

11/2-1-1

En este número:

- Sobre la posición tectónica del manto de Cástaras (Sierra Nevada. Cordilleras Béticas).
- Las fallas de desgarre de SO de la Península Ibérica.
- Repartición de las series anteordovícicas del SO de España.
- Ensayo de un análisis de posibilidades en mineralizaciones de la provincia de Cáceres.
- Estudio geoquímico de algunos granitos de la provincia de Salamanca.
- Distribución estratigráfica de las «Rocas Industriales» de la zona central de Asturias (Región de Oviedo-Gijón-Avilés).
- Consideraciones sobre unas rocas diabásicas del SE de la provincia de Badajoz.
- Los granitos biotíticos \pm cordierita de Béjar y áreas adyacentes.

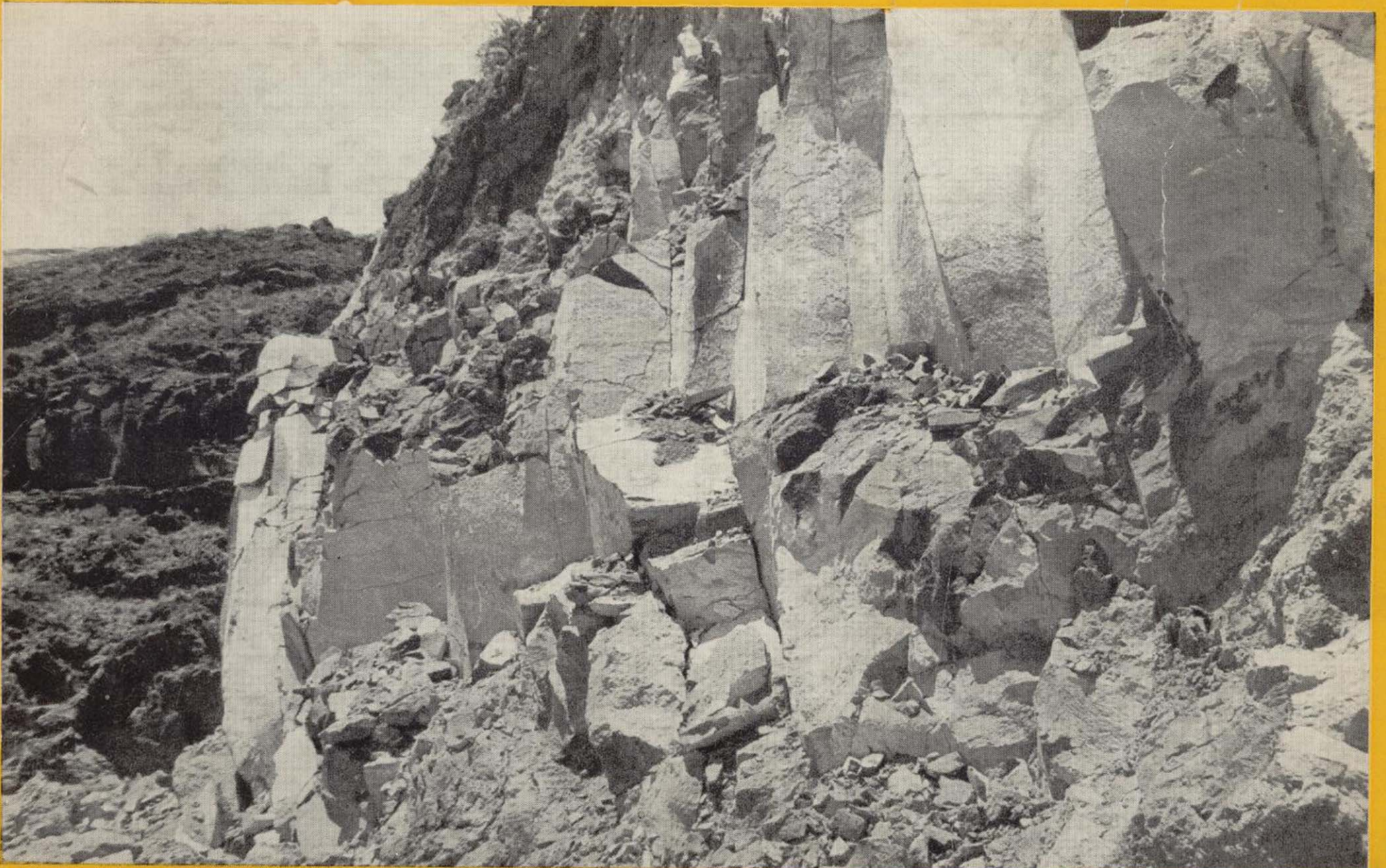
REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. LXXXV, Segundo Fascículo. Marzo - Abril 1974

boletín geológico y minero

22 JUN. 1974

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





**exploración, investigación e
ingeniería de desarrollo de recursos
del subsuelo y plataforma continental**



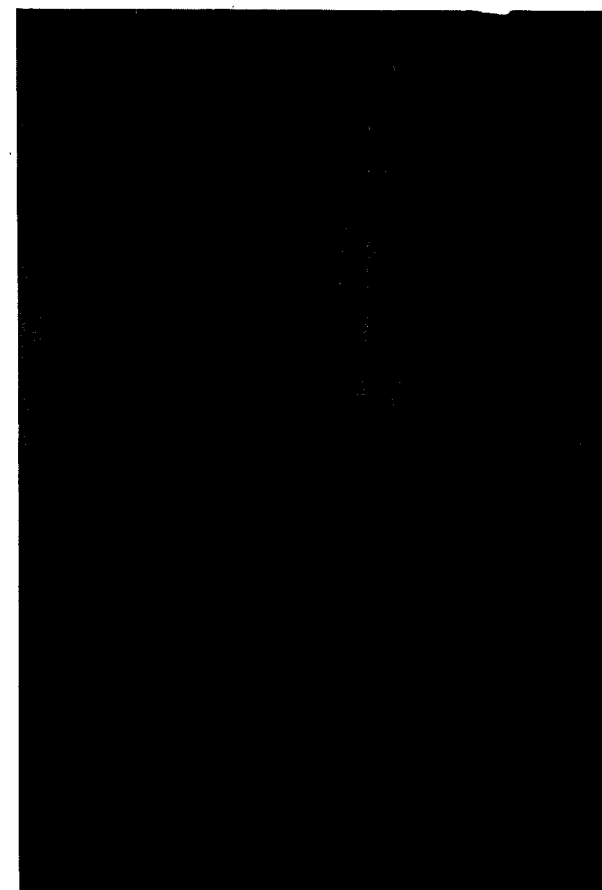
**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

**domicilio social y gerencia:
serrano, 116. madrid-6
☎ 262 41 10***

**protección del medio ambiente
y tratamiento de residuos
urbanos e industriales**

**centro de investigación "juan gavala"
carretera de andalucía, km. 12
getafe (madrid)
☎ 797 34 00***

**ordenación geológica
de la infraestructura para el
desarrollo regional**



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

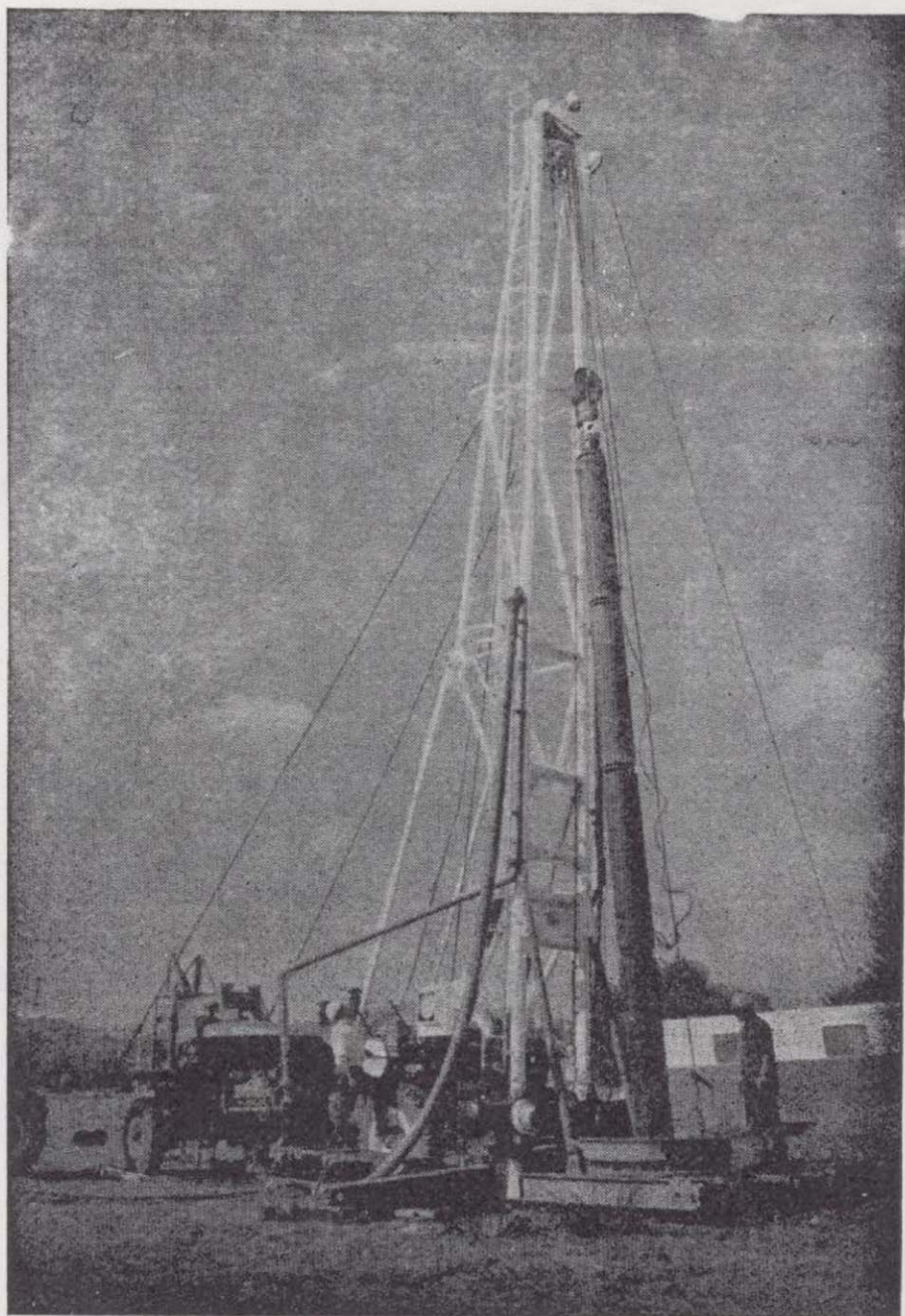
M A D R I D - 1 6

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.



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

M A D R I D - 1 6

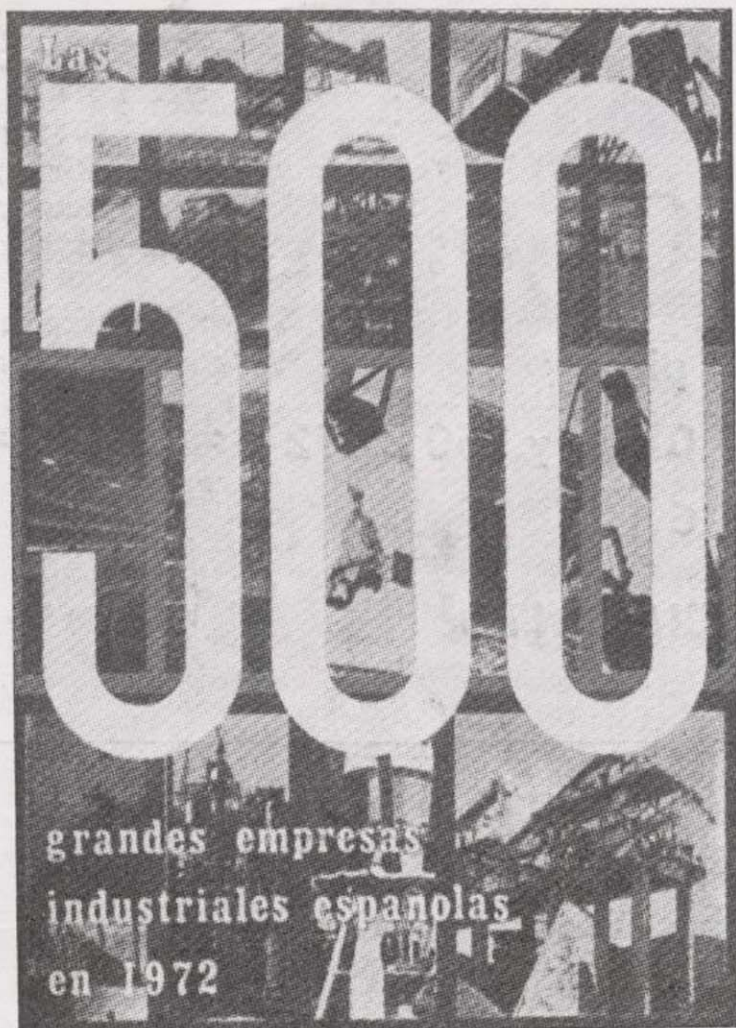
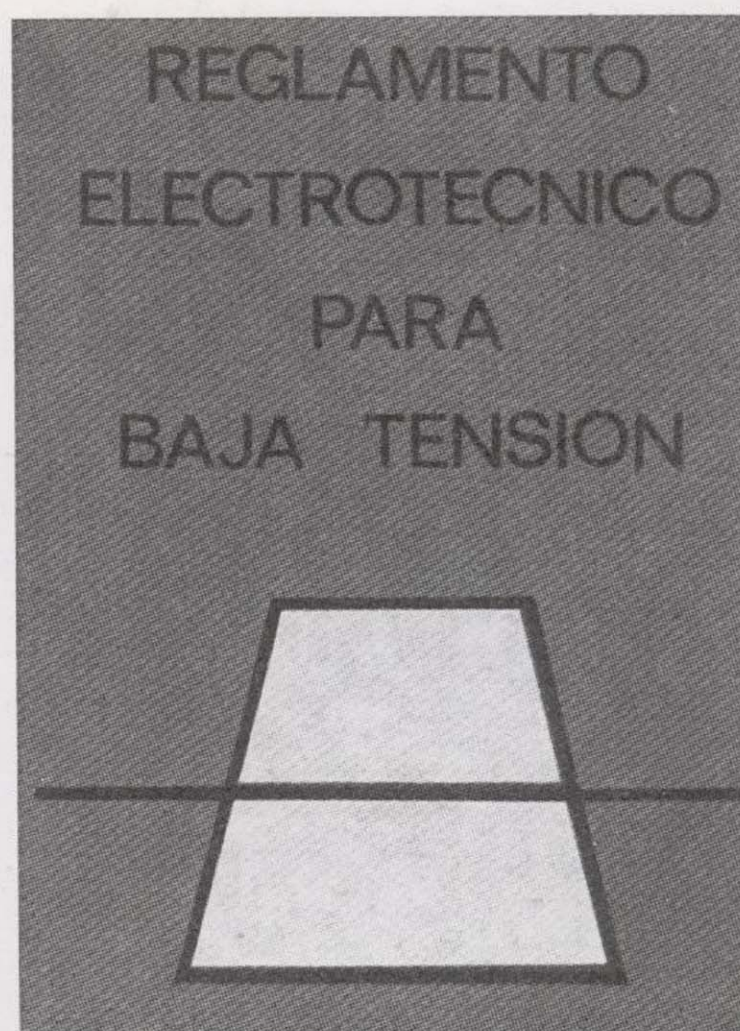
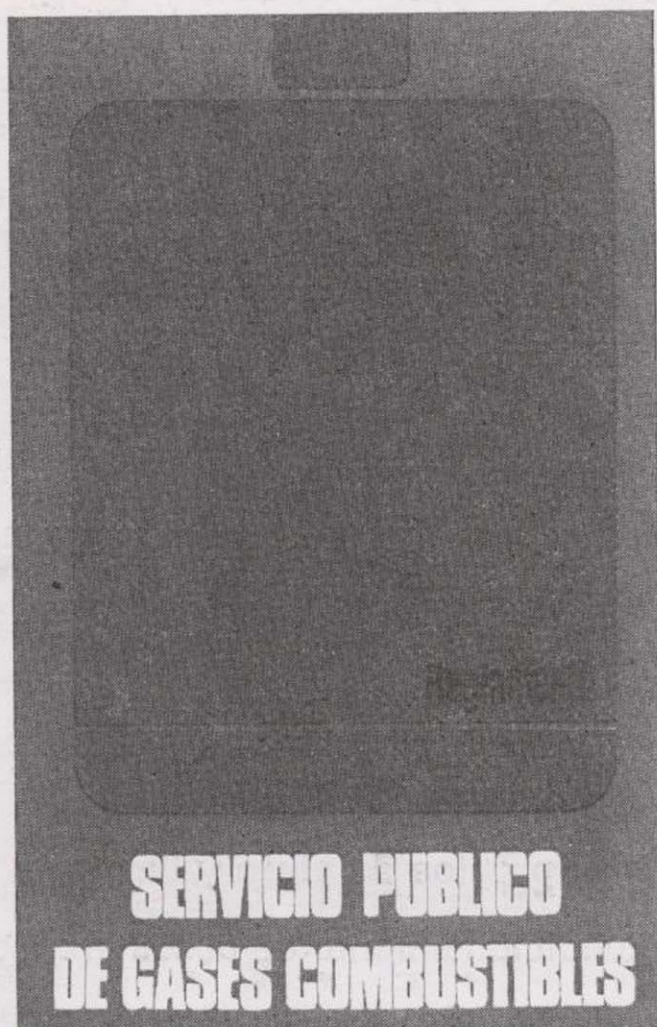
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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.

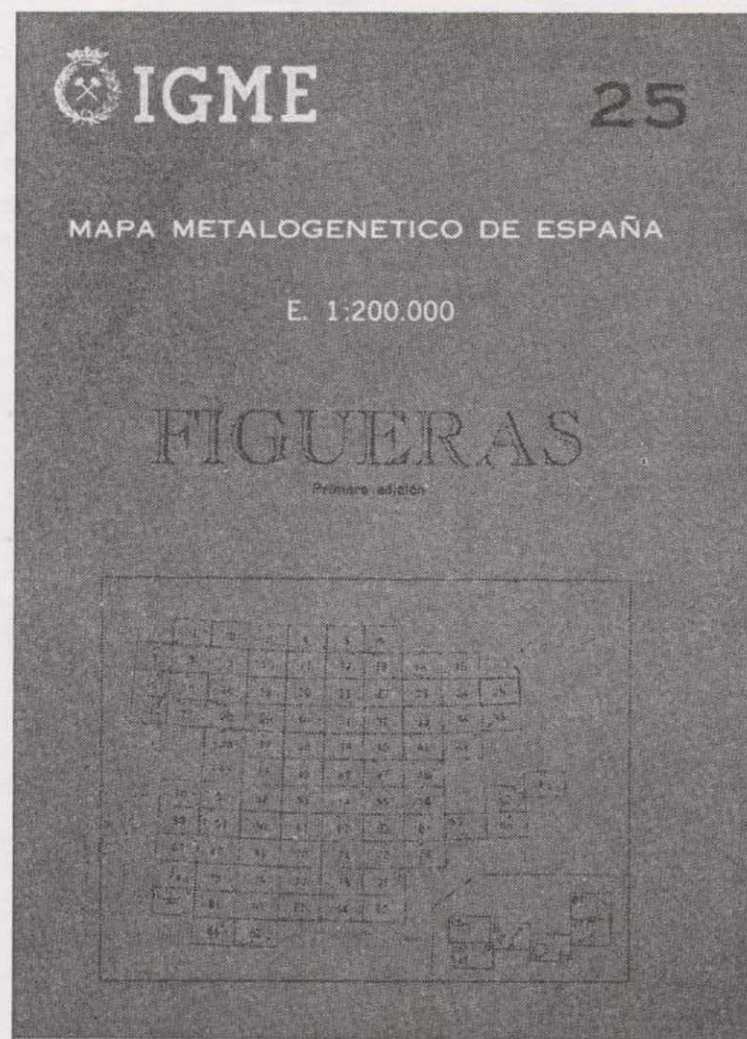
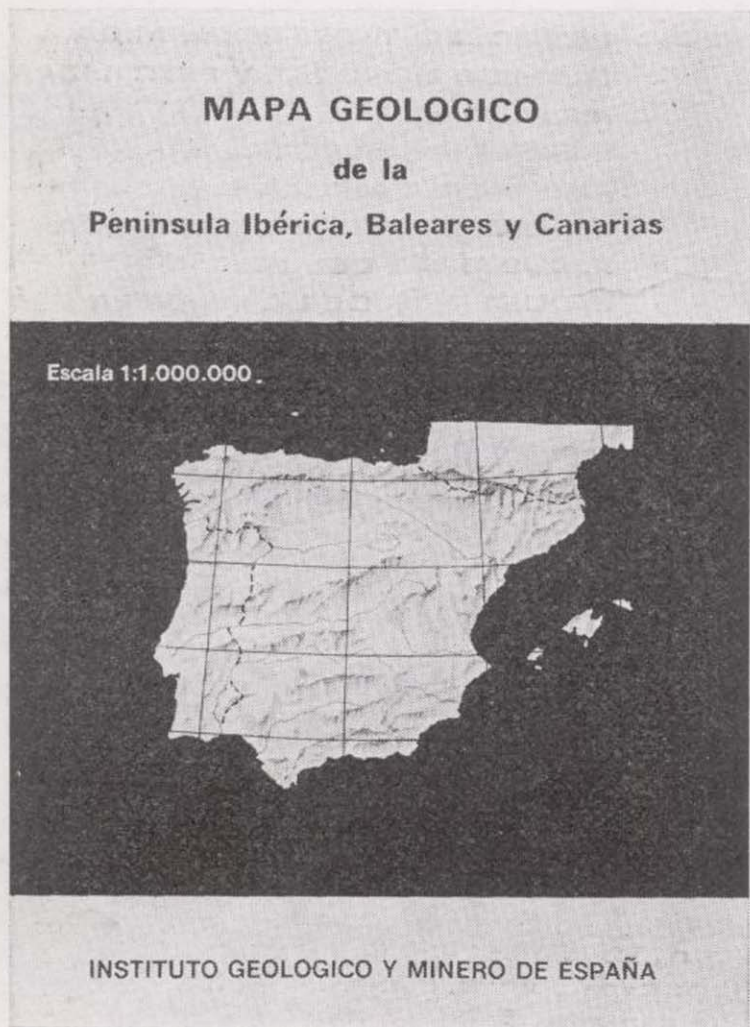
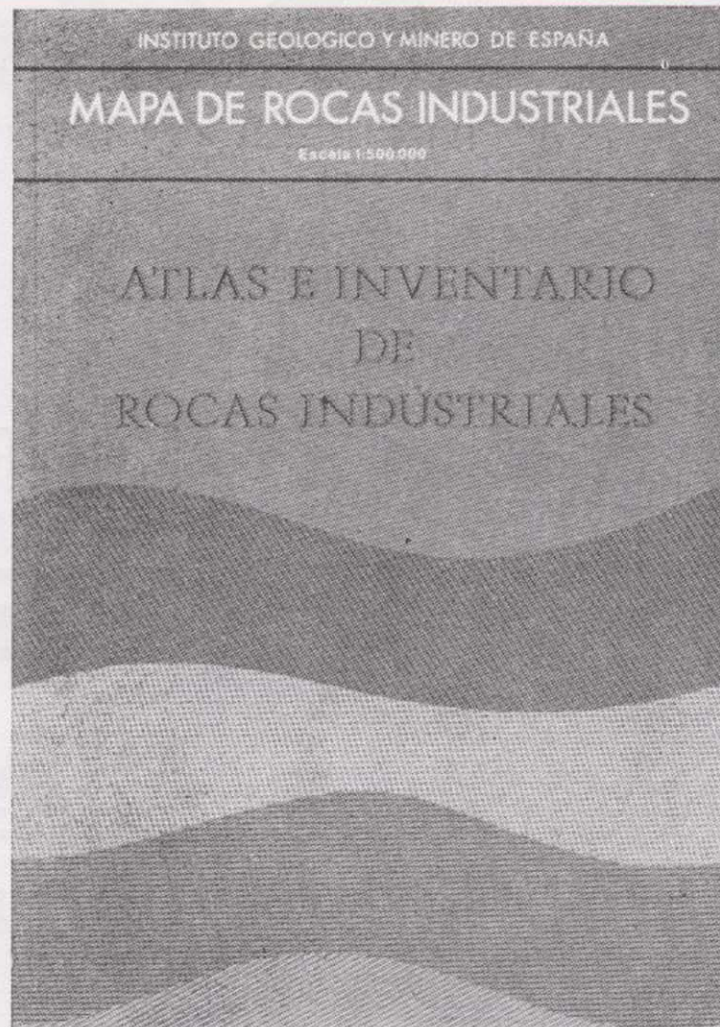
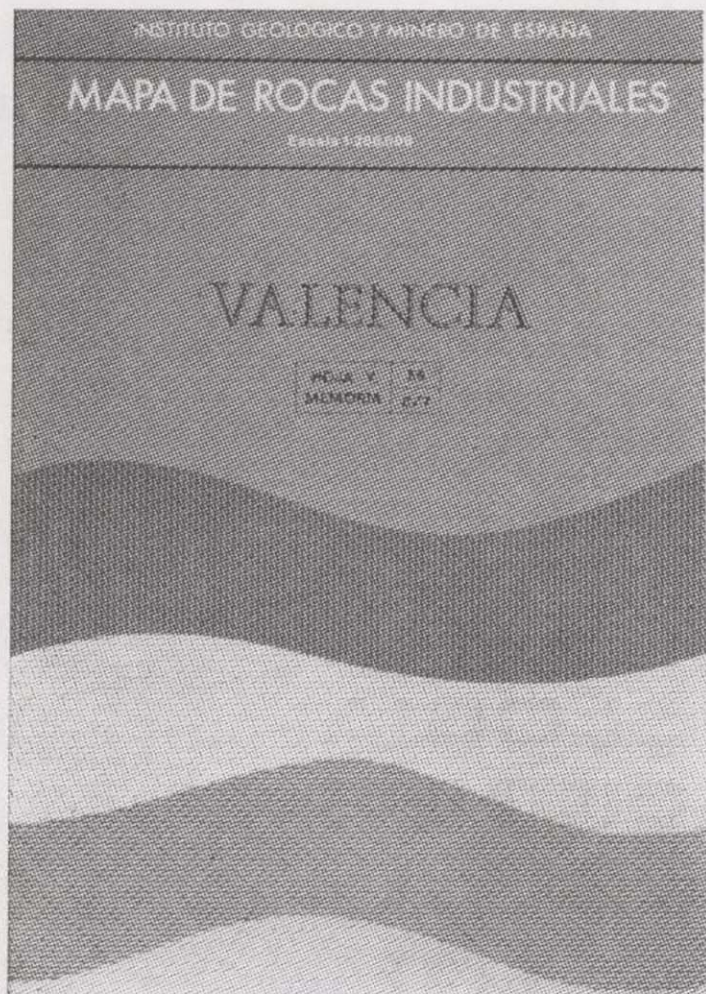
Medidores de inclinación y acimut, tipos Single Shot y Multi Shot.

NUEVAS PUBLICACIONES



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

NUEVAS PUBLICACIONES



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S.A.

MINERIA

**GEOLOGIA
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
EXPLOTACIONES
MINERALURGIA**

INGENIERIA CIVIL

CARRETERAS
FERROCARRILES
AEROPUERTOS
PUERTOS
OBRAS HIDRAULICAS
AGRONOMIA
MECANICA DEL SUELO
PUENTES
ESTRUCTURAS
ARQUITECTURA
URBANISMO
INGENIERIA SANITARIA

ESTUDIOS ECONOMICOS

ESTUDIOS DE DESARROLLO REGIONAL
ORDENACION DEL TERRITORIO
DESARROLLO TURISTICO
ESTUDIOS SECTORIALES
ESTUDIOS DE VIABILIDAD
ESTUDIOS DE TRANSPORTES
ESTUDIOS ECONOMICO - FINANCIEROS

INGENIERIA INDUSTRIAL

PETROLEO Y PETROQUIMICA
QUIMICA GENERAL Y FERTILIZANTES
METALURGIA
INGENIERIA ELECTRICA
INGENIERIA MECANICA
INGENIERIA TERMOMECANICA
INDUSTRIAS DEL FRIO
INDUSTRIAS DE LA MADERA
INDUSTRIAS ALIMENTICIAS
TECNOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE

oficinas centrales en madrid: avda. de américa, 24 tlfno. 2 56 36 00

dirección telegráfica: intecsama
télex: 22473-E

delegación en barcelona
" en canarias
oficinas en valencia

: c/ beethoven, 15 tlfno. 2 30 78 29
: c/ villalba herveas, 9 - s.c. de tenerife
: c/ martinez gual, 5

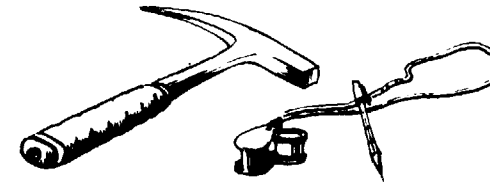


FINA IBERICA S.A

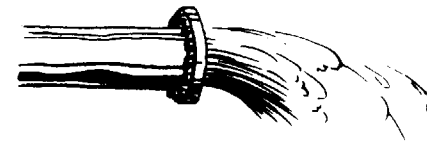
Dr. Fleming 3

Madrid 16-

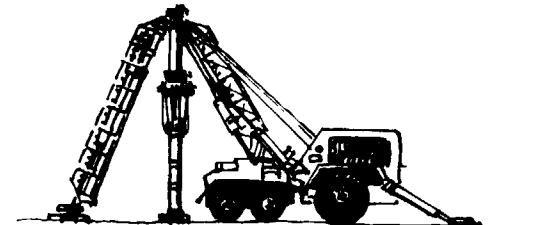
Tno. 2 59 78 04



Investigacion Geologica



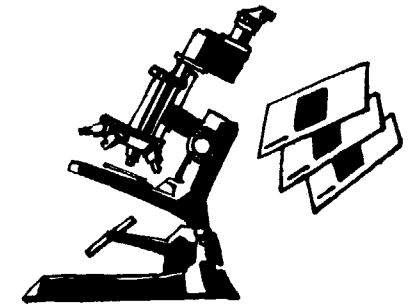
Hidrogeologia



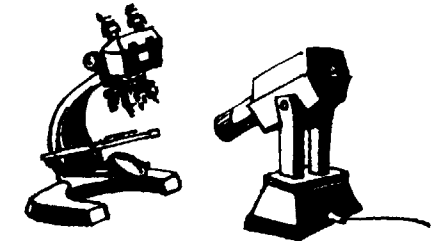
Perforacion



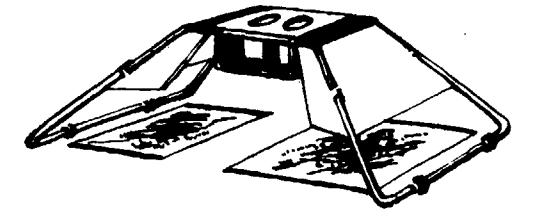
Mineria



Petrografia



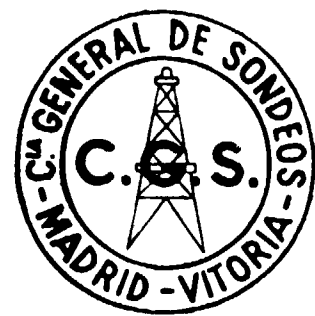
Micropaleontologia



Fotogeologia



Laboratorio



COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS

ESTUDIA:

Geología en general
Estratigrafía
Petrografía
Hidrogeología
Canteras, etc.

INTERPRETA:

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

REALIZA:

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

★ ★ ★

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.
C. G. S.

Portal de Castilla, 66. Vitoria
Teléfono 22 36 04

Padre Xifre, 5. Madrid - 2
Teléfono 415 60 54



CHRISTENSEN DIAMOND PRODUCTS S. A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

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

DIRECCION COMERCIAL:

ALBERTO ALCOCER, 5, 3.º-C

Telg. "CHRISTENSA"

MADRID-16. Tel. 250 34 04

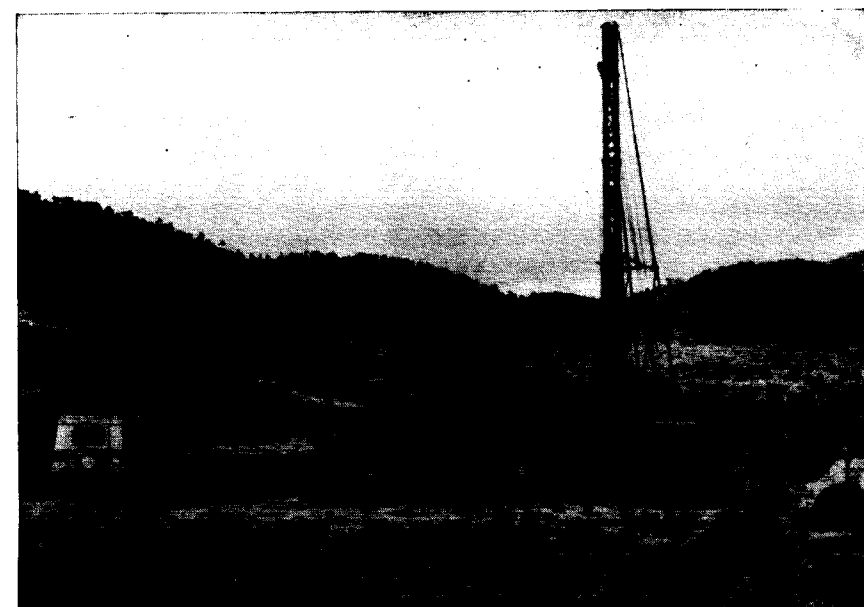
LEGISLACION INDUSTRIAL

III TOMO

2^ª
edición

minería	aguas mineromedicinales
aguas subterráneas	PEDIDOS: Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria Claudio Coello, 44 Tels. 276 20 01-276 22 01 MADRID-1

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PROFUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.

★ ★ ★

Consúltenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

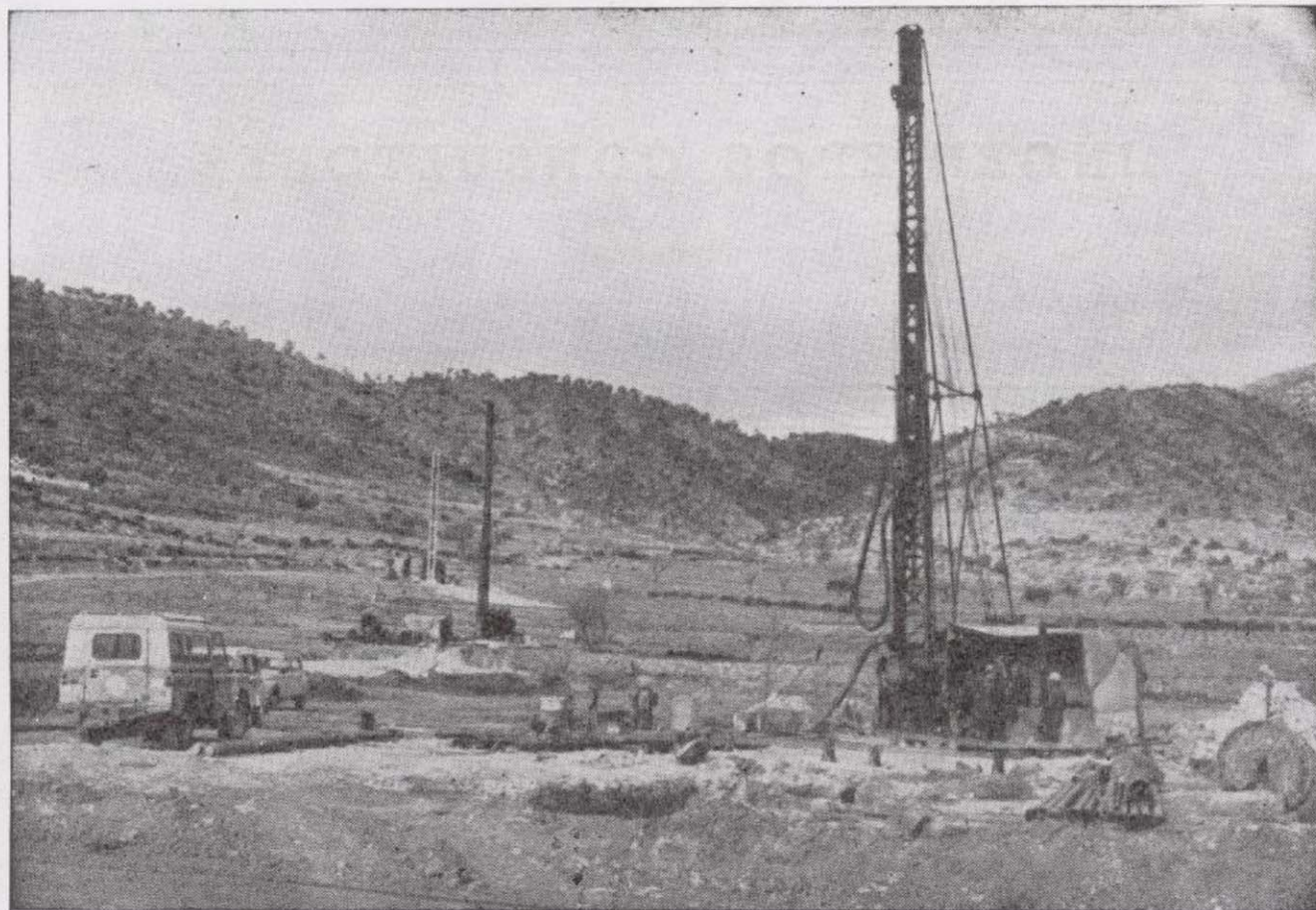
★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

SONDEOS RODES



SONDEOS PARA

CAPTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS, INVESTIGACIONES GEOLOGICAS Y ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES.

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS.

ACIDIFICACIONES Y CIMENTACIONES DE SONDEOS.

EQUIPOS DE PERFORACION A PERCUSION Y ROTACION PARA PROFUNDIDADES HASTA 1.400 METROS.

★ ★ ★

Consúltenos para cualquier problema de agua que tenga en su finca o industria

★ ★ ★

ERNESTO RODES MARTI

Avda. José Antonio, 21 - Apartado 180 - Teléfono 359

VILLENA (Alicante)

GEOTEHIC, S. A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE:

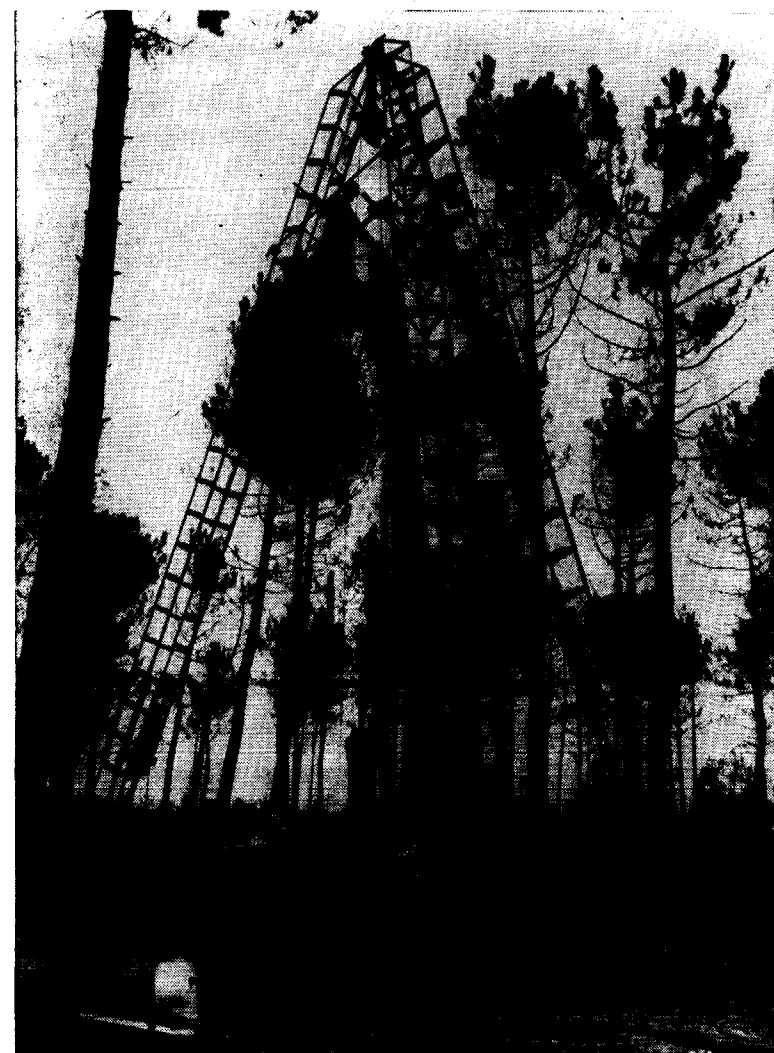
- GEOLOGIA.
- GEOFISICA.
- GEOTECNIA.
- HIDROLOGIA.
- INGENIERIA CIVIL.
- CALCULO ELECTRONICO.
- PETROGRAFIA - METALOGENIA
- PROYECTOS MINEROS
- CONTROL DE COSTOS.

General Mola, 210, 1.º D — Teléfonos 2 50 18 03 - 45 — MADRID-2

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



El futuro de su explotación puede depender de una campaña de sondeos bien ejecutada...
¡Consúltenos!

**SONDEOS MINEROS
HIDROGEOLOGIA
INYECCIONES
BULONAJES Y ANCLAJES**

**PILOTES
PANTALLAS CONTINUAS
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MICROPILOTES
REVESTIMIENTOS DE RESINA
Y GUNITA
CONGELACION DE TERRENOS
ELECTRO-OSMOSIS**

Equipo de sondeo perforando a 400 m. con recuperación continua de testigo desde la superficie y colocación posterior de piezómetros.

Oficina Central MADRID-16
Avenida del Generalísimo, 20 - Teléfono 262 46 10
Telegramas PROCERODIO - Telex 22604 RODIO e

Delegaciones

BARCELONA 11
Viladomat, 20b
Teléf. 250 14 81
Telex 52243 RODIO e

BILBAO 11
Gran Vía, 20
Teléf. 41 21 79

SEVILLA
Av. Reina Mercedes, 11 19
Teléf. 61 19 88 90
Telex 22154 RODIO e

VALENCIA 9
Avda. Tirso de Molina, 14
Teléf. 65 65 15 y 65 64 88

STA. CRUZ DE TENERIFE
Pasaje de Belgas, 1
Teléf. 24 25 98

Representaciones BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN

CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.

PROCEDIMIENTOS

RODIO



Equipo de sondeo perforando a 400 m. con recuperación continua de testigo desde la superficie y colocación posterior de piezómetros.

El futuro de su explotación puede depender de una campaña de sondeos bien ejecutada... ¡Consúltenos!

**SONDEOS MINEROS
HIDROGEOLOGIA
INYECCIONES
BULONAJES Y ANCLAJES**

**PILOTES
PANTALLAS CONTINUAS
LABORATORIO DE GEOTECNIA
MICROPILOTES
REVESTIMIENTOS DE RESINA
Y GUNITA
CONGELACION DE TERRENOS
ELECTRO-OSMOSIS**

Oficina Central: **MADRID-16**
Avenida del Generalísimo, 20 - Teléfono 262 46 10
Telegramas PROCERODIO - Telex 22604 RODIO e

Delegaciones:

BARCELONA - 11
Villarreal, 200
Teléf. 250 79 83
Telex 52243 - RODIO e

BILBAO - 11
Gran Vía, 70
Teléf. 41 21 79

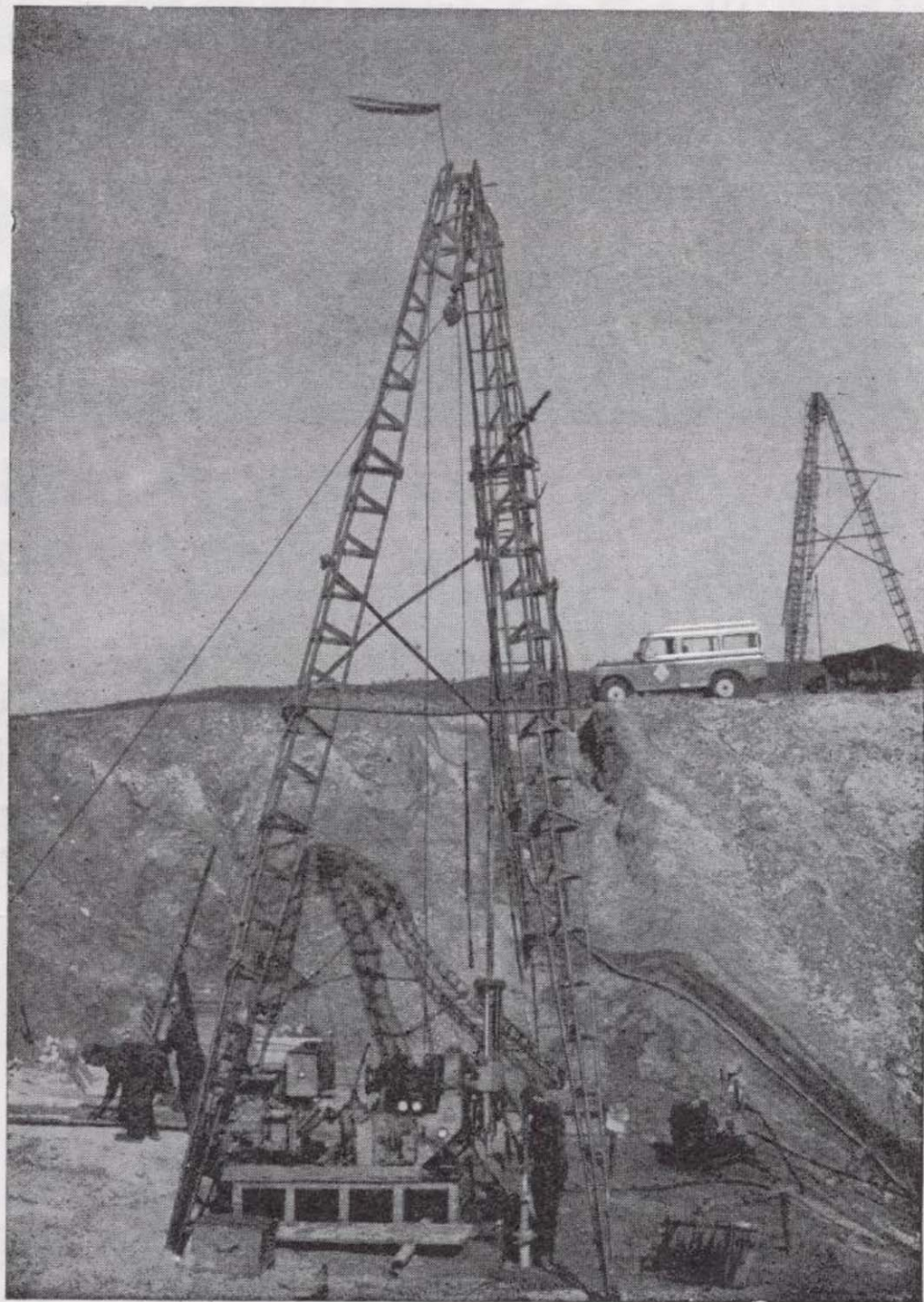
SEVILLA
Av. Reina Mercedes, 17, 19
Teléf. 61 19 88/90
Telex 72154 - RODIO e

VALENCIA - 9
Avda. Tirso de Molina, 14
Teléfs. 65 65 15 y 65 64 88

STA. CRUZ DE TENERIFE
Pasaje de Peligros, 1
Teléf. 24 25 98

Representaciones: **BURGOS, LA CORUÑA, OVIEDO, MALAGA, SAN SEBASTIAN**

**TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA**



TERRATEST, S. A.

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

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

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

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

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

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

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

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

TERRATEST
SU
AUXILIAR
EN LA
INVESTI-
GACION
MINERA



TERRATEST, S. A.

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

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

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

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

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

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

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

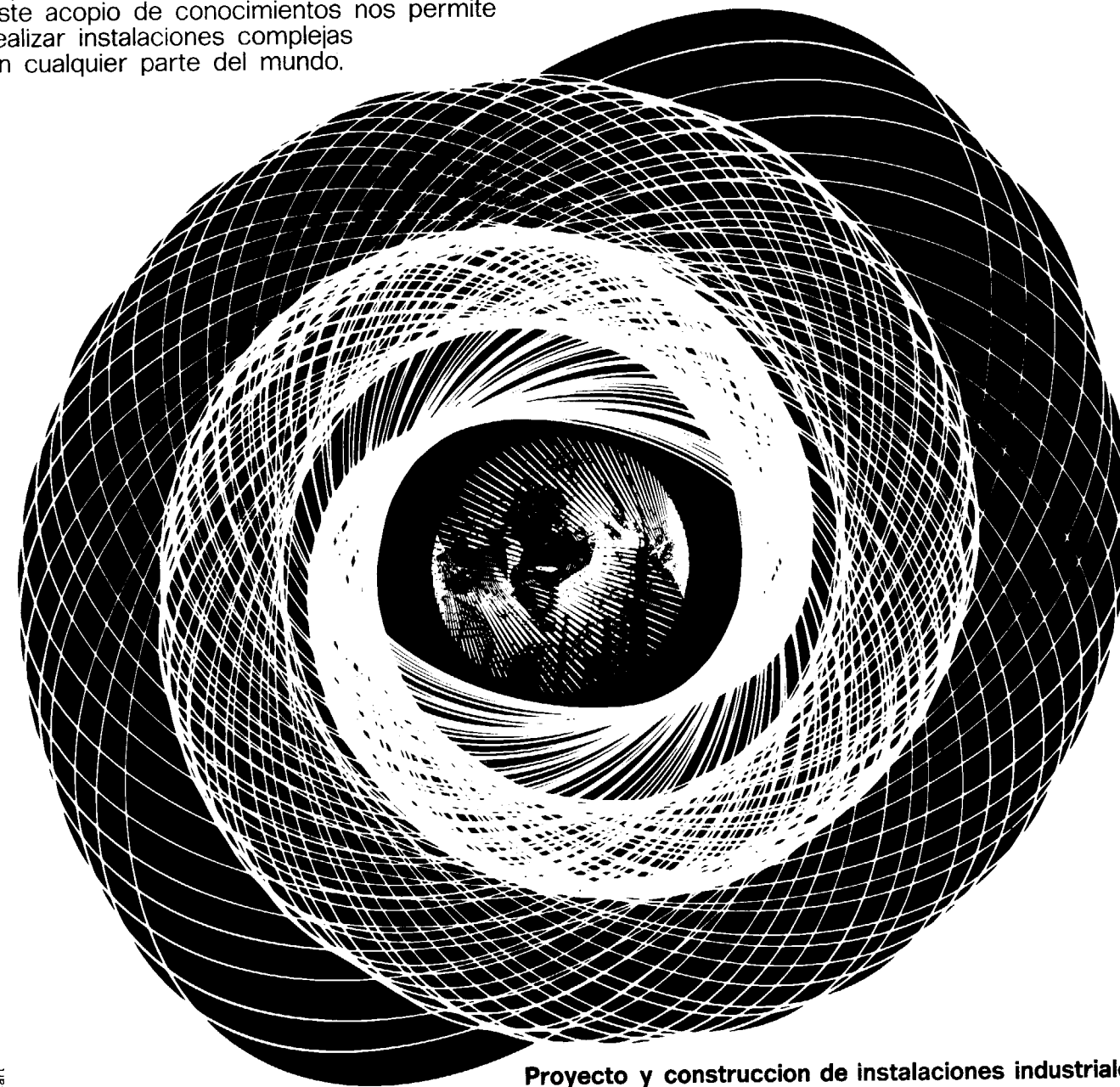
TERRATEST, S. A. Avda. José Antonio, 70 - Teléfono 248 68 00 - Madrid - 13

experiencia mundial

es característica
de McKee-Ctip

Desde 1905, en sesenta países, hemos adquirido experiencias valiosas.

Este acopio de conocimientos nos permite realizar instalaciones complejas en cualquier parte del mundo.



F 1 cart



Proyecto y construcción de instalaciones industriales
McKee-CTIP INGENIEROS SA

Avenida Generalísimo 71/A, Madrid 16, Tel. 2702800, Cables Makibermad

Asociada de

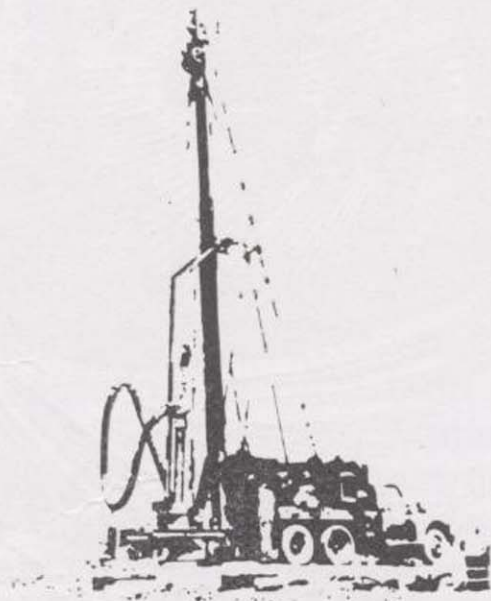
Arthur G. McKee & Company, Cleveland, Ohio, Usa

Ctip, Compagnia Tecnica Industrie Petroli spa, Roma, Italia

Oficinas: MILANO, DÜSSELDORF, PARIS, BRUSELAS, LUCERNA, NUEVA YORK, UNION, PITTSBURGH, CHICAGO, HIBBING, HOUSTON, SAN FRANCISCO, SANTIAGO, BOGOTÁ, TORONTO, MEJICO CITY, SAO PAULO, BUENOS AIRES, MELBOURNE



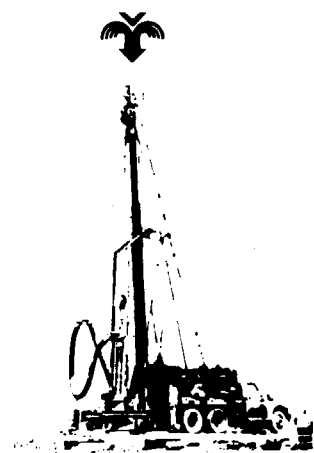
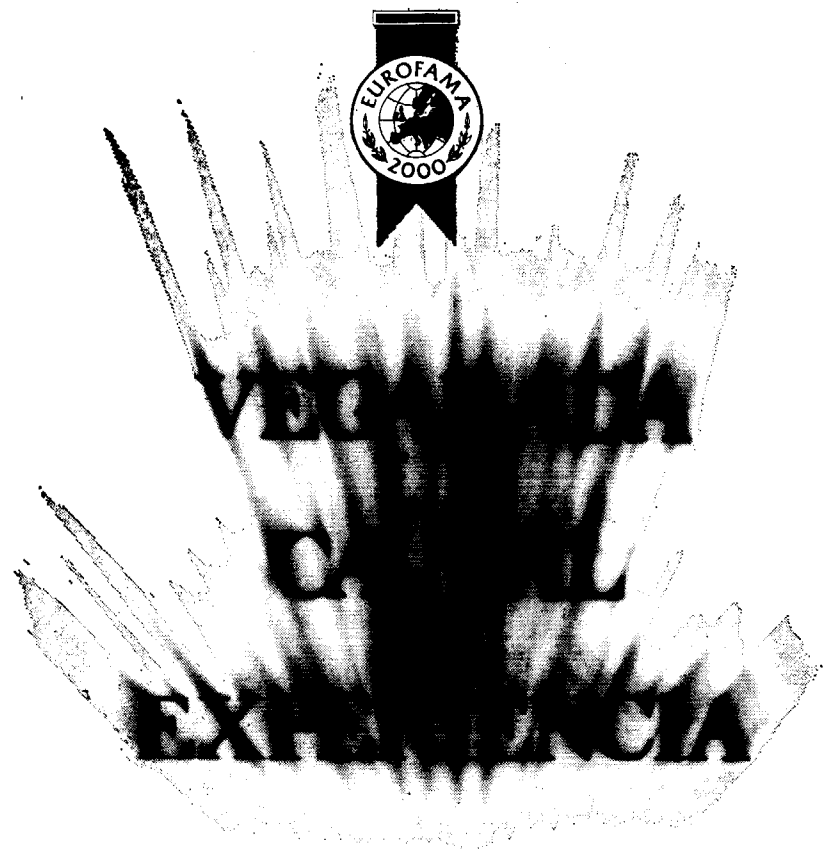
VEGARADA UN CAUDAL DE EXPERIENCIA



A través de más de 25 años de actividad
centrada en estudios y trabajos de:
Alumbramiento de aguas subterráneas,
Abastecimiento a poblaciones e industrias,
Riego por aspersión, y
Transformación de secanos;
VEGARADA ha conseguido una sólida experiencia y
prestigio en el terreno del **agua** cuyo ciclo
cubre hoy totalmente

Vegarada

GUZMAN EL BUENO, 133 - PARQUE DE LAS NACIONES - MADRID-3 - TEL. 253 42 00



A través de más de 25 años de actividad centrada en estudios y trabajos de:
 Alumbramiento de aguas subterráneas.
 Abastecimiento a poblaciones e industrias.
 Riego por aspersión, y
 Transformación de secanos.
VEGARADA ha conseguido una sólida experiencia y prestigio en el terreno del **agua** cuyo ciclo cubre hoy totalmente

Vegarada

GUZMAN EL BUENO, 133.-PARQUE DE LAS NACIONES- MADRID-3 - TEL. 253 42 00

S-14-P

Tomo 85

Fascículo II

Marzo - Abril 1974

Boletín Geológico y Minero



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

SUMARIO

Geología	J. A. GALLEGOS: Sobre la posición tectónica del manto de Cástaras (Sierra Nevada. Cordilleras Béticas)	1
	R. VEGAS: Las fallas de desgarre de SO de la Península Ibérica	5
	VEGAS: Repartición de las series anteordovícicas del SO de España	9
Minería	RAMÍREZ: Ensayo de un análisis de posibilidades en mineralizaciones de la provincia de Cáceres	23
Geoquímica	J. SAAVEDRA ALONSO y A. GARCÍA SÁNCHEZ: Estudio geoquímico de algunos granitos de la provincia de Salamanca	34
Geotecnia	J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ y M. TORRES-ALONSO: Distribución estratigráfica de las "Rocas Industriales" de la zona central de Asturias (Región de Oviedo-Gijón-Avilés)	45
Estudios de Minerales y Rocas	V. SÁNCHEZ CELA y S. ORDÓÑEZ DELGADO: Consideraciones sobre unas rocas diabásicas del SE de la provincia de Badajoz	60
	J. M. UGIDOS MEANA: Los granitos biotíticos \pm cordierita de Béjar y áreas adyacentes	66
Información	Inauguración del VII Curso de Hidrogeología Aplicada.— Aplicación de la fotogrametría terrestre en la determinación estadística de fracturas para la mecánica de rocas. Fallo del Premio de Periodismo "Sta. Bárbara 1973".— Noticias.—Mercado de Minerales y Metales.—Información legislativa.—Notas bibliográficas	75

DIRECCION Y REDACCION

Ríos Rosas, n.º 23 - Madrid-3

Teléfono 234 13 28

ADMINISTRACION

Claudio Coello, n.º 44 - Madrid-1

Teléfono 276 20 01

IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

**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:

**Coladas de Basalto, columnar al sur de
Sta. Lucía (Gran Canaria).**

Foto: JAVIER RUBIO NASA

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-IV-1974.

Sobre la posición tectónica del manto de Cástaras (Sierra Nevada. Cordilleras Béticas)

Por J. A. GALLEGOS (*)

RESUMEN

Después de las recientes investigaciones del autor al NO y de otros autores al S de Sierra Nevada, se llega a la conclusión de que el "Manto de Cástaras", definido por Aldaya en 1969, debe ser considerado como la base del "Manto de Lújar", del mismo autor.

RESUMÉ

Le Nappe de Cástaras a été défini par Aldaya (1969). Depuis nouvelles investigations il est le plus probable le considerer la basse du Nappe de Lújar du même auteur.

ABSTRACT

As a result of recent investigations NW of Sierra Nevada (Spain), we come to the conclusion that the Nappe of Cástaras (Aldaya, 1969) must be considered as the lower part of the Nappe of Lújar of the same author.

INTRODUCCION

El manto de Cástaras fue definido por Aldaya (1969) como el primero de los mantos alpujárrides superpuestos al manto de Lújar (fig. 1 A). Las características esenciales que lo identificaban son, según este autor:

1) Está integrado por una formación filito-cuarcítica en la base (que falta en Lújar) y una formación calizodolomítica.

2) Es el único manto (salvo el de Lújar) en que aparece la formación calizodolomítica de una manera relativamente uniforme en toda la extensión estudiada. La potencia de la misma también se mantiene relativamente uniforme.

3) Las calizodolomías de este manto muestran un mayor grado de recristalización que las del manto de Lújar.

4) En las proximidades de Lanjarón hay una intercalación caliza en las filitas basales del man-

(*) Departamento de Geotectónica y Geomorfología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada.

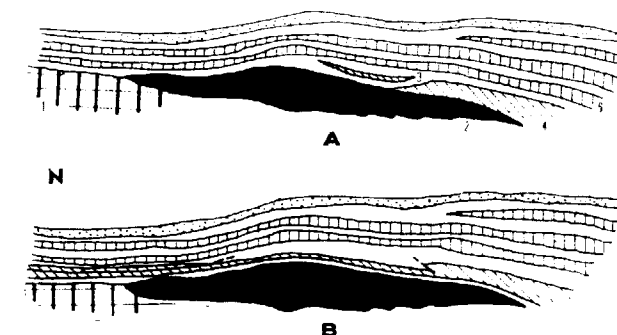


Figura 1

Esquemas tectónicos de la zona interna de las Cordilleras Béticas a través de Sierra Nevada (A-Aldaya, 1969; B-Gallegos, 1973)

1. Zócalo de la Meseta.
2. Nevadofilábrides.
3. Manto de Cástaras.
4. " Lújar.
5. " Alcázar.
6. " Múrtas.
7. " Adra.
8. Materiales Maláguides.

to de Cástaras. El autor la interpreta como una "viruta" arrancada a la serie de Lújar, a su paso por ella.

CRITICA

Mis estudios al NO, estableciendo la continuidad lateral del manto en la orla que rodea a Sierra Nevada me inducen a dudar de la validez de esta individualización y de los criterios usados para hacerla.

En primer lugar, se observa que la recristalización de las calizodolomías es mayor en las proximidades de la superficie de despegue respecto de las filitas; a medida que se asciende en la serie estratigráfica va disminuyendo, hasta llegar a ser prácticamente inexistente (como en Lújar).

En segundo lugar, se observa que la potencia de la serie carbonatada no es tan constante como se creía. El establecimiento de cortes estratigráficos detallados demuestra:

a) La superficie de corrimiento del manto más alto (Trenvenque), siempre corta a muy distintos niveles a la serie calizodolomítica. Esto podría deberse a diferencias notables de potencia en la serie original o a una fuerte etapa erosiva acaecida antes del apilamiento de los mantos. Por diversas razones se descarta la segunda posibilidad. Muy recientemente, los estudios de Tona (1973), en sierra de Lújar, apuntan también a la primera.

b) La superficie de corrimiento corta con un ángulo, a veces muy fuerte, la serie carbonatada; esto es válido incluso en aquellos sitios en que se puede dilucidar el papel de las estructuras de "colapso" más tardías.

En tercer lugar, el estudio de los espaciados basales de los pares moscovita-paragonita en las filitas del manto de Cástaras (Gallegos et al., 1973, banda 4), muestra buen acuerdo con los resultados obtenidos en las correspondientes del manto de Las Víboras. Esta unidad es muy similar a la de Lújar, como ya se vio someramente en notas anteriores (Gallegos, 1971 a y 1971 c) y ha venido a confirmarse con cortes estratigráficos más detallados con posterioridad (un corte sintético ha aparecido ya en Gallegos, 1972).

Finalmente, hay que resaltar la continuidad prácticamente total del paquete calizodolomítico debajo del manto de Alcázar-Trevenque. Precisamente allí donde la potencia de la serie aflorante es mayor, se puede ver cómo va mostrando cada vez más

los rasgos que Aldaya (1969) considera típicos de la formación carbonatada del manto de Lújar.

Por otra parte, Aldaya mismo admite en el trabajo citado la existencia de rasgos que aproximan este manto más al de Lújar que al de Alcázar; son:

1) Las calizodolomías del manto de Cástaras muestran una estratificación relativamente buena.

2) Esporádicamente aparecen, en el seno de las calizodolomías, algunas intercalaciones de material filitoso (en el manto de Trevenque sólo he conseguido encontrar dos de dimensiones muy reducidas, en el sector estudiado por mí).

3) En un punto, al menos (inmediatamente al norte de Yátor), existen algunas rocas subvolcánicas en el seno de un gran afloramiento de yeso (en Alcázar no cita ni una sola).

4) Las calizodolomías presentan mineralizaciones de Pb, Zn y Hg, aunque más dispersas que en el manto de Lújar. También existen mineralizaciones de Fe en el contacto con las filitas basales.

A todas estas observaciones hay que añadir el que, tanto Jacquin (1970) como Orozco (1972), no encuentran este manto en ningún punto de la sierra de Gádor. Por ello, Orozco (1972) llega a pensar que "Cástaras" no sea sino una escama del manto de Lújar.

Los argumentos deducidos del estudio de las mineralizaciones son concordantes con esta segunda posibilidad también.

Tona (1973), que ha estudiado con detenimiento las de la sierra de Lújar y sectores próximos, concluye que el manto de Cástaras no tiene, en su opinión, existencia real; debe asimilarse al de Lújar, aunque, en algún caso, afloramientos concretos cartografiados como "Cástaras" por Aldaya (1969, cf. mapa geológico anexo), él los asigna a una unidad intermedia entre Nevadofilábrides y Lújar, siguiendo a Pavillon (1963, 1965 y 1969) (concretamente, el sector de las minas de Fátima, en Sopor-tújar).

Arana (1973), que ha estudiado las mineralizaciones de Sierra Nevada, opina también que las existentes en el manto de Cástaras tiene características intermedias entre las correspondientes a los Nevadofilábrides y a las de Lújar.

Como último argumento a favor de que el manto de Cástaras es tectónicamente más alto que el de Lújar; Aldaya presenta la existencia del "Peñón del Yeso", en las proximidades de Lanjarón.

Para él es un claro testimonio de este paso sobre Lújar, ya que las calizas allí implicadas las ve claramente como un retazo arrancado al paquete calizodolomítico de la serie de Lújar. Ahora bien, situaciones similares han sido interpretadas más al E y al N (Díaz de Federico y Delgado, respectivamente, coms. pers.) como retazos de materiales carbonatados de la hasta ahora llamada "Migszchungzone"; la similitud de estos materiales carbonatados con algunos de los presentes en la sierra de Lújar no deja lugar a dudas, como he podido comprobar personalmente.

