener los consumos actuales donde estén establecidos con el azufre elemental.

Esta primera medida podría llevar a la conclusión del establecimiento de una terminal idóneamente instalada para la producción de uno o dos millones de toneladas de ácido sulfúrico en la Europa Occidental, con la colaboración precisa de todos los interesados en el consumo de pirita, la producción de ácido y los consumidores del mismo.

Asimismo la sustitución de plantas de sulfúrico a base de azufre elemental podrían ser sustituidas por plantas de pirita en aquellos países de la Europa Occidental que vean claras las dificultades que van a producir por la falta de azufre y el elevado precio que va a alcanzar el mismo.

III CONGRESO IBEROAMERICANO DEL MEDIO AMBIENTE

Entre los días 22 al 26 del pasado mes de junio se celebró en Santiago de Compostela el III Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente, dentro del cual se presentó el Proyecto Nacional de Inventario del Patrimonio Natural Geológico, elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España.

Este Proyecto, actualmente en curso de realización, tiene como principal objetivo el de catalogar y divulgar las singularidades geológicas de las zonas utilizadas en actividades turísticas por su interés paisajístico. Siempre bajo el concepto de que toda actividad humana y biológica, en general, se asienta sobre un diseño geológico especial.

El desarrollo del Proyecto se está efectuando a partir de unidades geológicas regionales muy amplias que presentan, generalmente, características bastante homogéneas en su extensión con las actividades humanas básicas: desarrollo agrícola, industrial, social y utilización turística, lo que condiciona una cierta afinidad en las diferentes utilidades del territorio y en su medio ambiente.

Para ser presentado en el marco del III Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente se eligió el punto de interés geológico El Grove-La Toja, privilegiado lugar de observación en la divulgación del Patrimonio Natural Geológico, ya que este lugar aporta un diseño geológico muy sencillo, de gran belleza y resultando un ambiente específico ideal para el turismo.

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA Y SU CONTRIBUCION AL DESARROLLO MINERO ESPAÑOL

El pasado 4 de julio se clausuró la Exposición Monográfica sobre «El IGME y su Contribución al Desarrollo Minero Español» en el Centro Cultural de la Sociedad

Española de Cerámica y Vidrio, cuya sede está en Ferraz, 11.

La inauguración oficial de la Exposición corrió a cargo de don Francisco Sangrá Bosch, Presidente de la SECV, y de don Mariano Ricardo Echevarría Caballero, Director General del IGME.

La citada Exposición Monográfica tenía como objetivo tanto ofrecer una visión general de lo que es el Centro Cultural de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, como mostrar el importante papel del Instituto Geológico y Minero de España que, siendo un Organismo con carácter técnico con aplicación práctica a las Ciencias de la Tierra, tiene como misión la de apoyar y asesorar a la Administración para el mejor aprovechamiento de los recursos geológicos y mineros de España.

La exposición dedicó una atención especial al sector de Rocas y Minerales Industriales, de tan fuerte incidencia económica en la actualidad.

MINAS DE ALMADEN:

NUEVA EXPLOTACION A CIELO ABIERTO

La nueva explotación a cielo abierto de Minas de Almadén puede comenzar a producir en sus tres cuartas partes de capacidad con el fin de compensar la disminución de producción subterránea. Los minerales procedentes de la mina antigua se mezclarán con los de la nueva, mientras se deja de explotar por agotamiento la primera.

Parece que el nuevo organismo Minas de Almadén tiene el propósito de acompañar la producción a sus actuales reservas, a fin de hacer perdurar la explotación el tiempo mayor posible. Este problema, que se resuelve fácilmente sobre el papel, tiene la dificultad de hallar solución en la práctica a causa de la gran mano de obra que emplea Almadén.

CURSO INTERNACIONAL PARA EL ESTUDIO DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Ha sido clausurado en Madrid un curso internacional sobre nuevos métodos para el estudio de la geoquímica y de la contaminación de las aguas subterráneas, organizado por el Centro para la Ordenación del Territorio y el Medio Ambiente (Ceotma).

El curso ha tenido dos semanas de duración y en él han impartido clases expertos en temas medioambientales de Argentina, Italia, Israel, Checoslovaquia, Estados Unidos, México, Reino Unido, Portugal y España, bajo la dirección de Ramón Llamas, catedrático de Geología de la Universidad Autónoma.

Una gran parte del curso ha estado dedicada al uso de los ordenadores electrónicos para analizar y corregir los problemas de contaminación de las aguas subterráneas, técnica que se encuentra actualmente en pleno desarrollo en los países más avanzados del mundo.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA GENERAL

10508. **Consideraciones sobre los manantiales minero-medicinales de Lanjarón.** LOPEZ DE AZCONA, J. M., y FERNANDEZ RUBIO, R.

An. R. Acad. Farm. (1980), núm. 2, 5-27, esp. ref. (2 p.), bibliografía IGME.

* Fuente, Agua mineral, Análisis químico, Potabilidad, Calidad agua, Hidrogeología, Geología regional, Orogenia alpina, Cabalgamiento, Roca metamórfica, Lanjarón, Provincia Granada, Zona Bética.

10598. **Memoria 1979.**

Memoria Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (1979), 1-99, esp., bibl. IGME.

* Informe actividad, Sociedad estado, Ensayo laboratorio, Ensayo *in situ*, Material construcción, Propiedad geotecnica, Obra pública, Hidrodinámica, 1979, Centro de Estudios y Exp. de Obras Públicas.

10600. **Petrología 1980. Anuario de actividades de: Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense, Unidad Esct. de Petrología y Geoquímica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE.**

Petrología 1980, Anuario de actividades (1980), 1-46, esp., bibliografía IGME.

* Informe actividad, Enseñanza, Institución, Bibliografía, Dep. Petrolog. Univ. Complutense Madrid.

10602. **Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Galicia.** INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME (1980), 1-146, esp., bibl. IGME.

* IGME, Informe actividad, Geología, Prospección minera, Cartografía, Síntesis bibliográfica, Carbón sustancia, Mineral radiactivo, Estaño sustancia, Plomo sustancia, Cobre sustancia, Hierro sustancia, Sustancia no metálica, Concesión Minera, Geología marina, Geofísica, Prospección geoquímica, Geotecnia, Galicia.

10609. **Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Asturias.** Geología. INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME (1980), 1-106, esp., bibl. IGME.

* IGME, Informe actividad, Geología, Prospección minera, Cartografía, Síntesis bibliográfica, Prospección, Geofísica,

Carbón sustancia, Hierro sustancia, Estaño sustancia, Tungsteno sustancia, Plomo sustancia, Zinc sustancia, Aluminio sustancia, Cobalto sustancia, Sustancia no metálica, Concesión minera, Geotecnia, Asturias.

10614. **Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en León, Zamora y Salamanca.** INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME (1980), 1-183, esp., bibl. IGME.

* IGME, Informe actividad, Geología, Prospección minera, Cartografía, Síntesis bibliográfica, Geofísica, Prospección geoquímica, Inventario, Carbón sustancia, Mineral radiactivo, Oro sustancia, Estaño sustancia, Plomo sustancia, Tungsteno sustancia, Hierro sustancia, Cobalto sustancia, Cobre sustancia, Sustancia no metálica, Geotecnia, Provincia León, Provincia Zamora, Provincia Salamanca.

10634. **Materiales geológicos y científicos.**

Catálogo Magecisa (1980), núm. 4, 1-43, esp., bibl. IGME.

* Catálogo, Instrumentación.

10761. **Análisis estadístico de datos direccionales.** CHACON OREJA, E.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 21-43, esp., ref. (23), bibl. IGME.

* Método estadístico, Dato, Propiedad geométrica, Geometría, Análisis estadístico.

10764. **Aplicación de los procesadores gráficos en los estudios por el método de los elementos finitos.** MICHA-VILA PITARCH, F.; GAVETE CORVINOS, L., y VEGA MIGUEL, J. L.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 81-116, esp., ref. (2 p.), bibl. IGME.

*Cartografía automática, Modelo matemático, Elemento finito, Ordenador, Plotter.

10766. **Investigaciones recientes en España sobre Geología y Ciencias conexas: tendencias y resultados.** ALASTRUE Y CASTILLO, E.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 175-191, esp., bibliografía IGME.

* Estudio crítico, Banco de datos, Bibliografía, 1977-1979, España.

10770. **Los Ingenieros de Minas españoles ante la formación permanente.** MONTES VILLALON, J. M.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 345-352, esp., ref. (7), bibl. IGME.

* Estudio crítico, Enseñanza, Enseñanza superior, España.

ESTRATIGRAFIA

10502. **Formaciones recientes sobre el Triás de Antequera. Cordillera Bética, España.** CRUZ SANJULIAN, J. *Acta Geol. Hisp.* (1980), 15, núm. 3, 65-69, esp., res. fra., ref. (22), bibl. IGME.

* Brecha, Yeso, Conglomerado, Arenisca, Discordancia, Postectónico, Triás, Cortijo de las Salinas, Antequera, Provincia Málaga, Zona Bética.

10625. **Braquilópodos senonienses de la Sierra del Mont. Roig, Prepirineo de Lérida.** POCOVI, A., y CALZADA, S. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.* (1980), 78, número 1-2, 5-19, esp., res. ing., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Rhynchonellida, Senoniense, Triás superior, Lias inferior, Lias medio, Corte geológico, Escama, Cabalgamiento, Transgresión, Viarhynchia, Almerarhynchia, Owenirhynchia, Mont-Roig, Provincia Lérida, Pirineos Españoles.

10628. **Precisiones estratigráficas sobre la discordancia intratortonense de Montefrío, Granada.** GONZALEZ DONOSO, J. M.; RODRIGUEZ FERNANDEZ, J.; SERRANO, F., y VERA, J. A.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 101-111, esp., res. ing., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Discordancia, Tortonense, Microfacies, Estructura sedimentaria, Sedimentación marina, Medio agua poco profunda, Fauna específica, Fauna foraminíferos, Montefrío, Provincia Granada.

10632. **Las facies detríticas de la región de Picofrentes, Soria.** MELENDEZ, N., y VILAS, L.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 157-174, esp., res. fra., ref. (10), bibl. IGME.

* Lias inf., Lias medio, Neocomiense, Weald, Cenomanienense, Sedimento, Roca carbonatada, Litofacies, Minerales pesados, Facies Weald, Facies Utrillas, Picofrentes, Las Fraguas, Provincia Soria, Macizo Ibérico.

10635. **El Caurel.** LUZON NOQUE, J. M., y SANCHEZ-PALENCIA RAMOS, F. J.

Excavaciones Arqueológicas España (1980), núm. 110, 1-155, ref. (disem.) bibl. IGME.

* Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Pizarra, Panorama minero, El Caurel, Provincia Lugo, Arco Asturiano.

10650. **La serie miocène du Bo Maiz: étude stratigraphique et micropaléontologique (feuille de Berronaghia, Algérie).** COURME-RAULT, M. D.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 17-22, fra., res. esp., ing., ref. (9), bibl. IGME.

* Mioceno, Sedimentación detrítica, Autoctonía, Corrimiento gravedad, Corte geológico, Fauna foraminíferos, Fauna ostrácodo, Fauna bentónica, Langhiense inferior, Bou Maiz, Berronaghia, Argel región.

10653. **The Miocene - Pliocene boundary in Pakistan.** A. KURESHY, A.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 41-46, ing., res. esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Mioceno, Plioceno, Sedimentación marina, Fauna foraminíferos, Sedimentación continental, Fauna mamíferos, Cuenca Baluchistán, Cuenca Indus, Pakistán.

10657. **On the age of the Neogene deposits at Site 329 (DSDP, Leg. 36) Discussion.** F. CIESIELSKI, P.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 87-97, ing., res. esp., ref. (28), bibl. IGME.

* Estudio crítico, Edad, Mioceno, Plioceno inf., Fauna, Flora, DSDP, Leg 36, Localidad 329, Testigos 2-27, Falkland.

10664. **El Pérmico en España.** VIRGILI, C.; SOPEÑA, A.; RAMOS, A.; HERNANDO, S., y ARCHE, A.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 255-262, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Pérmico, Sedimentación continental, Fauna, Roca clásica, Macizo Ibérico, Cuenca Tajo.

10680. **El Aptiense del macizo del Perelló, Tarragona.** MORENO SERRANO, F.; SAENZ RIDRUEJO, C., y ARENILLAS PARRA, M.

Tecniterrae (1979), núm. 31, 15-20, esp., res. ing., ref. (4), bibliografía IGME.

* Aptense, Escala estratigráfica, Fauna, Sedimentación marina, Sedimentación albufera, Perelló, Provincia Tarragona, Costero catalana.

GEOMORFOLOGIA

10507. **Remarks on the pethole erosion at the Tormes river. Salamanca Province, Spain.** SAAVEDRA, J., y LORENCO, M. W.

Acta Geol. Hisp. (1980), 15, núm. 3, 91-93, ing., res. esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Morfología erosión, Marmita de Gigante, Erosión fluvial, Roca ígnea, Esquisto, Santibañez de Béjar, Río Tormes, Provincia Salamanca.

10555. **Los niveles de las terrazas del Ebro en la Rioja.** GONZALO MORENO, A.

Geographica (1977-78), 131-138, esp., res. fra., ref. (6), bibliografía IGME.

* Glacis, Terraza, Conglomerado, Marga, Yeso, Arenisca, Morfología, Río Ebro, Provincia Alava, Provincia Logroño, Navarra.

10556. **El relieve suave y compartimentado de la depresión de Antequera. Málaga.** GUARNIDO OLMEDO, V.

Geographica (1977-78), 139-149, esp., ref. (13), bibl. IGME.

* Depresión, Morfología, Relieve, Altitud, Red hidrográfica, Oligoceno, Mioceno inf., Antequera, Provincia Málaga, Zona Bética.

10557. **Correlación entre glacis de acumulación y terrazas fluviales. Las terrazas fosilizadas del Gállego y Cinca. Un nuevo modelo de interpretación.** MENSUA, S., e IBÁÑEZ, M. J.

Geographica (1977-78), 191-203, esp., bibl. IGME.

* Terraza, Glacis, Geomorfología, Río Cinca, Río Gállego, Provincia Huesca, Navarra.

10629. **Síntesis geomorfológica del borde meridional de la sierra de Guadarrama.** LAZARO OCHAITA, I., y ASENSIO AMOR, I.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 113-131, esp., res. ing., ref. (4 p.), bibl. IGME.
* Geomorfología, Morfodinámica, Acción climática, Glacis, Terraza, Paleoclimatología, Mapa geomorfológico, Plioceno, Pleistoceno, Sierra Guadarrama, Borde meridional, Provincia Madrid.

GEOLOGIA MARINA

10620. **Corrientes en el Estrecho de Gibraltar.** BUSTAMANTE BRINGAS, J. M.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1979), 5, núm. 2, 1-191, esp., ref. (1), bibl. IGME.

* Datos, Corrientes, Atlántico Noreste, Mar de Alborán, Mapa batimétrico, Estrecho de Gibraltar, Interfase.

10622. **Introducción al estudio de la plataforma continental contigua a las rías de Arosa y Muros. NO de España. I. Estudio químico.** GONZALEZ, N.; NUNES, M. T.; IGLESIAS, M. L., y CABAÑAS, J. M.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1980), 5, núm. 4, 77-87, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Interfase, Agua dulce, Agua mar, Hidroquímica, Salinidad, Estuario, Plataforma continental, Ría de Arosa, Ría de Muros, Provincia La Coruña, Provincia Pontevedra, Atlántico Noreste.

10623. **Estudio de la variación del nivel del mar como función de la presión en el mar de Alborán.** GARCIA, J.; AMETLLA, R., y GARCIA, M. J.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1980), 5, núm. 4, 90-99, esp., res. ing., ref. (14), bibl. IGME.

* Eustatismo, Presión barométrica, Mar de Alborán, Andalucía.

10624. **Estudios de producción en aguas de las Islas Canarias. I. Hidrografía, nutrientes y producción primaria.** BRAUN, J. G.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1980), 5, núm. 4, 147-154, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Agua mar, Hidroquímica, Temperatura, Salinidad, Biomasa, Plancton, Fitoplancton, Canarias, Atlántico Nordeste.

GEOLOGIA DEL INGENIERO. CONTAMINACION DE AGUAS DE SUPERFICIE

10574. **Aplicaciones prácticas de la espectroscopia de absorción infrarroja en el estudio de los crudos, del clinker y del cemento portland anhidro.** VAZQUEZ, T.

Mater. contr. (1980), núm. 179, 101-110, esp. ref. (23), bibliografía IGME.

* Espectro IR, Cemento industrial, Yeso, Anhidrita, Singenita, Acción preventiva.

10621. **Contribución al estudio de la ría de Betanzos, NO de España. I. Estudio sobre un foco de contaminación.** GONZALEZ GARICA ESTRADA, N.; CABAÑAS LOPEZ, J. M.; IGLESIAS GIL DE BERNABE, M. L., y NUNES GONZALEZ, M. T.

Bol. Inst. Esp. Oceanogr. (1980), 5, núm. 4, 3-14, esp., ref. (4), bibl. IGME.

* Interfase, Agua dulce, Agua mar, Contaminación, Estuario, Provincia La Coruña, Atlántico Noreste, Ría de Betanzos.

10636. **Mareas negras.**

Geo-Datum (1980), núm. 26-27, 23-28, esp., ref. (7), bibliografía IGME.

* Agua mar, Contaminación, Hidrocarburo, Depuración, Microorganismo, Bacteria, Detergente.

10637. **Explotación de yacimientos metálicos profundos.** CIRUELOS, J.

Hoja informativa, grupo especializado de geomecánica (1980), núm. 20, 1-3, esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Mecánica roca, Geología minera, Explotación, Profundidad.

10647. **La CEE y la protección del medio ambiente.**

Minerpress (1981), núm. 46, esp., bibl. IGME.

* CEE, Protección medio ambiente.

10682. **Estimación de cualidades tecnológicas de suelos a partir de características edafológicas.** DE LA ROSA, D.; PEREZ, J. L., y RUIZ, J.

Tecniterrae (1979), núm. 31, 38-41, esp., res. ing., ref. (13), bibliografía IGME.

* Plasticidad, Humedad suelo, Composición mineralógica, Capacidad cambio catión, Suelo.

10686. **Prevención y tratamiento del agua ácida de drenaje proveniente de minas de carbón.** ALVAREZ, C.; DEININGER, R., y MEIER, P.

Tecniterrae (1979), núm. 31, 59-68, esp., ref. (5), bibliografía IGME.

* Protección medio ambiente, Contaminación, Desagüe mina, Desagüe mina ácida.

10735. **Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 1-219, esp., bibl. IGME.

* Agua subterránea, Contaminación, Acción preventiva, Depuración.

10736. **Algunos aspectos básicos en la contaminación de las aguas subterráneas.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 4-51, esp., ref. (5 p.), bibliografía IGME.

* Agua subterránea, Contaminación, Desecho agrícola, Desecho industrial, Desecho doméstico, Lixiviación, Infiltración, Zona no saturada, Zona saturada, Hidroquímica, Oxidación, Reducción química, Acción preventiva.

PALEONTOLOGIA. GENERALIDADES

10630. **Premisas para el análisis paleontológico.** MATINELL, J.; DOMENECH, R., y MARQUINA, M. J.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 133-140, esp., res. ing., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Paleocología, Tafonomía, Muestreo.

10648. **Pedro Joaquín Bermúdez. 1905-1979.** DIAZ DE GAMERO, M. L., y R. FARIAS, J.

Rev. sp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 5-11, esp., ref. (5 p.), bibl. IGME.

* Bibliografía personal, Micropaleontología, Pedro Joaquín Bermúdez, 1905-1979.

PALEONTOLOGIA DE LOS INVERTEBRADOS

10506. **Nuevas aportaciones micropaleontológicas al conocimiento del Neógeno del Baix Llobregar.** BARCELONA. ALBORCH, J.; CIVIS, J., y MARTINELL, J.

Acta Geol. Hisp. (1980), 15, núm. 3, 85-90, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.

* Fauna foraminíferos, Plioceno, Litofacies, Fauna específica, Barcelona, Provincia Barcelona.

10626. **Actualización de la sistemática de Almera y Bofil para los moluscos pliocénicos del bajo Llobregat y llano de Barcelona. 2: Orden Pteroida.** CUENCA ANAYA, A. M.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 49-74, esp., res. ing., ref. (4 p.), bibl. IGME.

