

74/2-4-1

En este número:

- La estructura del Borde Prebético de la zona de Alcaraz (Provincia de Albacete).
- Localización de una depresión terciaria en el curso alto del Alberche (sistema central español).
- Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona).
- Estudio de las mineralizaciones de hierro de las inmediaciones del lago «La Cueva», en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo).
- Problemas hidrogeológicos en la minería.
- Estudio petrológico del plutón de Bares-Vicedo (La Coruña).

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. LXXXVI, Quinto Fascículo. Septiembre - Octubre 1975

boletín

geológico

y minero



7801834

7801835

7801836

7801837

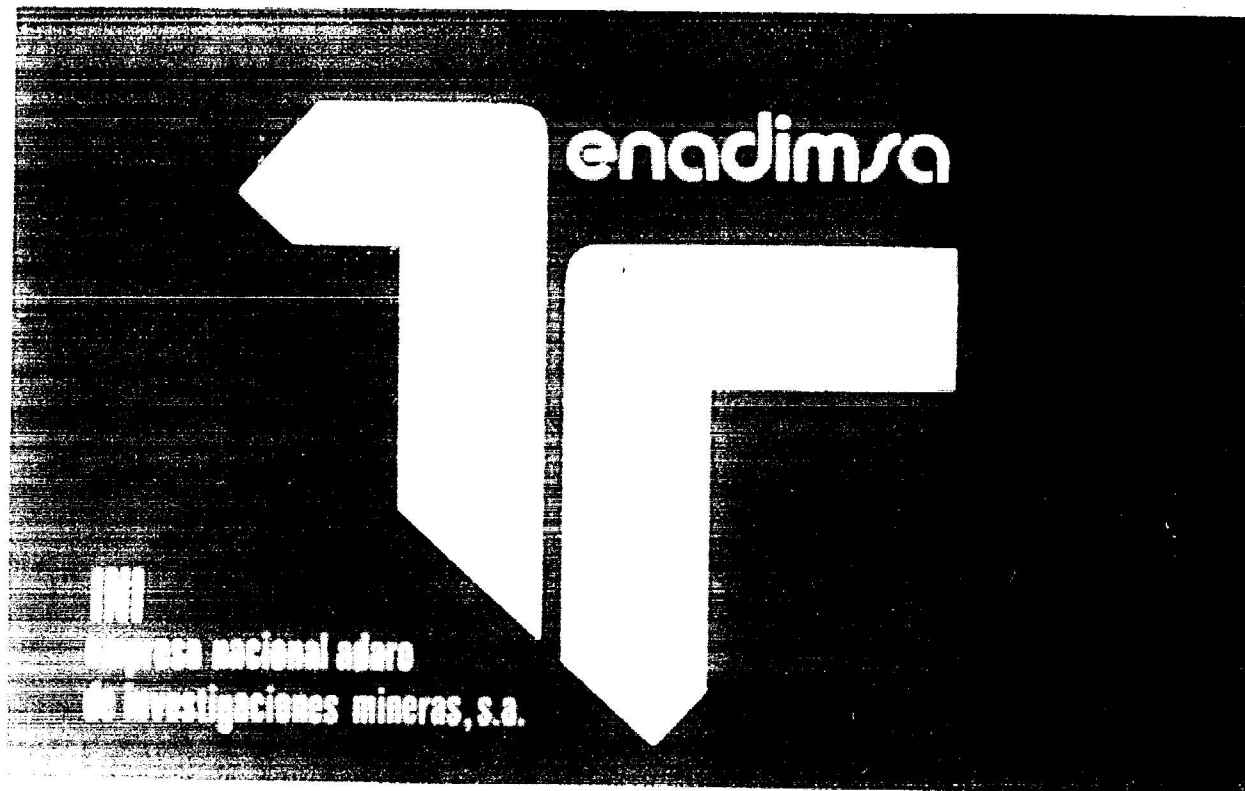
7801838

7801839

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

7801840





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



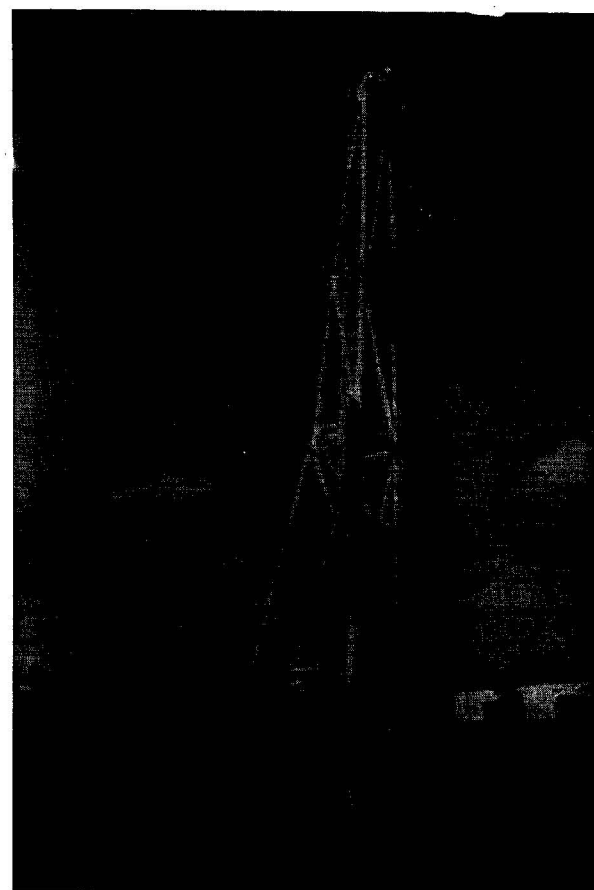
**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