De hecho, cualquier interpretación que se adopte debe tener en cuenta que el manto de "Cástaras" no reposa nunca sobre el manto de Lújar y que se encuentra siempre en la posición que correspondería a Lújar bajo los otros mantos (cf. mapa geológico de Aldaya, 1969).

hacia el E y hacia el NO, etc., encuentran una explicación más fácil en un cuadro más coherente.

Así, pues, se puede corregir el esquema tectónico de unidades presentado por Aldaya (1969), de la forma que se hace en la figura 1 B. Con objeto de resaltar la mayor coherencia interna de esta interpretación se adjuntan también dos cortes geológicos de Aldaya (1969) (esquemáticos por mantos) (figura 2). Se ve fácilmente que podrían haber sido hechos siguiendo la secuencia tectónica defendida en esta nota.

Acerca de si debe mantenerse aún la categoría de manto y distinguir varios bajo los tectónicamente más altos (Alcázar, Múrtas, etc.), como ocurre en el extremo oriental de la cordillera (cf. Simon, 1964; Egeler y Simon, 1969 a), no se presupone nada. Son necesarias más investigaciones sobre la envergadura de la falla inversa de la depresión de Orji-

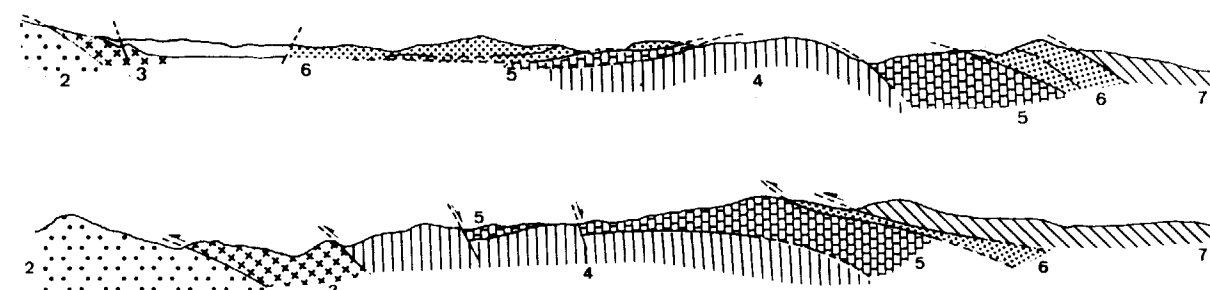


Figura 2

Cortes geológicos de Aldaya (1969) (reducidos)

- | | | |
|----|--------------------|-------------------|
| 1. | } | Nevadofilábrides. |
| 2. | | |
| 3. | Manto de Cástaras. | |
| 4. | " Lújar. | |
| 5. | " Alcázar. | |
| 6. | " Múrtas. | |
| 7. | " Adra. | |
- (En blanco, materiales postrogénicos.)

CONCLUSION

Todas las dificultades apuntadas y los hechos de observación de campo y de laboratorio apuntan claramente a un cambio en la posición del "Manto de Cástaras", colocándolo como base del manto de Lújar.

La ausencia de la formación filitocuarcítica, la recristalización algo mayor de las calizas, las características de las mineralizaciones, el acunamiento

va, por ejemplo, y otros aspectos para poder dilucidar este problema.

BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.: *Los mantos Alpujárrides al sur de Sierra Nevada*. Tesis doctoral. Granada. Mem. inéd. (1969).
 ARANA, R.: *Investigaciones mineralógicas en Sierra Nevada. (Cordilleras Béticas, España)*. Tesis doctoral. Granada (1973).

- EGELER, C. G., and SIMON, O. J.: *Sur la tectonique de la zone Bétique (Cordillères Bétiques, Espagne)*. Etude basée sur les recherches dans le secteur compris entre Almería et Vélez Rubio. Verh. Kon. Ned. Akad. v. Wet., XXV, 3 (1969 a).
- *Orogenic evolution of the Betic zone (Betic Cordilleras, Spain) with emphasis on the nappe structures*. Geol. en Mijnb., 48, 296-305 (1969 b).
- FONTBOTE, J. M.: *Sobre la historia preorogénica de las Cordillera Bética*. Cuad. Geol. Univ. Granada, 1, 1, 71-78 (1970).
- GALLEGOS, J. A.: *Los Alpujarrides al NO de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)*. Nota preliminar. Cuad. Geol. Univ. Granada, 2, 1, 3-14 (1971 a).
- GALLEGOS, J. A.: *Etapas de plegamiento en los Alpujarrides al NW de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)*. Bol. Geol. y Min., LXXXIII-VI, 595-610 (1972).
- GALLEGOS, J. A., y ARANA, R.: *Petrología y mineralizaciones de la Unidad de Las Viboras (Cordilleras Béticas)*. Cuad. Geol. Univ. Granada, 2, 2, 49-88 (1971 c).
- GALLEGOS, J. A., y RODRÍGUEZ-GALLEGO, M.: *Las micas incoloras en las filitas alpujarrides. Aplicaciones al estudio del metamorfismo (NW de Sierra Nevada, Cordilleras Béticas)*. Estud. Geol, en prensa (1973).
- JACQUIN, J. P.: *Contribution à l'étude géologique et minière de la Sierra de Gádor (Almería, Espagne)*. Tesis Nantes (1970).
- OROZCO, M.: *Los Alpujarrides en Sierra de Gádor occidental (provincia de Almería)*. Tesis. Granada (1972).
- PAVILLON, M. J.: *Sur un passage latéral de Trias de "couverture" au Trias métamorphique dans la région à l'Ouest de Cartagène (Cordillères Bétiques, Espagne)*. C. R. S. Soc. Geol. France, 328-332 (1963).
- PAVILLON, M. J.: *Sur una discordance stratigraphique au sein de terrains métamorphiques dans la région à l'Est de Cartagène (Cordillères Bétiques, Espagne)*. C. R. Som. Sc. Geol. France, 4, 114-115 (1965).
- *Analyse stratigraphique et tectonique dans les Sierras de Cartagène et de Portman, Espagne. Contribution à la histoire paléogéographique des zones internes des Cordillères Bétiques*. Rev. Geog. phys. et Geol. Dyn., XI, 1, 77-100 (1969).
- SIMON, O. J.: *Geological investigation in the Sierra de Almagro, South-Eastern Spain*. Tesis. Amsterdam (1963).
- TONA, F.: *Positions des horizons dolomites mineralisés en fluorine et galene au sein des sédiments triasiques de la Sierra de Lújar (Grenade)*. Evolution et geochimique (1973).

Recibido: julio 1973.



Las fallas de desgarre del SO de la Península Ibérica (*)

Por R. VEGAS (**)

RESUMEN

Los decrochamientos de SO de la Península Ibérica se relacionan genéticamente con las estructuras de plegamiento hercínicas deduciéndose una edad tardihercínica para ellos. Representan un sistema conjugado NE-SO y NNW-SSE de deformaciones de rotura póstumas del edificio hercínico y pueden encuadrarse en el esquema propuesto por otros autores para la Península Ibérica. Su evolución posterior viene reflejada en las deformaciones postpaleozoicas de la Península al actuar como líneas de debilidad en el contexto de la evolución geodinámica de la Placa Ibérica.

ABSTRACT

In this paper wrench faults in the Southwestern Iberian Peninsula have been genetically related to structures of hercynian folding and their late-hercynian age has been deduced. They represent a conjugate NE-SW and NNW-SSE system of a late-hercynian fracture deformation; and they can be included in the scheme proposed by other authors for the Iberian Peninsula. Their evolution is reflected in the postpaleozoic deformations, because they act like weakness lines in the context of the geodynamic evolution of the Iberian Plate.

Desde antiguo se conoce la existencia de fracturas de desgarre en el SO de la Península Ibérica (Del Valle Lersundi, 1959; Quesada García, 1960; García de Figuerola, 1961 y 1963; Teixeira et al. 1971; Schermerhorn, 1971) asociadas a un gran dique básico (Assunção, 1949) que atraviesa al S de Portugal hasta el centro de España. Este gran decrochamiento debe representar una línea importante de un sistema de fracturación tardihercínica, que puede asimilarse a una red de fracturación tardihercínica según el modelo propuesto por Parga (1969).

En esta nota se trata de integrar los datos obtenidos sobre este tipo de *deformación de rotura* en los materiales paleozoicos y precámbricos (Vegas, 1972) para definir un importante sistema de frac-

turación ligado genéticamente a las deformaciones hercínicas y cuya reactivación posterior permite encontrar su influencia en materiales más recientes de áreas vecinas. Por último, se intenta la relación de los decrochamientos definidos en el SO de España con el resto de la Península y apuntar su influencia en la geodinámica del bloque ibérico en los tiempos postpaleozoicos.

1. *Los decrochamientos en el cuadro de las deformaciones hercínicas del SO de España.*

Las deformaciones hercínicas de este sector del Macizo Hespérico, entre el borde septentrional de la "banda piritosa" y el Sistema Central, se pueden resumir a dos fases mayores productoras de esquistosidad. Durante la primera se generaron pliegues apretados cuya vergencia hacia el SO se acentúa en la región de la Baja Extremadura hasta producirse pliegues tumbados de cierta amplitud (región de Fregenal-Jerez de los Caballeros). La se-

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Departamento de Geomorfología y Geotectónica, Facultad de Ciencias, Universidad Complutense, Madrid.

gunda fase reforma las estructuras primitivas y produce una esquistosidad débil en los niveles de la Alta Extremadura (crenulación de plano axial de pliegues ortorrómbicos). La interferencia de ambas fases crea la trama regional de antiformal-sin-formas con bordes redondeados (dome-and-basin patterns).

Superponiéndose claramente a estas estructuras de plegamiento se disponen una serie de accidentes de rotura que trastocan los ejes de las antiformal-sin-formas de la trama estructural. Esta deformación transversal representa el sistema de decrochements productores de drag-folds, microestructuras de rotura (estrías, microdecrochements, etc.) y una cur-

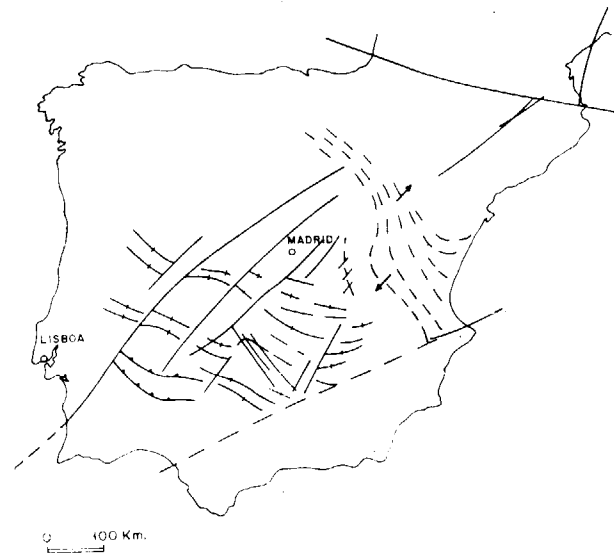


Figura 1

Relación entre las fallas de desgarre y los ejes de pliegues hercínicos y las alineaciones de plegamiento de la Cordillera Ibérica. Líneas continuas: fallas de desgarre. Líneas de trazo largo cruzado: ejes de estructuras hercínicas. Trazos discontinuos cortos: ejes de pliegues de la cadena ibérica. Las flechas indican la vergencia de estas últimas.

vatura escalonada de los ejes hercínicos observable en los mapas de gran escala (fig. 1).

Algunas de estas líneas de rotura pueden seguirse durante un gran recorrido y deben representar accidentes a escala de la Península y haber interesado en algún momento a la totalidad de la corteza, como en el caso de la *falla de Plasencia*.

La relación genética entre los decrochements y las transversales, las estructuras de plegamiento aparecen suficientemente claras (fig. 1). Los decrochements son claramente posteriores y deforman

los ejes y las estructuras planares hercínicas, pudiéndose adoptar una edad tardihercínica para las fracturas. En cuanto al significado de los decrochements todo parece apuntar a un desmantelamiento final del edificio hercínico por compensación isostática de la corteza continental recién emergida, produciéndose el desmembramiento del cinturón hercínico euroafricano (Mattauer, 1968).

2. El sistema de decrochements tardihercínicos.

Una cartografía de esta parte del Macizo Hespérico (Vegas, 1972) ha permitido determinar estos decrochements dentro de un sistema de fracturas conjugadas de direcciones NE-SO y NNO-SSE cuya relación con las estructuras hercínicas se ha establecido en el apartado anterior.

a) Decrochements de dirección NE-SO.

Forman las líneas de fractura más importante, de ella destaca la "falla de Plasencia" que atraviesa la mitad de la Península y debe continuarse hacia el NE. Esta gran fractura, verdadera *línea maestra*, supone una zona de fractura amplia con rocas básicas asociadas (García de Figuerola, 1961, 1963; Teixeira et al. 1971).

Paralelas a esta gran fractura destacan las que constituyen el borde meridional del Sistema Central hasta el Guadiana y la fractura que pasando por Toledo atraviesa las estructuras hercínicas de los Montes de Toledo occidentales (fig. 1).

Estas fracturas tienen un carácter de desplazamiento lateral izquierdo según el arrastre de los pliegues hercínicos. Sin embargo, recientemente Ugidos (1973) ha puesto de manifiesto un desplazamiento levógiro de la falla de Plasencia, teniendo en cuenta como línea de referencia una banda de granitos deformados al N de Plasencia. Esto podría suponer una evolución más complicada de estas fracturas, constituyendo sobre todo la falla de Plasencia una verdadera falla transformante en su evolución posterior.

b) Decrochements de dirección NNO-SSE.

Aparecen subordinados al conjunto anterior y su control es más difícil en las áreas extremeñas. Su desarrollo mayor se da en la región de Almadén, donde son responsables de la curvatura de Peñalsordo y del desplazamiento dextrogiro del anticlinal de Alcudia. Su carácter dextro aparece claro, mientras su importancia en este sector aparece disminuido. No obstante esta dirección es a su vez dominante en otras regiones del Macizo Hespérico (Parga, 1969).

3. Estructuras derivadas de los decrochements.

Como consecuencia de esta fracturación aparecen planos de fractura de buzamiento fuerte y estrías de pitch menor de 25°. Estos planos son muy frecuentes en el área cristalina del Sistema Central español y determinan claramente las dos direcciones de fallas de desplazamiento horizontal descritas anteriormente (Garzon Heydt, 1972; Garzon Heydt et al. en prensa). La dirección de acortamiento debida a estos decrochements es próxima a N-S (Parga, 1969; Garzon Heydt et al. en prensa) y como consecuencia de esta nueva orientación de esfuerzos se pueden inducir los pliegues amplios transversales tardihercínicos del S del Macizo Hespérico y el alargamiento de los cuerpos graníticos tardíos (no deformados) en la dirección E-O. La discontinuidad de la alineación granítica de los Pedroches en la región de Mérida-Cáceres también debe ser referida a la acción de los decrochements.

4. Los decrochements a escala de la Península.

Las fracturas aquí descritas entran en el esquema descrito por Parga (1969) y a la red establecida por Julivert et al., 1971, para la Cordillera Cantábrica (fig. 1). De esta distribución de decrochements cabría destacar la existencia de dos líneas maestras definidoras de las dos direcciones principales: la Falla de Plasencia y la Falla de Ventaniella (Julivert, 1960). Además es posible establecer una comparación con los decrochements del SE de Francia (Groller y Letourneur, 1968; Arthaud y Mattauer, 1972).

5. Actividad postpaleozoica de los decrochements tardihercínicos y la geodinámica de la Península Ibérica.

La reactivación posterior de estos decrochements viene marcada por su influencia en las formaciones de la cobertera mesozoica y en la formación de fosas tectónicas rellenas de materiales terciarios no deformados. En cuanto al primer aspecto la distensión triásica e implantación del área de sedimentación ibérica debió ser controlada por las fracturas de la dirección "Ventaniella". Por el contrario, la deformación transversal de la cadena ibérica en la fase compresiva finicretácica-eocena debe ser referida a la influencia de los decrochements de la dirección "Plasencia" en el contexto de la tectónica de horst-graben de dicha cadena (fig. 1).

En cuanto a las depresiones tectónicas es preciso

recurrir a criterios morfológicos para determinar el control ejercido por estas fracturas más antiguas. En este esquema hay que incluir la existencia del relieve del Sistema Central Español cuyo control por estos decrochements no ofrece dudas (Garzon Heydt, 1972). La compartimentación del Macizo Hespérico en los tiempos más recientes viene marcada por estas líneas que suponen una trama de líneas de debilidad heredadas.

Toda esta actividad como líneas de debilidad antiguas se realiza en el contexto de la dinámica de la Península Ibérica, teniendo en cuenta la apertura del Atlántico y el movimiento relativo de Eurasia frente a Africa. En una primera fase (Smith, 1971) la apertura del Atlántico Sur produce un desplazamiento de Africa hacia el E respecto a Eurasia. En esta fase comienza la relación de Iberia abriéndose el Golfo de Vizcaya (distensión ibérica desde el Triás hasta el Cretácico Superior con algunas interrupciones en el Jurásico Medio?). Al final del Cretácico-Eoceno se invierte el sentido del desplazamiento Africa-Eurasia—apertura del Atlántico Norte, Smith (1971)—y la interferencia entre ambas placas produce la compresión ibérica influida por los decrochements antiguos y el borde "alpino" al de la línea Guadalquivir (posible decrochement más antiguo). Por último, los relieves y fosas recientes del interior del Macizo Hespérico representa el reflejo de esta última fase en el interior de la Placa Ibérica.

BIBLIOGRAFIA

- ARTHAUD, F. y MATTAUER, M.: *Presentation d'une hypothese sur la genese de la virgation pyrenéenne du Lanquedoc et sur la structure profonde du Golfe de Lion*. "C. R. Acad. Sc. Paris", 274, 524-527 (1972).
- ASSUNÇÃO, C. TORRE DE: *Sobre a intrusão dolerítica no Antracolitico do Baixo Alentejo* "Bol. Soc. Port. Cien. Nat. Ser.", 2, 2 (1949).
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: *El dique diabásico del norte de Extremadura*. "Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España", 69, 43-78 (1963).
- *La continuación hacia el SW del dique básico de Plasencia*. *Ibid.*, 77, 129-165, Madrid (1965).
- GARZON HEYDT, M. G.: *Estudio morfoestructural de la transversal Avila-San Vicente (Sierra de Gredos)*. "Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid", (1972).
- GARZON HEYDT, M. G.; GONZÁLEZ LODERIRO, F. & VEGAS, R.: *Estudio tectónico y microtectónico de la frac-*

- turación en un segmento del Sistema Central Español. (En prensa) (1972).
- GROLIER, J. y LETOURNEUR, J.: *L'évolution tectonique du gran Sillon Houlier du Massif Central*. "23 Inst. Geol. Congr.", 1, 107-116 (1968).
- JULIVERT, M.: *Estudio geológico de la cuenca de Beñón, valles altos del Sella, Ponga, Nalon y Esta de la Cordillera Cantábrica*. "Bol. del Inst. Geol. y Min. de España", 71, 1-345 (1960).
- MATTAUER, M.: *Les traits structuraux essentiels de la chaîne pyrénéenne*. "Rev. Geogr. Phys. et, Geol. Dyn", 10, 1, 3-12 (1968).
- PARGA, J. R.: *Spätvariszische Bruchsysteme im Hesperischen Massiv*. "Geol. Rdsch.", 59, 1, 323-336 (1969).
- QUESADA GARCÍA, A.: *Falla de desgarre en el SW de la Península Ibérica*. "Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España", 58, 163-182 (1960).
- SCHERMERHORN, L. J. G.: *An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt*. "Bol. Geol. y Min.", 82, 3, 4, 239-268 (1971).
- SMITH, A. GILBERT: *Alpine deformation and the oceanic areas of the Thethys Mediterranean an Atlantic*. "Geol. Soc. America Bull.", 82, 2039-2070 (1971).
- TEIXEIRA, C.; CANILHO, M. H. y LOPES, J. C.: *Le grand dike doleritique de l'Alentejo*. "Bol. Geol. y Min.", 82, 3, 4, 346-350 (1971).
- VALLE DE LERSUNDI, J. DEL: *Sobre la posible existencia de una importante falla al SW de la Península*. "Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España", 56, 103-108 (1959).
- VEGAS, R.: *Formaciones preordovícicas de Extremadura y Sierra Morena Noroccidental. Su evolución geotectónica*. "Tesis Fac. de Ciencias Universidad Complutense de Madrid" (1973).

Recibido: Septiembre 1973.

Repartición de las series anteordovícicas del SO. de España (*)

Por R. VEGAS (**)

RESUMEN

Los datos actuales sobre los materiales anteordovícicos del SO de España hacen posible la determinación de su situación dentro del esquema estructural general de esta parte del Macizo Hespérico.

Dentro de las formaciones anteordovícicas se han separado los miembros *cámbrico* y *precámbrico* y se ha realizado una correlación global entre ellos basada en los siguientes puntos: a) Existencia de materiales litológicamente iguales en todo el ámbito estudiado y situados siempre por debajo de las faunas más bajas del Cámbrico. b) Existencia de un nivel isócrono ("calizas con arqueociátidos") conspicuo y correlacionable regionalmente. c) Existencia de una *serie clástica intermedia* situada entre el nivel isocrono calcáreo y los sedimentos precámbricos, en la cual se puede fijar el límite cámbrico/precámbrico.

ABSTRACT

Actual data on pre-Ordovician materials in the south-western Spain make possible to determine their situation into a general structural scheme in this part of the Hesperic Massif.

Within of pre-Ordovician formations *Cambrian* and *Precambrian* members have been separated, and a whole correlation between them has been realized, according the following statements. a) Occurrence of lithologically similar materials in all the studied area and always located under the Lower Cambrian fauna; b) Occurrence of an isochronous level (archaeociathida bearing limestones) conspicuous and regionally correlationable; c) Occurrence of an "intermediate clastic series" located between the isochronous limestone level and the Precambrian sediments in which the Cambrian/Precambrian limit can be fixed.

Los actuales conocimientos sobre la geología del SO de la Península Ibérica hacen posible un intento de determinar la posición y distribución de los materiales considerados ya de manera clásica con la denominación de "anteordovícicos".

En primer lugar, es posible establecer una diferenciación vertical entre los materiales de edad "cámbrica segura" y aquellos situados por debajo de las faunas *más bajas* del Cámbrico Inferior; atribuyéndose, por tanto, estos últimos a la denominación general de Precámbrico Superior. Esta diferenciación es factible teniendo en cuenta los siguientes factores:

— Existencia de materiales claramente diferenciables litológicamente y situados en perfil continuo por debajo de las faunas más bajas del Cámbrico Inferior.

— Existencia de un nivel fosilífero, bien delimitado litológicamente, que puede correlacionarse en todas las series del Cámbrico Inferior (nivel de calizas con arqueociátidos).

— Posibilidad de establecer la frontera entre el Cámbrico y el Precámbrico Superior en un conjunto de características litológicas individuales, siempre presente entre los materiales más bajos—"precámbricos"—y las series bien datadas del Cámbrico Inferior (series detríticas, conglomeráticas, de "tránsito").

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Departamento de Geomorfología y Geotectónica. Facultad de Ciencias, Universidad Complutense. Madrid.

El primer punto fue determinado anteriormente (Vegas, 1968) y sirvió de base para la diferenciación global del término anteordovícico (Vegas, 1970). La correlación de los niveles calcáreos del Cámbrico inferior se ha extendido a toda la mitad meridional del Macizo Hespérico (Vegas, 1971 b). Las "series de tránsito" representan una continuación de las ideas expuestas por Lotze (1945) y ampliadas para la región de Sierra Morena Occidental (Vegas, 1968 y 1971 a; Hernández Enrile, 1971; Parga y Vegas, 1971 y 1972).

Estas tres premisas de orden estratigráfico representan la base de la determinación y distribución geográfica de los materiales anteordovícicos, sujetos a controversia en los últimos años.

Por otra parte estos materiales están involucrados (por lo menos) en una tectónica hercínica polifásica a la que hay que sumar discordancias importantes (intracámbrica e infraordovícica) de manera que la repartición de las series anteordovícicas en las antiformas hercínicas mayores ha presentado algunas dificultades de interpretación. Por regla general, la delimitación de estas grandes estructuras ha de hacerse en base a las cuarcitas del Ordovícico Inferior (cuarcitas armoricanas) allí donde las formaciones cámbricas son difíciles de determinar y en base a los "niveles guía" del Cámbrico en Sierra Morena Occidental (Vegas, 1972).

En cuanto a las variaciones laterales de las series anteordovícicas es preciso establecer los siguientes puntos:

— Existencia en la base de las series anteordovícicas de unos materiales "precámbricos" de características litológicas idénticas y perfectamente determinables en toda la mitad meridional del Macizo Hespérico.

— Existencia de un área central donde los materiales del *miembro cámbrico* de las formaciones anteordovícicas aparecen mal representados, en ocasiones solamente por series detríticas (región Cáceres-Alcudia).

— Existencia de dos áreas donde el Cámbrico fosilífero puede ser bien determinado y correlacionado. Estas dos áreas flanquean la zona central del punto anterior (Sierra Morena Occidental al S y Montes de Toledo, Villuercas y S de Salamanca al N).

En base a estas diferencias se divide aquí regionalmente esta repartición de series anteordovícicas en tres apartados:

Sierra Morena Occidental-Baja Extremadura.

Alcudia-Cáceres.

Montes de Toledo-Villuercas, Sur de Salamanca y Sistema Central.

Diferenciando en sentido vertical los materiales atribuidos al Precámbrico Superior de los determinados como Cámbricos.

LOS MATERIALES PRECAMBRICOS

Las rocas de edad precámbrica han sufrido variada fortuna en cuanto a su aceptación para esta parte de la Península. En un principio se asimiló el concepto roca metamórfica igual a roca precámbrica antigua. Se crea entonces el término ambiguo de "estrato cristalino". Aparecen entonces extensas áreas arcaicas en el SO de España en los mapas geológicos de finales del siglo pasado. Sin embargo, ya existe un intento de invocar otros caracteres definitorios del "Arcaico". En este sentido, Macpherson (1879) describe una discordancia al N de la provincia de Sevilla, que él supone separadora de los terrenos precámbricos de los paleozoicos.

En un extenso espacio de tiempo perdura el concepto "estrato cristalino" y al mismo tiempo se supone que las rocas antecámbricas deben ser metamórficas y fuertemente discordantes bajo una cobertera paleozoica.

Con estas ideas se llega prácticamente hasta la actualidad y el Precámbrico está ausente de todos los mapas de síntesis de España, con la excepción de los afloramientos metamórficos.

Estas ideas cambian radicalmente al concebirse el fenómeno del metamorfismo de una manera diferente, con la consiguiente demostración de una edad mucho más reciente para la casi totalidad de los afloramientos metamórficos de la Península. Al mismo tiempo es superado también el concepto de fuerte discordancia más fuerte metamorfismo para diferenciar el Precámbrico. A partir de Lotze (1945) y sobre todo en su publicación de 1956, se empieza a admitir la existencia de áreas precámbricas involucradas en el ciclo hercínico. Aún existiendo casos en que la apreciación de este autor resulta errónea, la idea básica perdura y se confirma en el segmento septentrional del Macizo Hespérico; donde resultan incontestablemente precámbricas las "Narcea Schichten" (Lotze, 1956). El mayor desarrollo del conocimiento geológico del NO de

la Península frente a otras áreas hercínicas, incluye ya la aceptación de materiales del Precámbrico Superior (De Sitter, 1962; Pastor Gómez, 1962; numerosas publicaciones recientes).

Respecto al ámbito meridional y central hespérico la aceptación de series precámbricas según las nuevas ideas es mucho más tardía. Únicamente Bouyx continúa, en cierto modo, las ideas de Lotze y postula la existencia de áreas precámbricas en la provincia de Ciudad Real (Bouyx, 1959, 1961, 1963). Posteriormente es demostrada la existencia de rocas precámbricas en el yacente de series de Cámbrico Inferior datados por fósiles (Vegas, 1968) y con este nuevo concepto se llega a un paralelismo con respecto a la región del NO de la Península. Con estas nuevas ideas se abordará el estudio de los materiales precámbricos del área investigada.

EL PRECAMBRICO DE SIERRA MORENA OCCIDENTAL-BAJA EXTREMADURA

Las rocas precámbricas afloran en el núcleo de dos estructuras mayores hercínicas, donde excepcionalmente se puede establecer una división estratigráfica en varios conjuntos. Esto último constituye por vez primera una determinación más precisa del conjunto monótono de estos materiales.

Los materiales precámbricos forman una potente serie de pizarras y grauvacas con cuarcitas subordinadas de tonalidades oscuras muy bien separables de los materiales cámbricos que son litológicamente más variados.

En conjunto estos materiales componen la "serie negra", término que ha sido tomado de manera genérica y que ha podido dar lugar a confusiones. En este trabajo se usará la denominación Formación Bodión para los materiales precámbricos del eje de Burguillos del Cerro (S de Badajoz) y el término Formación Usagre para las rocas precámbricas del tipo "serie negra" en el eje Almendrajejo-Azuaga. Ambos términos tienen valor puramente geográfico, pues la identidad de los materiales a ellos correspondientes no ofrece ninguna duda.

Se realizará, de esta manera, una descripción principal de las rocas precámbricas de estas estructuras haciendo hincapié en ellos y diferenciando además las rocas neísicas orto y paraderivadas de la alineación Almendrajejo-Azuaga que afloran en relación directa con los materiales tipo "serie negra" de la Formación Usagre.

EL PRECAMBRICO DEL ANTICLINAL DE BURGUILLOS

Está constituido por la Formación Bodión (según el nombre del río que recorre una parte de ella), que aflora bajo las series clásticas y volcánicas ácidas de las series de "tránsito" situadas por debajo de las calizas con arqueociátidos. Dado el carácter masivo de esta formación y las complicaciones estructurales de orden secundario no resulta factible en un estudio comparativo regional efectuar subdivisiones finas cronoestratigráficas. De hecho todos los autores hasta el momento al referirse a ella lo han hecho en términos de conjunto masivo. No obstante es posible una subdivisión en tramos de acuerdo con la naturaleza petrográfica y es posible también un ensayo de situación cronoestratigráfica de los tramos que se han podido diferenciar en esta monótona formación.

Teniendo en cuenta la complejidad del anticlinorio—por lo menos dos pliegues mayores en cada flanco—es difícil un cómputo de potencias parciales. Algunos tramos parecen repetirse y otros afloran a distancias de más de un kilómetro sin interrupción. Considerando el buzamiento medio de las capas (unos 40°) y los pliegues mayores se puede calcular una potencia total de un orden de magnitud próximo a 6.000 metros. Naturalmente este orden de potencia tiene un valor únicamente provisional, pero significativo a la hora de considerar el grado de monotonía y espesor de estos sedimentos de naturaleza pizarrosa-grauváquica.

Por las mismas razones tampoco es posible una subdivisión fina atendiendo a capas litológicamente diferenciables, pues los tipos de rocas clasificados se repiten indefinidamente. Teniendo en cuenta este hecho se ha realizado una *sucesión cronoestratigráfica diferenciando conjuntos en los que predomina un tipo u otro de las rocas encontradas*.

Esta sucesión cronoestratigráfica queda establecida de la siguiente manera para la Formación Bodión:

De techo a muro.

— Tramo formado por rocas volcánicas de composición traqui-andesítica.

— Tramo fundamentalmente pelítico compuesto por pizarras micáceas grises (diversos colores de alteración) y lechos secundarios de cuarcitas negras a veces microbandeadas.

— Tramo de naturaleza grauváquica por la mayor participación de grauvacas frente a los niveles de pizarras arcillosas negras. Las grauvacas pueden

ser de dos tipos: grauvacas listadas con bandeado milimétrico y grauvacas groseras de carácter más masivo:

— Hacia la base se diferencia un tramo de pizarras grises cuarzofeldespáticas microbandeadas con niveles menores de cuarcitas negras con resalte morfológico y ocasionalmente zonas de carácter psamítico, lentejones de diabasas y calizas (1).

Descripción de las rocas que componen la serie.

Se han diferenciado los siguientes tipos y subtipos de rocas componentes de la Formación Bodión.

1. Grauvacas:
 - a) Grauvacas groseras.
 - b) Grauvacas listadas.
2. Rocas pelíticas:
 - a) Pizarras cuarzofeldespáticas.
 - b) Pizarras micáceas.
3. Rocas cuarzofeldespáticas:
 - a) Cuarcitas negras.
 - b) Psamitas.
4. Rocas volcánicas:
 - a) Diabasas.
 - b) Traqui-andesitas.

Grauvacas.

1.a) En este tipo de textura los granos son aproximadamente equidimensionales y su tamaño oscila alrededor de 0,5 mm. Están empastadas en una matriz que no excede del 10 por 100. El grado de rodado y esfericidad es moderado y en algunos casos es patente una cierta orientación, disponiéndose los ejes largos de los granos orientados paralelamente a los planos de estratificación.

La composición de este tipo de grauvaca se desglosa en un 50 por 100 aproximado de feldespato, un 40 por 10 de cuarzo y el 10 por 100 restante corresponde a una matriz micácea.

Los feldespatos son fundamentalmente plagioclasa del tipo oligoclasa-andesina (30 % An) en general subredondeados y con superficie anubarrada por alteración. El feldespato alcalino está en proporciones más reducidas y también en granos subredondeados. Se trata de ortosa homogénea con superficie alterada a agregados micáceos.

Los granos de cuarzo son más angulosos. Presen-

(1) Estas calizas discontinuas y raras tienen un excepcional afloramiento junto al pueblo de La Cale (entre Monasterio y Segura de León).

tan siempre una marcada extinción ondulante y bandas de deformación, indicando ambos caracteres una clara procedencia de rocas metamórficas

Como minerales accesorios aparecen algunos cristales de apatito y de circón redondeados.

La matriz —algunas veces reducida al 5 por 100— está formada fundamentalmente por sericita, pero son también patentes algunas placas de moscovita y biotita. En ocasiones está impregnada de óxidos metálicos.

1.b) La diferencia con las anteriores viene marcada por el tamaño desigual de los granos y por la existencia de una clara grano-selección, que queda bien reflejada en bandas esencialmente grauváquica con tramos pelíticos y viceversa.

La composición de las bandas grauváquicas es análoga a la de las descritas en el apartado anterior —aproximadamente 10 por 100 de matriz, granos de cuarzo y feldespato (plagioclasa An 30 y ortosa), etc.—. En las bandas fundamentalmente pelíticas la matriz es predominante con algunos granos aislados de cuarzo, que presentan frecuentemente algunos de sus bordes picoteados de finas laminillas de sericita de neoformación con una orientación preferente. También existen granos aislados de feldespato (ortosa y plagioclasa) y algún fragmento de roca ígnea. Es frecuente además la presencia de cubos de piritita. En estas bandas se observa cuando menos una evidente crenulación y a veces planos de esquistosidad de fractura.

Rocas pelíticas.

2.a) Representan un término transicional entre las rocas detríticas y las pelíticas de esta serie, y muestran una composición semejante a las bandas pelíticas de las grauvacas listadas; es decir, contienen una proporción relativamente alta de granos de cuarzo y feldespato, este último fundamentalmente plagioclasa (An₂₀₋₃₀). Los granos están empastados en una matriz principalmente sericítica, que contiene gran cantidad de pulverulencia de óxidos metálicos.

En el sentido de las recristalizaciones, se comienza por la presencia de abundantes granos de cuarzo picoteados en sus extremos por cuarzo y sericita (?) de neoformación, incipiente recristalización de micas (moscovitas, biotita) y cuarzo, recristalización metamórfica completa.

La consecuencia final es un esquisto micáceo con foliación marcada y formado por cuarzo y biotita fundamentalmente.

2.b) Aunque este grupo comprende rocas predominantemente micáceas, el cuarzo y la plagioclasa suelen aparecer en particular ligeramente más gruesas e interestratificadas con el material micáceo. En el techo de la formación estas pizarras están finamente estratificadas y su composición es principalmente sericítica (?) con interestratificación de material cuarzofeldespático y partículas de óxidos metálicos y de naturaleza probablemente carbonosa.

Hacia la base de la formación se puede observar en este tipo de rocas cómo va apareciendo una marcada esquistosidad con individualización de microlitos, recristalización de biotita, etc.

Rocas cuarzofeldespáticas.

3.a) En general son variedades de grano muy fino, de textura en agregado de mosaico entrelazado de cuarzofeldespáticos equidimensionales y orientados. Casi exclusivamente el único componente es el cuarzo. En algunos casos existe algo de carbonato a modo de cemento, aunque en proporciones accesorias.

Por el contrario, es muy frecuente una impregnación ferruginosa en partículas finísimas, que da un color negro al conjunto de la roca.

3.b) Se trata de arenas cuarcíticas formadas por un mosaico cuarzofeldespático inequigranular en el que destacan granos mayores también de cuarzo y plagioclasa con bordes dentados. La mica detrítica (hidromoscovita, sericita?) está dispersa por la roca sin ninguna orientación. También hay minerales accesorios pesados como circón y turmalina.

Rocas volcánicas.

4.a) Tanto la antigua textura ígnea como la composición de estas rocas han sufrido marcadas modificaciones. De esta manera las rocas en general presentan unas texturas esquistosadas, aunque en algunas zonas se observan las reliquias de la antigua textura diabásica.

La roca está formada por plagioclasa alterada, fracturada y en ocasiones recristalizada. Los granos de plagioclasa recristalizada son sin duda albita (An₁₀); mientras que los granos de la antigua plagioclasa corresponden a Labrador (An₅₀).

El componente fémico es siempre de neoformación. Se trata de un anfíbol de la serie actinolita-tremolita, que aparece en masas fibrosas, en ocasiones relacionadas con la plagioclasa original muy

alterada. Por este motivo se puede suponer que parte de su composición provenga de esa plagioclasa y parte de antiguos minerales máficos.

Como mineral accesorio muy común aparece esfena en formas idiomorfas o en agregados arrosariados orientados, al igual que los anfíboles, según los planos de esquistosidad.

4.b) A pesar de su alto grado de transformación, se pueden considerar como rocas de tipo traquítico-andesítico.

En los ejemplares menos transformados se observan dos tipos de texturas, a) textura porfídica criptocristalina en ocasiones fluidal; b) textura hipocristalina traquíticoide sin fenocristales.

Estos últimos están exclusivamente representados por plagioclasa tipo andesina (An₃₀ - An₃₅3), parcial o totalmente alterados a sericita.

En cuanto a la matriz, en el caso más favorable, se pueden reconocer algunos microlitos de plagioclasa entre una masa sericítica, en la que además hay recristalización de cuarzo abundante en grietas y formas irregulares.

No hay en absoluto material secundario que ponga de manifiesto existencia de minerales félicos. Se trata de rocas eminentemente leucocráticas.

Las variedades no porfídicas tienen una composición análoga a la de la matriz de la variedad porfídica y es muy frecuente que estén impregnadas de óxidos ferruginos, presentando además grietas con recristalizaciones de cuarzo y carbonatos.

En los casos en que la transformación es completa, tanto la matriz como los fenocristales están sericitizados; pero es evidente la textura porfídica ígnea original.

EL PRECAMBRICO DEL ANTICLINORIO ALMENDRALEJO-AZUAGA

Las formaciones precámbricas de esta macroestructura se componen de dos conjuntos diferentes, uno superior de tipo "serie negra" y otro inferior compuesto por leptinitas, neises lineares, anfíbolitas y neises glandulares.

El conjunto superior se ha denominado Formación Usagre (según la rivera del mismo nombre que los atraviesa transversalmente). Su similitud petrográfica con la Formación Bodión hace innecesario repetir de nuevo todos los términos de la sucesión cronoestratigráfica.

No hay dudas en cuanto a esta identidad entre ambas formaciones tal como se había supuesto en principio atendiendo a su posición estructural (Vegas, 1970).

Por el contrario, el conjunto inferior denominado aquí Formación Llera (según la localidad del mismo nombre) representa una unidad litológica de caracteres muy diferentes formado por rocas de aspecto "glandular" con pequeñas intercalaciones "esquistosas". Su aspecto macroscópico y modo de afloramiento recuerda a otras rocas glandulares anteordovícicas del NO y Centro de la Península y han sido relacionadas con ellos en un trabajo anterior (Parga y Vegas, 1971). La descripción microscópica y los caracteres petrogenéticos ha sido realizado por Muñoz y Vegas (en prensa).

Los materiales de las formaciones Llera y Usagre se continúan con las mismas particularidades hacia el Sur de la provincia de Córdoba, donde han sido descritos por Delgado Quesada (1971) y recientemente por Parga y Vegas (1972), poniéndose de manifiesto su continuidad hasta el accidente tectónico del Guadalquivir.

EL PRECAMBRICO DE CACERES-ALCUDIA

Se estudia en este apartado las formaciones precámbricas del Valle de Alcuía y regiones limítrofes (depressiones del río Valmayor, del Esteras, de Argamasilla, etc.) y de la extensa llanura de la Alta Extremadura. Todas estas formaciones representan una perfecta continuidad, pero por su diferente modo de afloramiento y por haber sido estudiadas por separado en todos los trabajos anteriores se establecen aquí dos divisiones geográficas mayores: Región de Alcuía y Región de Cáceres.

Con la excepción de los trabajos específicos de Bouyx y Lotze, los materiales precámbricos de esta amplia región no han sido tratados como tales. Tradicionalmente han sido considerados como cámbricos —azoicos— e incluso como "silúricos" en la antigua acepción de este término. Existen, sin embargo, datos indirectos sobre todo en trabajos relacionados con las series del Paleozoico superior (Tesis doctorales de la Facultad de Ciencias de Munster).

En una nota anterior el autor había asimilado los materiales precámbricos de esta región a parte de los descritos en Sierra Morena Occidental (Vegas, 1970); siendo este argumento el más definitivo pa-

ra intentar datar estas series azoicas en una región donde no existen tampoco fósiles cámbricos de referencia.

A. REGIÓN DE CÁCERES.

Se incluyen en esta región los materiales precámbricos aflorantes desde La Serena hasta la frontera portuguesa, entre las sierras de las Villuercas-Cañaveral y las sierras de Hornachos-San Pedro.

Estos materiales nunca han sido objeto de estudio detallado, con la única excepción de las series descritas por Pérez Regodón y Sos Beynat (1963) en la memoria de la Hoja 650-Cañaveral. Han sido considerados como materiales pizarrosos monótonos con acepciones muy variadas en cuanto a su edad (pizarras antiguas precámbricas, cámbrico potsdamiense, georgiense, etc.). Como se verá más adelante es posible encajar estos materiales dentro del Precámbrico del suroeste español y se discutirá la no aceptación de otras edades para los materiales aquí considerados.

Dentro de las series "anteordovícicas", las series precámbricas de esta región corresponden a los materiales situados *bajo* las potentes capas conglomeráticas asimilables al esquema general de las series de transición. La determinación de estos materiales presenta serias dificultades, pues los afloramientos no son continuos y en gran parte las formaciones superficiales de cobertera enmascaran la estructura, que, por otra parte, es muy poco patente en estas series potentes y monótonas.

Así, pues, se considera como precámbrica la parte inferior de la "serie anteordovícica" situada bajo los niveles detríticos de transición y que ocupa la gran extensión llana drenada por el Tajo y el Guadiana.

El conjunto precámbrico de la serie anteordovícica denominado *Formación Salor* (por el río del mismo nombre) y su composición estratigráfica será referida a la de las Formaciones Bodión y Usagre, con los que guarda una estrecha semejanza.

Los mejores perfiles —con posibilidad de establecer una polaridad clara— han de obtenerse en los flancos de las sierras formadas por cuarcitas armóricas, cuya edad ordovícica inferior (Skiddaw) se puede admitir para toda la región. Con esta idea se han realizado algunos perfiles estratigráficos cuya sucesión cronoestratigráfica es la primera obtenida para el Precámbrico de Cáceres.

Materiales que componen la serie. Se diferencian dos litofacies fundamentales:

a) Pizarras arcillosas de tonalidades diversas por alteración, cuyo color propio es gris verdoso.

b) Grauvacas y sub-grauvacas de grano fino de tonalidades pardas y grises. Con estas grauvacas alternan pizarras de grano grueso, arenosas.

Estos materiales alcanzan una gran potencia y monotonía, en ocasiones pueden repetirse a lo ancho de cinco o más kilómetros, hasta quedar parcialmente cubiertos por materiales terciarios o pliocuaternarios (rañas).

La disposición de estos materiales puede observarse en dos perfiles tipo elegidos en función de las series conglomeráticas de transición. Los perfiles se han realizado en el borde septentrional del gran anticlinorio de las llanuras centrales cacereñas, uno en las proximidades de Deleitosa y otro en los de Cañaveral.

En las proximidades de Deleitosa (SW de Jaraijejo) el cauce del arroyo de los Desesperados en dirección al valle del Almonte, la siguiente sucesión de capas:

1. Pizarras arcillosas, lajadas de tonalidades verdosas aflorante bajo el potente manto de derrubios que tapizan las laderas de las alineaciones de cuarcitas armóricas.

2. Potentes bancos de conglomerados, algunos con cantos de gran tamaño, con matriz apizarrada alternantes con niveles areniscosos que muestran clastos de cuarcita dispersos (conglomerados del arroyo de los Desesperados, Gutiérrez Elorga y Vegas, 1971).

3. Pizarras arcillosas grises oscuras, con lechos de grauvacas.

4. Alternancia de grauvacas masivas y lechos de pizarra de tonalidades glisáceas. A veces esta alternancia es de ritmo flysch con bancos delgados.

5. Pizarras silíceas y lechos delgados de grauvacas y liditas.

Los términos 3, 4 y 5 corresponden a la Formación Salor, mientras los términos 1 y 2 corresponden al miembro cámbrico-transición del conjunto de la serie anteordovícica.

Un perfil semejante puede obtenerse siguiendo hacia el W. las sierras de cuarcitas. En las proximidades del pueblo de Cañaveral se puede establecer la siguiente sucesión de capas:

1. Conglomerados cuarzosos, pizarras arcillosas verdes.

2. Conglomerados de cantos de cuarcita con matriz pizarrosa alternantes con capas arenosas.

3. Pizarras arcillosas monótonas de coloraciones glises en bancos de gran espesor.

4. Grauvacas pardo-amarillentas con pizarras subordinadas.

5. Pizarras arcillosas con grauvacas intercaladas en ritmo flysch. Hacia la base van predominando las grauvacas.

6. Grauvacas groseras en bancos muy potentes. En algunos tramos aparecen facies bandeadas.

7. Alternancia de pizarras silíceas grauvacas con predominio de pizarras en algunos tramos.

8. Pizarras silíceas muy potentes. Algunos tramos son de grano grueso.

Este perfil-tipo se puede reconstruir en varios puntos uniendo partes fraccionarias. Los tramos 1 y 2 están siempre en relación con la serie superior o miembro cámbrico, que aparecen siempre en los flancos de los sinclinales ordovícicos. Los materiales precámbricos comienzan a partir del tramo 3 y representan el miembro inferior precámbrico de la serie anteordovícica (complejo esquistograuváquico).

Así, pues, con cierta regularidad se puede trazar el límite entre los dos miembros del complejo anteordovícico, aunque en muchas ocasiones este límite ha de suponerse bajo las potentes formaciones de derrubios de los flancos de los sinclinales de cuarcita armóricas.

En cuanto a la definición de este límite en el borde meridional del amplio anticlinorio de la Serena-Cáceres, también se pueda establecer en relación con los afloramientos de las cuarcitas armóricas de la Sierra de Magacela y de la Sierra de San Pedro. Las series precámbricas se pueden identificar perfectamente bajo los materiales superiores relacionados con los cuarcitas del "Arenig".

Dado el carácter masivo y la carencia de niveles guías, es prácticamente imposible establecer una estratigrafía fina, si bien una división en tramos de naturaleza esquistosa o grauváquica es relativamente factible. Teniendo en cuenta el criterio usado para las divisiones de las formaciones precámbricas de Sierra Morena, se pueden distinguir aquí los siguientes tramos:

— Tramo pizarroso predominante, a veces poco potente.

— Tramo de preponderancia grauváquica.

— Tramo de esquistos y grauvacas con ritmo de alternancia de tipo flysch.

— Tramo de pizarras arenosas.

Esta sucesión de techo a muro parece ser la situación en el tiempo de estos tramos.

La composición mineralógica de estos tramos hace posible una mayor identificación con los materiales componentes de Bodión y Usagre. En esta comparación hay que resaltar tres aspectos para la Formación Salor:

- a) Ausencia de volcanitas en el techo.
- b) Ausencia o al menos poca importancia de niveles de cuarcitas negras (1).
- c) Aumento de la proporción de facies alternantes de tipo flysch.

B. REGIÓN DE ALCUDIA.

Esta región representa la continuación al E de los afloramientos cacereños. No existe solución de continuidad entre ambos.

Los materiales precámbricos, sin embargo, afloran en estructuras hercínicas más apretadas, es decir, en zonas individualizadas que se abren a la llanura de La Serena-Cáceres. Estos materiales han sido clasificados como cámbricos y aún silúricos con las únicas excepciones de las determinaciones de Weggen (1955) y Bouyx (1959), que consideraron una edad precámbrica (algonquica de los autores alemanes). Esta edad precámbrica fue corroborada por el autor (Vegas, 1970) en base a la identidad con la "serie negra" (Precámbrico Superior incontestable de la Sierra Morena).

Dentro del esquema homogéneo de este trabajo se propone el nombre de Formación Alcudia para las series precámbricas de este área que comprenden el gran valle de Alcudia, de 120 Km. de longitud y otras depresiones menores como la del río Valmayor al sur de Alcudia y las de los ríos Esteras, Agudo y Tirteafuera en el flanco septentrional.

De nuevo incluimos en la determinación de la Formación dos aspectos fundamentales ya establecidos para la Formación Salor, ya que existe una continuidad perfecta entre ambas.

Estos aspectos fundamentales son los siguientes:

(1) Sin embargo hay cantos de cuarcita negra en los conglomerados situados en el techo de la Formación Salor.

a) Delimitación de la Formación Alcudia dentro de la serie anteordovícica.

b) Correlación de la misma respecto a las series precámbricas de la Sierra Morena.

La determinación de estos puntos permite una aclaración importante sobre las formaciones precámbricas de esta región, que, por otra parte, han sido estudiadas de manera exhaustiva por Bouyx (1970). Con esta nueva óptica se emprende aquí el estudio de la Formación Alcudia, cuya edad precámbrica parece hoy estar unánimemente admitida, pero cuya relación con el Cámbrico u otras series precámbricas está paradójicamente sin establecer.

Descripción de la serie.

En base a los datos de Bouyx (1970) la Formación Alcudia representa un potente conjunto de esquistos y grauvacas, muy monótono, con una extensión vertical de varios miles de metros. Esto representa, en primera aproximación una identidad con las formaciones precámbricas de Sierra Morena Occidental (Baja Extremadura) y Cáceres. Esta primera identidad viene corroborada por la composición mineralógica y por la naturaleza de la sedie conglomerática suprayacente. De esta manera se puede abordar el estudio de esta serie no como una entidad individual aislada, sino como una parte homogénea dentro del esquema del Precámbrico del suroeste peninsular. En este sentido, sobre los datos de Bouyx se pueden obtener conclusiones diferentes, cuya discusión será realizada en apartados posteriores.

Aparece así de nuevo una serie precámbrica formada por esquistos y grauvacas en la que se pueden distinguir tramos donde predominan las facies pelíticas o las facies groseras y estos tramos se repiten indefinidamente. No existe posibilidad de una estratigrafía fina y únicamente se pueden determinar conjuntos o facies donde predomina una "facies".

Los diferentes tramos distinguidos por Bouyx son los siguientes.

— Alternancia de esquistos y grauvacas en secuencias rítmicas con granclasificación neta.

— Facies bandeadas constituidas por grauvacas bandeadas y esquistos bandeados, de composición análoga a las grauvacas, pero de grano más fino. Existen además todos los términos intermedios entre grauvaca grosera y esquistos de grano fino.

— Facies esencialmente pelíticas formadas por

pequeños bancos esquistosos negros a los que se intercalan a veces esquistos bandeados.

El mismo autor admite que en ocasiones afloran delgados bancos de liditas y esporádicamente psamitas.

De nuevo aparecen en el miembro inferior de la serie anteordovícica materiales cuya litofacies es equivalente a la de las formaciones precámbricas de Sierra Morena (Bodión y Usagre). Además de esta convergencia la composición mineralógica de las litofacies resulta ser sorprendentemente idéntica.

Sin embargo, en esta región es difícil establecer una sucesión cronoestratigráfica, pues se dan todas las condiciones adversas: afloramientos en parte discontinuos, ausencia de niveles guía, carácter netamente erosivo del miembro superior anteordovícico (posible sedimentación cámbrica).

Para establecer un intento de situación cronológica de las distintas facies de la Formación Alcudia es preciso referirse a la correlación con las otras formaciones precámbricas. En principio puede suponerse una disposición semejante a la definida para la Formación Salor.

EL PRECAMBRICO DE LAS VILLUERCAS-MONTES DE TOLEDO

Los materiales precámbricos de esta área geográfica aparecen en los núcleos de las estructuras anticlinales hercínicas en posición inferior a los niveles cámbricos—asimilables a las partes más inferiores del Cámbrico—.

La edad precámbrica fue postulada por primera vez para estas rocas por Lotze (1945), en base a su posición inferior a una serie conglomerática muy potente, cuya edad cámbrica quedaba justificada por la presencia de calizas de "hábito cámbrico" en el techo de la serie y en el flanco septentrional del Anticlinal de Valdelacasa.

En esta división se incluyen los materiales precámbricos aflorantes en los anticlinales de Valdelacasa, Mora y Toledo y en el segmento más oriental del Anticlinal de Ibor. La prospección de los afloramientos precámbricos resulta sencilla si se conocen las estructuras anticlinales. Estas estructuras mayores han sido puestas de manifiesto principalmente por Lotze (1945), Llopis-Llado y Sánchez de la Torre (1965), Gutiérrez Elorza y Vegas (1971). Por otra parte dentro de estos núcleos anticlinales

es preciso distinguir la parte cámbrica en la totalidad de la serie anteordovícica. Esto último puede realizarse con cierta claridad al existir facies muy diferentes (niveles carbonatados y niveles detríticos) cuya correlación se puede hacer de manera sistemática (Vegas, 1971 b).

El conjunto de los materiales precámbricos de este área será denominado en este trabajo como Formación Valdelacasa.

Descripción de la serie.

La formación Valdelacasa comprende los materiales pizarrosos y grauváquicos que representan la parte más inferior de la secuencia estratigráfica del basamento hercínico de los Montes de Toledo y el sistema orográfico de las Villuercas.

Materiales que forman la serie.

Por debajo de las series conglomeráticas de Villar del Pedroso (Vegas, 1971 b) se dispone un conjunto potente y monótono cuya composición predominante es de naturaleza esquistograuváquica. No se ha realizado hasta el momento ninguna subdivisión de esta formación.

Es difícil establecer una subdivisión en tramos dado la mala "calidad" de los afloramientos y la reiterada disposición de materiales semejantes.

Sin embargo existe una total identificación con los materiales componentes de la Formación Alcudia (Bouyx, 1970). Esta identidad ha podido ser comprobada por el autor, encontrándose en esta región las mismas litofacies que en el Valle de Alcudia.

Una vez más en este tipo de formaciones se pueden distinguir conjuntos donde predomina una u otra litofacies fundamental esquistos pelíticos o grauvacas de grano más grueso.

Estos tramos son idénticos a los definidos en las otras formaciones precámbricas y no se insiste en su descripción por este motivo.

Sucesión cronoestratigráfica.

Pese a ser conocidos y definidos en conjunto estos materiales, no se había intentado ni delimitado siquiera una sucesión de capas (1). En un trabajo

(1) La descripción detallada de la "serie de Valdelacasa", realizado por Llopis Lladó y Sánchez de la Torre (1965) corresponde, según el juicio del autor, a la serie conglomerática del Pedroso, representando, por tanto, una transposición de términos.

reciente (Parga y Vegas, 1972 b) (2) se ha realizado un primer intento de establecer una sucesión cronoestratigráfica, teniendo en cuenta los datos observados en el Anticlinal de Valdelacasa y en la región de Plasencia, situada en la prolongación hacia el NW de esa estructura. La sucesión cronoestratigráfica establecida es la siguiente:

Techo: Conglomerados de Villar del Pedroso.

3. Grauvacas groseras listadas predominantes.

2. Alternancia de pizarras y grauvacas.

1. Pizarras dominantes con niveles subordinados de rocas silíceas poco potentes.

En esquema esta sucesión puede ser encajada dentro de las series precámbricas anteriormente enumeradas.

En la región del N Cáceres-Salamanca continúan las series anteordovícicas del tipo cacereño-toledano. Al norte del sinclinal de Cañaveral estas series anteordovícicas forman zonas extensas interrumpidas por el sinclinal ordovícico-silúrico de Tamames y una serie de depresiones tectónicas modernas rellenas de materiales terciarios.

Las series anterodovícicas pueden ser estudiadas en función de los núcleos de cuarcitas de edad ordovícica inferior (Skiddaw) que dibujan los flancos del sinclinal de Tamames. Los materiales anteordovícicos que flanquean este sinclinal tiene las mismas características que los que delimitan el Sinclinal de Guadarranque Gualija, donde han sido descritos estos materiales recientemente (Gutiérrez Elorza y Vegas, 1971; Vegas, 1971 b).

Esta identidad permite aclarar la disimetría observada entre los materiales aflorantes a uno y otro lado del Silúrico-Ordovícico de Tamames.

En el flanco septentrional aflora una serie anteordovícica que puede descomponerse en dos miembros muy bien diferenciados: uno superior conteniendo calizas, areniscas y pizarras arenosas y otro inferior formado por una serie monótona de pizarras y grauvacas. En la separación de ambos conjuntos se dispone un nivel conglomerático muy potente cuyas características concuerdan con las series detríticas de Villar del Pedroso y Los Desesperados.

La extensión del esquema dado en este trabajo para Cáceres-Villuercas, permite definir con claridad los dos miembros anteordovícicos precisando

(2) Comunicación presentada en las sesiones científicas del primer centenario de la Real Sociedad Española de Historia Natural, noviembre 1971.

la unidad precámbrica y la unidad cámbrica (con inclusión de Tremadoc ?). Esto lleva consigo la subdivisión del "complejo esquisto-grauváquico anteordovícico" y la contribución a la datación de dicho complejo en esta región.

La edad de estos materiales del complejo esquisto grauváquico ha sido relacionado en parte al Cámbrico y en parte probable al Precámbrico Superior (Schmidt-Thomé, 1945). H. J. Schmidt (1957) coloca estos materiales en el Precámbrico (Algónquico) y recientemente Bard, et al (1971) dan una edad cámbrica para todo el conjunto. En la opinión del autor es preciso una mejor definición del término "complejo esquistograuváquico" y sobre todo una división interna como puede realizarse en el valle de Alcuía y en Cáceres y Las Villuercas. Teniendo en cuenta esto el problema, pese a la discontinuidad de los afloramientos, puede quedar resuelto.

Los datos aportados por García de Figuerola y Martínez-García permiten delimitar las formaciones precámbricas análogas por debajo de las calizas con arqueociátidos en el S de la provincia de Salamanca.

LOS MATERIALES CAMBRICOS

El estudio de las series cámbricas del área investigada se puede realizar de manera paralela al establecido anteriormente para las series precámbricas. En un trabajo anterior (Vegas, 1971 b) ha quedado expuesto de manera esquemática el cuadro del Cámbrico del SW español.

Según una problemática propia las series cámbricas se pueden dividir en tres grupos de índole geográfica, que se corresponden con las regiones establecidas para el estudio del Precámbrico. Este paralelismo resulta simplemente del hecho de haber sido separadas las series regionales precámbricas en función de los materiales anteordovícicos suprayacentes. Así, pues, es preciso recordar que las formaciones cámbricas permiten definir tres áreas diferentes:

Baja Extremadura-Sierra Morena Occidental.

Cáceres-Alcuía.

Villuercas-Montes de Toledo.

Según la naturaleza propia de las series cámbricas, mientras que las formaciones precámbricas mantienen unas características regionales constantes, como ha sido expresado a lo largo de los apartados anteriores.

El Cámbrico del Centro y Suroeste de España no presenta una gran homogeneidad y por este motivo no ha sido tratado en conjunto ni definidas sus variaciones espaciales con la única excepción de Lotze (1961 y 1966), si bien este autor dedica mucho menos extensión a estas regiones, donde las pruebas paleontológicas y el conjunto de estructuras hercínicas estaban aún poco estudiadas.

El conocimiento fragmentario del Cámbrico de esta región se debe a los siguientes puntos:

— No ha sido establecida la estructura regional hercínica en esta región.

— No existe una correlación entre las series cámbricas.

— No se ha delimitado el Cámbrico y el Precámbrico.

En parte, se ha expuesto anteriormente un ensayo de correlación global del Cámbrico (Vegas, 1971 b) que es mantenido en este trabajo.

LOS LIMITES DEL CAMBRICO

En cuanto a los límites aquí propuestos para las series cámbricas, se ha tratado de recurrir a series locales marcadoras en las que sea posible utilizar un cierto número de criterios *estratigráficos, paleontológicos y estructurales*. Estas series locales deben ser fácilmente correlacionables regionalmente y contener claramente los criterios de ruptura citados anteriormente.

El *límite superior del Cámbrico* ha sido considerado de menor importancia que su homólogo inferior. Como hito aceptado unánimemente se puede utilizar el nivel guía proporcionado por las capas de cuarcitas blancas con pistas bilobadas equivalentes a los "gres armoricains" de Bretaña. La edad de este nivel es claramente inferior a las faunas del Llanvirn-Llandeilo en todos los afloramientos.

Por debajo de estas "cuarcitas armoricanas" de la literatura clásica, aparecen conglomerados basales (fase ibérica, Lotze 1945) e inmediatamente una formación clásica compuesta por cuarcitas arenosas, areniscas rosadas y pizarras abigarradas, que no contienen sino pequeños cruzianas y algunos lingulidos (M. Escorza com. pers.). Esta serie rosada constituye siempre el techo de las series cámbricas (correlacionables litológicamente en los Montes de Toledo, Cáceres y Las Villuercas) y debe representar el Cámbrico Superior-Tremadoc. A falta de argumentos bioestratigráficos concluyentes el

límite Cámbrico/Ordovícico ha de situarse en alguna parte de esta serie clásica de desarrollo regional. Un criterio semejante ha sido usado en el NO de la Península, colocándose este límite en el interior de *la Serie de los Cabos* (Lotze, 1961). Por otra parte series equivalentes y más desarrolladas han permitido datar mediante trilobites el Tremadoc en las cadenas celtibéricas (Schmitz, 1971).

En cuanto *al límite inferior*, una solución análoga se puede arbitrar una vez superados los prejuicios de la determinación del Proterozoico más superior sin invocar una fase diastrófica universal. En el ámbito estudiado es posible considerar el nivel de *calizas con arqueociátidos* como un homólogo inferior de las "cuarcitas armoricanas". En este sentido, las series regionales inferiores al nivel fosilífero isocrono de calizas deben contener el límite Cámbrico/Precámbrico y este límite debe ser fijado dentro de ellas por las faunas más bajas de trilobites. Se utiliza el concepto de *serie regional de tránsito* en el sentido de Lotze (1945); Parga (1971); Vegas (1971 b); Parga y Vegas (1971).

Teniendo en cuenta estos argumentos las series cámbricas se abordan aquí según su variación regional indicada en el apartado de consideraciones generales.

EL CAMBRICO DE SIERRA MORENA OCCIDENTAL-BAJA EXTREMADURA

El Cámbrico de esta región es conocido desde muy antiguo, tras la determinación por Roemer (1878) de un arqueociátido encontrado por Macpherson en la base de las capas calizas aflorantes en las proximidades del cortijo de Campoallá, en el norte de la provincia de Sevilla. Estos horizontes calizos han proporcionado abundantes restos de arqueociátidos tanto al S en Las Ermitas de Córdoba como al N en la región de Zafra. Con el descubrimiento de faunas de trilobites en Alanís, Cala y Zafra ha sido posible establecer un cuadro coherente para el Cámbrico, cuya relación con el Precámbrico infrayacente quedó determinado posteriormente (Vegas, 1968).

En toda esta zona la serie más completa y con mayor número de puntos de referencia de edad se puede establecer en las proximidades de Zafra, en el flanco meridional del sinclinal cámbrico de Zafra-Alanís, donde además no hay una gran complicación estructural.

La sucesión de capas cámbricas puede expresarse de la siguiente manera:

Techo: Conglomerados y calizas de edad carbonífera inferior (Visée).

6. Pizarras arcillosas y grauvacas con niveles volcanitas básicas y algunos lentejones de conglomerados. Serie del Playón.

5. Cuarcitas y areniscas cuarcíticas. Cuarcita del Castellar.

4. Altarnancia de pizarras y subarcosas en ritmo flysch. Serie superior de Vallehondo.

3. Pizarras arenosas y pizarras margosas abigarradas hacia la base. Serie inferior de Vallehondo.

2. Calizas y dolomias masivas con tramos margosas hacia el techo (calizas rizadas). Calizas de la Alconera.

1. Pizarras arenosas que pasan a areniscas y conglomerados y/o rocas porfiroides. Serie de Tránsito.

Muro: Pizarras arcillosas y grauvacas. Formación Bodión (Precámbrico Superior).

Cada uno de estos tramos puede completarse en cuanto a descripción con sus equivalentes de otras áreas de la zona definida.

1. *Serie de tránsito.*

Representa el término regional más importante incluso perfectamente correlacionable en todo el centro y suroeste del Macizo Hespérico. Representa una secuencia estratigráfica que comienza con pizarras arenosas, cuyo contenido en arena va aumentando hacia la base, apareciendo bancos de conglomerados gruesos y areniscas. Lateralmente estos materiales pasan a "porfiroides" (3) de grano muy fino.

Los niveles más significativos son:

1. Conglomerados de cantos de tamaño superior en ocasiones a 10 cm. (Fuente de Cantos). Los cantos provienen de las rocas de la Formación Bodión.

2. Microconglomerados con cantos esporádicos de cuarcita y pizarra (Usagre).

3. Porfiroides con rocas arcósicas subordinadas. (Facies Bodonal). Los porfiroides tienen características mineralógicas y texturales especiales. Están formados por grandes cristales (3-8 mm.) de cuarzo y feldespato y esporádicamente de plagioclasa y fragmentos de rocas sedimentarias cuarcitas) englobadas en una matriz esencialmente micáceo-cuarzo-feldespático (50-70 % de la composición total).

Dada la asociación de los "porfiroides" de Bodo-

(3) Término de valor puramente descriptivo.

nal a la serie detrítica parece indicado asumir para ellos un origen sedimentario incluido una considerable parte proveniente de la destrucción de rocas volcánicas (Vegas, 1972).

2. *Calizas de Alconera.*

Corresponden al horizonte más bajo del Cámbrico datado por fósiles. Los arqueociátidos corresponden indudablemente al Cámbrico Inferior bajo en el S de España (Debrenne, 1973).