* Taxinomia, Pteroida, Plioceno, Biogeografía, Pteroida, Llobregat, Llano de Barcelona, Provincia Barcelona.

10649. **Neobulimina bermudezi species nova of the Maestrichtian of Gabon, West Africa.** A. SEIGLIE, G.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 13-16, ing., res. esp., ref. (9), bibl. IGME.

* Foraminífero, Nuevo taxon, Maestrichtiense, Offshore, Neobulimina bermudezi, Gabón.

10651. **Dinoflagellates of the Cenomanian Arenero de Xixun section near Oviedo, Spain.** HERNGREEN, G. F. N.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 23-26, ing., res. esp., ref. (3), bibl. IGME.

* Dinoflagellata, Cenomaniense, Sedimentación marina, Pola de Siero, Arenero de Xixun, Asturias.

10652. **Globorotalia andalusiana, nueva especie de foraminífero del Mioceno terminal (Andalucense).** PERCONIG, E.; MARTINEZ, C., y GRANADOS, L.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, esp., res. ing., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Foraminífero, Globorotalia, Nuevo taxon, Tortoniense, Filogenesis, Andalucense, Sanlúcar de Barrameda, Tabernas, Provincia Cádiz, Provincia Almería, Provincia Murcia.

10737. **Métodos y efectos de la lucha contra contaminación de las aguas subterráneas.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 53-103, esp., ref. (3 p.), bibliografía IGME.

* Agua subterránea, Contaminación, Acción preventiva, Desecho líquido, Depuración, Coste, Institución, Legislación, Normalización, Planificación, Planificación regional, Gestión recursos agua.

10738. **Causas, tipos y extensión de la contaminación de las aguas subterráneas.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 104-158, esp., ref. (7 p.), bibliografía IGME.

* Agua subterránea, Contaminación, Desecho industrial, Pesticida, Nitrato, Fosfato, Potasa, Desecho agrícola, Desecho doméstico, Depuración, Desecho radiactivo, Salinidad.

10739. **Métodos de análisis.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 159-202, esp., ref. (3 p.), bibliografía IGME.

* Agua subterránea, Calidad agua, Diferencia finita, Optimización, Simulación, Modelo, Modelo conceptual.

10740. **Gestión en calidad y cantidad de las aguas subterráneas. Estudio de un caso práctico.** CALVIN, J.; GARCIA DE OTEIZA, L.; NIETO, P.; PORRAS, J.; REYES, E.; DEESE, P.; KITANDIS, P.; LENTON, R., y WILSON, J.

Contaminación de las aguas subterráneas. Tecnología, economía y gestión (1980), 203-215, esp., ref. (3), bibliografía IGME.

* Agua subterránea, Gestión recurso agua, Hidrogeología, Planificación, Optimización, Depuración, Provincia Valencia.

10755. **Tabulación de rendimientos en Geología Aplicada.** BABIANO GONZALEZ, F.; COULAUT SAENZ DE SICIALIA, J. L., y GRANDA, SANZ, A.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 99, esp., bibliografía IGME.

* Estudio crítico, Geología económica, Metodología.

10760. **Aplicación del método de los elementos finitos para el estudio de la distribución de tensiones en el terreno.** ALVAREZ-URIA ALVAREZ, E.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 1-19, esp., ref. (14), bibliografía IGME.

* Modelo matemático, Elemento finito, Tensión, Roca.

10767. **La ingeniería geotécnica de minas: Situación y perspectivas en la práctica y los programas de enseñanza en España.** AYALA CARCEDO, F. J.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 201-208, esp., bibl. IGME.

* Geotécnica, Mina, Enseñanza, España.

10654. **Estudios sobre las litofacies y micropaleontología del Lías inferior de la isla de Cabrera, Baleares.** COLOM, G.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 47-64, esp., res. ing., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Flora de algas, Fauna foraminíferos, Lías inf., Caliza, Dolomita, Sedimentación litoral, Litofacies, Tectónica superpuesta, Escala, Mooreinella balearica, Marssonella angulata, Isla Cabrera, Baleares.

10655. **Three new species of Pseudohastigerina Banner and Blow from the middle Eocene of Egypt.** ABDEL-KIREEM, M. R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 65-70, ing., res. esp., ref. (13), bibl. IGME.

* Foraminífero, Nuevo taxon, Eoceno medio, Luteciense, Pseudohastigerina acutimarginata, Pseudohastigerina pellucida, Pseudohastigerina cuadrata, Gebel Mokattam, Fayoum, Egipto.

10656. **Cyclopsinella Neumannae n. sp. (Litnolidae, Foram) del Cenomaniano medio della Francia Sud-occidentale.** CHERCHI, A.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 71-86, ita., res., ing., esp., ref. (13), bibl. IGME.

* Foraminífero, Nuevo taxon, Cenomanense, Ontogenia, Filogenia, Evolución, Cyclopsinella neumannae, Cyclopsinella steinmanni, Ile Madame, Charente Marítima.

10658. **Polycystine Radiolaria from the Southwestern Atlantic Ocean Plankton.** BOLTOWSKOY, D., y R. RIEDEL, W.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 99-146, ing., res. esp., ref. (4 p.), bibl. IGME.

* Radiolaria, Nuevo taxon, Inventario, Radiolaria Polycystina, Acanthosphaera pinchuda, Océano Atlántico Sur, Uruguay.

10659. **Estudio del sentido de enrollamiento de algunas especies de Globorotalia del Paleoceno y Eoceno en las Cordilleras Béticas.** MARTINEZ GALLEGU, J.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 1, 147-150, esp., res. ing., ref. (15), bibl. IGME.

* Foraminíferos, Globorotalia, Enrollamiento concha, Paleoceno, Eoceno, Zona Bética.

10660. **Foraminíferos bentónicos como indicadores de la corriente de Malvinas.** GIUSSANI DE KAHA, G., y WATANABE, S.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 169-177, esp., res. ing., ref. (2), bibl. IGME.

* Fauna foraminíferos, Medio bentónico, Corriente litoral, Indicador batimétrico, Plataforma continental, Corriente de Malvinas, Indicador biológico, Argentina, Océano Atlántico Sur.

10661. **Genus Globigerinelloides from subsurface upper cretaceous deposits of the Prikasian Depression, USSR.** ABDEL-KIREEM, M. R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 179-190, ing., res. esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Globigerinacea, Globigerinoides, Concha, Ontogenia, Evolución, Campaniense, Maestrichtiense, Depresión del Caspio.

10662. **New genera and species of ostracoda from the bathonian of oxfordshire, England.** WARE, M., y WHARTLEY, R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 199-230, ing., res. esp., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Ostrácoda, Podocopina, Cytheracea, Nuevo taxon, Biometría, Concha, Batoniense, Oxfordshire, Cuenca de Londres.

10663. **Ostracoda from the Jurassic system of Jordan. Including a Stratigraphical Outline.** BASHA, S. H.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 231-254, ing., res. esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Fauna, Ostrácodo, Podocopina, Cytheracea, Cyprinidae, Biometría, Jurásico, Dogger, Malm, Corte Geológico, Jordania.

10665. **Bolivina Afra (Reyment) emended.** OGBE, F. G. P.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 263-266, ing., res. esp., ref. (7), bibl. IGME.

* Foraminífero, Bolivina, Cretáceo sup., Paleoceno, Paleoceno inf., Evolución.

10666. **Saturina Apulensis N. Gen. N. Sp. Foraminifere nouveau (Pfenderinidae) du Dogger d'Italie et de Jougou-lavie.** FOURCADE, E., y CHOROWICZ, J.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 267-282, fra., res. esp., ing., ref. (15), bibl. IGME.

* Foraminífero, Nuevo taxon, Jurásico medio, Dogger, Concha, Corte geológico, Pfenderinidae, Satorina apulensis, Bosuie Hezzegovine.

10667. **Benthonic Foraminifera of the bathyal zona from Oligoceno through quaternary.** BOLTOVSKOY, E.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 283-304, ing., res. esp., bibl. IGME.

* Fauna foraminífero, Medio béntico, Oligoceno, Mioceno, Plioceno, Cuaternario, Fauna específica, Cibicides wuellerstorfi, Océano Pacífico, Océano Atlántico Sur, Océano Índico.

10668. **El género Chiloguembelina en el Paleógeno de las Cordilleras Béticas.** MARTINEZ GALLEGU, J., y CREMADES, J.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 305-312, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Foraminífero, Heteroelcidae, Eoceno, Oligoceno, Concha, Chilognembelina, Zona Bética.

10669. **Calcisphaerulidae de las Cordilleras Béticas.** CASTRO, E., y MARTINEZ GALLEGU, J.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 2, 313-321, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.

* Problemática micro, Calcisphaerulidae, Albense, Cenomaniense, Turoniense, Zona Bética, Provincia Granada.

10670. **Middle Eocene planktonic Foraminifera from the Northern Escarpment of Jabal al Akhdar, North Eastern Libya.** HASSAN EL KHOUDARY, R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 339-357, ing., res. esp., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Foraminífero, Taxon plactónico, Eoceno medio, Caliza, Sedimento marino, Muestreo, Formación Apollonia, Jabal al Akhdar, Hantkenina, Globigerina theka, Ordulinoides, Globigerina, Globigerinata, Globorotalia, Truncorotaloides, Globigerinoides, Libia.

PALEONTOLOGIA DE LOS VERTEBRADOS

10505. **Nuevos datos sobre la biozonación del Burdigaliense continental de la cuenca del Vallés-Penedés.** AGUSTI BALLESTER, J., y CABRERA PEREZ, L.

Acta geol. Hisp. (1980), 15, núm. 3, 81-84, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.

* Rodentia, Biotopo, Burdigaliense, Sedimentación continental, Sedimentación detrítica, Fauna específica, Can Marti vell, Can Juliá, Mn-4, Provincia Barcelona.

PALEOBOTANICA

10677. **Les pollens du genre de forme complexiopollis W. KR. 1959. EM. Tschudy 1973 du Cenomanien superieur de Vila Flor (Portugal).** KEDVES, M.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 469-488, fra., res. esp., ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Angiospermae, Nuevo Taxón, Cenomaniense, Polen, Taxonomía, Estratificación, Exina, Complexiopollis, Complexiopollis rugulatus, Complexiopollis vilaflorensis, Complexiopollis latigermina, Complexiopollis concavus, Complexiopollis granulatus, Complexiopollis megagerminatus, Complexiopollis aplicatus, Complexiopollis microcancavus, Complexiopollis sole de portae, Complexiopollis primigenus, Complexiopollis microseticulatus, Complexiopollis ameromii, Complexiopollis crassiximus, Complexiopollis krutzschii, Complexiopollis grandis, Complexiopollis limai, Complexiopollis reticulatus, Complexiopollis siyalimoides, Complexiopollis psilatus, Vila Flor.

TECTONICA

10681. **Aplicación científica de las fotografías de la superficie terrestre obtenidas mediante satélites artificiales. II. Arcos montañosos del litoral mediterráneo entre Sierra Almagrera, Almería y Mazarrón, Murcia.** SANCHEZ, J. A.; ARTES, F., y FRESNEDA, V. S.

Tecniterrae (1979), núm. 31, 21-37, esp., ref. (14), bibliografía IGME.

* Macizo montañoso, Estructura arqueada, Génesis roca ígnea, Fotogeología, Sierra Almagrera, Mazarrón, Provincia Almería, Provincia Murcia, Zona Bética.

10671. **Spiraloconulus nom nov. for Spiroconulus Alleman & Schroeder 1972 (Foraminiferida).** ALLEMAN, F., y SCHROEDER, R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 358, ing., ref. (3), bibl. IGME.

* Nuevo taxon, Foraminífero, Jurásico medio, Spiroconulus.

10672. **Presencia de Globochaete alpina Lombart en facies radiolaríticas con Goniatites del Carbonífero inferior de España.** MORENO DE CASTRO, E.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 359-364, esp., res. ing., ref. (3), bibl. IGME.

* Problemática-micro, Foniátitida, Visensiense, Namuriense, Caliza, Microfacies, Sondeo, Globochaete alpina, Goniatites, Briviescas, Provincia Burgos.

10673. **Oligo-Mioceno Benthonic Foraminifera from Barranco Blanco, Province of Almería, S. E. Spain.** JUTSON, D. J.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 365-381, ing., res. esp., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Foraminífero, Taxón béntico, Nuevo Taxón, Oligoceno superior, Aquitaniense, Paleocología, Colección, Museo, Barranco Blanco, Tritaxia chirivelensis, Saracenaria Wilschavae, Museo Británico, Provincia Almería.

10674. **The Ataxophragmiidae of England: Part I, Albancenomanian Arenobulimina and crenaverneulina.** BARNARD, T., y BANNER, F. T.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 383-430, ing., res. esp., ref. (5 p.), bibl. IGME.

* Foraminífero, Taxón béntico, Nuevo taxón, Albense, Cenomanense, Evolución, Biología, Biofacies, Ataxophragmiidae, Arenobulimina, Crenaverneulina, Arenobulimina maefadyeni, Arenobulimina pseudalbiana, Arenobulimina advena, Arenobulimina bulleta, Arenobulimina post chapmani, Arenobulimina boloshinae, Sur de Inglaterra, Inglaterra.

10675. **Excentricity and twinning in Virgulinea pertusa (Reuss).** ANANTHA PADMANABHA SETTY, M. G., y NIGAM, R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 431-433, ing., res. esp., bibl. IGME.

* Foraminífero, Anatomía esqueleto, Patología, Taxón béntico, Virgulinea.

10676. **The Ostracod Genus Leptocythere from the Pliocene Deposits of St. Erth and North-West France.** MAYBURY, C., y WHATLEY, R.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, 435-468, ing., ref. (3 p.), bibl. IGME.

* Ostrácoda, Nuevo taxón, Plioceno superior, Paleocología, Paleogeografía, Leptocythere cornubiensis, Leptocythere elefantula, Leptocythere máxima, Leptocythere paralagunar, Leptocythere pliocénica, Leptocythere saintertensis, Leptocythere whittakeri.

10678. **Upper Miocene biostratigraphy: Does Globorotalia canomiozea occur in the Messinian?** SCOTT, G. H.

Rev. esp. micropaleontol. (1980), 12, núm. 3, ing., res. esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Foraminíferos, Tortoniense, Taxinomia, Concha, Ontogenia, Globorotalia conomiozea, Nueva Zelanda, Sicilia.

HIDROLOGIA. CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

10508. **Consideraciones sobre los manantiales minero-medicinales de Lanjarón.** LOPEZ DE AZCONA, J. M., y FERNANDEZ RUBIO, R.

An. R. Acad. Farm. (1980), núm. 2, 5-27, esp., ref. (2 p.), bibliografía IGME.

* Fuente, Agua mineral, Análisis químico, Potabilidad, Calidad agua, Hidrogeología, Geología regional, Orogenia alpina, Cabalgamiento, Roca metamórfica, Lanjarón, Provincia Granada, Zona Bética.

10509. **Farmacodinamia e indicaciones terapéuticas de las aguas de Lanjarón.** GARCIA AYUSO, J. D., y DE FUENTES CASTELLS, A.

An. R. Acad. Farm. (1980), núm. 2, 67-74, esp. bibl. IGME.

* Inventario, Fuente, Agua mineral, Calidad agua, Lanjarón, Provincia Granada.

10516. **Obras ingresadas en la biblioteca durante el periodo enero-marzo 1980.** Catálogo. CIFCA.

Bol. bibliog. CIFCA (1980), núm. 8, 1-109, esp. bibliografía IGME.

* Geología medio ambiente, Bibliografía, España, América Latina.

10638. **Las competencias administrativas en materia de aguas subterráneas.** HEVIA CANGAS, F.

Ind. min. (1981), núm. 207, 5-6, esp., bibl. IGME.

* Agua subterránea, Legislación, Captación, Institución, Política estado, España.

10722. **El Sistema hidrogeológico de Albacete, Mancha Oriental. Sus recursos en aguas subterráneas, utilización actual y posibilidades futuras.** IGME.

Colección Informe (1980), 1-87, esp., ref. (14 p.), bibliografía IGME.

* Planificación cuenca hidrogeológica, Gestión recurso agua, Recurso agua, Mapa hidrogeológico, Acuífero, Dolomía, Caliza, Secundario, Mioceno, Balance, Piezometría, Mancha Oriental, Provincia Albacete, Provincia Cuenca.

10723. **Calidad de las aguas subterráneas en las Cuencas del Sur de España. Primer informe.** IGME.

Colección Informe (1980), 1-172, esp., bibl. IGME.

* Perímetro protección, Calidad agua, Acuífero, Análisis químico, Andalucía.

10724. **Calidad de las aguas subterráneas en la Cuenca baja del Segura y costeras de Alicante. Primer informe.** IGME.

Colección Informe (1180), 1-77, esp., bibl. IGM5.

* Perímetro protección, Calidad agua, Salinidad. Análisis químico, Acuífero, Caliza bioclástica, Grava, Arenisca, Arena, Plioceno inf., Plioceno sup., Cuaternario, Provincia Alicante, Provincia Murcia.

10752. **Aplicación de las diagráfias a la definición geométrica de acuíferos detríticos. Plan de Castellón.** BARBA ROMERO MUÑOZ, J., y CASTILLO PEREZ, E.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 91, esp. bibliografía IGME.

* Acuífero, Sedimentación detrítica, Diagráfia, Geometría, Simulación analógica, Sagunto, Provincia Valencia.

MINERALOGIA. GENERALIDADES

10744. **Análisis del grado de maduración de las menas sulfuradas a partir del estudio de los ángulos de las triples intersecciones.** GARCIA DE MIGUEL, J. M.

6 Jornadas Minerometalúrgicas (1980), 44, esp., bibliografía IGME.

* Sulfuro, Metal sustancia, Microscopio, Deformación, Modelo, Sotiel, Provincia Huelva.

PROPIEDADES FISICAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS

10627. **Criterios de clasificación de rocas carbonáticas.** GARCIA DEL CURA, M. A.; ORDONEZ, S., y CALVO, J. P.

Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol. (1980), 78, número 1-2, 75-99, esp., res. ing., ref. (4 p.), bibl. IGME.

* Clasificación, Roca carbonatada, Textura, Composición mineralógica, Génesis, Composición carbonática.

PETROLOGIA DE ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

10775. **Metamorfismo de contacto.** CASQUET MARTIN, C.

Fenómenos de endomorfismo, metamorfismo y metasomatismo en los roles de Rivera de Cala (Sierra Morena) (1980), 86-129, esp., bibl. IGME.

* Metaorfismo de contacto, Roca detrítica, Isograda, Faceis metamorfismo, Aureola metamórfica, Temperatura, Mármol, Cálculo petrográfico, Diópsido, Anfíbol, Olivino, Plagioclasa, Wollastonita, Mica, Geotermometría, Carbonato, Rivera de Cala, Sierra Morena, Provincia Sevilla, Provincia Huelva, Provincia Badajoz, Hercínico Sur.

GEOFISICA APLICADA

11371. **Exploración eléctrica.** LAKUBOXSKII, I. U., y LIAJOV, L. L.

S RUS mto SPA (1980), 1-421, esp., bibl. IGME.

* Tratado, Roca, Propiedad eléctrica, Método resistividad, Sondeo, Sondeo eléctrico, Instrumentación, Metodología, Levantamiento eléctrico.

SUELOS

10153. **El orden alfisol en la isla Gran Canaria.** SAN-CHEZ DIAZ, J.; GUERRA, A., y FERNANDEZ CALDAS, E.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 1-12, 1887-1905, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.

* Aridisol, Alfisol, Análisis mayores, Discontinuidad vertical, Salinita, Xeralf, Udalf, Canaria, Gran Canaria.

10154. **Estudio edafológico del sector Jabalcuz-Los Villares. II. Estudio mineralógico de la fracción arena gruesa.** DORRONSORO, C.; AGUILAR, J., y ANTOLIN, C.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 1907-1930, esp., res. ing. ref. (14), bibl. IGME.

Suelo, Composición mineralógica, Génesis, Alteración, Transformación, Jabalcruz, Los Villares, Provincia Jaén.

10155. **Estudio edáfico del sector Jabalcuz-Los Villares. III. Estudio micromorfológico.** AGUILAR, J.; DORRONSORO, C., y ANTOLIN, C.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 1-12, 1931-1943, esp., res. ing., ref. (3), bibl. IGME.

* Suelo, Alfisol, Entisol, Mollisol, Morfología, Marga, Caliza, Jabalcuz, Los Villares, Provincia Jaén.