**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

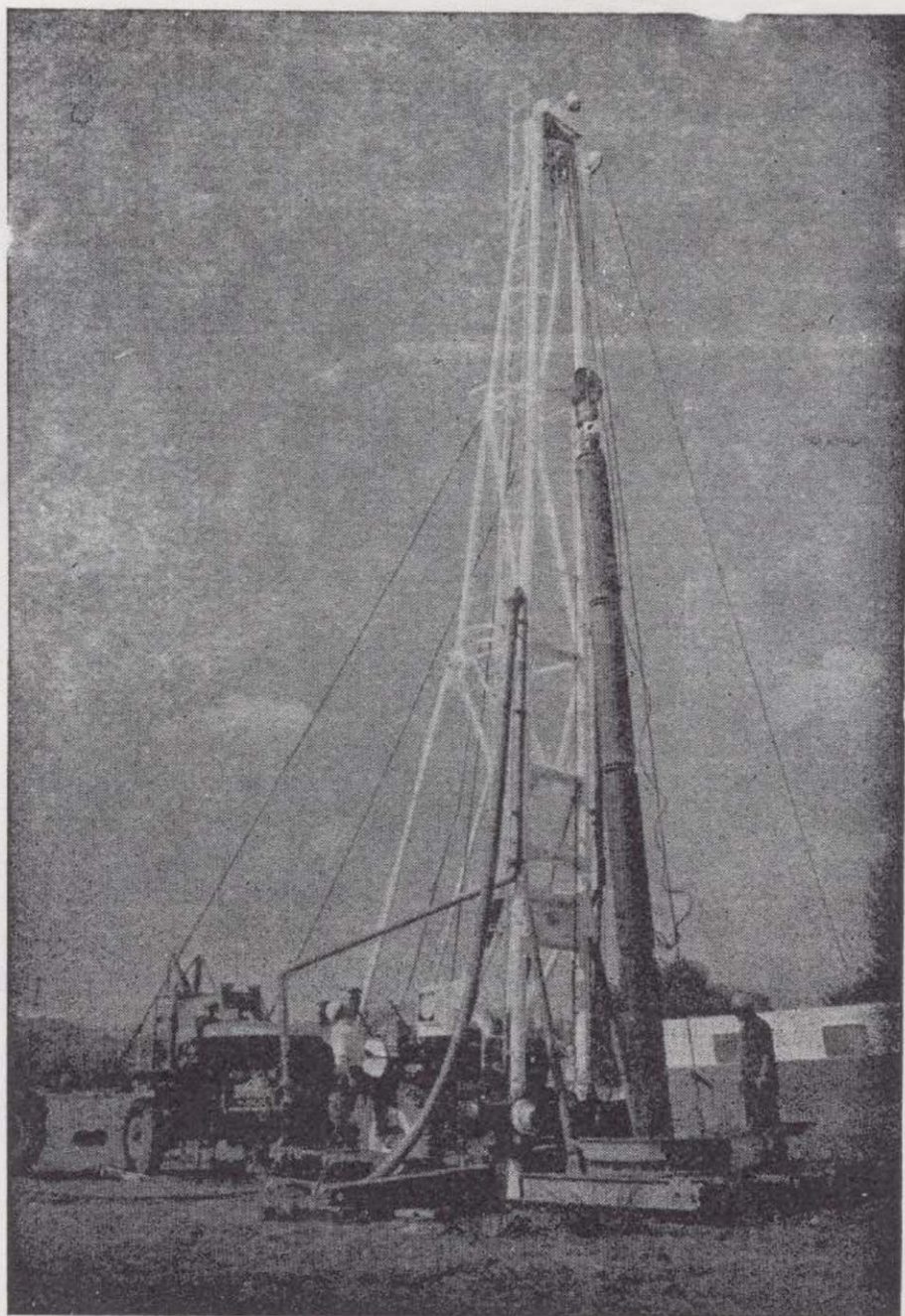
MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

Testiguelo 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.

KAOLINÍFERAS DEL TURIA

Juan H. Estevan



KAOLINES Y SÍLICES - MATERIALES REFRACTARIOS
CUARZO IMPALPABLE - PASTAS PARA CERAMICAS

MINAS Y FABRICAS: Villar del Arzobispo - Teléf. 22
DELEGACION CATALUÑA: VICENTE LUPO LUPO
Paseo Manuel Girona, 21 - Barcelona - 17

Por medio de un ciclo de concentración y clasificación, empleando separadores e hidrociclones de alta precisión, conseguimos una satisfactoria eliminación de arenillas, con un costo mínimo.

Una moderna instalación de filtros prensa, nos permiten disponer del material en óptimas condiciones para su secado y almacenamiento.

En una instalación auxiliar procedemos a su molturación y ensacado si así lo exigen las necesidades del cliente. Como complemento de todo el complejo industrial y en función del mejor servicio al consumidor disponemos de un tinglado de transporte, que nos permite entregar las mercancías en cantidades fácilmente almacenables y con la regularidad y seguridad necesarias.

**NUESTROS KAOLINES
KAOLIN CERAMICO**

Denominación: «F-1.º A» Denominación: «F-1.º»

Características:

Granulometría: menor de diez micras.

Composición química: Composición química:

SiO ₂	46,9 %	SiO ₂	55,81 %
Al ₂ O ₃	37,7 %	Al ₂ O ₃	31,42 %
Fe ₂ O ₃	1,5 %	Fe ₂ O ₃	0,58 %
TiO ₂	0,2 %	TiO ₂	0,47 %
P. F.	12,3 %	P. F.	10,09 %

KAOLIN PAPEL

Denominación: «F-1.º B»

Granulometría: menor de veinte micras
Color: especialmente blanco

NUESTRAS ARENAS

Cortes normalizados para fundición y vidrio

Características:

Composición Química:

P. E.	0,21 %	Al ₂ O ₃	0,55 %
SiO ₂	99,00 %	MgO	0,00 %
CaO	0,11 %	Na ₂ O	0,04 %
Fe ₂ O ₃	0,02 %	K ₂ O	0,07 %

HARINAS DE CUARZO

**LABORATORIOS DEL INSTITUTO
GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA**

- Espectrometría de lectura directa.
- Espectrometría de absorción atómica.
- Epectrografía mediante placas fotográficas.
- Análisis por fluorescencia y difracción de Rayos X.
- Análisis de Radiactividad de aguas y minerales.
- Análisis Químicos.
- Microsonda Electrónica.
- Metalogenia.
- Petrología.
- Preparación Mecánica de Minerales.
- Mineralogía.
- Macro y Micropaleontología.
- Geotecnia.