3. *Serie Inferior de Vallehondo.*

Representa el nivel margoso fosilífero definidor del Cámbrico Inferior (Lotze, 1961; Suhr, 1969; Gil Cid, 1973). Este nivel por su contenido faunístico es perfectamente correlacionable en toda Sierra Morena.

4. *Serie Superior de Vallehondo.*

Supone el paso gradual a rocas samíticas. No se han encontrado fósiles. Junto con el tramo 5 supone el término del Cámbrico Inferior.

5. *Cuarcita del Castellar.*

Es un excelente nivel guía formado por areniscas cuarcíticas indicadoras del techo del Cámbrico Inferior y equiparables a otros tramos areniscosos de Sierra Morena Oriental y las cadenas celtibéricas (Vegas, 1971 b).

6. *Serie del Playón.*

Estos materiales constituyen una excepción a todo el S del Macizo Hespérico, pues representan el único Cámbrico Medio aflorante. Deben representar una serie comprensiva según las faunas descritas por Bard, 1964; Suhr, 1969, y Gil Cid, 1973.

EL CAMBRICO DE LOS MONTES DE TOLEDO-VILLUERCAS-SUR DE SALAMANCA

Las series cámbricas de este dominio son paralelizables en conjunto a las descritas en Sierra Morena, aunque con algunas particularidades, pues aflora Cámbrico Superior-Tremadoc? discordante, los yacimientos fosilíferos son escasos y las series están mucho más fragmentadas (discordancias ibérica y toledánica e intrusiones graníticas en la región de Toledo). Sin embargo, se pueden considerar dos niveles perfectamente correlacionables:

Las calizas con arqueociátidos.

Las series detríticas de tránsito.

En base a estos puntos es posible delimitar en esta región la extensión del Cámbrico y los niveles superiores e inferiores a las calizas con arqueociátidos.

Otros dos puntos a considerar es la ausencia de Cámbrico Medio y la existencia de Cámbrico Superior-Tremadoc discordante.

Los recientes descubrimientos fosilíferos realizados en esta zona (Aparicio Yagüe, 1973; García de Figuerola y Martínez García, 1973; Martín Escorza y Perejón, 1972) corroboran el cuadro de correlaciones establecido por el autor (Vegas, 1971 b) para estos afloramientos cámbricos de un área donde de nuevo el Cámbrico está bien representado.

EL CAMBRICO DE ALCUDIA CACERES

En este dominio que representa un amplio "hinterland" entre Sierra Morena y Las Villuercas-Montes de Toledo, las series cámbricas han de deducirse en función de la base formada por el Precámbrico Superior de facies esquisto grauváquicas idénticas en los otros dos domnios y las formaciones cuarcíticas del Ordovícico Inferior. Aquí la ausencia de fósiles no permite una definición precisa del Cámbrico, se han de aceptar entonces como cám-

bricos los materiales intermedios entre la Formación Alcudia y las series clásticas de la base de las "cuarcitas armoricanas".

Es posible, empero, establecer algunas diferencias:

1) Hacia el E, en las sierras del N de Cáceres entre la "cuarcita armoricana" y el Precámbrico (Formación Salor) existen niveles atribuibles a la serie de transición (conglomerados de Cañaveral) y a un Cámbrico indiferenciado poco potente.

2) Hacia el centro del Anticlinal de Alcudia existen formaciones de carácter conglomerático con niveles calcáreos y series pizarrosas atribuibles también a un Cámbrico Inferior? o indiferenciado.

3) En el extremo más oriental el miembro "cámbrico" se hace fundamentalmente conglomerático.

Todos estos datos indican una variación lateral W-E complicado por las discordancias ibérica y toledánica y una diferenciación clara en este ámbito que supone una zona de sedimentación cámbrica diferencial frente a las series cámbricas que la flanquean (Montes de Toledo y Sierra Morena).

LA DISTRIBUCION DE LAS SERIES ANTEORDOVICIAS

En síntesis la distribución de las series anteordovícicas del Centro y SO de España se puede representar en el siguiente cuadro:

	SIERRA MORENA OCC. BAJA EXTREMADURA	ALCUDIA-CACERES	MONTES DE TOLEDO-VILLUERCAS SALAMANCA SISTEMA CENTRAL
ORDOVICICO		Serie clástica con conglomerados en la base.	Serie clástica con conglomerados en la base.
CAMBRICO SUPERIOR			
CAMBRICO MEDIO	Serie de pizarras y areniscas con volcanitas. Serie de Playón.		
CAMBRICO INFERIOR	Serie clástica superior. Pizarras abigarradas. Nivel fosilífero. Serie carbonatada con arqueociátidos. Serie de tránsito.		Serie de cuarcita, areniscas. Pizarras y niveles de grauvacas. Serie carbonatada con arqueociátidos. Serie de tránsito a conglomerados (porfiroides del E de Sequeros).
PRECAMBRICO SUPERIOR	Conglomerados y porfiroides. Formación Bodión=Usagre. Formación Llera.	Serie de pizarras y grauvacas con raros niveles calcáreos. Formación Alcudia.	Formación Valdelacasa.

BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P.: *Observaciones sobre la estratigrafía del Paleozoico en la región de Zafra (Prov. de Badajoz), España*. Not. y Com. del Instituto Geológico y Minero de España, 76, 175-180 (1964).
- CAPDEVILA, R. y MATTE, P.: *La structure de la chaîne hercynienne de la Meseta Ibérique: comparaison avec les segments voisins* (en: *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*). Publ. Inst. Français du Pétrole, "Coll. et Sem.", 22, 1, 1.4.1.-1.4.68 (1971).
- BOUXY, E.: *Observations géologiques dans la Sierra de Puertollano (Province de Ciudad Real, Espagne)*. "C. R. somm. Soc. Géol. France", 154-155 (1959).
- *Extension des terrains ante-ordoviciens au Sud de Ciudad Real (Espagne meridionale)*, *Ibid.*, 10, 339-340 (1963).
- *Les formations anteordoviciennes de la Province de Ciudad Real (Espagne meridional)*. "Mem. Inst. Geol. y Min. de España", 73 (1970).
- DELGADO QUESADA, M.: *Esquema geológico de la hoja número 878 de Azuaga*. "Bol. Geol. y Min.", 82, 3.4, 277-286 (1971).
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. y MARTÍNEZ-GARCÍA, E.: *El Cámbrico Inferior de la Rinconada (Salamanca, España Central)*. "Studia Geologica", 3 (en prensa), (1972).
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. y VEGAS, R.: *Consideraciones sobre la estratigrafía y tectónica del E. de la Provincia de Cáceres*. "Est. Geol.", 27, 177-180 (1971).
- HERNÁNDEZ ENRILE, J. L.: *Las rocas porfiróides del límite Cámbrico Precámbrico en el flanco meridional del Anticlinorio Olivenza-Monesterio*. "Bol. Geol. y Min.", 82, 3.4, 359-370 (1971).
- LOTZE, F.: *Einige Probleme der Iberischen Meseta*. "Geotekt. Forsch.", 6, 1-12 (1945).
- *Über sardische Bewegungen im Spanien und ihre Beziehungen zur assyntischen Faltung*. "Geotekt. Festschrift Hans Stille", 128-139 (1956).
- LOTZE, F.: *Prakambrium Spaniens (Literaturbericht 1956-1965)*. "Zbl. Geol. Palaont", 1, 5, 989-1006 (1966).
- & SDZUY: *Das Kambrium Spaniens*. "Abh. math-naturw. Klasse", 6 (1961).
- LLOPIS LLADO, N. y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: *Sur les caracteres morphotectoniques de la discordance precambrienne au Sud de Toleda*. "C. R. som. Soc. Geol. France", 7, 220-221 (1965).
- MACPHERSON, J.: *Estudio geológico y petrográfico del norte de la provincia de Sevilla*. "Bol. Com. Mapa Geol. España", 6 (1879).
- PARGA, J. R.: *Evolución del Macizo Hespérico en los tiempos ante-mesozoicos y sus relaciones con otras áreas europeas*. "Bol. Geol. y Min.", 81, 2.3, 115-143 (1970).
- y VEGAS, R.: *Problems and discussion on Precambrian series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula)*. "Geol. Rdsch.", 61, 1, 44-68 (1971).
- PASTOR GÓMEZ, V.: *Probable área precambriana al NO de León*. "Not. Com. Inst. Geol. y Min. España", 67, 71-80 (1962).
- PÉREZ REGODON, J. y SOS BAYNAT, V.: *Explicación de la hoja 650, Cañaverol (Cáceres)*. "Inst. Geol. y Min. España" (1963).
- SCHMIDT, H. J.: *Stratigraphie und Tektonik der nordlichen Extremadura im Bereich der Flüsse Tajo und Alagon (Spanien)*. "Diss. Naturw. Fak. Univ. Münster" (1957).
- SCHMIDT-THOME, P.: *Paläozoisches Grundgebirge und junges Deckgebirge im Westlichen Zentralspanien (Provinz Salamanca und Cáceres)*. "Geotekt. Forsch.", 6, 37-77 (1945).
- SCHMITZ, U.: *Stratigraphie und Sedimentologie im Kambrium und Tremadoc der Westlichen Iberischen Ketten, nordlich Ateca (Zaragoza), NE-Spanien*. "Münster Forsch. Geol. Palaont.", 22 (1971).
- SITTER, L. U. DE: *El Precambriano de la Cadena Cantábrica*. "Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España", 67, 145-146 (1962).
- SUHR, O.: *Beitrag zur Stratigraphie des Kambriums im Bereich der Südlichen Extremadura (Süd-west-Spanien)*. "Münster Forsch. Geol. Palaont", 14, 207-232 (1969).
- VEGAS, R.: *Sobre la existencia de Precámbrico en la Baja Extremadura*. "Est. Geol.", 24, 85-89 (1968).
- *Formaciones precámbricas de la Sierra Morena Occidental*. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres. *Ibid.*, 26, 225-231 (1970).
- *Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y las sierras del N de la provincia de Cáceres (Extremadura española)*. "Bol. Geol. y Min.", 82, 3.4, 351-350 (1971).
- *Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y S de España*. El problema de la existencia de Cámbrico en el Valle de Alcudía y en las Sierras de Cáceres y N de Badajoz. "Est. Geol.", 27, 412-425 (1971).
- WEGGEN, K.: *Stratigraphie und Tektonik der sudlichen Montes de Toledo (Spanien)*. "Diss. Naturw. Fak. Univ. Münster".

Recibido: Septiembre 1973.

Ensayo de un análisis de posibilidades en mineralizaciones de la provincia de Cáceres^(*)

Por E. RAMÍREZ (**)

RESUMEN

Se ensaya, en estas notas, una evaluación de las posibilidades de mineralizaciones en la provincia de Cáceres. Para ello se establece, esquemáticamente, la estratigrafía de la región de acuerdo con las últimas investigaciones realizadas y al describir los grandes stocks granitoides se estudia su petrografía, diferenciaciones, quimismos, metamorfismos, niveles de emplazamiento, posición en las grandes unidades estructurales, petrogénesis, etc.

Son analizados los rasgos estructurales estableciéndose los grandes trazos de la arquitectura regional, así como un esbozo de la historia geológica.

Es al enumerar algunos de los condicionantes metalogénicos cuando se intenta aplicarlos a la geología cacereña; niveles de erosión, grado de tectonización, magmatismo, quimismo de las rocas granitoideas, metamorfismo, metasomatismo, litogénesis, facies de las series sedimentarias, ambiente sedimentológico, grado de óxido-reducción singenético y epigenético, evolución tectónica, permeabilidad, series transgresivas, alteraciones y sus tipos, estructuras controladoras de mineralizaciones, granulometría de las series, posibilidades de las formaciones terciarias y plio-cuaternarias, hidrogeología, etc. Se relacionan mineralizaciones existentes y posibles tanto sedimentarias como hidrotermales o de otro tipo; de hierros con reservas de interés, estaño y volframio de gran porvenir, antimonio con interesantes mineralizaciones, oro, plomo-zinc con yacimientos importantes, uranio para el cual la evaluación está casi completada, fosfatos, litio, etc., señalando áreas y localidades con más favorables perspectivas e indicaciones para la investigación de estos yacimientos y aéreas. Otras zonas, aún sin indicios existentes, son señaladas como prometedoras por sus características petrológicas y estructurales haciéndose alusión a las rocas de aplicación industrial; atapulgitas, arcillas, cuarzos, etc. Por último, se señala la gran labor a realizar para una estimación de su potencial minero.

ABSTRACT

An evaluation on the ore possibilities in the province of Cáceres is studied. For this reason, the stratigraphy of the zone is established according to the latest research works. The petrography, differentiation, chemistry, siting, location within huge structural units, and genesis of the extensive granitoid rocks are studied.

The structural features to establish the general characteristics of the regional architecture, as well as a summary of the geological history, are analyzed.

The following metallogenetic conditioning factors are applied to the geology of Cáceres: weathering levels, degree of deformation, magmatism, chemistry of the granitoid rocks, metamorphism, metasomatism, lithogenesis, facies of sedimentary series, sedimentological environment, singenetic and epigenetic degree of the oxidation-reduction potential, tectonic evolution, permeability, transgressive series, alterations and their types, ore-controlling structures, grain size of materials, possibilities of the tertiary and plio-quadernary deposits, hydrogeology, etc. Already existing or possible sedimentary and hydrothermal ores, or any other type of ore, are related; for example, iron ores with interesting reserves or tin and wolfram ores with important possibilities in the future. There are also interesting antimony ores, very important orebodies of gold, lead-zinc, uranium, whose evaluation is almost finished, phosphates, lithium, etc. The most favorable areas are pointed out and indications for an adequate study of

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Junta de Energía Nuclear.

these orebodies and zones are given. Though with no uraniferous traces, there are other zones with promising petrological and structural characteristics. The presence, in these zones, of rocks which can be useful in industry such as atapulguite, mudstones, quartz, etc. are also emphasized. Finally, the work to be done in these areas to obtain an estimation of their mining potential is pointed out.

I. INTRODUCCIÓN.

Efectuar un ensayo de valoración, como aquí intentamos, de las posibilidades en mineralizaciones de un área determinada siempre es tarea comprometida y lo es más cuando no se dispone de los elementos de juicio necesarios, en este caso literatura geológica, petrográfica, cartográfica, metalogénica, etcétera, para llevar a cabo esa valoración con un cierto grado de certeza.

Este es el caso de la provincia de Cáceres área en la cual el estado actual de las investigaciones geológicas en ella realizadas no es muy avanzado si bien se dispone ya de un cúmulo de datos que permiten una cierta aproximación.

Este mismo inconveniente se encuentra cuando se intenta emplear nuevos métodos a este mismo propósito como es el de la estadística aplicada a esa valoración. Aquí las cosas se complican por otros motivos como es el de la fidelidad, y a veces subjetividad, de los datos o parámetros con los que se trabaja.

Es lógico pensar que una computadora, un cerebro electrónico, dará unos resultados en dependencia con la cantidad y calidad de los datos que se aporten y aquí tropezaríamos sin duda, con esa deficiencia doble indicada.

Hemos de contar, pues, para nuestro intento con una superposición de criterios que van desde datos históricos o de geología clásica, situación de indicios, su estimación, aplicación de la metalogénica, conocimiento directo del terreno, prospecciones efectuadas, etc.

La bibliografía de que se dispone, en general, no es muy abundante y sobre todo la importancia y calidad de los datos que aporta no grande salvo contadas excepciones. Por otra parte, esta bibliografía queda ya anticuada y es necesario estimarla con cuidado. No por ello deja de tener su valor que en algunos temas se hace decisivo. En todo caso se trata, repetimos, de un ensayo y en él se van a abordar, de manera general, una serie de cuestiones con criterios quizá muchas veces subjetivo.

Nos percatamos que reducir el territorio estudiado a unos límites administrativos no es natural y en este sentido tales límites han de entenderse como

puramente convencionales y muchos de los rasgos aquí descritos son aplicables a territorios fuera de lo que hoy constituye la provincia de Cáceres.

II. AMBIENTE GEOLÓGICO-PETROGRÁFICO.

a) *Estratigrafía.*

A la hora actual el esquema geológico-petrográfico de esta parcela peninsular va quedando muy desfigurado en relación con la imagen que se tenía de la geología cacereña. Esa desfiguración es el resultado de nuevas aportaciones de las investigaciones geológicas que se vienen realizando en las dos últimas décadas.

El Precámbrico adquiere cada vez más desarrollo a juzgar por las nuevas dataciones efectuadas de tal manera que la mayor parte de lo que se venía considerando como Cámbrico está ahora encuadrado como anteordoviciense y dentro de él con gran predominio del Precámbrico superior.

La litología de estas series queda definida, en líneas generales, por la presencia de materiales detríticos, otros de carácter pelítico en grandes potencias e intercalaciones bien definidas de grauwacas, areniscas, cuarcitas, etc.

A estos metasedimentos se superponen formaciones cámbricas, más generalmente atribuidas al Cámbrico inferior, de las que su litología es más conocida; espesas series conglomeráticas, pizarras de tipo variado, areniscas, cuarcitas, calizas, etc. Se admite que estos metasedimentos cámbricos corresponden a la evolución del geosinclinal hercínico aquí poco desarrollado que en lo que respecta a la provincia de Cáceres se muestra menos completo y potente que en otros puntos de la península y su dominio corresponde, contrariamente a lo que se venía afirmando y como queda indicado, al Cámbrico inferior. El paso, pues, del Precámbrico al Cámbrico se hace mediante potentes niveles conglomeráticos de más de 1.000 metros de espesor (R. Vega, 1971).

Mejor conocida va siendo la estratigrafía del Ordovícico para el cual el modelo más completo corresponde a la comarca de las Villuercas y dentro de ella al sinclinal del Guadarranque en el que se

albergan completas series desde cuarcitas armoricanas al Asghillense.

La litología de este sinclinal representada por conglomerados, cuarcitas, areniscas, pizarras arcillosas, etcétera, está muy generalizada en todo el O peninsular. En el resto del país extremeño este Ordoviciense es incompleto.

En cambio el Silúrico, aún mucho menos completo, por otra parte, menos extenso, en todo la geología cacereña, se muestra aquí, en el Guadarranque, con series bien detalladas que llegan casi hasta el muro del Devónico y sus materiales son preferentemente pelitas con algunos niveles detríticos intercalados.

Para el Devónico, mucho más localizado y menos completo, son de resaltar las importantes series carbonatadas, de interés en la minería de la región, con otros sedimentos de carácter detrítico que aparecen en la base.

Nos falta una interpretación correcta de la historia geológica de la región a la cual únicamente son atribuibles algunos datos del O peninsular pero en todo caso falta un conocimiento suficientemente bueno. Está definida la gran transgresión del comienzo del Ordoviciense, el largo proceso de penillanurización con varios niveles morfológicos, los cambios en la sedimentación cámbrica que explicarían la erosión o no deposición del Cámbrico medio o superior por movimientos de edad sárdica, la falta de un verdadero geosinclinal cámbrico, etc. Y sin un buen conocimiento de la historia geológica nuestro ensayo puede hacerse más arriesgado.

Bruscamente hemos de pasar al terciario alto para seguir estratigráficamente las series litológicas que ocupan el territorio provincial. Corresponden fundamentalmente al Mioceno y al Plio-Cuaternario.

El Mioceno ocupa posiciones bien definidas; se alberga en cubetas o cuencas de no grandes dimensiones, ya sean de carácter erosivo o tectónico. La calidad de este relleno es predominantemente detrítico como corresponde al área de su sedimentación. No obstante existen intercalaciones arcillosas entre los no potentes sedimentos así localizados. Otro carácter destacable de este Mioceno cacereño, como el de Badajoz, es la falta total o escasez de niveles carbonatados, carácter que en parte está explicado al faltar en todo el ámbito regional las series mesozoicas con sus potentes niveles calizos.

Al Plio-Cuaternario corresponden esencialmente las extensas llanuras denominadas rañas, de muy buena representación en la geología cacereña, y otros sedimentos de posición vecina que ocupan amplias

superficies. La sedimentación de tipo caótico, con heterogranulometría muy destacada es el rasgo más característico. El Cuaternario ya lo encontramos representado o bien por masas aluvionares bien localizadas, o bien por derrubios de ladera o por sedimentos de no gran espesor pero sí de cierta extensión que se sitúan en llanuras de posición bien definido.

b) *Rocas granitoideas.*

Preferencialmente dentro del amplio dominio de estas formaciones anteordovícicas, encajan importantes stocks granitoideos de los cuales una somera descripción nos llevará a sintetizarlos por los siguientes caracteres de una petrología fundamental, siempre recordando que la petrografía cacereña empieza ahora a ser conocida.

Las rocas ígneas del N de la provincia son, en general, granitos adamellíticos, de textura relativamente variada, con mineralogía en cierto modo uniforme. Corresponden, en líneas generales, estas rocas a adamellitas, granodioritas y cuarzomonzonitas leucocratas.

Presentan estas rocas, de manera general, tonos grises-azulados cuando frescas, con tipos porfiroides muy frecuentes, de grano fino a grueso, con megacristales de hasta 8 centímetros, orientados, con gabros relativamente abundantes, con biotita dominante o exclusiva en general alterada por desferri-ficación y transformación en cloritas que pueden ser debidas a fenómenos de meteorización o de metamorfismo retrogrado al haber sido llevada la roca a condiciones ambientales diferentes al de su formación.

Al microscopio las rocas aparecen formadas por cuarzo abundante, oligoclasa-andesina, microlina, pertita, dos micas, pero, como se indicó, dominando la biotita. Entre los minerales accesorios el circón y el apatito son los más frecuentes.

Existen granitos turmaliníferos repartidos irregularmente y alcanzan más extensión los tipos de grano medio con biotita exclusiva.

Las plagioclasas zonadas son bastante frecuentes y en otras se ha operado un metasomatismo potásico. Las texturas mirmequíticas son también relativamente constantes.

En áreas próximas a los contactos, como ocurre en otras zonas extremeñas españolas y portuguesas, los cristales de andalucita y cordierita son relativamente abundantes.

Tiene interés destacar aquí las rocas filonianas de las cuales los filones de cuarzo son los más frecuen-

tes. Como es bien sabido, y ya hemos apuntado repetidamente en publicaciones anteriores, la orientación de estos filones en todo el SO peninsular es NE.

Los cuarzos son de tipo variado; blanco lechoso, de tonos azulados y brillo craso, de tonos grises, teñidos por óxidos de hierro, en estado de brechificación variable, con hematizaciones y alteraciones en los hastiales, etc.

Al lado de estos filones cuarcíferos son destacables dentro del apartado de rocas filonianas diques aplíticos, microgranitos turmaliníferos y otros de rocas básicas de composición variada; porfiritas andesíticas, diabasas, etc.

La mancha granítica del NO de Cáceres, a veces denominada de Cabeza de Araya, está constituida por granitos adamelíticos o granodioritas, de dos micas, con mineralogía compuesta de ortosa perfitica muy frecuente y plagioclasa muchas veces zonada. La biotita domina, la textura es porfídica, con megacrístales de hasta más de 5 centímetros, en una matriz de cristales más pequeños pudiendo llegar en algunas facies de borde a microcristales; la estructura varía llegando a ser cataclástica.

Tomando como fondo general el granito descrito se encuentran otros turmaliníferos, de dos micas, con la biotita moscovitizada, fenómeno que tiene carácter regional o alterada a clorita.

Diversas formaciones satélites o diferenciaciones se encuentran dentro de este gran manchón que pueden ser resumidas así:

1) Aplitas turmaliníferas, con moscovita. Se presentan como apófisis o en forma de diques.

2) Pórfidos graníticos en forma de diques. Las plagioclasas están sericitizadas con mucha frecuencia.

3) Micropórfidos de textura afanítica que se presentan en forma de diques muy claramente observables sobre el terreno.

4) Dique de diabasas o de porfiritas andesíticas más o menos alterados. Las plagioclasas entonces están completamente sericitizadas y los minerales ferromagnesianos conservan solamente sus estructuras, estando transformados en limonita.

5) Diques o apófisis de cuarzodioritas que en ocasiones se sitúan en los bordes de los macizos graníticos o en el contacto de dos tipos rocosos diferenciados.

Deben ser citados dentro de este gran manchón algunas emisiones de microgranito granatífero-cordierítico porfiroide (Corretgé, 1972) con caracteres

de intrusión postectónica fisural localizado en Garrovillas.

Los granitos de Zarza la Mayor presentan tendencia a una mayor basicidad y en ellos son más frecuentes los diques de rocas básicas. Se puede diferenciar aquí (García Figuerola y col. 1971) tres tipos de rocas graníticas; granitos moscovíticos de grano grueso, cuarzodioritas biotíticas y granitos aplíticos con moscovita y mayor o menor cantidad de biotita. Los granitos aplíticos, como en todo el plutón de Cabeza de Araya, aparecen como una diferenciación apical y repartidos muy irregularmente. Podría representar apófisis residuales de un techo con cierta extensión.

En Trujillo, representando lo mismo que los de Zarza la Mayor, estos granitos podrían considerarse como apófisis laterales del gran plutón del NO de Cáceres, aparecen como un manchón granítico porfiroide con moscovita y biotita que pueden tener localmente la composición de una adamellita. Otros tipos no son porfiroides pero sí con dos micas.

A manera de casquete sobrepuesto a las formaciones anteriormente descritas aparece un granito de grano medio con moscovita y biotita sobre el que se asienta la ciudad. Pudiera representar un hecho análogo al de Zarza la Mayor.

En Plasenzuela el granito que pudiéramos llamar normal es de grano grueso no porfiroide o escasamente con dos micas en proporción variable y cuarzo abundante. Los microgranitos aparecen especialmente en el borde E dando origen a una banda periférica como si se tratara de una facies marginal.

En Valencia de Alcántara los tipos rocosos son fuertemente porfiroides, con grandes fenocristales especialmente en las áreas de borde. Suelen contener biotita dominante y en ocasiones llevan turmalina. Otras veces son cuarzomonzonita, con biotita dominante o bien granodioritas turmaliníferas de dos micas. Las diferenciaciones locales de microgranitos se presentan en forma de apófisis. Aparece andalucita y cordierita en las facies de borde.

Por último citamos los granitos de Montánchez y las alineaciones hacia el E, Sierra de la Zarza, Robledillo y Santa Cruz más los manchones graníticos de Naval Moral de la Mata.

En los relieves citados podemos diferenciar, a grandes rasgos, dos tipos de granitos; uno con orientación muy marcada, neísica, no porfiroides más localizados en Montánchez y otros, sin estos caracteres, de grano grueso a medio fundamentalmente biotítico que corresponden a los demás relieves y áreas marginales.

Los granitos de Naval Moral de la Mata y áreas al S por Bohonal de Ibor, Mesas de Ibor, Valdela-casa, etc., corresponden a tipos de grano grueso, en realidad granodioritas porfiroides de dos micas, dominando la biotita con los correspondientes diques de microgranitos. En las zonas más al S del Bohonal se advierte una cierta heterogeneidad textural y granulométrica.

El origen magmático de estos batolitos no siempre está bien establecido; en algunos casos, granitos de Montánchez, puede tratarse de amplios procesos anatécicos que originarían masas de tipo neísico o granitos claramente orientados.

c) Metamorfismo.

Las rocas encajantes de los macizos graníticos con frecuencia se ven afectados de un metamorfismo térmico resultante del cual es la aparición de aureolas con cornubianitas y pizarras mosqueadas.

Las cornubianitas son de tipo cordieríticos (Casas de D. Antonio), andalucitas (Arroyo de la Luz), micáceas (Piedras Albas) (Arroyo de la Luz), etc. Otras veces existen tipos neísicos o bien anfibólicos (kilómetro 4 de la carretera de Trujillo a Cáceres). No siempre aparecen niveles de corneanas aflorantes y su extensión, potencia, y otros caracteres, es muy variable.

Las pizarras mosqueadas se presentan con tipos variados; biotíticas, andalucíticas, andalucíticas y biotíticas, etc. Otras veces se encuentran micacitas turmaliníferas (Estorninos) o micacitas biotíticas (Trujillo). En todo caso está poco estudiado este metamorfismo pero la anchura de la aureola llega a veces a ser de más de 2 kilómetros. Son mucho más constantes en su presencia que el nivel de cornubianita.

Muchas veces se constata que la naturaleza de estos metasedimentos es de tipo pelítico con composición aluminosa predominante. Las temperaturas de formación de las cornubianitas son función de la profundidad de la intrusión.

III. RASGOS ESTRUCTURALES.

Se está de acuerdo, al entrever la tectónica del O peninsular, en que la disposición de las grandes estructuras responde a una alternancia de anticlinorios y sinclinorios correspondiendo aquéllos a los grandes afloramientos de las potentes series ordo-vicienses y éstos, marcados topográficamente por

los niveles de cuarcita armoricanas, albergan además los restantes materiales del Ordoviciense y aun los del Devónico cuando éstos existen.

A este esquema tan simplista ha sido posible llegar aceptando como Precámbrico una gran parte de los extensos pizarrales cacereños que durante muchos años fueron considerados como Postdamien-ses. Queda por resolver aún el mayor o menor desarrollo y la edad del Cámbrico depositado, al parecer y no siempre en discordancia, subyacente a las cuarcitas de base del Ordoviciense.

Dos épocas de plegamiento, con fases diversificadas, quieren deducirse de la interpretación de las discordancias y de la esquistosidad existentes en los materiales precámbricos y paleozoicos (Capote, Vegas y Gutiérrez Elorza, 1971). Una de ellas sería preordovícica afectando a las series anteordovicienses con pliegues de plano casi vertical y originando la presencia de masas conglomeráticas en el paso Precámbrico-Cámbrico y otros conglomerados en la base del Cámbrico superior. Existe además una discordancia cartográfica entre Ordovícico y Cámbrico, discordancia, según los autores citados, y que nosotros no hemos podido identificar en el Valle del Ibor.

Las fases postsilúricas, hercínicas, quedan bien reflejadas en las series ordovicienses y silúricas originando pliegues de tipo diverso con plano axiales muy inclinados unas veces y otras subhorizontales. Estos movimientos hercínicos afectaron también ampliamente a los sedimentos anteriores al Ordovícico.

Pero si el tipo de plegamiento tiene interés al analizar esquemáticamente la tectónica regional para nuestros fines es quizá más importante describir los grandes accidentes estructurales, ya sean de tipo fractura, fallas de gran estilo, etc. Mas especialmente cuando estas fracturas afectan a las masas plutónicas su análisis se hace más difícil pero su interés crece. Un intento de interpretación de tales procesos lo tenemos en el estudio de los granitos de Zarza la Mayor ya citado.

Al esquema anteriormente apuntado de la disposición y megaestructura de los materiales preordovícicos y paleozoicos hay que añadir los grandes batolitos graníticos y granodioríticos que se localizan preferencialmente en los anticlinorios antes señalados. Parece haber un cierto acuerdo en considerarlos como postectónicos o tardheránicos si bien en algún caso podía invocarse una cierta sin-tectonicidad en vista de la forma de sus afloramientos y de la posición que ocupan en las grandes

estructuras. Los que corresponden a la posición central de la provincia, alineados de SE a NO, están en relación con el gran eje hercínico y batolítico de los Pedroches. Los del N de la provincia tienen ya otra significación.

Los niveles de emplazamiento de estos granitos centrales no deben ser muy profundos ya que, en general, el metamorfismo de contacto no suele originar aureolas de corneanas de gran potencia e incluso suelen faltar en algunas zonas. Son más importante los procesos tectónicos que afectan a estos granitos una vez emplazados.

Sin embargo, hay que hacer notar que, en líneas generales, en los bordes de los macizos graníticos no se observan grandes distorsiones de las pizarras encajantes siendo más una tectónica de fractura o de fallas la que cabe observar en estas áreas marginales lo cual se traduce, con cierta frecuencia, en la aparición de diques de microgranitos o aplitas en el medio pizarroso y hasta añadiríamos, con cierta constancia, estos diques son paralelos a la pizarrosidad.

Sin penetrar, por ahora, en los mecanismos de intrusión ni en la génesis de los diques de granitos de grano fino, de pórfidos graníticos, de cuarzodioritas dentro de las granodioritas, unas veces de origen ortomagmático y otras de origen cataclásticos, diques básicos, filones de cuarzo, etc., si conviene subrayar la presencia dentro de las masas graníticas o aún en el medio pizarroso de tres o más sistemas de fractura con orientación algo cambiante y en dependencia otras veces con la orientación de fracturas de gran desarrollo. Carácter importante de tales fracturas es que al menos uno o dos de estos sistemas ha rejugado en algunas ocasiones más de una vez y estos rejuegos se realizan funcionando tales fracturas como fallas en unos casos o bien aumentando la zona de acción o bien produciéndose brechificaciones o milonitizaciones más intensas.

Los granitos de Plasencia tienen continuidad con los del Sistema Central y en principio tendrían que considerarse de otra edad y con una tectónica en cierto modo diferente de los que constituyen las zonas centrales cacereñas.

Es difícil valorar las repercusiones que aquí tienen los plegamientos alpinos y pirenaicos pero es obvio decir que ya actuaron sobre unas masas cratonizadas, rígidas y, como venimos indicando hace largo tiempo, lo más lógico es suponer que originaran algunos de esos rejuegos antes señalados además de producir nuevas fracturas con desnivelamiento o hundimientos de bloques, emplazamiento de di-

ques diabásicos (dique de la Araya), débiles trastocamientos de los sedimentos miocenos, etc.

IV. CONDICIONANTES DE LAS POSIBILIDADES DE MINERALIZACIONES EN LA PROVINCIA.

En líneas muy generales los condicionantes de las posibilidades de mineralizaciones de una región determinada, no exactamente en el sentido de una provincia metalogénica, vienen dadas por una multitud de factores de los cuales cabe resaltar algunos como pueden ser: su litogénesis con todas las características ambientales y sedimentológicas que presidieron la deposición de los sedimentos traducido en sus condiciones litológicas, la calidad de éstos, permeabilidad, grado de óxido-reducción, singenético o supergénico, evolución tectónica, el plutonismo o magmatismo, su mayor o menor desarrollo en la región con todos los condicionantes de quimismo, petrogénesis, características del emplazamiento de los batolitos, grado de tectonización, el metamorfismo tanto regional como de contacto y sus características que son en gran parte función de lo anteriormente indicado, las estructuras resultantes como controladoras de unos procesos mineralizadores mejor o peor definidos, las alteraciones y sus tipos e intensidad como productores de algunos yacimientos, los procesos erosivos y sedimentológicos concomitantes clasificadores y concentradores de determinados minerales, etcétera.

A este respecto es conveniente señalar el grave inconveniente que para el encuentro de yacimientos de alteración o concentraciones residuales, presupone el largo "barrido", el largo proceso de penillanurización y la ausencia de una cobertera mesozoica y paleocena.

Estos pocos caracteres enumerados y sobre todo aplicados a la geología cacereña nos llevaría, evidentemente, a unas conclusiones y su mayor o menor valor debería ser contrastado con unos hechos conocidos y otros por deducir.

La metalogenia enseña, y es obvio indicarlo, qué yacimientos deben esperarse ser encontrados en una determinada área de acuerdo con aquellos condicionantes y esto es lo que intentaremos explicar aún considerando lo esquemático de la geología expuesta y la falta de investigaciones más concretas y precisas sobre multitud de problemas como se indicó al principio.

De acuerdo con el quimismo de las masas ígneas cacereñas este oscila entre granodioritas y ada-

mellitas, ambos tipos rocosos de condición más o menos ácida, luego es lógico suponer que deben esperarse concentraciones de elementos a estas rocas ligados.

Ahora bien, las diferenciaciones que se encuentran no oscilan entre polos muy diferentes y son referibles a microgranitos, pórfidos graníticos o cuarcíferos, granitos de grano fino de posición apical, con todo su significado metalogénico, emisiones cuarcíferas en forma filoniana lo más frecuente, pegmatitas en forma de yacer variada, diques de diabasa o porfiritas andesíticas como extremo máximo y muchas veces desligado en el tiempo de la roca encajante. A estos tipos rocosos, y a estas condiciones estructurales deben referirse una serie de elementos que suelen ir ligados a ellos.

Dada la gran extensión que alcanzan los batolitos en la provincia tendremos insinuado, vagamente, un factor de mayor grado de potencial mineralógico. Por la tectonización de determinadas áreas encontramos una cierta relación entre éste y la presencia de mayor número de yacimientos, siempre de los minerales posibles en la petrografía constituyente del área.

Por el metamorfismo, más el de contacto, porque el regional tiene una intervención mucho menos como agente concentrador de menas, si como se ha definido no es muy intenso (las facies pueden oscilar alrededor de las corneanas de grado medio) y operar sobre series pelíticas aluminosas o silíceas con no grandes variaciones litológicas, no se deben esperar concentraciones de interés. Otro es el caso, y es un hecho bien conocido, cuando el termometamorfismo se opera sobre rocas carbonatadas. Ejemplos de contacto de este tipo tenemos algunos en la provincia. Por otra parte, las calizas son rocas de fácil reaccionabilidad cuya metasomatosis, ya como proceso posterior, es un fenómeno indicado para explicar algunas concentraciones minerales en calizas.

Se ha definido como los metasedimentos anteordoviciense, y más concretamente considerados como precámbricos, corresponden a las de facies de geosinclinal. Dentro de esta facies cabe localizar determinados tipos de yacimientos que pueden encajar en la geología cacereña. Para el geosinclinal hercínico se ha supuesto un área positiva, durante el cámbrico, con todas las consecuencias más bien negativas que de ello se deriva, y que afecta a una gran parte de esta región. Si la sedimentación del cámbrico no alcanza como se viene señalando, gran potencia y extensión en la provincia de Cáceres,

solamente la calidad de los sedimentos de tipo conglomerático podría aportar algún dato de interés además de los carbonatados.

Ya la sedimentación durante el Ordoviciense nos puede suministrar junto con su carácter transgresivo, y si es posible determinar la naturaleza de las formaciones de las cuales proceden los sedimentos, datos de interés. En efecto al carácter detrítico grosero o menos grosero, niveles conglomeráticos de base y cuarcitas armoricanas potentes, hay que sumar otros datos de su sedimentación. Es posible pensar, en estas condiciones, en yacimientos de tipo placer, titanio, circonio, etc. o bien mineralizaciones de otra naturaleza contenidas en los clastos o en el cemento por concentraciones sin-génicas o supergénicas.

Siguiendo siempre ascendiendo en la columna estratigráfica esquematizada es muy interesante citar a muro de las cuarcitas armoricanas, la presencia de formaciones de hierro de gran importancia. Los niveles de hierro del Ibor (una cubicación realizada ya hace años daba 13 millones de toneladas) deben tener una posición más inferior que ésta señalada ahora.

Es preciso recordar aquí la importancia que tienen las áreas de sedimentación poco profundas, sedimentos neríticos o epicontinentales para el emplazamiento de concentraciones importantes. La sedimentación del Ordoviciense cacereño nos ofrece en su base estos caracteres y subrayar su interés es lógico.

Pero dentro de la estratigrafía del Ordovícico caben, con sus alternancias de niveles más detríticos o más pelíticos, concentraciones de otro tipo. A este respecto conviene resaltar el importante papel metalogénico de esta serie transgresiva y el interés en toda prospección de los niveles muro y techo de las cuarcitas armoricanas ante la posibilidad de encuentro de yacimientos estratiformes. Recordamos los de tipo minette hematítico en series epicontinentales estables con trasgresiones importantes en el ordoviciense y silúrico de Breña.

En relación con estos caracteres es conveniente recordar el anticlinal del Ibor y el sinclinal del Guadarranque que cobran así papel destacado tanto para el encuentro de hierros, cobre, pirita, manganeso, etc., de los que ya existen indicios de interés pero para pasar ya al silúrico donde las amplitas por sus características sedimentológicas y alternancia con niveles detríticos junto con sus caracteres estructurales pueden encerrar concentraciones interesantes. Es verdad que falta aquí, lo

mismo que en el Precámbrico, un vulcanismo que completara el cuadro comparativo con otras áreas del SO peninsular.

La misma transición Precámbrico-Cámbrico con sus potentes niveles de rocas conglomeráticas constituyen un buen dato a tener en cuenta.

Es verdad que tanto dentro del extenso dominio de los niveles anteordovícicos como en el de los batolitos graníticos, formando amplia penillanura, hay que oponer el bajo nivel de erosión como dato negativo a la hora de evaluar posibilidades. No es ya lo mismo lo que sucede dentro de los sinclinales ordovícicos más protegidos de su arrasamiento y con niveles de erosión más altos.

La sedimentación en el devónico con la presencia de niveles carbonatados les confiere un cierto interés y unas ciertas posibilidades de concentraciones de minerales por procesos diversos algunos de cuyos indicios los encontramos en Aliseda, etc. Este interés sube de tono cuando estas calizas están próximas, lateralmente o en profundidad, a masas graníticas. Y existen yacimientos cupríferos en esta posición. Otros en cambio se localizan en zonas metamórficas, en relación con granitos, con anfíbolitas y rocas cloríticas. De las cuales existen buena representación en la geología cacereña. Bien es verdad que el papel del metamorfismo en la explicación de estas concentraciones queda mal conocido.

Al pasar, en la estratigrafía que se describe, bruscamente al terciario de carácter continental neto, el enjuiciamiento de sus posibilidades mineras reside al menos en tres tipos de factores condicionantes para el encuentro de concentraciones de tipo estratiforme o de placeres. Estos tres factores podían ser: factores climáticos y biológicos que presiden la sedimentación y diagénesis, factores dependiendo ya más íntimamente de la calidad de las fuentes de alimentación y factores que condicionan la misma sedimentación juntamente con una paleohidrogeología ahora mal conocida.

Aún podríamos añadir la morfología de las cubetas o cuencas donde se depositan estos sedimentos y todavía la evolución tectónica o morfológica de estas cubetas y los ciclos sedimentarios. Podríamos llegar así a concluir que tales formaciones terciarias encierran ciertas posibilidades además de las magníficas hidrogeológicas, aún no exploradas. Es una tarea de prospección que aún no se ha efectuado y es evidente que un estudio sedimentológico y estratigráfico con demuestré sistemáti-

cos, por lo menos, debe preceder a toda labor exploradora.

Algo diferente es el significado metalogénico de los sedimentos cuaternarios y aún pliocuaternarios. Obviamente en las formaciones aluvionares o eluvionares se encierran, sin lugar a dudas, perspectivas claras y muy importantes de encuentro de concentraciones de minerales (estaño, volframio, oro, titanio, etc.), tanto en eluviones como en aluviones. Está por desarrollar y es tarea que debería caber dentro del PNIM con amplias perspectivas. En lo que respecta a este plan nacional se han programado para el estaño unas ciertas inversiones, escasas, y unas áreas determinadas.

A este respecto cabe señalar entre otras las áreas de Almoharín, Abertura, El Campo Lugar, Alcuescar, Miajadas, Malpartida de Cáceres, Torremocha, Montánchez, Pedroso de Asín y área al N. Incluso es posible la presencia de estaño en sedimentos de granulometría extremadamente variada (mina Santa María, Pedroso de Acín) tipo raña que pueden aportar grandes reservas aunque el lavado de estos sedimentos presenten problemas técnicos de no fácil solución.

Por otra parte, juzgando sobre las posibilidades mineras de los batolitos granodioríticos, hemos de tener en cuenta, como se ha indicado, que su petrografía no es muy variada; adamellitas y granodioritas fundamentalmente, junto con tipos texturales de diferenciación; microgranitos, aplitas, pórfidos, cuarzodioritas, etc., sin olvidar otros caracteres como pueden ser granulometría, nivel epibatolítico, etc. Aún así dentro de ellos caben unas posibilidades de mineralizaciones como pueden ser las que se encuentran en situación intraplutónica y otras peribatolíticas o bien algunas en relación no bien interpretadas con masas graníticas.

Así las antimonitas de Navezuelas, Valencia de Alcántara y Aldeacentenera, presupondrían la existencia de masas plutónicas no aflorantes o con asomos claros ya que el antimonio presenta casi siempre interdependencias con lacolitos o stock micrograníticos satélites de plutones más profundos. En concreto para las mineralizaciones de antimonio existen áreas de posibilidades para una prospección concreta con la idea de localizar yacimientos filonianos cuarcíferos intraplutónicos con estibina frecuentemente aurífera o bien filones peribatolíticos en relación espacial más o menos estrecha con microgranitos. Este es el llamado tipo hercínico.

Dentro de estas formaciones ígneas y áreas exomórficas de hecho existen realidades alentadoras y



muchas más posibilidades claras para el grupo del estaño-volframio. No conocemos mineralizaciones de estos metales en las pizarras negras, grafitosas, interestratificadas o en filones cortando la estratificación con un control estructural claro. Son más representativos los que se refieren a filones, stockworks, en posición peri o intragranítica pero marginal con toda la mineralogía propia de estos yacimientos. Son de considerar las pegmatitas graníticas con las mineralizaciones citadas. Las posibilidades para estas pegmatitas están aún por estudiar pero en ellas caben además otras series de minerales de gran aplicación en la actualidad; galio en relación con espodumenas y lepidolitas, scandio, ytrio, germanio, niobio, etc.

Áreas como las de Valverde del Fresno, Villamiel, Hoyos, Acebo, Cilleros, Eljas, Perales del Puerto, Valencia de Alcántara, Garrovillas, Tornavaca, Jert, Cáceres, Montánchez, Almoharín, Trujillo, Logrosán, Arroyomolinos, Albalá, Alcuescar, Valdeflórez, Torrecilla de los Angeles, Casas de Don Antonio, Torremocha, Santibáñez, Villasbuenas de Gata, etc., presentan sin duda interés.

En lo referente al hierro citaremos la posibilidad, algunos ejemplos si bien no de importancia económica se conocen, de filones asociados a plutones graníticos ya sean de siderita o de oligisto. En los skarns pueden encontrarse interesantes yacimientos de estos minerales. Las áreas de Zorita, Arroyomolinos y Aldeacentenera cobran interés a este respecto al menos por los indicios existentes.

Al continuar estimando las posibilidades de mineralizaciones relacionadas con los granitos entramos en el intrigante problema del oro.

Este metal ha sido objeto de diversas investigaciones mineras en diferentes momentos e incluso en épocas muy recientes por el IGME en filones cuarcíferos cacereños. No hay duda de la presencia de oro en diversas estructuras filonianas; filones con cuarzo auríferos, estibina, etc., filones con mispikel y sulfuros en algunas ocasiones asociados a mineralizaciones estanníferas y wolframíferas, etc. La solución del problema reside, a nuestro modo de ver o en el encuentro de filones que puedan tener interés económico por sus leyes, solución sin duda más cara y problemática, o bien, y esta sería más viable, la localización de aluviones relacionados con áreas filonianas que son más económicos y con aprovechamiento de varios de los subproductos que pudieran contener. Se ha citado oro en Alcollarín, Logrosán, Riobobos, Casillas de Coria, Valencia de Alcántara, etc.

Formaciones filonianas con plomo-zinc son bien conocidas en la provincia hace ya muchos años, desde los fenicios. Las posibilidades para los granitos son concretas en algunas áreas bien con estructura en situación intragranítica o perigranítica. En este caso, asociación B. P. G., tenemos importantes reservas en el área de Plasenzuela que posiblemente permite una ampliación de la zona de investigación. La posición de los filones con ganga cuarcífera es clásica para una zonalidad incompleta como es este caso. Áreas como las de Higuera de Albalat, Plasenzuela, Robledollano, Aldeacentenera, Berzocana, Plasencia, Botija, Valencia de Alcántara, Trujillo, Zarza de Granadilla, Abadía, etc. presentan interés para una prospección bien dirigida. Las galenas de Plasenzuela son muy argentíferas.

En cuanto al uranio sus posibilidades han quedado definidas con el amplio plan de prospección efectuado en las zonas favorables de la provincia. Su localización en áreas intragraníticas o en meta-sedimentos de borde son bien conocidos. Algunas mineralizaciones de interés económico alcanza espectacularidad, Los Ratones (Albalá). Otras en los bordes metamórficos están aún por valorar (Ceclavín-Acehuche), lo mismo que en el Mioceno.

Nos quedan por establecer la posición de las mineralizaciones fosfatadas extremeñas cuyo interés económico es negativo. Son muy frecuentes los filones cuarcíferos con fosforitas en grandes áreas, y los granitos cacereños presentan apatito con constancia y abundancia como mineral accesorio. Su carácter es epitermal a mesotermal. Aparte de las áreas conocidas de Logrosán, Cáceres, Zarza la Mayor, etc., pueden ser citados en muchas otras zonas graníticas en la forma filoniana bien conocida ya en filones con cuarzo-fosforita solo, ya en otros en los que aparecen, con estructura zonada o otros minerales; estaño, uranio, etc., lo cual demuestra la reapertura de estas estructuras y su mineralización en varias épocas.

Posibilidades existen aún para el litio en las zonas cacereñas en relación más o menos evidente con batolitos graníticos. Los yacimientos conocidos hasta el momento se localizan en el paraje de Valdeflórez con ambliogonita, no lejos y el SE de Cáceres capital y el del Trasquilón también próximo y al O de la capital cacereña. Ha sido citada también ambliogonita en Logrosán.

Desde otro punto de vista se podría mencionar áreas que por su petrología y sus caracteres estructurales presentan interés aún sin ser conocidas en

ellas indicios. Señalaríamos aquí las de Plasencia, fractura del Araya con sus accidentes satélites y área de Montehermoso por indicar algunas más de las mencionadas y en las cuales casi siempre, además de en sus caracteres geológicos, nos hemos apoyado en la presencia de indicios con valor mayor o menor.

Completaríamos esta exposición con una leve alusión al capítulo de rocas industriales de gran porvenir. Citaremos por no poder ir más lejos de lo que nos hemos propuesto, las grandes reservas de Atapuljitas en la zona de Torrejón el Rubio, Serradilla, Jaraicejo, las áreas arcillosas de Malpartida, Coria, Moraleja, Carcaboso, Plasencia y Naval Moral. Determinados tipos de pizarras como las de "Gilmorquillo" en Plasencia, los amplios aprovechamientos de cuarcitas, los recursos en cuarzo de los que están conocidos los rosados de Oliva de Plasencia, y otros de Naval Moral de la Mata y Peraleda. Las calizas cacereñas ofrecen todavía, porque su aprovechamiento hasta ahora ha sido muy escaso, amplias posibilidades como las de las áreas de Cáceres, Aliseda, La Calera en Guadalupe, Valle del Ibor y proximidades de Valdecaña. Las granodioritas cacereñas admiten en algunos casos un pulimento que darían bellas piezas ornamentales o de recubrimientos de edificios muy empleados ahora en construcción. Y así otras rocas podían ser citadas y de posible aprovechamiento industrial.

Es evidente que este ligero esbozo de las posibilidades de mineralizaciones cacereñas en el cual señalamos algunas áreas con caracteres más favorables necesita ser completado y analizado mediante un vasto programa de investigaciones que podría comprender tanto el estudio petrológico estructural de los granitos, estudios que al parecer están en marcha por el Departamento de Petrología de la Universidad de Salamanca que dirige el Profesor cacereño García de Figuerola. Es preciso por otra parte, un sistemático estudio metalogénico de menas y monografía de los yacimientos cacereños que podría realizarse también en la Universidad salmantina por el Departamento de Mineralogía del Profesor Arribas. Además de ese conocimiento de su estratigrafía, su tectónica y su historia geológica.

Por otra parte la creada Universidad de Extremadura con su Facultad de Ciencias en Badajoz, tiene aquí un campo de investigación dilatado cuando se pongan en marcha sus instalaciones y sus medios humanos.

Tendríamos así una valoración más completa de este potencial minero de la zona cacereña que ahora se esquematiza. Ello unido y completado con el P. N. I. M. en su programa de investigación minera que podría abocar a una revalorización de la provincia cacereña en lo que se refiere a su minería.

BIBLIOGRAFIA

- EGOZCUE, J., y MALLADA, L.: "Memoria geológica-minera de la provincia de Cáceres". Mem. Com. Mapa Geol. de España. Madrid, 1876.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: "Los filones estanníferos de Cáceres y su comparación con los de otras regiones". Bol. Soc. Esp. de Hist. Nat., t. II. Madrid, 1898.
- SÁNCHEZ LOZANO, R.: "Datos geológico-mineros de la provincia de Cáceres". Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo XXVI. Madrid, 1902.
- GOROZTIZAGA, J.: "Fosforitas de Cáceres. A) Yacimiento de Logrosan. Las reservas mundiales de Phosphatos". Volumen II: "B) Yacimiento de Aldea Moret". 1926.
- SCHMIT THOME, P.: "Basamento paleozoico y cobertera sedimentaria en la parte central de Extremadura occidental (prov. de Salamanca y Cáceres)". Publ. extranjera sobre geología de España. Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C., t. V. Madrid, 1951.
- RAMÍREZ y RAMÍREZ, E.: "Notas para el estudio de la metalogenia extremeña. Los yacimientos wolframo-estanníferos de la Extremadura Central". Notas y Comunicaciones del Inst. Geol. y Min. de España, núm. 28. 1951.
- RAMÍREZ y RAMÍREZ, E.: "El Batolito granítico de Plasenzuela (Cáceres)". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., t. LI, Madrid, 1953.
- RAMÍREZ y RAMÍREZ, E.: "El sinclinal del Guadarranque (Cáceres)". Contribución al estudio de la estratigrafía del silúrico hispano, Est. Geol., núms. 27-28. 1955.
- BOCHMANN, H. G.: "Estratigrafía y tectónica de la Extremadura Central en la región de Cáceres y este de la Sierra de San Pedro (España)". Disertación Univ. de Munster. 1956.
- SCHMIDT, H. J.: "Estratigrafía y tectónica del Norte de Extremadura en la cuenca del Tajo y Alagón (España)". Disertación Univ. Munster. 1957.
- KELCH, H. J.: "Stratigraphie und Tektonik der zentralen Extremadure in Bereich der westlichen Sierra de San Pedro (Spanien) von. Munster". Aschenderfische Buchdruckerei. 1958.

- LOTZE, F.: "El precámbrico de España". Traducción de Gómez de Llarena. Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 60. 1960.
- LLOPIS LLADÓ, N., y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L.: "Sur la stratigraphie du Precambrien du Sud-Ouest de Puente del Arzobispo. Provincia de Cáceres". C. R. S. Soc. Geol. de France, fasc. 5. París, 1962.
- SOS, V.: "Mineralogía de Extremadura". Bol. Geol. y Minero. T. XXIII. 1962.
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: "El dique diabásico del Norte de Extremadura". Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de España, núm. 69. 1963.
- VEGAS, R.: "Formaciones precámbricas de la Sierra Morena Occidental. Relación con las series anteordovícicas de Almadén, Don Benito y Cáceres". Estudios Geológicos, volumen XXVI. Instituto "Lucas Mallada" C. S. I. C. Madrid, 1970.
- LOTZE, F.: "El Cámbrico de España". Traducción de Gó-

mez de Llanera. Memoria del Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 1970.

GUTIÉRREZ ELORZA, M., y VEGAS, R.: "Consideraciones sobre la estratigrafía y tectónica del E de la provincia de Cáceres". Est. Geol., vol. XXVII. Inst. "Lucas Mallada". Madrid 1971.

CAPOTE, R.; GUTIÉRREZ ELORZA, M., y VEGAS, R.: "Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del E de la provincia de Cáceres". Bol. Geol. y Minero, t. LXXXII. 1971.

GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.; CORRETGE, L. G., y SUÁREZ, O.: "Estudio petrológico de la formación plutónica de Zarza la Mayor (Provincia de Cáceres)". Bol. Geol. y Min. T. LXXXII. 1971.

CORRETGE, L. G.: "Cintrobución para el conocimiento del batolito de Cabeza de Araya (Cáceres-España): El microgranito granatífero-cordierítico con megacristales feldespáticos". Separatas de Studia Geológica III, páginas 43-65. 1972.

Recibido: Septiembre 1973.

Estudio geoquímico de algunos granitos de la provincia de Salamanca(*)

Por J. SAAVEDRA ALONSO (**) y A. GARCIA SANCHEZ (**)

RESUMEN

Por aplicación de los diagramas de La Roche a muestras pertenecientes a cinco granitos, se clasifican éstos según su tendencia geoquímica y se establece el carácter zonado de dos de ellos. En tres macizos se aprecia una evolución silicopotásica más o menos acentuada, y silicosódica en los dos restantes, afectando al contenido de algunos elementos en traza.

ABSTRACT

Five granite samples were studied and classified by means of de La Roche diagrams following their geochemical tendency. It was also defined the zoned character to two of the batholites. A silicopotassic evolution of variable degree was appreciated for three of the massifs studied, whereas for the other two was shown to be silicosodic, this affecting the content of trace elements.

INTRODUCCION

En un reciente trabajo de los autores (Saavedra y García Sánchez, 1973) se consideraban los diversos factores que influían sobre la composición de las biotitas de algunos granitos de la provincia de Salamanca. Se indicaban en él algunos resultados obtenidos para las condiciones genéticas de dichas rocas. Con la presente publicación se pretende profundizar más y ampliar el conocimiento actual sobre tales granitos.

Los macizos considerados han sido los mismos a los que se hacía alusión en la investigación citada. Únicamente se añadieron algunas muestras correspondientes a unos pequeños afloramientos situados a 20-30 kilómetros al S de la ciudad de Salamanca. El trabajo se ha enfocado esencialmente desde el punto de vista geoquímico, constituyendo un intento previo de diferenciar los batolitos tenidos hasta ahora como homogéneos. Las muestras seleccionadas poseen una alteración superficial despreciable y fueron analizadas según el método de Saavedra y García Sánchez (1972).

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Centro de Edafología y Biología Aplicada del C.S.I.C. de Salamanca y Departamento de Mineralogía, Universidad de Salamanca.

nadas poseen una alteración superficial despreciable y fueron analizadas según el método de Saavedra y García Sánchez (1972).

CARACTERISTICAS GENERALES.

De acuerdo con los datos recogidos y sistematizados en el estudio antes citado, el granito con cordierita de Linares-Béjar presenta la tendencia menos alcalina; es relativamente uniforme en apariencia, de grano medio a grueso, sin moscovita ni anfíboles. En cambio, en el granito de La Alberca-Sequeros hay numerosas facies, y la roca varía desde términos semejantes al granito de Linares, en la periferia, hasta verdaderos granitos, con moscovita y andalucita en el interior; la zonación es clara.

El granito de Casillas de Flores, situado al O y S de Fuenguinaldo, presenta también términos biotíticos y términos con andalucita. Más al S, en las proximidades de Navasfrías, se tomaron solamente muestras en el área N del batolito del Jálama.

Con el nombre de granito de Martinamor se han designado los pequeños afloramientos que apare-

cen, bien sea dentro del granito moscovítico de grano grueso o bien sea como pequeños apuntamientos en los esquistos entre Morille y alrededores de Las Veguillas y Vecinos.

Ante el escaso número de muestras satisfactorias para el análisis representativo, se ha centrado el estudio en los granitos de Linares-Béjar y La Alberca-Sequeros, por permitir la elaboración de conclusiones más sólidas (tabla 1).

TABLA I

COORDENADAS DE SITUACION DE MUESTRAS LONGITUD CON RESPECTO AL MERIDIANO DE MADRID

Muestra	Latitud N	Longitud O	Hoja topográfica
1	40° 29' 10"	2° 11' 05"	552
2	40° 29' 10"	2° 11' 05"	553
3	40° 25' 20"	2° 05' 35"	553
4	40° 27' 10"	2° 08' 25"	553
5	40° 29' 30"	2° 05' 25"	553
6	40° 26' 35"	2° 03' 00"	553
7	40° 24' 45"	2° 02' 50"	553
8	40° 26' 15"	2° 00' 48"	553
9	40° 24' 20"	2° 15' 10"	552
10	40° 28' 55"	1° 52' 10"	553
11	40° 32' 35"	2° 13' 50"	527
12	40° 22' 40"	2° 10' 00"	552
13	40° 29' 40"	2° 09' 10"	553
14	40° 30' 00"	2° 07' 00"	553
15	40° 29' 30"	2° 08' 35"	553
16	40° 35' 25"	2° 13' 50"	527
17	40° 24' 25"	2° 15' 15"	552
18	40° 26' 45"	2° 16' 15"	552
19	40° 32' 35"	2° 13' 50"	527
20	40° 35' 00"	2° 09' 35"	528
21	40° 31' 50"	2° 23' 45"	527
22	40° 28' 50"	2° 22' 50"	527
23	40° 29' 30"	2° 24' 50"	552
24	40° 29' 30"	2° 23' 10"	552
25	40° 28' 40"	2° 20' 10"	552
26	40° 30' 15"	2° 21' 35"	527
27	40° 32' 10"	2° 25' 35"	527
28	40° 29' 20"	2° 22' 30"	527
29	40° 31' 20"	2° 27' 10"	527
30	40° 31' 30"	2° 24' 05"	527
31	40° 16' 30"	3° 08' 50"	573
32	40° 12' 50"	2° 59' 30"	573
33	40° 16' 40"	3° 08' 40"	573
34	40° 14' 45"	3° 05' 30"	573
35	40° 13' 40"	3° 05' 50"	573
36	40° 23' 32"	3° 01' 45"	550
37	40° 17' 30"	3° 01' 40"	573
38	40° 22' 50"	3° 03' 50"	550
39	40° 18' 20"	3° 00' 20"	573
40	40° 18' 55"	2° 59' 35"	573
41	40° 48' 20"	1° 54' 35"	503
42	40° 48' 25"	1° 54' 50"	503
43	40° 47' 50"	2° 04' 45"	503

REPRESENTACION GRAFICA DE LA EVOLUCION GRANITICA.

Clásicamente, se han venido utilizando diversos diagramas que expresaban, mejor o peor, la evolución de una roca cristalina. Unos operan con porcentajes de minerales, otros con porcentajes en óxidos dados directamente del análisis químico, etc. Así, el diagrama de Larsen utiliza elementos geoquímicamente antagónicos, con signo positivo o negativo, lográndose así una fuerte dispersión y apreciándose diferencias mínimas. Otros, como el del Harker, juega exclusivamente con factores químicos, no mineralógicos.

En este caso, se ha considerado como más adecuado el diagrama poco clásico de La Roche (1964-65). En general aún no es muy conocido y, por tanto, no utilizado con frecuencia, requiriéndose alguna explicación sobre su fundamento. Su aplicación a rocas graníticas implica varias suposiciones:

1) Prácticamente, la totalidad del granito está formada por cuarzo, feldespatos sódico, potásico y cálcico y minerales ferromagnesianos (en los que se encuentran todo el hierro, magnesio y titanio; biotita, cordierita, etc.). La proporción de minerales como apatito y otros es despreciable frente a los citados, y son éstos los que marcan la evolución.

2) Se supone una composición química definida para los minerales fundamentales.

Establecidas estas consideraciones y teniendo en cuenta la fórmula de cada mineral, son elegidos los parámetros más dispersivos: la diferencia entre el contenido de potasio y la suma del calcio y sodio aleja al máximo los feldespatos potásicos de las plagioclasas, distinción básica en todo granito. De igual forma, la diferencia entre toda la sílice y la combinada con los feldespatos potásicos y sodicocálcicos será proporcional al cuarzo. Finalmente, la suma del hierro total, magnesio y titanio es proporcional al contenido en ferromagnesianos (generalmente, biotita y, con menos frecuencia, cordierita, anfíboles y otros).

Los óxidos dados por el análisis químico se pasan a milimoles del elemento correspondiente (milimoles). De esta manera quedan definidos los parámetros $F=K-(Na+Ca)$, $Q=Si/3-(Na+K+\frac{2}{3}Ca)$ y $B=Fe+Mg+Ti$. Se pueden asignar, por tanto, valores constantes de estos parámetros para cada mineral. Admitiendo una composición media para moscovita y biotita, se tiene para los minerales fundamentales del granito:

	$F = K - (Na + Ca)$	$Q = Si \cdot 3 - (Na + K + 2/3 Ca)$	$Fe + Ti + Mg = B$
Cuarzo	0	555	0
Feldespato potásico	380	0	0
Feldespato sódico	-360	0	0
Feldespato cálcico	-380	0	0
Biotita	130	-15	540
Moscovita	175	-20	0

Para la representación de una muestra dada se eligen dos diagramas; en uno se hace hincapié en los minerales leucocráticos, exclusivamente, y en el otro en los feldespatos y ferromagnesianos. La abcisa, en ambos, es el parámetro F. La ordenada es Q en uno y B en otro.

En el diagrama F-Q, la ordenada del punto es proporcional al contenido en cuarzo, mientras que en el F-B lo es a la cantidad de biotita u otro mineral ferromagnésiano presente.

Una proporción elevada de moscovita y biotita implica problemas; es preciso tener en cuenta entonces que una parte importante del potasio está en la fracción de las micas y no en el feldespato potásico; el potasio que entraría en el parámetro F sería la diferencia entre el total y el combinado.

Un problema común con la clasificación de rocas, según la norma (obtenida a partir de análisis químicos), es el fósforo. Para los granitos más evolucionados, pobres en calcio, hay en realidad menos plagioclasas que las calculadas. Es preciso restar al calcio total el combinado con fósforo para dar apatito, y emplear esta diferencia como calcio efectivo. De esta forma, términos considerados como oligoclasa son, en realidad, albíta (menos del 5 por 100 de anortita). Este problema se ha presentado varias veces en este trabajo.

En la tabla 2 se indica la composición química de las rocas estudiadas, así como los parámetros de La Roche correspondientes.

TRATAMIENTO GRAFICO.

En la figura 1 se han representado los cinco granitos considerados, con ayuda de los diagramas de La Roche. Se ha indicado, igualmente, el punto promedio representativo de todo el batolito. Las figuras más o menos elípticas encierran el conjunto de los puntos: sus dimensiones extremas, ejes, señalan las tendencias en uno u otro sentido.

En conjunto, se aprecia una superposición parcial de las áreas correspondientes a los granitos de Navasfrías, Casillas de Flores y La Alberca-Sequeros, indicio de cierta semejanza. Las elipses representativas de los batolitos de Linares-Béjar, Casillas, Navasfrías y La Alberca-Sequeros se disponen según una tendencia silicopotásica, que traducen un enriquecimiento en cuarzo y feldespatos potásico (tabla 3), paralelamente a una disminución de biotita. Sin embargo, dentro de cada granito la evolución es distinta. El granito de Casillas presenta una escasa variación, no apreciable con sólo cinco muestras. En cambio, en el granito de Navasfrías hay una tendencia silicosódica, opuesta a la general, mientras que el granito de La Alberca-Sequeros posee una dispersión considerable, lo que está de acuerdo con la presencia de varias facies, señaladas por Saavedra y García Sánchez (1973).

El granito de Martinamor es peculiar. Sus características: alto contenido en álcalis, pobreza extrema en biotita, presencia de manchas bien visibles de turmalina, tendencia silicosódica, etc., se concilian mal con su contenido alto en calcio. Al microscopio se aclara todo: las plagioclasas son del término albíta y abundan localmente los granates. Por tanto, seguramente son éstos los portadores de todo o casi todo el calcio. Por consiguiente, es este granito el más evolucionado, en sentido silicosódico, de todos los considerados. Esta evolución implica (tabla 3) una acumulación de Zn y, en menor grado, Pb, mientras que los restantes elementos disminuyen notablemente.