10156. **Suelos fersalíticos sobre lápilis basálticos. II. Características micromorfológicas. Interpretación y clasificación.** RODRIGUEZ, A.; TEJEDOR, M. L., y FERNANDEZ CALDAS, E.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 1945-1950, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Suelo, Alfisol, Morfología, Roca volcánica, Lapilli, Clasificación, Fersalítico, Canarias.

10157. **Suelos volcánicos españoles. VIII. Campo de Calatrava (Ciudad Real). Mineralogía de las fracciones de arena y limo.** VIZCAYNO, C.; ALEIXANDRE, T., y PINILLA, A.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 1951-1971, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Suelo castaño, Suelo mediterráneo, Roca volcánica, Plioceno superior, Cuaternario, Composición mineralógica, Xerorendsiná, Campo de Calatrava, Provincia Ciudad Real.

10158. **Estudio de la fracción arcilla de un paleargil xeráfico del Campo de Cartagena.** ALIAS, L. J.; ORTIZ, R., y ALBADALEJO, J.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 1973-1981, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.

* Suelo, Arcilla, Granulometría, Metodología, Composición mineralógica, Campo de Cartagena, Provincia Murcia.

10159. **Nuevos datos sobre la influencia de la vegetación en la formación del suelo en Galicia. III. Aportes por hajasca perdidas por drenaje y escorrentía. Balance del agua y los elementos a través del suelo.** CALVO DE ANTA, R. M.; PAZ, A., y DIAZ FIERROS, F.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 1983-2000, esp., res. ing., ref. (13), bibl. IGME.

* Suelo, Vegetación, Acción biogénica, Drenaje terreno, Génesis, Santiago de Compostela, Provincia La Coruña.

10160. **Caracterización de las sustancias húmicas en la fracción húmica de los suelos.** ALMENDROS, G.; POLO, A., y DORADO, E.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 2001-2015, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.

* Rendzine, Gley, Suelo castaño, Acido húmico, Acido fúlvico, Análisis químico, Metodología, Gajanejos, Cotos, Navacerrada, Provincia Guadalajara, Provincia Madrid, Provincia Segovia.

10161. **Estudio de un suelo pseudogley de la provincia de Burgos. Distribución de ácidos húmicos en los diferentes fracciones físicas.** GONZALEZ GARCEDO, S., y BRUCKERT, S.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 2017-2026, esp., res. ing., ref. (13 p.), bibl. IGME.

* Pseudogley, Acido húmico, Materia orgánica, Humina, Puerto de la Mazorra, Provincia Burgos.

10162. **An approach to the classification of agricultural and monogricultural soil evaluation systems.** DE LA ROSA, D., y CARLISLE, V. W.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 2027-2037, ing., res. esp., ref. (2 p.), bibl. IGME.

* Suelo, Clasificación, Agricultura, Geotécnica.

10163. **Sobre la coexistencia de los procesos edáficos y geomorfológicos.** BARAHONA, E., y LINARES, J.

An. edafol. agrobiol. (1979), 38, núm. 11-12, 2039-2046, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Suelo, Denudación, Morfología, Edafogénesis, Velocidad.

10165. **Caracterización de suelos del Sistema Central. I. Palenstafs.** HOYOS, A.; HERANDO COSTA, J.; CUCHI, M. J., y EGIDO, J. A.

An. edafol. agrobiol. (1980), 39, núm. 3-4, 383-389, esp., res. ing., ref. (5), bibl. IGME.

* Suelo arcilloso, Estructura suelo, Rubefacción, Navacpeda de Tormes, Losar de la Vega, Provincia Avila.

10166. **Suelos fersalíticos sobre materiales volcánicos Ultisoles.** RODRIGUEZ RODRIGUEZ, A.; TEJEDOR, M. L., y FERNANDEZ CALDAS, E.

An. edafol. agrobiol. (1980), 39, núm. 3-4, 391-402, esp., ref. (1 p.), bibl. IGME.

* Suelo fersalítico, Morfología, Propiedad fisicoquímica, Composición mineralógica, Clasificación, Isla de La Palma, Canarias.

10167. **Suelos de la zona húmeda española. X. Suelos sobre serpentinas.** GUITIAN, F., y LOPEZ LOPEZ, M. I. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 403-415, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Ultrabazita, Alteración, Suelo, Estructura suelo, Análisis químico, Provincia La Coruña, Macizo Galaico.
10168. **La fracción arcilla de suelos de alta montaña sobre rocas carbonatadas. I. Entisoles e Histosoles.** ALIAS, L. J., y HERNANDEZ, J. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 417-427, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Entisol, Histosol, Arcilla mineral, Composición mineralógica, Diagrama polvo, Alteración, Alteración química, Xerorthent, Criofolista.
10169. **Los suelos halomorfos de la Provincia de Granada. IV. Estudio mineralógico.** SIMON, M.; AGUILAR, J., y DORRONSORO, C. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 429-438, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.
* Suelo halomorfo, Estructura suelo, Yeso, Transformación, Basanita, Provincia Granada.
10170. **Los suelos halomorfos de la Provincia de Granada. V. Estudio micromorfológico.** SIMON, M., y AGUILAR, J. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 439-450, esp., res. ing., ref. (8 p.), bibl. IGME.
* Suelo halomorfo, Estructura suelo, Propiedad física, Yeso, Transformación, Basanita, Provincia Granada.
10171. **Molisoles sobre materiales carbonatados en clima mediterráneo de la provincia de Castellón de la Plana.** JIMENEZ BALLESTA, R., y GUERRA, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 451-463, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.
* Molisol, Estructura suelo, Granulometría, Análisis, Análisis químico, Clasificación, Morella, Castellfort, Provincia Castellón.
10172. **Alfisoles sobre materiales carbonatados en clima mediterráneo en la provincia de Castellón de la Plana.** JIMENEZ BALLESTA, R., y GUERRA, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 465-475, esp., res. ing., ref. (15), bibl. IGME.
* Alfisol, Estructura suelo, Granulometría, Clasificación, Propiedad fisicoquímica, Xeralf, Provincia Castellón.
10173. **Suelos formados sobre materiales volcánicos (Islas Canarias), integrado Fersialítico-vértico. I. Características morfológicas, físicoquímicas y mineralógicas. Interpretación y clasificación.** RODRIGUEZ PASCUAL, C.; FERNANDEZ CALDAS, E., y RODRIGUEZ HERNANDEZ, C. M. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 477-495, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Suelo fersialítico, Vertisol, Andosol, Aridisol, Granulometría, Estructura suelo, Propiedad Físicoquímica, Arcilla mineral, Composición mineralógica, Clasificación, Canarias.
10174. **Estudio comparativo de la micromorfología y porosidad caracterizada con imágenes óptico-electrónicas en suelos de olivar (provincia de Jaén).** BENAYAS, J., y SERRANO, F. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 497-513, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
- * Suelo castaño, Suelo mediterráneo, Rendzine, Morfología, Morfología suelo, Morfoscopía, Estructura suelo, Porosidad, Vilches, Ubeda, Martos, Provincia Jaén.
10175. **Discrimination of soil associations using clustering techniques.** LABRANDERO, J. L., y PALOU, F. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 515-521, ing., res. esp., fre., ger., ref. (5), bibl. IGME.
* ERST-LANDSAT, Algoritmo, Suelo, Propiedad óptica, Poder reflector, Algoritmo de Clustering Castilla la Nueva.
10176. **Propiedades físicas y químicas en relación con la porosidad de los suelos: Influencia del ciclo natural de humectación-deseccación. IV. Hinchamiento y contracción.** MARTIN ARANDA, J.; ARRUE, J. L., y MORENO, F. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 523-537, esp., res. ing., ref. (32), bibl. IGME.
* Suelo, Propiedad fisicoquímica, Porosidad, Contracción, Hinchamiento.
10177. **Algunas propiedades espectrales del humus en relación a grandes grupos de suelos.** PANUSKA, E., y RAMON, T. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 539-550, esp., ref. (10), bibl. IGME.
* Suelo, Acido húmico, Génesis, Propiedad óptica, Metodología, Espectro diferencial.
10178. **Unidades naturales de la provincia de Guadalajara.** LABRANDERO, J. L. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 551-561, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.
* Utilización terreno, Clasificación, Agricultura, Climatología, Índice climático, Provincia Guadalajara.
10179. **Caracteres físicos y balance hídrico de suelos de la zona cerealista de la Cuenca del Duero.** CUADRADO, S., y BLANCO DE PABLOS, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 563-581, esp., res. ing., ref. (7), bibl. IGME.
* Suelo, Propiedad física, Lluvia, Balance agua, Estructura suelo, Cuenca Duero.
10180. **Estudio de las transformaciones en la fracción humificada de una turba sometida a diversos tratamientos químicos. Acción de tratamientos ácidos.** ORTEGA, C., y GARCIA, R. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 583-592, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.
* Turba, Acido mineral, Humus, Transformación, Abono, Fertilización.
10181. **Relaciones entre los parámetros Q/I de potasio y otras propiedades del suelo en ardisoles del Sureste Español.** ALIAS, L. J.; BOLARIN, M. C., y FERNANDEZ, F. G. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 593-609, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Aridisol, Suelo calizo, Potasio, Capacidad cambio catión, Campo de Cartagena, Q/I, Provincia Murcia.
10182. **Parámetros Q/I de potasio y su relación con otras propiedades del suelo en entisoles del Sureste Español.** ALIAS, L. J.; BOLARIN, M. C.; FERNANDEZ, F. G., y CARO, M.

- An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 612-622, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Entisol, Suelo calizo, Potasio, Capacidad cambio catión, Q/I, Provincia Murcia.
10183. **Relaciones Q/I de potasio en Molisoles del Sureste Español.** ALIAS, L. J.; BOLARIN, M. C.; CARO, M., y FERNANDEZ, F. G. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 623-633, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Molisol, Suelo calizo, Potasio, Capacidad cambio iónico, Relación Q/I, Provincia Murcia.
10184. **Relaciones entre los parámetros Q/I de potasio y otras propiedades del suelo en inceptisoles del Sureste Español.** ALIS, L. J.; BOLARIN, M. C.; FERNANDEZ, F. G., y CARO, M. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 3-4, 635-645, esp., res. ing., ref. (10), bibl. IGME.
* Inceptisol, Suelo calizo, Potasio, Capacidad cambio catión, Q/I, Provincia Murcia.
10347. **Entisoles sobre materiales carbonatados en clima mediterráneo de la provincia de Castellón de la Plana.** JIMENEZ BALLESTA, R., y GUERRA, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 1-18, esp., res. ing., ref. (9), bibl. IGME.
* Entisol, Carbonato, Arcilla, Estructura suelo, Análisis mayores, Acción Climática, Quimismo, Edafogénesis, Provincia Castellón.
10348. **Inceptisoles sobre materiales carbonatados en clima mediterráneo de la provincia de Castellón de la Plana.** JIMENEZ BALLESTA, R., y GUERRA, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 19-35, esp., res. ing., ref. (8), bibl. IGME.
* Inceptisol, Carbonato, Arcilla, Estructura suelo, Análisis mayores, Acción climática, Quimismo, Edafogénesis, Provincia Castellón.
10349. **Suelos fersialíticos sobre cenizas volcánicas. III. Características micromorfológicas, interpretación y clasificación.** RODRIGUEZ RODRIGUEZ, A.; FEDOROFF, N.; TEJEDOR SALGUERO, M. L., y FERNANDEZ CALDAS, E. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 37-49, esp., res. ing., ref. (21), bibl. IGME.
* Suelo Fersialítico, Alfisol, Inceptisol, Roca volcánica, Estructura suelo, Micromorfología suelo, Alteración, Canarias.
10350. **Características micromorfológicas de los suelos de una climatosecuencia de la vertiente meridional de la isla de Tenerife.** BENAYAS, J.; FERNANDEZ CALDAS, E.; TEJEDOR SALGUERO, M. L., y RODRIGUEZ RODRIGUEZ, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 51-74, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Suelo pardo, Suelo fersialítico, Suelo castaño, Vertisol, Estructura suelo, Micromorfología suelo, Granulometría, Alteración, Suelos pardos ándicos, Suelos pardos modales, Suelos sódicos, Iluviación, Canarias, Tenerife.
10351. **Génesis y micromorfología de los suelos salinos de las marismas del Guadalquivir. Sur de España.** DE OLMEDO PUJOL, J. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 75-87, esp., res. ing., ref. (3), bibl. IGME.
* Vertisol, Suelo Arcilloso, Salinidad, Marga, Yeso, Carbonato, Marisma, Análisis mayores, Composición mineralógica, Estructura suelo, Micromorfología, Río Guadalquivir, Provincia Cádiz, Provincia Sevilla, Provincia Huelva, Cuenca Guadalquivir.
10352. **Los suelos halomorfos de la provincia de Granada. I. Características generales y vegetación.** SIMON, M.; SOCORRO, O., y AGUILAR, J. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 89-99, esp., res. ing., ref. (1 p.), bibl. IGME.
* Suelo halomorfo, Depresión, Sedimentación albufera, Carbonato, Evaporación, Plioceno, Mioceno, Vegetación, Provincia Granada.
10353. **Los suelos halomorfos de la provincia de Granada. II. Características morfológicas.** SIMON, M.; AGUILAR, J., y SIERRA, C. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 101-120, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.
* Suelo halomorfo, Aridisol, Entisol, Clasificación, Estructura suelo, Análisis químico, Calciorthid, Salorthid, Provincia Granada.
10354. **Los suelos halomorfos de la provincia de Granada. III. Sales solubles y conductividad.** SIMON, M.; AGUILAR, J., y GARCIA, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 121-133, esp., res. ing., ref. (5), bibl. IGME.
* Suelo Halomorfo, Solubilidad, Cloruro, Sulfuro, Análisis químico, Conductividad eléctrica, Cloruro sódico, Sulfato cálcico, Sulfato magnésico, Provincia Granada.
10355. **Estudio de la absorción e intercambio de Cinc por arcillas.** HERNANDEZ, T.; TOVAR, I., y LAX, A. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 135-141, esp., res. ing., ref. (16), bibl. IGME.
* Illita, Montmorillonita, Saturación, Cinc, Cambio iónico, Absorción, Metodología.
10356. **La humificación en las etapas de sustitución del bosque climático en la Pedriza del Manzanares, Madrid.** VELASCO, F., DEL RIO, J. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 143-154, esp., res. ing., ref. (12), bibl. IGME.
* Suelo, Suelo bosque, Roca madre suelo, Granito, Humus, Vegetación, La Pedriza del Manzanares, Provincia Madrid.
10357. **Influencia del tiempo de equilibrio sobre las relaciones Q/I de potasio en suelos y arcillas.** BOLARIN, M. C.; CARO, M.; FERNANDEZ, F. G., y ROMERO, M. *An. edafol. agrobiol.* (1980), 39, núm. 1-2, 187-201, esp., res. ing., ref. (23), bibl. IGME.
* Suelo, Caolín, Montmorillonita, Illita, Potasio, Capacidad cambio catión, Ensayo laboratorio, Metodología, Estadística, Relación Q/I.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo, deberá venir leído por el autor y perfectamente puntuado y con las correcciones de las erratas de mecanografía que fuesen precisas. 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 española irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Idiomas.

Excepcionalmente podrán publicarse trabajos en otros idiomas (preferiblemente inglés o francés), siempre que abarquen temas sobre España y sean de autores extranjeros.

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 vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificación alguna, adición o supresión 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.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 30 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

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.

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.º Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21 x 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación—Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

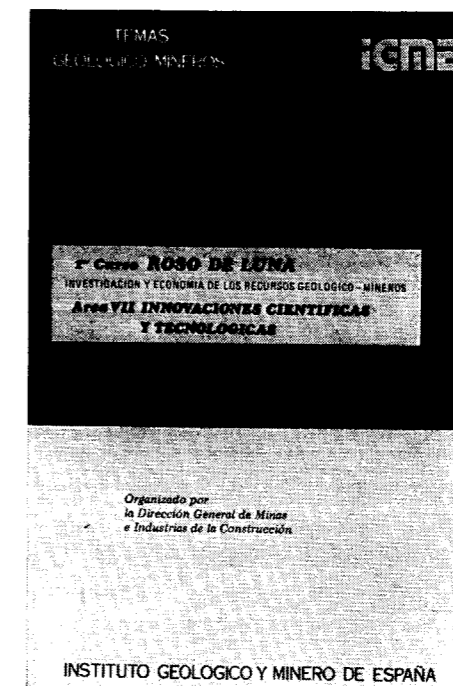
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minerológico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio, Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid-3

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 1.—1.º Curso «ROSO DE LUNA»

Precio, obra completa, 1.500 ptas.

Aparece una nueva colección del Instituto Geológico y Minero de España: TEMAS GEOLOGICO - MINEROS. Su moderna presentación y manejable formato, de 21 × 14 centímetros, así como la dedicación de su contenido: Congresos, Simposios, Reuniones Científicas, Cursos Monográficos, etcétera, harán, sin duda, que muy pronto esta colección sea una de las más importantes publicaciones del IGME.

Nada mejor y más oportuno para su iniciación que el tema elegido: el primer Curso ROSO DE LUNA dedicado a la investigación y economía de los recursos geológico - mineros, que ha organizado la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción y que se impartió meses pasados en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, bajo la coordinación de la Fundación Gómez Pardo y que patrocinaron el Instituto Geológico y Minero de España dentro de la citada Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción, el Centro de la Energía de la Dirección General de la Energía, Enadimsa (INI), todos dentro del Ministerio de Industria y Energía, así como las Universidades

Politécnica y Complutense de Madrid del Ministerio de Educación y Ciencias.

En esta primera publicación —Tema I— se recogen en ocho tomos las conferencias impartidas en dicho curso a lo largo de sus siete áreas, más un tomo de introducción dedicado a las conferencias inaugural y de clausura, incluyéndose también los resúmenes de las conferencias publicadas en las distintas áreas.

Los títulos de los ocho volúmenes son:

Introducción.

Area I. Política y economía de las materias minerales.

Area II. Estudio Metalogénico de Depósitos. Minerales y Técnicas Especiales.

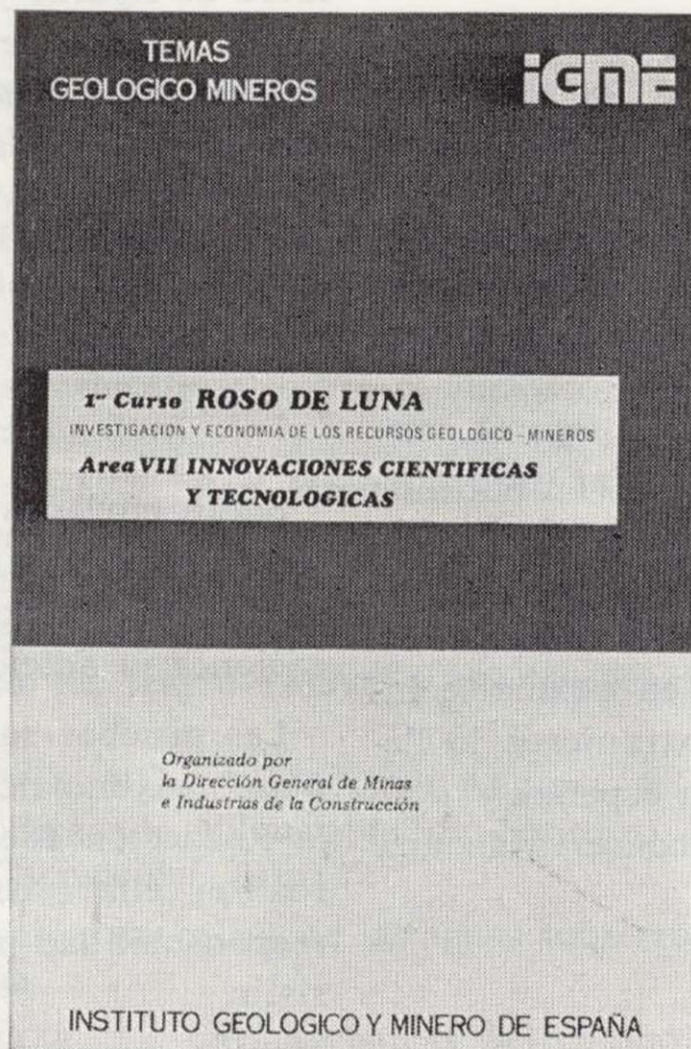
Area III. Búsqueda y evaluación de Recursos Geológico Mineros.