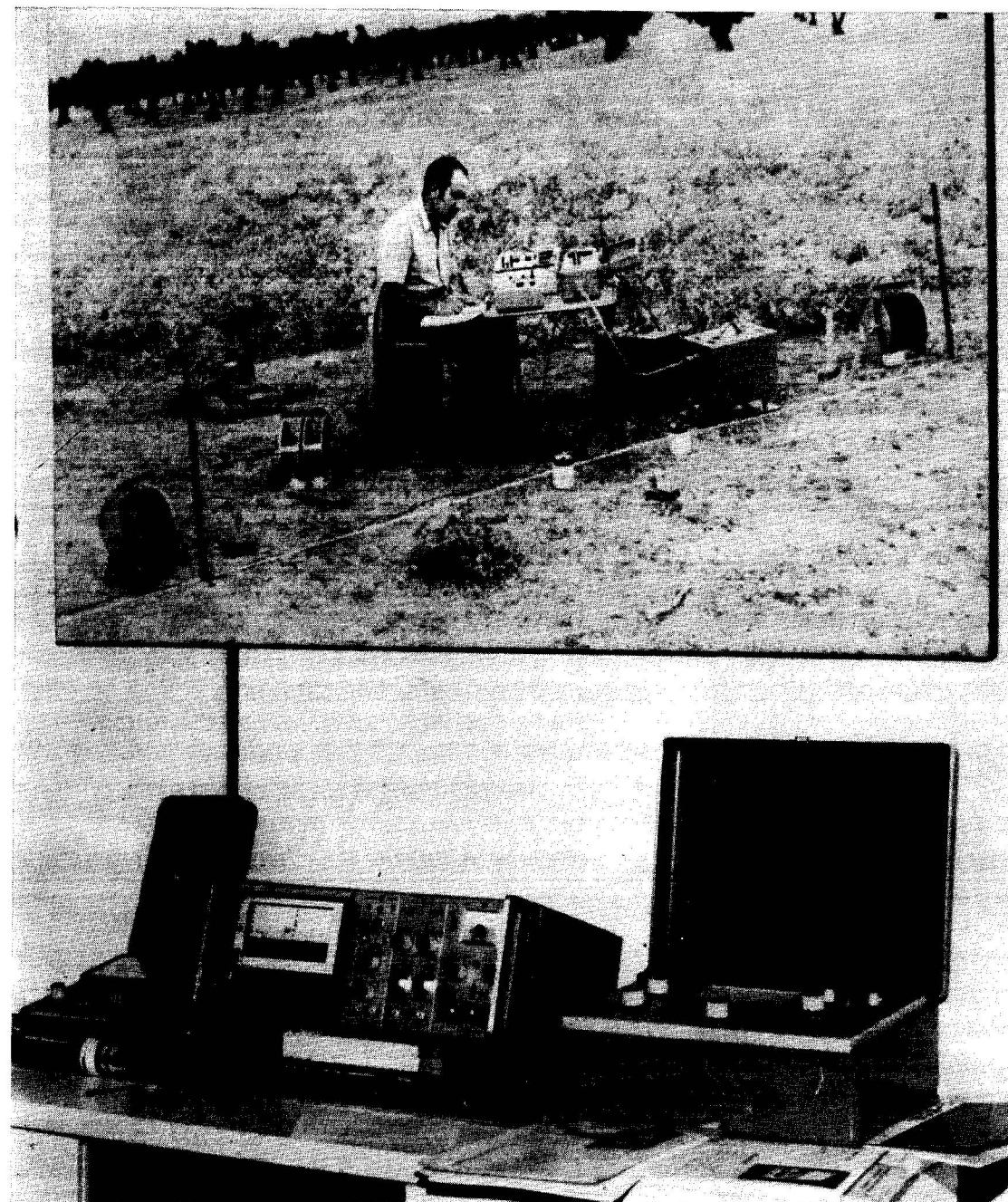
**DEPARTAMENTO DE
LABORATORIOS IGME**

RIOS ROSAS, 23

TELEF. 254 22 00

MADRID-3

GEOTRON, S. A.
INSTRUMENTAL DE GEOFISICA
Virgen del Val, 28 - MADRID-27 - Teléfono 404 85 34