En el granito de Navasfrías, en el que también se observa una tendencia silicosódica neta, hay igualmente una intensificación de Zn, menos acusada que en el interior, por serlo también la evolución hacia el polo sódico. Su clasificación, de acuerdo con Streckisen (1966), le coloca dentro del campo granito, entre las adamellitas con tendencia más alcalina.

El granito de Casillas de Flores de dos micas o biotítico, tiene caracteres intermedios entre el anterior y el de Linares-Béjar. Su tendencia adameilítica es muy neta y su contenido en elementos menores entra dentro de un rango normal.

En resumen, salvo para el granito de Martinamor, todos los restantes se disponen según una tendencia silicopotásica. A nivel de batolito, ésta se invierte. Hay, por tanto, dos tendencias evolutivas netamente definidas.

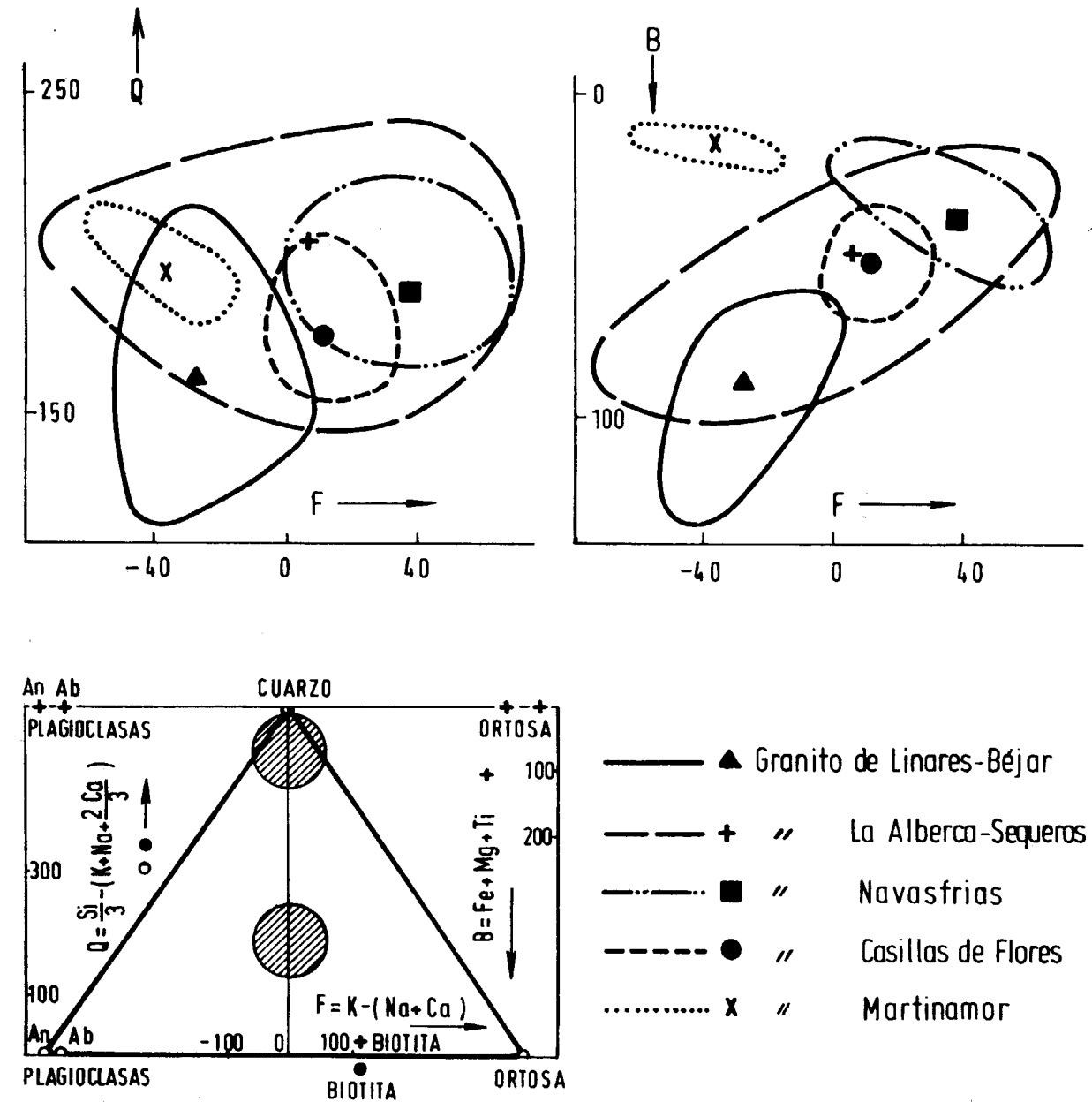


Figura 1

Evolución geoquímica de los cinco macizos estudiados. Sobre una tendencia general silicopotásica se observa la tendencia silicosódica del granito de Navasfrías y la superposición parcial de la representación de tres batolitos. El carácter peculiar del granito de Martinamor se hace evidente por quedar más o menos aislado del conjunto. La tendencia hacia el término más calcoalcalino, granodiorita, se pone de manifiesto en el granito de Linares-Béjar.

T A B L A 2

COMPOSICION QUIMICA DE LAS MUESTRAS ESTUDIADAS Y VALORES
DE LOS PARAMETROS DE LA ROCHE CORRESPONDIENTES

<i>Granito de Linares-Béjar</i>										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	70,61	72,03	69,00	71,22	68,31	69,25	64,02	67,43	71,25	67,21
Al ₂ O ₃	15,60	12,50	14,30	13,50	13,50	12,50	16,20	15,10	13,50	15,10
Fe ₂ O ₃ total	3,38	3,70	3,69	3,50	5,00	4,81	5,94	4,06	3,38	4,70
TiO ₂	0,25	0,30	0,25	0,30	0,35	0,40	0,35	0,25	0,30	0,35
P ₂ O ₅	0,22	0,15	0,19	0,17	0,21	0,23	0,48	0,25	0,13	0,19
MnO	0,03	1,12	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03
CaO	1,60	2,05	2,35	2,35	2,34	2,45	2,95	2,45	1,81	2,28
MgO	1,00	0,03	1,40	1,25	1,78	1,70	1,95	1,45	1,12	1,30
Na ₂ O	2,65	2,94	3,15	2,95	3,20	3,00	3,04	3,05	3,01	2,90
K ₂ O	3,78	4,56	5,16	4,56	4,44	4,80	5,04	5,05	4,56	4,92
Volátiles	0,54	0,56	0,57	0,68	0,56	0,59	0,85	0,64	0,50	0,60
Total	99,66	99,94	100,10	100,55	99,73	99,77	100,86	99,77	99,60	99,58

<i>Parámetros de La Roche</i>										
Q	221	189	149	181	160	162	120	144	185	152
B	72	80	86	81	115	111	131	92	76	99
F	-35	-35	-35	-40	-51	-39	-44	-36	-33	-31

<i>Granito de Linares-Béjar</i>										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO ₂	68,50	70,65	70,82	69,23	69,00	70,23	70,06	68,31	69,32	68,93
Al ₂ O ₃	15,70	13,70	13,10	13,20	14,00	14,10	14,70	15,30	15,50	14,50
Fe ₂ O ₃ total	3,70	3,87	4,15	4,25	3,87	3,30	3,25	3,08	3,25	3,19
TiO ₂	0,30	0,25	0,37	0,30	0,30	0,25	0,31	0,30	0,24	0,30
P ₂ O ₅	0,18	0,13	0,20	0,18	0,18	0,18	0,26	0,31	0,17	0,23
MnO	0,04	1,30	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
CaO	1,95	2,15	2,02	2,25	2,42	2,10	1,55	1,51	1,75	1,98
MgO	1,14	0,05	1,22	1,28	1,30	0,99	1,00	0,95	1,01	1,04
Na ₂ O	3,13	2,94	2,95	3,20	2,90	2,98	2,85	3,10	3,10	3,02
K ₂ O	5,04	4,92	4,80	5,52	5,28	5,28	5,28	6,00	5,28	5,52
Volátiles	0,58	0,34	0,48	0,33	0,81	0,53	0,63	0,59	0,70	0,44
Total	100,26	100,30	100,15	99,77	100,10	99,97	99,92	99,48	100,36	99,19

<i>Parámetros de La Roche</i>										
Q	154	177	178	142	152	161	172	140	156	149
B	81	86	90	91	87	71	71	68	70	72
F	-29	-30	-29	-27	-26	-22	-8	0	-19	-17

T A B L A 2 (continuación)

<i>Granito de La Alberca-Sequeros</i>										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	72,00	74,82	74,65	72,23	76,10	76,98	70,81	73,02	69,80	72,80
Al ₂ O ₃	13,20	11,50	13,30	13,50	11,20	10,50	12,50	12,40	15,20	12,20
Fe ₂ O ₃ total	2,51	1,76	1,65	1,75	1,31	1,69	4,00	2,13	4,25	2,97
TiO ₂	0,22	0,20	0,20	0,10	0,15	0,20	0,30	0,15	0,25	0,28
P ₂ O ₅	0,20	0,15	0,27	0,25	0,18	0,13	0,26	0,18	0,25	0,18
MnO	0,03	0,03	0,02	0,03	0,16	0,41	0,04	0,02	0,03	0,03
CaO	1,18	0,61	0,35	0,44	0,36	0,83	1,39	1,20	2,30	1,36
MgO	0,83	0,41	0,19	0,39	0,03	0,02	1,22	0,50	1,09	0,76
Na ₂ O	2,90	2,75	2,86	2,31	2,00	2,50	3,13	3,02	2,95	3,03
K ₂ O	6,00	5,64	5,04	6,98	6,24	5,28	6,12	5,64	3,00	5,64
Volátiles	0,55	1,24	1,27	1,79	1,39	1,15	1,06	0,67	0,80	0,65
Total	99,62	99,11	99,80	99,77	99,12	99,69	100,83	98,93	99,92	99,90

<i>Parámetros de La Roche</i>										
Q	210	207	216	178	226	230	152	180	206	175
B	57	37	30	32	23	35	87	43	85	62
F	12	19	8	65	60	16	4	-1	-72	-4

<i>Granito de Navasfrías</i>						<i>Granito de Casillas de Flores</i>				
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO ₂	68,93	76,53	71,31	75,43	72,99	73,65	73,45	73,01	72,03	71,06
Al ₂ O ₃	14,30	9,10	12,50	12,20	13,10	12,20	12,50	13,50	12,90	13,60
Fe ₂ O ₃ total	2,80	1,95	2,90	1,06	1,50	2,25	2,80	1,75	2,80	1,88
TiO ₂	0,20	0,20	0,35	0,10	0,09	0,21	0,25	0,15	0,25	0,20
P ₂ O ₅	0,36	0,39	0,31	0,46	0,27	0,21	0,13	0,25	0,17	0,40
MnO	0,02	0,02	0,55	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
CaO	0,85	1,06	0,88	0,94	0,88	1,20	1,41	1,02	1,42	1,40
MgO	0,69	0,25	0,01	0,38	0,35	0,60	1,03	0,55	0,88	0,85
Na ₂ O	2,00	2,06	2,40	2,90	2,98	2,93	2,50	3,25	2,90	2,55
K ₂ O	6,72	6,48	6,84	5,28	6,00	5,76	5,40	6,36	5,52	6,48
Volátiles	2,73	1,36	2,40	1,09	1,00	0,76	1,01	1,09	0,98	1,75
Total	99,60	99,40	100,45	99,86	99,18	99,80	100,51	100,95	99,87	100,19

<i>Parámetros de La Roche</i>										
Q	171	215	168	206	177	183	202	159	176	164
B	56	34	57	23	30	47	65	39	61	48
F	62	50	51	1	15	5	8	12	-3	29

T A B L A 2 (continuación)

	Granito de Martinamor		
	41	42	43
SiO ₂	78,51	78,23	78,11
Al ₂ O ₃	7,76	8,40	8,40
Fe ₂ O ₃ total	1,00	1,10	0,90
TiO ₂	0,02	0,02	0,02
P ₂ O ₅	0,13	0,18	0,21
MnO	0,22	0,04	0,03
CaO	2,33	1,63	2,11
MgO	0,02	0,15	0,08
Na ₂ O	3,32	3,72	3,55
K ₂ O	6,06	5,65	4,32
Volátiles	1,06	0,84	1,14
Total	100,43	99,96	98,87
Parámetros de La Roche			
Q	190	180	207
B	19	18	14
F	-21	-29	-60

EL GRANITO DE LINARES-BEJAR.

En los diagramas (fig. 2), se aprecia claramente una evolución silicopotásica. Pero el área es lo suficientemente amplia para admitir también una tendencia transversal, silicosódica. Desde el punto de vista mineralógico, esto es coherente. Al microscopio son ocasionalmente abundantes los fenómenos de pertitización (sodificación) así como la microclinización: las plagioclasas son corroídas por feldespato potásico, paralelamente a una desestabilización de la biotita (disminución del parámetro B, tabla 3).

Considerando los dos diagramas en conjunto, es posible definir tres subgrupos en este granito, mediante los cortes indicados. Dichas áreas se disponen en sentido de evolución silicopotásica; sin embargo, según la clasificación de Streckeisen, los puntos representativos de cada subgrupo corresponden todos a adamellititas, con una débil tendencia gradual a granodiorita que, sin el empleo de un diagrama fuertemente dispersivo, no se hubiese manifestado. Estas débiles diferencias se traducen en las variaciones regulares de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas. La tendencia granodiorítica más acusada sería la del subgrupo I, caracterizada por una acumulación de minerales oscuros (valor de B) y los elementos en trazas Sn, Cu, Zn. Parece, pues, que los contenidos de biotita y estos elementos van estrechamente ligados.

El escaso número de muestras no permite grandes precisiones, pero las constituyentes de cada subgrupo tienen una localización definida en el mapa. Es decir, como hecho importante se observa el carácter zonado de este batolito (fig. 3). La parte central, que se designará en lo sucesivo como granito de Ladrada, se caracteriza por su mayor riqueza en biotita (ferromagnesianos), plagioclasa y Sn, Cu y Zn. Al microscopio, se ha podido constatar como hecho notable que parece haber una caída neta de cordierita, hecho en cierta manera lógico si se considera que es el granito más cálcico del área.

En torno a este granito de Ladrada se dispone otro, de superficie mucho mayor. Tiene más tendencia alcalina y la cordierita es ya común. Aparece en las proximidades de Béjar y corresponde, gráficamente, al subgrupo II.

Finalmente, limitándose a los bordes y quizá desapareciendo en algunos lugares, aparece otro anillo, el granito de Linares, el de tendencia más alcalina (grupo III). Se caracteriza también por los valores mínimos en Sn, Cu y Zn.

En resumen, se han puesto de manifiesto tres tipos de granito que difieren no sólo en composición mineralógica, sino también en contenido de ciertos elementos: granitos de Ladrada, Béjar y Linares. La disposición anular, por otra parte, no es un hecho nuevo en la zona Centro-Oeste de España. No es, sin embargo, objeto de este trabajo el dar una interpretación petrogenética.

EL GRANITO DE LA ALBERCA-SEQUEROS.

Su característica más acusada (fig. 4), es la dispersión. Al igual que el granito anterior, se dan las dos tendencias silicoalcalinas. Como ya fue señalado (Saavedra y García Sánchez, 1973), las cotas más elevadas están ocupadas por un granito aplítico, con andalucita, que no existe en los bordes; si se añade el paralelismo del batolito con respecto al sinclinal herciniano de Tamames, el hecho de que se encuentre en un anticlinal, etc., puede pensarse con fundamento que se trata de una diferenciación de bóveda, puesta al descubierto en fecha relativamente reciente (presencia de rañas y grandes áreas de encajante en el interior del granito en alrededores de Squeros, etc.). Por este motivo, son de esperar grandes diferencias químicas que explican esta dispersión.

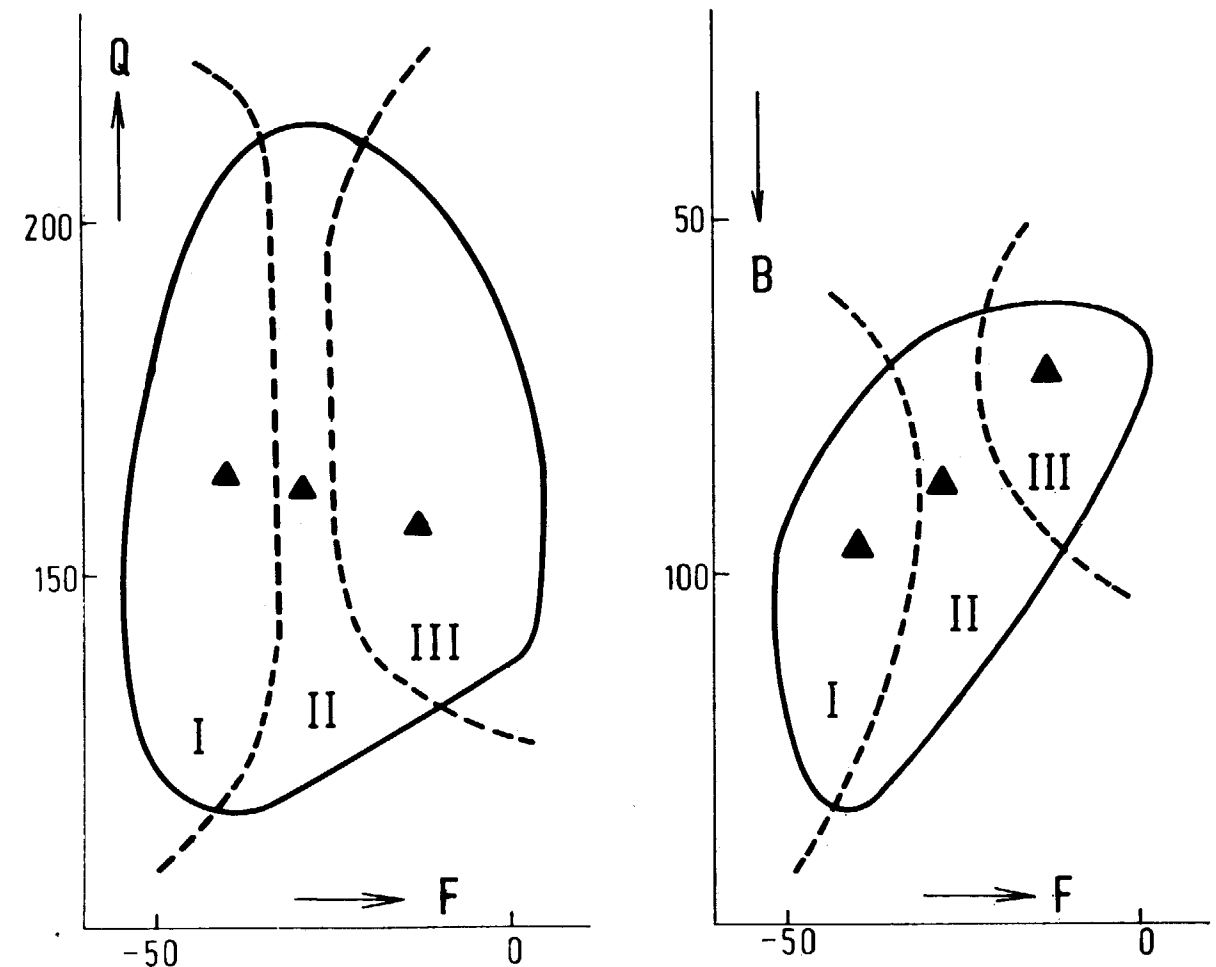


Figura 2

Representación del granito de Linares-Béjar. Dentro de una tendencia general silicopotásica, se manifiesta con menor evidencia otra, de índole silicosódica. Las líneas que cortan a la superficie general marcan la separación entre grupos de muestras correspondientes a determinadas áreas en el mapa. Se diferencian, pues, tres zonas concéntricas como mínimo, representadas en la figura 3.

Como anteriormente, puede hacerse un corte y dividir el conjunto en dos subgrupos. Uno de ellos, subgrupo I, se caracteriza por su mayor tendencia calcoalcalina; es una adamellita, a veces con cordierita e incluso andalucita, semejante, en general, al granito de Béjar, presentando también los contenidos máximos de Sn, Cu y Zn (tabla 3). El subgrupo II es mucho más alcalino; se trata de un sienogranito, de acuerdo con Streckeisen, con tendencia acusada a granito alcalino. El bajo valor de B ya

explica la desaparición de cordierita y presencia de andalucita.

Ambos subgrupos son la representación de dos áreas. El subgrupo I está formado por las muestras pertenecientes al borde del batolito, mientras que el II ocupa el centro (fig. 3).

Así, pues, se diferencian al menos dos granitos: el de Sequeros (un anillo externo) y el interior, muy diferente y bien desarrollado en los alrededores de Monforte de la Sierra.

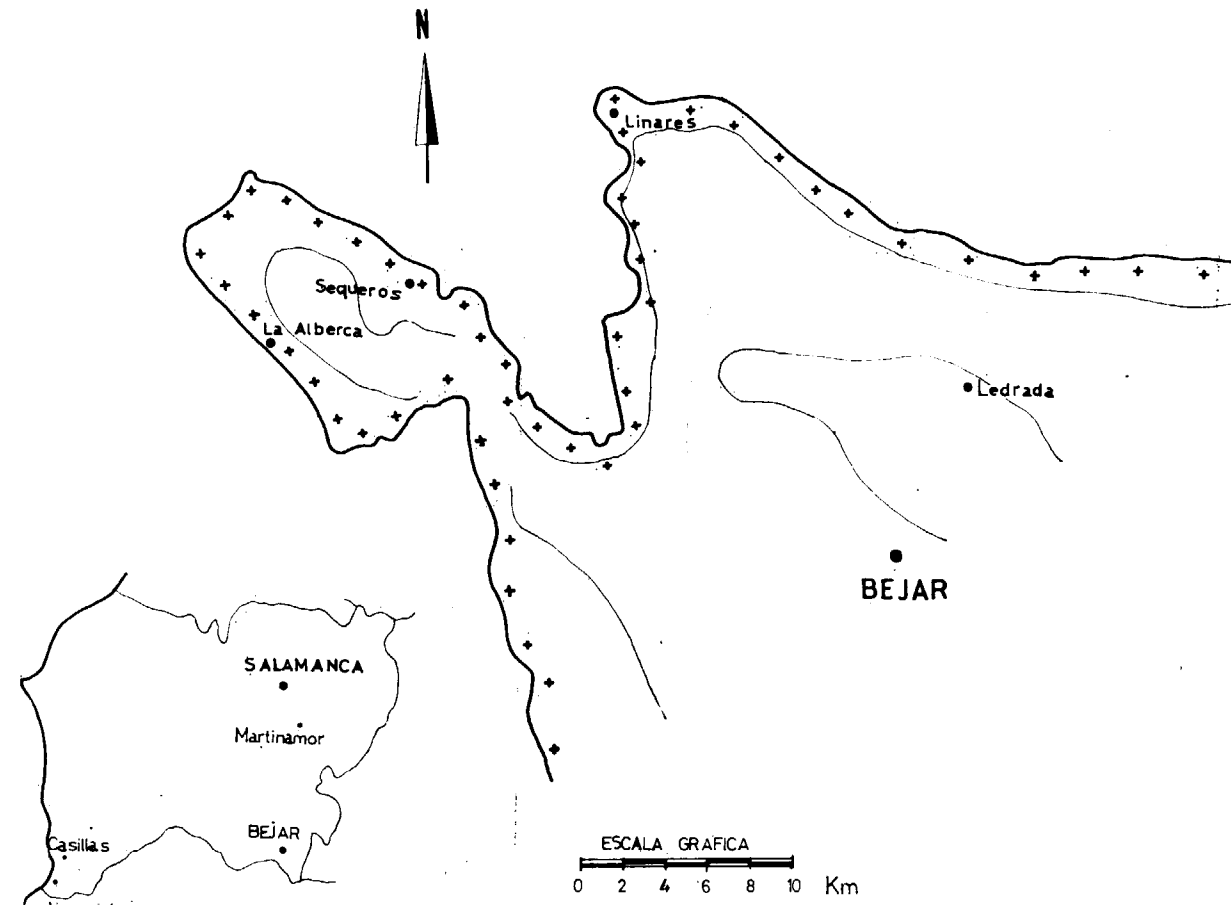


Figura 3

Esquema general de los granitos de Linares-Béjar y La Alberca-Sequeros, según el Mapa Geológico de la provincia de Salamanca a escala 1:200.000 de López de Azcona y col. (1967). Sobre él se han representado las áreas diferenciadas en los diagramas. Obsérvese el paralelismo a grosso modo entre el contacto granito-encajante y las superficies de separación de las zonas intragraníticas.

CONCLUSION.

El empleo de diagramas fuertemente dispersivos aplicados a ciertos granitos de la provincia de Salamanca, considerados hasta ahora homogéneos, ha permitido poner de manifiesto débiles diferencias,

traducibles en la cartografía, que sólo tras un largo examen petrográfico hubiese sido posible detectar.

Algunas veces, ya era visible sobre el terreno, la heterogeneidad del material; el caso más espectacular corresponde al granito de La Alberca-Sequeros. Pero otras, caso del granito de Linares-Béjar, sola-

TABLA 3

CONTENIDO MEDIO EN ELEMENTOS TRAZA EXPRESADOS EN PARTES POR MILLON, COMPOSICION MINERALOGICA (CALCULADA) MEDIA Y PARAMETROS DE LA ROCHE DE LAS MUESTRAS CORRESPONDIENTES A LOS MACIZOS GRANITICOS Y SUBGRUPOS CONSIDERADOS

	Linares de Riofrío-Béjar				La Alberca-Sequeros			Casillas de Flores N=5	Navasfrías N=5	Martínamor N=3
	I N=8	II N=7	III N=5	Total N=20	I N=4	II N=6	Total N=10			
Sn	3,3	3,1	2,3	3,0	3,0	2,7	2,9	4,1	5,2	2,4
W	9	12	8	10	7	6	6	11	7	1
Mo	1,7	1,7	1,5	1,6	1,3	1,2	1,2	0,5	2,0	0,5
Pb	6	8	8	7	9	9	9	8	9	20
Cu	16	12	11	13	14	9	11	5	8	0,8
Zn	62	55	52	57	54	39	45	52	176	332
Cuarzo	31	30	29	30	34	40	38	33	35	37
Feldespatopotásico	27	29	31	29	30	34	32	35	37	31
Albita	24	24	24	24	25	22	23	24	21	30
Anortita	12	11	9	11	8	3	5	6	5	10
Q	164	162	155	161	179	209	203	175	186	193
F	-40	-29	-13	-29	-18	30	6	10	40	-37
B	96	87	70	86	69	36	49	52	36	17

N=número de muestras.

mente después de la aplicación de los diagramas de La Roche han podido corroborarse las pequeñas diferencias mineralógicas que evidenciaban. En cualquier caso, no se han abordado aquí los procesos petrogenéticos, sino solamente los geoquímicos.

Estas diferencias no parecen en ningún caso puramente teóricas. Trabajos actualmente en período de realización por los autores denotan que, al alterarse superficialmente éstos, aparecen minerales arcillosos diferentes en cada uno de los batolitos y zonas del mismo, así como distribución desigual y peculiar de elementos en traza en cada tipo de roca y productos de meteorización correspondientes.

En resumen, son de destacar los siguientes puntos:

1) Se aprecia una tendencia silicosódica en los granitos de Martínamor y Navasfrías (parte del batolito del Jálama dentro de la provincia de Salamanca). Es justamente en estas rocas en donde se pone en evidencia una fuerte acumulación de Zn y valores mínimos de minerales ferromagnesianos.

2) El granito de Casillas de Flores se presenta menos evolucionado que el anterior, con carácter intermedio entre éste y los de Linares-Béjar y La Alberca-Sequeros.

3) Se aprecia una doble tendencia, silicosódica

y silicopotásica (con predominio de esta última) en el granito de La Alberca-Sequeros. Se pueden diferenciar al menos dos subgrupos. Uno correspondiente a la zona central (bóveda), caracterizada mineralógicamente por su carácter leucocrático, presencia de andalucita y ausencia de ferromagnesianos. Otro, periférico, con biotita y cordierita, más rico también en Sn, Cu y Zn

4) El carácter zonado del granito de Linares-Béjar se traduce por la existencia de tres subgrupos en los diagramas de La Roche, en sentido evolutivo silicopotásico. El más cálcico ocupa el centro del batolito (granito de Ledrada), caracterizado por un incremento de biotita, Sn, Cu y Zn. Los otros dos, de tendencia calcoalcalina decreciente (granitos de Béjar y Linares), se disponen regularmente alrededor. El paso correspondiente implica, sobre todo, la aparición de cordierita, a veces como mineral esencial.

AGRADECIMIENTO.

Los autores se sienten reconocidos al Dr. Ugidos Meana y al Dr. Corretgé Castañón por su ayuda en el estudio petrográfico de gran parte de las muestras utilizadas.

Distribución estratigráfica de las "Rocas Industriales" de la zona central de Asturias (Región de Oviedo-Gijón-Avilés).

Por J. A. MARTINEZ-ALVAREZ (*) y M. TORRES-ALONSO (*)

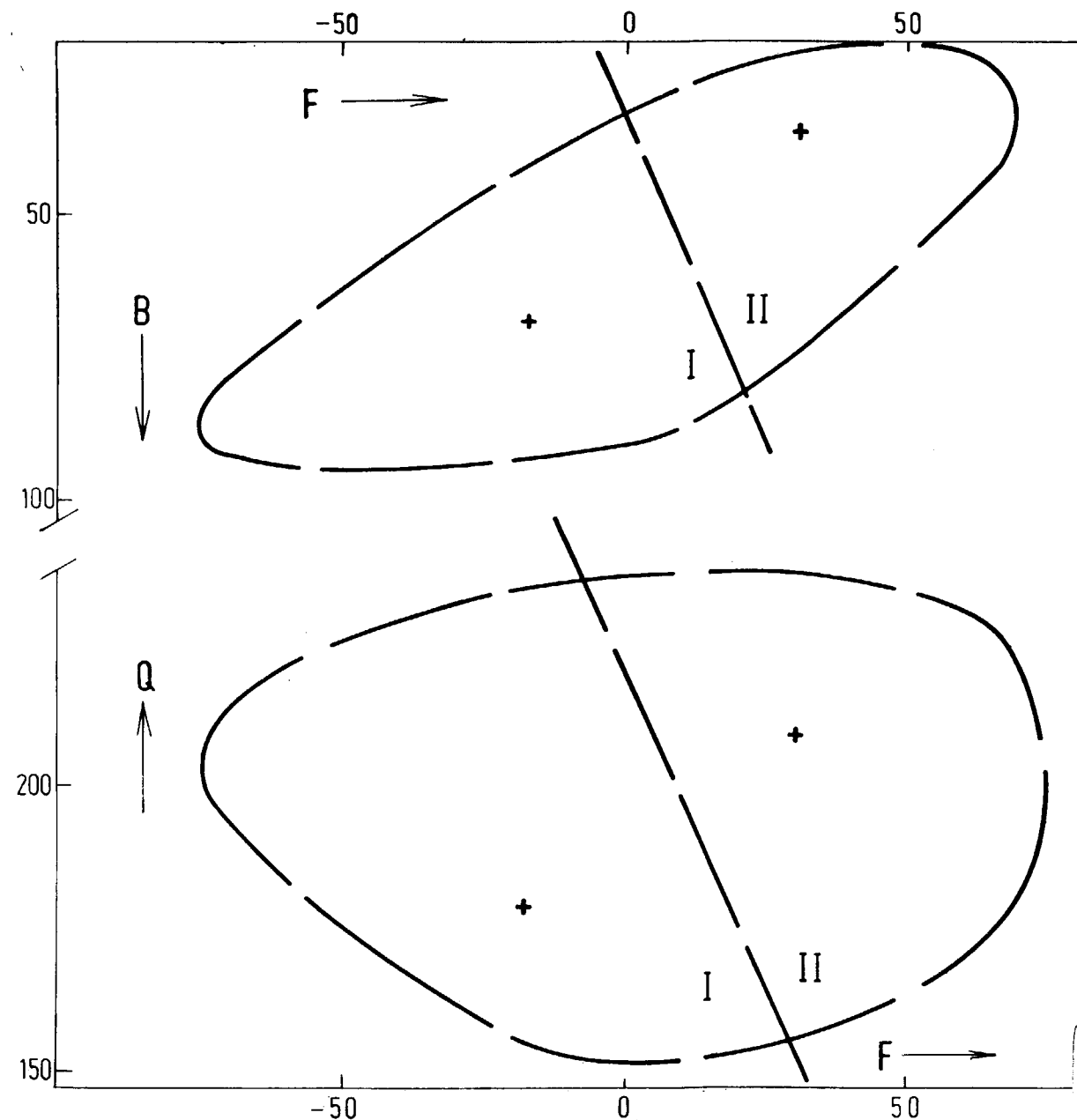


Figura 4

Tendencia evolutiva del granito de La Alberca-Sequeros. Se observa una gran dispersión, una tendencia silicopotásica y, transversalmente, otra silicosódica. La separación del área en dos partes representando cada una superficies diferentes en el terreno se traduce en el esquema de la figura 3.

BIBLIOGRAFIA

- LA ROCHE, H. DE: *Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines*. "Sci. de la Terre", t. IX, 337-371 (1964).
- SAAVEDRA, J., y GARCÍA SÁNCHEZ, A.: *Método rápido de determinación de elementos mayores, menores y trazas en rocas y suelos*. "Anal. de Edaf. y Agrob.", t. XXXI, 7-8, 649-672 (1972).
- SAAVEDRA, J., y GARCÍA SÁNCHEZ, A.: *Composición química de las biotitas de granitos de la provincia de Salamanca relacionada con las condiciones de formación*. "Studia Geologica", VI, 7-27 (1973).
- STRECKEISEN, A.: *Classification des roches éruptives*. "Geol. Rundschau, Dtsch.", 55, 478-491 (traducción B.R.G.M., núm. 4996) (1966).

Recibido: Septiembre 1973.

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan los conjuntos rocosos existentes en la zona Central de Asturias, bajo el punto de vista de su utilización. En este sentido, se definen los "niveles canterables o industrializables"; creando una nomenclatura propia de nexo geológica, en relación con su distribución estratigráfica.

Se realiza una definición particularizada de los materiales integrantes de cada uno de los niveles y subniveles diferenciados. Finalmente, se estudian individualmente las características tecnológicas y económicas de los niveles, en función de sus posibilidades de explotación y los diversos tipos de aprovechamiento.

RESUME

On analyse dans le présent travail différents ensembles rocheux existants dans la zone centrale des Asturies du point de vue de leur utilisation. Dans ce sens-la on définit les "niveaux industrialisables" en créant une nomenclature propre du caractère géologique. On met au point une définition particulière des matériaux composant chacun de ces niveaux et des subniveaux différenciés. Finalement on étudie individuellement les caractéristiques technologiques et économiques des niveaux, en fonction de leurs possibilités d'exploitation et de la diversité de leur utilisation.

1. INTRODUCCION

La zona central de Asturias —ámbito, aproximadamente delimitado por Oviedo, Avilés y Gijón y sus inmediatos alrededores— está constituido por un complejo conjunto de materiales predominantemente sedimentarios y metamórficos. Estos constituyen la base para el aprovisionamiento de sustancias rocosas de interés industrial. Abastecen las necesidades de la ingeniería civil y construcción local y algunas de ellas tienen interés comercial nacional e internacional.

En el presente trabajo tratamos de presentar (1) una visión general de nexo geológico sobre la distribución estratigráfica de las agrupaciones rocosas de interés industrial y (2) establecer una nomenclatura regional para las mismas, en la que se pueda sustentar una planificación de su explotación.

(*) Cátedra de *Geología General y Estructural* de la Escuela Técnica Superior de Minas de Oviedo y *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*.

clatura regional para las mismas, en la que se pueda sustentar una planificación de su explotación.

2. NIVELES ROCOSOS CANTERABLES O INDUSTRIALIZABLES

En los conjuntos sedimentarios o metamórficos, buena parte de los materiales rocosos, con interés industrial diverso, se localizan en zonas más o menos amplias de su secuencia estratigráfica o metamórfica.

Se distribuyen formando *niveles* de cronología diversa, coincidente o no con la general de nexo geológico - estratigráfico. Su denominador común suele ser: 1) la persistencia discreta en este espacio crono-stratigráfico, y, sobre todo, 2) su carácter de poder ser industrializable e identidad de finalidades dentro de esta utilización industrial.

Resulta obvia la deducción de que en cualquier serie sedimentaria o metamórfica se pueden dis-

tinguir un conjunto de *niveles industrializables o canterables*.

Es evidente que se precisa del conocimiento de cuáles son estos niveles y, consecuentemente, el crear una *nomenclatura* propia para los mismos, la cual debe estar en relación con la propia geológica.

3. NIVELES CANTERABLES O INDUSTRIALIZABLES DE LA ZONA CENTRAL DE ASTURIAS Y SU NOMENCLATURA

Al objeto de conseguir una sistematización y evitar confusionismos entre la columna "litoestratigráfica" y las "formaciones locales" de la región, proponemos una nomenclatura particular para los "niveles canterables o industrializables". Basada en la delimitación de grandes unidades, que reciben el nombre de *niveles canterables* (NC); seguidos de un número de orden ascendente, a medida que nos elevamos en la columna estratigráfica. Se toman como base los nombres de los niveles estratigráficos más típicos y fáciles de identificación; las zonas intermedias se denominan con el nombre de nivel típico inmediato, acompañado de prefijo "pre". Dentro de cada una de estas grandes unidades se desglosan dos o más unidades de segundo orden, mediante la utilización de letras minúsculas.

Los *niveles canterables* fundamentales de esta región son los siguientes (cuadro I):

PREASÍNTICO: NC. 1.

Comprende el conjunto de materiales datados como precámbricos y separados de la unidad paleozoica por la presencia de la denominada discordancia "asíntica".

Los sedimentos precámbricos están representados por una serie pizarro-esquistosa de carácter metamórfico, en la que se intercalan algunos elementos detríticos.

Se distinguen dos subniveles: NC. 1a, formado por pizarras metamórficas de diversas tonalidades; NC. 1b, constituido por areniscas de grano medio y de tonos oscuros (pardos y grisáceos).

PREARMORICANO: NC. 2.

Se corresponde con la totalidad de los materiales datados como cámbricos e incluye los primeros episodios del Ordovícico inferior (Tremadoc); representados por las formaciones locales de "Serie de los Cabos", "Serie de Cándana" y "Cuarcita de Cándana".

Litológicamente, se trata de una alternancia de pizarras y areniscas, con la inclusión de algunos bancos de cuarcitas y la presencia de un tramo calcáreo intermedio.

Se diferencian cuatro subniveles: NC. 2a, constituido por pizarras arcillosas compactas, de tonalidades pardas o verdosas; NC. 2b, formado por cuarcitas arenosas de tonalidad pardo-amarillenta; NC. 2c, integrado por bancos de calizas y dolomías de tonos grisáceos y rosados; NC. 2d, areniscas de grano fino a medio, de tonos pardos.

ARMORICANO: NC. 3.

Es equivalente al tramo inferior del Ordovícico, concretamente al Skiddawiense; correspondiéndose con la formación local de las "Cuarcitas armóricanas". Su composición litológica se caracteriza por su homogeneidad; dado que se trata de bancos de cuarcitas, con esporádicas intercalaciones de pizarras arcillosas (*).

Nivel formado por cuarcitas masivas, bien banqueadas, de tonalidades blanquecino-amarillentas.

PREFURADA: NC. 4.

Comprende un conjunto de materiales correspondientes al Ordovícico superior y Silúrico inferior, representados por las formaciones locales de "Pizarras de Luarca" y "Corral".

Estos sedimentos se caracterizan por la neta predominancia de los elementos pizarrosos, incluyendo algunos niveles areniscosos de escasa potencia.

Se distinguen dos subniveles: NC. 4a, constituido por pizarras arcillosas, lajosas, de color grisáceo y azulado; NC. 4b, formado por areniscas pardas de grano medio a grueso.

FURADA: NC. 5.

Se corresponde con la zona de transición entre

(*) Las pizarras arcillosas (caoliníferas) no se consideran como tal nivel, puesto que su explotación se realiza mediante labores mineras subterráneas.



SINTESIS DE NIVELES CANTERABLES DE LA ZONA CENTRAL DE ASTURIAS

por J. A. Martínez - Álvarez y
M. Torres - Alonso

NIVELES GENERALES DE CANTERAS

CRONOLOGIA	FORMACIONES LOCALES	COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA TIPO DE LA REGION	DENOMINACION			CARACTERISTICAS FISICAS GENERALES			CARACTERISTICAS ECONOMICAS		
			Nombre	Símbolos de los niveles	Símbolos de los subniveles	Potencia (media)	Lajicidad (laminación)	Tenacidad	Niveles explotados	Niveles explotables	En el límite de la explotabilidad
(4) CUATERNARIO	a) Arenas		N C. 20	c - b - a -	Variable	plástica	plástica				
	Variable										nula
(35) PLIOCENO	b) Arcillas	Fase Larámica	N C. 19	b - a -	Variable	nula	plástica				
	Variable										nula
(34) MIOCENO	c) Conglomerados	Fase Neokimmerica	N C. 18	b - a -	Variable	media	débil				
	Variable										media
(33) OLIGOCENO	d) Conglomerados	Fase Sádica	N C. 17	b - a -	60m.	débil	dura				
	Variable										60m.
(32) EOCENO	e) Arenas	Fase Neokimmerica	N C. 16	d - c - b - a -	Variable	nula	dura				
	Variable										nula
(31) PALEOCENO	f) Arcillas	Fase Neokimmerica	N C. 15	c - b - a -	Variable	plástica	plástica				
	Variable										plástica
(23) CRETACICO Superior	a) Calizas	Fase Neokimmerica	N C. 14	b - a -	70m.	débil	media				
	Variable										70m.
(232) CRETACICO Inferior	b) Conglomerados	Fase Neokimmerica	N C. 13	d - c - b - a -	Variable	plástica	plástica				
	Variable										plástica
(223) JURASICO Malm.	c) Arenas	Fase Neokimmerica	N C. 12	f - e - d - c - b - a -	Variable	nula	dura				
	Variable										nula
(222) JURASICO Dogger	d) Conglomerados	Fase Neokimmerica	N C. 11	b - a -	300m.	débil	muy dura				
	Variable										300m.
(221) JURASICO Lias	e) Arenas	Fase Neokimmerica	N C. 10	c - b - a -	20m.	fuerte	débil				
	Variable										20m.
(213) TRIASICO Keuper	f) Arcillas	Fase Neokimmerica	N C. 9	c - b - a -	180m.	pizarrosa	blanda				
	Variable										180m.
(212) TRIASICO Muschelkalk	a) Calizas	Fase Neokimmerica	N C. 8	b - a -	200m.	media	débil				
	Variable										200m.
(211) TRIASICO Buntsandstein	Serie roja de Villaviciosa	Fase Neokimmerica	N C. 7	b - a -	400m.	pizarrosa	débil				
	Variable										400m.
(16) PERMICO Inf.	Verqueres	Fase Asturica	N C. 6	d - c - b - a -	100m.	débil	dura				
	Variable										100m.
(153) PERMICO Superior	Arnao-Ferroñes	Fase Asturica	N C. 5	b - a -	200m.	pizarrosa	blanda				
	Variable										200m.
(1522) PERMICO Westfaliense	Grupo de Abloneda	Fase Asturica	N C. 4	b - a -	4m.	débil	media				
	Variable										4m.
(1521) PERMICO Namurense	Grupo de Somo	Fase Asturica	N C. 3	b - a -	Variable	fuerte	media				
	Variable										Variable
(152) PERMICO Inf.	Grupo de Lena	Fase Asturica	N C. 2	d - c - b - a -	150m.	débil	muy dura				
	Variable										150m.
(1531) PERMICO Superior	Caliza de Montaña	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	6m.	débil	media				
	Variable										6m.
(1533) PERMICO Superior	Serie de la caliza "Griotte"	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1532) PERMICO Inferior	Pizarras negras	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(151) PERMICO Inferior	Areniscas de Candás (Piñeres)	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1432) PERMICO Superior	Calizas de Candás	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1431) PERMICO Superior	Areniscas del Naranco	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1422) PERMICO Medio	Calizas de Montello	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1421) PERMICO Medio	Calizas de Arnao	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1413) PERMICO Superior	Calizas de Ferroñes	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1412) PERMICO Superior	Calizas de Nieva	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(1411) PERMICO Superior	Areniscas de Furada	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(133) PERMICO Superior	Carral	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(131) PERMICO Superior	Pizarras de Luarca	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(124) PERMICO Superior	Cuarcitas Armoricanas	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(123) PERMICO Superior	Serie de los Cabos	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(113) PERMICO Superior	Serie de Cándana	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(112) PERMICO Superior	Cuarcita de Cándana	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(111) PERMICO Superior	Pizarras de Cudillero	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable
(10) ARCAICO Precámbrico	Discordancia Asintica	Fase Asturica	N C. 1	b - a -	Variable	pizarrosa	blanda				
	Variable										Variable

Símbolos de la Columna litoestratigráfica

- Arenas
- Arcillas
- Conglomerados
- Calizas
- Dolomías
- Cuarcitas
- Rocas pizariásticas
- Calizas margosas
- Areniscas

Características físicas y económicas:

- Variable
- plástica
- nula
- fuerte
- media
- débil
- dura
- muy dura
- blanda
- suelta
- Nulo

Diagramas:

- Niveles explotados
- Niveles explotables
- En el límite de la explotabilidad

el Silúrico superior (Wenlock-Ludlow) y el Devónico inferior (Gedinniense), representada por la formación local de las "Areniscas de Furada".

Litológicamente, se trata de una alternancia de elementos areniscosos (parcialmente ferruginosos) y pizarrosos.

Se diferencian dos subniveles: NC. 5a, formado por areniscas pardas y rojizas (ferruginosas), de grano medio; NC. 5b, pizarras arcillosas de diversas tonalidades.

PRENARANCO: NC. 6.

En líneas generales, es asimilable al Devónico inferior (Gedinniense, Siegeniense, Emsiense y parte del Eiffeliense); correspondiéndose con las formaciones locales calcáreas de "Nieva", "Ferro-nes", "Arnao" y "Moniello".

Se trata de un conjunto heterogéneo, con predominancia de los elementos calizos; presencia de dolomías, calizas margosas y pizarras.

Se distinguen cuatro subniveles: NC. 6a Constituido por calizas grisáceas oscuras, bien banqueadas, con intercalaciones de pizarras de la misma tonalidad: NC. 6b, formado por calizas cristalinas (grisáceas), lumaquélicas (amarillentas), dolomías (rosadas) y pizarras (pardas y grisáceas); NC. 6c, integrado por calizas (grisáceas), calizas margosas (rojizas) y pizarras arcillosas (pardas y rojizas); NC. 6d, constituido, fundamentalmente, por calizas grisáceas bien banqueadas.

NARANCO: NC. 7.

Se corresponde con los depósitos datados como Devónico medio (Eiffeliense-Givetiense), representados por la formación local conocida con la denominación de "Areniscas del Naranco".

Litológicamente, se trata de una alternancia de elementos areniscosos (localmente ferruginosos) y pizarrosos.

Se diferencian dos subniveles: NC. 7a, formado por areniscas pardas y rojizas (ferruginosas), de grano medio; NC. 7b, constituido por pizarras arcillosas de tonos pardos.

PREPIÑERES: NC. 8.

Se localiza en la zona de transición entre el Devónico medio (Givetiense) y el superior (Frasnien-

se); correspondiéndose con la formación local de "Calizas de Candás".

Estos sedimentos se caracterizan por la marcada predominancia de los elementos calizos, incluyendo algunos niveles pizarrosos de irregular distribución y escasa potencia.

Se distinguen dos subniveles: NC. 8a, constituido por bancos de calizas coralinas grisáceas; NC. 8b, integrado por pizarras arcillosas, generalmente grisáceas.

PIÑERES: NC. 9.

Comprende los últimos elementos del Devónico superior (Fameniense) y los sedimentos basales del Carbonífero inferior (Tournaisiense); existiendo una estrecha correspondencia con las formaciones locales de "Areniscas de Candás" y "Pizarras Negras", respectivamente.

Constituye una unidad heterogénea, en la que se integran elementos areniscosos, cuarcitosos, pizarrosos y localmente, niveles calcáreos, de escasa potencia.

Se diferencian tres subniveles fundamentales: NC. 9a, formado por pizarras arcillosas pardas; NC. 9b, integrado en la parte basal por areniscas de grano medio, pardas y rojizas (ferruginosas) y en el tramo superior, por cuarcicias arenosas masivas de tonalidades amarillentas; NC. 9c, constituido por pizarras negras hojosas, localmente, calizas cristalinas blanquecinas.

GRIOTTE: NC. 10.

En líneas generales, presenta una estrecha relación con el Carbonífero inferior, concretamente, con el Viseense; coincidente a su vez, con la formación local de la "Serie de la caliza Griotte".

Se trata de una unidad constituida—fundamentalmente—por una serie de episodios calcáreos y pizarrosos; caracterizados por la tonalidad rojiza que presenta el conjunto.

Nivel constituido por calizas rojizas muy tableadas y pizarras de análoga tonalidad.

CALIZA DE MONTAÑA: NC. 11.

De forma aproximada, este nivel se corresponde con los depósitos del Carbonífero medio, concre-

tamente con el Namuriense, existiendo una total identidad con la formación local de la "Caliza de Montaña".

Está constituido por un nivel masivo de caliza; dentro del cual existen zonas dolomitizadas de morfología irregular.

Se distinguen dos subniveles: NC. 11a, formado por las calizas grisáceas masivas; NC. 11b, constituido por los núcleos dolomitizados pardo-amarillentos.

HULLERO: NC. 12.

Incluye una amplia gama de materiales, correspondientes al Carbonífero medio (Westfaliense) y superior (Estefaniense), así como, el probable Pérmico. Correspondiéndose con las siguientes formaciones locales (en sentido ascendente): "Grupo de Lena", "Grupo de Sama", "Grupo de Ablanado", "Arnao-Ferroñes" y "Vergueres".

Litológicamente, se trata de un nivel constituido por una gran variedad de elementos que, generalmente, se agrupan formando secuencias de carácter alternante. Los elementos que alcanzan mayor difusión son las pizarras, areniscas, bancos de pudingos y capas de calizas.

Se diferencian seis subniveles: NC. 12a, constituido por pizarras arcillosas, generalmente lajas, de tonos pardos y grisáceos; NC. 12b, formado por calizas grisáceas masivas, conocidas bajo la acepción de "Caliza masiva"; NC. 12c, integrado por areniscas pardas de grano medio a grueso; NC. 12d, formado por calizas gris-azuladas; NC. 12e, constituido por conglomerados cuarcíticos cementados, localmente de naturaleza calcárea; NC. 12f, areniscas de grano grueso y medio, de tonalidad pardo-amarillenta.

PRELÍAS: NC. 13.

Comprende los sedimentos del Mesozoico inferior; concretamente los correspondientes al conjunto del Triásico; equivalente a la formación de "Serie roja de Villaviciosa".

Dentro de la unidad, cabe destacar la presencia de una cierta variedad de elementos litológicos, tales como el nivel basal de carácter conglomerático, la existencia de niveles de rocas piroclásticas interstratificadas y la presencia de una potente serie pizarroarcillosa, con intercalaciones de niveles areniscosos.

Se distinguen cuatro subniveles: NC. 13a, formado por un conglomerado calizo grisáceo, cuyo cemento es igualmente calcáreo; NC. 13b, constituido por rocas piroclásticas de tonos oscuros, generalmente muy alteradas; NC. 13c, integrado por areniscas pardas y rojizas, de grano medio y generalmente muy tableadas; NC. 13d, formado por pizarras arcillosas de tonos rojizos, zonalmente margosas o arenosas.

LÍAS: NC. 14.

En el mismo se agrupan los materiales del Jurásico inferior (Lías); correspondiéndose con los términos basales de la formación local conocida con el nombre de "Serie de Gijón".

Se trata de un nivel en el que predominan los elementos calcáreos, en forma de calizas dolomíticas y dolomías; en el tramo superior existen importantes intercalaciones de arcillas y margas.

Se diferencian dos subniveles: NC. 14a, formado por calizas grisáceas y dolomías amarillentas, en ambos casos muy tableadas; NC. 14b, constituido por bancos potentes de calizas grisáceas, arcillas y margas de tonos abigarrados.

PRECRETÁCICO: NC. 15.

Asimilable al Jurásico medio (Dogger) y superior (Malm) y representado por los términos superiores de la "Serie de Gijón".

Litológicamente, cabe destacar el carácter detrítico del nivel; integrado por una formación basal conglomerática, a la que se le superponen unos tramos areno-arcillosos y por último, una alternancia de bancos de areniscas y horizontes arcillo-margosos.

Se distinguen tres subniveles: NC. 15a, constituido por conglomerados cuarcíticos de matriz arenosa, parcialmente cementados; localmente, arenas limosas amarillentas y arcillas abigarradas; NC. 15b, formado por areniscas amarillentas, de grano medio a grueso y en bancos potentes; NC. 15c, integrado por arcillas y margas de tonos rojizos, fundamentalmente.

CRETÁCICO DETRÍTICO: NC. 16.

Se corresponde con las series basales, eminentemente detríticas, del Cretácico; existiendo una estrecha correlación con la denominada "Facies Wealdense".

Dada la composición de este nivel (conglomerados, arenas, intercalaciones de niveles de arcillas y hiladas de calizas aisladas), es de resaltar el predominio de los niveles detríticos existentes que sirven para personalizar dicho nivel.

Se distinguen cuatro subniveles: NC. 16a, formado por conglomerados cuarcíticos de cemento arenoso; NC. 16b, constituido por arenas cuarzosas, algo micáceas; de tonos amarillentos y blanquecinos; NC. 16c, integrado por arcillas plásticas de tonos abigarrados; NC. 16d, bancos de calizas arenosas pardo-amarillentas.

CRETÁCICO CALCÁREO: NC. 17.

Incluye los sedimentos correspondientes al Cretácico medio y parte del superior formando una unidad, que localmente recibe la denominación de "Calizas amarillas de Oviedo".

Unidad en la que el elemento litológico predominante son las calizas y las calizas arenosas; si bien, existe una serie de intercalaciones de escasa potencia de pizarras, arcillas y arenas.

Nivel constituido por calizas cristalinas y arenosas, de tonos pardo-amarillentos, bien banqueadas.

TERCIARIO CALCÁREO: NC. 18.

Comprende los sedimentos basales del conjunto de los materiales atribuibles al terciario y datados como Eoceno. Dentro de la nomenclatura de formaciones locales, se corresponde con los términos más inferiores de la denominada "Serie de Oviedo".

Su composición litológica está personalizada por la preponderancia de los elementos calcáreos, en forma de niveles de calizas margosas; existen un número variable de intercalaciones margosas y arcillosas e importantes cambios laterales de facies.

Nivel formado por calizas margosas, de tonalidad blanquecina y rosada.

TERCIARIO DETRÍTICO: NC. 19.

Abarca el resto de los materiales terciarios, correspondiéndose con los términos superiores de la denominada "Serie de Oviedo" y datados como Eoceno superior y Oligoceno.

La composición litológica de este tramo comprende niveles arcillo-margosas, arenas limosas y conglomerados calcáreos de distribución irregular.

Se distinguen dos subniveles: NC. 19a, formado por los niveles de arcillas y margas, de tonos abigarrados; NC. 19b, constituido por arenas limosas, de tonos rosados y amarillentos.

CUATERNARIO: NC. 20.

Unidad integrada por el conjunto de materiales recientes, datados como cuaternarios en general. Agrupando, en razón de su génesis, por depósitos fluviales, costeros, coluvionares y eluviales.

Litológicamente, existe una preponderancia de los elementos detríticos de naturaleza cuarcítica, como son las gravas y arenas; acompañados de contenidos muy variables de las fracciones arcillosas y limosas. Existe una marcada irregularidad en la distribución de estos materiales, dentro de estos sedimentos cuaternarios.

Se distinguen tres subniveles fundamentales: NC. 20a, formado por gravas, localmente mezcladas con un cierto contenido de fracción arenosa; NC. 20b, agrupa los depósitos esencialmente arenosos, de diversa granulometría y origen; NC. 20c, constituido por depósitos arcillosos irregulares de génesis diversas.

4. CARACTERISTICAS ECONOMICAS Y TECNOLOGICAS DE LOS DIVERSOS NIVELES

El conjunto de niveles canterables, enumerados detalladamente en el apartado anterior, no presentan el mismo interés en cuanto a posibilidades de explotación. El desglose de la columna litoestratigráfica regional en los 20 NC. enunciados es teórico. Su explotación está estrechamente condicionada por diversas características económicas y tecnológicas.

Como factores fundamentales determinantes del interés de cada nivel canterable, tenemos los siguientes: a) *calidad* del material, precisada por una serie de análisis y ensayos geotécnicos; b) *reservas* y facilidad de explotación; c) *demanda*, que cada día se hace más selectiva en función de unas necesidades más específicas y concretas; d) *situación geográfica* con sus fuertes implicaciones económicas.

Todo este conjunto de factores fundamentales, así como otros de menor transcendencia, hacen que de los primitivos 20 NC. enunciados, en la prác-

tica, se vean sensiblemente reducidos en número los niveles canterables que presentan un verdadero interés desde el doble punto de vista tecnológico-económico.

En síntesis, las características tecnológico-económicas fundamentales de los diversos "niveles" son las siguientes (cuadro II):

PREASÍNTICO: NC. 1.

NC. 1a. Subnivel exento de explotaciones de carácter regular, tanto actualmente como en otros tiempos. Se trata de un material que se encuentra en el límite de la explotabilidad.

Sus aprovechamientos son prácticamente nulos, habiendo sido utilizados esporádicamente en la construcción rural.

NC. 1b. Materiales objeto de explotaciones circunstanciales en tiempos pasados, pero actualmente carentes de actividad. Subnivel con posibilidades mínimas de explotabilidad dada su escasa potencia.

Sus posibles aprovechamientos industriales quedan circunscritos a su utilización como áridos machacados de dureza media de baja calidad, en razón de su elevado índice de desgaste y baja resistencia.

PREARMORICANO: NC. 2.

NC. 2a. Subnivel con antecedentes de explotación en otros tiempos y prácticamente nulo en la actualidad.

La razón de su explotación radica en el carácter compacto de estos niveles pizarrosos, lo que permitía la extracción de pequeños bloques de fácil talla, aprovechados para edificaciones rústicas.

Sus posibilidades de explotación futura son mínimas o nulas, dada la deficiente calidad de estos materiales.

NC. 2b. Materiales que han sido objeto de explotación en tiempos pasados y cuya actividad se mantiene hasta la actualidad, con un carácter intermitente y circunstancial.

El aprovechamiento de este subnivel viene dado por la dureza y compacidad de estos materiales cuarcíticos, que los convierte en materia idónea para la elaboración de áridos machacados de gran dureza.

Sus posibilidades de cara al futuro son reduci-

das; su calidad se mantiene dentro de términos medios, debido a su baja adhesividad y elevado índice de desgaste. Como contrapunto, su radicación en áreas geográficas exentas de materiales de elevada calidad, lo convierte en nivel preferente de explotación en estos dominios.

Los bancos cuarcíticos de mayor potencia pueden servir también como fuente de aprovisionamiento de bloques para escolleras y pedraplenes.

NC. 2c. La explotación de los materiales calcáreos y dolomíticos que constituyen este subnivel ha alcanzado una cierta importancia en el pasado; actualmente, es prácticamente nula en este área.

El carácter calcáreo de estos materiales ha sido la cualidad que ha determinado su explotación para la elaboración de áridos machacados de dureza media.

Sus posibilidades futuras vienen condicionados por dos factores fundamentales; su calidad (seudoesparitas dolomíticas), se trata de un material frágil y quebradizo, con un elevado índice de desgaste, que lo convierte en un material de mediana calidad; y su posición geográfica, ubicado en una zona carente de otros recursos calcáreos. Esta superposición de circunstancias hacen que este subnivel cuente con unas ciertas posibilidades de explotación de cara al futuro, bajo un régimen de carácter circunstancial.

Dado el carácter tableado que a veces presenta y la tonalidad rojiza de que algunos bancos, cabe su aprovechamiento como piedra de ornamentación y mampostería.

NC. 2d. Subnivel que ha tenido y tiene una explotación restringida e intermitente. El carácter cuarcítico de estos materiales, así como su dureza y compacidad, los convierte en idóneos como fuentes de aprovechamiento de áridos de gran dureza, previo tratamiento de machaqueo.

Sus posibilidades futuras son reducidas en razón de su calidad media, derivada de su baja adhesividad y elevado desgaste; pero favorecidas por su distribución geográfica, dado que se insertan en zonas de escasas disponibilidades.

ARMORICANO: NC. 3.

Estos materiales cuarcíticos tienen una antigua tradición en su explotación, que se continúa hasta la actualidad y siendo previsible un incremento con vistas al futuro.

N I V E L E S C A N T E R A B L E S

A P R O V E C H A M I E N T O S

D E F I N I C I O N D E L O S N I V E L E S

A P R O V E C H A M I E N T O S								D E F I N I C I O N D E L O S N I V E L E S	
Aridos finos naturales	Aridos medios naturales	Aridos gruesos naturales	Aridos machacados de dureza media	Aridos machacados de gran dureza	Industrias de cal y cemento	Revestimiento Mampostería	Industrias cerámicas	Fines especiales	Características generales
									- NC. 20c: Depósitos arcillosos irregulares de diferentes orígenes. - NC. 20b: Arenas, de diversa granulometría y origen. - NC. 20a: Gravas y zahorras naturales; localmente, mezcladas con arenas.
									- NC. 19b: Arenas limosas, de tonos rosados y amarillentos. - NC. 19a: Arcillas y margas, de tonos abigarrados.
									- NC. 18: Calizas margosas blanquecinas. Intercalaciones de margas y arcillas abigarradas.
									- NC. 17: Calizas y calizas arenosas, pardo-amarillentas.
									- NC. 16d: Capas de caliza arenosa pardo-amarillenta. - NC. 16c: Niveles lenticulares de arcillas plásticas abigarradas. - NC. 16b: Arenas cuarzosas, de tonos amarillentos y blanquecinos. - NC. 16a: Conglomerado cuarcítico, de cemento arenoso.
									- NC. 15c: Arcillas y margas, de tonos rojizos. - NC. 15b: Areniscas amarillentas. - NC. 15a: Conglomerados cuarcíticos semiconsolidados, de matriz arenosa.
									- NC. 14b: Calizas grisáceas, con intercalaciones de arcillas y margas abigarradas. - NC. 14a: Calizas y dolomías, grisáceas y amarillentas.
									- NC. 13d: Pizarras arcillosas rojizas, con niveles margosos. - NC. 13c: Areniscas pardas y rojizas de grano medio. - NC. 13b: Rocas piroclásticas interstratificadas de tonos oscuros, generalmente muy alteradas. - NC. 13a: Conglomerado calizo grisáceo, de cemento calcáreo.
									- NC. 12f: Arenisca de grano grueso esencialmente, de tonalidad pardo-amarillenta. - NC. 12e: Conglomerado cuarcítico consolidado, de cemento arenoso y calcáreo. - NC. 12d: Niveles de caliza grisácea compacta. - NC. 12c: Areniscas pardas, de grano medio a grueso. - NC. 12b: Caliza grisácea compacta. - NC. 12a: Pizarras arcillosas, de tonos pardos y grisáceos.
									- NC. 11b: Dolomías pardo-amarillentas. - NC. 11a: Caliza grisácea masiva.
									- NC. 10: Alternancia de calizas y pizarras, de tonalidades rosadas a rojizas.
									- NC. 9c: Pizarras negras y bancos de calizas blanquecinas. - NC. 9b: Areniscas pardas y rojizas. En la parte alta, nivel de cuarcitas masivas blanquecino-amarillentas. - NC. 9a: Pizarras arcillosas pardas.
									- NC. 8b: Pizarras arcillosas, de tonos abigarrados. - NC. 8a: Calizas grisáceas, con lechos pizarrosos intercalados.
									- NC. 7b: Pizarras arcillosas, de tonos pardos. - NC. 7a: Areniscas pardas y rojizas, de grano medio.
									- NC. 6d: Calizas grisáceas, con intercalaciones pizarrosas esporádicas. - NC. 6c: Calizas y calizas margosas, de tonos rojizos y grisáceos. Intercalaciones de pizarras. - NC. 6b: Calizas cristalinas, lumaquéllicas y dolomías. Intercalaciones irregulares de pizarras. - NC. 6a: Calizas grisáceas oscuras, con intercalaciones irregulares de pizarras, de igual tonalidad.
									- NC. 5b: Pizarras arcillosas, de tonalidades abigarradas. - NC. 5a: Areniscas pardas y rojizas, de grano medio.
									- NC. 4b: Areniscas pardas, de grano medio a grueso. - NC. 4a: Pizarras arcillosas, de tonalidades oscuras, preferentemente, azuladas.
									- NC. 3: Cuarcitas masivas, blanquecino-amarillentas, con intercalaciones pizarrosas.
									- NC. 2d: Areniscas de grano fino a medio, de tonos pardos. - NC. 2c: Calizas y dolomías, de tonos grises y rosados. - NC. 2b: Cuarcitas arenosas, de tonalidad pardo-amarillenta. - NC. 2a: Pizarras arcillosas, de tonos pardos y verdosos.
									- NC. 1b: Areniscas oscuras, de grano medio - NC. 1a: Pizarras metamórficas, de diversas tonalidades.

El carácter masivo, cuarcítico y dotado de gran dureza, convierte a este nivel en el idóneo como fuente de áridos machacados de gran dureza.

Las posibilidades futuras de explotación son muy importantes, avaladas por una calidad muy constante, con unos valores discretos de adhesividad y bajo índice de desgaste e indudablemente favorecida por sus diversas situaciones geográficas en contacto directo con la red viaria fundamental.

Además de los aprovechamientos mencionados, cabe destacar su utilización como bloques para escolleras y grandes pedraplenes; y sobre todo, su explotación en zonas privilegiadas—de acentuada alteración—como fuente de material arenoso de grano fino y gran pureza, para su utilización en la industria del vidrio y otras, de gran incidencia en el mercado nacional y notables posibilidades en el internacional.

PREFURADA: NC. 4.

NC. 4a. Los elementos pizarrosos que integran este subnivel son objeto de explotación como "piedra de techar", tanto en los momentos presentes, como en tiempos pasados.

Con vistas a un futuro inmediato, la explotabilidad de este material presenta unas posibilidades óptimas, dada la fuerte demanda nacional e internacional de este material para la construcción de tejados con fines estéticos y ornamentales.

NC. 4b. Su explotación en los momentos presentes es prácticamente nula; si bien en épocas pasadas ha sido objeto de explotaciones circunstanciales y restringidas.

En razón de la mediana calidad que presentan estos bancos de areniscas, por su presumible acentuado coeficiente de desgaste y la limitación derivada de la reducida potencia de estos niveles, los convierten en unidades encuadrables en el límite de explotabilidad con un futuro muy problemático.

FURADA: NC. 5.

NC. 5a. Los materiales areniscosos que constituyen esta unidad, son y han sido objeto de explotaciones circunstanciales y restringidas con vistas a aprovechamientos de ámbito local.