Area IV. Desarrollo Minero y Minera-lúrgico.

Area V. Aspectos legales.

Area VI. Minería y medio ambiente.

Area VII. Innovaciones Científicas y Tecnológicas.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 2.—Depósitos Minerales de España

Precio: 500 ptas.

Como segundo número de la Colección Temas Geológico - Mineros aparece «Depósitos Minerales de España», que da una visión global y actualizada de las principales minas españolas en explotación.

Una breve descripción de la geología de España, proporciona el marco general en que se distribuye sus depósitos minerales. Estos son descritos según regiones o distritos mineros, cuando se presentan agrupados geográficamente con un origen o génesis común. Cuando esto no es posible, se les agrupa, por lo general, siguiendo un criterio genético.

Una sucinta exposición geológico-metalogénica precede, generalmente, a las características generales de cada uno de los depósitos minerales tales como: morfología, roca de caja, origen o génesis, asociación mineral, reservas, modo de explotación, procesos de concentración, producción, etc. Al mismo tiempo, en cada sustancia mineral se incluyen las estadísticas de producciones globales que sirven de punto de referencia para deducir la importancia relativa de cada depósito mineral, respecto al resto de los de la misma sustancia.

A continuación extractamos su contenido:

1. INTRODUCCION.

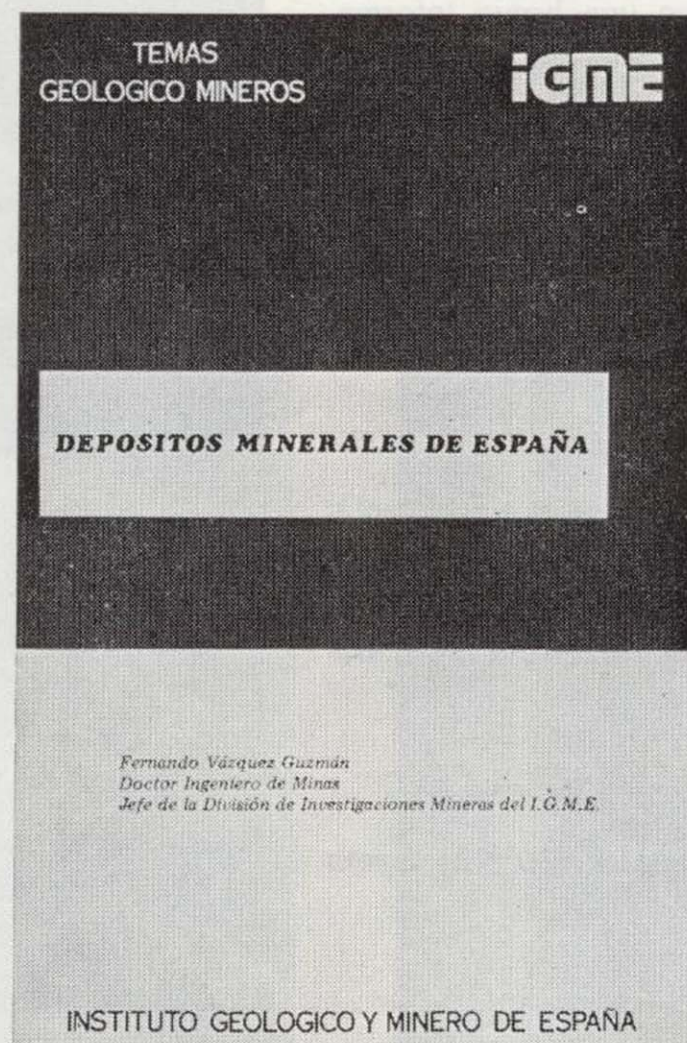
2. LA GEOLOGIA.—Dominio Hercínico: El Macizo Hespérico. **Dominios de plataforma y cordilleras de tipo intermedio:** Las Depresiones Terciarias de la Meseta, La Cordillera Ibérica, La Cuenca del Ebro, Las Cadenas Costeras Catalanas. **Dominio Alpino:** La Cordillera Bética, La Cordillera Pirenaica, La Cordillera Vasco Cantábrica. **Sistemas de fosas.**

3. DEPOSITOS MINERALES. Cobre: Distrito de Santiago de Compostela: Yacimientos tipo Arinteiro y tipo Fornás. **Oro. Plomo-Cinc:** Distritos de Cartagena, de Linares-La Carolina-Santa Elena, distrito de Santander: Reocín, Aliva. Distrito de Huelva-Sevilla: Minas de Aznalcóllar, de Sotiel, de Río Tinto, de San Telmo, de Lomero-Poyato, María Luisa y Minas de la alineación Vuelta Falsa-El Toro (Paymogo-Huelva) Distrito de Lugo. **Plata. Estaño-**

Volframio: Minas de Penouta (Orense), de Laza (Orense), de San Finx (La Coruña), de Santa Comba (La Coruña), de Monteneme (La Coruña), Casualidad-Calabor (Zamora), Depósito de Barruecopardo (Salamanca), Mina de Golpejas o mina Bellita (Salamanca), Depósitos de Morille-Martinamor (Salamanca), Depósito de tipo aluvial. Mina «El Cubito» (Salamanca), Mina El Trasilón (Cáceres), Depósito de tipo aluvial. Mina «Santa María» (Cáceres), Mina «La Parrilla» (Badajoz), Depósitos de Sn. de la Sierra de Cartagena. **Bismuto:** Distrito de Córdoba. **Mercurio. Antimonio:** Distrito de Albuquerque Herrera del Duque. **Uranio:** Depósitos de Ciudad Rodrigo (Salamanca) y de Don Benito (La Serena, Badajoz). **Hierro:** Distrito Norte: Areas de Ortuella-Somorrostro (Vizcaya), Area SE de Bilbao (Vizcaya), Area de Sopuerta (Vizcaya), Area de Hoyo-Covarón y Dícido (Vizcaya-Santander). Distrito Noroeste: Yacimientos de coto Wagner y Vivaldi. Distrito Centro-Levante: Minas de la Compañía Minera de Sierra Menera, S. A. Distrito Sudoeste (Huelva-Badajoz-Sevilla): Minas de Cala, Mina de Teuler, Mina de San Guillermo-Colmenar - Santa Justa, Mina Monchi, Mina del Cerro del Hierro. Distrito Sudeste: Minas del Marquesado y de Alfique. **Titanio. Aluminio. Piratas:** Minas de Río Tinto, Minas de Tharsis y Calañas, Mina de Las Herrerías (Puebla de Guzmán), Proyecto AIPSA. **Materiales Salinos. Sales Sódicas:** Sal común, sal gema (halita): Yacimientos de Pinoso (Alicante), de Polanco (Santander), de sal gema de Remolinos y Torres de Berellén (Zaragoza), Glauberita-Thenardita. **Sales Potásicas:** Minas de Cardona, Mina de Balsareny, Minas de Surria, Mina de la Sierra del Perdón. **Cuarzo. Calizas, Dolomías y Greda. Feldespatos. Talco. Baritas:** Mina Guillermin, Mina Alfonso y Coto Elsa. **Fluorita. Estroncio. Yesos. Magnesitas:** Mina de Eugui (Navarra) y Mina de Rubián. **Arcillas especiales. Caolín.**

4. AGRADECIMIENTOS.

5. BIBLIOGRAFIA.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Colección Temas Geológico - Mineros

Tema 3.—I.^a Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro

Precio: 500 ptas.

El tercer número de la colección Temas Geológico-Mineros corresponde a la publicación de los resultados obtenidos con motivo de la «I Reunión de Mineralogía y Metalogenia del hierro» en la Península Ibérica. Dicha reunión se celebró en Granada en octubre de 1978, y fue organizada por los Departamentos de Cristalografía y Mineralogía de las Universidades de Bilbao y Granada.

El contenido del presente número queda esquematizado como sigue: En primer lugar aparece una breve información relativa a algunas de las investigaciones que actualmente se están llevando a cabo por parte de diversas Instituciones y Empresas Mineras.

Así, en relación con los **Sectores N y NW** de la Península, se están estudiando:

- Mineralizaciones de hierro de la zona Astur-Leonesa.
- Areniscas oolíticas del Devónico Superior de la zona Cantábrica y areniscas ferruginosas de San Pedro.
- Mineralizaciones de hierro del Río Norte de Portugal.
- Hierros de Bilbao.
- Magnetitas de Eskolamendi (Lesaca).
- Yacimientos de hematites de Mina Ley (Vera de Bidasoa).
- Yacimientos filonianos de Siderita del área Cantábrica.
- Mineralizaciones de hierro Triásico en Morete del Jalón.
- Mineralizaciones oolíticas de la provincia de Zaragoza.

En el Sector SW:

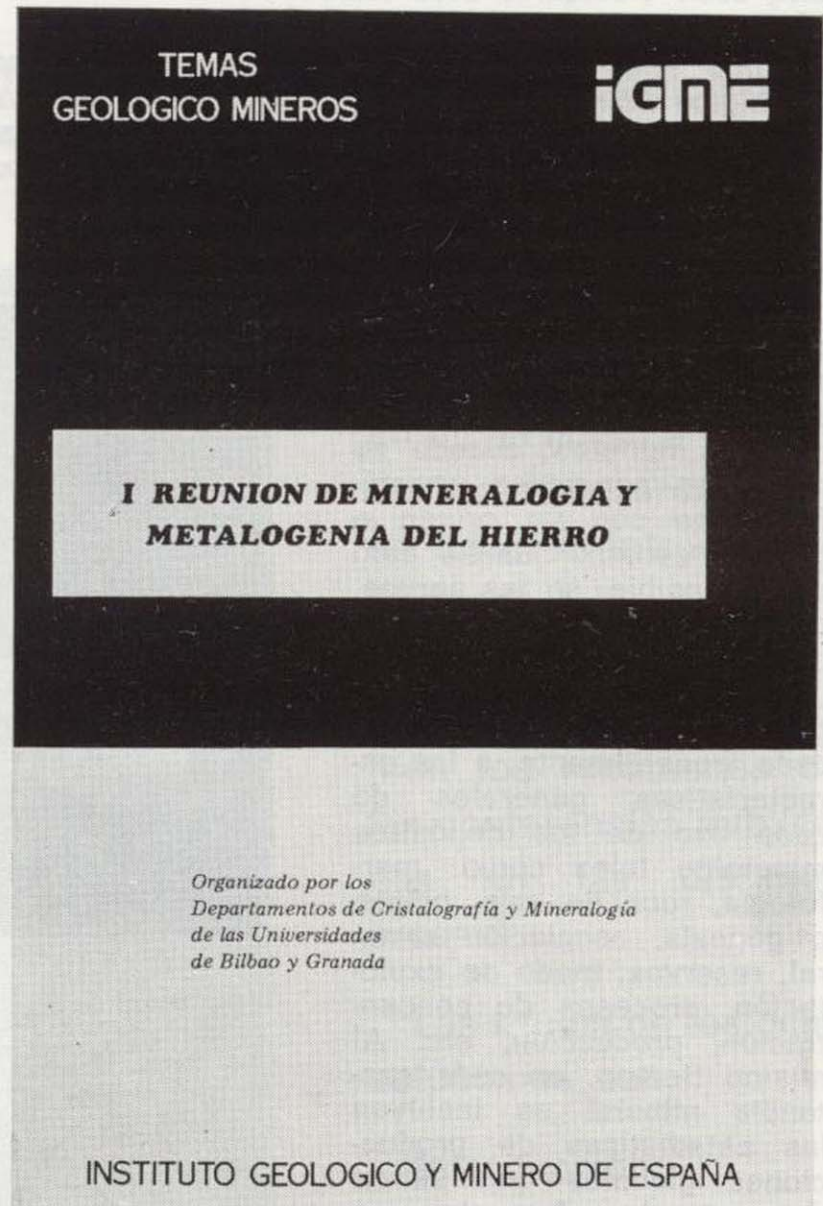
- Mineralizaciones de skarn Olivenza-Monesterio.
- La reserva de Alanis (Cerro Muriano).
- La reserva SW desde la provincia de Córdoba hasta la frontera de Portugal.

En el Sector SE:

- Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en el Trías Subbético.
- Mineralizaciones de hierro de la zona del Marquesado y sectores adyacentes.
- Mineralizaciones de hierro en los Complejos Nevado-Filábride y Alpujárride de la zona Bética s. str.
- Mineralizaciones de hierro (hematites) al norte de Orgiva, en el Trías Alpujárride a lo largo del contacto con el Complejo Nevado-Filábride.
- Mineralizaciones de hierro y cobre de carácter filoniano en el sector de Santa Constanza, en micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride.

En segundo lugar, y de acuerdo con el índice que a continuación se expresa, aparecen los trabajos que se presentaron en la citada reunión:

1. Algunos aspectos acerca de la génesis de las mineralizaciones de hierro de la comarca del Marquesado del Cenete y sectores adyacentes (Zona Bética, provincia de Granada). Por: J. Torres Ruiz, L. Pérez del Villar y P. Fenoll Hach-Alí.



2. Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao. Por: Javier Arostegui, Jean Paul Fortuné y Francisco Velasco.
3. Estudio de los yacimientos de hierro de Porcía, Tapia de Casariego (Asturias). Por: C. Fernández del Valle y Carlos J. Fernández.
4. Mineralizaciones de hierro tipo «ocres rojos» en las cercanías de Baena (Córdoba). Por: L. García Rossell, J. Torres Ruiz y P. Fenoll Hach-Alí.
5. Los skarns con magnetita en el entorno del granito de Santa Olalla, Huelva. Por: F. Velasco y J. M. Amigó.
6. Metalogenia y Geología de las mineralizaciones de hierro oolítico del NW de la Península. Por: R. Lunar Hernández.
7. Mineralogía y Mineralogénesis del yacimiento de hierro de Ojos Negros (Teruel y Guadalajara) Por: C. Fernández-Nieto y F. Arrese Serrano.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

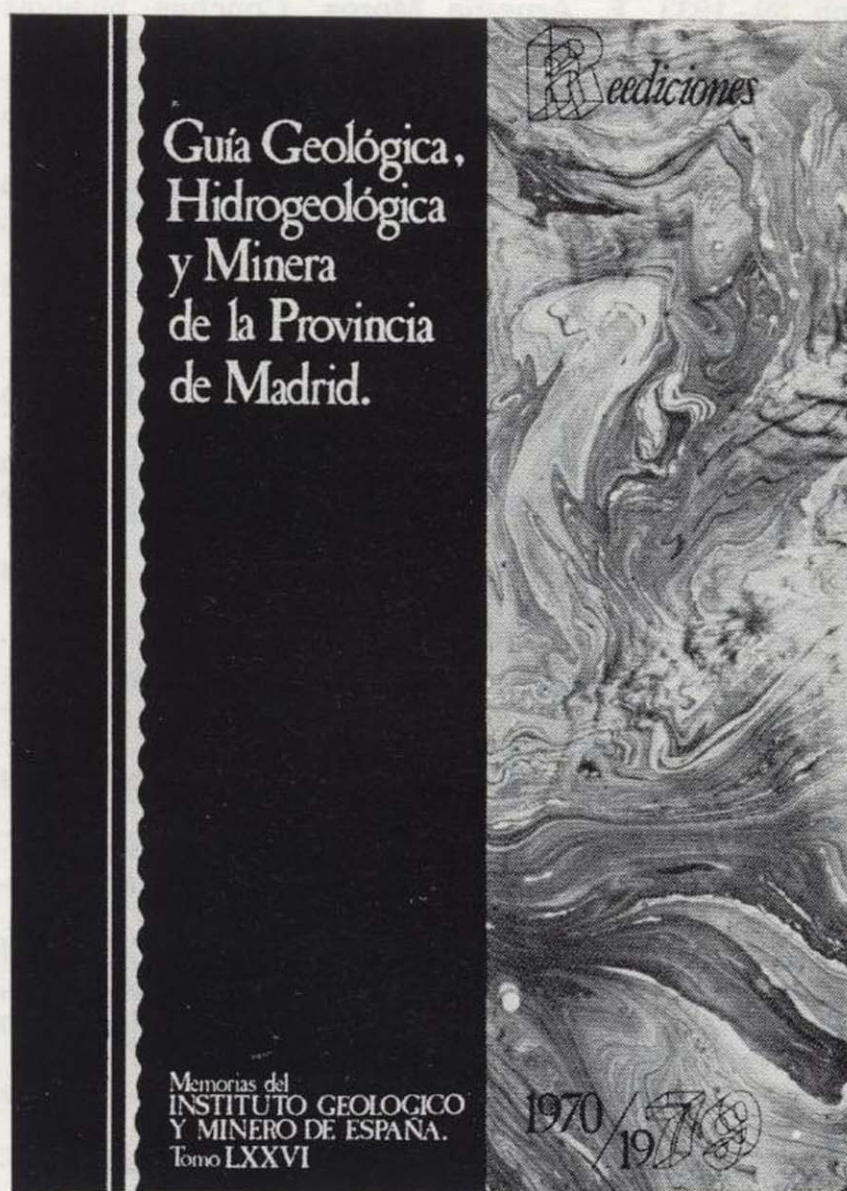
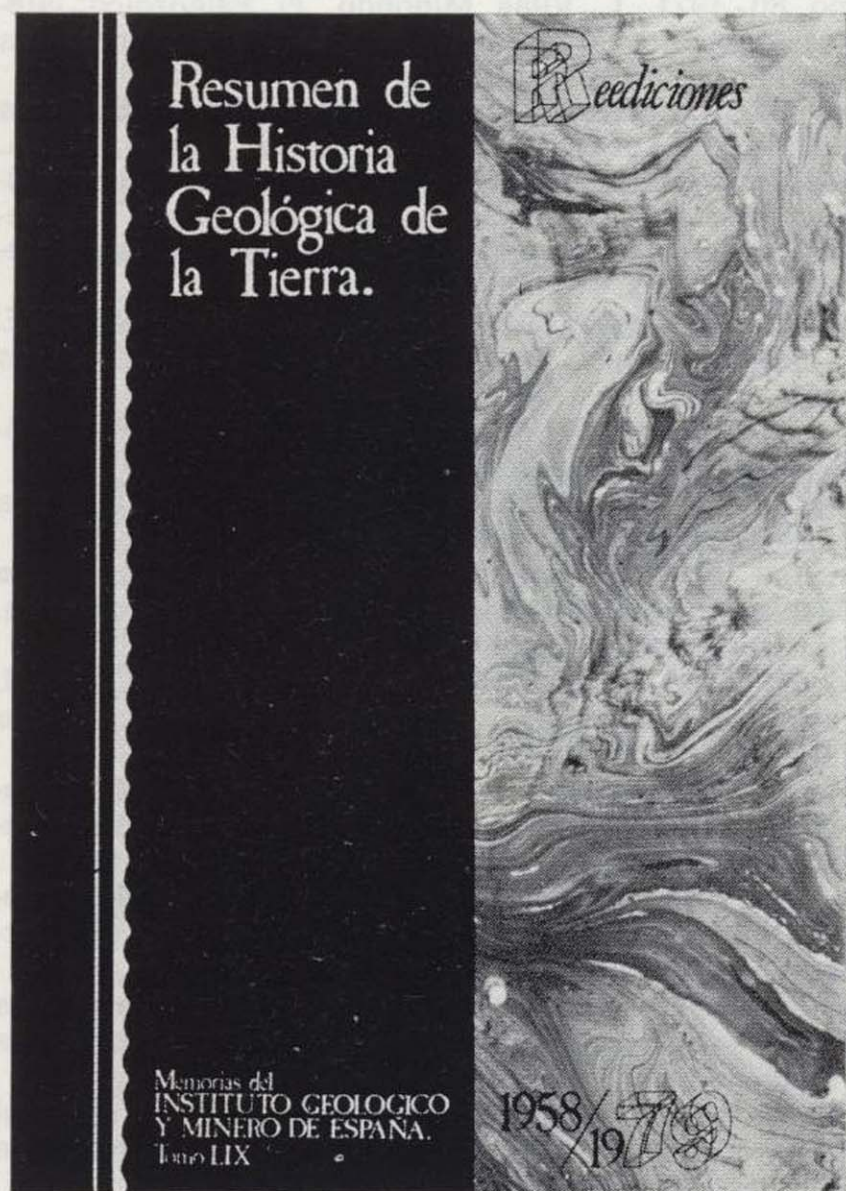
COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección se inicia en este año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 x 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para publicar en el próximo año de 1980.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION REEDICIONES

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

El Instituto Geológico y Minero de España, como un acto más de la conmemoración del CXXX aniversario de su creación y dentro de su Departamento de Publicaciones, lanza una nueva colección que, bajo

Esta colección, iniciada en el año de 1979 con cuatro títulos, número que irá ampliándose en los próximos años.