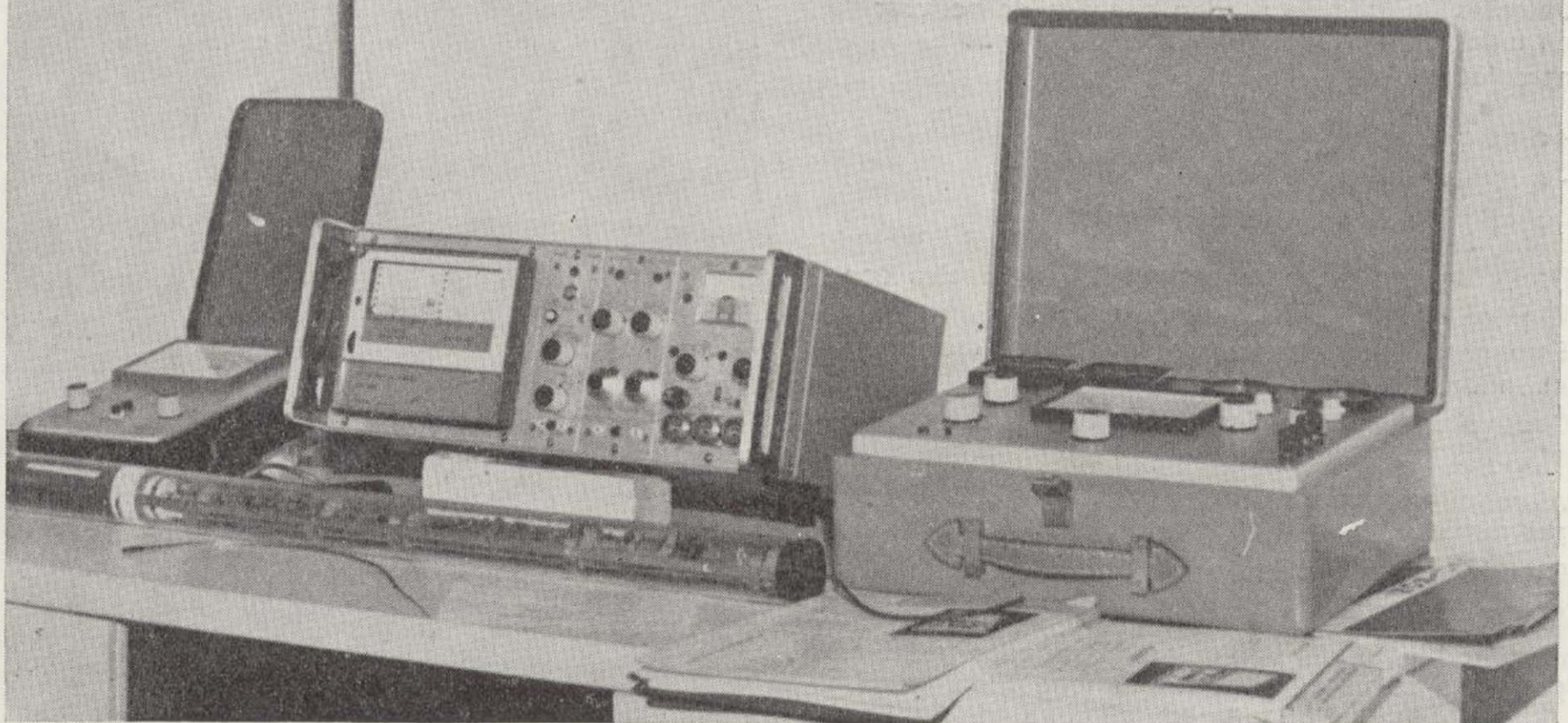
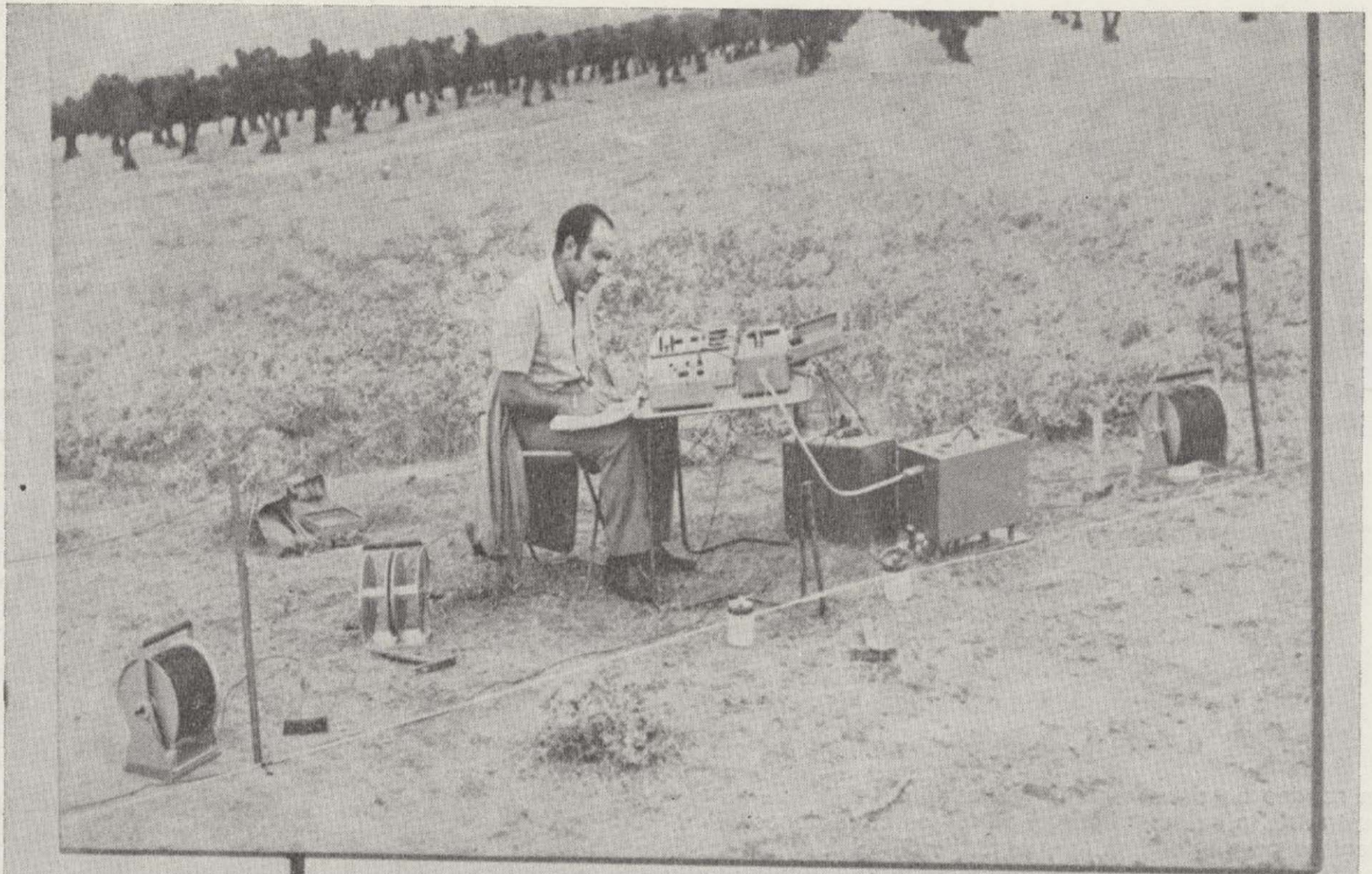
EQUIPOS PARA RESISTIVIDAD EN A.C. Y D.C.
POLARIZACION ESPONTANEA
POLARIZACION INDUCIDA
MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

HIDRONIVELES ELECTRICOS
CONTROL AVANCE DE SONDEOS
TESTIFICADORES ELECTRICOS (potencial - resistividad y rayos gamma)
MAGNETOMETROS

GEOTRON, S. A.