El aprovechamiento de las capas de areniscas permite la obtención de áridos machacados de dureza media; sobre todo cuando se trata de los bancos

exentos de sustancias ferruginosas, dado que la presencia del hierro (en forma de cemento) reduce sensiblemente la tenacidad y cohesión de la roca, aumentando el índice de desgaste de la misma.

Sus posibilidades de explotación con vistas al futuro es previsible que se mantenga dentro de términos reducidos y con un marcado carácter circunstancial. Localmente, cabe la extracción de bloques que pudieran utilizarse en la creación de pedraplenes y escolleras.

NC. 5b. Su explotación carece de antecedentes, al igual que ocurre en la actualidad; dado que se trata de pizarras con una lajosidad muy acentuada y baja tenacidad.

PRENARANCO: NC. 6.

NC. 6a. Los elementos calizos que se integran en este nivel cuenta con una antigua tradición en su explotación, hecho que tiene plena vigencia en la actualidad y que es previsible su mantenimiento con vistas al futuro.

Dentro de esta unidad calcárea existe una gran variedad de tipos, como son las micritas, oomicritas, biomicritas, doloesparitas, etc., lo que se traduce en una gama de aprovechamientos idóneos; concretamente, como fuente de áridos machacados de dureza media (micritas) que tienen un índice de desgaste bajo, como materia prima para industrias de cal y cemento, y los horizontes tableados para su utilización en revestimiento y mampostería.

En función de su calidad y de la posición geográfica privilegiada que ocupan algunos afloramientos, el futuro de las explotaciones radicadas en este subnivel es bastante interesante; si bien, requerirá un análisis metódico a fin de explotar los distintos horizontes en consonancia con los más adecuados aprovechamientos mencionados.

NC. 6b. Los horizontes calcáreos y dolomíticos que componen este subnivel han sido objeto de una explotación restringida y deseminada, que se mantienen en la actualidad con carácter intermitente en la mayoría de los casos.

Se trata de un subnivel de composición muy variable, representado fundamentalmente por bioesparitas, biomicroruditas, bioesparuditas y dolomias, por lo que lo hace parcialmente idóneo para su aprovechamiento como áridos machacados de dureza media (con un índice de desgaste bastante elevado), como materia prima en industrias de cal y

cemento, así como piedra de ornamentación y mampostería.

Dada la aceptable calidad de estos materiales calcáreos y su conexión directa —en muchos casos— con la red viaria fundamental, dentro de un entorno geográfico de acusada demanda, es previsible que su explotación se mantenga dentro de unos índices bastante constantes.

NC. 6c. El hecho de que los materiales propiamente calcáreos representen una fracción reducida dentro del conjunto de este subnivel, y sobre todo, el carácter alternante que predomina en la unidad, determinan que tanto en tiempos pasados como en la propia actualidad su explotación se haga en términos reducidos y en muchos casos, con carácter circunstancial.

Los elementos calizos están formados por los siguientes tipos fundamentales, biomicroruditas, biomicrocritas dolomíticas, biosparitas y oosparitas; adecuados —en principio— para su utilización como áridos machacados de dureza media (con un índice de desgaste elevado) y para industrias de cal y cemento.

Las posibilidades futuras de explotación de este subnivel quedan vinculadas por su reducida calidad y sobre todo, por su carácter alternante, que impide la creación de grandes explotaciones competitivas; siendo previsible que se mantenga su reducida explotación y el carácter circunstancial de las mismas.

NC. 6d. Dada la notable concentración de materiales calcáreos de elevada calidad que se concentran en este subnivel, su explotación alcanza cotas muy importantes; con una gran densidad de puntos de extracción, que en gran número de casos, mantienen una antigua tradición.

Su elevada calidad, que presenta una gran uniformidad desde el muro al techo de la misma, viene determinada por la predominancia de los elementos micríticos en su composición; los tipos de calizas más representativos son los dismicritas, micritas, biomicrocritas y pelmicritas. Se trata de materiales aptos para su aprovechamiento como áridos machacados de dureza media, con reducido coeficiente de desgaste y como materias primas para las industrias de cal y cemento.

Las posibilidades de explotabilidad futura pueden calificarse como óptimas, avaladas por su calidad y la constancia de la misma; así como, por su posición geográfica privilegiada en muchos casos.

Como otras aplicaciones previsibles de este subnivel, cabe reseñar su adecuada utilización para la creación de bloques para pedraplenes y escolleras, dada la potencia que presentan los bancos de caliza en algunos tramos.

NARANCO: NC. 7.

NC. 7a. Subnivel con antecedentes de explotaciones, pero que en la actualidad es prácticamente nulo.

El aprovechamiento de las capas de areniscas puede servir para la obtención de áridos machacados de dureza media; máxime, en el caso de los bancos pobres en contenido de hierro (en forma de matriz), puesto que la presencia de sustancias ferruginosas reduce sensiblemente la tenacidad y cohesión de la roca, aumentando —paralelamente— el índice de desgaste de la misma. Otro posible aprovechamiento de estos materiales puede ser su utilización en obras de mampostería, dado el carácter tableado que presenta en algunos tramos.

En el futuro de la explotación de este subnivel es reducido y creemos no pasará de tener un carácter circunstancial. Tales previsiones están basadas en su deficiente calidad y posición estratigráfica-geográfica, puesto que los niveles inmediatos pueden proporcionar materias primas de mejor calidad para los aprovechamientos mencionados.

Circunstancialmente, los bancos masivos de este subnivel pueden servir como fuente de abastecimiento de bloques para pedraplenes y escolleras.

NC. 7b. Materiales carentes de explotaciones definidas, tanto en la actualidad como en tiempos pasados.

La práctica nulidad de aprovechamientos viene dado por su débil tenacidad y acusada pizarrosidad.

PREPIÑERES: NC. 8.

NC. 8a. Los elementos calizos que forman este subnivel han sido objeto de un cierto número de explotaciones en tiempos pasados y cuya actividad se mantiene hasta nuestros días, acompañada por un incremento en el número de las mismas, con un régimen continuado y permanente de explotación.

Los materiales calcáreos presentan una cierta variedad de tipos de calizas, los más frecuentes son las biomicrocritas, las biomicroruditas y las intrabio-

pelmicritas; tales tipos se pueden considerar como adecuados para su uso como áridos machacados de dureza media (con un índice de desgaste variable, según el tipo de que se trate) y como fuente de abastecimiento de materias primas para las industrias de cal y cemento.

Sus posibilidades de explotación con vistas al futuro son buenas, en función de su calidad y la posición geográfica de algunos de sus afloramientos (margen oriental de la zona), por su proximidad con áreas prácticamente carentes de recursos calcáreos.

Como aprovechamientos secundarios de éste subnivel, cabe citar su utilización en obras de revestimiento y mampostería (bancos tableados) y para pedraplenes y escolleras (bancos de gran potencia).

NC. 8b. Materiales pizarrosos, formando episodios de escasa potencia, de débil tenacidad y acusada pizarrosidad. Se desconocen explotaciones, tanto actuales como en tiempos pasados; sus posibilidades con vistas al futuro son prácticamente nulas.

PIÑERES: NC. 9.

NC. 9a. Subnivel carente de antecedentes en su explotación, tanto en la propia actualidad como en tiempos pasados.

Se trata de episodios pizarrosos de baja tenacidad y pizarrosidad muy acusada.

NC. 9b. Materiales areniscosos y cuarcíticos que han sido objeto de una explotación restringida y circunstancial en tiempos pasados; pero que en la actualidad ha sufrido un notable incremento de explotación de los niveles cuarcíticos, bajo un régimen de extracción constante y continuado.

Los materiales cuarcíticos (arenosos) presentan una dualidad como fuentes de aprovisionamiento, las áreas masivas inalteradas para la creación de áridos machacados de gran dureza, y las zonas alteradas (arenosas), como yacimiento de arenas silíceas de gran pureza para usos industriales (vidrio).

Los elementos areniscosos, de explotación mucho más restringida, puede tener aplicación (los tramos tableados) para su utilización en mampostería.

Las posibilidades de explotación con vistas al futuro se centran sobre los niveles cuarcíticos —concretamente las zonas alteradas— que aún cuando no sea previsible un gran número de explotaciones, presentan el máximo interés con vis-

tas a abastecer la demanda del mercado nacional e internacional.

Como aplicaciones previsibles secundarias de estos materiales, tenemos su utilización como bloques para pedraplenes y escolleras (cuarcitas masivas) y como materiales para subbase y fines filtrantes (zonas semialteradas y alteradas).

NC. 9c. Subnivel constituido por pizarras carentes de explotaciones, tanto actualmente como en tiempos pasados.

Existen, en algunas zonas, niveles de calizas blancuecinas de escaso interés, dada su reducida potencia.

GRIOTTE: NC. 10.

Nivel con una antigua tradición de explotación, que se conserva y mantiene hasta la propia actualidad con carácter regular y continuado.

Centrado en la explotación de las intercalaciones calcáreas existentes (micritas fosilíferas), que dado su marcado carácter tableado son ampliamente utilizados como materiales de revestimiento y mampostería.

Sus posibilidades de explotación con vistas al futuro son óptimas, únicamente limitadas por los pequeños volúmenes suministrados por cada punto de explotación, dada la escasa potencia que presenta el conjunto de este nivel.

CALIZA DE MONTAÑA. NC. 11.

NC. 11a. Se trata del subnivel con mayor número de explotaciones existentes y cuya actividad se remonta de forma continuada y progresiva a lo largo de los tiempos pasados.

Los materiales calcáreos que constituyen este subnivel, se caracterizan por la pequeña dispersión de tipos de calizas que entran en su composición; los tipos fundamentales son las micritas y biomicrocritas, así como una pequeña fracción de seudoosparitas. Tal composición —fundamentalmente micrítica— lo convierte en el nivel calcáreo más idóneo como fuente de áridos machacados de dureza media, con un bajo coeficiente de desgaste; así como, materia prima para las industrias de cal y cemento, su utilización en revestimiento y mampostería (niveles tableados basales) y para la obtención de grandes bloques para pedraplenes y escolleras.

Es, sin duda, el nivel calcáreo con mayores posibilidades con vistas al futuro, pues a su elevada y constante calidad, se le ha de añadir sus ilimitadas reservas y la posibilidad de creación de grandes centros de explotación.

NC. 11b. Los núcleos dolomíticos existentes dentro de la unidad de la "Caliza de Montaña" han sido objeto de explotación en tiempos pasados y se continúa en la propia actualidad; si bien, de forma restringida y con un carácter circunstancial, en gran parte de los casos.

El material explotado es del tipo de doloesparitas y sus aprovechamientos más habituales son como fuente de áridos machacados de dureza media, de mediana calidad, dado el elevado coeficiente de desgaste que presentan y como materia prima de consumo en ciertos procesos industriales.

Sus perspectivas de explotación futura, creemos, que están vinculadas a la demanda de origen industrial y permitirá mantener o aumentar ligeramente sus actuales volúmenes de explotación; decreciendo notablemente su consumo como áridos machacados, dada su mediana calidad para estos fines.

HULLERO. NC. 12.

NC. 12a. Materiales que han sido objeto de explotaciones restringidas y circunstanciales en otros tiempos, y que en la actualidad es prácticamente nula su explotación. Su aprovechamiento fundamental y prácticamente único, ha sido su utilización en construcciones rústicas.

NC. 12b. Subnivel homogéneo calcáreo (caliza masiva) que ha sido, y es, objeto de una amplia explotación; si bien, en esta zona central de Asturias no tiene una amplia representación.

Constituido por calizas de tipo micrítico en general, que las convierte en materiales aptos para su aprovechamiento como fuente de áridos machacados de dureza media, con un bajo coeficiente de desgaste y como materia prima en las industrias de cal y cemento.

Las posibilidades de explotación futura de este subnivel son muy interesantes, avaladas por su calidad, homogeneidad, constancia y privilegiada posición geográfica en muchos casos.

Este subnivel, dado el carácter masivo del mismo, puede ser utilizado para la extracción de bloques de consumo en escolleras y pedraplenes.

NC. 12c. Materiales areniscosos que han sido explotados en otros tiempos, generalmente con carácter circunstancial. Actualmente, el grado de explotabilidad de estos materiales es prácticamente nulo.

Se trata de bancos de areniscas de alta tenacidad, que los convierte en materiales aptos para la elaboración de áridos machacados de gran dureza, si bien, su coeficiente de desgaste es muy elevado; asimismo, en el caso de bancos de gran potencia, puede convertirse en fuente de bloques para pedraplenes y escolleras.

Las posibilidades de explotación futura de este subnivel son reducidas y ligadas a un carácter circunstancial, pues a las facetas ya señaladas, se ha de añadir las dificultades derivadas del carácter alternante que presenta este subnivel con el 12a.

NC. 12d. Subnivel integrado por bancos aislados de calizas de escasa potencia, explotados en tiempos pasados y que en la actualidad sólo son objeto de aprovechamiento circunstancial para fines muy concretos.

El material calcáreo es susceptible de aprovechamiento para la elaboración de áridos machacados de dureza media, cuyo coeficiente de desgaste se mantiene entre valores bajos y medios.

Las posibilidades futuras de explotación de este subnivel son restringidas, en razón de la escasa potencia que tienen estos niveles; si bien, pueden ser excelentes fuentes de abastecimiento circunstancial para cubrir necesidades locales.

NC. 12e. La explotación de los conglomerados cuarcíticos (localmente calcáreos) que constituyen este subnivel, ha tenido una cierta importancia en épocas pasadas, pero en la actualidad su grado de explotabilidad es nulo o muy circunstancial.

Los elementos gruesos del conglomerado (cantos rodados de cuarcita) son muy utilizados como áridos naturales gruesos, medios (por cuarteamiento natural de los elementos gruesos) y machacados de gran dureza; asimismo, previa disgregación, pueden servir como fuente de materiales para subbase y con fines drenantes.

El futuro de explotación de este subnivel está determinado por dos circunstancias negativas; su elevado grado de cimentación y la proximidad con otra serie de fuentes de materiales de mayor calidad.

NC. 12f. Subnivel constituido por bancos de areniscas que han tenido una explotación esporá-

dica en tiempos pasados, pero que en la actualidad su actividad es nula.

Estos materiales areniscosos son susceptibles de aprovechamiento para la elaboración de áridos machacados de dureza media; así como para la consecución de bloques para pedraplenes y escolleras.

Su futuro es reducido, dada su convergencia geográfica con otras fuentes de materiales de mayor calidad y amplia gama de aprovechamientos.

PRELIAS: NC. 13.

NC. 13a. Subnivel constituido homogéneamente por un conglomerado calizo de tipo brechoide, en el que se desconoce todo tipo de actividad explotadora, tanto actual como en otros tiempos.

Se presupone, dada su composición y estructura, que puede servir como fuente de áridos machacados de dureza media (con un índice de desgaste muy voluble).

Sus posibilidades de cara al futuro son reducidas, dada la dificultad que en muchas zonas representaría la puesta en explotación, debido a factores geográficos y topográficos.

NC. 13b. Materiales de los que se desconoce actividades de explotación. Por tratarse de rocas afectadas por fenómenos de alteración en procesos muy avanzados, su posible interés de explotación se centraría en los depósitos areno-arcillosos que se crean superficialmente.

NC. 13c. Nivel del que se tienen escasos datos de explotaciones circunstanciales existentes en tiempos pasados y que se hacen nulas en los momentos actuales.

Las areniscas cuarcíticas integradas en este subnivel, pueden ser utilizadas para la creación de áridos machacados de dureza media (elevado índice de desgaste).

Las posibilidades de explotación futura son críticas, colocándolo en el límite de la explotabilidad, por la dificultad que presenta la creación de frentes homogéneos y su escasa calidad.

NC. 13d. Materiales arcillosos que se han venido explotando y que en la actualidad tiene una considerable expansión.

Las arcillas son utilizadas ampliamente, dada su cierta plasticidad, (CL, según Casagrande), para cubrir total o parcialmente el consumo de las industrias cerámicas locales (productos de uso industrial).

El futuro de estas explotaciones es previsible que aumente o bien se mantenga, no ya tanto por la propia calidad del material, como por la práctica carencia de otras disponibilidades.

Como otras posibles aplicaciones de este material, cabe citar su utilización en general, como elemento de impermeabilización y en particular, para obras de sellado, construcción de núcleos impermeables en presas de tierra, etc.

LÍAS: NC. 14.

NC. 14a. Subnivel que tiene una antigua tradición local de explotación, que se mantiene en la propia actualidad.

El carácter dolomítico, calcáreo-dolomítico y estructura tableada, son los condicionantes que determinan una amplia gama de aprovechamientos; entre los que cabe citar, áridos machacados de dureza media (de baja calidad, por su reducida tenacidad y alto coeficiente de desgaste), para usos industriales y como piedra de revestimiento y mampostería.

Con vistas al futuro, este subnivel está llamado a tener un amplio consumo, en razón de sus cualidades y sobre todo, porque la zona costera es deficitaria en materiales calcáreos de superior calidad.

NC. 14b. Los elementos calcáreos, englobados en este subnivel, han sido objeto de explotación en otros tiempos y dicha actividad se mantiene—en términos discretos—hasta la propia actualidad.

Las perspectivas futuras de este subnivel son reducidas, dada la baja calidad de los áridos machacados resultantes y el estancamiento o posible reducción del consumo de piedra para revestimiento o mampostería.

PRECRETÁCICO: NC. 15.

NC. 15a. Subnivel sometido a explotación en tiempos pasados y que en la actualidad ha tomado un incremento notabilísimo, tanto en cuanto a puntos de explotación se refiere, como a volúmenes extraídos; con un carácter permanente y expansivo.

El conglomerado cuarcítico de matriz arenosa, con un grado de cimentación bajo (aunque variable), se convierte en una excelente fuente natural de áridos gruesos, medios y finos, tras una simple operación de tamizado; así como de áridos machacados de gran dureza, dado que los cantos roda-

dos que la integran son fundamentalmente de areniscas cuarcíticas y con un índice de desgaste de tipo medio. Sin duda, el aprovechamiento que mayor volumen consume es su actual utilización masiva como materiales naturales para subbases, con fines drenantes, presas de tierra, etc.

Sus posibilidades con vistas al futuro son óptimas; hecho que viene constatado por sus múltiples aprovechamientos en razón de su calidad, su facilidad de explotación, su amplia difusión geográfica y su proximidad inmediata a los grandes núcleos de consumo.

NC. 15b. Los elementos areniscosos que constituyen este subnivel han sido explotados desde tiempos pasados hasta la propia actualidad, con carácter continuado en líneas generales. Actualmente, se observa una recesión, que afecta, tanto al número de explotaciones como a los volúmenes extraídos.

El aprovechamiento fundamental de estas areniscas es su utilización como piedra de revestimiento y ornamentación, dada la relativa facilidad que presenta el tallado de las mismas.

Las posibilidades futuras de explotación de este subnivel son reducidas, dada la disminución continuada que se observa en la utilización de materiales naturales tallados de esta naturaleza en la construcción.

Otras previsibles aplicaciones de estos materiales, son su utilización como fuente de áridos machacados de dureza media (con un elevado índice de desgaste) y la extracción de bloques para pedraplenes y escolleras.

NC. 15c. Subnivel fundamentalmente arcilloso que se explota con carácter continuado desde tiempos anteriores hasta la propia actualidad.

Se trata de materiales arcillosos dotados de cierta plasticidad (CL, según Casagrande), que los convierte de aptos para el consumo de industrias cerámicas de baja calidad.

Su futuro de explotación es presumible que se mantenga en términos reducidos, pero constantes; dada la escasez de materiales de superior calidad para estos fines.

CRETÁCICO DETRÍTICO: NC. 16.

NC. 16a. Los conglomerados que constituyen este subnivel tienen una antigua tradición en su explotación, con un carácter más o menos continuado, que alcanza la propia actualidad; acusan-

do su explotación un notable incremento en estos últimos años.

El conglomerado está constituido por cantos rodados de cuarcita (areniscas cuarcitosas, areniscas y cuarcitas) unidos por una matriz arenosa y generalmente con un bajo grado de cementación. Tales características de composición y estructura lo convierten en material idóneo como fuente natural de áridos finos, medios y gruesos, previa separación por tamizado; para áridos machacados de gran dureza y como materiales drenantes.

Este subnivel presenta unas perspectivas óptimas; en razón de sus variados aprovechamientos, fácil explotación y la amplia difusión que presentan sus afloramientos.

NC. 16b. Subnivel que ha tenido una amplia explotación en tiempos pasados y cuya actividad se mantiene hasta nuestros días con un carácter continuado.

Las arenas cuarzosas micáceas (moscovita) son materiales que se aprovechan —fundamentalmente— como áridos finos naturales y para fines filtrantes.

Sus posibilidades de explotación futura son muy favorables, dadas las circunstancias de su comprobada calidad, su repartición geográfica y su proximidad inmediata con algunos de los grandes núcleos de consumo.

NC. 16c. Materiales esencialmente arcillosos, que han sido objeto de una explotación en tiempos anteriores, alcanzando los momentos actuales, dentro de un régimen continuado y regular explotación.

Se trata de arcillas dotadas de una plasticidad media (CL, según Casagrande), que las convierte en un material apto para su utilización, como materia prima en industrias cerámicas de baja o media calidad.

El futuro de la explotación de este nivel, en relación con los aprovechamientos mencionados, es de esperar que, como mínimo, se mantenga en los niveles actuales o, en todo caso, se amplíe su extracción.

Como otras aplicaciones previsibles de este material, cabe destacar su empleo para toda clase de impermeabilizaciones, sellado, etc.

NC. 16d. Nivel constituido por hiladas de calizas que se han explotado circunstancialmente en otros tiempos y que es prácticamente nulo en el presente.

Consiste en bancos aislados —de escasa potencia— de calizas (biomicritas y biopelmicritas) y calizas arenosas, que pueden ser parcialmente aprovechables como áridos machacados de dureza media.

Este nivel se le puede considerar en el límite de explotabilidad, dada la escasa potencia que presentan estos bancos calcáreos.

CRETÁCICO CALCÁREO: NC. 17.

Materiales que han sido explotados y utilizados con bastante profusión como elementos de revestimiento y ornamentación; en la actualidad, su explotación es prácticamente nula.

Se trata de calizas (bioesparitas, esparitas, pelmicritas) y calizas arenosas bien blanqueadas, que pueden ser susceptibles de aprovechamiento como piedra de revestimiento, mampostería y para áridos machacados de dureza media (calizas y cristalinas), las arenosas tienen un índice de desgaste muy elevado).

Las posibilidades de explotación futura son restringidas, pues el elevado índice de desgaste de las calizas arenosas ha de añadirse su elevado grado de alterabilidad con el tiempo, en su empleo como elementos de revestimiento y ornamentación.

TERCIARIO CALCÁREO: NC. 18.

Subnivel que ha sido objeto de explotación intermitente en épocas pasadas y cuya actividad es prácticamente nula en los momentos presentes.

Estos niveles calcáreos se caracterizan por un fuerte y rápido cambio de facies, tanto lateral como vertical; pues de los niveles típicamente calcáreos (intrapelcritas, biopelmicritas, micritas y dismicritas) se pasa rápidamente a calizas margosas o margas. Estas circunstancias colocan a este nivel en el límite de su explotabilidad.

Su futura explotabilidad es muy dubitativa, dada la dificultad constatada de encontrar un frente de explotación homogéneo.

TERCIARIO DETRÍTICO: NC. 19.

NC. 19a. Compuestos por arcillas y margas que han sido objeto de explotación en tiempos pasados y cuya actividad se mantiene hasta la propia actualidad, con carácter regular y continuado.

Concretamente, los niveles arcillosos que poseen un cierto grado de plasticidad (CL, según Casagrande) son explotados como materia prima de consumo en industrias de cerámicas, propias de productos de baja calidad.

Sus posibilidades de explotación futura es previsible que se mantengan dentro de la tónica actual.

NC. 19b. Materiales arenosos y areno-limosos que en otros tiempos han sido objeto de pequeñas explotaciones de carácter circunstancial.

Se trata de arenas finas, generalmente mezcladas con un cierto contenido de fracción limosa. Puede ser objeto de aprovechamiento como fuente de áridos finos, previo tamizado del contenido en finos.

Sus posibilidades de explotación futura son muy reducidas y ligadas a un carácter circunstancial, pues a su deficiente calidad se une su general ligazón geográfica con los niveles detríticos cretácicos de mejor calidad.

CUATERNARIO: NC. 20.

NC. 20a. Depósitos esencialmente cuarcíticos, constituidos por gravas, con un cierto contenido arenoso, como tónica general, cuya explotación se remonta a tiempos pasados y alcanza la actualidad, siempre dentro del marco de un aprovechamiento circunstancial e intermitente.

Puesto que se trata de materiales cuarcíticos, de gran dureza y fácil extracción, son materiales susceptibles de explotación como fuente de aprovisionamiento de áridos gruesos naturales, áridos machacados de gran dureza, como materiales aptos para subbases y con fines filtrantes.

Las posibilidades de explotación futura son interesantes, con un importante condicionamiento de carácter geográfico y siguiendo el actual carácter circunstancial de las explotaciones.

NC. 20b. Depósitos, fundamentalmente, de naturaleza cuarcítica, de origen coluvionar, fluvial o costero; su explotación, tanto actual como en tiempos anteriores, presenta una distribución anárquica e intermitente.

Se trata de materiales generalmente aprovechables como áridos finos naturales, como materiales filtrantes, y, en casos excepcionales, dada su dureza, para fines industriales (vidrio).

Las posibilidades de futuras explotaciones son

interesantes, con el fuerte condicionante de los limitados e irregulares volúmenes puntuales existentes, salvo en el caso de los depósitos costeros.

NC. 20c. Depósitos arcillosos, de origen diverso, que ha sido objeto de explotaciones muy concretas y cuya actividad alcanza la actualidad.

Las explotaciones actuales se centran en los depósitos arcillosos o arcillo-limosos de media a baja plasticidad (CL-ML y CI, según Casagrande), que recubren parcialmente las formaciones calcáreas secundarias en la zona costera. Son materiales que se explotan como materia prima para industrias cerámicas de baja calidad.

Sus posibilidades de explotación futura son restringidas pues a su extensión reducida ha de añadirse la heterogeneidad de su configuración.

5. CONCLUSIONES

5.1. El estudio realizado permitió la definición precisa de los *niveles* de interés industrial presentes en la serie estratigráfica de la Zona Central de Asturias (Hojas topográficas 13, 14, 15, 28, 29, 30, 52, 53, 54), dominio geográfico de Avilés, Grado, Oviedo, Gijón y sus alrededores) (ver figura adjunta).

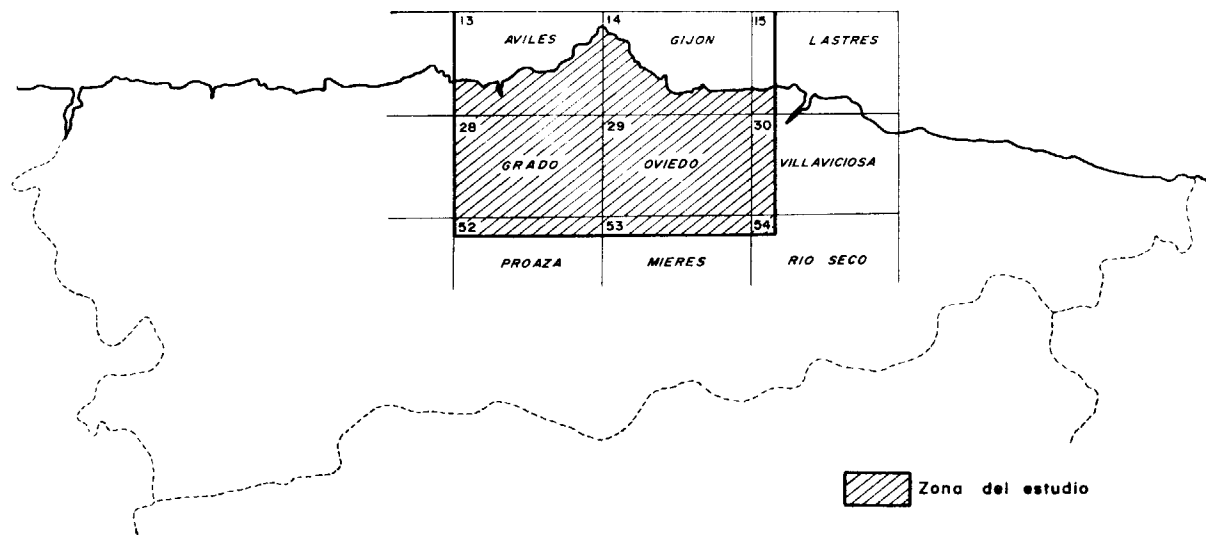
5.2. El total de los *niveles canterables* (NC.) diferenciados es de 20. Estos se han desglosado en otros de rango inferior, al objeto de conseguir una más precisa caracterización de los mismos; totalizando 51 unidades diferentes.

5.3. Los niveles más importantes son: NC. 3. *Armoricano*; NC. 6. *Prenaranco*; NC. 10. *Griotte*; NC. 11. *Calizada Montaña*; NC. 15. *Precretácico*, y NC. 16. *Cretácico detrítico*.

5.4. Como niveles importantes con vistas a la exportación nacional o internacional, cabe señalar NC. 3. *Armonicano* y el CN. 9. *Piñeres*, fuentes de materiales arenosos de gran pureza para el consumo industrial.

5.5. Las grandes partidas de aprovechamiento son: a) *Aridos* en general, b) *Industrias de cal y cemento*, c) *Revestimiento y mampostería*, d) *Industrias cerámicas* y e) *Fines especiales*. Sus necesidades actuales y futuras están aseguradas, dadas las notables reservas existentes de los materiales de uso más habitual.

5.6. El dominio geográfico estudiado es calificable como *autosuficiente*, en cuanto a sus propias necesidades de rocas industriales de uso habitual. Precisa de: a) una total reordenación y planificación de los aprovechamientos existentes, b) asimismo, es imprescindible una planificación de su futuro.



BIBLIOGRAFIA SUCINTA

- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A., y TORRES-ALONSO: *Rasgos geológicos y geotécnicos de la zona urbana de Oviedo*. "Doc. Inves. Geol. y Geot.", núm. 8 D. Oviedo (1968).
- TORRES-ALONSO, M.: *Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias*. "Tesis doctoral", 9 vol. (inédito). Oviedo (1971).
- TORRES-ALONSO, M.: *Resumen del "Estudio geotécnico general de la zona central de Asturias"*. "Bol. Inst. Geol. Min. Esp.", t. 83-6, págs. 631-636, 2 figs. Madrid (1972).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A.; TORRES-ALONSO, M., y GUTIÉRREZ-CLAVEROL, M.: *Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja de Grado (28-12-04)*. Memoria, mapa geológico y documentación complementaria (tomo 4 de la documentación complementaria: Canteras) "Inst. Geol. Min. Esp." (en curso de publicación).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa de rocas industriales de España a escala 1:500.000*. Madrid (1973).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000. Hoja 2 (3-1) Avilés*. Madrid (1972).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000. Hoja 3 (4-1) Oviedo*. Madrid (1972).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja 3 (4-1) Oviedo*. Madrid (1972).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja 2 (3-1) Avilés*. Madrid (1972).
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja 10 (4-2) Mieres*. Madrid (1972) Etsimo. Oviedo.
- "Inst. Geol. Min. Esp.": *Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja 9 (3-2) Cangas del Narcea*. Madrid (1972) Etsimo. Oviedo.

Recibido: Diciembre 1973.

ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Consideraciones sobre unas rocas diabásicas del SE de la provincia de Badajoz(*)

Por V. SANCHEZ CELA (**) y S. ORDOÑEZ DELGADO (**)

RESUMEN

Las rocas diabásicas localizadas en el SE de la provincia de Badajoz se atribuyen a procesos de granitización en rocas de naturaleza calco-dolomítica del Devónico en ambientes metamórficos bajos.

ABSTRACT

The diabasic rocks of the SE Badajoz (Spain) are interpreted as the result granitization process on Denonian calc-dolomitic rocks in low degree metamorphic environments.

I. INTRODUCCIÓN.

La región investigada está situada al SE de la provincia de Badajoz, abarcando también algo de la de Córdoba. Aunque principalmente se localiza en la hoja 1:50.000 núm. 856 (Maguilla) abarca también las núm. 831 (Zalamea de la Serena); núm. 832 (Monterrubio de la Serena); núm. 855 (Usagre) y núm. 857 (Valsequillo) (fig. 1).

Los principales motivos de estudio surgieron a causa de las siguientes observaciones:

- 1) En toda esta zona las rocas diabásicas están asociadas a materiales del Paleozoico medio-superior representados en este área por algunos pisos del Carbonífero y sobre todo del Devónico.
- 2) En el campo estas rocas presentan caracteres texturales - mineralógicos muy variables a escalas muy reducidas (métricas-decimétricas).
- 3) Intima relación de las rocas diabásicas con materiales de litología determinada, y
- 4) El estudio petrográfico de gran parte de estas rocas indica que es muy difícil encuadrar estas rocas dentro de algunos de los grupos petrológicos co-

nocidos, atribuidos hasta hoy para aquellas rocas de de la zona y otras análogas de áreas vecinas.

Estas rocas han sido citadas y estudiadas por diversos autores, principalmente en áreas próximas, y aunque atribuyen un origen común difieren en cuanto a la edad.

Hernández-Pacheco y Roso de Luna (1956) citan meláfidos de edad Carbonífera y diabasas del Paleozoico inferior en la hoja núm. 877 (Llerena). Maass, R. (1961), en el área de Monterrubio, cita diabasas dentro del Paleozoico inferior.

Febrel, T. (1963) clasifica parte de estas rocas como lavas básicas de carácter espilitico, en el Carbonífero inferior, y otras como diabasas albiticas, y rocas plutónicas básicas emplazadas en el Carbonífero superior.

Delgado Quesada (1971) en la zona de Azuaga las clasifica como materiales volcánicos en forma de diques y sills básicos de composición dolerítica localizadas dentro de la serie precámbrica.

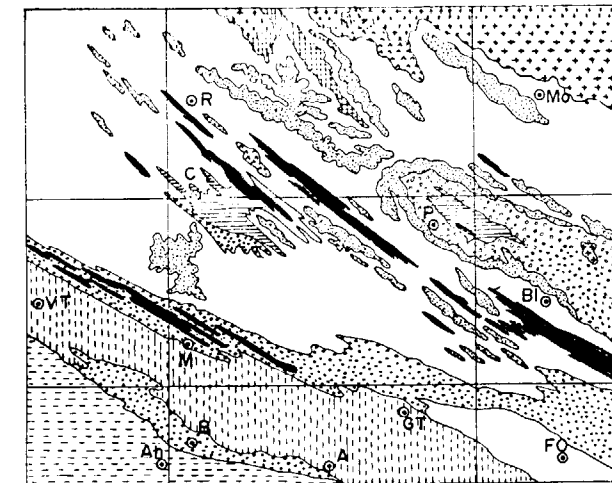
II. ESTRATIGRAFÍA.

Las rocas diabásicas dentro de la zona están íntimamente relacionadas con sedimentos carbonáticos atribuidos al Devónico.

Estos materiales corresponden a calizas y dolomías margosas diferencialmente metamorfizadas.

La edad del emplazamiento de estas rocas debemos de situarlo en cambio dentro del Carbonífero inferior, pues afecta a los conglomerados atribuidos a esta edad.

No sólo en la zona de nuestro estudio existe una



□ Cuarcitas	ORDOV-DEVON	■ Rocas diabásicas
▨ Esquistos, gneises	SILUR-DEVON	▤ Granodioritas-gabros
▩ Esquistos, calcoesquist.	DEVON. INF.	▥ Adamellitas
▧ Pizarras, cuarcitas, areniscas, calizas.	DEVONICO	▦ Granitoides-porfíroides
▨ Conglom., pizarras, areniscas, calizas.	CARBONIF.	A- Azuaga
▩ Conglomerados, areniscas	CARBONIF.	Ah- Ahillones
▧ Pizarras	PALEOZ. INDET.	B- Berlanga
		Bl- Blazquez
		C- Campillo de L.
		FO- Fuente Obejuna
		GT- Granja de T.
		M- Maguilla
		Mo- Monterrubio
		P- Peraleda de Z.
		R- Refamal
		V- Valsequillo
		VT- Valencia Torres
		Z- Zalamea Sª

Figura 1

Esquema litológico-estratigráfico de la zona estudiada.

relación de estas rocas diabásicas con ciertos niveles estratigráficos, si no que en muchas áreas limítrofes se comprueba esta relación; como sucede al SE de Hornachos, S de Zalamea, SW de Monterrubio, N de Usagre, SE de Azuaga, etc., en donde son atribuidas a diversas edades.

En todas estas zonas es indudable la íntima relación de los sedimentos carbonáticos del Devónico con las rocas diabásicas. Lo que no es tan fácil comprobar es la edad del proceso, por la falta en muchos de los lugares citados de materiales posteriores al Devónico.

Los sedimentos carbonáticos asociados a las rocas diabásicas, generalmente con fauna bien conservada, han sido clasificados como eifelienses-coblecienses por T. Febrel (1963).

Esta íntima relación de las rocas diabásicas con

los sedimentos carbonáticos del Devónico es tan acusada que nosotros en principio y en áreas próximas habíamos asignado edad devónica a los sedimentos asociados, más tarde se ha corroborado esta relación con datos faunísticos.

Por desgracia no siempre es posible encontrar fauna característica en los materiales asociados, bien por la no existencia, o a causa de presentarse en facies metamorfizadas, como ocurre en la zona de Azuaga, en donde actualmente se plantean problemas estratigráficos importantes, motivados por la diversa interpretación de la situación estratigráfica de los materiales existentes.

Un dato muy importante que queremos hacer observar y que ya T. Febrel (1963) apuntó en la zona de Valsequillo, es que los materiales devónicos en la zona investigada y en áreas próximas se presentan con facies muy diversas, desde materiales sedimentarios muy poco esquistosados hasta otros de características metamórficas bien definidas. Esta variación en las facies petrográficas suele presentarse a veces a pequeña escala como ocurre en las



Figura 2

Diabasa típica de la zona de Valsequillo. NC×40.

proximidades de Campillo de Llerena, SW de Hornachos, río Zújar, etc., en donde hemos tenido la suerte de encontrar en las facies metamórficas (calcoesquistos) restos bien clasificables de fauna devónica asociados casi siempre a rocas diabásicas, a las que se les habían atribuido edades que oscilaban entre el Precámbrico y el Carbonífero.

III. PETROGRAFÍA.

Sería casi imposible establecer una denominación petrográfica adecuada para cada uno de los tipos de

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Departamento de Petrología. Universidad Complutense. Madrid.

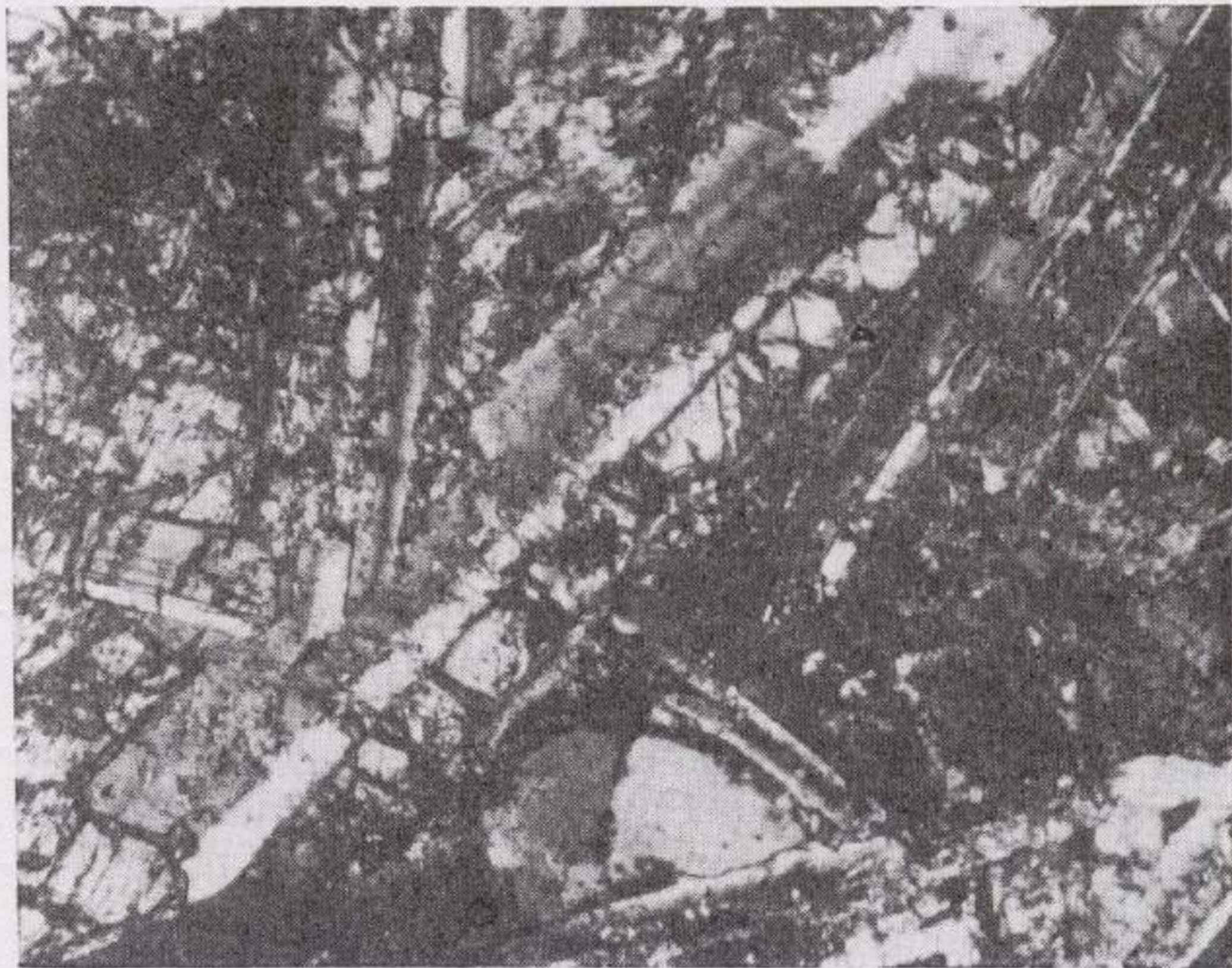


Figura 2

Diabasa típica de la zona de Valsequillo. NC \times 40.

rocas debido a la gran variedad textural-mineralógica, no sólo a escala regional si no a escala métrica, en los tipos diabásicos, por lo que hemos preferido emplear la palabra protodiabasa para todos aquellos

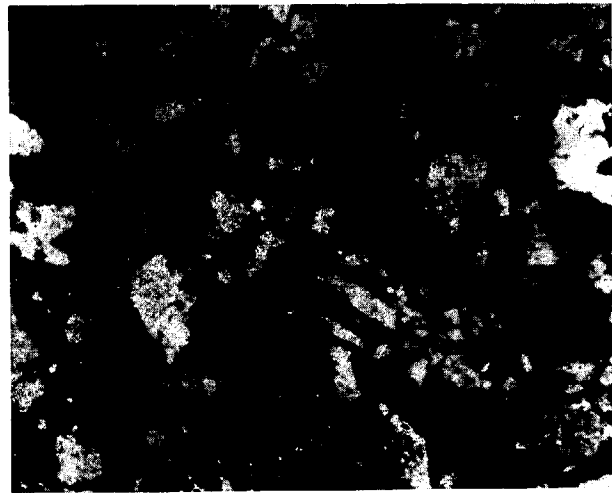


Figura 3
Porfiroide diabásico de Maguilla. NC×40.

tipos de rocas relacionadas íntimamente con las diabasas, pero que ya textural o mineralógicamente difieren de estas rocas.

Íntimamente asociadas a las rocas diabásicas aparecen rocas de naturaleza más ácida encontrándose muchas veces una secuencia entre diabasas y rocas granitoideas (figs. 2, 3 y 4).

A grandes rasgos se pueden establecer tres familias de rocas de "aspecto-ígneo" en la región investigada.

- 1) Rocas ácidas (pórfidos y porfiroides graníticos).
- 2) Rocas intermedias (pórfidos y porfiroides cuarzo-diabásicos).
- 3) Rocas básicas (protodiabasas y diabasas).

También debemos citar, por las consideraciones petrogenéticas, los materiales regionales asociados a estas rocas, que son:

R. Sedimentarias	R. Metamórficas	R. "Ígneas"
Pizarras	Esquistos	Pórfidos y porfiroides
Margas	Calcoesquistos . .	Pórfidos cuarzo-diabásicos
Dolomías . . .	Mármoles	Diabasas-Protodiabasas

Debido a que la mayor parte de estas rocas están bastante bien definidas petrográficamente y a que en cambio no ocurre lo mismo con las protodiabasas

hemos creído conveniente dedicarles más atención a estas rocas por su interés petrogenético.

III.1. Protodiabasas.

En este "cajón de sastre" incluimos a toda una serie de rocas de naturaleza fundamentalmente básica pero que en su composición mineralógica y sobre todo en sus texturas son muy variadas. El único factor común, el más importante desde el punto de vista petrológico, es que toda esta serie de rocas tienen un origen común con las rocas claramente clasificadas como diabasas.

III.2. Nomenclatura y definición de los principales tipos de las protodiabasas.

Facies "metamórficas"	}	Pizarras y esquistos calco-cloríticos
		Esquistos, Gneises y Porfiroides diabásicos
Facies "volcánicas"	}	Pórfidos diabásicos
		Microdiabasas
		Tipos espilíticos Diabasas albiticas
Facies mixtas	}	Brechas calco-diabasas
		Diabasas calcáreas

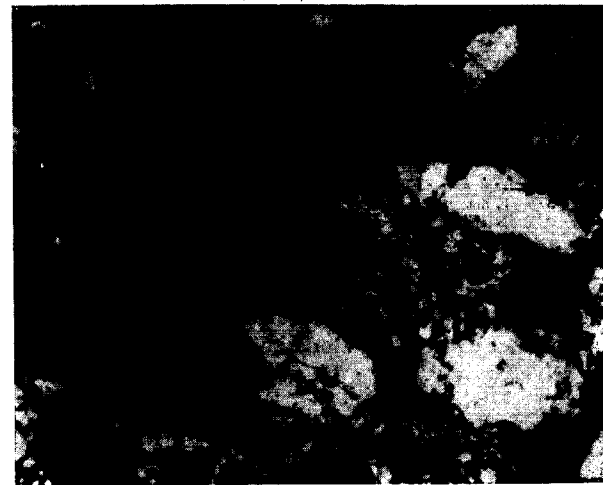


Figura 4
Porfiroide granítico de Campillo de Llerena. NC×40.

No vamos aquí a hacer una descripción petrográfica de las distintas rocas cuyos grupos principales se citan en el cuadro anterior debido a que es una clasificación muy subjetiva, ya que dentro de las facies "metamórficas", "volcánicas" y "mixtas" se podrían establecer innumerables denominaciones petrográficas, por lo que hemos creído conveniente citar aquellos aspectos petrográficos más sobresalientes como son las paragénesis mineralógicas.

Los principales grupos mineralógicos en las protodiabasas son los siguientes:

- 1) Plagioclasas (términos entre albita y andesina).
- 2) Clinopiroxenos (Diópsido, augita diopsídica, augita y augita titanada).
- 3) Anfíboles (Actinolita y hornblendas actinolíticas).
- 4) Cloritas (Pennina).
- 5) Carbonatos (Calcita con variable proporción de Mg y Fe).
- 6) Epidotas; zoisitas; prehnitas; escapolitas.
- 7) Mineralizaciones (Ilmenita, pirita, galena, blenda, magnetita, carbonatos y sulfuros complejos, etc.).

Por último debemos citar, lo que nosotros denominamos minerales de características ópticas inter-

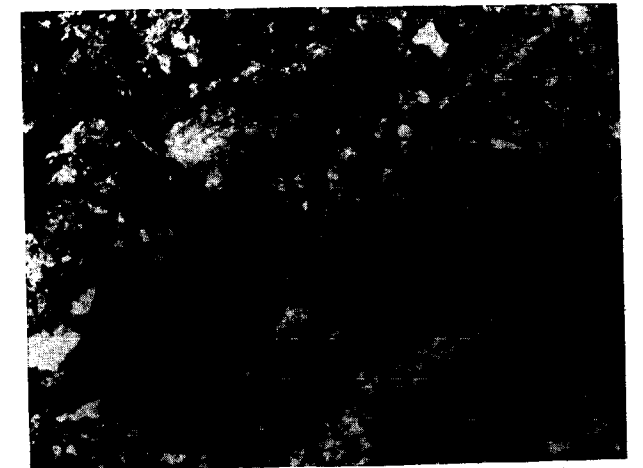


Figura 5
Secuencia petrográfica diabasa-calcoesquisto a escala de 2 metros en un afloramiento de rocas diabásicas localizado en el nacimiento del río Machel.
a) Diabasa de textura ofítica con minerales bien formados de plagioclasa y clinopiroxeno. NC×40.

medias entre especies mineralógicas definidas, entre las que debemos citar las siguientes series:

1. Serie intermedia entre carbonatos y epidotas.
2. Serie intermedia entre carbonatos y escapolitas.
3. Serie intermedia entre escapolitas y plagioclasas.
4. Serie intermedia entre epidota y diópsido.
5. Serie intermedia entre epidotas y esfenas.

Y otras especies menos definibles que bien por limitaciones personales o de las técnicas petrográ-

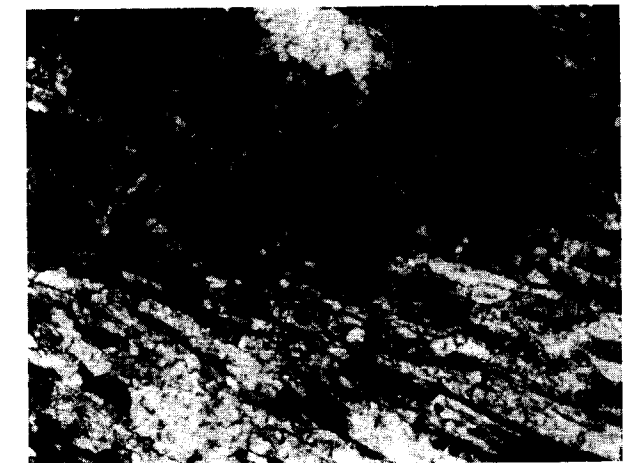


b) Diabasa calcárea (protodiabasa) con abundantes minerales residuales carbonáticos y plagioclasas y ferromagnesianos mal formados además de minerales escapolíticos, epidota y mineralizaciones. NC×40.

ficas adoptadas no hemos podido establecer y que estamos seguros están presentes en estas rocas; por lo que sería muy interesante las colaboraciones con investigadores en técnicas mineralógicas más específicas para intentar determinar la naturaleza de esas series intermedias cuya íntima relación se manifiesta por las observaciones petrográficas.

III.3. Interpretación mineralógica de las protodiabasas.

Son las rocas clasificadas como protodiabasas las más interesantes desde el punto de vista petrogenético y en las que el estudio petrográfico minucio-



c) Calcoesquisto clorítico en tránsito a protodiabasa. Abundantes carbonatos recristalizados y minerales cloríticos con ferromagnesianos y plagioclasas incipientes. NC×40.

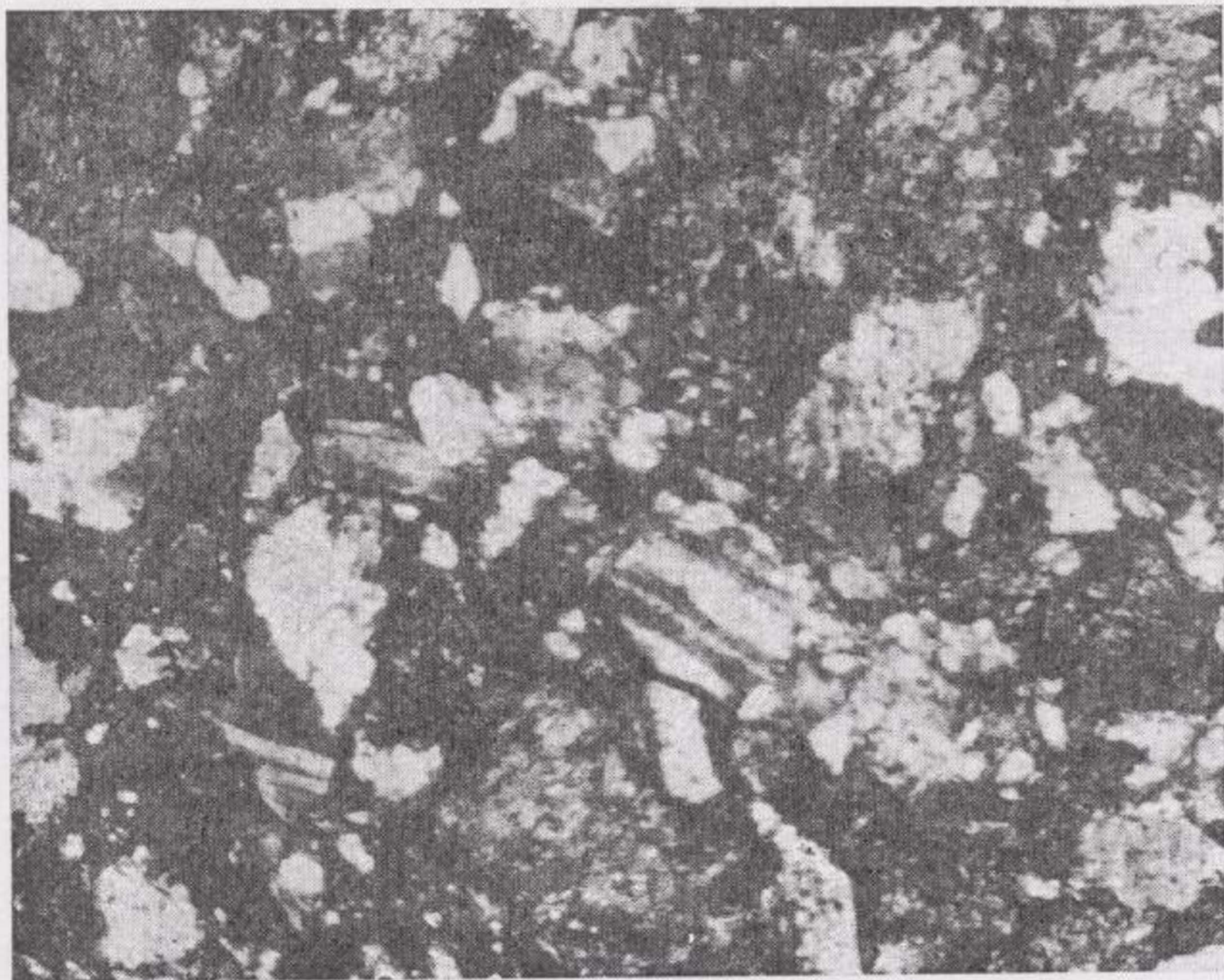


Figura 3

Porfiroide diabásico de Maguilla. NC \times 40.

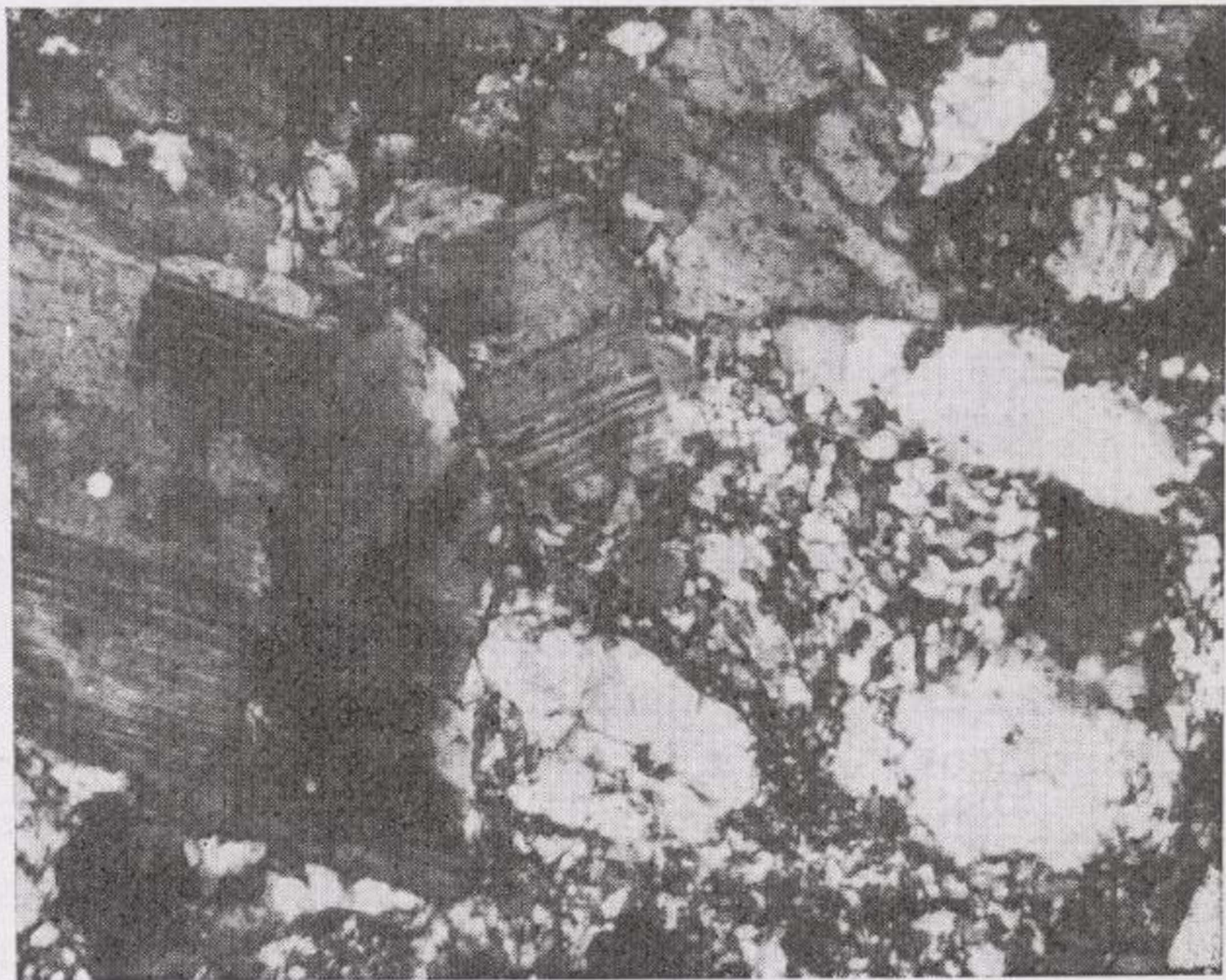


Figura 4

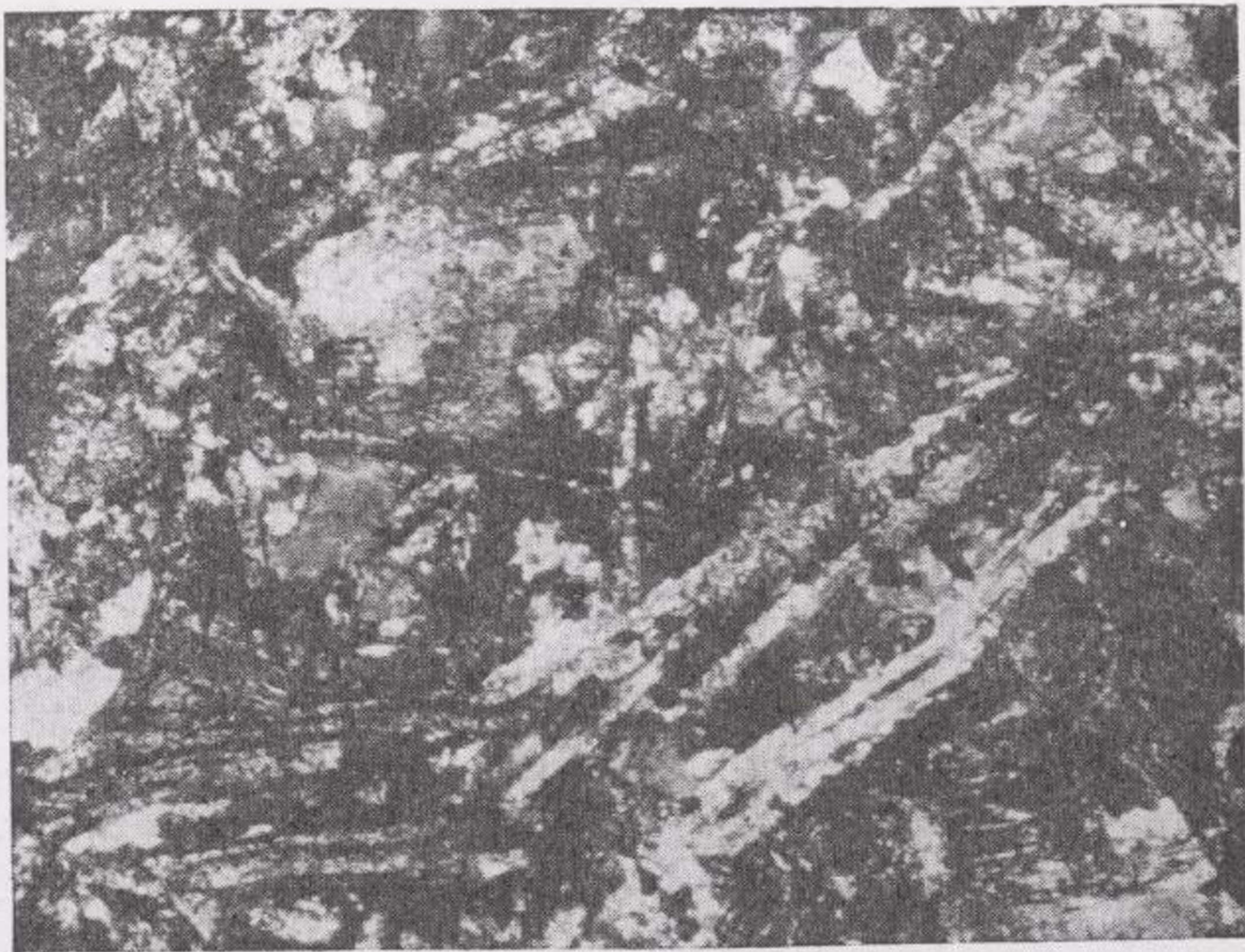
Porfiroide granítico de Campillo de Llerena. NC×40.



Figura 5

Secuencia petrográfica diabasa-calcoesquisto a escala de 2 metros en un afloramiento de rocas diabásicas localizado en el nacimiento del río Matachel.

a) Diabasa de textura ofítica con minerales bien formados de plagioclasa y clinopiroxeno. NC \times 40.



b) Diabasa calcárea (protodiabasa) con abundantes minerales residuales carbonáticos y plagioclasas y ferromagnesianos mal formados además de minerales escapolíticos, epidota y mineralizaciones. NC \times 40.



c) Calcoesquisto clorítico en tránsito a protodiabasa. Abundantes carbonatos recrystalizados y minerales cloríticos con ferromagnesianos y plagioclasas incipientes. NC × 40.

so nos ha llevado a corroborar deducciones obtenidas en el estudio geológico de campo (forma de yacimiento, relación espacial y temporal con las rocas de caja, relaciones de contacto, etc.).

Del estudio petrográfico se deduce que en estas rocas pueden establecerse tres categorías de minerales:

- A) Minerales residuales.
- B) Minerales de neoformación estables.
- C) Minerales metaestables poco definibles.

Los minerales residuales están formados por carbonatos diferencialmente recristalizados y constituidos principalmente por calcita con pequeña proporción de Mg y Fe. Otros minerales residuales corresponden a minerales arcillo-micáceos de tipo sericitico.

Como minerales de neoformación están casi todos los citados anteriormente, excepto los carbonatos y aquéllos de características intermedias.

Los minerales metaestables poco definibles corresponden a las series intermedias enumeradas anteriormente y que son para nosotros muy interesantes desde el punto de vista petrogenético.

IV. CONSIDERACIONES PETROGENÉTICAS.

La forma de yacimiento, relación espacial y temporal con las rocas regionales, caracteres petrográficos, etc., parecen invalidar tanto un origen volcánico primario para las rocas diabásicas como un proceso de metamorfismo regional.

Aisladamente cualquier tipo de roca de las facies "metamórficas" o "volcánicas" enumeradas anteriormente podrían tener un significado petrogenético teórico, tal es el caso de un esquisto calco-clorítico o de una diabasa, que podrían clasificarse como una roca metamórfica de las facies esquistos verdes o como una roca volcánica, pero el problema es mucho más complejo debido a que existe no sólo todo un tránsito muy gradual entre estos dos tipos de rocas, sino entre éstas y rocas sedimentarias de composición carbonática (fig. 5).

Un proceso metamórfico es difícil aceptarlo porque a partir de diabasas es muy difícil explicar el proceso metamórfico que origina pizarras y esquistos calco-cloríticos por la sencilla razón de que las paragénesis de estas rocas son de menor gradiente que las de las diabasas. Un retrometamorfismo es más difícil aún de aceptar.

La única explicación racional no ya sólo teórica

sino corroborada por los datos de campo y petrográficos, es un proceso de granitización que afecte diferencialmente a rocas de composición carbonática que origine los diferentes tipos de rocas diabásicas.

Este proceso petrogranético es muy similar al definido por uno de nosotros con relación al origen de las rocas básicas (facies plutónicas) en el SW de España (V. Sánchez Cela y A. Aparicio, 1972).

No sólo hay relación entre intensidad del proceso-roca madre con las paragénesis mineralógicas, sino con las estructuras y texturas de las rocas diabásicas.

En las zonas débilmente granitizadas las rocas conservan la foliación de las rocas regionales a las que se pasa gradualmente, como ocurre con las pizarras y esquistos calco-cloríticos que son concordantes con la esquistosidad regional y que presentan paragénesis mineralógicas de bajo gradiente.

Con la intensidad del proceso de granitización se pierden las estructuras de las rocas al tender éstas a un estado de menor energía que se traduce en estructuras granulares y paragénesis mineralógicas de mayor gradiente. Así las diabasas normales corresponderían a las áreas de mayor granitización en las que la primitiva esquistosidad de flujo se borraría a causa de granularidad cristalina.

Aunque se sale fuera del tema propuesto de investigación, es muy interesante la relación existente entre el proceso de granitización y las mineralizaciones. Estos son singenéticas con la granitización y están íntimamente relacionadas con las rocas diabásicas. Todos los minerales de interés económico Pb, Zn, Co, Ag, etc., aparecen en compuestos de baja temperatura y formados al mismo tiempo que los minerales cuarzo-feldespáticos. Generalmente han sido clasificados dentro del campo de mineralizaciones hidrotermales, lo que nos ha valido para definir los gradientes de granitización en esta zona.

Los diferentes estadios de granitización hidrotermal explican las paragénesis mineralógicas y el contenido en Ca en minerales petrográficos como las plagioclasas y los piroxenos.