Los títulos elegidos para este inicio han sido los siguientes:



el título genérico de Reediciones, recoge las más importantes obras publicadas por el IGME a lo largo de su existencia, que agotadas en el transcurso del tiempo, pondrá así nuevamente a disposición del público interesado una serie de títulos de gran demanda, en moderna reproducción facsímil, en formato 21 x 15 cms., de aquellas interesantes ediciones.

- Resumen de la Historia Geológica de la tierra.
- El petróleo.
- El Cretáceo en España.
- Guía Geológica, Hidrogeológica y Minera de la provincia de Madrid.

En prensa quedan nuevos títulos para su publicación en próximos años.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION - MEMORIAS

Bajo el nombre de Memorias del Instituto Geológico y Minero de España se viene publicando esta colección desde el año 1854. Son series monográficas sobre temas geológico-mineros. En existencia las siguientes:

Precio ejemplar ordinario, 500 ptas.; extraordinario (*), 1.000 ptas.; especial (**), 1.500 ptas.

- Tomo 26 - 1913. **Varios**. Criaderos de hierro de España. Volumen I. Murcia.
- Tomo 36 - 1929. **F. Azpeitia Moros**. Monografía de las melanopsis vivientes y fósiles de España.
- Tomo 38 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen I.
- Tomo 39 - 1933. **F. Azpeitia Moros**. Conchas bivalvas de agua dulce de España y Portugal. Volumen II.
- Tomo 40 - 1933. **J. García Siñeriz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen I.
- Tomo 41 - 1935. **Varios**. Explicación del nuevo Mapa geológico de España, escala 1:1.000.000. Volumen I. Sistema Cambriano.
- Tomo 43 - 1944. **P. Failot y A. Marín**. La Cordillera del Rif. Volumen I, II y Atlas.
- Tomo 48 - 1944. **J. García Siñeriz**. La interpretación geológica de las mediciones geofísicas aplicadas a la prospección. Volumen III.
- Tomo 56 - 1955. **IGME**. Las nuevas ediciones del Mapa geológico de la Península a escala 1:1.000.000 (1952 y 1955).
- Tomo 60 - 1959. **P. Comte**. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillere Cantabrique.
- Tomo 61 - 1960. **J. Oliveros y B. Escandell**, con la colaboración de **G. Colom**. Temas geológicos de Mallorca.
- Tomo 62 - 1961. **Febrel Molinero**. Introducción al estudio de la Petrología estructural.
- Tomo 64 - 1963. **J. M.ª Ríos García**. Materiales salinos del suelo español.
- Tomo 65 - 1964. **L. Saavedra García**. Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona Pirenaica española.
- Tomo 66 - 1965. **R. H. Wagner**. Paleobotanical Dating of Upper Carboniferous Folding Phases in NW. Spain.
- Tomo 67 - 1966. **J. Donat Zopo**. Catálogo Espeleológico de la Provincia de Valencia.
- Tomo 69 - 1968. **P. Chauve**. Etude Géologique du Nord de la Province de Gadix.
- Tomo 70 - 1969. **M. Waterlot**. Contribution a l'étude Géologique du Carbonifère Ante-Stephanien des Pyrenées. Centrales Espagnoles.
- Tomo 71 - 1969. **F. Rambaud Pérez**. El Sinclinal Carbonífero de Río Tinto (Huelva) y sus mineralizaciones asociadas.
- Tomo 72 - 1970. **J. A. Vera**. Estudio geológico de la Zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes.
- Tomo 73 - 1970. **E. Bouix**. Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridional (Ciudad Real et Badajoz).
- Tomo 74 - 1970. **R. Hernando de Luna**. Biografía Geológico-minera de la Provincia de Córdoba.
- Tomo 75 - 1970. **F. Lozte**. El Cámbrico de España.
- Tomo 77 - 1970. **K. Strauss**. Sobre la geología de la provincia piritifera del suroeste de la Península Ibérica y de sus yacimientos, en especial sobre la mina de pirita de Lousal (Portugal).
- Tomo 78 (**)- 1971. **J. Ramírez del Pozo**. Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica).
- Tomo 79 (**)- 1971. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la provincia de Guipúzcoa (cuadros y mapas, escala 1:50.000).
- Tomo 80 - 1971. **L. Vilas Minondo**. El Paleozoico Inferior y Medio de la cordillera cantábrica entre los ríos Porma y Bernesga (León).
- Tomo 81 (*) - 1972. **C. Alvarez Fernández, J. E. Coma Guillén, C. Lucena Bonny, J. Porras Martín, M. A. San José Lancha y N. Quang Trac**. Mapa Hidrogeológico Nacional. Explicación y Mapas de Lluvia útil. Reconocimiento hidrogeológico y Síntesis de los sistemas acuíferos.
- Tomo 83 (**)- 1972. **División de Geología del IGME**. Estudio Geológico de la Provincia de Alava (Cuadros y Mapa, escala 1:50.000).
- Tomo 84 (*) - 1972. **F. J. Martínez Gil**. Estudio Hidrogeológico del Bajo Ampurdán (Gerona).
- Tomo 85 (*) - 1974. **M. Colchen**. Geología de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño).
- Tomo 86 - 1975. **L. López Ruiz, A. Aparicio y L. García Cacho**. El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama. Sistema Central Español.
- Tomo 87 - 1975. **M. A. Caballero y J. L. Martín Vivoldi**. Estudio Mineralógico y Genético de la fracción fina del Triás Español.
- Tomo 88 - 1975. **A. Aparicio, J. L. Barrera, J. M.ª Caraballo, M. Peinado y J. M.ª Tinad**. Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español.
- Tomo 89 - 1976. **F. Vázquez Guzmán y F. Fernández Pompa**. Contribución al conocimiento Geológico del Suroeste de España.
- Tomo 90 - 1977. **R. Lunar Hernández**. Mineralogénesis de los yacimientos de hierro del Noroeste de la Península.
- Tomo 91 - 1977. **C. F. López Vera**. Hidrogeología regional de la cuenca del río Jarama en los alrededores de Madrid.
- Tomo 92 - 1978. **Andrés Pérez Estaun**. Estratigrafía y estructura de la rama S. de la Zona Asturoccidental-Leonesa.
- Tomo 93 - 1978. **Jesús García Garzón**. Concentración por extracción orgánica del níquel contenido en disoluciones de Lixiviación de minerales pobres.
- Tomo 94 - 1979. **J. L. Saavedra y V. Gabaldón**. Las facies catalanas y su ámbito paleogeográfico.
- Tomo 95 (*) - 1979. **Antonio Pulido Bosch**. Contribución al conocimiento de la Hidrogeología del Prebético Nor-Oriental (Provincias de Valencia y Alicante).
- Tomo 96 - 1979. **Luisa Martínez Chacón**. Braquiópodos carboníferos de la Cordillera Cantábrica.
- Tomo 97 (**)- 1979. **Tomás Rodríguez Estrella**. Geología e Hidrogeología del sector de Alcaraz-Liétor-Yeste (Prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

VOLUMENES PUBLICADOS

- Estimación de las reservas minerales en Vizcaya.
- Estimación del potencial minero de la Zona de Arcucelos (Orense).
- Reserva «Zona de Huelva»:
 - 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
 - 2 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 de la hoja 958: Puebla de Guzmán.
 - 3 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en las áreas de Colubios-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
 - 4 - Estudio Geológico Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
 - 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
 - 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
 - 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
 - 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
 - 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
 - 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
 - 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
 - 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
 - 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.
- Prospección a la Batea de minerales aluvionares en la provincia de Cáceres. Área del Valle del Tíetar y Moraleja.
- Fase Previa del proyecto de investigación minera de la Cordillera Ibérica.
- Investigación de Plomo-Cinc en la reserva de la LOMA CHARRA (Soria).
- Investigación de Minerales de Plomo en el Área de Mazarambroz (Toledo). Fase Previa.
- Estudio Previo para la Investigación de Bauxita en el Subsector I., Cataluña, Área 3. La LLACUNA (Barcelona y Tarragona).
- Investigación de Minerales de Bauxita, Fuentespalda (Teruel-Tarragona). Fase Previa.
- Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona).
- Investigación Minera Submarina en el Subsector «HUELVA I», Golfo de Cádiz.
- Estimación de posibilidades minerales en el Subsector II, Suroeste, Área I. MAZAGON (Huelva). Fase Previa.
- Exploración de Minerales Magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).
- Investigación Minera en el área Vimbodi-Selva (Tarragona).
- Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).
- Investigación minera en Hiendelaencina (Guadalajara).
- Investigación minera en la zona Silleda-Beariz (Galicia).
- Investigación minera preliminar en la plataforma continental submarina (Málaga-Gibraltar).
- Proyecto: Investigación de estaño-wolframio en la Zona Monterrey-Maceda (Orense).
- Fase previa para la investigación de níquel. Serranía de Ronda, Carratraca (Málaga).
- Estudio de las posibilidades mineras de los macizos ultrabásicos de Málaga.
- Estudio básico de los yacimientos de estaño tipo Calabor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Aluminio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Antimonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Barita.
- Monografía de Sustancias Minerales. Circonio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Espato flúor.
- Monografía de Sustancias Minerales. Esquistos bituminosos.
- Monografía de Sustancias Minerales. Estaño.
- Monografía de Sustancias Minerales. Litio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Manganeso.
- Monografía de Sustancias Minerales. Niobio y Tántalo.
- Monografía de Sustancias Minerales. Níquel.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sal Gema.
- Monografía de Sustancias Minerales. Sales Potásicas.
- Monografía de Sustancias Minerales. Titanio.
- Monografía de Sustancias Minerales. Wolframio.
- Monografía de Rocas Industriales. Asbestos. Talco y Pirofilita.
- Monografía de Rocas Industriales. Arenas y Gravas.
- Monografía de Rocas Industriales. Bauxita y Laterita.
- Monografía de Rocas Industriales. Dunita y Olivino.
- Monografía de Rocas Industriales. Pizarras.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Calcáreas Sedimentarias.
- Monografía de Rocas Industriales. Rocas Silicoaluminosas.
- Monografía de Rocas Industriales. Vidrios Volcánicos.
- Estudio Hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería).
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo I.
- Estudio Hidrogeológico y de Ordenación del Campo de Níjar. Tomo II.
- Coste del Agua Subterránea.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del río Segura.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Alta del Guadiana.
- Investigación Hidrogeológica en la Cuenca del Duero. Sistemas 8 y 12.
- Investigación Hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en las Cuencas del Sur de España.
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Baja del Segura y Costeras de Alicante.
- El Sistema Hidrogeológico de Albacete (Mancha Oriental).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.
- Investigación Hidrogeológica en las Cuencas del Sur de España (Sector Occidental).
- Libro de Contaminación de las Aguas Subterráneas (Tecnología, Economía y Gestión).
- Calidad de las Aguas Subterráneas en la Cuenca Media y Baja del río Júcar.
- Estudio sobre calidad química de las Aguas Subterráneas en la Isla de Mallorca.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas,

inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

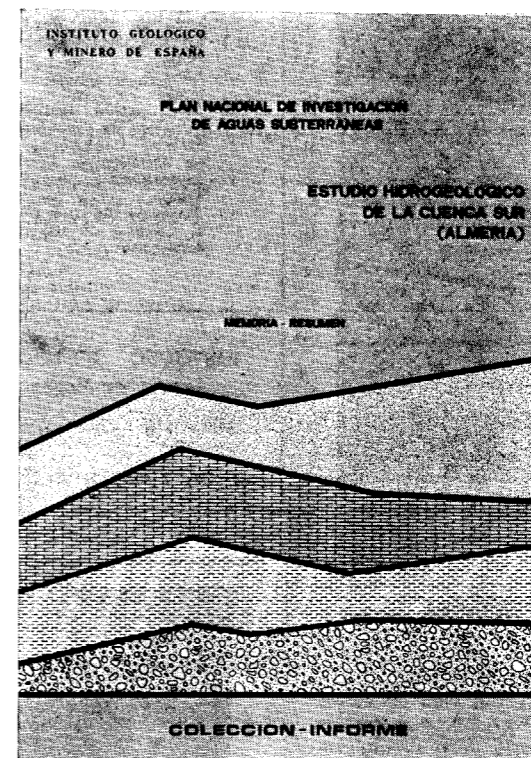
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

- INFORME I Marco geográfico y económico.
- INFORME II Climatología e hidrología.
- INFORME III Demanda.
- INFORME IV Planes hidráulicos.
- INFORME V Campo de Dalías.
- INFORME VI Cuenca del Andarax.
- INFORME VII Cuencas del Almanzora y Antas.
- INFORME VIII Cuenca del Aguas.
- INFORME IX Cuenca del Adra.
- INFORME X Campo de Níjar.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR (ALMERIA)

MEMORIA - RESUMEN

(Publicación de la Colección - Informes)

Precio del ejemplar: 500 ptas.

El INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, como organismo dedicado a la investigación, consciente de su responsabilidad y de su dilatada experiencia en el campo de las aguas subterráneas, inició en el año 1970, con carácter urgente, la investigación hidrogeológica del país, bajo el «PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION DE AGUAS SUBTERRANEAS», encuadrado dentro del «PLAN NACIONAL DE INVESTIGACION MINERA».

Dada la complejidad de los trabajos a realizar y ante la IMPOSIBILIDAD de atender simultáneamente a todo el Territorio Nacional la PLANIFICACION de la investigación basada en los criterios de:

- Terminar las investigaciones en curso.
- Cuantificar los recursos subterráneos de cada región.
- Conocer los problemas más urgentes.

se encaminó al estudio de las grandes áreas con problemas más urgentes eligiéndose entre ellas la provincia de ALMERIA, como una de las regiones de España más deficitaria de agua.

En el período 1971-1975 se han realizado simultáneamente los siguientes proyectos de investigación:

- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL JUCAR.
- Cuenca ALTA del JUCAR Y SEGURA.
- Cuenca MEDIA Y BAJA DEL SEGURA.
- Cuenca ALTA Y MEDIA DEL GUADIANA.
- Cuenca SUR-ZONA OCCIDENTAL (Málaga).
- Cuenca SUR-ZONA ORIENTAL (Almería).
- Baleares,

y se terminaron los estudios de la Cuenca del Guadalquivir, iniciándose los estudios de la Cuenca del Duero. Por tanto en este cuatrienio se han investigado seis de las diez grandes cuencas hidrográficas españolas.

La presente Memoria es un resumen de la inves-

tigación hidrogeológica llevada a cabo por este INSTITUTO concretamente en la Cuenca Hidrográfica del Sur (parte oriental), bajo el título «ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA CUENCA SUR-ALMERIA».

En ella se exponen los resultados de la investigación llevada a cabo durante un período de cuatro años, en el intervalo de 1971 a 1975, y las principales conclusiones y recomendaciones para la gestión y conservación de los principales sistemas acuíferos, en resumen, para la óptima explotación del agua subterránea.

Esta Memoria es tan sólo una parte del INFORME completo editado, en número restringido de ejemplares, en donde se recoge todo el trabajo realizado.

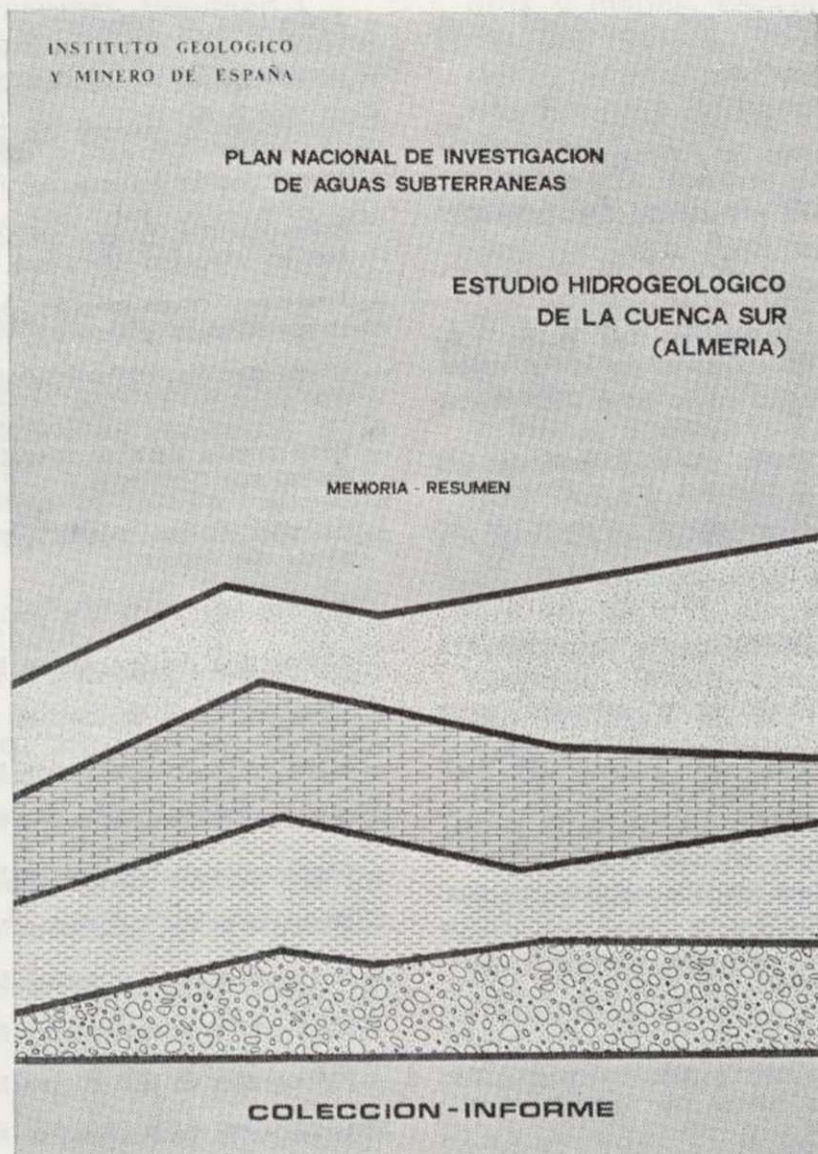
Además de este Informe la documentación complementaria generada durante los trabajos de investigación (campañas de geofísica, inventario de puntos acuíferos, ensayos de bombeo, análisis químicos, cartografía hidrogeológica, etc.) se halla convenientemente archivada en las dependencias del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, a disposición del público en general y particularmente de

las Entidades o Corporaciones locales de la Provincia de Almería.

Dicho INFORME consta de 11 volúmenes, cuyos títulos son:

MEMORIA - RESUMEN.

INFORME I	Marco geográfico y económico.
INFORME II	Climatología e hidrología.
INFORME III	Demanda.
INFORME IV	Planes hidráulicos.
INFORME V	Campo de Dalías.
INFORME VI	Cuenca del Andarax.
INFORME VII	Cuencas del Almanzora y Antas.
INFORME VIII	Cuenca del Aguas.
INFORME IX	Cuenca del Adra.
INFORME X	Campo de Níjar.