INSTRUMENTAL DE GEOFISICA

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



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

POLARIZACION ESPONTANEA

POLARIZACION INDUCIDA

MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD

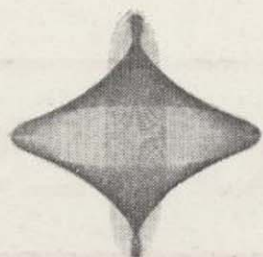
HIDRONIVELES ELECTRICOS

CONTROL AVANCE DE SONDEOS

TESTIFICADORES ELECTRICOS

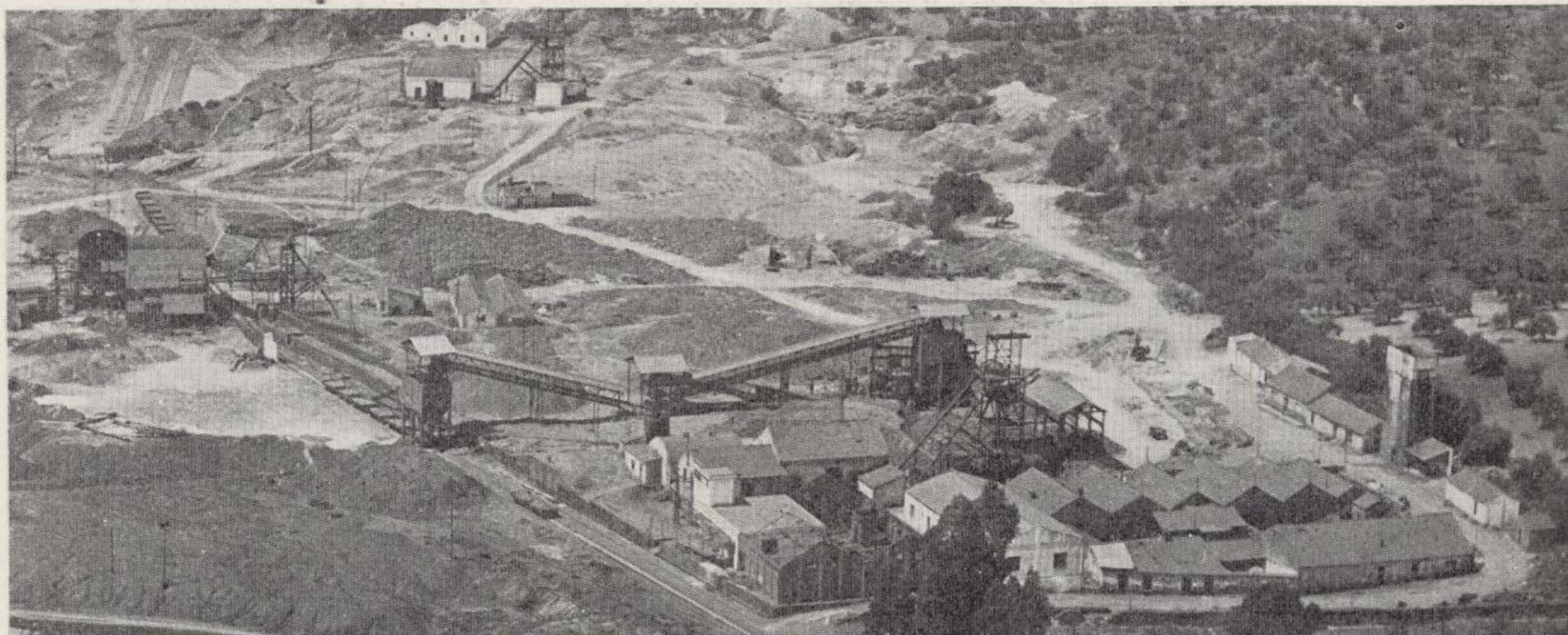
(potencial - resistividad y rayos gamma)

MAGNETOMETROS



INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S. A.



PLANTA PILOTO DE PIRITAS Y PIROCLASTOS. AZNALCOLLAR (SEVILLA)

MINERIA

GEOLOGIA
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
EXPLORACIONES
MINERALURGIA

INGENIERIA CIVIL

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

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

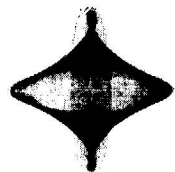
ESTUDIOS ECONOMICOS

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

OFICINAS CENTRALES EN MADRID: C/ CONDESA DE VENADITO 1.
TELEFONOS: 4044000 - 4045100 - 4046100.
4047100 - 4048100.
TELEGRAMAS: INTECSAMA.
TELEX: 22473 INTSA - E.

DELEGACION EN BARCELONA: C/ COMPOSITOR BEETHOVEN.15.
" " CANARIAS: C/ VILLALVA HERVAS 9. STA. CRUZ DE TENERIFE.
" " MURCIA: C/ VILLALEAL 2.
" " VALENCIA: C/ CRONISTA CARRERES 9-11.

DELEGACIONES EN: PORTUGAL LIBIA ARGELIA. VENEZUELA ECUADOR BRASIL.



INTECSA

INTERNACIONAL DE INGENIERIA Y ESTUDIOS TECNICOS, S.A.



PLANTA PILOTO DE PIRITAS Y PIROCLASTOS. AZNALCOLLAR (SEVILLA)

MINERIA

GEOLOGIA
GEOTECNIA
HIDROGEOLOGIA
EXPLOTACIONES
MINERALURGIA

INGENIERIA CIVIL

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

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

ESTUDIOS ECONOMICOS

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

OFICINAS CENTRALES EN MADRID: C/ CONDESA DE VENADITO 1.
TELEFONOS: 4044000 - 4045100 - 4046100.
4047100 - 4048100.
TELEGRAMAS: INTECSAMA.
TELEX: 22473 INTSA - E.

DELEGACION EN BARCELONA: C/ COMPOSITOR BEETHOVEN.15.
" " CANARIAS: C/ VILLALVA HERVAS 9. STA. CRUZ DE TENERIFE.
" " MURCIA: C/ VILLALEAL 2.
" " VALENCIA: C/ CRONISTA CARRERES 9-11.

DELEGACIONES EN: PORTUGAL LIBIA ARGELIA, VENEZUELA ECUADOR BRASIL.