Observaciones muy interesantes para definir los elementos predominantes y su importancia durante la granitización se deducen del estudio petrográfico de las rocas ácidas asociadas. Estas como hemos dicho están compuestas por pórfidos y porfiroides de composición granítica. Su estudio nos revela que en la mayoría de estas rocas hay predominio del Na sobre el K, que se manifiesta en plagioclasas



CUADRO I

		Minerales	Rocas
1) Estadio de granitización bajo	estables	cuarzo, calcita, clorita, epidota, ilmenita, escapolitas	Pizarras y esquistos calco-cloríticos.
	inestables	plagioclasas sódica, anfíboles	
2) Estadio de granitización intermedio	estables	cuarzo, calcita, clorita, epidota, plagioclasa sódica, anfíboles, esfena, etc.	Protodiabasas p. d.
	inestables	piroxenos, plagioclasa (An > 30 %)	
3) Estadio de granitización alto	estables	plagioclasa (An 20-60 %), piroxenos, esfena, ilmenita, magnetita	Diabasas.
	inestables	anfíboles, calcita, epidota	

tipo albita-oligoclasa, por lo que se pueden establecer tres categorías de los elementos aportados en la granitización:

Elementos dominantes: Si y Na.

Elementos subordinados: K.

Elementos accesorios: mineralizaciones hidrotermales de Fe, Pb, etc.

Dentro de este proceso de granitización con gradientes metamórficos que podemos definirlos como epizonales, se pueden establecer tres categorías o estadios, caracterizados por unas paragénesis mineralógicas determinadas y por una evolución del contenido en Ca de las plagioclasas (Cuadro I).

El comportamiento que parece deducirse de los estudios petrográficos en las transformaciones sufridas por las rocas calco-dolomíticas es el siguiente:

Las rocas dolomíticas bajo ambientes de granitización hidrotermal son inestables.

dolomías + granit. hidrot. → calcita + OMg + CO₂

El comportamiento de la calcita así como del OMg varía con la intensidad de la granitización.

La calcita es estable en los estadios 1 y 2, es decir, en los esquistos calco-cloríticos y en las protodiabasas en donde aparece asociada a paragénesis mineralógicas de bajo "gradiente metamórfico" (1). Esta estabilidad es aparente, pues está condicionada por los minerales de neoformación, originados bajo ambientes químicos y metamórficos

(1) Entendemos aquí como gradiente metamórfico al condicionado por P y T, y P_{H2O} fundamentalmente.

peculiares, por lo que puede ocurrir y así se ha observado, que toda o gran parte de la calcita esté sustituida por epidota, mineral de neoformación más estable.

Con la intensidad del proceso la calcita se hace inestable pasando el OCa a la red de los piroxenos y plagioclasas, o emigrando en parte junto al CO₂ a zonas de menor gradientes metamórficos.

El comportamiento del OMg es más oscuro aunque parece deducirse que gran parte de él entra a formar parte de los minerales cloríticos y cloríticos-serpentinicos muy abundantes en los estadios más bajos de granitización. Al aumentar el gradiente de granitización el OMg parece que entra a formar parte de la red de los piroxenos diopsídicos y augíticos.

BIBLIOGRAFIA

- DELGADO QUESADA, M.: Esquema geológico de la hoja núm. 878, Azuaga (Badajoz). *Bol. Geol. Min.* LXXXII-III-IV, 277-286. 1971.
- FEBREL MOLINERO, T.: Mapa Geológico de España 1:50.000. *Memoria de la Hoja núm. 857 Valsequillo*. 1963.
- HERNÁNDEZ PACHECO, F., y ROSO DE LUNA, I.: Mapa geológico de España 1:50.000. *Memoria de la Hoja número 877*. Llerena, 1956.
- MAASS, R.: Die geologie insbesondere das Devon, im Bereich der Orte Castuera-Cabeza de Buey-Monterrubio (Extremadura, Süds Spanien). *Akad. der Wissenschaften und Literatur in Mainz-Wiesbaden*. 1961
- SÁNCHEZ CELA, V., y APARICIO YAGÜE, A.: Petrogénesis de las rocas básicas del SW de España. *Bol. Geol. Min.* LXXXIII-IV, 402-406. 1972.

Recibido: Septiembre 1973.

ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS

Los granitos biotíticos ± cordierita de Bejar y áreas adyacentes(*)

Por J. M. UGIDOS MEANA (**)

RESUMEN

El estudio petrográfico, químico y de relaciones espaciales muestra que los granitos cordieríticos de Béjar son debidos a la mezcla de un magma calcoalcalino con productos anatócticos desarrollados en las rocas encajante. La presencia frecuente de enclaves cuarzdioríticos se atribuye a un fenómeno inicial de zonación.

ABSTRACT

Petrographical, chemical and country relations study show that Bejar cordierite bearing granites are produced by calcoalcaline magma mixture with anatectic products in wall rock developed. Frequent quardioritic inclusions are attributed to an early zonation.

Bajo la denominación conjunta de granitos (1) de Béjar se incluyen una serie de tipos petrográficos de desigual importancia cuantitativa, cuyas características y aspectos petrogenéticos se expondrán en el presente estudio.

La sistematización de los distintos granitos se establece en la forma siguiente:

Facies con megacrystales feldespáticos.

- Granodioritas biotíticas.
- Granodioritas biotítico-cordieríticas.

Facies sin megacrystales feldespáticos.

- Granodioritas biotíticas.
- Cuarzdioritas biotítico-anfibólicas.

Facies sin megacrystales feldespáticos.

- Biotíticos.
- Biotítico-anfibólicos.

Si bien solamente el primer caso tiene notable importancia por su extensión, los otros, aunque no cartografiados a las escalas utilizadas tienen gran interés petrológico.

(*) Trabajo presentado en la II Reunión sobre Geología del SO.

(**) Departamento de Petrología. Facultad de Ciencias de Salamanca.

(1) El término "granito" se emplea en su sentido más amplio, incluyendo en el mismo rocas de tipo granodiorítico.

Básicamente y con la excepción de la cordierita y los anfíboles, la mineralogía es muy semejante en todos los casos, variando únicamente el porcentaje de los minerales y algunos aspectos texturales.

GRANODIORITAS DE MEGACRISTALES

Se disponen según dos direcciones principales:

a) NE-SO, formando alineaciones graníticas homogéneas, con abundantes megacrystales de feldespático potásico, que pueden llegar a tamaños de 10-12 cm. Los otros componentes petrográficos se mantienen dentro de unas dimensiones menores de tipo [medio-grueso].

En conjunto, estos granitos presentan un diaclasado principal concéntrico, que determina el aspecto cupuliforme de la mayor parte de estas alineaciones en las proximidades de Béjar. En otras áreas, este diaclasado no es tan notable y se desarrolla con una componente horizontal más acentuada, como ocurre en la Sierra del Calvitero. Esta variación en el diaclasado no es, probablemente, más que aparente y depende del nivel erosivo que afecta a los granitos.

Las alineaciones graníticas pueden presentar o no cordierita, según la naturaleza de la roca encajante. Así no se encuentra cordierita en las alineaciones de Béjar, encajadas en granitos, encontrándose, en cambio, en la Sierra del Calvitero y Candelario, zonas en las que los granitos se disponen en niveles metamórficos de alto grado.

Los granitos cupuliformes en dirección NE-SO ya habían sido considerados anteriormente por Schmidt-Thome (1945) y para este autor se trata de un granito tardío (granito joven) instruido a través de un granito anterior (granito viejo), comprendiendo bajo esta última denominación toda la extensión granítica desde Plasencia hasta los alrededores de Béjar.

En 1959, García de Figuerola y Marín Benavente consideran que tanto los granitos de dirección NE-SO como el encajante de los mismos son, en realidad, dos facies de un mismo tipo.

Esta misma opinión se mantiene en este trabajo, ya que tanto los datos petrográficos concretos como los que resultan del estudio detenido de todo el conjunto granítico en sus aspectos estructurales, modo de emplazamiento, etc., conducen a la citada idea.

En las alineaciones graníticas son más abundantes los megacrystales feldespáticos y las plagioclasas tienen una zonación más intensa, formando casi siempre sinneusis. Falta por completo la moscovita y minerales alumínicos como sillimanita, andalucita y cordierita. La composición química (ver tabla I y II) muestra así mismo un carácter más cálcico para estos granitos que para las facies cordieríticas.

b) EO, con un diaclasado predominantemente subhorizontal. Si bien son relativamente frecuentes los megacrystales feldespáticos, su proporción y grado de desarrollo es menor que en los granitos anteriores. La distribución es, así mismo, más irregular, existiendo áreas donde la densidad de megacrystales es muy pequeña.

La cordierita es un componente petrográfico notable en los bordes y su importancia cuantitativa disminuye hacia las áreas centrales, donde su presencia llega a ser nula.

La topografía determinada por los granitos de megacrystales es diferente en el caso a) que en el b). El primero causa un relieve muy pronunciado de resaltes y sierras, cuya representación más genuina son las alineaciones montañosas del Calvitero y sierras de Béjar y Candelario, con cotas superiores a los 2.000 metros. Por el contrario,

en el caso b) el relieve no presenta apenas variaciones importantes (cota entre 800 y 900 metros) y las ligeras diferencias vienen determinadas por factores tectónicos, posteriores al emplazamiento del granito, que han condicionado importantes valles de dirección NE-SO.

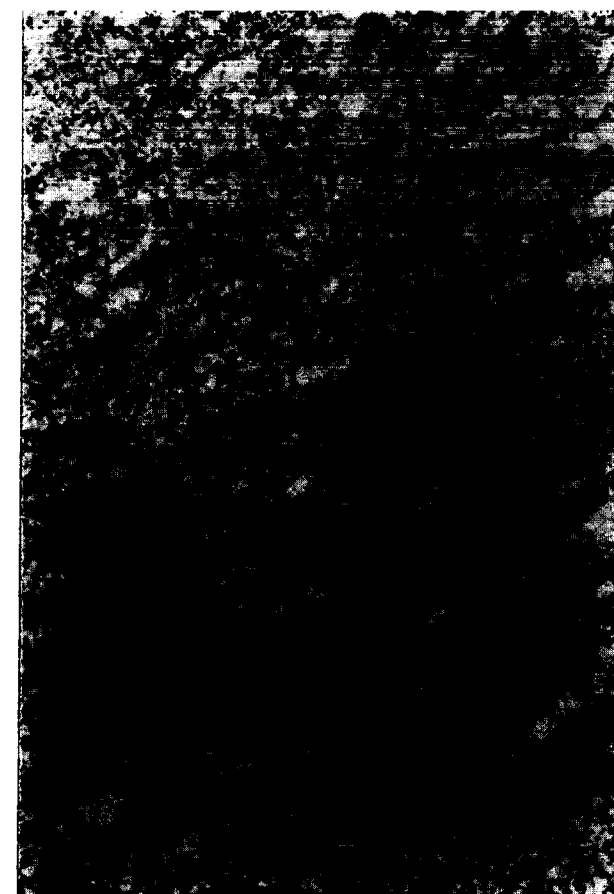


Figura 1
Aspecto del granito con cordierita.

MINERALOGIA GENERAL

— Biotita: en láminas anhedrales por efecto de la corrosión de cuarzo y plagioclasas de cristalización posterior. En ocasiones transformada en clorita (pennina), con producción de ilmenita y esfena. Sus características ópticas son las siguientes:

color:	n_a	n_b	= ocre rojizo
		n_r	= amarillo pálido
$2V_x = de$	$8 \pm 0,5$	a	$10 \pm 0,5$

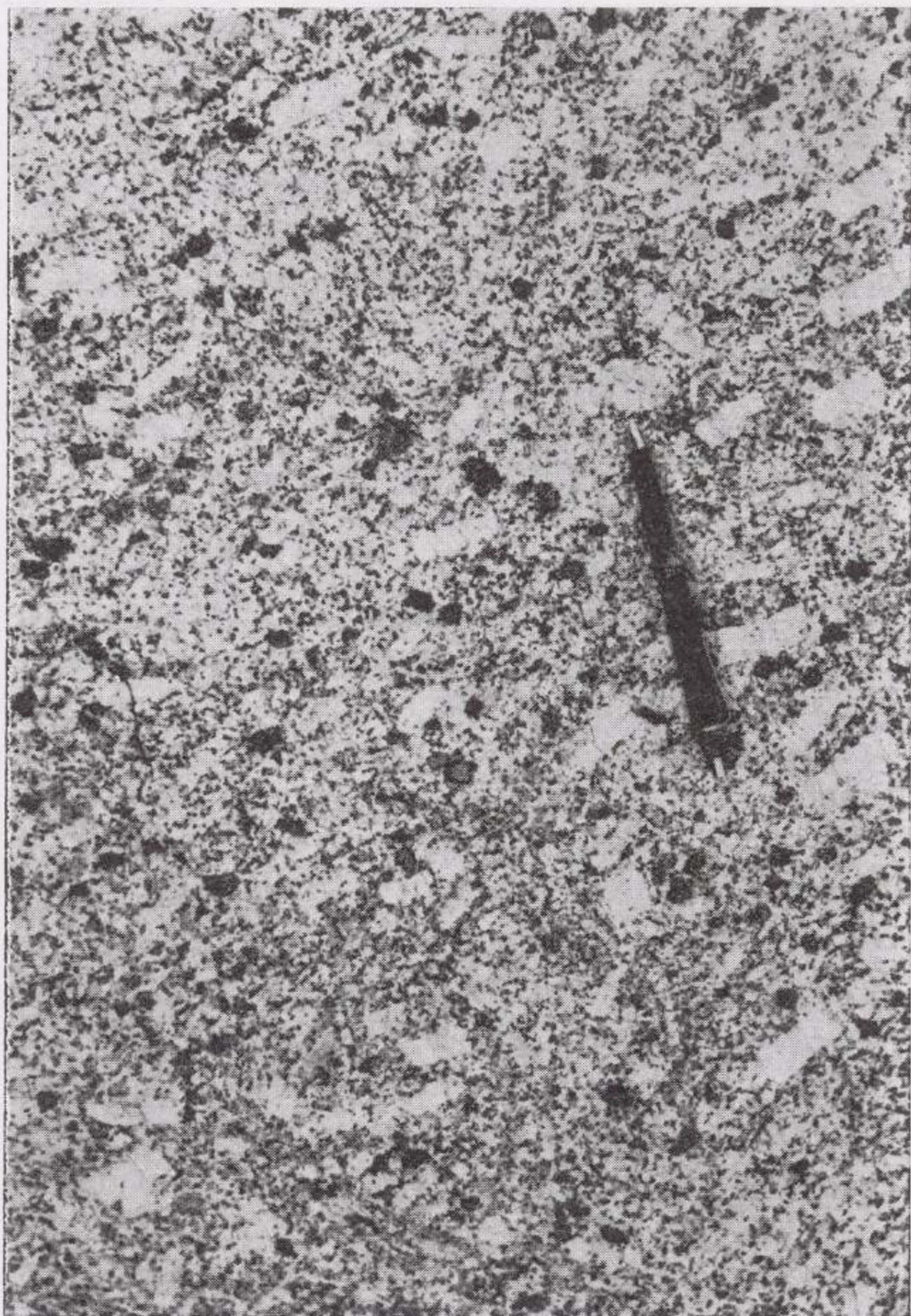


Figura 1

Aspecto del granito con cordierita.

apatito y circón son las inclusiones más frecuentes.

— Plagioclasas: de tendencia euhedral, están afectadas por la cristalización posterior de otros minerales, especialmente cuarzo y feldespato potásico. Muy zonadas con zonado neto, y a veces difuso. Menos frecuentes con zonado oscilatorio.

Los valores más abundantes de contenido en anortita oscilan alrededor del 30 por 100 An \pm 3, llegándose a veces al 45 ó 50 por 100 An en individuos contenidos en plagioclasas de posterior desarrollo.

En estos casos, la plagioclasa englobada tiene un límite neto con la englobante que ha ejercido un efecto de corrosión sobre la primera, a partir de la cual y hacia los bordes suele darse un zonado difuso desde el 38 por 100 An hasta un 22 por 100 An. Como corona más externa y en ruptura neta con los valores anteriores pueden presentar contenidos del 8 por 100 An.

El proceso de cristalización de las plagioclasas debió ser muy complejo y comenzar con individuos de contenido en anortita del orden del 50 por 100, y acaso más, que quedó interrumpido y continuó después con valores inferiores dentro del campo 38-22 por 100 An, en el que se produjeron zonados más intensos, y a veces, oscilatorios.

Cuarzo: Pueden considerarse varios tipos de cuarzo, atendiendo al momento de su formación y origen. Los principales son los siguientes:

— Cuarzo goticular: en general incluido en plagioclasas y en otras ocasiones en biotita; es euhedral-subhedral, redondeado por corrosión de los minerales que lo incluyen. Representa un estadio temprano en su cristalización, no estando totalmente claro si ésta continúa hasta los estadios finales o si, por el contrario, hay interrupciones.

— Cuarzo principal: es el más abundante y tardío respecto al momento de cristalización de los otros minerales (biotita y plagioclasas), a los que corroe, determinando entrantes en los mismos. Generalmente, con extinción ondulante, los granos suelen estar interdentados unos con los otros, según bordes irregulares. En otras ocasiones se dispone intersticialmente.

— Cuarzo mimerquítico: asociado siempre a los bordes de las plagioclasas que se encuentran en contacto con feldespato potásico. La formación de este cuarzo va acompañada de un proceso de albitización de la plagioclasa en su área marginal. Es un tipo de cuarzo de escaso desarrollo y poco frecuente.

— Cuarzo formado en procesos de alteración del feldespato potásico, junto con moscovita, con la que se dispone dactilítica o anastomosadamente. Este fenómeno suele darse en feldespatos que han sido afectados tectónicamente.

— Cuarzo "net like", en los planos cristalográficos de los feldespatos.

— Feldespato potásico: componente petrográfico importante en los granitos biotíticos; su presencia está especialmente representada por cristales euhedrales que alcanzan tamaños de 10-12 centímetros, maclados Karlsbad y con pertilización visible, a veces macroscópicamente.

El estudio microscópico revela el carácter tardío de su cristalización, incluyendo minerales como cuarzo, biotita y plagioclasas, que en ocasiones se encuentran formando sinneusis.

Los fenómenos blásticos tienen poca importancia, siendo más bien la excepción.

A veces zonado, cada zona está frecuentemente enmarcada por una corona de biotita y cuarzo.

En general, no se encuentra bajo la forma de microclina, o muy raramente.

Además de los megacristales, se presenta otra forma de feldespato potásico, intersticial entre los otros minerales y completamente anhedral. Este segundo tipo es menos frecuente y suele presentar carácter blástico.

En ambas formas del feldespato, la característica más importante es la de su distribución irregular en el conjunto granítico. Microscópicamente puede observarse que en muchas ocasiones los megacristales constituyen la única forma del feldespato en la roca, de tal forma que el resto de la misma es típicamente cuarzodiorítico y está integrado casi exclusivamente por plagioclasas en sinneusis, biotita y cuarzo, al igual que en las facies sin megacristales.

— Cordierita: muy rara sin alterar, la mayor parte de las veces está transformada a productos pinníticos y moscovita. En general en prismas idiomórficos que llegan a alcanzar tamaños de 2-3 cm. de longitud por 1 cm. de sección semejantes a los desarrollados en las granodioritas de origen anatóctico que forman parte del encajante de estos granitos (v. J. M. Ugidos, este mismo volumen).

Los datos más importantes por lo que respecta a las facies cordieríticas son los siguientes:

a) Son predominantemente marginales disminuyendo su proporción hacia las zonas centrales de la masa granítica hasta llegar a desaparecer por completo.

b) Los bordes de los granitos biotítico-cordieríticos muestran un contacto neto con el encajante cuando éste es de bajo grado metamórfico pero en áreas donde el contacto se realiza con rocas de tipo granodiorítico o nebulítico con cordierita, el paso es gradual de tal forma que no es posible trazar un límite preciso entre ambos tipos.



Figura 2
Cordierita completamente transformada en clorita y moscovita, $\times 40$. L. N.

Este hecho constituye junto con el que no se encuentran enclaves de granodioritas cordieríticas en el granito biotítico y en cambio existen enclaves de corneanas con la asociación sillimanita-feldespato potásico-biotita-cordierita, un factor que permite establecer que por una parte la roca encajante llegó a estar en un estadio fluido en un grado semejante al del granito ascendente y, por otra, que el actual volumen observable de granito biotítico representa en realidad un producto resultante de la mezcla con rocas marginales al mismo.

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Los análisis químicos de estos granitos revelan su carácter calcoalcalino con valores elevados de CaO superiores en general a 1,5 por 100, que los hace equiparables junto con el resto de datos petrográficos y su posición espacial tardía respecto a las principales fases de deformación, a las granodioritas tardías de otras zonas graníticas del Macizo Hespérico.

El aspecto que más interesa resaltar aquí es la diferencia química que existe entre las facies cordieríticas y no cordieríticas manifestadas especialmente por lo que se refiere al contenido en CaO tal como se pone de manifiesto en los diagramas de Niggli y la diferencia en el carácter aluminico de ambas facies (figs. 3 y 4).

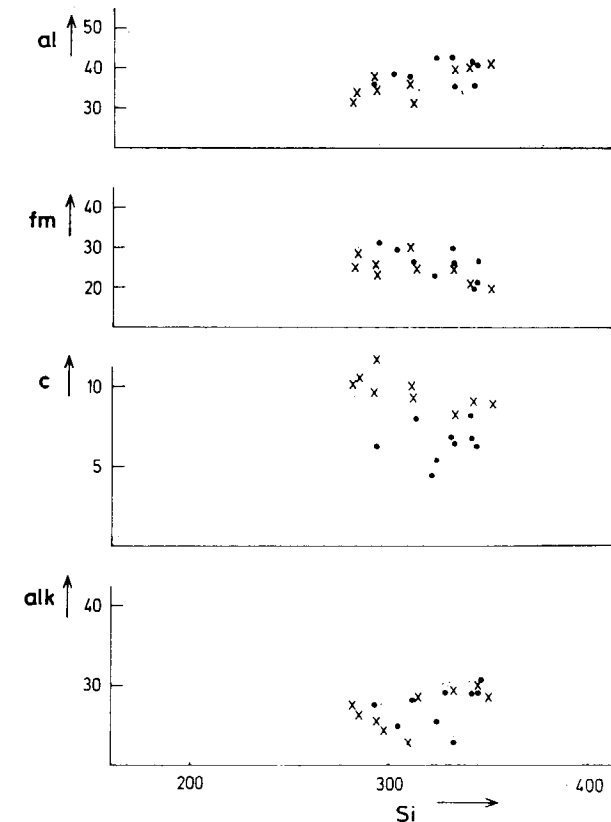


Figura 3
Diagrama de Niggli. Granitos biotíticos
 \times Facies centrales. \bullet Facies cordieríticas.

Las relaciones espaciales, el estudio petrográfico y los datos químicos apuntan hacia una interpretación petrogenética basada en fenómenos de asi-

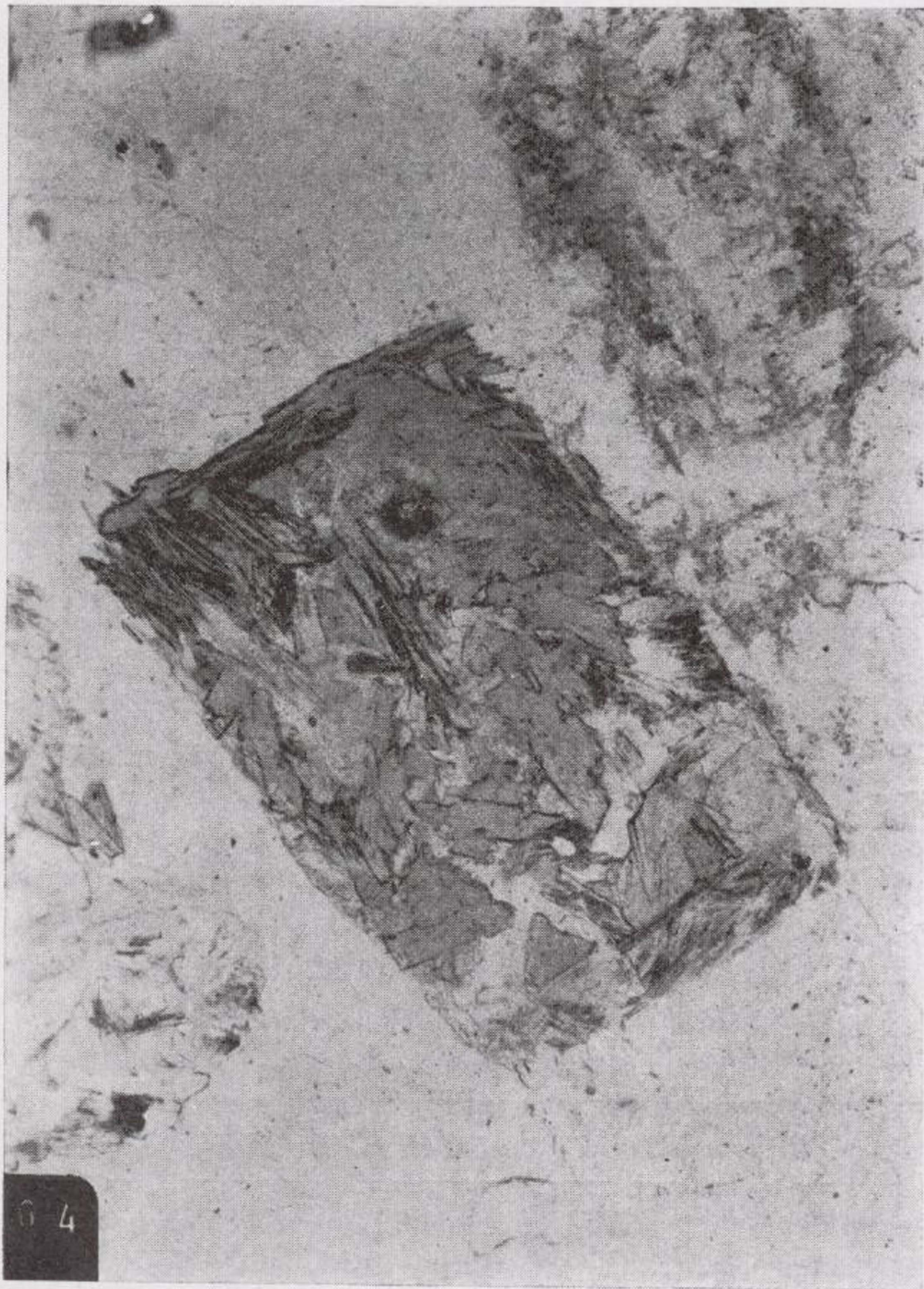


Figura 2

Cordierita completamente transformada en clorita y moscovita. $\times 40$. L. N.

TABLA I

Granitos biotíticos ± cordierita

N.º	275	341	355	336	0-70	0-75	0-86	M-17	M-54
SiO ₂	68,88	70,01	67,15	69,36	70,50	69,71	69,08	68,90	67,32
Al ₂ O ₃	15,64	14,17	14,05	14,21	12,60	13,81	14,61	14,13	14,13
Fe ₂ O ₃	2,04	1,45	1,46	1,54	1,78	1,72	1,50	2,55	1,11
FeO	2,03	2,23	2,23	2,23	2,42	2,59	2,26	2,35	3,01
CaO	0,93	1,22	1,17	1,37	1,42	1,61	1,50	1,40	1,28
MgO	1,38	0,75	2,00	0,90	1,59	1,53	0,84	1,64	2,55
Na ₂ O	3,15	3,35	3,01	3,13	3,21	2,68	3,02	2,29	2,85
K ₂ O	4,20	4,90	4,30	4,76	4,63	5,86	4,47	3,89	4,80
TiO ₂	0,48	0,63	0,93	0,37	0,50	0,56	0,93	0,93	0,79
MnO	0,06	0,08	0,05	0,06	0,07	0,08	0,12	0,05	0,03
P ₂ O ₅	0,18	0,37	0,26	0,30	0,31	0,25	0,40	0,24	0,19
P.F.	1,13	0,70	1,68	1,25	0,68	0,24	0,88	1,71	1,42
	100,10	99,86	99,29	99,48	99,71	100,64	99,61	100,08	99,48
si... ..	324	348	306	342	340	318	341	330	297
al... ..	43	42	38	41	36	37	43	40	37
fm... ..	25	20	31	22	28	26	21	30	32
c	5	6	6	7	7	8	8	7	6
alk	27	32	26	30	29	29	29	23	26
mg	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5

Análisis realizados por Fernando Bea Barredo. Departamento de Petrología y Geoquímica de la Facultad de Ciencias. Salamanca.

TABLA II

Granitos biotíticos, facies no cordieríticas

N.º	343	0-51	0-52	0-76	0-77	0-87	0-88	M-8	SU-1
SiO ₂	67,00	67,01	69,60	69,03	67,00	68,50	69,90	69,86	66,61
Al ₂ O ₃	13,66	14,93	14,25	13,86	12,81	13,55	14,56	14,12	13,68
Fe ₂ O ₃	1,49	1,45	1,33	1,83	2,28	1,85	1,40	1,43	1,61
FeO	1,92	2,14	2,01	2,76	3,31	2,88	2,14	2,27	2,46
CaO	2,22	1,94	1,53	1,87	2,61	2,07	1,64	1,71	2,55
MgO	2,51	1,83	0,89	1,26	1,71	1,92	0,96	0,72	1,75
Na ₂ O	3,68	3,34	3,21	3,21	3,44	3,07	3,11	3,06	2,95
K ₂ O	4,81	5,10	4,78	4,64	4,59	3,59	4,83	4,31	5,07
TiO ₂	0,63	0,50	0,36	0,58	0,70	0,53	0,51	0,53	0,41
MnO	0,07	0,07	0,05	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
P ₂ O ₅	0,29	0,22	0,21	0,32	0,16	0,26	0,30	0,22	0,20
P.F.	1,58	1,12	1,45	0,78	0,82	1,42	0,82	1,12	2,49
	99,86	99,65	99,67	100,22	99,51	99,71	100,24	99,42	99,85
si... ..	285	292	345	317	285	310	338	351	293
al... ..	34	38	42	37	32	36	41	42	35
fm... ..	27	24	20	26	30	30	21	20	26
c	10	9	8	9	12	10	8	9	12
alk	28	28	30	28	27	24	29	29	27
mg	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4

milación, como responsables de las variaciones que se han producido en las facies de los granitos biotíticos de megacrístales.

En otro orden de ideas, la representación conjunta de los análisis químicos de los granitos de Béjar y los granitos de dos micas de Plasencia (parcialmente enraizados en sus niveles de anatexia, J. M. Ugidos, 1973), en función de los parámetros al, alk y c (fig. 5), muestra que las facies margina-

granito anterior b), con el que guarda una relación de continuidad mineralógica y textural.

Pueden distinguirse, como se ha señalado, dos tipos: con y sin anfíboles. En ambos casos no hay apenas feldespato potásico y el cuarzo puede llegar a un 20 por 100 en el cómputo modal. El resto de la mineralogía está integrada por plagioclasas y biotita, apareciendo los anfíboles de un modo irregular.

El tamaño de grano es superior a las facies precedentes y se mantiene alrededor de 2 mm. como máximo y ligeramente superior en las plagioclasas de mayor desarrollo.

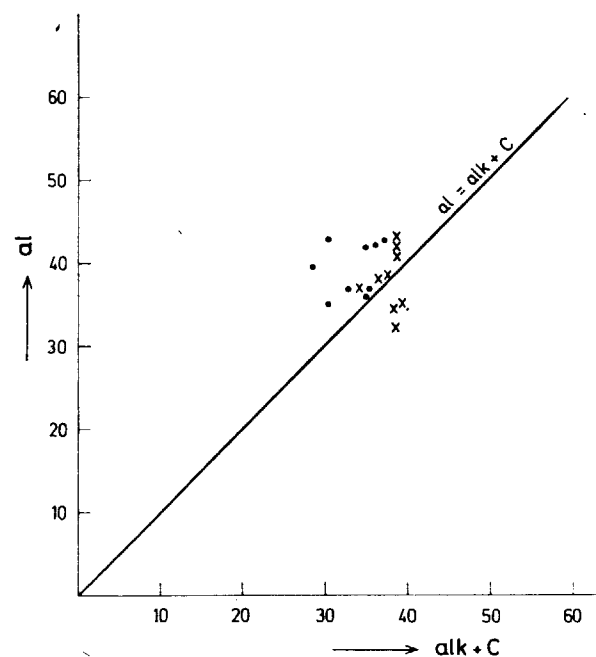


Figura 4

× Facies no cordieríticas. ● Facies marginales.

les de los primeros presentan una tendencia alcalina convergente con la de los segundos.

Esta "alcalinización" relativa debida a fenómenos de asimilación introduce un nuevo factor en la clasificación de los granitos del Macizo Hespérico, de tal modo que parte de los granitos "younger" de tendencia alcalina pueden representar productos resultantes de fenómenos de asimilación debidos a la fusión anatética provocada por las granodioritas tardías sobre la roca encajante, la cual se incorpora a la masa granítica ascendente modificando en parte su mineralogía y quimismo.

FACIES SIN MEGACRISTALES

Están representadas por pequeñas extensiones de rocas de tipo cuarzdiorítico situadas en áreas del

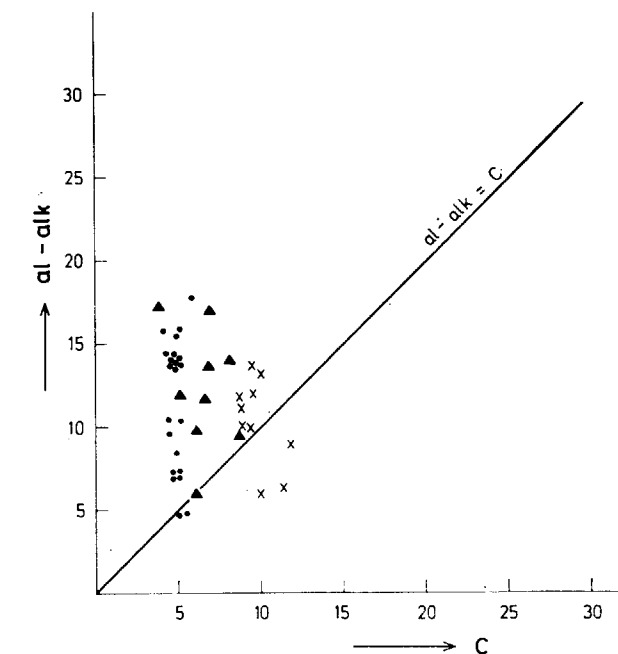


Figura 5

● Granitos de dos micas y moscovíticos.
▲ Granitos biotíticos f. marginal.
× Granitos biotíticos no cordieríticos.

MINERALOGIA

Biotita: de características ópticas muy semejantes a las de las biotitas de las facies con megacrístales tiene un 2 V ligeramente superior:

de 10 ± 0,5 a 13 ± 0,5

Relativamente abundante como euhedral, la mayor parte de las ocasiones está corroída por cuarzo y plagioclasas. Incluye circón, apatito y plagioclasas de escaso desarrollo. Está a su vez incluida en este último mineral.

Plagioclasas: generalmente con tendencia euhedral forman muchas veces sinneusis. El contenido en anortita oscila del 35 al 50 por 100 An, como valores extremos en las plagioclasas zonadas. El zonado es siempre difuso aunque a veces se da un valor marginal del 33 por 100 An en ruptura neta con valores inmediatamente más internos del 38 por 100 An.

Feldespatos potásico: siempre de carácter intersticial, tiene muy poca importancia como elemento petrográfico. Se encuentra pertitzado con escaso desarrollo visible, aunque posiblemente la pertiti-



Figura 6

Textura de las cuarzodioritas. $\times 40$. N. C.

zación tenga carácter criptocristalino. Paragenéticamente es el último mineral en formarse junto con el cuarzo.

Cuarzo: aparte de los pequeños granos de cuarzo de alta temperatura incluidos en plagioclasas, todo el cuarzo restante pertenece a una única génesis final en la que cristaliza intersticialmente englobando a los minerales anteriores.

Anfiboles: de aspecto fibroso a veces, tienen una tonalidad verde pálida y su hábito es generalmente irregular.

Minerales accesorios: son apatito, circón, epidota, esfena y clinopiroxeno, mineral este último en forma residual. La epidota procede de la alteración de las plagioclasas y la esfena de la biotita.

ENCLAVES CUARZODIORITICOS Y MICROENCLAVES

Pueden llegar a tamaños de hasta un metro de diámetro y suelen presentar una sección circular, manteniendo en general una forma esférica y en otras ocasiones elipsoidal.

Mineralógica y texturalmente no presentan ninguna diferencia con las facies sin megacristales, si bien el límite entre el enclave y la granodiorita englobante es en general neto. Algunas veces el límite es difuso debido al aumento de contenido en feldespatos potásico en los bordes de los enclaves. En otras hay un proceso de digestión difuso resultante del cual es una mancha nebulosa de secciones circulares concéntricas visibles macroscópicamente por la presencia de biotita que dibuja el contorno del primitivo enclave.

Los microenclaves son una especie de nódulos visibles microscópicamente, integrados por cuarzo y plagioclasas principalmente, en los cuales estas últimas se disponen en sinneusis de individuos de pequeño tamaño entre los que cristalizó el cuarzo a modo de fondo englobante.

Este tipo de textura tiene las mismas características que en el caso de los enclaves y facies sin megacristales y si se compara la primera con campos microscópicos restringidos de los segundos no existe ninguna diferencia. Puede concluirse que representan, por tanto, un estadio final del proceso de digestión de los enclaves.

SIGNIFICADO DE LAS FACIES CUARZODIORITICAS

La frecuencia de estas facies en áreas donde el tipo de granito no responde a las características de las alineaciones NE-SO es de gran interés para

el estudio petrológico del conjunto granodioritas-cuarzodioritas, así como del significado de los enclaves.

Son de destacar los siguientes aspectos:

a) El paso gradual de unos tipos a otros, tanto si se tiene en cuenta la mineralogía como el tamaño de grano y textura.

b) La semejanza de las facies cuarzodioríticas con los enclaves y microenclaves de las granodioritas.

c) La variable distribución del feldespatos potásico, que oscila de estar presente únicamente como megacristal (de tal forma que eliminado de la petrografía, el resto de la roca es una típica cuarzodiorita) a presentarse además de forma intersticial.

d) El carácter paragenéticamente tardío del feldespatos potásico.

e) La presencia de megacristales asociada a un aumento del tamaño de grano en la roca.

f) El fenómeno de hidratación-feldespatización causado sobre las rocas encajantes de tipo nebulítico y granodioritas cordieríticas (J. M. Ugidos, 1973).

g) Contenido en anortita de las plagioclasas de las facies cuarzodioritas del mismo orden que el contenido en los núcleos de las plagioclasas de las granodioritas.

Todos los cuales sugieren la idea de una zonación en el conjunto granítico o al menos una variación desarrollada tardíamente en el emplazamiento, debido a un aumento de contenido en volátiles, principalmente agua, lo cual condicionaría por una parte un mayor tamaño de grano y por otra una variación mineralogía y química como consecuencia del aporte potásico en la disolución.

La relación granodiorita-cuarzodiorita se interpreta a partir de los datos expuestos según el siguiente esquema:

a) Intrusión de un magma de tipo granodiorítico-cuarzodiorítico bajo presiones confinantes relativamente elevadas. Parcial solidificación marginal con formación de facies de grano fino y abundantes minerales félicos, según el esquema típico de cristalización (Compton, 1955; Taubeneck, 1957; Larsen-Poldervaart, 1961; Mehnert, 1962), de acuerdo con el cual las facies más básicas se desarrollan en la periferia del batolito.

b) Descenso en la presión confinante con subsecuente migración de volátiles hacia las zonas marginales, resultado de lo cual son los efectos de

aumento de tamaño de grano, enriquecimiento en potasio y formación de enclaves de las rocas primeramente formadas cuyo estado de mayor o menor cristalización permitió una parcial o total homogeneización (fig. 8).

Un punto importante en posible conexión con el fenómeno de migración de potasio y agua es que en algunos casos las facies cuarzodioríticas presentan una cristalización temprana de la biotita res-



Figura 7

Biotita incluida en anfíbol. Cuarzodioritas. $\times 40$. N. C.

pecto al anfíbol. El descenso en un momento dado del contenido en agua y potasio hace variar la cantidad relativa de otros elementos (Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mg, etcétera) en el sentido de que aumentan respecto al potasio que permanece en la disolución residual.

Este hecho junto con el descenso de P_{H_2O} que se deriva de la migración de agua puede ser responsable de un estadio de cristalización en el cual el anfíbol es posterior a la biotita formada en condiciones de mayor contenido acuoso, la cual continúa después su cristalización.

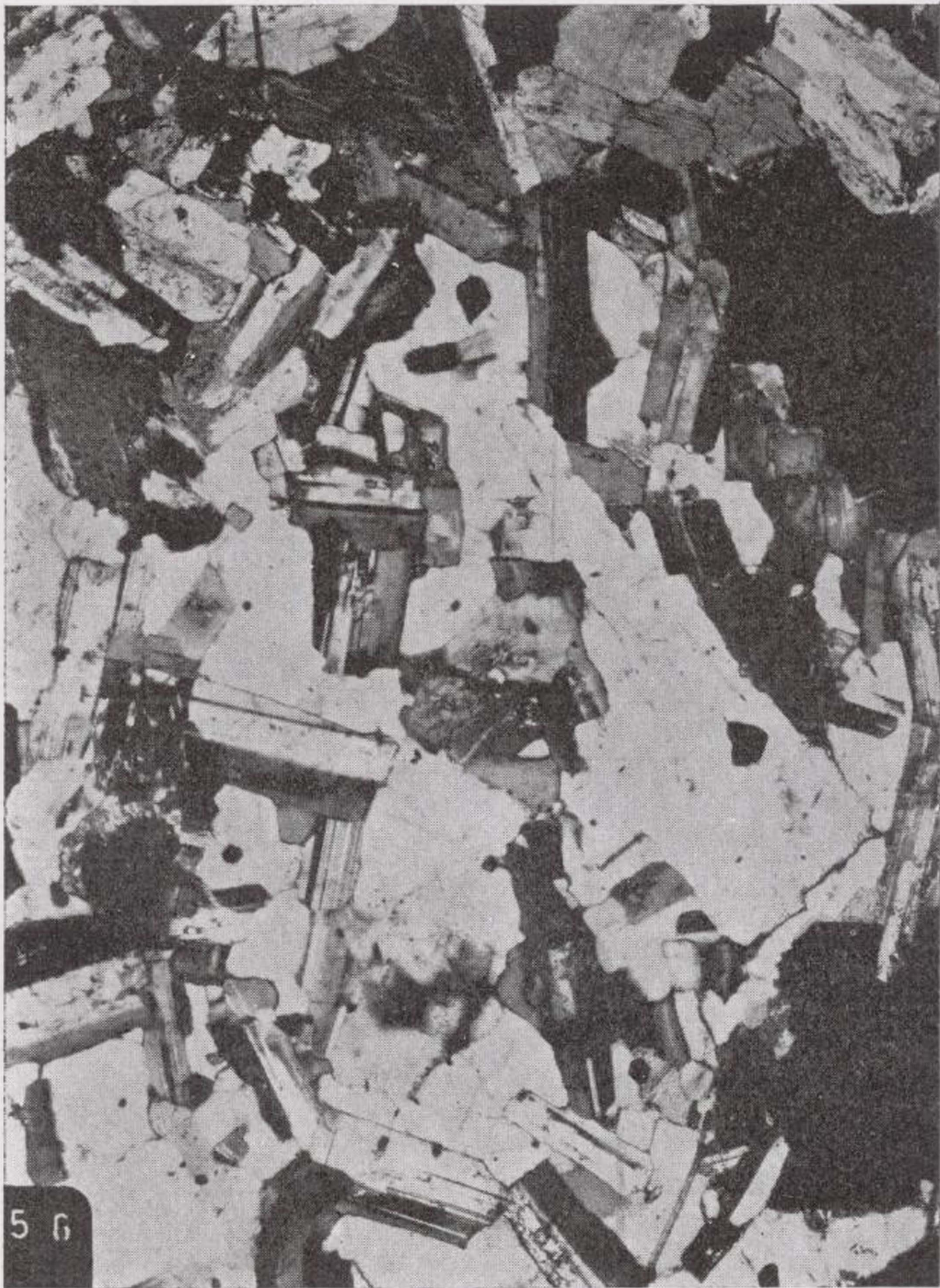
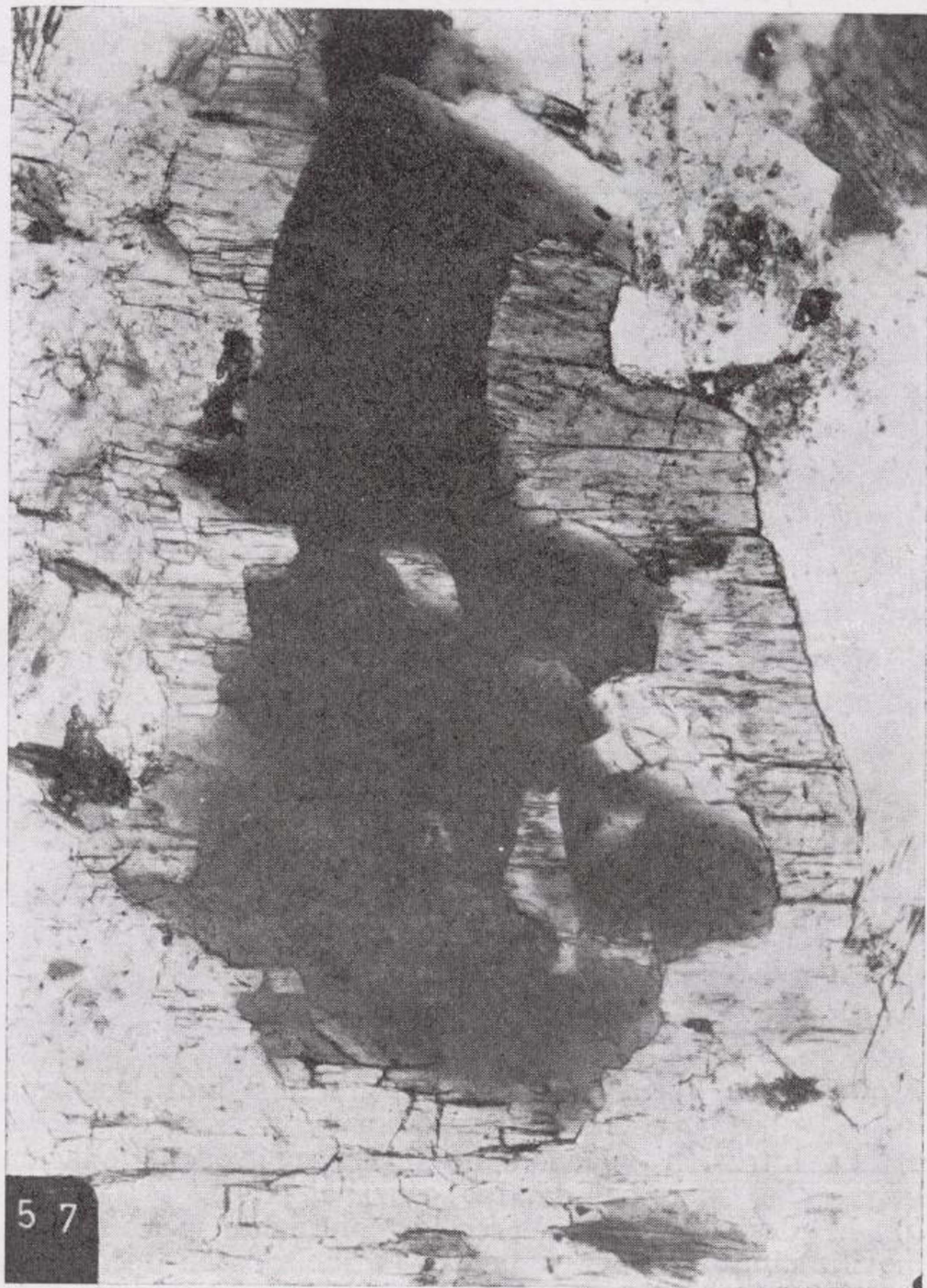


Figura 6

Textura de las cuarzodioritas. $\times 40$. N. C.



57

Figura 7

Biotita incluida en anfíbol, Cuarzodioritas. $\times 40$. N. C.

En cualquier caso, no parece adecuada una explicación genética de las facies cuarzdioríticas basada en procesos de asimilación de calizas, ya que no hay evidencia de la existencia de enclaves calcáreos ni de transición de facies granodioríticas a cuarzdioríticas en relación con los mismos. Por otra parte, los diagramas experimentales de Watkinson y Wyllie (1969) y Wyllie y Watkinson (1970), muestran que si bien es posible la asimilación de calizas por magmas ácidos, ésta tiene lugar según

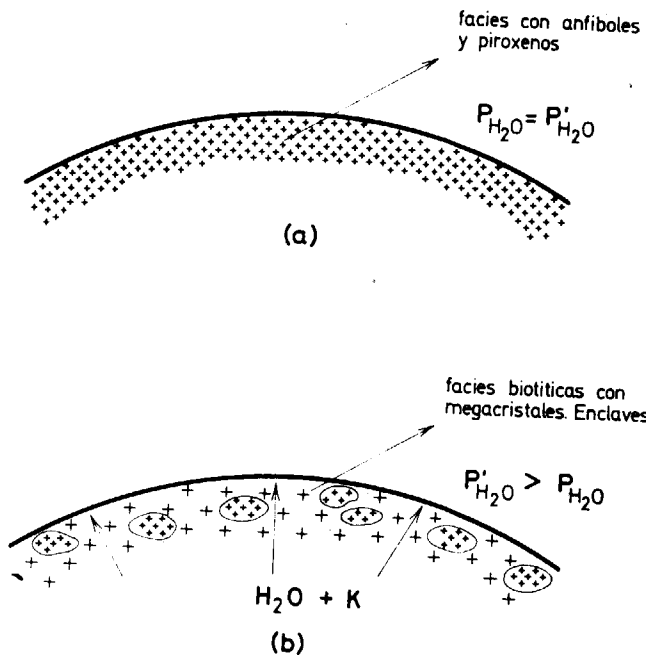


Figura 8

Esquema de formación de los granitos biotíticos con enclaves cuarzdioríticos.

- a) La intrusión inicial tiene lugar según una zonación marginal de tipo cuarzdiorítico.
 b) El descenso en la presión confinante permite una movilización de H_2O y potasio disuelto, con formación de facies granodioríticas en las que persisten restos de las facies anteriores. En el primer caso, la P_{H_2O} en la roca encajante es igual a la presión del magma intruido (P'_{H_2O}). En el segundo, ésta es superior.

un proceso de desilicificación relativa que puede llegar incluso a la formación de feldespatoides, fe-

nómeno que en el presente caso no viene apoyado por ningún tipo de datos. Otro argumento importante es que las facies cuarzdioríticas tienen aproximadamente el mismo porcentaje modal de cuarzo que las granodioritas y los análisis químicos no revelan tampoco una variación notable en la cantidad de SiO_2 , en uno y otro caso.

BIBLIOGRAFIA

- COMPTON, R. R.: *Trondhjemite batholith near Bidwell Bar, California*. "Bull. Geol. Soc. Amer.", 66, 9 (1955).
- GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C., y MARÍN BENAVENTE: *Tres granitos diferentes al E de Béjar*. "Est. Geol.", XV, 181-187 (1959).
- LARSEN, L. H., and POLDERVAART, A.: *Petrologic study of Bald Rock Batholith, near Bidwell Bar, California*. "Bull. Geol. Soc. Am." 72, 69.
- MEHNERT, K. R.: *Composition and distribution of feldspars in magmatic and metamorphic rocks*. "Norw. Geol. Tidss.", 42, Feldspar Volume (1962).
- SCHMIDT THOMÉ, P.: *Basamento y paleozoico y cobertura moderna en la parte occidental de España central (provincias de Salamanca y Cáceres)*. "Pub. extranjeras sobre Geología de España", Madrid, 1950 (1945).
- TAUBENECK, W. H.: *Geology of the Elkorn Mountains, Northeastern Oregon: Bald Mountain Batholith*, "Bull. Geol. Soc. Am.", 68, 181 (1957).
- UGIDOS, J. M.: *Estudio petrológico del área Béjar-Plasencia (Salamanca-Cáceres)*. "Tesis", Salamanca (1973).
- UGIDOS, J. M.: *Características del metamorfismo en el área Béjar-Plasencia*. (En prensa.)
- WATKINSON, D. H., and WYLLIE, P. J.: *Phase equilibrium studies bearing on the limestone-assimilation Hypothesis*. "Geol. Soc. Am. Bull.", 80, núm. 8, 1565-1576 (1969).
- WYLLIE, P. J., and WATKINSON, D. H.: *Phase equilibrium studies bearing on genetic links between alkaline and subalkaline magmas with special reference to the limestone assimilation Hypothesis*. "Canadian Mineral", 10, part 3, 362-375 (1970).

Recibido: Septiembre 1973.



INFORMACION

Inauguración del VII Curso de Hidrogeología aplicada. Preside el Secretario General Técnico del Ministerio de Industria

Organizado por el Instituto Geológico y Minero de España, la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de Madrid, y la Empresa Nacional ADARO, de Investigaciones Mineras, S. A., tuvo lugar, el pasado día 8 de enero, el acto de inauguración oficial del Curso, en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

El acto estuvo presidido por el Secretario General Técnico del Ministerio de Industria, don Manuel Azpilicueta, a quien acompañaba el Director General de Minas, el Director del Instituto Geológico, los Subdirectores de la Dirección General de Minas, el Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y el Director del Instituto de Hidrología.

Al Curso asisten 28 técnicos superiores, principalmente ingenieros de Minas, geólogos, ingenieros agrónomos e ingenieros de Caminos. Entre los asistentes matriculados figuran cinco extranjeros.

Dentro del mismo Curso tendrá lugar y se anunciará oportunamente, un Seminario sobre un tema muy de actualidad: Inyección de aguas residuales en el subsuelo y prevención contra la contaminación de acuíferos subterráneos. El de este año estará dirigido por el ingeniero americano García Bengoechea y serán partícipes de él destacados especialistas de la FAO y otros organismos extranjeros.

I

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL SEÑOR AZPILICUETA,
 SECRETARIO GENERAL TÉCNICO
 DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA

El agua ha sido a lo largo de la Historia de la Humanidad elemento determinante de su evolución. Los grandes ríos han fijado un papel decisivo en el desarrollo de la civilización; sus márgenes han visto desarrollarse sus primeras culturas, las primeras ciudades, nacidas al amparo de la abundancia de este elemento básico para la vida, que es el agua. A medida que un país se civiliza y desarrolla, crecen las necesidades de disponer de agua abundante. La agricultura, los usos domésticos y la industria moderna demandan cantidades siempre crecientes de agua, hasta el punto que hoy día el peligro de la escasez de este bien básico amenaza a todo país desarrollado, convirtiendo a los recursos hidráulicos en un bien escaso, que es preciso cuantificar, aprovechar, proteger y regular, para que su escasez no ponga en peligro el desarrollo económico y social de sus regiones.

Los recursos hidráulicos utilizables en un país están en íntima relación con el ciclo del agua en la Naturaleza. Las precipitaciones que recibe su geografía son el origen de estos recursos. Una gran parte de estas precipitaciones vuelven a la atmósfera por evaporación y transpiración vegetal; el resto, apenas un 35 por 100, como media en España, constituyen las aguas útiles que alimentan los ríos o se infiltran almacenándose en las estructuras geológicas porosas, gigantescos almacenes o embalses naturales, de los cuales vuelve a salir gradualmente por las surgencias naturales (fuentes y manantiales) o las artificiales que crea el hombre (pozos y sondeos).

El agua que anualmente se infiltra y alimenta estos acuíferos subterráneos pueden estimarse en España en el 20 por 100 del agua útil, cifra media que puede llegar hasta el 60 por 100 en las regiones cuyos terrenos geológicos son, por su porosidad, más aptos para esta infiltración y almacenamiento, como es el caso del SE y el Levante español. E incluso al 90 por 100, como es el caso de la España insular.

Aunque estas cifras de por sí ya revelan la importancia del agua subterránea en nuestro país, hay un aspecto decisivo que debemos resaltar: la capacidad de regulación del conjunto de los recursos hidráulicos, que los embalses subterráneos, debidamente utilizados, pueden proporcionar.

Evidentemente, las aguas que recorren los cauces de los ríos acaban en el mar. El gran esfuerzo regulador que suponen nuestros embalses superficiales no puede evitar que todos los años se pierdan en el mar una gran proporción de estos recursos.

La utilización de estos acuíferos subterráneos como elemento regulador, dada su enorme capacidad de almacenamiento (200.000 millones de metros cúbicos), es básica para la regulación de la mayoría de nuestros ríos.

Por todo ello, el Ministerio de Industria, a quien compete el estudio y administración de las aguas subterráneas, ha dedicado siempre especial interés al tema. El Instituto Geológico y Minero de España, Organismo del Ministerio de Industria, dedicado a la geología aplicada, tiene a su cargo la planificación hidrogeológica del país, en sus diversos aspectos de cuantificación de recursos y reservas de agua subterránea, conservación y utilización racional de los acuíferos subterráneos y protección de estas aguas contra la contaminación.

El Plan Nacional de Aguas Subterráneas, incluido el Plan Nacional de Minería, está desarrollando en este cuatrienio una investigación de las aguas subterráneas de España, a escala de grandes cuencas. Es la primera vez que con óptica general y técnicas modernas, se considera el problema en conjunto. Los resultados de estos estudios son instrumento básico para la planificación económica de la nación y de sus regiones.

Nuestro país necesita planificar este bien escaso y vital que es el agua. Necesita unificar sus recursos superficiales y subterráneos, protegerlos contra el agotamiento y la contaminación, utilizarlos en la agricultura, el consumo humano, la industria y el turismo.

Este objetivo requiere la colaboración de técnicas muy variadas y de especialistas en materias muy distintas. Desde el geólogo al economista, desde el minero al constructor de presas, desde el agricultor al sociólogo.

A nivel de la Administración, la coordinación es imprescindible, entre todos los organismos ministeriales a quienes afecta y compete los múltiples aspectos del agua: cuantificación de recursos, regulación de su explotación, usos del agua, contaminación, sanidad, navegación, aprovechamientos energéticos, etc. El agua no es asunto de un solo Ministerio ni de una sola técnica, ni de un solo punto de vista. Es un elemento esencial y escaso que hay que aprovechar y utilizar cuidadosamente.

El curso que hoy inauguramos es un esfuerzo más en este sentido. Su finalidad es preparar especialistas en hidrogeología, capacitar a los geólogos e ingenieros en ese campo de estudio de las aguas subterráneas.

PALABRAS PRONUNCIADAS POR EL SEÑOR IZAGUIRRE,
DIRECTOR DEL INSTITUTO GEOLÓGICO

El Curso de Hidrogeología Aplicada que hoy comienza es el VII de una serie iniciada en 1967, como consecuencia de una de las recomendaciones hechas a los Gobiernos de los países miembros por el Decenio Hidrogeológico Internacional.

El Curso está patrocinado y organizado por la Universidad Politécnica, de Madrid, a través de la Escuela Superior de Ingenieros de Minas, por el IGME y por la Empresa Nacional ADARO. Tiene previsto una duración de tres meses, a lo largo de los cuales se impartirán 130 clases teóricas, 60 clases prácticas. El curso tiene una orientación eminentemente práctica y, a lo largo de él, serán tratados temas de tanta actualidad como los modelos de simulación, la contaminación de aguas subterráneas, la recarga artificial de acuíferos, la inyección de aguas residuales en el subsuelo, etc.

Sobre este último tema, y dada la importancia que representa para las industrias la posibilidad de eliminar sus aguas residuales sin complicar el ya grave problema de contaminación de nuestros ríos, se ha organizado un Seminario Internacional, que será dirigido por el doctor ingeniero señor García Bengoechea, de Gainesville, Florida.

En los últimos tres años, el avance experimentado en los conocimientos hidrogeológicos ha sido realmente espectacular, pero el número de especialistas mundiales en la materia es notablemente insuficiente para enfrentarse con el gran problema que la Humanidad tiene planteado.

En nuestro país, los estudios hidrogeológicos han experimentado un gran empuje como consecuencia del Plan Nacional de la Minería, y la necesidad de especialistas es también acuciante.

Los tres organismos organizadores del curso son garantía de su calidad. La Escuela de Ingenieros de Minas, con larga tradición en la formación de geólogos y mineros, técnicas básicas para el estudio de este mineral renovable que es el agua subterránea: el IGME, que, por vocación y por imperativo legal, ha dedicado sus ciento veinticinco años de existencia al estudio de la hidrogeología; y ENADIMSA, que dispone actualmente de un excelente plantel de técnicos en hidrogeología, son las entidades que tienen a su cargo el Curso, que, como los anteriores, están coordinados con el Instituto de Hidrogeología.

Este VII Curso está dirigido preferentemente a postgraduados de Facultades Universitarias y Escuelas Técnicas Superiores.

Va a ser seguido por una treintena de alumnos, que representan los diferentes ramos de la técnica relacionada directamente con las aguas, ingenieros de Minas, Caminos y Agrónomos y licenciados en Ciencias Geológicas.

Por primera vez se han unido a nosotros postgradua-

dos de Hispanoamérica. A todos damos una cordial bienvenida y les deseamos que los conocimientos que adquieran puedan servir para el desarrollo de sus respectivos países.

Según encuestas recientemente realizadas, una gran proporción de los alumnos que asistieron en los cursos anteriores, trabajan actualmente sobre problemas hidrogeológicos o temas estrechamente relacionados con las aguas subterráneas.

Esto es para nosotros una gran satisfacción y la mejor recompensa al desinteresado esfuerzo que representa para los profesores del curso el recargar sus diarias obligaciones con esta nueva tarea de transmitir a otros técnicos su experiencia y conocimiento de estos temas.

España realiza actualmente un esfuerzo muy grande en el campo de la hidrogeología, tan vital para su desarrollo económico. Estos cursos son un aspecto de este esfuerzo.

En nombre del Consejo de Dirección de este VII Curso de Hidrogeología Aplicada, os doy a todos, profesores y alumnos, mi bienvenida, y a los que nos honráis con vuestra asistencia a este acto, mi agradecimiento.

LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS
EN LA PLANIFICACIÓN HIDRÁULICA (*)

Excmos e Ilmos. Sres., Sras., Sres.

Presente en la organización y ejecución de todos los Cursos de Hidrogeología Aplicada, que desde 1965 venimos desarrollando, me toca en el presente, aparte de su dirección, la responsabilidad de pronunciar esta conferencia inaugural.

Si para los que hemos desarrollado toda nuestra actividad profesional en el campo de la Hidrogeología, el hablar sobre las aguas subterráneas constituye una satisfacción, el hacerlo ante un auditorio, como el aquí presente, en el que veo a tan excelentes especialistas en la materia, y el recuerdo de las ilustres personalidades que me precedieron en un acto análogo en los Cursos anteriores, me hace temer no estar a la altura de las circunstancias.

Si, como primera lección de este Curso, debiera poner el énfasis en la importancia de las aguas subterráneas, el simple hecho de vuestra presencia, hace innecesaria la insistencia sobre el tema.

Admitida, por sabida, la importancia de las aguas subterráneas, suele sin embargo, ser olvidada a la hora de planificar el aprovechamiento hídrico regional y sobre todo el nacional.

Es por ello, por lo que yo quiero presentar a ustedes el tema de las aguas subterráneas, no como un ente aislado, al que sólo se acude para intentar resolver proble-

(*) Por Emilio Trigueros Molina, Doctor ingeniero de Minas, del IGME, director del VII Curso de Hidrogeología Aplicada.

mas muy locales y concretos, sino como parte integrante del conjunto de los recursos hidráulicos, destacando la importancia que su racional utilización tiene, dentro de un aprovechamiento integral óptimo de los mismos.

Quisiera llevar al ánimo de ustedes que la hidrogeología, ya no es el arte de unos pocos "iniciados" capaces de encontrar el agua que se oculta en las entrañas de la tierra, sino una verdadera ciencia, bien definida y documentada, capaz de programar el aprovechamiento de ese caudal oculto de aguas, cada vez más necesario al desarrollo de la Humanidad, e incluso en algunas regiones del globo, para su subsistencia.

El agua esencial, por lo que se refiere a las condiciones físicas, químicas y biológicas que reinan en la superficie de la Tierra, es un bien escaso y desigualmente repartido.

Los océanos que cubren el 72 por 100 de la superficie total de la Tierra contienen el 97,5 por 100 de la masa total de agua existente, y del 2,5 por 100 restante, el 98,5 por 100 está representado por los hielos de las regiones polares. Como inciso, puedo decirles, que si toda esa gran masa de hielo se fundiera de forma instantánea, el mar se elevaría casi 100 metros.

Queda, pues, una pequeña parte, pequeña si la comparamos con el conjunto, del orden de 0,005 por 100 de la masa oceánica, parte de la cual es salobre, capaz de ser utilizada para satisfacer nuestras necesidades, necesidades que crecen en función directa con el aumento del bienestar y los bienes de producción y consumo.

Sólo unas pocas cifras para darles a ustedes idea de la magnitud del problema.

En 1950, las necesidades totales de agua en los Estados Unidos eran del orden de 275.000 millones de m³/año, en 1970 fueron de casi 500.000 millones (más del 70 por 100 en quince años) y para 1980 se estiman 850.000 millones de metros cúbicos (más del 60 por 100 en diez años).

Estos aumentos no corresponden ni mucho menos al aumento espectacular de la población, pues mientras la población de Estados Unidos para ese mismo período habrá aumentado en un 100 por 100 como máximo, la demanda de agua ha aumentado en un 300 por 100, y es que aunque normalmente se tiende a reducir los problemas de las necesidades al consumo urbano, lo cierto es que el gran consumidor no es realmente el hombre, sino la actividad económica consecuencia de sus exigencias en bienes de consumo.

No podemos olvidar que para producir una tonelada de azúcar son necesarias 1.000 toneladas de agua; para una tonelada de trigo son necesarias 1.500 toneladas de agua; para una tonelada de arroz son necesarias 4.000 toneladas de agua; para una tonelada de algodón son necesarias 10.000 toneladas de agua.

Y lo mismo que para los productos agrícolas pasa con los industriales, ya que se necesitan: para una tonelada

de aluminio, 1.350 toneladas de agua; para una tonelada de pasta de papel, 350 toneladas de agua; para una tonelada de acero laminado, 400 toneladas de agua.

Las últimas encuestas realizadas en diferentes países del mundo, cifran las necesidades específicas (en las que están incluidas todas las necesidades para los bienes de producción y consumo) en una media de 2.000 m³ por habitante y año, por lo que si como se espera para el año 2000, la población total de la tierra alcanza la cifra de 6.000 millones de habitantes, se llega a la cifra, francamente estremecedora de 12 billones de m³ anuales, que ha hecho a algunos lanzar la profecía, "el mundo morirá de sed".