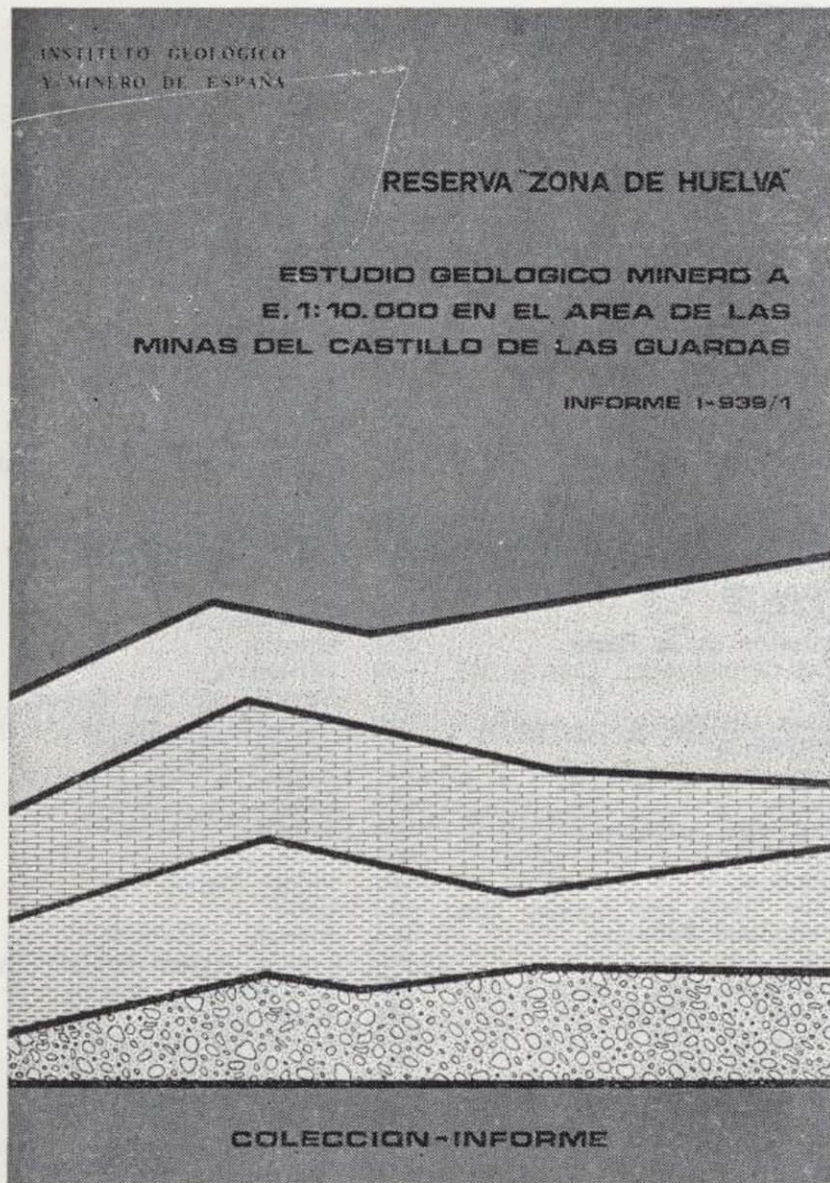


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04



**RESERVA ZONA HUELVA
(Colección - Informes)**

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 en la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico y Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

**COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA
(Colección - Informes)**

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

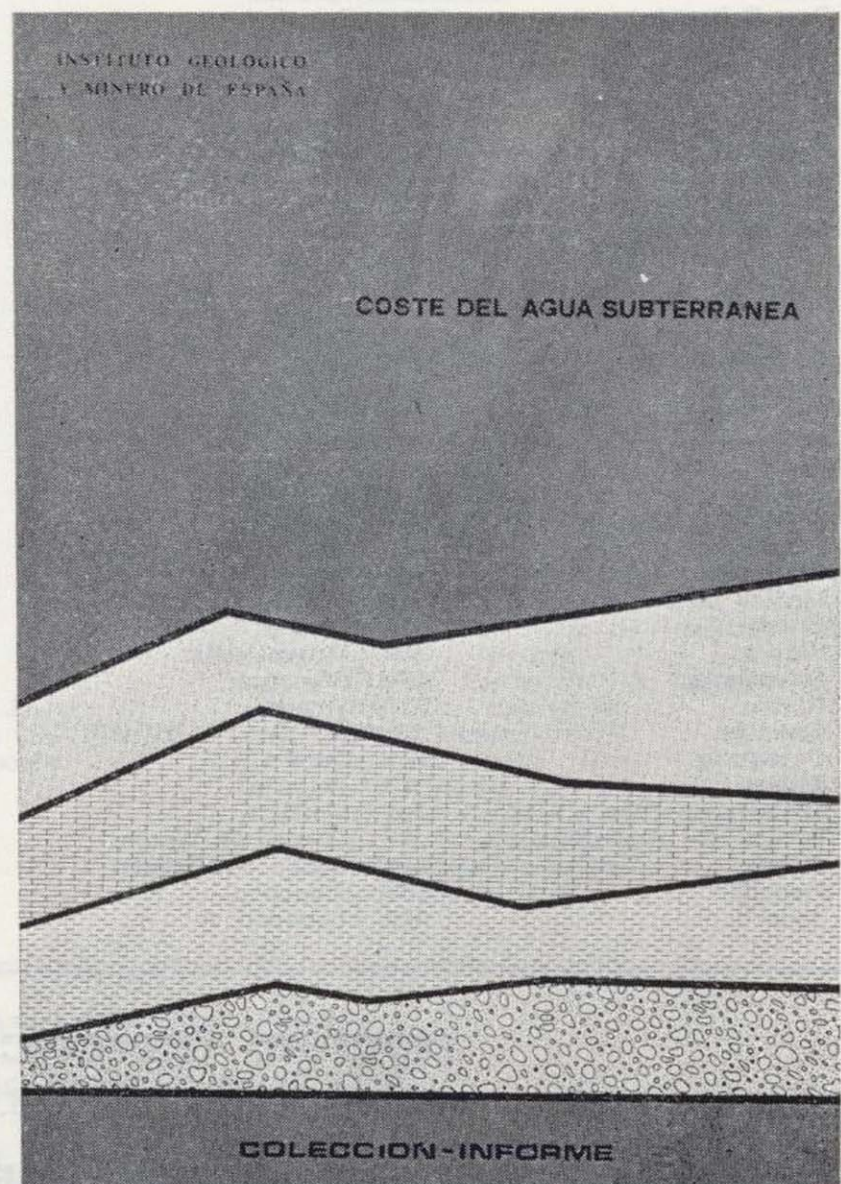
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

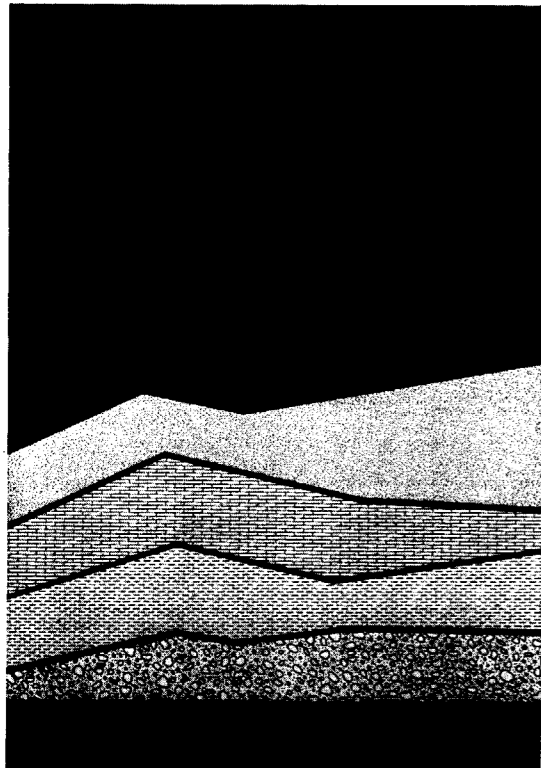
Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

**SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO
DE INDUSTRIA**

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04





RESERVA ZONA HUELVA
(Colección - Informes)

- 1 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en las hojas 939: Castillo de las Guardas y 940: Castilblanco de los Arroyos.
- 2 - Estudio Geológico y Minero a 1:50.000 en la hoja 958: Puebla de Guzmán.
- 3 - Estudio Geológico y Minero a 1:10.000 en las áreas de Cobullos-Mina del Soldado y Sur de Higuera de la Sierra.
- 4 - Estudio Geológico y Minero a 1:20.000 en el área norte de Aznalcollar.
- 5 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 961: Aznalcollar.
- 6 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 982: La Palma del Condado.
- 7 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de Nerva Mina de Peña de Hierro.
- 8 - Estudio Geológico Minero a 1:50.000 en la hoja 936: Paymogo.
- 9 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el área de las minas del Castillo de las Guardas.
- 10 - Investigación geofísica en el área de las minas del Castillo de las Guardas (La Admirable).
- 11 - Estudio Geológico Minero a 1:10.000 en el flanco norte del anticlinal de Puebla de Guzmán.
- 12 - Investigación geofísica en el área Herrerías-Cabexas del Pasto.
- 13 - Investigación geoquímica en las hojas 936: Paymogo, 939: el Castillo de las Guardas, 958: Puebla de Guzmán y 961: Aznalcollar.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

COSTE DEL AGUA SUBTERRANEA
(Colección - Informes)

La amplia labor investigadora del INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA dentro del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (P.I.A.S.), que se engloba en el Plan Nacional de Minería programado por la Dirección General de Minas del Ministerio de Industria, ha obligado a valorar la importancia económica de las aguas subterráneas en nuestro país. A este respecto, la División de Aguas Subterráneas del I.G.M.E. proyecta la realización de una Cartografía Nacional del Coste del Agua Subterránea, con base en los profundos conocimientos adquiridos en la etapa de Investigación llevada a cabo durante el III Plan de Desarrollo.

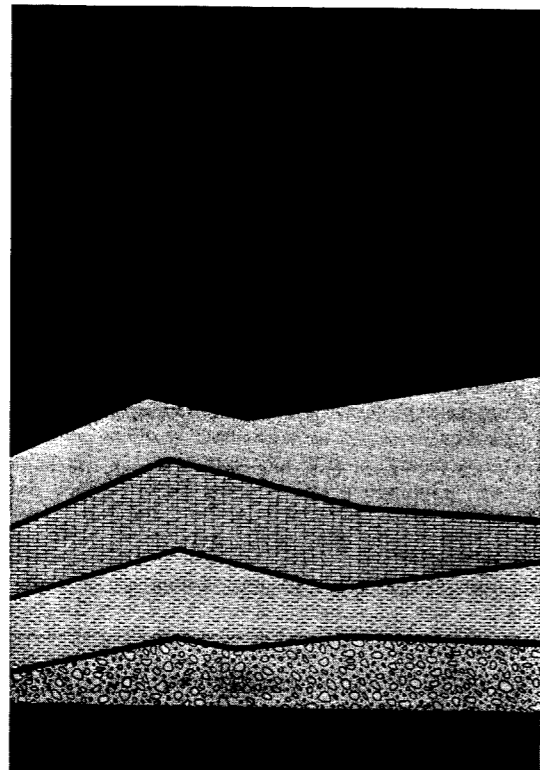
El presente trabajo pretende ser una aportación a las bases de partida necesarias para la elaboración de dicha cartografía. En cualquier caso, y ello es motivo de su publicación, hemos creído que la recopilación y tratamiento de los datos que aquí se presentan, pueden ser de utilidad para todos aquellos técnicos relacionados con las aguas subterráneas, tanto a nivel de proyecto como de explotación.

Precio de cada ejemplar, 500 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000
2.ª Serie (proyecto MAGNA)

En existencia las siguientes:

Precio de cada ejemplar: 700 ptas.

- | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Cariño. | 175. Sigües. | 584. Mondéjar. | 903. Montoro. |
| 2. Cillero. | 187. Orense. | 593. Cuevas de Vinomá. | 905. Linares. |
| 3. San Ciprián. | 188. Nogueira de Ramuín. | 594. Alcalá de Chisvert. | 906. Ubeda. |
| 6. San Salvador de Serantes. | 204. Logroño. | 606. Chinchón. | 907. Villacarrillo. |
| 7. Cedeira. | 205. Lodosa. | 607. Tarancón. | 908. Santiago de la Espada. |
| 8. Vivero. | 207. Sos del Rey Católico. | 612. Ademuz. | 909. Nerpio. |
| 9. Foz. | 225. Ribadavia. | 613. Camarena de la Sierra. | 910. Caravaca. |
| 10. Ribadeo. | 226. Allariz. | 614. Manzanera. | 911. Cahégín. |
| 11. Luarca. | 236. Astudillo. | 615. Alcora. | 912. Mula. |
| 12. Busto. | 237. Castrogeriz. | 616. Villafames. | 913. Orihuela. |
| 13. Avilés. | 239. Pradoluengo. | 617. Faro de Oropesa. | 914. Guardamar del Segura. |
| 14. Gilón. | 240. Ezcaray. | 631. Ocaña. | 919. Almadén de la Plata. |
| 15. Lastres. | 243. Calahorra. | 632. Horcajo de Santiago. | 920. Constantina. |
| 21. La Coruña. | 244. Alfaro. | 635. Fuentes. | 921. Navas de la Concepción. |
| 22. Puente deume. | 245. Sádaba. | 636. Villar del Humo. | 922. Santa María de Trassierra. |
| 23. Puentes de García Rodríguez. | 263. Celanova. | 637. Landete. | 923. Córdoba. |
| 24. Mondoñedo. | 264. Ginzó de Limia. | 638. Alpuente. | 924. Bujalance. |
| 25. Vegadeo. | 266. La Gudiña. | 639. Jérica. | 930. Puebla de Don Fadrique. |
| 26. Boal. | 267. Puebla de Sanabria. | 640. Segorbe. | 931. Zarcilla de Ramos. |
| 27. Tineo. | 268. Molezuelas de la Carballeda. | 641. Castellón de la Plana. | 932. Coy. |
| 28. Grado. | 271. Valderas. | 642. Islas Columbretas. Con la 641. | 933. Alcantarilla. |
| 29. Oviedo. | 274. Torquemada. | 659. Lillo. | 934. Murcia. |
| 30. Villaviciosa. | 275. Santa María del Campo. | 663. Valera de Abajo. | 935. Torreveja. |
| 33. Comillas. | 277. Salas de los Infantes. | 664. Enguídanos. | 936. Paymogo. |
| 34. Torrelavega. | 278. Canales de la Sierra. | 665. Mira. | 939. Castillo de las Guardas. |
| 35. Santander. | 282. Tudela. | 666. Chelva. | 940. Castilblanco de los Arroyos. |
| 36. Castro Urdiales. | 300/301. Lovios. | 667. Villar del Arzobispo. | 941. Ventas Quemadas. |
| 37. Algorta. | 302. Baltar. | 668. Sagunto. | 942. Palma del Río. |
| 38. Bermeo. | 318. Almarza. | 669. Moncófar. | 943. Posadas. |
| 39. Lequeitio. | 320. Tarazona de Aragón. | 690. Santa María del Campo Rus. | 944. Espejo. |
| 40. Jaizquíbel. | 321. Tauste. | 691. Motilla del Palancar. | 951. Orce. |
| 41. Irún. | 329. Pons. | 692. Campillo de Altobuey. | 952. Vélez Blanco. |
| 47. Villalba. | 330. Cardona. | 693. Utiel. | 953. Lorca. |
| 48. Meira. | 331. Puigregí. | 694. Chulilla. | 954. Totana. |
| 49. San Martín de Oscos. | 336. Portela d'Home. | 696. Burjasot. | 955. Fuente Alamo de Murcia. |
| 50. Cangas de Narcea. | 340. Manganeses de la Lampreana. | 711. Las Guadalerzas. | 956. San Javier. |
| 51. Belmonte de Miranda. | 341. San Pedro de Latarce. | 718. Iniesta. | 961. Aznalcóllar. |
| 52. Proaza. | 349. Cobrejas del Pinar. | 719. Venta del Moro. | 962. Alcalá del Río. |
| 53. Mieres. | 351. Olvega. | 720. Requena. | 963. Lora del Río. |
| 57. Cabezón de la Sal. | 352. Tabuenca. | 721. Cheste. | 964. La Campana. |
| 58. Los Corrales de Buelna. | 362. Calaf. | 722. Valencia. | 965. Ecija. |
| 59. Villacarrido. | 363. Manresa. | 740. Villarrobledo. | 973. Chirivel. |
| 60. Valmaseda. | 364. La Garriga. | 741. Minaya. | 974. Vélez-Rubio. |
| 61. Bilbao. | 370. Toro. | 744. Casas Ibáñez. | 975. Puerto Lumbreras. |
| 62. Durango. | 381. Illueca. | 746. Llombay. | 976. Mazarrón. |
| 63. Eibar. | 391. Igualada. | 747. Sueca. | 977. Cartagena. |
| 64. San Sebastián. | 392. Sabadell. | 761. Llanos del Caudillo. | 978. Llano del Beal. |
| 65. Vera de Bidasoa. | 393. Mataró. | 763. Socuéllamos. | 983. Sanlúcar la Mayor. |
| 66. Maya del Baztán. | 394. Calella. | 766. Valdeganga. | 984. Sevilla. |
| 72. Lugo. | 396. Pereruela. | 767. Carcelén. | 986. Fuentes de Andalucía. |
| 73. Castroverde. | 397. Zamora. | 768. Ayora. | 987. El Rubio. |
| 74. Fonsagrada. | 398. Castronuño. | 769. Navarrés. | 993. Gor. |
| 75. Naviego. | 409. Calatayud. | 788. El Bonillo. | 994. Baza. |
| 78. Pola de Lena. | 410. La Almunia de Doña Godina. | 789. Lezuza. | 995. Cantoria. |
| 83. Reinosa. | 417. Espuga de Francoí. | 791. Chinchilla de Monte Aragón. | 996. Huerca Overa. |
| 84. Espinosa de los Monteros. | 418. Montblanch. | 792. Alpera. | 997. Aguilas. |
| 85. Villasana de Mena. | 419. Villafranca del Panadés. | 793. Almansa. | 997 bis. Cope. |
| 86. Landaco. | 420. Hospitalet de Llobregat. | 794. Canals. | 999. Hueiva - Los Caños. |
| 87. Elorrio. | 421. Barcelona. | 795. Játiva. | 1.000. Moguer. |
| 88. Vergara. | 426. Fuentesauco. | 796. Gandía. | 1.001. Almonte. |
| 90. Sumbilla. | 444. Flix. | 814. Villanueva de la Fuente. | 1.002. Dos Hermanas. |
| 91. Valcarlos. | 445. Cornudella. | 815. Robledo. | 1.003. Utrera. |
| 91 bis. Mendizar. | 446. Valls. | 816. Peñas de San Pedro. | 1.004. Marchena. |
| 95. El Pino. | 447. Villanueva y Geltrú. | 817. Pétrola. | 1.010. La Peza. |
| 96. Arzúa. | 448. Prat de Llobregat. | 819. Caudete. | 1.012. Fíñana. |
| 97. Guntín. | 468. Albalate del Arzobispo. | 820. Onteniente. | 1.013. Macael. |
| 98. Baralla. | 472. Reus. | 821. Alcoy. | 1.014. Vera. |
| 99. Becerrá. | 473. Tarragona. | 823. Jávea. | 1.015. Garrucha. |
| 100. Degaña. | 492. Segura de los Baños. | 826. Cheles. | 1.016. Los Caños. Con la 999. |
| 108. Las Rozas. | 493. Oliete. | 827. Alconchel. | 1.017. El Abalarío. |
| 109. Villarcayo. | 494. Calanda. | 828. Barcarrota. | 1.018. El Rocio. |
| 110. Medina de Pomar. | 495. Castellserás. | 831. Zalamea de la Serena. | 1.019. Los Palacios y Villafranca. |
| 111. Orduña. | 497. Perelló. | 832. Monterrubio de la Serena. | 1.026. Padul. |
| 112. Vitoria. | 510. Marchamalo. | 841. Alcaraz. | 1.027. Gúejar-Sierra. |
| 113. Salvatierra. | 517. Argente. | 842. Liétor. | 1.029. Gergal. |
| 115. Gulina. | 518. Montalbán. | 846. Castalla. | 1.030. Tabernas. |
| 116. Garralda. | 519. Aguaviva. | 851. Rabito. | 1.031. Sorbas. |
| 117. Ochagavía. | 520. Peñarroya de Tastavins. | 852. Villanueva del Fresno. | 1.032. Mojácar. |
| 124. Sarriá. | 522. Tortosa. | 853. Burguillos del Cerro. | 1.033. Palacio de Doñana. |
| 125. Los Nogales. | 523. Buda. | 856. Maguilla. | 1.034. Lebrija. |
| 135. Sedano. | 543. Villarluengo. | 867. Elche de la Sierra. | 1.039. Colmenar. |
| 136. Oña. | 544. Forcall. | 869. Jumilla. | 1.040. Zafarraya. |
| 137. Miranda de Ebro. | 545. Morella. | 871. Elda. | 1.041. Dúrcal. |
| 138. Puebla de Arganzón. | 546. Uldecona. | 872. Alicante. | 1.042. Lanjarón. |
| 139. Eulate. | 547. Alcanar. | 884. La Carolina. | 1.052. Alora. |
| 141. Pamplona. | 568. Alcalá de la Selva. | 885. Santisteban del Puerto. | 1.053-1.067. Málaga-Torremolinos. |
| 142. Aoiz. | 569. Mosqueruela. | 887. Orcera. | 1.054. Vélez-Málaga. |
| 143. Navascués. | 570. Albocácer. | 889. Moratalla. | 1.055. Motril. |
| 154. Lalin. | 571. Vinaroz. | 890. Calasparra. | 1.065. Marbella. |
| 155. Chantada. | 571 bis. Con la 571. | 891. Cieza. | 1.066. Coin. |
| 159. Bembibre. | 577. Bohoyo. | 892. Fortuna. | 1.072. Estepona. |
| 168. Briviesca. | 582. Getafe. | 893. Elche. | |
| 169. Casalarreina. | 583. Arganda. | 894. Cabo de Santa Pola. | |

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:25.000 (TENERIFE)

2.ª Serie. 1.ª Edición (proyecto MAGNA)

Precio del ejemplar: 700 ptas.