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

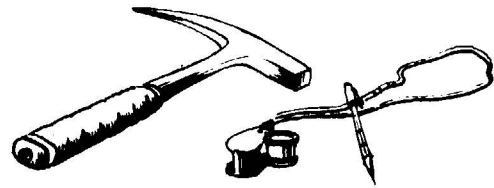


FINA IBERICA S.A

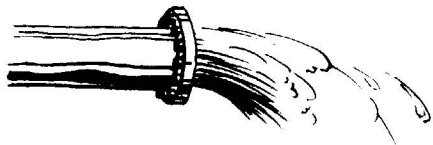
DR. Fleming 3

Madrid 16-

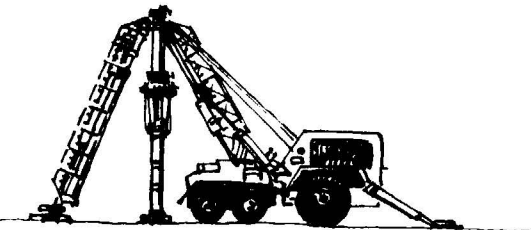
Tno. 2 5978 04



**Investigacion
Geologica**



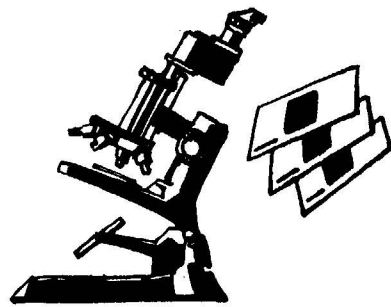
Hidrogeologia



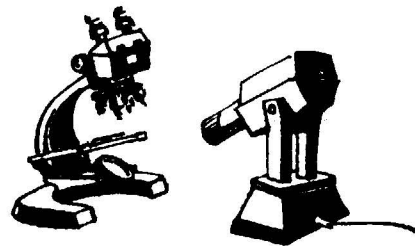
Perforacion



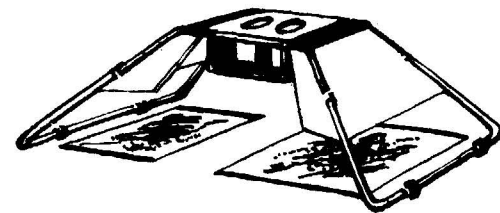
Mineria



Petrografia



Micropaleontologia

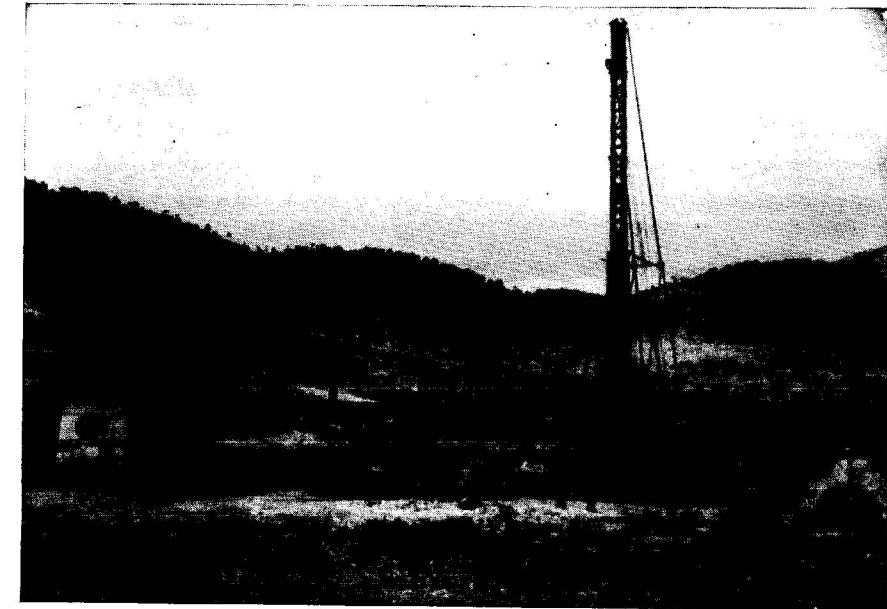


Fotogeologia



Laboratorio

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

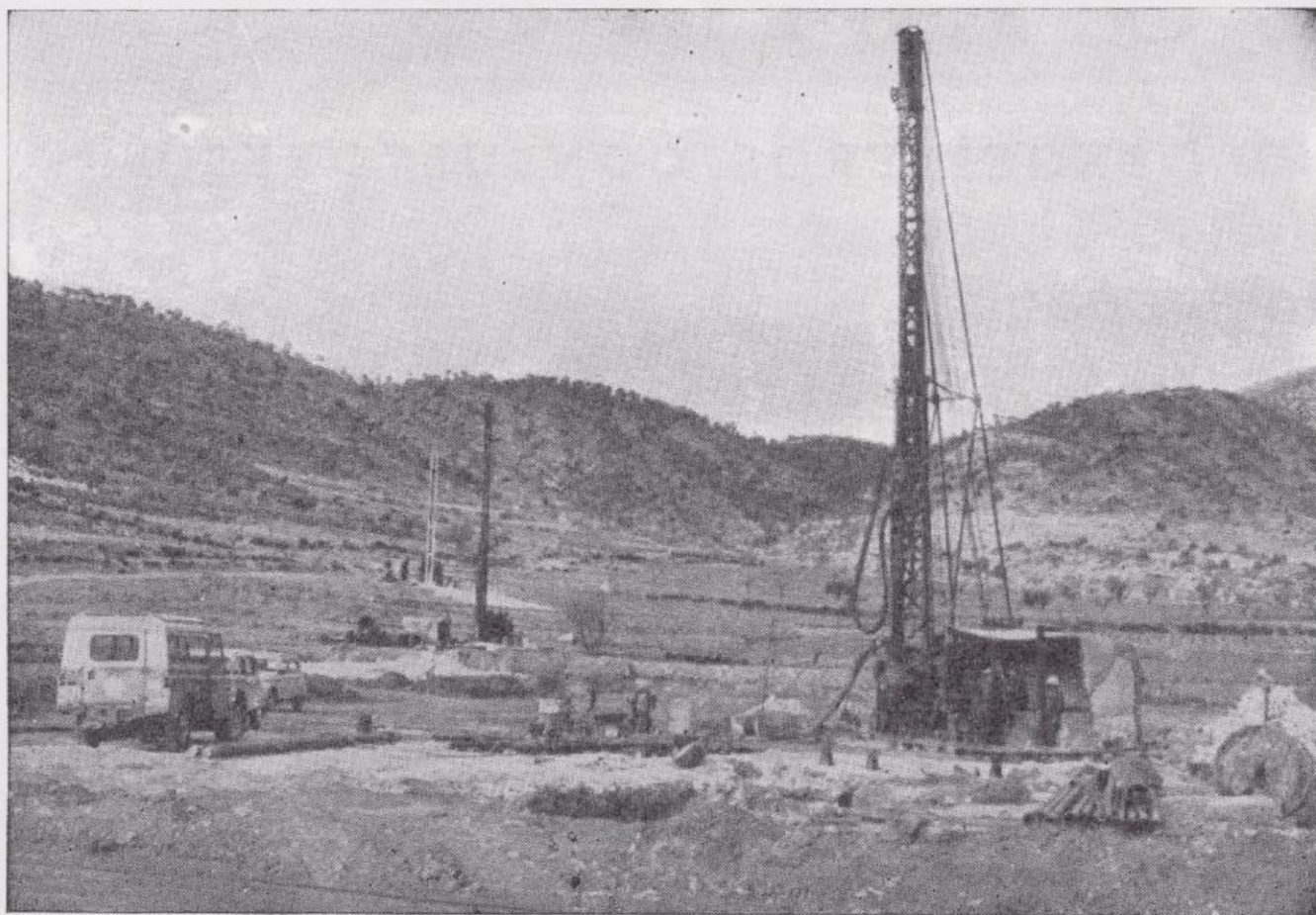
★ ★ ★

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

Juan Martí Martínez

SILICES Y CAOLINES

Oficinas:

Dr. J. J. Domine, 9 - 1.º

Teléfs. { 323 37 33
 { 323 37 34

VALENCIA - 11 (Puerto)

Fábrica en:

HIGUERAS (Valencia)

Teléfono 6

COLECCION-INFORMES

Informes y Proyectos del I G M E. Obras monográficas que recogen los últimos trabajos de investigación realizados por el I G M E.

Precio de cada ejemplar, 300 ptas.

ULTIMOS VOLUMENES PUBLICADOS

Monografías de sustancias minerales:

Antimonio, Barita, Circonio, Esquistos bituminosos, Litio, Niobio, Sal gema y Tántalo.

Monografías de rocas industriales:

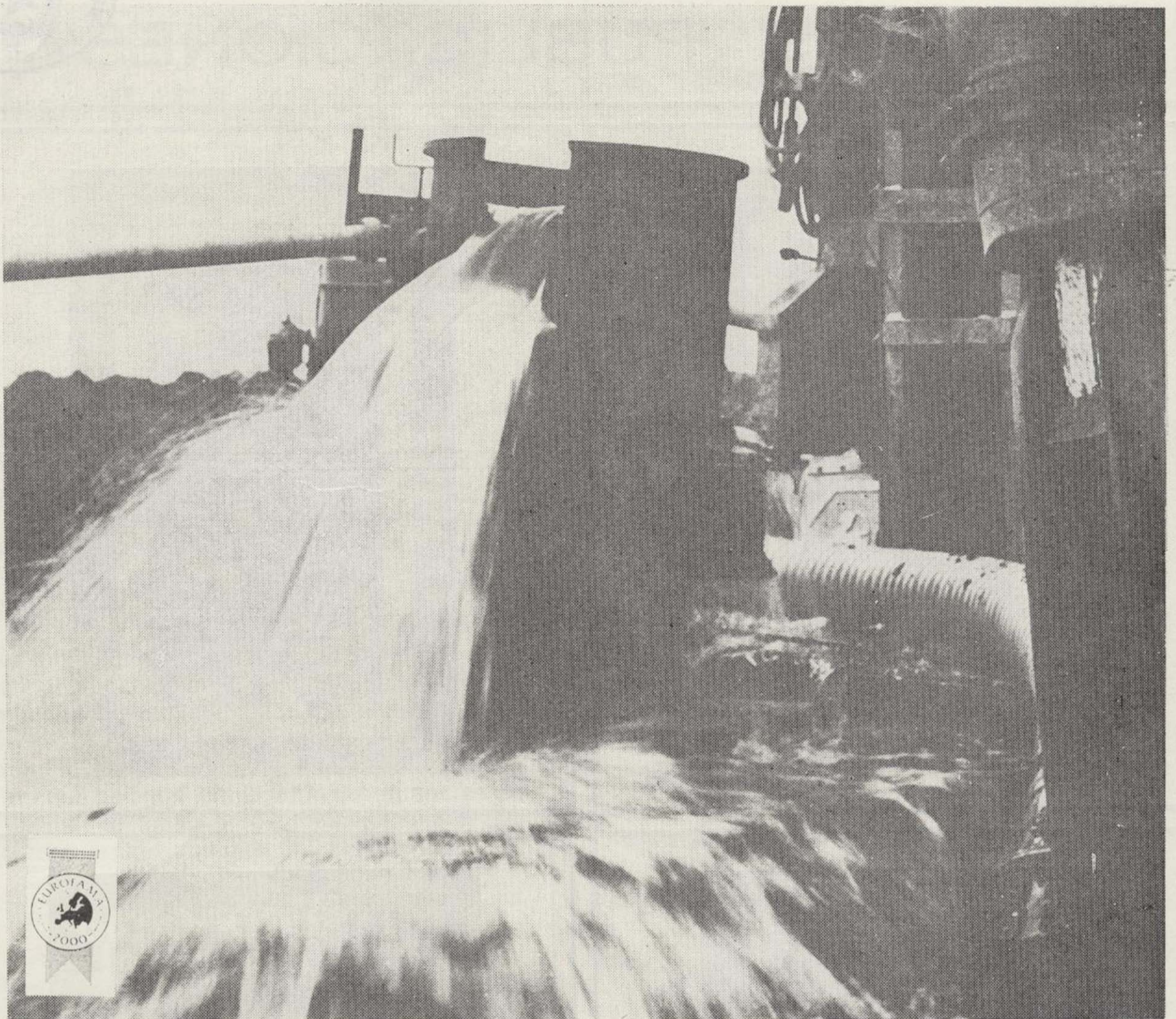
Arenas y gravas; Asbestos, talco y pirofilita; Bauxita y laterita; Dunita y olivino; Pizarras; Rocas silicoaluminosas; Vidrios volcánicos.

SERVICIO DE PUBLICACIONES, MINISTERIO DE INDUSTRIA

c/ Claudio Coello, 44. MADRID (1)..

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3).



El largo camino hacia el agua exige equipos y experiencia: Nosotros sabemos llegar.

Nosotros alumbraremos el agua que espera bajo sus pies.

Disponemos de modernos equipos capaces de trabajar en cualquier tipo de terreno, contamos con personal especializado en las más avanzadas técnicas de sondeo y llevamos más de veinticinco años captando aguas subterráneas.

En definitiva, estamos preparados para proporcionarle el caudal que usted necesita. Pídanos información.



Vegarada
PERFORACIONES

Guzmán el Bueno, 133

Tels. 253 42 00 - 233 71 00 - Madrid-3.