Yo, por naturaleza optimista, no lo creo, ya que frente a lo terrorífico de las cifras anteriores, la Humanidad dispone de esa gran masa oceánica, y al reto lanzado por la creciente demanda tendrá que responder con la puesta a punto de las técnicas de desalación del agua del mar, hasta hacerla económicamente aprovechable. Tengo presente lo que dijo M. Gauthereau, representante en Europa del Fondo Especial de las Naciones Unidas, en la apertura del Seminario de Aguas Subterráneas celebrado en Granada, que si bien el hombre no vive solamente de pan afortunadamente tampoco vive sólo de estadísticas, ni de las previsiones, casi siempre pesimistas que uno se siente atraído a extraer de ellas y que la naturaleza desmiente pacientemente".

Todos recordamos esas brillantes predicciones de que si los hombres continuaban reproduciéndose al mismo ritmo acelerado, la Humanidad comenzaría a morirse de hambre alrededor de los años 70, y esto no sólo no se ha producido, y si hay algún caso aislado, no se ha debido precisamente a los previstos por las estadísticas, sino que incluso los progresos realizados en la genética vegetal y la mejor utilización de los recursos han llevado a algunas regiones al problema de los excedentes agrícolas.

Ahora bien, mientras llega ese momento, en el que la técnica ponga a disposición del hombre el agua del mar, y quizá antes las aguas salobres, en condiciones de ser utilizadas, a precios que, quizá sean competitivos con otras fuentes de suministro o que la necesidad haga que ya no parezcan tan elevados como hoy nos parecen, sólo nos queda el recurso de utilizar de la forma más racional y completa las aguas continentales.

Estas aguas continentales, si bien su cantidad absoluta parece pequeña, en comparación con el resto de las aguas del planeta, están sujetas al juego del ciclo del agua, con renovación anual.

En los siglos pasados, el hombre ha podido elegir su habitat y como es lógico lo ha hecho en aquellas zonas donde la cantidad de lluvias era suficiente para el desarrollo de una agricultura rudimentaria, pero que le suministraba los alimentos indispensables para su sustento.

Esto explica el desigual reparto de una demografía

que en algunas regiones podría catalogarse de hormiguero, mientras que sobre el 60 por 100 de las tierras emergidas sólo vive el 5 por 100 de la población mundial.

¿Qué duda cabe, que podría argüirse que existen otros factores que han condicionado este anárquico reparto, pero si profundizamos en el problema llegaremos a encontrar el agua en abundancia como la base todo.

¿Pero, de qué agua estamos hablando? Naturalmente, de la que se ve. Es indudable que fue el agua superficial la primera fuente de suministro del hombre, y que su imaginación ha ido superando las dificultades topográficas y geológicas, gracias a unas técnicas de construcción cada vez más audaces, para amoldar los recursos superficiales a una demanda cada vez más creciente y diversificada.

En nuestra patria, país situado en la zona semiárida (media pluviométrica inferior a 500 mm.) con una pluviometría desigual y desigualmente repartida (hay regiones verdaderamente desérticas), la Administración Pública ha realizado y está realizando un esfuerzo considerable en materia de política hidráulica, pero no podemos ignorar, que las obras hidráulicas de superficie más fáciles y menos costosas, ya han sido realizadas, con lo que, los costes por m³ de agua embalsada y regulada se elevan rápidamente y si a ello unimos el peligro, ya grave en algunas regiones de nuestra geografía, de la contaminación, nos daremos cuenta que estamos llegando a una etapa realmente difícil para que podamos atender la creciente demanda que nuestro desarrollo exige, sólo a partir de las aguas de superficie.

Ante tal panorama es necesario volver nuestras miradas a ese otro recurso hidráulico, el de las aguas subterráneas, a veces despreciado y casi siempre, por no decir siempre, ignorado, por los responsables de nuestra política hidráulica.

No intento decir, que vayamos a descubrir ahora el mundo de las aguas subterráneas. Sería fácil recordarme que ya Moisés con su vara, hizo brotar el agua de las piedras en el desierto y que la economía nacional privada está realizando en estos últimos años un esfuerzo extraordinario, gastando unos 3.500 millones de pesetas anuales, en alumbramiento de aguas subterráneas, que han conducido a que la demanda industrial y urbana en los últimos años fuese cubierta en un 34 por 100 y la agrícola en un 22 por 100, a partir de estas aguas. No, no es eso.

Lo que quiero dejar sentado, es que a mi juicio ha llegado el momento en que los recursos hidráulicos subterráneos, parte integrante y nada despreciable de los recursos hidráulicos totales, sean tenidos en cuenta a la hora de planificar el aprovechamiento hidráulico de una región, base indispensable de su desarrollo, y en igualdad de trato con los otros recursos hidráulicos existentes.

Que ha llegado el momento de intentar la utilización óptima de los recursos hidráulicos entendiendo como tal aquella que con los menores gastos para la Comuni-

dad y teniendo en cuenta los recursos limitados y variables, cualitativa y cuantitativamente, en el tiempo y en el espacio, responda adecuadamente a las necesidades también variables en el tiempo y en el espacio.

Toda política de aprovechamiento óptimo de los recursos de agua debe ser orientada, no solamente de forma que cree nuevas disponibilidades, sino de manera que aumente considerablemente la eficacia de utilización de los recursos existentes, o como decía el informe del Banco Mundial y la F.A.O. sobre el Desarrollo de la Agricultura en España, "la puesta en riego es un elemento de producción y que la construcción no debe ser fin en sí mismo...", el principal objetivo debe ser un rendimiento económico máximo de este recurso relativamente escaso y costoso".

No se nos oculta que la gestión óptima del agua subterránea es compleja y difícil, y que la falta, ya no nacional, sino mundial, de especialistas en la materia ha venido retrasando esta gestión. Proporcionar estos especialistas es el objetivo de los Cursos de Hidrogeología Aplicada que se vienen desarrollando.

Es cierto que cuando se contemplan las frías cifras del balance hidráulico nacional:

330.000 hm³ de lluvia anual.

220.000 hm³ anuales de pérdidas por evapotranspiración.

210.000 hm³ anuales de recursos hidráulicos totales.

de los que el 80 por 100 corresponden a recursos superficiales y el 20 por 100 a recursos subterráneos, el papel que estos recursos pueden jugar en nuestra planificación hidráulica aparece minimizado, pero es que no se tiene en cuenta el enorme poder de regulación de nuestros recursos que ofrecen los embalses subterráneos.

No puede olvidarse que la capacidad de los embalses subterráneos españoles es superior a los 200.000 hm³, cifra nada despreciable, si se la compara con los 39.000 hm³ de capacidad actual de los embalses de superficie nacionales o con los 62.000 hm³ de capacidad futura máxima.

Estos embalses subterráneos pueden aportar al aprovechamiento de las aguas:

a) *Su papel de acumulación* gracias al volumen de huecos existentes por encima del nivel hidráulico, creados, bien naturalmente, como consecuencia de una serie de años de sequía prolongada o bien artificialmente como consecuencia de una explotación estacionaria.

Este volumen puede utilizarse para acumular una parte de la escorrentía superficial no utilizada en invierno, y que no puede ser regulada económicamente por embalses de superficie, y disponer de este agua en verano. Esta alimentación natural, puede incluso ser forzada mediante la aplicación de los técnicos de la recarga artificial.

b) *Su papel de regulación*, debido en gran parte a la lentitud de la escorrentía subterránea.

Todos sabemos que en las zonas áridas y semiáridas,

caso de gran parte de nuestra patria, durante el verano el caudal de estiaje de los ríos se debe casi en exclusiva al drenaje de los acuíferos y que el caudal de los manantiales o salidas naturales de los mismos decrece debido a la bajada estacional del nivel hidráulico subterráneo.

Si mediante bombeos en esta época seca, ponemos en juego las reservas hidráulicas almacenadas en los embalses subterráneos, es evidente que tiende a disminuir el caudal de las salidas naturales, pero no es menos cierto que la suma de los caudales naturales reducidos y los caudales bombeados es superior al caudal natural.

Pero es que además, estamos empezando a utilizar de forma racional, esos embalses, algunos de proporciones gigantescas, que la naturaleza nos ha construido graciosamente, transformando una salida irregular en otra acomodada a las necesidades de la demanda en tiempo y espacio, e incluso si las reservas son suficientes a regular la variación de las extracciones, olvidándonos, más o menos, del régimen de los aportes naturales.

¿Qué pensaríamos de la construcción de una gran presa para la regulación de las aguas de un río, si se nos olvidara ponerle la compuerta? Que habría sido una obra totalmente inútil, ya que al cabo de unos años, el embalse estaría completamente lleno y la salida del agua del mismo sería tan irregular como la entrada.

Pues exactamente lo mismo sucede con los embalses subterráneos, que están ya llenos hasta el nivel del aliviadero. Esto es fácilmente comprensible; por muy grande que sea el embalse y muy pequeña la aportación que le llegue, con sólo remontarnos un poco en la escala de tiempos geológicos.

Si mediante bombeos en verano, no conseguimos dejar vacío algo del embalse, las nuevas aportaciones saldrán por sus salidas naturales de la misma forma anárquica que han entrado.

Incluso la sobre explotación a conciencia, de estas reservas subterráneas puede ser importante en años extremadamente secos, con objeto de salvar los cultivos perennes irrigados mediante caudales de superficie, aguas abajo de un embalse y que con motivo de la sequía prolongada se haya quedado vacío, o incluso para avanzar una puesta en riego de una zona, que debe esperar el final de la construcción de grandes obras hidráulicas, o que van a recibir aguas de otra zona que le sobran.

Esta sobreexplotación permitiría experimentar progresivamente los problemas agrícolas, sociales, comerciales e institucionales, resultantes de la transformación de la zona, sin esperar a tener que abordarlos de golpe.

Como puede verse, la integración de las aguas subterráneas en la planificación hidráulica de una cuenca, es imprescindible, no tanto por el volumen nuevo de recursos que puede aportar (sin que pueda considerarse despreciable), sino por su contribución al aprovechamiento óptimo de los ya existentes.

Hoy existen cuencas, donde los recursos superficiales

son los únicos (casos de zonas margosas o pizarrosas) o donde lo son los recursos subterráneos. La explotación de las mismas tiene ya su camino marcado. Pero en la mayoría, están presentes los dos tipos de recursos y sus influencias recíprocas son importantes.

En este último caso toda planificación hidráulica debe aprovechar las características fundamentales de cada uno de los recursos y de su disposición en la naturaleza para realizar un aprovechamiento integral, teniendo bien presente que no siempre las influencia recíprocas entre los recursos superficiales y subterráneos es nefasta.

Olvidar o despreciar cualquier tipo de recurso si que suele serlo. Ejemplo muy significativo es el de los regadíos del río Indo en la región del Punjab, del Paquistán Occidental. Esta región extraordinariamente llana, con un gradiente del orden de un metro por cada cinco kilómetros está constituida por un valle aluvial muy permeable, de más de 1.500 kilómetros de longitud.

A esta región, calurosa, seca e inhospitalaria fueron llegando desde Alejandro Magno, diferentes conquistadores, turcos mongoles y finalmente los ingleses, y todos, y muy especialmente estos últimos, dedicaron sus afanes a aumentar las áreas de irrigación, con las aguas del Indo, prácticamente inagotables, hasta llegar a la cifra de nueve millones de hectáreas regadas, gracias a una red de acequias de 16.000 kilómetros de longitud excavadas en la capa de limos impermeables pero cuyo fondo llegaba hasta la de los acarros fluviales.

El nivel freático de las aguas se encontraba bastante profundo, unos 50 metros, pero a consecuencia de los riegos, se fue recargando el acuífero a través de los canales de riego sin revestir, se fue elevando paulatinamente, y a partir de este siglo en casi 50 centímetros al año, hasta llegar a menos de un metro del suelo, y en un área de más de dos millones de hectáreas por encima del nivel del suelo, con lo que se hizo imposible el cultivar ese terreno.

El problema vino a complicarse debido al aumento de salinidad de los suelos, ya que al aumentar la evapotranspiración el grado de concentración de sales aumenta progresivamente, llegándose entre inundación y salinidad a la pérdida anual de más de 25.000 hectáreas y la región que durante mucho tiempo había merecido el sobrenombre de "el cuerno de la abundancia de la India" tuvo necesidad de la ayuda internacional para intentar salvar su principal fuente de riqueza.

Un grupo de hidrólogos de la Universidad de Harvard que estudió el problema, propuso como remedio, la supresión del riego por agua del Indo y la construcción de unos 32.000 pozos, para bombeo del agua del acuífero, que aparte de satisfacer las necesidades de riego, facilitará la circulación vertical de las aguas, a fin de diluir por filtración las sales existentes.

Como ven, es un buen ejemplo que no deben olvidar los planificadores de nuevos regadíos a gran escala.

He dicho anteriormente que los recursos subterráneos deben incorporarse al desarrollo en igualdad de trato con los otros recursos. Me estoy refiriendo al precio del agua.

Es muy frecuente escuchar que las aguas subterráneas son más caras que las superficiales. Esto, que muchas veces es verdad, realmente, lo es siempre para el particular que hace su pozo y lo paga todo, pozo, instalación, energía, etc.

No es este el caso para los regadíos con aguas superficiales, ya que éstos disfrutaban de una serie de subvenciones y anticipos reintegrables con o sin interés, y para las tarifas de riego, el sistema seguido por la Administración es el de reintegrarse del importe de las obras una vez deducidas las subvenciones que se conceden, que pueden llegar al 50 por 100 del total.

Dentro del marco del Proyecto del Guadalquivir, que como ustedes saben es un proyecto conjunto de FAO y del Gobierno Español, representado por los Ministerios de Obras Públicas, Industria y Agricultura, y que yo conozca, es la primera experiencia a gran escala realizada en nuestro país, de desarrollo agrícola a partir de las aguas subterráneas, concretamente en la zona de Almonte-Marismas, hemos intentado calcular el coste real del agua subterránea.

Dentro del sistema de riego se han considerado tres puntos, en los cuales se ha evaluado el coste del agua:

- a la salida del sondeo,
- en cabeza de parcela,
- en la planta.

Las partidas que se han tenido en cuenta para su cálculo son las siguientes:

a) A la salida del sondeo.

Comprende las obras relativas a sondeos, bombas de extracción del agua, 50 por 100 de la electrificación y el 44 por 100 del coste de la Red Principal de Transporte de Energía Eléctrica. Esta última repercusión ha sido hecha en función de la potencia de las bombas. El lugar en que se envalúa es a flor de tierra del sondeo.

b) En cabeza de parcela.

Además de las partidas consideradas para la determinación del coste del agua a la salida del sondeo, se incluyen aquí el depósito regulador, los tubos que llegan al mismo procedentes de los sondeos, las redes de distribución, constituidas por las conducciones que llevan el agua hasta la explotación agrícola y las bombas de impulsión o distribución, el 50 por 100 de la electrificación, los caminos necesarios para la realización de las obras y el 56 por 100 de la red principal de transporte de energía eléctrica.

c) En la planta.

La constituyen el total de las obras necesarias para el riego desde el comienzo de las mismas, es decir, la suma de las partidas tenidas en cuenta en cabeza de parcela más las que se realizan dentro de la explotación agrícola.

Estas últimas son las referentes al desmonte, drenaje y el material necesario dentro de la explotación compuesto por la red fija y el material de aspersión. El agua que se avalúa se refiere al volumen neto preciso por la planta.

A todas las partidas, con excepción de las correspondientes a la red principal de transporte de energía eléctrica y el material de aspersión, se les ha gravado en su 15 por 100 en concepto de Proyecto y Dirección de Obras.

El volumen de agua que se obtiene no es el mismo en los distintos puntos considerados, debido a las pérdidas que se originan en su transporte. Se estima que las pérdidas sufridas desde la salida del sondeo hasta la parcela son del orden del 6 por 100 y ésta a la planta del 20 por 100, aproximadamente.

Una vez conocidas las partidas y los volúmenes de agua, en cada uno de los puntos mencionados, se está en condiciones de efectuar la evaluación del coste del agua.

Los períodos de reposición de cada uno de los elementos considerados son los siguientes:

Sondeos	20 años
Grupo motobombas	10 años
Estación impulsión	10 años
Electrificación	20 años
Material aspersión	10 años

El método empleado para el cálculo del coste del agua es el de la actualización. Para ello se han convertido en un común denominador de tiempo, en este caso, año cero, tanto las inversiones con sus reposiciones correspondientes y los gastos anuales de funcionamiento y mantenimiento, como es el coste por unidad de volumen.

Se han empleado dos tasas de actualización, 5 y 10 por 100 y el período de vida del Proyecto que ha servido de base para el cálculo ha sido de cuarenta años.

Los resultados obtenidos son los siguientes, en los que se diferencia la parte correspondiente a inversiones y la de los gastos anuales de mantenimiento y funcionamiento.

COSTE DEL AGUA EN PESETAS POR METRO CUBICO

Tasa actualización	A la salida del sondeo			En cabeza de parcela			En la planta		
	I	MF	TOTAL	I	MF	TOTAL	I	MF	TOTAL
5 %	0,43	0,33	0,76	1,23	0,87	2,10	2,05	1,17	4,22
10 %	0,64	0,34	0,98	1,88	0,88	2,76	3,09	1,19	4,28

La repercusión de cada uno de los elementos que entran a formar el coste del agua es la siguiente:

	I=5 %		I=10 %	
	Ptas/m'	%	Ptas/m'	%
INVERSIONES				
Sondeo	0,23	7,1	0,34	8,0
Bombas... ..	0,54	16,8	0,68	16,0
Electrificación... ..	0,15	4,7	0,23	5,4
Tubos y depósitos.	0,38	11,8	0,65	15,2
Caminos	0,12	3,7	0,23	5,4
Desmonte + Drenaje.	0,11	3,4	0,20	4,6
Proy. y Don. Obras.	0,17	5,3	0,30	7,0
Aspersión	0,26	8,1	0,31	7,2
R. Transp. E. Elec.	0,09	2,8	0,15	3,5
Sub-total	2,05	63,7	3,09	72,3
MAT. Y FUNC.				
Bombas	0,12	3,7	0,12	2,8
Electrificación... ..	0,04	1,2	0,04	0,9
Tubos y depósitos.	0,06	1,9	0,06	1,4
Caminos	0,04	1,2	0,04	0,9
Aspersión	0,07	2,2	0,07	1,6
Energía... ..	0,81	25,2	0,83	19,4
Red. Transp. E. Eléc.	0,03	0,9	0,03	0,7
Sub-total	1,17	36,3	1,19	27,7
TOTAL	3,22	100,0	4,28	100,0

En este cálculo no se han tenido en cuenta ninguna clase de subvenciones ni ayudas del Estado. De aplicarse las subvenciones previstas en las zonas de actuación del IRYDA, y llevando a cabo los interesados las renovaciones de inversiones necesarias a lo largo de la vida del Proyecto, así como los gastos de mantenimiento y funcionamiento, los resultados serían los siguientes:

COSTE DE AGUA CON SUBVENCIONES. PESETAS METRO CUBICO

Tipo de interés	Pozo			Parcela			Asperso		
	I	MF	TOTAL	I	MF	TOTAL	I	MF	TOTAL
5 %	0,20	0,31	0,51	0,82	0,84	1,66	1,41	1,14	2,55
10 %	0,39	0,32	0,71	1,14	0,85	1,99	1,97	1,15	3,12

Si por el contrario no se tienen en cuenta las renovaciones a lo largo de la vida del Proyecto, y las inversiones originales se amortizan en veinticinco años al 2 por 100, caso muy normal en muchos estudios realizados, el agua en cabeza de parcela alcanzaría un valor de 0,55 pesetas metro cúbico.

A continuación se detallan algunos precios medios estimados del agua en parcela en diferentes cuencas.

C U E N C A	Ptas/m ³
Norte	0,30-0,50
Duero	0,40-0,80
Tajo	0,40-0,70
Guadiana	0,50-0,90
Guadalquivir	0,50-1,00
Segura	0,70-1,50
Júcar	0,60-1,30
Ebro	0,30-1,00
Pirineo oriental	0,60-1,20
Baleares	0,70-1,60
Canarias	0,80-2,00

En la fuente donde se han obtenido estos precios medios se indica que, "en las zonas con dotación no regularizadas los riegos dados en invierno resultan a estos precios, pero en los dados en primavera y verano los precios son mayores, y en épocas de gran estiaje llega el agua a pagarse hasta 12 pesetas metro cúbico".

Finalmente, hemos realizado una comparación de nuestro Proyecto con el del Bajo Guadalquivir, porque ambos tienden a actuar sobre áreas geográficas vecinas y de extensión similar (unas 25.000 ha.).

Las inversiones realizadas en el Bajo Guadalquivir y su repercusión por hectárea es la siguiente (1):

(1) "Monografía de Infraestructura de Regadío" del Estudio General sobre la Economía de la provincia de Sevilla. Sevilla, 1973.

	Ptas/Ha
Embalse	7.232
Canal	26.636
Redes principales	50.977
Redes secundarias	21.404
Saneamiento y drenaje	29.418
TOTAL	136.667

Las repercusiones por hectárea en el Proyecto Guadalquivir de las inversiones es la siguiente:

	Ptas/Ha
Sondeos	17.877
Bombas y Estc. de impulsión	17.966
Red primaria	7.751
Red secundaria	11.882
Electrificación y Red Transporte E. E.	14.414
Caminos, sistematización, terrenos y drenaje	17.414
Material fijo aspersión	7.913
Material móvil aspersión	9.213
TOTAL	98.430

Teniendo en cuenta los períodos de amortización y haciendo variar únicamente los tipos de interés aplicables, los resultados en el coste del agua, con dotaciones medias de riego de 8.000 m³/ha., son los siguientes en pesetas metro cúbico:

	2,5 %	5 %	8 %	10 %
Bajo Guadalquivir	0,67	0,99	1,42	1,73
Proyecto del Guad.	0,80	1,01	1,30	1,50

Podemos apreciar que aproximadamente a partir del 5 por 100 es mucho más barata el agua obtenida en Proyecto Guadalquivir que en el Bajo Guadalquivir. Depende en mucho para analizar resultados los tipos de interés con los que se operen. En las actuales circunstancias de la economía española el tipo de interés aplicable a la evaluación de Proyectos ha de situarse como mínimo en el 8 por 100. Tal tipo de interés debe indicar el coste real del capital en una economía. En el Reino Unido hasta hace poco tiempo la tasa de actualización para todo proyecto estaba en un 8 por 100, habiéndose elevado en 1972 al 10 por 100.

Los resultados obtenidos han de juzgarse como primera aproximación. La razón de ello es evidente. Cualquier comparación económica ha de hacerse teniendo en cuenta el tiempo en que se realizan las inversiones, del mismo modo que cuando se obtienen las producciones. Los desfases existentes entre la realización de inversiones y la obtención de las producciones correspondientes es un factor decisivo que beneficia o perjudica a la rentabilidad posible del Proyecto. No tan sólo influye en la rentabilidad el progresivo aumento del índice general de precios, haciendo que inversiones a realizar en años futuros resulten más altas, sino que tan importante como esto es el ritmo al cual se realicen éstas. Este factor decisivo suele olvidarse a la hora de enjuiciar las aguas subterráneas.

Otras razones vienen a reforzar ésta. Por ejemplo, la consideración geográfica a la hora de localizar las inversiones. Con aguas subterráneas se puede planificar el riego tan sólo de aquella superficie con mejores condiciones edafológicas, o con problemas socioeconómicos no tan sólo regionales, sino comarcales más serios. El ritmo de ejecución de las inversiones puede atemperarse a las disponibilidades inversoras de los entes públicos. Si como

se decía en el Informe del Banco Mundial FAO, el principal objetivo de un programa de riego debe ser un rendimiento económico máximo, dado que el agua es un recurso relativamente escaso y costoso, con aguas subterráneas se tiene la posibilidad de planificar el regadío de solamente aquellas áreas donde se encuentran plenamente justificadas las inversiones. Los entes públicos tienen en sus manos la facilidad de descomponer en subproyectos el programa original y de realizarlos por etapas según disponibilidades. Esta flexibilidad de insertar programas de agua subterráneas dentro de planificaciones regionales es sumamente interesante.

No quisiera que mis últimas palabras pudieran interpretarse como un dilema cuantitativo entre los recursos superficiales y subterráneos.

El camino a seguir es el del aprovechamiento conjunto de todos los recursos, pero dándole a las aguas subterráneas que están alcanzando su mayoría de edad, el tratamiento que les corresponde.

En este sentido, el esfuerzo que en el campo de la investigación hidrogeológica está realizando el Instituto Geológico y Minero de España es muy considerable. Si desde su fundación, su vocación hidrogeológica ha sido innegable, en estos momentos, sus investigaciones en colaboración con las principales empresas especializadas del país, cubren casi el 80 por 100 de la geografía española.

El campo de actuación que se presenta a los que vais a participar en el Curso es, por lo tanto, inmenso y apasionante. Al daros la bienvenida, como Director del mismo, yo deseo que encontréis en la Hidrogeología vuestra vocación y que pronto os incorporéis a la tarea de proporcionar los nuevos recursos hidráulicos indispensables para el desarrollo y la vida misma.

Muchas gracias.

Aplicación de la fotogrametría terrestre en la determinación estadística de fracturas para la mecánica de rocas

La División de Geotecnia del Instituto Geológico y Minero de España ha puesto a punto en su Proyecto, en curso de ejecución, de Diseño Optimo de Excavaciones Mineras, un método fotogramétrico que permite la determinación estadística de distribución de fracturas de todo tipo, en una zona dada mediante la elaboración automática de diagrama de Schmidt a partir de pares estereoscópicos, así como la definición de parámetros tales como separación de fracturas, frecuencia de las separaciones, etc., además de la ecuación del plano de la fractura en el espacio. Es evidente la enorme importancia que tiene este procedimiento para la mecánica de rocas y promete ser de creciente aplicación, especialmente en aquellas explotacio-

nes mineras donde se presenten problemas en el empleo de la brújula, inaccesibilidad, difícil topografía, presencia de masas magnéticas, etc., ya que resuelve de una forma rápida y eficaz las dificultades inherentes en este tipo de estudios, que, normalmente requieren para su solución mucho tiempo y trabajo de campo.

En esencia el método consiste en la obtención de pares estereoscópicos desde bases fotogramétricas terrestres a partir de los cuales se señalan tres puntos, no situados en línea recta, contenidos en cada plano de fractura. Las coordenadas de los puntos que definen los distintos planos se registran electrónicamente, con un estereoaquígrafo Wild 7 y los cálculos de los parámetros y orientación de

los planos se realizan mediante un ordenador digital PDP/8E, desarrollando los programas adecuados. Con estos datos se pueden trazar los diagramas Schmidt, bien manualmente o por medio de un sencillo programa de ordenador y dada la gran cantidad de planos que pueden determinarse con este procedimiento, los diagramas obtenidos son muy representativos y de gran valor estadístico. El

I.G.M.E. ha comparado estos diagramas con los conseguidos por métodos convencionales en una misma zona de trabajo y los resultados son francamente alentadores, no sólo en la aplicación realizada en este caso sino en todos aquellos trabajos y estudios donde sea necesaria la determinación estadística de fracturas en roca.

El Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, en las Ferias del Libro de Sevilla y Valencia

Gran éxito de la Cartografía Geológico y Minera

Durante los días 15 al 24 de marzo y 22 al 30 de abril han tenido lugar la VIII Feria del Libro en Sevilla y la IX de igual Certamen en Valencia.

Por primera vez el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria ha acudido a estas Ferias, primeras a que asiste en provincias dentro de un amplio programa de difusión de sus actividades, en orden a un mejor servicio público a los sectores interesados.

En los Stands montados en ambas localidades se han expuesto las novedades recientemente aparecidas y la totalidad de su fondo editorial.

La inauguración de ambos Certámenes fue presidida por el Ilmo. Sr. Director General de Cultura Popular, D. Ricardo de la Cierva, acompañado de las primeras autoridades locales.

En ambas capitales pudo observarse el interés que desde el primer momento despertaba el Stand en el público en general, y de forma especial en los profesionales de alguna manera relacionados con la actividad del Departamento, en la forma de consultas y petición de información primero y en la adquisición de publicaciones después, interés que se ha mantenido durante toda la duración de ambos Certámenes.

Se falla el Premio de Periodismo «Santa Bárbara»

Reunido el Jurado Calificador del Premio de Periodismo "Santa Bárbara", convocado por el Instituto Geológico y Minero de España, ha acordado la adjudicación del mismo, correspondiente al año 1973, a don José Pérez Guerra por sus trabajos publicados en el diario "Informaciones", de Madrid.

Integraban el Jurado el Director del Instituto Geológico y Minero de España, el Subdirector, el Ingeniero Adjunto a la Dirección, el Secretario General, el Jefe de la División de Investigaciones Mineras y el ganador del Premio "Santa Bárbara" 1972.

Tras el fallo el Jurado decidió convocar el Premio "Santa Bárbara" 1974, dotado también con cien mil pesetas, sobre el tema "Importancia de la investigación de los recursos minerales españoles frente a la crisis de materias primas".

Al mismo tiempo, con motivo del 135 aniversario de la creación del Instituto Geológico y Minero de España, se convoca un Premio Especial de cincuenta mil pesetas, para premiar el mejor trabajo que se publique durante el presente año, con o sin firma, en las mismas condiciones que el anterior, sobre la actividad desarrollada por dicho Organismo.

Noticias

GEOLOGIA

TERMINOS DE GEOLOGIA MARINA

Desde el XX Congreso Internacional de Geología de Méjico (1956) es una preocupación constante de todos los países iberoamericanos el llegar a una uniformidad en la terminología geológica. Con ocasión del Primer Congreso Latino-Americano de Geología, celebrado en Lima del 22 al 29 de noviembre de 1970, en el que participamos como Jefe de la Delegación Española, se planteó nuevamente este tema. Durante el mismo se llegó a un acuerdo en cuanto se refiere a términos de geología marina, publicado ahora en el Tomo IV de este Congreso.

Los términos aprobados en aquella ocasión son los siguientes:

- *Plataforma continental*: Zona del fondo marino extendida desde la línea de costa hasta una profundidad de 200 metros o donde ocurre un cambio brusco de la pendiente.
- *Margen continental*: Parte sumergida del continente, descendente hasta más de 2.000 metros de profundidad o más exactamente, hasta el comienzo de la planicie oceánica.
- *Talud continental*: Zona comprendida entre el borde externo de la plataforma continental y la llanura abisal. Se le reconoce por su mayor pendiente con respecto a las zonas que enlaza.
- *Llanuras abisales*: Superficies casi planas encontradas en la mayoría de las cuencas. Buzan en forma regular y continua desde el pie de la margen continental hasta las profundidades oceánicas.
- *Ondulaciones precontinentales*: Las del enlace del talud continental externo con la llanura abisal en forma de pequeñas colinas, prominencias o abanicos de mar profundo.
- *Umbral*: Elevación alargada del fondo oceánico con pendientes regulares y suaves. Por no encontrarse criterio unánime, se acordó mantenerlo provisionalmente.

- *Dorsal*: Elevación alargada del fondo oceánico con pendientes abruptas e irregulares.
- *Lomada submarina*: Elevación alargada del fondo marino de altura escasa relativamente.
- *Cuencas*: Depresiones del fondo oceánico más o menos equidimensionales.
- *Fosas abisales*: Depresiones del fondo oceánico alargadas y estrechas con lados relativamente abruptos.
- *Hoyos submarinos*: Depresiones pequeñas del fondo submarino.
- *Sima submarina*: El área más profunda de toda depresión submarina, se utiliza para profundidades superiores a los 6.000 metros.
- *Montes submarinos*: Elevaciones aisladas del fondo oceánico que rebasan 900 metros con respecto a sus alrededores.
- *Guyot*: Monte submarino de cima plana.
- *Escapes submarinos*: Taludes alargados y relativamente abruptos del fondo marino.
- *Cañones submarinos*: Incisiones profundas en la plataforma y taludes continentales que a manera de torres zigzagueantes y con muchos tributarios desembocan en las llanuras abisales.
- *Gargantas submarinas*: Incisiones pequeñas cortantes de la parte frontal de los grandes deltas submarinos.
- *Abanicos abisales*: Llanuras de pendiente suave cubiertas por sedimentos que bordean en muchos lugares el talud continental.
- *Canales abisales*: Surcos alargados; profundizan ligeramente en la superficie de un gran número de abanicos abisales y en muchos casos se extienden a las cuencas.
- *Frente archipelágico*: Abanicos de suave pendiente alrededor de las islas oceánicas. No están necesariamente cubiertos de sedimentos.
- *Arcos insulares*: Grupo de islas formando eslabones o arcos, con la parte cóncava hacia el continente y bordeados todos ellos por una serie de fosas abisales en la parte que da al océano libre.

— *Corrientes de turbiedad o turbidez:* Corrientes engendradas por suspensión en el agua de una gran cantidad de sedimentos en las crestas o sobre una pendiente submarina. Su nombre deriva del carácter turbulento.

MINERIA

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DEL INDIO EN MINERALES DE ESPAÑA

Desde hace bastantes años la Cátedra de Mineralogía y Petrología de la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid ha dedicado interés en la orientación geoquímica mineral. Bastará recordar el estudio Geoquímico del criadero de Minas de Herrerías (Huelva) publicado en 1957 en el Instituto Geológico y Minero de España.

Desde el Curso 1971-1972 se ha dedicado una sección de la Cátedra a estudiar la distribución del Indio (Elemento químico núm. 49) en determinados minerales de España. Los resultados obtenidos hasta el presente son alentadores.

La información que concierne a la existencia de indio en minerales sulfurados en determinada región española comprende totalmente la tesis de nuestro colaborador Licenciado don Gonzalo Rivas y García Calderón. Por esta razón o motivo es bien plausible que no estemos en condiciones de publicar aun los resultados relacionados con el trabajo que se lleva a cabo. A su debido tiempo se comunicarán pues son de evidente interés.

CONCENTRADOS DE URANIO DE ANDUJAR

La fábrica de concentrados de uranio General Hernández Vidal, situada en la localidad jiennense de Andújar, viene trabajando ininterrumpidamente desde el año 1960, utilizando los minerales que la Junta de Energía Nuclear obtiene en sus distintas explotaciones mineras.

Esta fábrica, que cubre una parte de las necesidades del país en cuanto a tratamiento y aprovechamiento de mineral de uranio, produjo durante 1973 un total de 79.298 kilos de U₃O₈, cifra que representa un incremento del cinco por ciento en relación con el año precedente.

ALTOS HORNOS NO VENDE SUS MINAS EN EL MARQUESADO

No es exacto que la empresa Agruminsa, del grupo Altos Hornos de Vizcaya, esté negociando con Andaluza

de Minas la venta de las concesiones mineras en el Marquesado (Granada). La mina de Alquife, que Agruminsa dejó de explotar el pasado mes de junio por agotamiento de sus reservas, no es objeto de venta.

Agruminsa, en sus diversas explotaciones de hierro, suministra a Altos Hornos el 40 por 100 del mineral que utiliza la empresa siderúrgica. En colaboración con el Instituto Geológico y Minero está realizando importantes investigaciones en varias provincias, entre las que hay que señalar la planicie del Marquesado, en Granada.

LA RIQUEZA MINERA DE AZNALCOLLAR SE CIFRA EN SETENTA MIL MILLONES DE PESETAS

En los sondeos que actualmente se realizan en las minas de Andaluza de Piritas, en Aznalcóllar, existe un complejo de 70 millones de toneladas de mineral cubicadas, de donde se podrá extraer pirita "ferrocoquizada" (en un 1,5 por 100); plomo y cinc (en un 1 por 100), y plata y oro (en un porcentaje más reducido). El valor de estos recursos se cifra en 70.000 millones de pesetas, y se da la circunstancia de que el volumen de mineral a extraer lo será a cielo abierto, ya que las galerías interiores que se explotaban anteriormente quedaron abandonadas tras un hundimiento que las dejó inutilizadas.

En los planes de explotación de las minas de Aznalcóllar está prevista la preparación de embalses de agua para lavaderos y la construcción de nuevas vías de acceso al yacimiento, lo que se acometerá próximamente. Por otra parte, de los sondeos que se realizan en las zonas de Peñaflor y Alaliz se deduce la posibilidad de que se pueda encontrar cobre, y de la mina "Los Angeles", en la localidad de Castillo de la Guardaz, se prevé, para este año, una extracción de 60.000 toneladas de mineral, con el 30 por 100 de espato flúor, el 1 por 100 de plomo y el 0,5 por 100 de cinc.

Por lo que respecta a mineral de hierro existen en la provincia de Sevilla las minas de San Nicolás del Puerto, que tienen una producción mensual de 14.000 toneladas. Además, se realizan trabajos de reconocimiento en la zona de Almadén de la Plata, para buscar la prolongación de la antigua mina de plomo y cobre que existía, y en diversas zonas de Real de la Jara se efectúan también sondeos en búsqueda de cobre y plomo.

YACIMIENTO DE CINABRIO EN ZARAGOZA

Una veta de cinabrio ha sido hallada al sur de la provincia, cuando se buscaba petróleo o gas. Aunque oficialmente nada se ha comunicado al respecto, "El Noticiero" publica un reportaje en el que se sitúa la mencionada veta a ciento veinticinco metros de profundidad, en

el kilómetro 12, concretamente, de la carretera de Sástago a Bujaraloz, y que se extiende hasta Caspe.

Los pozos han sido ocupados y sellados y, si bien se ignora la riqueza de cinabrio de esta veta, se comenta por esos pueblos que va a realizarse una gran inversión para su explotación.

FIN DEL PROGRAMA DE PROSPECCION DE URANIO DE GRAN BRETAÑA

El Instituto de Ciencias Geológicas de Gran Bretaña finalizará en el próximo mes de marzo un programa de cinco años de exploración del subsuelo del país en busca de reservas de minerales uraníferos. La búsqueda se ha centrado en cinco áreas: norte y sur de Escocia, zona central de Inglaterra, país de Gales y suroeste de Inglaterra. Si se confirman los descubrimientos realizados hasta ahora, Gran Bretaña contará con reservas de óxido de uranio del orden de las 8.000 t, que a este país permitirían cubrir, mediante centrales nucleares, su demanda de electricidad durante un período de cincuenta años. Para la financiación del programa mencionado el Directorio de Energía Atómica del Reino Unido aportó una subvención de 250.000 £.

RECUPERACION DEL URANIO CONTENIDO EN MENAS DE FOSFATOS

Es frecuente en las menas de fosfatos un contenido en uranio entre las 100 y 170 partes por millón. Este hecho ha llevado al Gobierno israelí a la decisión de que sean analizadas las reservas de fosfatos del país en la zona del Neguev, calculada en los 220 mills. t, con unas 25.000 t de uranio.

Actualmente, Israel explota estas menas para la obtención de ácido fosfórico, la cual se lleva a cabo en tres plantas distintas: dos instalaciones de dimensiones pequeñas, en las proximidades de Haifa, con una producción anual cada una de unas 15.000 t, y una instalación a gran escala, situada en la zona sur del país, y cuya producción de ácido fosfórico ascienda a las 160.000 toneladas anuales.

ENERGIA

EXPLORACION EN CONDICIONES ADECUADAS, DE LA ENERGIA SOLAR

Las posibilidades para producir energía eléctrica a partir de la luz y calor solares son muy numerosas; con la

utilización de las diferencias de temperatura del agua de los océanos, o el empleo de satélites gigantes colectores de energía, si bien esta última opción pertenece al futuro.

Existen, aplicaciones prácticas, aunque limitadas, de la energía del Sol, sin contar con las "casas solares" que actualmente vienen desarrollándose en EE. UU. A partir de 1969, en Senegal y Nigeria se halla en fase operatoria un sistema de bombas solares para la extracción de agua procedente de las corrientes del subsuelo. Asimismo, en algunas viviendas de regiones desérticas africanas y australianas, donde las diferencias de temperatura entre la noche y el día son muy acusadas, se han instalado colectores de energía para la climatización de aquellas viviendas de una manera eficaz.

Por el momento, Estados Unidos marcha a la cabeza entre los países que llevan a cabo este tipo de experiencias. Recientemente, una comisión conjunta de la "National Science Foundation" y de la NASA ha redactado un programa de inversiones donde recomiendan la financiación de las distintas investigaciones, por un valor global de 180.000 mills. de pesetas aproximadamente hasta 1985. Se cuenta con que en el año 2020 pueden cubrirse en Estados Unidos como mínimo 35 por 100 de las necesidades nacionales de refrigeración y calefacción, 30 por 100 de su demanda de combustibles y 20 por 100 de su producción de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía solar.

SEGURIDAD DE LOS REACTORES

La "Comisión de Energía Atómica" (AEC) de EE. UU. se dispone a proseguir su programa de reorganización dando un nuevo impulso a los estudios sobre la seguridad de los reactores. El punto esencial de este programa consiste en independizar las investigaciones sobre la seguridad de los reactores refrigerados por agua, las cuales serán realizadas en el futuro por una División de la ABC creada expresamente y dirigida por H. J. C. Kouts (físico nuclear, antiguo presidente del "Advisory Committee on Reactors Safeguards"), que dependerá directamente del Presidente General de la AEC.

NECESIDADES FUTURAS DE ENERGIA

Los "Columbus Laboratories", filiales del "Batelle Institute", con sede en Génova, han propuesto a diversas empresas la realización mancomunada de un estudio conjunto en el que se trataría de analizar las necesidades futuras de energía. Este estudio implicaría también una estimación del estado actual del sector energético de los combustibles fósiles, basado en el estudio de los actuales recursos e importaciones, precios, legislaciones vigentes (sobre la emisión de gases y partículas nocivas), y de la situación coyuntural de las restantes fuentes de energía.

El estudio propuesto, que se llevaría a cabo de forma que las empresas participantes compartieran los costos y los beneficios, requeriría para su ejecución un período de doce meses, iniciándose tan pronto como las contribuciones financieras que aportaran las empresas alcanzaran la cifra de 150.000 \$. La participación de cada una de aquellas se ha calculada en 15.000\$ (unas 840.000 pesetas).

MINERALURGIA

PRODUCCION DE ACERO EN MARZO DE 1974

Según la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID), la producción de acero en marzo se estima en 983.000 toneladas con un incremento de más de 100.000 toneladas sobre las de enero y febrero, habiéndose recuperado prácticamente de los efectos de la avería sufrida en una acería integral en el pasado mes de diciembre.

La cifra acumulada para el primer trimestre supera los 2,7 millones de toneladas, con un ligero aumento en la media mensual sobre la registrada en 1973.

LAS INDUSTRIAS MINERALURGICAS EN 1973

Siderurgia

La producción de acero se estima, para la totalidad del año 1973, en 10,8 millones de toneladas.

Esta producción representa un incremento del 13,4 por 100 sobre la de 1972 y un aumento del 34,7 por 100 sobre las 8.025.000 toneladas producidos en 1971.

El consumo de acero puede estimarse en 10,7 millones de toneladas con un aumento respecto al de 1972 del 12 por 100.

El volumen de ventas debido al mayor consumo y a los mayores precios de los productos siderúrgicos se eleva en un 25 a 30 por 100 por encima de las de 1972.

El nivel de stocks siderúrgicos al finalizar el año era inferior al que se considera como normal.

El saldo del comercio exterior siderúrgico se mantiene favorablemente, la estimación de las importaciones se sitúan en 1,5 millones de toneladas, mientras que la de las exportaciones alcanza 2,1 millones de toneladas. En términos monetarios, se sigue arrojando déficit, ha quedado fijado en 2.200 millones de pesetas, frente a los 5.613 millones de 1972.

Durante el pasado año se ha agudizado la dificultad en el abastecimiento de chatarra. Ha coincidido esta situación con una menor producción nacional de hulla coqueable por lo que la dependencia exterior en el capítulo de

materias primas ha aumentado. Además los precios de gas reductor (interviene en el proceso de prerreducción) y de mineral de hierro atraviesan ciertas tensiones.

Cemento

La producción de cementos se estima en unos 22 millones de toneladas. Cifra que refleja la excelente actividad desplegada por las empresas fabricantes de este material de la construcción.

Las ventas nacionales de cemento alcanzaron alrededor de 22,4 millones de toneladas.

Destaca el considerable aumento de las importaciones que experimentaron su arranque en los meses en que el abastecimiento del cemento nacional atravesaba ciertas dificultades. Las exportaciones, en su papel de suministro al exterior, han cumplido sus compromisos contraídos. El ritmo seguido a lo largo del año ha sido, no obstante, un tanto irregular. Se estima que el volumen de toneladas exportadas en 1973 fue aproximadamente 870.000.

El consumo de cemento durante 1973 se prevé un 14,2 por 100 superior al de 1972, situándose en 21,6 millones de toneladas aproximadamente y se prevé un incremento en 4,18 millones de toneladas durante 1974. Este aumento permitirá alcanzar una capacidad de producción, al concluir el presente año, del orden de 28 millones de toneladas. Para 1975 está previsto un incremento de la capacidad productiva de 3,51 millones de toneladas, y en 1976 el aumento será de 5,30 millones, con lo que conseguirá cerca de 37 millones de toneladas. Las inversiones que va a realizar la industria cementera para llevar a cabo estos aumentos de capacidad superarán los 30.000 millones de pesetas.

Carbón

La actual crisis en el abastecimiento actual de hidrocarburos líquidos y gaseosos, agudizada y acelerada por la guerra árabe-israelí, pero previsible en cualquier caso y planteada ya hace más de dos años, ha puesto de relieve el error de abandonar la producción de carbón, sustituido paulatinamente como fuente de energía por los hidrocarburos líquidos y gaseosos.

La producción estimada de carbón en 1973 alcanza los 13,1 millones de toneladas (cifra ligeramente inferior a la lograda durante 1972), importándose para el conjunto del pasado año 3.232.000 toneladas necesarias para cubrir el consumo, dado nuestro déficit carbonífero.

De antracitas, cuya producción oscila en torno a los 3 millones de toneladas, se estima que poseen unas reservas de 355 millones de toneladas como seguras, siendo probable la existencia de 330 millones más. Las disponibilidades a la vista permiten más de cien años de extracciones al ritmo previsto para 1980.

En hullas, la producción se cifra en torno a los 8 millo-

nes de toneladas, y las reservas se estiman en 1.150 millones de toneladas, suficientes para veinte años las de coque, y para más de cien años las restantes.

La producción de lignito alcanza casi los tres millones de toneladas y las reservas sobrepasan los 1.000 millones.

El programa nacional de investigación minera está desarrollando diversas acciones conducentes al descubrimiento de nuevas reservas de combustibles sólidos y a la ubicación de yacimientos en explotación, mal conocidos en sus reservas y, por tanto, en sus posibilidades de desarrollo.

Minería

El consumo en el año 1973 consiguió aumentos de mayor entidad que la producción, que ha mantenido su tono irregular que le es característico.

Para el conjunto del año que ya acabó, se prevén aumentos en los subsectores de mineral de hierro, piritas de hierro, otros minerales de cobre y cinc, entre los más significativos.

Durante 1973 se han intensificado los trabajos de investigación, con una financiación más rápida y generosa que en otros tiempos.

En un próximo futuro se pretende aumentar la capacidad productiva de las empresas del sector, de modo que la industria nacional pueda satisfacer el consumo interior, iniciando exportaciones.

Petróleo

Es conveniente considerar en adelante al petróleo como producto de lujo, una materia noble, pero agotable, que se debiera utilizar esencialmente en la petroquímica y sus numerosos derivados.

Durante 1974 se cree que España consumirá unos 42 millones de toneladas de crudos, lo que provocará que el aprovisionamiento petrolífero se encarezca en unos 2.400 millones de dólares (unos 125.000 millones de pesetas) ya que los países productores cobran a partir del 1 de enero del presente año 9 dólares/barril, mientras que mirando un poco atrás en enero de 1970 el precio medio de los crudos era de 1,30 dólares/barril, pero habiendo sido aumentado por los productores a 3,65 dólares/barril el 16 de octubre último.

Según decisión de los países productores de petróleo, no había aumento o reducción de los precios del petróleo antes del 1 de abril.

SE EXPLOTARA EL HIERRO DE MUTUN

Los ricos yacimientos de gas natural de Bolivia, y la existencia de menas de mineral de hierro en Mutun, jus-

tifican la construcción de plantas elaboradoras de hierro y acero. El gobierno del país ha procurado la ayuda del Brasil y México para el planeamiento de una planta. Además del complejo para acero el Brasil propone un gasoducto para el transporte del gas boliviano desde Santa Cruz hasta Sao Paulo. México ha sugerido en calidad de modelo su planta Altos Hornos de Moterrey.

COMPLEJO ELABORADOR DE NIQUEL EN INDONESIA

En la isla Sulawesi, la tercera en tamaño de Indonesia, se construirá un complejo para elaboración de níquel, por valor de 100 millones de dólares, que rendirá por año unas 14.000 toneladas métricas de metal de níquel. La Dravo Corp, construirá el citado complejo para la P. T. International Nickel Co. of Canada. Las obras abarcarán un sistema conductor tubular con longitud de 32 millas desde las zonas de almacenaje hasta el emplazamiento de la construcción. Para la elaboración se utilizará un proceso pirometalúrgico desarrollado por dicha firma canadiense para minerales de níquel lateríticos.

NUEVO SISTEMA POR PULVIMETALES

En el perfeccionamiento de un sistema formador por pulvimetales, que según informes es un proceso automático y totalmente integrado que elimina todas las actividades manuales intermedias, trabaja en la actualidad la Gleason Works. El sistema se ha proyectado para producir piezas simétricas como engranajes cónicos, pistas de embragues y engranajes cilíndricos de dentadura recta a razón de 360 a 450 piezas por hora. Sirve para piezas con medidas máximas de 12 centímetros de diámetro y pesos hasta de 1.000 gramos. Con esta técnica de conformación en caliente se elimina el uso del lubricante céreo normalmente requerido para la compactación cerrada en seco.

HIDROCARBUROS

PETROLEO PERUANO

La compañía BELCO PETROLEUM DEL PERU está produciendo 40.000 barriles de petróleo diarios en el zócalo continental destinado al abastecimiento nacional, según el Vicepresidente ejecutivo de la empresa. La BELCO trabaja mediante un contrato de operaciones "modelo Perú" suscrito con PETROPERU.

NUEVA REFINERIA EN IQUITOS

La construcción de una nueva refinería con capacidad para 10.000 barriles diarios anunció en Iquitos el Premier Mercado Jarrín, añadiendo que para la zona petrolífera de la Selva se requieren más oleoductos especialmente para conducir el petróleo de la zona de Trompeteros hacia el Maraón y estimó que este oleoducto podría ser abierto en cuatro meses.

BUSQUEDA DE PETROLEO EN EL SAHARA ARGELINO

La sociedad petrolífera estatal de Argelia "SONATRACH" ha firmado dos contratos de contenido fundamentalmente igual: uno con la empresa alemana "Deminex" y otro con el consorcio constituido por las firmas alemanas "Veba", "Wintershall", y "Union Rheinische Braunkohlen Kraftstoff", para la búsqueda de reservas de petróleo en la zona oriental del Sahara argelino. En ambos contratos está previsto que las empresas alemanas participen en el petróleo producido como consecuencia de las prospecciones realizadas en el 49 por 100 y la empresa estatal "SONATRACH" en el 51 por 100.

La zona a investigar se encuentra a 500 metros al sur de Argel y comprende cuatro sectores con una superficie total de 19.700 km². Las exploraciones se realizarán durante un período de tres años y si se encuentran yacimientos, tanto de petróleo como de gas natural, se verificará a continuación la explotación de los mismos durante doce años. "Deminex" se compromete a invertir del orden de los 90 mills. DM y el consorcio alemán mencionado—en el que Veba participa con el 70 por 100 y las otras dos empresas en conjunto, con el 30 por 100 restante—gastará 165 mills. DM.

CAPACIDAD DE REFINO DE PETROLEO DE EUROPA OCCIDENTAL

Según los cálculos de la Comisión para el Petróleo de la OCDE, la capacidad de refino de petróleo en los países de Europa occidental será de 1.000 millones de toneladas anuales para 1975 y, para finales de la década actual, de 1.100 a 1.300 millones de toneladas anuales. Se mantiene, por tanto, el ritmo de incremento iniciado en la década anterior: 230 millones de toneladas en 1960 y 699 millones de toneladas en 1970.

Estos aumentos se han conseguido prácticamente ampliando la capacidad de las refinerías existentes más que creando otras nuevas, por haberse comprobado que conforme aumenta la capacidad de refino se reducen los costes. Con una planta capaz de refinar 5 millones de toneladas/año se obtiene el producto a la mitad de coste que

con una planta de un millón de toneladas/año. En términos de capacidad de refino, los cinco primeros países son: Italia, República Federal Alemana, Francia, Reino Unido y Holanda.

EL CALOR EN LA GENESIS DEL PETROLEO

Las experiencias recogidas en los sondeos realizados en todo el mundo hablan a favor de la hipótesis "convencional" del origen a partir de fósiles. En su composición química como hidrocarburos, el petróleo difiere bastante de sus sustancias originarias, tales como las proteínas, la grasa y los hidratos de carbono, esto es, los componentes químicos principales de los organismos vegetales y animales. El calor del interior de la Tierra y el tiempo han ejercido una influencia decisiva sobre la "evolución" del petróleo y su acumulación en los yacimientos actuales.

Las primeras fases en la transformación de la sustancia orgánica parece que se desarrollaron a temperaturas, más bien bajas, de unas décimas de grado y en gran parte por vía biológica. Participaron en dicha transformación inicial protozoos (bacterias y hongos), secundados probablemente por reacciones químicas, en las que actuaron de catalizadores los minerales arcillosos del fango, de composición similar a la mica, los cuales poseen una superficie muy amplia debida a su estructura de plaquetas. Así debió surgir el betún originario o querogeno, que es en términos generales sólido y permaneció unido a la roca madre del petróleo.

La evolución geológica suele dar lugar la mayor parte de las veces a un calentamiento de la roca madre. Existen dos posibilidades: nuevas masas rocosas se acumulan sobre el fango arcilloso surgido en el fondo del mar, de tal forma que aumenta su temperatura en virtud del calor que llega de la profundidad, más próxima ahora; o bien en las proximidades, y como consecuencia de movimientos de la corteza terrestre o de procesos volcánicos, ascienden rocas magmáticas calientes y calientan a su vez la roca madre que contiene querogeno. Es seguro que a causa del calentamiento se licúa una parte del betún originario y se transforma en verdadero petróleo líquido. A la temperatura que se alcanza en esta fase de licuación comienzan también a registrarse transformaciones en los minerales arcillosos, sobre todo recristalizaciones. Estas recristalizaciones liberaron grandes cantidades de agua de cristalización. La presión de cristalización y la creciente presión orogénica expulsaron el agua y, con ella, el petróleo líquido recién formado a temperaturas entre 60 y 100 grados celsius. El agua se acumuló en el roquedo próximo, bien en sus espacios porosos o en sus grietas y sus hendiduras. El petróleo se trasladó así a rocas de acumulación, formando yacimientos.

Combinando las mediciones de las temperaturas actuales y de las paleotemperaturas con las determinaciones de la



antigüedad de una determinada clase de petróleo puede demostrarse que la "maduración" de ese petróleo y la génesis de sus yacimientos requieren necesariamente varios millones de años. Cuando las temperaturas son muy elevadas, ese proceso se desarrolla con una rapidez mucho mayor. Hay pozos cuyo petróleo alcanza edades de dos a cinco millones de años solamente y que tuvo que formarse a temperaturas muy superiores a los 100 grados celsius. Al cabo de varias docenas de millones de años, el roquedo de esas formaciones "jóvenes" "hierve" a temperaturas de 200 y más grados. Dichas formaciones contienen gas natural. Cuando las temperaturas han sido inferiores—de 60 a 70 grados—son imprescindibles docenas de millones de años para la formación del petróleo líquido y para que éste se desplace al roquedo circundante en el que se acumula. La fase de cocción se inicia después de haber transcurrido cientos de millones de años cuando se alcanza una temperatura de sólo 130 grados.

Tomando como base esta relación tiempo/temperatura es posible reconstruir el esquema de formación de los yacimientos de gas natural y de petróleo, pudiéndose leer en él como en un diagrama la evolución de tales yacimientos bajo el influjo de los distintos factores.

Existe la posibilidad de determinar a partir de la temperatura actual y de la paleotemperatura máxima qué grado ha alcanzado en una zona la maduración del petróleo, si se ha formado ya petróleo o si todo el petróleo ha tenido que transformarse ya en gas. De ahí que una serie de empresas de sondeos midan y reconstruyan con toda exactitud la temperatura actual del interior de la Tierra y la paleotemperatura durante la perforación. Las predicciones en orden a las probabilidades de encontrar petróleo o gas son muy importantes en los países productores, en que a los propietarios de las concesiones se les asigna el petróleo, pero si encuentran gas natural se lo reservan dichos países como "propiedad nacional".

ECONOMIA

DEFENSA DEL PRECIO DE LA PLATA

El Embajador peruano en México, Alfonso Benavides Correa, pidió la acción conjunta de México, el Perú y Canadá, los mayores productores de plata en el mundo, para imponer precios justos a las ventas internacionales del metal.

NUEVA REUNION DE PAISES PRODUCTORES DE MERCURIO

España participará en una nueva reunión de los productores de mercurio que se celebrará antes del verano,

posiblemente en Argel, señala "Informe Económico" en nota fechada en Argel. La reunión sería continuación de la celebrada en Mejico hace tres meses con participación de Méjico, España, Yugoslavia, Italia, Turquía y Argelia. La reunión trataría sobre defensa del mercado, cooperación en el transporte y distribución y sistemas de purificación del mercurio.

CREDITO PARA UNA REFINERIA PORTUGUESA

Un consorcio bancario y la sociedad portuguesa Petrosul han suscrito un acuerdo en virtud del cual el consorcio financiará, hasta un límite global máximo de 800 millones de francos franceses, la adquisición en Francia de toda clase de bienes y servicios precisos para la construcción de una refinería en Sines, al sur de Portugal, cuya capacidad anual será de 10 millones de toneladas. Del consorcio forman parte: Crédit Lyonnais, Banque de l'Indochine, Banque Française du Commerce Extérieur, Banque de Suez et de l'Union des Mines, Banque de l'Union Européenne y Banco Franco-Portugaise d'Outre-Mer.

NACIONALIZACION DE UNA FUNDACION PORTUGUESA EN IRAK

Ha sido nacionalizada la participación del 5 por 100 de la fundación portuguesa Gulbenkian en la Basrah Petroleum Company (BPC). Ya en octubre, Irak decidió nacionalizar la participación del 23,75 por 100 en la misma empresa que pertenecía a la Shell of Holland. El resto de los intereses de la BPC pertenece a la Compagnie Française des Pétroles—un 23,75 por 100—y a British Petroleum—con el mismo porcentaje—.

REUNIONES CIENTIFICAS

VII CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CARTOGRAFIA

Del 28 de abril al 4 de mayo de 1974 se ha celebrado en Madrid la VII Conferencia Internacional de Cartografía, cuya presidencia de Honor ha ostentado S. E. el Jefe del Estado y S. A. R. el Príncipe de España.

El Comité Organizador y el Comité Ejecutivo han sido presididos respectivamente por el Sr. Ministro de Planificación del Desarrollo y por don Rodolfo Núñez de las Cuevas, Director General del Instituto Geográfico y Catastral.

La Sesión de apertura estuvo presidida por S. A. R. el Príncipe de España y se celebró el lunes 29, inaugurándose a continuación la Exposición Internacional de Cartografía, uno de cuyos stands muestra la más reciente labor cartográfica del Instituto Geológico y Minero de España en donde resalta la Cartografía Geológica de España a Escala 1:50.000-MAGNA, de reciente creación de cuya serie de 1.130 Hojas se llevan publicadas 60 Hojas y Memorias. Esta cartografía que realiza IGME y edita el Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, se reproduce por los métodos más modernos en los Talleres cartográficos y de reproducción del Instituto Geográfico y Catastral.

CURSO DE INTRODUCCION PRACTICA A LA GEOESTADISTICA

Organizado por la Universidad Politécnica de Madrid, E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid, Fundación "Gómez Pardo", Escuela Nacional Superior de Minas de París y Centro de Morfología Matemática, se celebrará del 6 al 10 del presente mes de mayo, un curso de introducción práctica a la Geoestadística.

Es objetivo fundamental de las actividades de la Fundación, la formación permanente y la especialización de post-graduados así como el complemento de las enseñanzas que los alumnos reciben en la E. T. S. de Ingenieros de Minas de Madrid.

Se inicia esta labor con un curso modular de Informática y Cálculo numérico, dirigido a los alumnos de la Escuela y con este curso de Geoestadística para post-graduados.

El objetivo de este curso es suscitar el interés sobre los problemas relativos a las variables regionalizadas. Se tratará de dar a los participantes una herramienta práctica para la exploración y estimación de yacimientos. Se hará empleo de ejercicios y ejemplos prácticos, estando la enseñanza esencialmente dirigida hacia las aplicaciones prácticas.

Se dirige a los Ingenieros y Geólogos que estén interesados en iniciarse en las modernas técnicas de evaluación de yacimientos.

Se suponen conocidas algunas nociones básicas de matemáticas y estadísticas integrales, varianzas, etc. y sería conveniente, aunque no necesario, conocimientos de programación de ordenadores electrónicos.

Las clases de la mañana serán teóricas y las de las tardes de tipo práctico, tanto manual como con ordenador electrónico.

Los participantes recibirán todas las lecciones impresas y al finalizar, las prácticas y programas de ordenador que se hayan realizado.

V CURSO DE GEOMORFOLOGIA E HIDROGEOLOGIA KARSTICAS

Organizado por el Instituto Geológico y Minero de España y la Cátedra de Geodinámica Externa de la Facultad de Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid, se desarrollará durante los meses de marzo, abril y mayo el V Curso de Geomorfología e Hidrogeología Kársticas. La dirección del curso estará a cargo del Profesor Alastrué.

SE HA REUNIDO EN MADRID EL CONSEJO DE DIRECTORES DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DEL HIERRO Y DEL ACERO (IISI)

El Instituto Internacional del Hierro y del Acero, del que son miembros las siderurgias de los 24 países más importantes del mundo Occidental, entre los que se encuentra España, ha celebrado su reunión anual del Consejo de Directores en Madrid el pasado día 1 de abril.

Con tal motivo concurrieron a la capital de España las personalidades más relevantes de la siderurgia mundial, quienes durante la reunión analizaron el panorama siderúrgico de sus respectivos países, así como las perspectivas a nivel mundial y trataron de los temas del Instituto de cara al futuro.

En un intermedio de la reunión, y accediendo a una invitación expresa, les dirigió unas palabras el Excelentísimo Sr. D. Francisco Fernández Ordóñez, Presidente del INI, quien les habló sobre las perspectivas de la economía española. El Sr. Fernández Ordóñez fue escuchado con gran atención y felicitado por su disertación.

Los directores del IISI fueron agasajados por UNESID, en representación de los siderúrgicos españoles, con diversos actos sociales, siendo presidido uno de ellos por el Excm. Sr. D. Alfredo Santos Blanco, Ministro de Industria. Algunos miembros del Consejo giraron una visita a las instalaciones de ENSIDESA en Veriña y Avilés, quedando favorablemente impresionados por las realizaciones de la empresa.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

EXTRACCION DE ALUMINIO

Por la empresa británica "Applied Aluminium Research Corporation" se ha puesto a punto un proceso de extracción de aluminio que resulta un 50 por 100 más econó-

mico que el proceso electrolítico actualmente en uso. La clave del mismo consiste en la reacción de cloruro de aluminio gaseoso con manganeso caliente en forma líquida o de ovoides. Con esta reacción se elimina el proceso de electrólisis que grava los costes de producción de aluminio en un porcentaje elevado. Los ensayos se han realizado hasta ahora a escala de laboratorio con una producción de una tonelada de aluminio por día, pero se tiene en proyecto una planta piloto que estará a punto en 1975 y cuya producción diaria se elevará a 100 t de aluminio.

SEPARACION MAGNETICA DEL PETROLEO CONTENIDO EN EL AGUA

La empresa norteamericana "Houston Research Inc." ha puesto a punto una técnica para separar el petróleo del agua, basada en la atracción magnética. Ha sido desarrollada específicamente para las operaciones de control de la contaminación por petróleo en alta mar, desde las trazas de aquél constituye un grave problema. Con la nueva técnica se puede reducir la concentración del petróleo en el agua por debajo de las 10 p.p.m. El proceso consiste en poner en contacto la corriente agua-petróleo con un fluido constituido por keroseno y que contiene en suspensión polvo de óxido de hierro magnético. Por medios magnéticos, se separa el agua de este fluido que ha captado el petróleo.

SEPARADOR MAGNETICO PARA MINERALES DE HIERRO

Para la recuperación del mineral de hierro de menas de taconita en las que la concentración de magnetita y hematites es baja para su beneficio con los separadores magnéticos usuales, se ha ideado un separador constituido por imanes superconductores con el que, según los ensayos realizados, se obtienen excelentes resultados. El nuevo separador magnético superconductor ha sido desarrollado en la Universidad de Wisconsin, cuyos científicos esperan tener a punto para dentro de dos años un modelo de tamaño adecuado para uso industrial.

EXTRACCION DE COBRE DE LOS MINERALES SULFUROSOS

La firma norteamericana Duval Corp., ha puesto a punto un proceso químico para la extracción de cobre de los minerales que lo contienen en forma de sulfuro. El proceso, denominado "Clear", consiste en la solubilización de los minerales de sulfuro de cobre en una solución de reciclado. Por electrólisis se deposita el cobre metálico y se produce la descarga de azufre, hierro y otros subproductos sólidos. El uso de este proceso no va seguido de contaminación de ningún tipo al no generar contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos. Dicha firma va a construir en Tucson (Arizona) una planta para el tratamiento de 32.000 t anuales de minerales de cobre por este proceso.

Mercado de Minerales y Metales

Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
ORO			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	283
Bolsa de Engelhard	N	g	285
PLATA			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	10,09
Bolsa de Nueva York	N	g	10,11
PLATINO			
(Dependiendo del tamaño del lote)			
Metal:			
Refinado, mercado interior del Imperio Británico	L	g	347-356
Mercado USA, lotes al por mayor	N	g	321-401
Mercado libre	L	g	432-470

Menas y concentrados.

Estos metales no tienen cotización como mineral. En el caso de existir alguna venta, se aplica una fórmula en la cual se paga el contenido en metal y los grados de fusión. No hay ninguna relación establecida internacionalmente.