1.096. II Tejina.	1.104-1.105. I-IV Santa Cruz de Tenerife.	1.118-1.124. II-I Valle de San Lorenzo.
1.096. III Valle Guerra.	1.111. I-IV Güimar.	1.118-1.124. III-IV Los Cristianos.
1.097. III-IV Punta de Anaga.	1.111. III Fasnia.	1.119. III Las Montañas.
1.104. II Barranco Hondo.	1.118. I Granadilla de Abona.	1.119. IV Lomo de Arico.
1.104. III La Orotava.	1.118. IV Adeje.	
1.104. IV Tacoronte.		

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000

1.ª Serie (a extinguir)

Consta de Hoja y Memoria descriptiva. La edición completa se compone de 1.130 hojas, a extinguir. Esta 1.ª Serie tiene su continuación en la 2.ª Serie, Proyecto MAGNA. En existencia las siguientes:

Precio del ejemplar: 500 ptas.

31. Ribadesella.	561. Pastrana.	845. Yecia.
45. Betanzos (Hoja).	564. Fuertescusa.	857. Valsequillo.
46. Guitiriz (Hoja).	573. Gata.	858. El Viso.
54. Ríoseco.	588. Zafrilla (Hoja).	859. Pozoblanco.
67. Mugía.	591. Mora de Rubielos.	864. Venta de los Santos.
77. Plaza Tavera.	610. Cuenca (Hoja).	865. Siles.
79. Puebla de Lillo.	611. Cañete.	876. Fuente de Cantos.
128. Riello.	643. La Calobra.	886. Beas de Segura.
160. Benavides.	644. Pollensa.	899. Guadalcanal.
161. León (Hoja).	650. Cañaverál.	917. Aracena.
162. Gradefes.	653. Valdeverdeja.	937. El Cerro de Andévalo.
163. Villamizar.	670. Sóller.	938. Nerva.
206. Peralta.	671. Inca.	946. Martos.
210. Yebra de Basa.	672. Artá.	959. Calañas.
211. Boltaña.	688. Quintanar de la Orden.	960. Valverde del Camino.
241. Anguiano.	693. Utiel.	967. Baena.
252. Tremp.	695. Liria.	985. Carmona.
260. Oya.	699. Porreras.	989. Lucena (Hoja).
273. Palencia (Hoja).	700. Manacor.	991. Iznalloz.
284. Ejea de los Caballeros.	705. Trujillo.	1.018. El Rocio (Hoja).
297. Estarrit.	723. Cala Figuera.	1.025. Loja.
298. La Guardia.	724. Lluchmayor.	1.046. Carboneras.
313. Antigüedad.	725. Felanix.	1.047. San Lúcar de Barrameda (Hja).
322. Remolinos.	731. Zorita.	1.059. El Cabo de Gata.
323. Zuera.	738. Villarta.	1.060. El Pozo de los Frailes.
324. Grañén.	743. Madrigueras.	1.079/80. Alegranza.
325. Peralta de Alcofea.	745. Jalance.	1.081. Montaña Clara.
327. Os de Balaguer.	746. Llombay.	1.082. Graciosa.
347. Peñaranda de Duero.	748. I. Conejera (Hoja).	1.083. Tegulise.
355. Leciñena.	750. Gallina.	1.084. Haría.
356. Lenaja.	751. Villar del Rey.	1.087. Punta Pechiguera.
369. Coreses.	754. Madrigalejo.	1.088. Arrecife.
374. Peñafiel.	759. Piedrabuena (Hoja).	1.089. El Charco.
388. Lérida (Hoja).	764. Munera.	1.092. Cotillo.
498. Hospitalet (Hoja).	765. La Gineta.	1.093. Lobos.
500. Villar del Ciervo.	766. Valdeganga (Hoja).	1.096. Tegueste.
501. La Fuente de San Esteban.	772. San Miguel.	1.097. Punta de Anaga.
502. Matilla de los Caños del Río.	773. San Juan Bautista.	1.098. La Oliva.
503. Las Veguillas.	776. Montijo.	1.099. Puerto de Lajas.
525. Ciudad Rodrigo.	790. Albacete (Hoja).	1.102. Punta de Teno.
526. Serradilla del Arroyo.	798. Ibiza.	1.106/07. Puerto de las Cabras.
527. Sequeros.	799. Santa Eulalia.	1.109. Los Carrizales.
536. Guadalajara.	818. Montealegre.	1.111. Güimar.
537. Auñón.	824/849. San Francisco Javier.	1.114. La Pared.
539. Peralejo Truchas (Hoja).	825/850. Nuestra Señora del Pilar.	1.115. Tuineje.
541. Santa Eulalia.	840. Bienservida.	1.119. Lomo de Arico.
550. Fuente Guinaldo.	844. Ontur.	1.122. Jandia.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPAS NACIONALES A ESCALA 1:200.000

En esta escala se encuentran totalmente publicados los mapas siguientes:

De Síntesis Geológica:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 800 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario por existir cartografía de éste a escala 1:100.000).

Metalogenético:

Consta de 87 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria. (Excluido el archipiélago canario.)

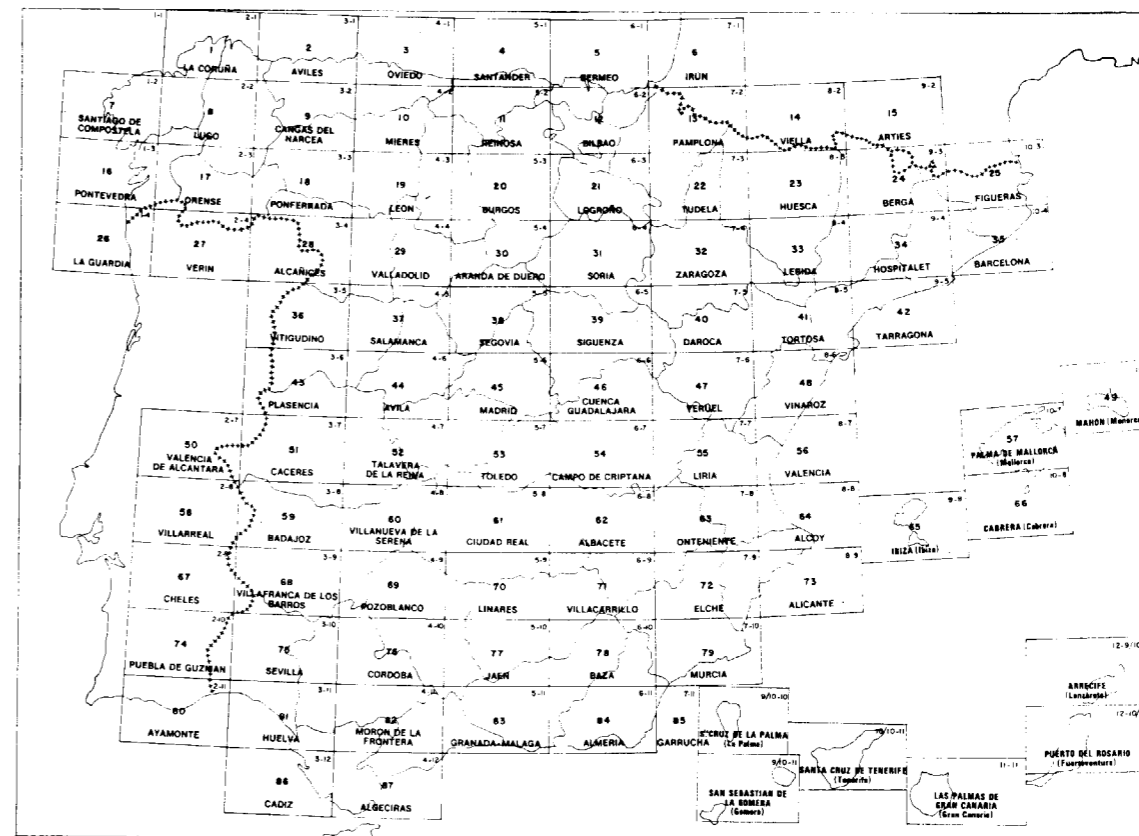
Geotécnico General:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria.

De Rocas Industriales:

Consta de 93 Hojas y Memorias. Precio del ejemplar: 600 ptas. Hoja y Memoria.

División en Hojas del Mapa de España a Escala 1:200.000 (Mapas de Síntesis Geológica, Geotécnico General, de Rocas Industriales y Metalogenético)



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

Mapa Geotécnico de ordenación territorial y urbana de la subregión de Madrid. Escala 1:100.000

Realizado por la División de Geotecnia del IGME
Mapas y Memorias publicados:

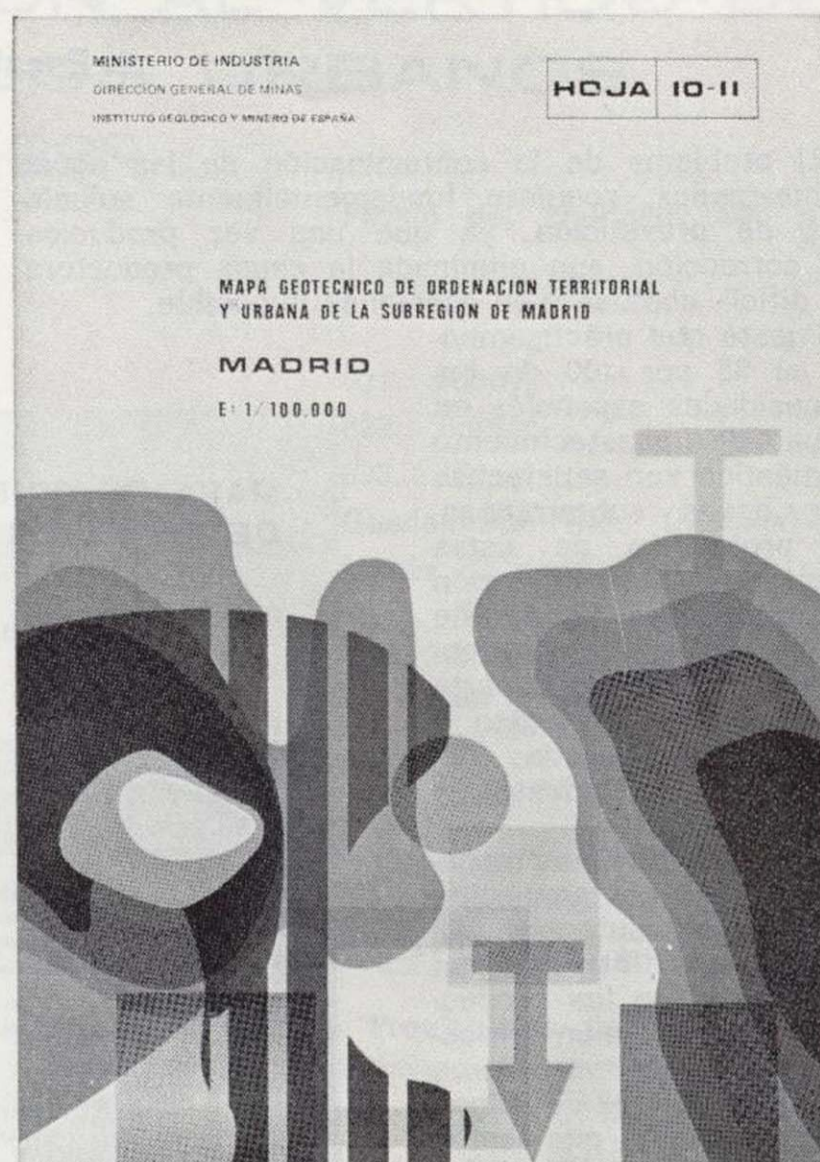
Hoja n.º	Hoja n.º
8/11 Avila de los Caballeros.	10/9 Riaza.
8/12 Arenas de San Pedro.	10/10 Torrelaguna.
8/13 Talavera de la Reina.	10/11 Madrid.
9/10 Segovia.	10/12 Getafe.
9/11 San Lorenzo de El Escorial.	10/13 Mora.
9/12 Navalcarnero.	11/9 Sigüenza.
9/13 Toledo.	11/10 Brihuega.
	11/11 Guadalajara.
	11/12 Tarancón.

Precio de cada ejemplar, 600 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

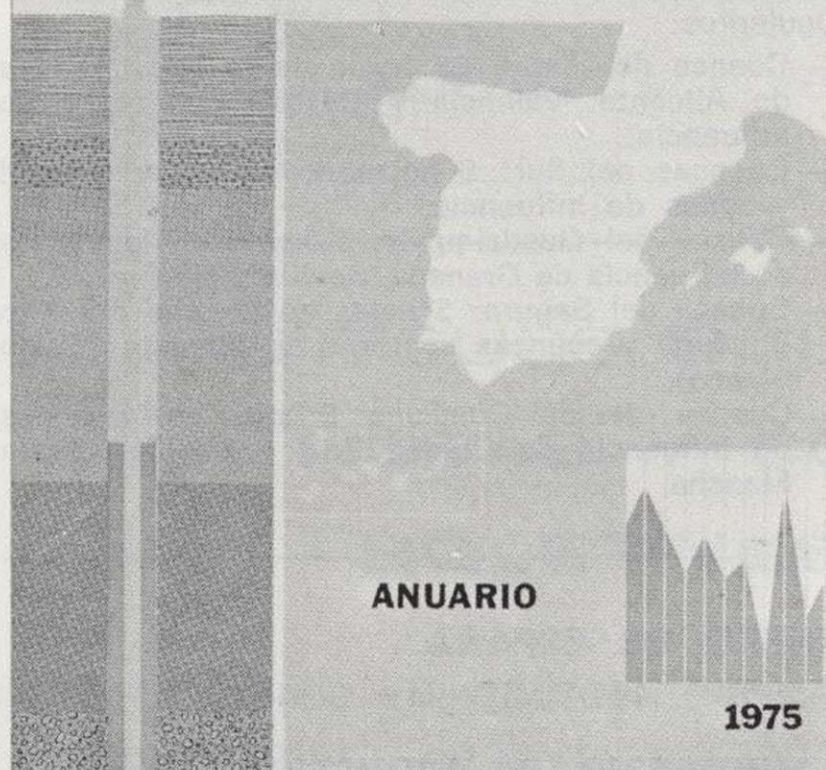
c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EVOLUCION DE NIVELES PIEZOMETRICOS EN LOS SISTEMAS ACUIFEROS

CUENCA MEDIA Y BAJA DEL JUCAR



Anuario de la evolución de los niveles piezométricos en los sistemas acuíferos españoles.

Realizado por la División de Aguas Subterráneas del IGME.

- Cuenca del Duero.
- Cuenca del Guadiana.
- Cuenca del Guadalquivir.
- Cuenca del Sur.
- Cuenca del Segura.
- Cuenca alta del Júcar.
- Cuenca media y baja del Júcar.
- Baleares.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Dr. Fleming, 7. Madrid-16. Telf. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

Escala 1:50.000

Precio: 500 ptas.

El problema de la contaminación de las aguas subterráneas, requiere fundamentalmente soluciones de prevención, ya que una vez producida, su corrección, aun eliminada la causa productora, es difícil, costosa y en ocasiones imposible.

Puesto que prácticamente el 35 por 100 de las necesidades españolas en agua de abastecimiento doméstico son satisfechas por aguas subterráneas, la protección de éstas frente a la contaminación es una tarea importante y que ha merecido atención prioritaria por parte del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Industria y Energía.

Entre los diversos mecanismos de contaminación de las aguas subterráneas, figura la infiltración en el terreno de los productos de lixiviación procedentes de los vertederos residuos sólidos de origen urbano. Dado que estos vertederos se ubican con frecuencia cerca de los núcleos de población, y que también los pozos y sondeos de abastecimiento suelen encontrarse a distancias relativamente pequeñas de dicho núcleo, se da un claro caso de proximidad entre la fuente de contaminación y la aplicación útil vulnerable de agua. Se trata de un caso en que la prevención es fundamental, ya que los posibles problemas de contaminación pueden afectar a la salud humana.

En la Ley de desechos y residuos sólidos urbanos de 19 de noviembre de 1975 («B. O. del E.» del 21) se considera al Instituto Geológico y Minero de España como el Organismo consultor en lo que respecta a los proyectos de vertederos... «cuando las características del proyecto merezcan especial atención ante la posible contaminación de los recursos del subsuelo.» Para cumplir más eficazmente esta misión, el IGME ha decidido anticiparse a los posibles problemas, emprendido el estudio, en zonas especialmente críticas, de la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a los agentes contaminantes vertidos en la superficie del terreno o que

se producen e infiltran desde la misma, tales como los lixiviados de las basuras urbanas.

El instrumento que se ha considerado más eficaz para representar de forma fácilmente comprensible la vulnerabilidad de las aguas subterráneas,

ha sido el mapa de orientación al vertido, que, por otra parte, representa un ejemplo de lo que la ciencia geológica e hidrogeológica puede aportar al complejo proceso de ordenación del territorio.

El hecho de que el título del mapa se refiera al vertido de residuos sólidos urbanos, no quiere decir que su utilidad quede restringida a este aspecto. Puesto que en él se pone de manifiesto la vulnerabilidad de los mantos acuíferos frente a la contaminación iniciada en la superficie del terreno, el mapa puede utilizarse también como indicador de los peligros de degradación de la calidad del agua subterránea debida a actividades tales como el vertido de aguas fecales, el empleo excesivo de pesticidas, etc. En el caso de residuos industriales, y dada la amplia gama de composición posible, el mapa deberá utilizarse teniendo en cuenta cada caso particular; los criterios son mucho más restrictivos en el caso de productos tóxicos o peligrosos.

La primera fase del programa de preparación de estos mapas, a escala 1:50.000, comprende los siguientes:

- Cuenca del Júcar: 24 hojas de la zona costera de Alicante, Valencia y Castellón y zonas de influencia.
- Cuencas del Sur: 6 hojas de la Costa del Sol y zonas de influencia.
- Cuenca del Guadalquivir: 5 hojas de las áreas de influencia de Granada, Sevilla y Huelva.
- Cuenca del Segura: 5 hojas en la zona del Alto Vinalopé y cuencas costeras de Alicante (Costa Blanca).
- Cuenca Alta del Guadiana: 5 hojas en las zonas de influencia de Ciudad Real y pueblos de la Mancha.

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

BURJASOT HOJA 696

Escala, 1:50.000



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04

MAPA DE ORIENTACION AL VERTIDO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

E. 1:50.000

Hojas publicadas.

545. Morella.	695. Liria.
546. Ulldecona.	696. Burjasot.
547. Alcanar.	698. Palma.
568. Mosqueruela.	699. Porreras.
570. Albocacer.	720. Requena.
571. Vinaroz.	721. Cheste.
593. Cuevas de Vinroma.	722. Valencia.
594. Alcalá de Chisvert.	724. Lluchmajor.
616/617. Villafames-Faro de Oro-pesa.	737. Villarrubia de los Ojos.
640. Segorbe.	746. Llombay.
641. Castellón de la Plana.	747. Sueca.
667. Villar del Arzobispo.	760. Daimiel.
668. Sagunto.	769. Navarres.
669. Moncófar.	770/771. Alcira-Levesa.
671. Inca.	794. Canals.
	795. Játiva.

Precio del ejemplar: 500 ptas.