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
HIERRO			
Menas del lago Superior puestas en los puestos más bajos del lago:			
Bessemer:			
Mesabi 51,5 % Fe, máx. 0,045 P, máx 8,9 % SiO ₂ , máx 5,9 % humedad	N	t	706
Old range	N	t	713
Non-Bessemer:			
Mesabi 51,5 % máx 0,180 %, máx 8,32 % SiO ₂ , máx 9,7 % humedad	N	t	716
Old range	N	t	705
Gruesos para horno Siemens	N	t	751
Sinterizados de taconita	N	t	745
Nódulos de taconita	N	t	768
Pellets de hierro natural	N	t. u. Fe	17,03
El mineral en trozos tiene un premium	N	t	46,35
Los finos tienen una penalización	N	t	26,07

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
COBALTO			
Metal:			
Bajo contrato con los consumidores	L	kg	409
Precio productor	L	kg	402
Granalla, 99 % Co:			
Lotes de menos de 50 kg en bidones	N	kg	415
Lotes de 50-249 kg en bidones	N	kg	409
Lotes mínimos de 250 kg.	N	kg	402
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg	N	kg	659
Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg	N	kg	657
Polvo, grado S, en lotes de 10 t	N	kg	454
Briquetas, lotes de 10 t	N	kg	—
En el mercado libre	L	kg	354-369
Menas y concentrados:			
Las menas de este metal no aparecen normalmente en el mercado libre, ya que las compañías explotadoras normalmente son también beneficiarias. Las únicas menas que alguna vez aparecen en el mercado son las canadienses y en este caso el precio se calcula en dólares por libra de cobalto contenido FOB Ontario (FOB ON). Los precios completamente nominales marcados por el estado canadiense, para favorecer el desarrollo minero son los siguientes:			
Menas de 10 % de Co	N	kg Co cont	77,89
Menas de 11 % de Co	N	kg Co cont	90,87
Menas de 12 % de Co	N	kg Co cont	104
CROMO			
Metal:			
En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t	L	kg	140
Aluminotérmico, 99,25 % Cr	N	kg	199
Electrolítico, 99,8 % Cr	N	kg	199
Fundido al vacío	N	kg	208
Menas y concentrados (Cromita).			
Se trata de mineral básicamente seco, sujeto a penalidades si no existen suficientes garantías; los términos de los contratos de compra (sujetos a negociaciones) son generalmente más bajos que la cotización en el mercado. En cada caso se tiene en cuenta la relación de cromo a hierro contenida en el mineral (ratio).			
Ruso, fragmentos apelmazados, mín 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio, 3,5:1	L	t	2.826-3.061
Turco, fragmentos 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3.1	L	t	2.119-2.414
Turco, cocentrado 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3.1	L	t	2.002-2.296
Ruso, 54/56 % Cr ₂ O ₃ , ratio 4.1, tomando como base para su precio el de ratio 4.1 del 48 %	N	t	2.178-2.296
Turco, 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio 3:1	N	t	2.144
Transvaal, 44 % Cr ₂ O ₃ , sin ratio	N	t	1.912-1.970
MANGANESO			
Metal:			
Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t	L	t	50.331-54.412
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	42,84-48,03
Deshidrogenado, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	43,10

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Menas y concentrados:			
Calidad metalúrgica:			
48/50 % Mn, máx 0,1 % P	L	t. u. Mn	67,70-70,64
38/40 % Mn	L	t. u. Mn	(n)
48 % Mn (bajas impurezas)	N	t. u. Mn	60,84-66,63
46 % Mn	N	t. u. Mn	—
Calidad para baterías:			
70/85 % MnO ₂ , en gránulos	L	t	6.393-7.210
70/75 % MnO ₂ , en terrones mezclados	L	t	8.842-10.202
MOLIBDENO			
Metal:			
Polvo	L	kg	524-544
Polvo de reducción hidrógena, 99,95 % Mo	N	kg	519
Menas y concentrados:			
Climax (mineral de la American Metal Climax Inc), mín 85 % MoS ₂ (durante 1972 vendieron mineral de 95 % MoS ₂ cont)	L y N	kg Mo cont	223
Concentrado de otros orígenes	L	kg Mo cont	221-227
Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado	N	kg Mo cont	188-214
NIQUEL			
Metal:			
Refinado, en lotes mínimos de 4 t	L	t	216.424
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t	L	t	203.909
Sintetizado 75 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	199.964
Sintetizado 90 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	204.725
Cátodos 99,9 % Ni	N	kg	210
Sintetizado 75 (óxido de níquel)	N	kg	193
Sintetizado 90 (óxido de níquel)	N	kg	199
Refinado, en el mercado libre	L	kg	188-201
Menas y concentrados.			
Según contenido en níquel, tomando como base de discusión el precio del níquel en cátodos de 99,9 % con deducciones que dependen de las impurezas y de los gastos de tratamientos. No existe una fórmula internacional de compra, las compañías compradoras estudian cada caso en concreto.			
VANADIO			
Metal:			
Sólo se cotiza como ferroaleaciones.			
Menas y concentrados:			
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	L	kg V ₂ O ₅ cont	204-205
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	N	kg V ₂ O ₅ cont	195
Grado técnico, secado por aire	N	kg V ₂ O ₅ cont	287
Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).	N	kg V ₂ O ₅ cont	195
VOLFRAMIO			
Metal:			
Polvo 98/99 % W	L	kg W cont	623
Reducción al carbón 98,8 %, lotes de 1000 lb	N	kg	584
Reducción hidrogénica 99,99 % W	N	kg	645-875

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Menas y concentrados:			
Menas indiferenciadas, calidad normalizada, mínimo			
65 % WO ₃	L	t. u. WO ₃	3.032-3.159
Wolframita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	2.626
Vendedor	L	t. u. WO ₃	2.557
Scheelita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	2.476
Vendedor	L	t. u. WO ₃	2.340
Scheelita II:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	2.789
Vendedor	L	t. u. WO ₃	2.680
Ferroaleaciones:			
Ferro-volframio, 80/85 % W	L	kg W cont	443-461
Carburo de volframio en polvo, micronizado	L	kg	775-830
Metales no férricos			
ALUMINIO			
Metal:			
Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb	L	t	68.967
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al	N	kg	37,65
Mercado internacional:			
Mín 99,6 % Al	L	t	52.780-53.732
Mín 99,7 % Al	L	t	53.596-54.548
Menas y concentrados (Alumina y Bauxita):			
Alumina calcinada 98,5/99,5 % Al ₂ O ₃ empaquetada, en lotes de 20 t	L	t	9.012
Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t	L	t	10.979
Bauxita, calidad abrasivos, mín. 86 % Al ₂ O ₃ , a granel	L	t	2.678-2.946
Bauxita, calidad refractarios, mín. 86 % Al ₂ O ₃ , a granel	L	t	3.468
CINC			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn	L	t	90.446
Calidad "GOB" base del productor, 98/98,5 % Zn.	L	t	40.809
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio 4,5 £/t)	L	t	91.058
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio 8 £/t)	L	t	91.535
Calidad "Prime Western", mín 98 % Zn	N	kg	41,54
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio 0,85 c/lb)	N	kg	42,84
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio 316 c/lb)	N	kg	43,95

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional, tomando como punto de partida la base del productor.			
Sulfuro del 52 % Zn	L	t	10.631
Sulfuro del 55 % Zn	L	t	11.707
COBRE			
Metal:			
Bobinas (L.M.E.)	L	t	136.918
Cátodos (L.M.E.)	L	t	135.592
Menas y concentrados:			
Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.			
Menas del 15 % Cu	L	t	16.143
Menas del 20 % Cu	L	t	22.762
Menas del 25 % Cu	L	t	29.381
ESTAÑO			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (LME).	L	t	450.032
Calidad A, mín 99,8 % Sn	N	tg	448
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.			
Menas de estaño del 20 % Sn	L	t	72.323
Menas de estaño del 30 % Sn	L	t	119.366
Menas de estaño del 40 % Sn	L	t	165.195
Menas de estaño del 65 % Sn	L	t	281.083
Menas de estaño del 70 % Sn	L	t	307.122
Menas de estaño del 75 % Sn	L	t	380.167
PLOMO			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	38.777
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional, tomando como punto de partida la base del producto. Estos precios están calculados considerando que esas menas no tienen nada de plata.			
Concentrados de 70 % Pb	L	t	18.106
Concentrados de 80 % Pb	L	t	22.388

ANTIMONIO

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Metal:			
Regulos inglés, 99,5 % Sb, lotes 5 t	L	t	137.934
Regulos inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t	L	t	141.335
Importado 99,6 % Sb	L	t	197.652-214.655
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb	N	kg	127
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb	N	kg	151
Importado, mín 99,5/99,6 % Sb, lotes 5 t	N	kg	143-175

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Menas y concentrados:			
Fragmentos sulfurosos, mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb	1.089.1.174
Fragmentos sulfurosos, mín 60 % Sb	L	t. u. Sb	1.207-1.325
Crudo, mín 70 % Sb, en fragmentos	L	t	144.192
Crudo, mín 70 % Sb, en polvo negro	L	t	150.993
BERILIO			
Metal:			
Polvo 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes.	N	kg	13.348
Aleaciones de aprox. 4 % Be y resto de Cu, en lingotes de 5 lb y en lotes 336 lb, se añade el Cu al precio de cotización de ese día	L	kg	5.999
Menas y concentrados:			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO	L	t. u. BeO	1.817.2.012
Importado, 10/12 % BeO (n)	N	t. u. BeO	1.947-2.272
BISMUTO			
Metal:			
Mercado internacional, en lotes de tonelada	L y N	kg	1.136-1.163
Menas y concentrados:			
Oxido, mín 60 % Bi	L	kg Bi cont	(n)
CADMIO			
Metal:			
Barras mín 99,95 % Cd., en lotes de tonelada	N	kg	487
Lingotes en el mercado libre	L	kg	473-479
Barras en el mercado libre	L	kg	476-483
Menas y concentrados.			
Las menas de este metal no son cotizadas en el mercado, ya que el 80 % del cadmio producido se obtiene de la fundición de los minerales de cinc y el resto de otras metalurgias similares.			
CIRCONIO			
Metal:			
Esponja, polvo o placas:			
Bajo contenido Hf	N	kg	909-1.817
Grado comercial	N	kg	649-1.298
Menas y concentrados (Zircon):			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO ₂	L	t	7.524-8.360
Calidad con premio, máx. 0,1 % TiO ₂	L	t	8.360-9.196
LITIO			
Metal:			
Lingotes, mín 99,9 % Li, en lotes de 1000 lb	N	kg	1.107
Menas y concentrados:			
Ambigonita 6/8 % Li ₂ O, en base al 8 %	L	t. u. Li ₂ O	903-1.038
Lepidolita 3/3,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u. Li ₂ O	937-970
Petalita 3,5/4,5 % Li ₂ O, en base al 3 %	L	t. u. Li ₂ O	612-748
Espodomena 4/7 % Li ₂ O, en base al 6 %	L	t. u. Li ₂ O	770-803

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de febrero
MAGNESIO			
Metal:			
Lingotes de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg en lotes mínimos de 10 t	L	t	68.831
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	82.434
Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t	L	t	79.912
Polvo de "Grado 4", mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 1 t	L	t	129.252
Limaduras, en lotes mínimos de 1 t	L	t	79.912
Lingotes mín 99,8 % Mg, en el mercado libre	L	t	65.975-68.831
Lingotes en bruto, mín 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb	N	kg	54,52
Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb	N	kg	54,52

Menas y concentrados.

Este metal se recupera a partir de una serie de rocas que en su composición química contienen un alto grado de Mg, tales como la brucita, dolomita, magnesita y olivino.

MERCURIO

Metal:			
Mercado europeo, en frascos de 76 lb	L	f	15.601-15.895
Mercado americano, en frascos de 76 lb	N	f	16.484-16.955

Menas y concentrados.

Las menas no se comercian, ya que son siempre tratadas por los países productores.

NIOBIO O COLUMBIO

Metal:			
Calidad metalúrgica 99,5/99,8 % Nb, dependiendo del tamaño de los lotes:			
Polvo y perdigones	N	kg	1.428-2.856
Lingotes rugosos	N	kg	2.077-3.505

Menas y concentrados:

Columbita mín 65 % Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Nb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1	L	t. u. Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅	1.583-1.714
Pirocloro, mín 50 % Nb ₂ O ₅	N y L	kg Nb ₂ O ₅ cont	184-190
Columbita 65 % Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Nb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1 (n)	N	kg	175-188

TANTALIO

Metal:			
Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes	N	kg	3.894-4.868
Láminas dependiendo de la pureza	N	kg	4.933-8.113
Varillas dependiendo de la pureza	N	kg	4.219-5.841

Menas y concentrados:

Tantalita:			
Mín 60 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.168-1.298
Mín 25/40 %, tomando como base 30 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	974-1.103
Columbita: ver mineral de COLUMBIO.			

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de febrero
TITANIO			
Metal:			
Esponja inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell	L	kg	157
Tochos de 4"18" de diámetro, en lotes de 2.000 kg.	L	kg	348-492
Esponjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell, en lotes de 500 lb	N	kg	187
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % TiO ₂ , empaquetado	L	t	12.122-12.707
Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO ₂	L	t	1.272-1.540
Rutilo, mín 96 % TiO ₂ , para comercio interior, 12 % máximo humedad	N	t	20.122
Ilmenita, mín 54 % TiO ₂	N	t	2.202
Escorias canadienses, mín 70 % TiO ₂	N	t	3.476

Metales menores o escasos**Mercado****Unidad****Precio de febrero****ARSENICO**

Metal:			
Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada	L	t	168.269-221.049

Menas y concentrados.

El arsénico es obtenido como subproducto en las metalurgias del cobre, cinc y otras menas.

CESIO

Mín 99,5 % : lotes de 1-277 g	N	g	82,42-212
lotes de 1-9 lb	N	kg	32.452-35.698
lotes de 10-99 lb	N	kg	25.962-29.207
lotes de 100-999 lb	N	kg	19-471-22.717
lotes de 1.000 o más lb	N	kg	12.981
Mín 99,9 % : lotes de 1-277 g	N	g	106-235
lotes de 1-9 lb	N	kg	38.943-41.188
lotes de 10-99 lb	N	kg	32.452-35.698
lotes de 100-999 lb	N	kg	22.664-28.558
lotes de 1.000 o más lb	N	kg	16.226

Menas y concentrados:

Polucita, mín 24 % Cs ₂ O	L	t. u. Cs ₂ O	649
--------------------------------------	---	-------------------------	-----

GALIO

Metal:			
Mín 99,99 % : lotes hasta 999 g	N	g	58,87
lotes de 1-4,999 kg	N	g	47,10
lotes de 5-24,999 kg	N	g	41,21
lotes de más de 25 kg	N	g	38,27
Mín 99,999 % : lotes de 5-10 kg	N	g	64,58

Menas y concentrados.

Las menas de esta sustancia no se cotizan en el mercado internacional, ya que todo el galio que se produce en el mundo, se obtiene como subproducto en los procesos de tratamiento de la bauxita y las menas de cinc.

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
GERMANIO			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm conductividad:			
En el mercado europeo	L	kg	16.230
En el mercado americano	N	kg	17.249
Menas y concentrados.			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.			
HAFNIO			
Metal:			
Esponja	N	kg	9.736
En barras y placas laminadas	N	kg	15.577
Menas y concentrados.			
Las menas de hafnio no se comercializan, ya que todo el metal que se produce se obtiene separándolo del circonio después de la metalurgia de éste.			
INDIO			
Metal:			
En barras, mín 99,97 % de pureza, en lotes de 100 troy on	L	g	3,30
En lingotes, mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on	N	g	4,72
Menas y concentrados.			
El Indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.			
RENIO			
Metal:			
Polvo, mín 99,99 % Re	L	g	647
Menas y concentrados.			
La producción mundial de renio se consigue como un subproducto recobrado a partir de las menas de molibdeno y de los porfiridos cupríferos, obteniéndose el polvo metal en la metalurgia de los productos primarios.			
RUBIDIO			
Metal:			
Mín. 99,5 % : lotes de 1-227 g	N	g	82,72-212
lotes de 1-9 lb	N	kg	32.452-35.698
lotes de 10-99 lb	N	kg	28.962-29.207
lotes de 100-999 lb	N	kg	19.471-22.717
lotes de 1.000 o más lg	N	kg	12.981
Menas y concentrados.			
El rubidio producido se obtiene de la metalurgia del cesio y otras menas, por esta razón no se cotizan sus menas en el mercado.			
SELENIO Y TELURIO			
Metal, Selenio:			
Polvo grado comercial, mín 99/99,5 % Se	N	kg	1.428-1.558
De alta pureza, mín 99,9 % Se	N	kg	1.817-1.942

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Canadiense, mín 99,5 % Se, en lotes 100 lb	L	kg	1.493
Otras procedencias	L	kg	2.588-2.871
Metal, Telurio:			
Fragmentos y polvo, mín 99/99,5 % Te	L	kg	750
Barras, mín 99,5 % Te	L	kg	750
Polvo, en lotes de 100 lb	N	kg	909
Placas, en lotes de 150 lb	N	kg	909
Menas y concentrados.			
No se comercializan las menas de selenio y telurio debido a que la totalidad del metal que se produce, se obtiene como subproducto en la metalurgia de otros metales como son cobre, níquel, plata, etc., no obstante existen minerales en los que aparecen conjuntamente pero que al no ser explotados para la obtención de estos metales, por la razón antes expuesta, no se pueden considerar como menas.			
TALIO			
Metal, en lotes de 25 lb	N	kg	974
Menas y concentrados.			
Las menas de este metal no se cotizan en el mercado, ya que todo el talio que se produce se obtiene en la mineralurgia de otras menas.			
Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
AZUFRE			
USA para la exportación, mín 99 % S			
Brillante	N	t	2.086-2.144
Brillante sólido	L	t	1.333
Brillante líquido	L	t	1.738
Oscuro	N	t	2.028-2.086
Resto del mundo, líquido	L	t	1.564-1.680
BARITA			
En bruto:			
Grado químico y para vidrio:			
Escogido a mano, mín 95 % BaSO ₄ , máx 1 % Fe, en lotes de camiones	N	t	1.915-2.064
Magnéticas o de flotación, mín 96 % BaSO ₄ , máx 0,5 % Fe, en lotes de camiones	N	t	2.239
Molidas:			
En húmedo, mín 95 % BaSO ₄ , a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones	N	t	3.895-5.193
En seco, de grado para lodos, 83/93 % BaSO ₄ , 3/12 % Fe, 4,2/4,3 peso específico, en lotes de camiones	N	t	2.596-3.051
Micronizadas:			
Mín 99 % más fino de 20 M	L	t	7.482-7.754
BORATOS			
Decahidrato, granular, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	7.210
Pentahidratado, refinado, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	8.842

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
Anhídrico, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t.	L	t	10.202
Acido bórico, técnico granular en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	10.474
Técnico, mín 99,5 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	3.862
Deshidrato, mín 99 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	7.108
Concentrados de boratos sódicos, en fragmentos, en lotes de camiones:			
46 % B ₂ O ₃	N	t	4.122
65 % B ₂ O ₃	N	t	5.907
Concentrados de borato cálcico, de Turquía, en fragmentos, mín 40 % B ₂ O ₃	L	t	1.707-1.825
CELESTITA			
Reino Unido, en bruto, lavada y clasificada, 95 % SrSO ₄ , a granel, molido 240 mesh	L	t	2.293
ESPATO FLUOR			
Metalúrgico, mín 70 % CaF ₂			
Reino Unido	L	t	2.008-2.678
USA en pellets	N	t CaF ₂ cont	3.856
Mejicano	N	t CaF ₂ cont	3.245
Cerámico, mín 85 % CaF ₂ :			
Reino Unido, molido 93/95 %	L	t	3.615-4.151
USA, 88/90 %	N	t CaF ₂ cont	4.461
95/96 %	N	t CaF ₂ cont	4.432-4.751
97 %	N	t CaF ₂ cont	5.041
Acido, material seco, mín 97 % CaF ₂ :			
Reino Unido, embolsado	L	t	4.284-5.088
USA, en bruto	N	t CaF ₂ cont	4.548-5.041
en pellets, 88 % cont. efectivo	N	t CaF ₂ cont	4.432
concentrados ácidos secos	N	t CaF ₂ cont	6.892
importado en Europa	N	t CaF ₂ cont	6.166-6.296
Mejicano a granel	N	t CaF ₂ cont	3.895-4.349
FOSFATOS			
USA, molido, lavado, seco, a granel:			
66/68 % BPL	N	t	649
68/70 % BPL	N	t	711
70/72 % BPL	N	t	763
74/75 % BPL	N	t	893
76/77 % BPL	N	t	—
Argelino y Turco, 65/68 % BPL	L	t	782-850
Australiano, 83 % BPL	L	t	1.019-1.189
Marroquí, 73 % BPL	L	t	1.088-1.258
Ruso, apatito concentrado, 39 % P ₂ O ₅	L	t	(n)

NOTA: BPL = Ca₃(PO₄)₂ = 0,458 % P₂O₅.



Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
GRAFITO			
Alemán	N	t	13.426-76.531
Madagascar	N	t	10.302-30.907
Noruego	N	t	7.064-11.774
Ceilán, sin diferenciar calidades	N	t	11.774-20.604
Fragmentos muy pesados, 97/99 % C	L	t	16.736
Fragmentos peso ordinario, 94/95 % C	L	t	14.058
90/92 % C	L	t	10.310
En pedacitos casi polvo, 97/98 % C	L	t	16.736
90/92 % C	L	t	10.310
80/83 % C	L	t	8.033
En pedacitos, 90/92 % C	L	t	10.310
80/83 % C	L	t	8.033
En polvo, 50/55 % C	L	t	4.686
Amorfo, 80/85 % C:			
Coreano, en bolsas	N	t	1.766
Mejicano, a granel	N	t	1.413
NITRATOS			
Sódico, o de Chile, mín 98 %, en lotes de 8 t	L	t	5.757
PIRITAS			
USA, 50/52 % S, a granel	N	t	260-325
Españolas, mín 48 % S (Río Tinto y Tharsis)	L	t	(n)
Portuguesas, mín 48 % C (Aljustrel y Louzal)	L	t	(n)
Resto de los países productores	L	t	648-824
POTASAS			
Cloruro de potasio, 60 % K ₂ O:			
Europa, standard, a granel	L	t	2.544-3.079
USA, standard	N	t. u. K ₂ O	41,54
Coarse	N	t. u. K ₂ O	45,44
Cloruro de potasio, 62 % K ₂ O:			
Canadiense:			
Standard	N	t. u. K ₂ O	24,67
Coarse	N	t. u. K ₂ O	27,26
Granular	N	t. u. K ₂ O	28,56
USA:			
Standard	N	t. u. K ₂ O	27,91
Standard	N	t. u. K ₂ O	28,36
Finos standard	N	t. u. K ₂ O	29,21
Coarse	N	t. u. K ₂ O	30,51
Coarse	N	t. u. K ₂ O	30,51
Granular	N	t. u. K ₂ O	31,81
Cloruro de potasio, 62/63 % K ₂ O:			
Canadiense, soluble	N	t. u. K ₂ O	25,96-27,26
USA, soluble	N	t. u. K ₂ O	30,51
Sulfato de potasio, 48/50 % K ₂ O, a granel	N	t. u. K ₂ O	(n)
SAL COMUN			
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t	L	t	435
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t, en bolsas de 50 kg	L	t	672
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, seca, en bolsas de 50 kg	L	t	1.084
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, a granel, sin secar.	L	t	839

Minerales no metalicos	Mercado	Unidad	Precio de febrero
VERMICULITA			
USA	N	t	1.623-2.467
Sudáfrica:			
En crudo	N	t	3.570-4.544
En crudo, embolsada	L	t	2.850-3.300
WOLLASTONITA			
Para pinturas:			
P ₁ , 99,7 % menor 325 mesh	L y N	t	5.155
P ₄ , 99,95 % menor 325 mesh	L y N	t	5.623
Para cerámica:			
C ₁ , 96,5 % menor 325 mesh	L y N	t	5.088
C ₆ , 79,2 % menor 325 mesh	L y N	t	5.021
C ₁₀₁ , 2 % menor 200 mesh	L y N	t	4.954
Para mastique:			
F ₁ , 78 % menor 325 mesh	L y N	t	5.423

NOMENCLATURA

CALIDAD

(n): Nominal, indica que al ser insuficiente en negocio, no sirve como base para una cuantificación real.

GIRM: Agrupación de importadores de metales.

MERCADO

L: Londres, base del mercado europeo.
 N: Nueva York, base del mercado americano.
 A: Australia.
 B: Bélgica.

C: Canadá
 F: Francia.
 G: Alemania del Oeste.
 I: Italia.
 J: Japón.
 SA: Sudáfrica.

UNIDAD

Troy on: onza troy=0,3110 g.
 lb: libra=0,4535 kg.
 t: tonelada métrica.

st: tonelada corta=0,907 t.
 lt: tonelada larga=1,016 t.
 f: frasco=76 lb.
 picul.: picul=133,5 lb.
 tu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada.
 stu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada corta.
 ltu "x": unidad de "x" contenido en una tonelada larga.

lb "x" cont.: libro de "x" contenido.
 kg "x" cont.: kg de "x" contenido.
 t "x" cont.: tonelada de "x" contenido.

PRECIO

(n): nominal, indica el nivel de precio probable, sin confirmación.
 n.a: precio no disponible.
 £: Libra Esterlina.
 \$: Dólar USA.
 \$ A: Dólar Australiano.

\$ C: Dólar Canadiense.
 \$ M: Dólar Malayo.
 D M: Marco Alemán.
 F: Franco Francés.
 F B: Franco Belga.
 l: Lira Italiana.
 Rand: Rand Sudafricano.
 Yen: Yen Japonés.

RECTIFICACION

Nota acerca de "Mercado de minerales y concentrados de Plomo y Cinc" rectificando algunos datos aparecidos en dicho trabajo y publicado en nuestro número anterior (pág. 43 del Fasc. I, Tomo 85).

El artículo publicado recientemente sobre comercialización de minerales de plomo y cinc fue elaborado en el mes de junio de 1973. En consecuencia, los datos que en él se incluyen corresponden a los que estaban en vigencia en ese momento.

Hay que tener en cuenta, además del tiempo transcurrido, las condiciones coyunturales de los últimos meses en los cuales la crisis de la energía y la de materias primas hacen imprevisibles cualquier cambio.

Por consiguiente, el estudio publicado puede ser útil solamente para conocer cómo se lleva a cabo la compra-venta de los minerales de plomo y cinc y orientar acerca de la forma de su valoración.

Los valores alcanzados por las cotizaciones del metal y de los gastos de tratamiento o fusión (Returning Charge) publicados con fecha 30 de abril de 1974 son los siguientes:

P L O M O

- Precio del metal, calidad normalizada L.M.E. 283 £/t
- Precio de base 160 £/t
- Gastos de tratamiento o fusión: 70/80 % 90-100 \$/t

C I N C

- Precio del metal, calidad normalizada L.M.E. 770 £/t
- Precio base del productor (GOB) 330 £/t
- Precio de base para el cálculo de Valor de los concentrados 31,5 C/lb 2852£/t
- Gastos de tratamiento o fusión: 52/55 % 125-143 \$/t

Los coeficientes y las penalizaciones resultan imposibles de conocer en las condiciones actuales del mercado, ya que las empresas consumidoras están supeditadas a unas condiciones totalmente irregulares.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
41	3203	16-II-74	Ind.	CADUCIDAD de concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Lugo.
41	3201	16-II-74	Ind.	Se anula publicación de solicitudes de determinados permisos de investigación minera.
41	3201	16-II-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Almería.
41	3202	16-II-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Avila.
41	3202	16-II-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Córdoba.
41	3202	16-II-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de La Coruña.
41	3203	16-II-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Salamanca.
41	3203	16-II-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Santander.
41	3204	16-II-74	Ind.	CANCELACION de solicitud del permiso de investigación citado.
42	3296	18-II-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Córdoba.
42	3296	18-II-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
42	3296	18-II-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Granada.
45	3582	21-II-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera citadas, Delegación Provincial de Vizcaya.
45	3580	21-II-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Ciudad Real.
45	3581	21-II-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Salamanca.
48	3879	25-II-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Huelva.
58	4832	8-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Granada.
60	5037	11-III-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Madrid.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
60	5037	11-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación citado, Delegación Provincial de Segovia.
62	5209	13-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Madrid.
64	5395	15-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de La Coruña.
65	5498	16-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación citados, Delegación Provincial de Lugo.
69	5784	21-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Granada.
69	5785	21-III-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Málaga.
70	5877	22-III-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Palencia.
70	5877	22-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Pontevedra.
70	5876	22-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Burgos.
70	5876	22-III-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Granada.
70	5876	22-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Granada.
70	5877	22-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Huelva.
70	5877	22-III-74	Ind.	CADUCIDAD de las permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Huelva.
70	5877	22-III-74	Ind.	CADUCIDAD de las permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Oviedo.
70	5877	22-III-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión minera que se cita, Delegación Provincial de Salamanca.
71	5982	23-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
71	5982	23-III-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación que se cita, Delegación Provincial de Granada.
71	5982	23-III-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación que se citan, Delegación Provincial de La Coruña.
71	5982	23-III-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación que se citan, Delegación Provincial de León.
71	5978	23-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación que se cita, en las provincias de Logroño y Soria.
71	5981	23-III-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Cáceres.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
71	5982	23-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Jaén.
72	6085	25-III-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación que se cita, Delegación Provincial de Logroño.
72	6085	25-III-74	Ind.	DEHABILITACION de las concesiones de explotación que se citan, Delegación Provincial de Lugo.
72	6085	25-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Madrid.
72	6086	25-III-74	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Oviedo.
72	6086	25-III-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Salamanca.
74	6271	27-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Burgos.
74	6272	27-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Cáceres.
74	6272	27-III-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Huelva.
74	6273	27-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de León.
74	6274	27-III-74	Ind.	CANCELACION de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Oviedo.
74	6274	27-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Palencia.
76	6456	29-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Oviedo.
77	6562	30-III-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Santander.
78	6663	1-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Salamanca.
78	6663	1-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Oviedo.
80	6834	3-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Toledo.
85	7315	9-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Granada.
85	7321	9-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de León.
85	7322	9-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Madrid.
85	7322	9-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO y titulación de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Palencia.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
85	7322	9-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Teruel.
86	7412	10-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Almería.
86	7412	10-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera que se cita, en las provincias de Madrid y Toledo.
86	7413	10-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de León.
88	7571	12-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Baleares.
88	7576	12-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Lugo.
88	7576	12-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Salamanca.
91	7787	16-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones mineras que se citan, Delegación Provincial de Badajoz.
91	7787	16-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Córdoba.
91	7787	16-IV-74	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Almería.
91	7787	16-IV-74	Ind.	CANCELACION del permiso de investigación que se cita, Delegación Provincial de Avila.
91	7787	16-IV-74	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Cáceres.
91	7787	16-IV-74	Ind.	CANCELACION de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Guadalajara.
RESERVAS				
37	2808	12-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por el Instituto Geológico y Minero de España para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de lignitos en el área que se indica, comprendida en la provincia de Valencia.
37	2809	12-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para minerales radiactivos en el área que se indica, comprendida en las provincias de Albacete, Valencia y Murcia.
37	2809	12-II-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la inscripción de la petición presentada por la Junta de Energía Nuclear para la declaración de una zona de reserva provisional a favor del Estado para minerales radiactivos en el área que se indica, comprendida en las provincias de Cuenca, Valencia y Teruel.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
41	3198	16-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado, para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, denominada "Salamanca Decimosexta", comprendida en la provincia de Salamanca.
45	3576	21-II-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Décima", comprendida en los términos municipales de Lumbrales y La Redonda (Salamanca).
45	3577	21-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Décimocuarta", comprendida en la provincia de Salamanca.
46	3670	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Séptima", comprendida en el término municipal de Lumbrales, provincia de Salamanca.
46	3670	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Decimotercera", comprendida en la provincia de Salamanca.
46	3671	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Octava", comprendida en el término municipal de Hinojosa de Duero, de la provincia de Salamanca.
46	3671	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Duodécima", comprendida en la provincia de Salamanca.
46	3672	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Novena", comprendida en los términos municipales de Lumbrales, Hinojosa del Duero y Sobradillo de la provincia de Salamanca.
46	3672	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Decimoquinta", comprendida en la provincia de Salamanca.
46	3673	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Undécima", comprendida en los términos municipales de Ahigal de los Aceiteros, Sobradillo y La Redonda, de la provincia de Salamanca.
46	3673	22-II-74	Ind.	ORDEN por la que se levanta la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Treinta y Tres", comprendida en los términos de Villavieja de Yeltes y Villares de Yeltes (Salamanca).

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
50	4064	27-II-74	Ind.	CORRECCION de erratas de la Orden de 18 de enero de 1974 por la que se dispone el levantamiento de la reserva definitiva a favor del Estado para toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona denominada "Salamanca Sexta", comprendida en el término municipal de Hinojosa de Duero (Salamanca).
72	6081	25-III-74	Ind.	ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, en la zona "Almería", comprendida en las provincias de Almería y Granada.
72	6081	25-III-74	Ind.	ORDEN por la que se establece la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos radiactivos e hidrocarburos fluidos, en la zona "Pirineo Central", comprendida en las provincias de Huesca, Lérida, Gerona y Barcelona.
72	6082	25-III-74	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, denominada "Osor" (F/III-1), de las provincias de Gerona y Barcelona.
HIDROCARBUROS				
41	3198	16-II-74	Ind.	ORDEN sobre renuncia a siete permisos de investigación de hidrocarburos en Zona I (Península) por "Copisa".
44	3477	20-II-74	Ind.	HIDROCARBUROS. PERMISOS DE INVESTIGACION. DECRETO por el que se modifica el párrafo primero de la condición primera del artículo segundo del Decreto 377/1973, de 22 de febrero.
44	3477	20-II-74	Ind.	DECRETO por el que se otorga a "Geroex Iberica, S. A." un permiso de investigación de hidrocarburos en la Zona I.
45	3576	21-II-74	Ind.	ORDEN por la que se fija el precio para liquidación del Impuesto sobre el producto bruto y para las ventas de los petróleos crudos procedentes de las concesiones de explotación "San Carlos I y II" (Amposta).
80	6832	3-IV-74	Ind.	ORDEN sobre renuncia al permiso de investigación de hidrocarburos "Mar Cantábrico-E", en la Zona I (Península), de "Shell España, N. V."
87	7501	11-IV-74	Ind.	ORDEN sobre renuncia al permiso de investigación de hidrocarburos "Lanz", en la Zona I (Península), de la "Empresa Nacional de Petróleos de Navarra, S. A."
87	7501	11-IV-74	Ind.	ORDEN sobre renuncia al permiso de investigación de hidrocarburos "Sueca", en la Zona I (Península), de la "Empresa Nacional de Petróleos de Aragón, S. A."

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
VARIOS				
42	3280	18-II-74	P. G.	CORRECCION de errores del Decreto 3382/1973, de 21 de diciembre, sobre normas para la ejecución de nuevos alumbramientos y ampliación de los ya existentes en la provincia de Baleares.
43	3378	19-II-74	GOB.	AGUAS MINERO-MEDICINALES. ORDEN por la que se declara de utilidad pública el manantial Baños de Verché de Domeño (Valencia).
45	3572	21-II-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Grupo Sindical de Colonización 10.560 un aprovechamiento de aguas subálveas del barranco de Seguras, en término municipal de Montbrió de Tarragona (Tarragona), con destino a riegos.
46	3664	22-II-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a favor de don José Rafart Baró y tres más un aprovechamiento de aguas subálveas del torrente Ribalta, en término municipal de Solsona (Lérida) con destino a usos domésticos y atenciones de una granja porcina.
59	4925	9-III-74	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a la Comunidad de Regantes en formación de Cairos y Zabala, constituida por todos los miembros del Grupo Sindical de Colonización número 11.280, de Adra (Almería), un aprovechamiento de aguas subálveas del río Adra, en el mismo término.
76	6455	29-III-74	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la declaración minero-medical de las aguas del manantial que se cita, de la Delegación Provincial de Gerona.
78	6653	1-IV-74	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a doña Magdalena Salellas Gratacós, de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Ricardell, en término municipal de Viure (Gerona), con destino a usos domésticos y atenciones de ganado.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

MATEO ESTEBAN y RAMÓN JULIA: *Discordancias erosivas intrajurásicas en los Catalánides*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), núm. 5, págs. 153-157.

Según los autores el paquete dolomítico infracretácico del Sector central de los Catalánides está formado, en su base, por una brecha caliza y dolomítica atribuible al Liás, la cual erosiona el zócalo triásico y con un techo calizo de edad port-landiense. Entre las brechas basales y los tramos dolomíticos superiores han observado otra discordancia erosiva. Los cortes realizados demuestran la presencia de un relieve en el zócalo triásico-liásico, muy visible en las localidades estudiadas.—L. DE A.

P. ANADÓN y J. F. ALBERT: *Hallazgo de una fauna del Muschelkalk en el Triás del anticlinal de Calanda (Provincia de Teruel)*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), núm. 5, págs. 151-152.

Citan por primera vez la presencia de fauna que permite atribuir al Muschelkalk dos afloramientos de calizas en el núcleo del anticlinal de Calanda.—L. DE A.

L. SOLÉ SUGRAÑES: *Nota sobre el límite inferior de derrubios estratificados de vertiente (grèzes litées) en el sector de St. Llorenç de Morunys (Prepirineo oriental), (pro. de Lérida)*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII 1973, núm. 5, págs. 167-173.

Describe algunos afloramientos de *derrubios estratificados de vertiente* en el valle alto del Cardener y macizo de Port de Comte (Prepirineo oriental, provincia de Lérida) situado, en este sector, el límite inferior de tales depósitos durante el Würm a unos 700 metros de altitud. Este

límite desciende hacia el Oeste. Los derrubios estratificados de vertiente son equivalentes a las *Grèzes litées* del N de Francia y lo definen como un depósito formado por una secuencia granuloclasificada de derrubios crioclásticos, producidos por microgelivación de la creta y lavados por las aguas de fusión de la nieve, en condiciones de clima periglacial.—L. DE A.

Memoria de la VI Conferencia Geológica del Caribe. Isla de Margarita (Venezuela), 6 a 14 de julio de 1971, Caracas, 1972, 500 págs.

Este magnífico tomo contiene 18 páginas de introducción, a continuación las comunicaciones presentadas en la VI Conferencia Geológica del Caribe.

EXCURSIONES LOCALES.—“Field trip to the Rinconada Group”, por W. V. Maresch. “Zona Nororiental de la península de Macanao”, por J. M. I. de Arozena. “Flysch Eoceno de la isla de Margarita”, por N. G. Muñoz J. “Sedimentos del Terciario Superior y Cuaternario del sur de la península de Macanao”, por Claus H. Graf. “Algunas noticias sobre Nueva Cádiz, isla de Cubagua”, por J. M. Cruxent. “Excursión alrededor de Margarita Oriental”, por C. González de Juana.

EXCURSIONES POSCONFERENCIA.—“Zona de Carupano-La Esmeralda, Estado Sucre”, por R. S. Sifontes y F. J. Seijas. “Extremo Occidental de Araya”, por Mario Vignali. “Field trip to the Island of La Orchila”, por C. Schubert. “Costa venezolana entre Cumana y Pertigalete”, por G. González de Juana. “Area de Pertigalete y autopista Puerto La Cruz-El Tigre”, por I. Saizarbitoria.

GEOLOGÍA REGIONAL.—“Rocas metamórficas e ígneas en la península de Macanao, Margarita, Venezuela”, por C. González de Juana y M. Vignali. “Geología del archipiélago de Los Frailes”, por P. Moticska. “Nuevas observaciones geológicas acerca de la Isla Aves, Venezuela”, por J. Pantin Herrera. “Geología general de la Isla de Aruba”, por W. Petzall. “Geological Reconnaissance of the Venezuelan Islands in the Caribbean sea between los ro-

ques and los testigos”, por C. Schubert y F. Moticska. “Sedimentación y aloctonia en el frente de montañas de Guarico”, por L. A. González Silva y Xavier Picard. “Morphology and surficial geology of Northwestern Dominican Republic”, por G. Antonini. “Peculiarities of Cuesta Landforms in Puerto Rico”, por H. Blume. The Volcanic Geology of Jamaica”, por M. J. Roobol. “Principales rasgos del desarrollo de Cuba Oriental en el Cenozoico Tardío”, por I. P. Kartashov y N. A. Mayo. “The Dragon gneiss of paria peninsula (Eastern Venezuela), por H. G. Kugler. “Geología del Morro de La Esmeralda, distrito Rivero, Estado Sucre”, por R. S. Sifontes y F. S. Seijas. “Rocas intrusivas jóvenes en la región de Carupano”, por R. S. Sifontes y F. Santamaría. “A middle Eocene flysch from east Falcon, Venezuela”, por V. F. Hunter. “The geology of Wagwater Belt, Jamaica”, por G. W. Green M. A. F. G. S. “Possible subaerial outcropping of Horizon “A”, Northwestern Puerto Rico”, por D. H. McIntyre and J. M. Aaron. “A new interpretation of the maya mountains, British Honduras”, por J. H. Bateson.

GEOLOGÍA ECONÓMICA.—“Análisis metalogénico del Yacucy Occidental”, por S. E. Rodríguez. “Puerto Rican Porphyry copper deposits, Petrology and Alteration”, por D. Cox. “Exploration guides for Pb-Zn mineralization in the Chiantla District, Southern Altos Cuchumatanes; Guatemala”, por S. E. Kesler, R. Ascarrunz y T. H. Anderson. “Recursos de hidrocarburos en el área venezolana del Caribe y problemática de su exploración”, por A. R. Martínez. “Anomalías en las cuencas carboníferas de Venezuela”, por C. Kapo y V. M. López. “The Geology of Gran Cayman and its control over the development of lenses of potable Groundwater”, por J. D. Mather. “A New approach to development drilling in Trinidad-Tesoro”, por K. M. Persad. “The application of carbonate facies analysis to Landform Studies for development in cat Island and Abaco Island, Bahamas”, por R. N. Young. “Mineralogy, host rock alteration, and fracture pattern at mine Hill and Copper mine point, Virgin Gorda, British west Indies”, por Ch. A. Batte. “Engineering behavior of selected Puerto Rican oxiols and ultisols”, por R. O. Fish, T. Demirel y R. A. Lohnes.

TECTÓNICA DEL CARIBE.—“Tectonic position of ultramafic bodies of Cuba”, por A. L. Knipper y R. Cabrera. “Aspectos of Island arc evolution and Magmatism in the Caribbean, Geochemistry of some west Indian Plutonic and volcanic rocks”, por J. F. Lewis y B. M. Gunn. “Comments on the Geology of Northwestern Trinidad in relation to the Geology of Paria, Venezuela”, por H. C. Potter. “Ofiolitas de Siquisique y Rio Tocuyo y sus relaciones con la falla de Oca”, por A. Bellizzia, D. Rodríguez y M. Graterol. “Breves ideas sobre la estructura de la Falla de Oca, Venezuela”, por G. Feo-Codécido. “Major faulting in Northwestern Venezuela and its relation to global tectonics”, por E. Vasquez y P. Dickey. “Spatial and temporal variations of potassium in the volcanic rocks of Puerto

Rico”, por E. Lidiak. “Late Paleozoic Orogeny in Northwestern Guatemala”, por B. Burkhart y R. E. Clemons. “Tectonic History of Maracaibo and Barinas Basins”, por K. F. Dallmus y G. R. Graves. “The Caribbean Range considered in the European concept of Geosyncline”, por P. Bower. “The Structure and Metamorphism of the Santa Marta Area, Colombia, S. A.”, por B. L. Doolan. “Análisis estructural y eventos tectónicos de la península de Macanao, Margarita, Venezuela”, por M. Vignali. “Sistema montañoso del Caribe, borde Sur de la Placa Caribe, ¿es una cordillera alóctona?”, por A. Bellizzia. “Plate Tectonic Evolution of the Caribbean-Gulf of Mexico Region”, por G. Freeland y R. S. Dietz. “Comparaison de Caracteres Structuraux de la Cordillere Caraibe (Venezuela) et de la Cordillere Magellanienne (Chili-Argentine)”, por J. Buterlin. “Tectonic contrast between Northern and Southern Puerto Rico”, por W. Monroe. “Seismicity and Plate Tectonics of the eastern Caribbean”, por J. F. Tomblin. “Geologic Structure off-shore North-Central Venezuela”, por G. Peter. “Structural Analysis of the Caribbean eastern interior range of Venezuela”, por E. E. Murany. “Tectonics of Colombian Andes-A Progress Report”, por J. E. Case. “Petrology and Structural Geology along the Motagua Fault Zone, Guatemala”, por D. Schwartz. “Tectonic development of Puerto Rico and Adjacent Areas”, por M. D. Turner. “Global Tectonics of the Caribbean as deduced from a Paleomagnetic Study of Jamaica”, por S. Vincenz. “The Tectonics Framework of the Southern Antilles (Scotia Arc). Its possible bearing on the evolution of the Antilles”, por I. W. D. Dalziel. “The Caribbean Sea. A Zone of North-south extension and left-lateral Shear”, por M. Ball y C. G. A. Harrison. “Tectonic Rotations Suggested by Paleomagnetic Results from Northern Colombia, S. A.”, por W. D. Macdonald y N. D. Opdyke. “The Venezuelan Andes, a Backdoor to the Caribbean”, por R. Shagam. “Tectonic Significance of La Desirade-Possible Relict sea Floor Crust”, por L. K. Fink, C. T. Harper, J. J. Stipp y F. Nagle. “Tectonics of the eastern Caribbean Margin”, por A. A. Meyerhoff y H. A. Meyerhoff. “Colombia Basin Magnetis Anomalies”, por E. Cristofferson. “Significance of Possible Cretaceous Island Arc Volcanism in the Venezuela Coast Range”, por C. G. Murray.

PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA.—“A late (?) Paleozoic Metamorphism of the Central Venezuelan Andes”, por R. L. Grauch. “Partly Welded Pyroclast flow Deposits in Dominica, Lesser Antilles”, por H. Sigurdson. “Análisis de superficies de tendencia de los parámetros químicos y modales del granito de Guaremal, Edo, Carabobo, Venezuela”, por F. Urbani P. “Gabbro and Epidiorite versus granulite and amphibolite. A Problem of the Ophiolite Assemblage”, por T. P. Thayer. “Cuerpos menores de serpentinitas y otras rocas ígneas en la Zona de El Maguey, parte Nororiental de la península de Macanao (Margarita), Estado Nueva Esparta”, por J. M. de Arozena. “Equilibrio químico entre granate y piroxeno existentes en

rocas clogíticas, Macanao, Estado Nueva Esparta, Venezuela", por E. Navarro. "Petrogénesis de la peridotita de Loma de Hierro, Estado Aragua", por M. de Graterol. "Geología del complejo ultramáfico de Paraguay, Venezuela", por C. Martín-Bellizzia y J. M. de Arozena. "Geochemistry and Mineralogy of Sediments from North Lagoon, Bermuda", por F. R. Siegel, W. Lunking, N. Roach y J. H. Schroeder. "Scleractinian Corals: Strontium and Aragonite-Why?", por F. R. Siegel. "Mesozoic High-P Low-T Metamorphism on Isla Margarita, Venezuela and its significance in the development of the Venezuelan Coast Ranges", por W. V. Marsch.

GEOFÍSICA.—"Seismic Reflection Profiles in the Yucatan Channel", por D. A. Fahlquist, J. W. Antoine, W. R. Bryant, A. Bouma y T. Pyle. "Expresión topográfica del fondo submarino frente a La Guaira y sus relaciones con algunos terremotos", por S. E. Aguerrevere. "Activities of Unesco and the Intergovernmental Oceanographic Commission in the Caribbean in the field of Marine Geology and Geophysics", por G. E. Giermann. "Interpretation of heat flow and Seismic Profiles in the Caimen Trough and Yucatan Basin", por E. J. Erickson, C. E. Hersey y G. Sommons. "Paleomagnetic Investigations of Selected Lava Units on Puerto Rico", por L. K. Kink y C. G. A. Harrison. "Marine Geophysical Observations Across the Barbados Ridge St. Lucia Cross Warp", por B. G. Bassinger y G. H. Keller. "A. Seismic-reflection Study of the Muertos Trough South of Puerto Rico", por R. G. Martin y L. E. Garrison.

PLIOCENO - CUATERNARIO, GEOLOGÍA MARINA. — "The Holocene - Pleistocene Contact in the Offshore Area East of Galeote Point, Trinidad, W. I.", por R. Carr-Brown. "La influencia de los parámetros físico-químicos del fondo en las facies de foraminíferos bentónicos", por J. M. Sellier de Civrieux y J. Bonilla. "Mass Physical Properties of Tobago Trough Sediments", por G. H. Keller, D. N. Lambert, R. H. Bennet y J. B. Rucker. "Rocks from the Seamounts and Escarpments on the Aves Ridge", por F. Nagle. "Sedimentos del Terciario Superior y Cuaternario de la península de Macanao, Margarita, Venezuela", por C. H. Graf. "Ecologic Analysis and facies Distribution of the Lecherias/Manare Platform Area, Northeastern Venezuela", por W. Scherer y O. Macsotay. "Shallow Water Carbonates from the Puerto Rico Trench Region", por N. S. Schneiderman, J. P. Beckmann y B. C. Heezen. "Some Aspects of the Marine Quaternary of the Caribbean Area", por H. G. Richards. "Deep-sea Sedimentation and Correlation of Strata off Magdalena River and in Beata Strait", por A. H. Bouma, R. Rezak, J. W. Antoine, W. Bryant y D. A. Fahlquist. "The use of Foraminifera as Indicators of Subsidence in the Caribbean", por W. D. Bock. "Preliminary results of Cruise 71-A-4 of the R/V Alaminos in the Caribbean", por R. Rezak, J. W. Antoine, W. R. Bryant, D. A. Falquist

y N. Maloney. "Marine Terraces of Eastern Venezuela", por J. Morelock, O. Macsotay y A. H. Douma.

PALEONTOLOGÍA, ESTRATIGRAFÍA.—"Fossil Tintinnids in Venezuela", por M. A. Furrer. "Recent Paleontological results from the Northern Range of Trinidad", por J. B. Saunders. "Evolution of Cenozoic Caribbean Coral Faunas", por S. Frost. "Mollusks from the white Limestone Group of Jamaica", por P. Jung. "Ammonites from Puerto Rico and St. Thomas", por K. Young. "A Collection of Mollusk from Isla de Aves, Venezuela", por J. y W. Gibson-Smith.

CORRELACIÓN ESTRATIGRAFÍA DEL CARIBE.—"Correlation of some Marine Sedimentary units of the Caribbean Antillean Paleoprovince, with endemic Molluskan Taxa", por O. I. Macsotay. "Contribution of Ostracoda to the Correlation of Neogene Formations or the Caribbean Region", por W. A. Van den Bold. "Cuadro sinóptico de unidades estratigráficas, Norte de Venezuela", por C. Petzali. "Progress Report of Jamaican Stratigraphy", por E. Robinson.

PERFORACIÓN EN AGUAS PROFUNDAS. — "Biostratigraphic results from Deep-Sea Drilling in the Caribbean", por H. M. Bolli, W. W. Hay, I. Premoli-Silva y W. B. Riedel. "Lithologies and Physical Properties of Sediments and Rocks Recovered from the Caribbean sea During Leg XV if the Deep-Sea Drukubg Oriject", por R. E. Boyce, F. Maubrasse, W. Prell y N. Schneidermann. "History of Circum-Caribbean Volcanic Activity: Results of Leg XV Deep Sea Drilling Project", por T. W. Donnelly. "A General Discussion of the results from Leg XV of the Deep Sea Drilling Project in the Caribbean Sea", por N. T. Edgar y J. B. Saunders. "Interstitial Water Chemistry of Sediments in the Caribbean Area", por J. Gieskes y W. Broecker.—L. DE A.

CRISTALOGRAFIA

J. M. AMIGÓ, C. MIRAVITLLES y M. FONT-ALTABA: *Constantes cristalográficas del* $(\text{Co Co}_3(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$. Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), núm. 5, páginas 165-166.

Comparan los parámetros reticulares deducidos en el trabajo, con los obtenidos por Strock (1963). Observan diferencias en el valor del parámetro a y en el grupo espacial.

El diagrama de polvo fue interpelado usando los datos de los diagramas de cristal único, y los parámetros definitivos fueron calculados por interpolación gráfica.—L. DE A.



F. PLANA, C. MIRAVITLLES, J. L. BRIANSÓ, M. FONT-ALTABA: *Estructura cristalina y molecular de la 3 metil-N-etil isonitroso acetanilida*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), núm. 5, págs. 158-164.

Presentan la estructura cristalina y molecular de la 3 metil-N-etilisonitrosoacetanilida, correspondiente al cuarto miembro de la serie de las isonitrosoacetanilidas cuya estructura ha sido resuelta por medio de la difracción de rayos-X y el empleo de métodos directos. Cristaliza en el sistema monoclinico, grupo espacial $P2_1/a$. Parámetros de su celda elemental $a_0=15,36 \text{ \AA}$, $b_0=7,49 \text{ \AA}$, $c_0=10,59 \text{ \AA}$, $\beta=108,4^\circ$ $Z=4$.—L. DE A.

MINERALOGIA

E. SAINZ AMOR y C. DE LA FUENTE CULLEL: *Estudio mineralógico de los arenales costeros de San Sebastián de La Gomera*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), número 5, págs. 174-176.

Verifican el estudio mineralógico de unas arenas de la playa de San Sebastián de La Gomera, aplicando las técnicas de la granulometría, calcimetría, separación de las fracciones ligeras y pesadas mediante líquidos pesados y difracción de rayos X.

El porcentaje de minerales pesados sobrepasa el 90 por 100. La especie mineralógica más importante y abundante es la augita y los sedimentos carecen de cuarzo y son muy escasos los bioclastos.

El material integrante del sedimento es en su totalidad de origen volcánico y la playa que formada por los acarreos del barranco que parte de Lomo Frágoso, del cual es terminación litoral, y por la abrasión costera.—L. DE A.

PALEONTOLOGIA

L. CABRERA: *Primer coralario colonial del mioceno marino de Montjuich (Barcelona)*. Thegiostreaa multispeta (SISMONDA). Acta Geológica Hispánica, t. VIII (1973), núm. 5, págs. 148-150.

El autor cita por primera vez el hallazgo de un coral colonial en Montjuich, Thegiostreaa multisepto (SISMONDA), y estudia las posibles causas de la rareza de este tipo de organismos en dicho yacimiento.—L. DE A.

M. CRUSAFONT PAIRÓ y J. M.^a GOLPE-POSSE: *Yacimientos del Eoceno prepirenaico (nuevas localidades del Cuisiense)*, Acta Geológica Hispánica. Año VIII, núm. 5, septiembre-octubre de 1973, págs. 144-147.

Describen los autores dos yacimientos nuevos del eoceno prepirenaico, los dos del Cuisiense o de la "Zona de Grauves", el de Castigaleu y el de San Esteban del Mall, ambos en la Cuenca del Isábena en la Provincia de Huesca, conteniendo restos interesantes de vertebrados.—L. DE A.

GUILLERMO COLOM: *Primer esbozo del Aquitaniense Mallorca*. Caracteres litográficos y micropaleontológicos de sus depósitos, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, XLI, núm. 12, páginas 425-475, Barcelona, 1973.

En 1968 se encontró por primera vez en el Sudeste de Mallorca, un afloramiento del Aquitaniense marino en el predio de San Luis, situado entre Luchmajor y Porreres. Contenia Miogypsina (M. gunteri), Lepidocyclina (L. marginata, L. tournoueri) y Spiroclypeus granulosa. Los microfósiles eran numerosos y variados existiendo entre ellos varias especies del género Almaena. El estudio de las colinas situadas entre ambas poblaciones proporcionó posteriormente el hallazgo de numerosos afloramientos de esta edad emplazados en el valle de Mina, Puig de La Gloria, Son Fullana, Son Mulet, Sabastida, etc., llegando algunos hasta cerca de Porreres (predio de Ca's Monjos).

La existencia del Aquitaniense en Mallorca sospechada por varios geólogos, es comprobada de manera evidente a base de microfósiles; así como la presencia de una fase de contracciones sálicas. La continuidad de estos trabajos ha podido demostrar de manera segura la existencia del Aquitaniense marino en este sector del área mallorquina, presentándose concordante con el Oligoceno superior con Nummulites intermedias. La zona de paso entre ambos pisos se halla en las calizas superiores de la serie oligocena, conteniendo entonces Nummulites, Operculinas y Lepidocyclinas mezcladas en los mismos lechos y pasando después a otros más calizo-arenosos conteniendo en abundancia Lepidocyclina dilatata y, posiblemente también, L. marginata. Desde este momento los niveles se vuelven cada vez más margosos, terminando con lechos de margas blancas, finas, cargadas de restos de Equinidos, Moluscos, otolitos de Peces, etc., y de numerosas especies de microfósiles de tipo litoral, como determinados Cibicides, Planulinas y una abundancia extraordinaria de Spiroplectamina carinata. Son raras y mal conservadas, la representación de las formas planctónicas.

En el mapa y cortes geológicos esboza la posición estructural del Aquitaniense, conservado casi siempre dentro de los ejes sinclinales de los pliegues tumbados, ante-

burdigalenses, formando parte de una fase de contracciones sálicas, ciertamente más amplia y extendida dentro de las sierras de Levante y dirigida hacia el NO. El Burdigaliense encontrado en las mismas regiones resulta transgresivo y discordante sobre estos pliegues sálicos, pero formando parte a su vez de una nueva fase orogénica más reciente, post-burdigalense y ante-tortoniense, siguiendo la misma dirección. Se estudia la microfaua recogida e ilustra ampliamente.—L. DE A.

BIOQUIMICA

Orígenes de la Vida: Química y Radioastronomía. Actas de la cuarta conferencia sobre los orígenes de la vida. Editor: MARGULIS, L., Borton, Universidad. E. U. A. 26 figs., 15 tablas. XVII, 291 páginas, 1973. Berlín-Heidelberg-Nueva York. Springer Verlag. Tamaño: 24×15 cm. ISBN 3-540-06066-9.

En páginas anteriores del "Boletín del Instituto Geológico y Minero de España", hemos hecho la reseña de la tercera conferencia destinada a este tema. El presente volumen ha sido igualmente editado por el Prof. MARGULIS así como la conferencia ha sido subvencionada por la NASA. Las sesiones tuvieron lugar en Elkridge, Maryland, del 13 al 16 de abril de 1971.

Lo mismo que las conferencias anteriores, la cuarta, ahora comentada, se ha realizado bajo el mismo estilo: diálogo entre investigadores científicos, destacados en Química y en Radioastronomía, pertenecientes a los diversos institutos y centros oficiales o privados, interesados en tales problemas.

Entre los veinticinco participantes se cuentan dos de origen español: Juan Oro, discípulo predilecto de Severo Ochoa (premio Nobel del año 1959) y Roberto Sánchez, del Salk Institute, de La Jolla (California).

Los temas estudiados en esta conferencia fueron los que comprenden los siguientes capítulos:

Identificación de los componentes prebióticos y el problema de la contaminación (Amino ácidos, ácidos nucleicos, porfirinas, valor relativo de los métodos analíticos).

Identificación de la materia orgánica en las muestras de materiales naturales.

Fuentes de energía y la probabilidad de presumir donde pudiera haber sido originada la vida (luz ultravioleta, tempestades, calor y actividad geotermal, ondas de choque, síntesis de prebióticos, de polímeros, formaldehidos y cianuros, síntesis de prebióticos de elevada complejidad).

Legitimidad de la paleobioquímica (racemización de aminoácidos, péptidos y aminoácidos L. querógeno, carbón precámbrico).

Nuevos conceptos sobre el ciclo geoquímico (tectónica global, carbón sedimentario orgánico, y carbonato cálcico, meteorización).

Historia térmica de la Tierra (el efecto de invernadero, amoníaco).

Formación de los fosfatos en los primeros tiempos de la tierra.

Moléculas orgánicas en el espacio interestelar (radiotelescopios y la identificación molecular en el medio interestelar, la desintegración de una masa nebular y el posible origen interestelar de la materia orgánica).

Bibliografía.

Índice de materias.

Sigue una lista de figuras (26) y otra lista de tablas (13). J. G. LI.

SEDIMENTOLOGIA

REINECK, H.-E. WILHELMSHAVEN; SINGH, I. B., LUCKNOW: *Ambientes sedimentarios deposicionales* con referencia a depósitos terrígenos clásticos. 579 figs. XVI, 439 páginas, 1973. Berlín-Heidelberg-Nueva York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-06115-0. Tamaño: 27×20 cm

Dedicada a Harold N FISK y Rudolf RICHTER, esta obra pone al día cuanto se sabe de sedimentología, como se confirma al leer el prólogo En la extensa bibliografía con la cual termina (que abarca desde la página 413 hasta la página 434), se anotan las publicaciones de ambos homenajeados. Del primero de ellos (FISK) figuran las ya iniciadas en el año 1944, que se continúan en años posteriores. Del segundo (Rudolf RICHTER), las comprendidas entre los años 1922 y 1952. El año 1929 este autor (antiguo profesor del reseñante) funda en Wilhelmshaven el "Instituto de Geología marina y Biología marina" del cual es actualmente Director el Prof. H. E. REINECK, coautor de esta magnífica obra. La infatigable actividad del sucesor de RICHTER se comprueba por la copiosa bibliografía de sus obras, que figuran en las páginas 427 y 428.

El término o palabra "environment", que los autores de esta obra emplean constantemente, lo traducimos por "ambiente", que, según el "Diccionario manual e ilustrado de la Lengua Española" en su edición del año 1927, entre otras acepciones, se define como sigue: "conjunto de circunstancias que acompañan o rodean la situación o estado de una persona o cosa". No es fácil extendernos en

cuestiones gramaticales o lingüísticas al hacer esta breve reseña de una obra geológica.

Comprende dos partes: la primera parte está dedicada a las estructuras y texturas primarias, en donde se detallan con amplia extensión las rizaduras o "riplemarks" y la multitud de detalles de las arenas y tierras formados en la bajamar y que tan bien constituidas se encuentran en tantos sitios del mundo, pero sobre todo en la costa de Wilhelmshaven.

La parte segunda se inicia con unas consideraciones generales, en donde se destaca la importancia de las secuencias en la reconstrucción de los ambientes.

Sigue a continuación la serie de los ambientes, que comprende con detallada amplitud parte de los temas de la Geografía Física según la clásica nomenclatura antes usada.

Acompañados de fotografías, esquemas y mapas, se describen por extenso los siguientes "environments" o "ambientes":

Glaciar, desértico, lacustre, fluvial, costero, la plataforma continental, la región nerítica, el talud continental, los fondos marinos, los depósitos abismales.—J. G. LI.

MILLIMAN, J. D.; MÜLLER, G.; FÖRSTNER, U.: *Carbonatos sedimentarios recientes (en 2 partes)*. 49 figs. 39 planchas. XV, 375 páginas. 1974. Berlín-Heidelberg-Nueva York: Springer-Verlag. ISBN 3-540-06116-9. Tamaño: 24×16 cm.

Como dicen los autores de esta obra, los recientes estudios oceanográficos han hecho cambiar rápidamente las ideas que hasta ahora se tenían sobre la génesis de los carbonatos, de tal modo, que en poco tiempo se han sustituido las hipótesis endógenas en las cuales el calor subterráneo es la causa principal, por las más sencillas y fáciles de admitir, como son las sedimentarias. En el prólogo que sigue, Milliman acentúa este cambio, acaecido en los últimos veinticinco años. Clásicas obras mineralógicas, como son, entre otras, las de Schmidt, Pia y Cayeux, no solamente están agotadas, sino que incluso no sirven ya para atender los nuevos materiales y nociones de que ahora disponemos. Además, se ha ido ensanchando el interés de los investigadores, que antes sólo se concentraba en regiones especiales, como son los

mares y tierras tropicales, sino que también se observan y reconocen los lagos y lagunas de regiones alejadas de aquéllas.

Como demostración de esta ampliación de los estudios sobre las génesis de los carbonatos, tenemos la comunicación presentada en el Congreso Geoquímico Internacional, celebrado en Moscú el año 1971, en donde German Müller, Georg Irion y Ulrich Förstner, de la Universidad de Heidelberg, presentaron las observaciones por ellos efectuadas en lagos y lagunas de Europa, Asia y Africa, con el siguiente título: Recent Formation and Diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the Lacustrine Environment.

Milliman se ha hecho cargo de poner al día los conocimientos adquiridos sobre los carbonatos marinos, dejando para más adelante su colaboración en el estudio de los carbonatos no marinos, que ha de realizarse por G. Müller y U. Förstner.

La obra de Milliman está dividida en cuatro partes:

La primera parte comprenden los capítulos 1 y 2. El capítulo 1 trata, entre otros, de los siguientes temas: Carbonatos y Océanos. Mineralogía de los carbonatos marinos. El pH, la alcalinidad. El capítulo 2 describe el método de estudio de los carbonatos, su petrografía, mineralogía y composición química.

La parte II abarca los capítulos 3 a 5. En el 3 se estudian los componentes inorgánicos. En el 4 se describen las plantas, los invertebrados y vertebrados que viven en el régimen marino. En el 5 se hace un resumen sobre la composición química de los carbonatos marinos y de los organismos que viven en el mar.

La parte III se dedica al estudio de la sedimentación carbonatada y abarca los capítulos 6 (aguas eulitorales), 7 (aguas sublitorales) y 8 (aguas de gran profundidad).

La parte IV trata de la diagénesis de los carbonatos y abarca los capítulos 9 (degradación de los carbonatos), 10 (cementación de los carbonatos) y 11 (que trata de la dolomitización).

Siguen dos apéndices, uno dedicado a la identificación de los carbonatos en sección delgada y otro al mismo tema examinando las muestras a la luz polarizada. Una extensa bibliografía y el Índice de materias terminan la obra.—J. G. LI.

PREMIO DE PERIODISMO

“SANTA BARBARA”

CONVOCATORIA PARA 1974

EL INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA convoca el premio «SANTA BARBARA» para 1974, con el objeto de galardonar a los escritores y periodistas que mejor hayan divulgado y valorado en la prensa, radio y televisión, de lengua española «LA IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION DE LOS RECURSOS MINERALES ESPAÑOLES FRENTE A LA CRISIS DE MATERIAS PRIMAS».

El premio estará dotado con **100.000** pesetas.

Al mismo tiempo, con motivo del **125 aniversario del Instituto Geológico y Minero de España**, se convoca un premio especial de **50.000** pesetas para premiar el mejor trabajo que se publique durante el presente año, con o sin firma, en las mismas condiciones que el anterior, sobre la actividad desarrollada por el IGME.

Para optar al premio se precisa que el trabajo se haya publicado, radiado o televisado, durante el año en curso.

Quedan excluidas entre las revistas, aquellas que sean técnicas y entre los autores quienes pertenezcan al IGME.

Los aspirantes al premio deberán presentar por triplicado el correspondiente artículo, impreso, en cinta grabada o en película cinematográfica, en el Instituto Geológico y Minero de España antes del día 31 de enero de 1975.

La decisión del Jurado es inapelable, pudiendo declarar desierto el premio, y sus decisiones se dan por aceptadas por cuantos se presenten al concurso.

El fallo tendrá lugar en los primeros meses del año 1975.

Ríos Rosas, 23

M A D R I D - 3

IBERICA DE SONDEOS, S. A.

SONDEOS PARA:

ALUMBRAMIENTO DE AGUAS SUBTERRANEAS

INVESTIGACION MINERA

EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES

López de Hoyos, 13, 3.ª dcha

Teléfono 251 08 07

M A D R I D - 6

**nos
urge
mas
agua**



KRONSA

la captará allí donde
se encuentre

Nuestro Departamento Técnico estudiará sin compromiso su problema y le propondrá la solución más adecuada, ya que nuestros actuales equipos de perforación nos permiten realizar pozos de hasta dos metros de diámetro