796. Gandía.
820. Onteniente.
821. Alcoy.
822. Benisa.
823. Jávea.
847. Villajoyosa.
848. Altea.
872. Alicante.
893. Elche.
Guadalhorce Bajo (Málaga).
Llanos de Antequera, zona oriental.
Llanos de Antequera, zona occidental.
Zona de Almería

OTRAS PUBLICACIONES CARTOGRAFICAS

Mapas Geológicos Varios

	Ptas.
— Geológico de la Isla de Fuerteventura - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Gran Canaria - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Lanzarote - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Isla de Tenerife - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la provincia de Guipúzcoa - Escala 1:100.000	500
— Geológico de la Cuenca del Duero - Escala 1:250.000	500
— Petrográfico y estructural de Galicia - Esc. 1:400.000	500
— Sismotectónico de la Península Ibérica - Escala 1:2.500.000	300

Mapa Geológico Nacional - Escala 1:400.000

La edición completa se compone de 64 hojas, en existencia las siguientes:

Hoja n.º	Ejemplar: 500 ptas.
1/2. La Coruña.	
4. Costa de Santander y Vizcaya.	
9/10. Pontevedra, Lugo y Orense.	
11. León.	
12. Vizcaya y Burgos.	
14. Pirineo Leridano y Oscense.	
17/18. Orense, Zamora y Norte de Portugal.	
52. Granada.	
59. Algeciras.	

Mapas Geológicos Provinciales - Escala 1:200.000

En existencia los siguientes: Ejemplar: 500 ptas.

Hoja n.º	Hoja n.º
1. Almería.	8. Murcia.
3. Cáceres.	9. Salamanca.
4. Cádiz.	10. Valencia.
5. La Coruña.	

Mapas Geológicos - Escala 1:1.000.000

— Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (1.ª edición). Año 1980. Plano sin plegar.	900 ptas.
— Idem, id. Plano plegado y Nota de Autores ...	975 ptas.
— Idem, id. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.
— Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (6.ª edición). Año 1966 (a extinguir).	600 ptas.
— Sismoestructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias	600 ptas.
— Tectónico de la Península Ibérica y Baleares	600 ptas.
— de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos	600 ptas.

Mapa Metalogenético de España - Escala 1:1.500.000

Ejemplar: 500 ptas.
La colección completa consta de 17 hojas y memorias referidas a las siguientes sustancias:

Hoja n.º	Hoja n.º	Hoja n.º
1. Aluminio.	7. Flúor.	13. Níquel.
2. Azufre.	8. Fosfatos	14. Oro.
3. Bismuto.	9. Hierro.	15. Potasa-Sal común.
4. Plomo-Cinc.	10. Hulla.	16. Titanio.
5. Cobre.	11. Manganeseo.	17. Wolframio.
6. Estaño.	12. Mercurio.	

ANTIGUOS BOLETINES DEL IGME NOTAS Y COMUNICACIONES BOLETINES DE SONDEOS

Quedan algunos ejemplares de los antiguos Boletines del IGME (tomo, 500 ptas.), así como números de la revista «Notas y Comunicaciones» (100 ptas. número) y de los «Boletines de Sondeos» (100 ptas. fascículo).

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT ESCALAS 1:1.000.000

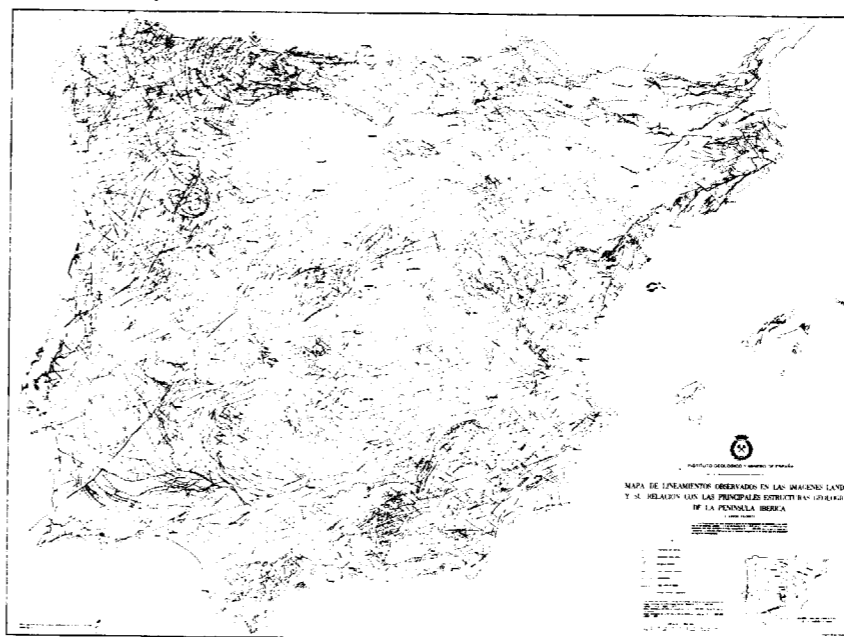
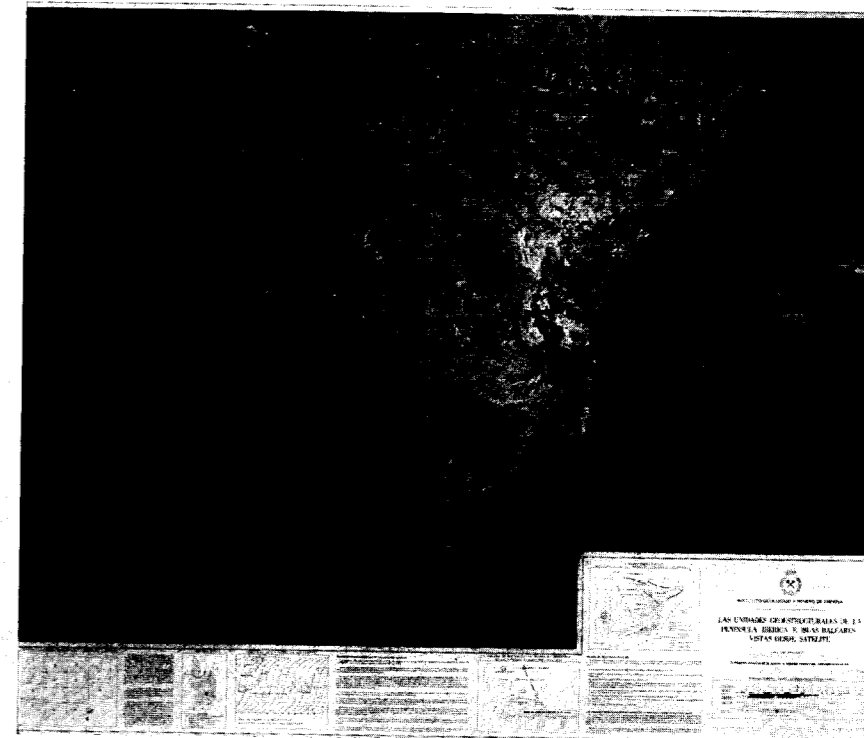
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fuese lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multispectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogas condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un ras-

go rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 µm). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MOSAICO FOTOGRAFICO DE LA PENINSULA IBERICA E ISLAS BALEARES

MAPA DE LINEAMIENTOS DEDUCIDOS DE LAS IMAGENES LANDSAT

ESCALAS 1:1.000.000

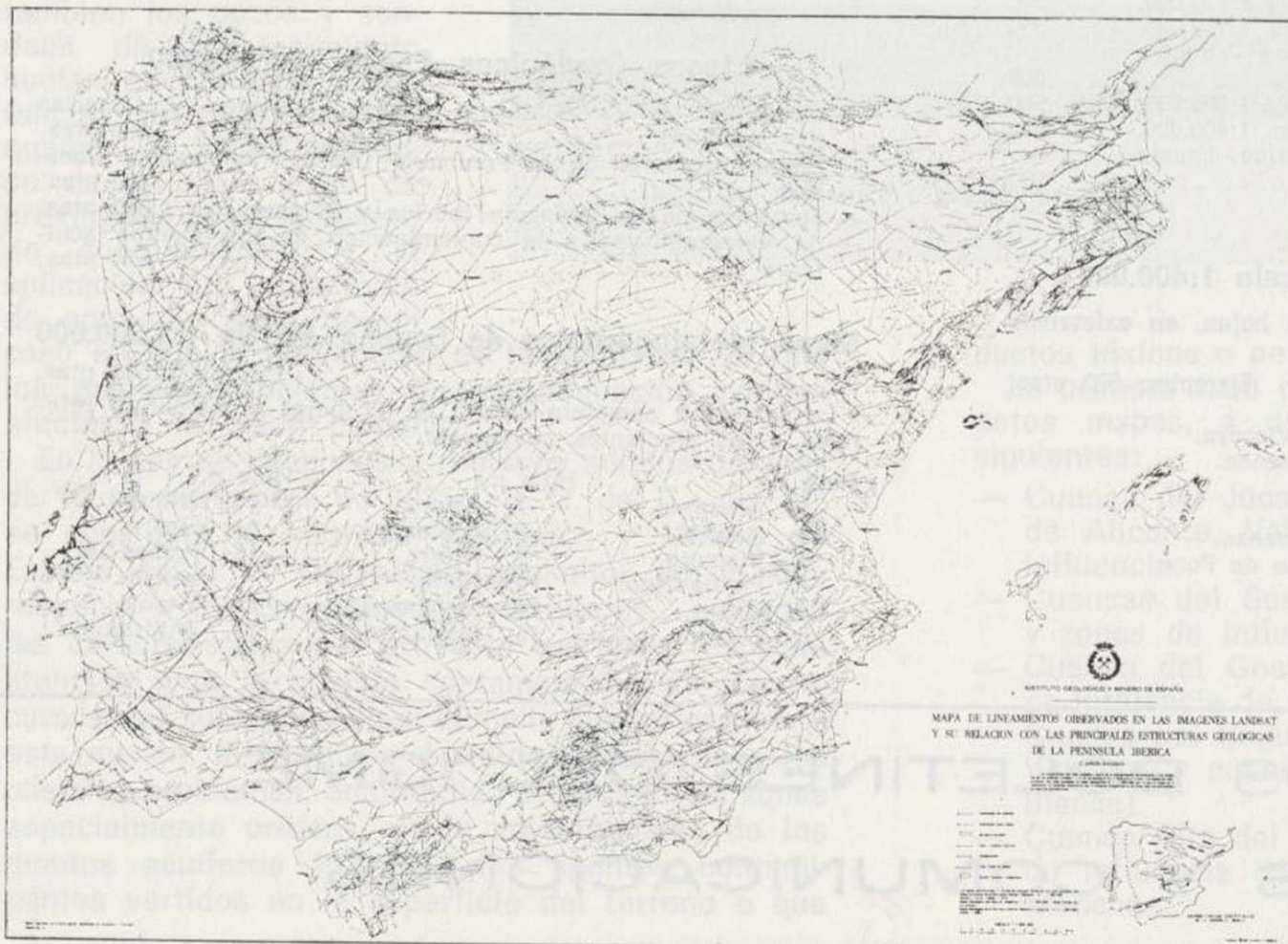
Precio 3.900 ptas.

Las nuevas técnicas de Teledetección y en particular la observación y registro desde satélite de las características de la superficie de nuestro Planeta, están poniendo de manifiesto una gran variedad de aplicaciones en las distintas disciplinas que estudian el medio natural.

Desde que en 1972 fuese lanzado el primer satélite de la generación Landsat, concebido por la NASA para la investigación de recursos naturales, se han obtenido de forma sistemática cientos de miles de imágenes de la superficie terrestre.

Las características orbitales de estos satélites y su sistema de sensores han permitido obtener una información muy adecuada para el estudio de grandes áreas. Cada imagen registrada por el sistema de barrido multispectral (MSS) cubre una superficie de 185 Km. x 185 Km., permitiendo la observación integral de los grandes fenómenos re-

Precio 3.500 ptas.



gionales. La realización de mosaicos fotográficos a partir de estas imágenes, registradas en análogas condiciones de iluminación solar, hace posible esta integración a escala continental.

El mosaico fotográfico de la Península Ibérica y Baleares, confeccionado a partir de catorce mosaicos parciales de escala 1:500.000, muestra con gran detalle las grandes unidades geoestructurales de este área.

Este documento, de gran belleza plástica, además de permitir la fácil observación de los grandes rasgos estructurales de la Península, pone de manifiesto, al ser detenidamente analizado, una serie de discontinuidades lineales o lineamientos, muchos de ellos no identificados con fracturas geológicas conocidas. El lineamiento, tal y como generalmente se acepta internacionalmente, es un ras-

go rectilíneo o ligeramente curvado de la superficie terrestre, cuya expresión es en general de tipo morfológico y que probablemente refleja un fenómeno profundo.

El mapa de lineamientos ha sido realizado a partir de la interpretación individual de cincuenta y tres imágenes en bandas 5, 6 y 7 (0,6 a 1,1 μ m). Los calcos de interpretación se han ajustado a la base topográfica de escala 1:1.000.000, por lo que este mapa no coincide totalmente con el mosaico fotográfico al no tener éste una proyección cartográfica convencional. La importancia del papel jugado por los lineamientos en la exploración de hidrocarburos y yacimientos minerales ha sido ampliamente probada en la literatura geológica. De otra parte es de destacar la contribución de estos fenómenos al mejor conocimiento estructural de la Península y en particular a los estudios de ciertas áreas de actividad tectónica reciente, aportando nuevos datos para la mejor ubicación geográfica de determinadas obras civiles.

MAPA GEOLOGICO DE LA PENINSULA IBERICA, BALEARES Y CANARIAS - E. 1:1.000.000

1.^a Edición. Año 1980

Precio del ejemplar: Sin plegar	900 ptas.
Idem. Plano plegado y Nota de Autores	975 ptas.
Idem. Plano sin plegar, con cuadrícula división en Hojas Escala 1:200.000	975 ptas.

Este Mapa es un ensamble de las Hojas de la Síntesis Geológica a escala de 1:200.000, completado con el Proyecto MAGNA iniciado en 1971, que comprende la ejecución de 1.130 Hojas que abarcan la totalidad del territorio español y de las que hasta el presente se han realizado 531 Hojas geológicas, que equivalen al 48 por 100 del territorio nacional.

Además se han utilizado, de forma muy especial, los siguientes Mapas:

- 1) Mapa Geológico Internacional de Europa a escala 1:1.500.000 (1973-74). A5 La Coruña; B5 París-Sud.
- 2) Carta Geológica de Portugal. Escala 1:1.000.000 (1968).
- 3) Cartografía Geológica del Macizo Hespérico del Sudoeste de la Península Ibérica E. 1:500.000 (1975).
- 4) Carte Géologique du Nord-Ouest de la Péninsule Ibérique E. 1:500.000 (1967).
- 5) Carte Géologique d'une partie de la Serranía de Cuenca et des Montes Universales. P. A. VIALARD (1965-1971).

Se han tenido en cuenta los elementos según los cuales fue confeccionada la leyenda general del Mapa Geológico Internacional de Europa a escala de 1:1.500.000, según versión de 1962 y revisada en 1970.

Una vez realizado este primer trabajo de síntesis, se confeccionaron unos bocetos que se distribuyeron a las distintas cátedras geológicas del país para que corrigiesen posibles errores



y completasen las zonas de trabajo de las correspondientes áreas de desarrollo de sus actividades.

Estas correcciones y mejoras dieron lugar a un boceto definitivo, que sirvió para la confección de este nuevo mapa.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. Madrid-3. Telf. 441 70 67

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Doctor Fleming, 7. Madrid (16). Tel. 250 02 01/02/03/04



TODA LA RIQUEZA MINERA EN SUS MANOS MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Serie de 93 hojas con memoria descriptiva



El más completo catálogo de nuestras posibilidades mineras, realizado por el

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

EDITADO Y DISTRIBUIDO POR

SERVICIO DE PUBLICACIONES DEL
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Doctor Fleming, 7, Madrid-16
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23, Madrid-3

BOLETIN GEOLOGICO Y MINERO

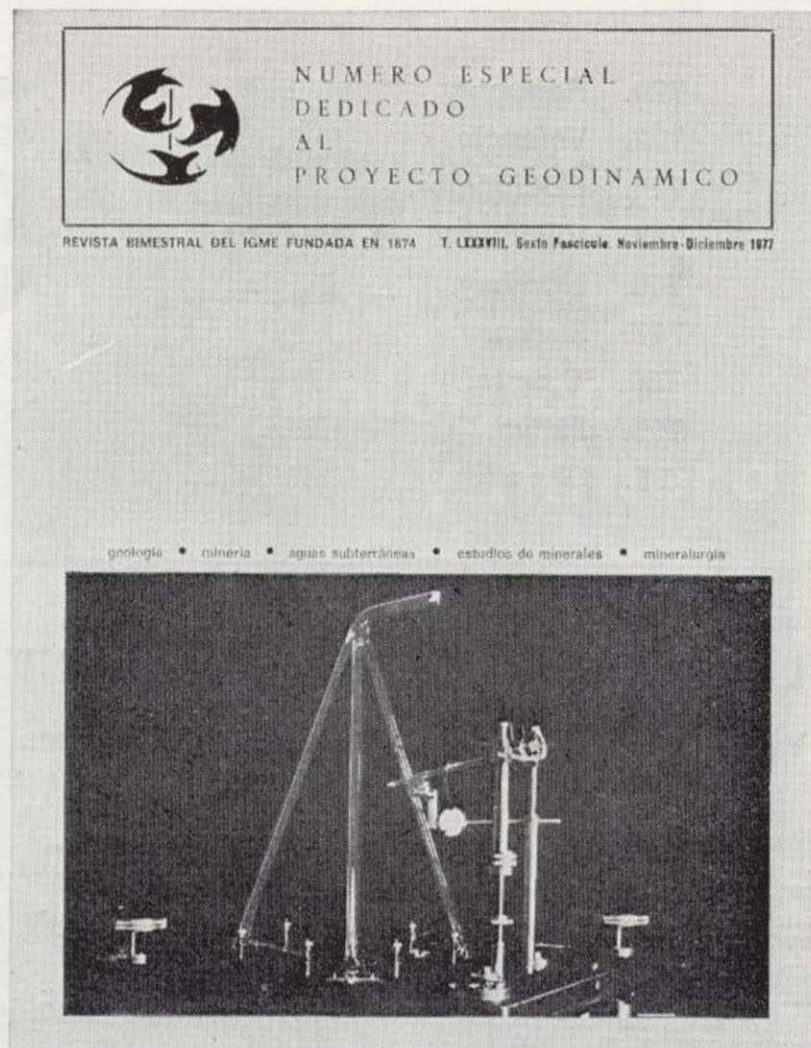
Precio: 300 ptas.

La consideramos como la publicación de mayor difusión del Instituto Geológico y Minero de España. Se inició en el año 1874, continuando su publicación. Actualmente se presenta en fascículos de aparición bimestral, que componen al año un tomo.

Es la primera revista española de su especialidad, tratándose en ella temas de Geología, Minería, Aguas Subterráneas, Energía, Geofísica, Geoquímica, Geotecnia, Geonucleónica y Estudio de Minerales y Rocas. Contiene además una parte fija dedica-

da a Información General, Noticias, Notas Bibliográficas, Información legislativa, etc.

El último tomo publicado es el 90, que corresponde al año 1979 (fascículos I al VI) y comprende trabajos de Geología, Minería, Aguas Subterráneas y de Estudios de Minerales y Rocas, que hacen un total de 636 páginas, incluidas las dedicadas a diversos temas de información, así como los índices por materias y autores de dicho tomo. También están publicados los fascículos I y II correspondientes al año 1980.



Boletín Geológico y Minero

Revista bimestral de geología económica industrias extractivas y de su beneficio

BOLETIN DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (6 números)

ESPAÑA e IBEROAMERICA	1.400 ptas.
DEMÁS PAISES	1.500 ptas.

Nombre, Organismo o Empresa

Profesión

Dirección Teléfono

Ciudad (provincia) D. P.

País

Fecha

FIRMA

FORMA DE PAGO

Contra reembolso.

Talón nominativo.

*La inversión
requiere un buen proyecto*



intecsa

INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S. A.



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- * GEOLOGIA
- * AGUAS SUBTERRANEAS
- * EXPLORACION MINERA
- * EXPLORACION PETROLERA
- * SONDEOS
- * ROCAS INDUSTRIALES
- * GEOTERMIA
- * GEOTECNIA
- * GEOFISICA
- * LABORATORIOS



CGS Compañía
General de
Sondeos, S.A.

OFICINAS CENTRALES: Corazón de María, 15 · Tel. 416 85 50* · MADRID-2
Portal de Castilla, 46 · Tel. 22 36 04* · VITORIA

LABORATORIOS: San Roque, 3 · Majadahonda (MADRID)