Delegaciones regionales en toda España



**El largo camino hacia
el agua exige
equipos y experiencia:
Nosotros sabemos llegar.**

Nosotros alumbraremos el agua que espera bajo sus pies.
Disponemos de modernos equipos capaces de trabajar en cualquier tipo de terreno, contamos con personal especializado en las más avanzadas técnicas de sondeo y llevamos más de veinticinco años captando aguas subterráneas.

En definitiva, estamos preparados para proporcionarle el caudal que usted necesita. Pídanos información.

Delegaciones regionales en toda España



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

Tomo 86

Fascículo V

Septiembre - Octubre 1975

Boletín Geológico y Minero

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

SUMARIO

Geología	M. ALVARO, J. M. GARCÍA ARGÜESO y E. ELIZAGA: La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (provincia de Albacete)	1
	A. G. UBANELL: Localización de una depresión terciaria en el curso alto del Alberche (sistema central español) ...	12
	L. VÍA BOADA y J. F. VILLALTA: Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona) ...	19
Minería	J. A. MARTINEZ-ALVAREZ y S. DÍAZ-GONZÁLEZ: Estudio de las mineralizaciones de hierro de las inmediaciones del lago "La Cueva", en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo)	32
Aguas subterráneas	R. FERNÁNDEZ-RUBIO: Problemas hidrogeológicos en la minería	39
Estudio de Minerales y Rocas	A. GARCÍA GUTIÉRREZ: Estudio petrológico del plutón de Bares-Vicedo (La Coruña)	52
Información	Memoria sobre Organización, Desarrollo y Trabajos en el XX Campamento para Prácticas de Geología "Benasque 1974".—Noticias.—Mercado de minerales y metales. Información legislativa.—Notas bibliográficas	62

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

Estratificación cruzada en areniscas del Buntsandstein.
El Pobo de Dueñas (Guadalajara).

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

Nuevas Gráficas, S. A.-Andrés Mellado, 18.-Madrid (15).-X-1975.

La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (Provincia de Albacete, España)

Por M. ALVARO (*), J. M. GARCIA ARGÜESO (**) y E. ELIZAGA (***)

RESUMEN

Se describen en este trabajo las características estructurales de la zona septentrional del Borde Prebético occidental. La zona de Plataforma, situada delante del Prebético, está constituida por un zócalo paleozoico y una cobertera sedimentaria en disposición tabular. La zona frontal del Prebético Externo está caracterizada por el desarrollo de fallas inversas de bajo ángulo y la existencia de un nivel de despegue local dentro de la serie jurásica. Hacia la zona interna la estructura evoluciona a cabalgamientos y pliegues que con frecuencia son cortados por fallas de desgarre transversales.

En la región tuvieron lugar al menos tres fases de deformación, las dos primeras de compresión y la tercera de distensión.

Por último se discute la interpretación global de la estructura en este sector y las relaciones entre el zócalo y la cobertera, poniendo de relieve el papel desempeñado por las fallas de desgarre tardihercínicas en la evolución estructural durante el ciclo alpino.

ABSTRACT

The structural features of northwestern Prebetic Border are described. At the front of Prebetic, the platform area is formed by a paleozoic basement and an undeformed sedimentary cover. The outer Prebetic frontal zone is characterized by development of low angle reverse faults and a local intrajurassic "decollement". Toward the internal area there is a structural change to folds and thrusts often cut by transverse wrench faults.

Three deformation phases at least appear to have affected the region, the first and the second ones being of compression and the third of distension type.

Finally general structural interpretation of the area is discussed and also relationship between the basement and cover emphasizing the meaning of late-hercynian transcurrent faults during the structural evolution of the Alpine cycle.

La mayor parte de los datos que se presentan a continuación han sido obtenidos durante la realización de hojas geológicas del Plan MAGNA, agradeciendo a la División de Geología del Instituto Geológico y Minero de España el haber autorizado su publicación.

El borde del Prebético Occidental ha sido estudiado hasta el momento por varios autores, que en líneas generales coinciden en sus conclusiones sobre la constitución geológica y las características

estructurales de esta región. Cabe destacar, entre otros, los trabajos de BRINKMANN y GALLWITZ (1933) en todo el Prebético, de FALLOT (1945) y FOUCAULT (1971) en la zona de la Sierra de Cazorla y del Alto Guadalquivir, y de DABRIO y LÓPEZ GARRIDO (1970), LÓPEZ GARRIDO (1971) y DABRIO (1973) en la Sierra de Cazorla, Sierra de Segura y sector de Orcera-Siles. Las Sierras de Alcaraz han sido estudiadas por DUPUY DE LÔME (1954, 1956) y más recientemente por LINARES y RODRÍGUEZ (1973), aunque en los estudios hidrogeológicos realizados por Instituto Geológico y Minero de España y el Departamento de Geología Económica del

(*) EUROESTUDIOS, S. A.

(**) Sección de Geología de INTECSA.

(***) División de Geología del I.G.M.E.

CSIC es donde se perfilan los rasgos geológicos fundamentales de la región (IGME, 1971; PENDAS, 1971; Dpto. Geol. Econ., 1972). Hay que mencionar también la aportación de JEREZ MIR (1971, 1973) al conocimiento del Prebético en el sector de Elche de la Sierra-Moratalla.

Se exponen a continuación las características estructurales de la zona más septentrional del borde prebético occidental.

MARCO GEOLOGICO REGIONAL

En este trabajo se estudia el área situada al este de Alcaraz, que corresponde al contacto entre los dos grandes dominios estructurales de la Meseta y el Prebético.

A escala regional, y de NO a SE, se diferencian las siguientes unidades tectónicas (fig. 1):

1. La Zona de Plataforma, constituida por un zócalo paleozoico sobre el que descansa una delgada cobertera fundamentalmente mesozoica en disposición tabular.

2. La Zona Prebética, dentro de la cual se puede distinguir el *Prebético Externo*, caracterizado por un apilamiento de escamas tectónicas que hacia las partes internas evolucionan a cabalgamientos y pliegues y una alineación de afloramientos triásicos, a veces de carácter diapírico (banda de Hornos-Siles-Paterna) que marcan el paso al *Prebético Interno*, en el que domina la tectónica de plegamiento, presenta directrices estructurales más constantes y posee la serie estratigráfica más completa.

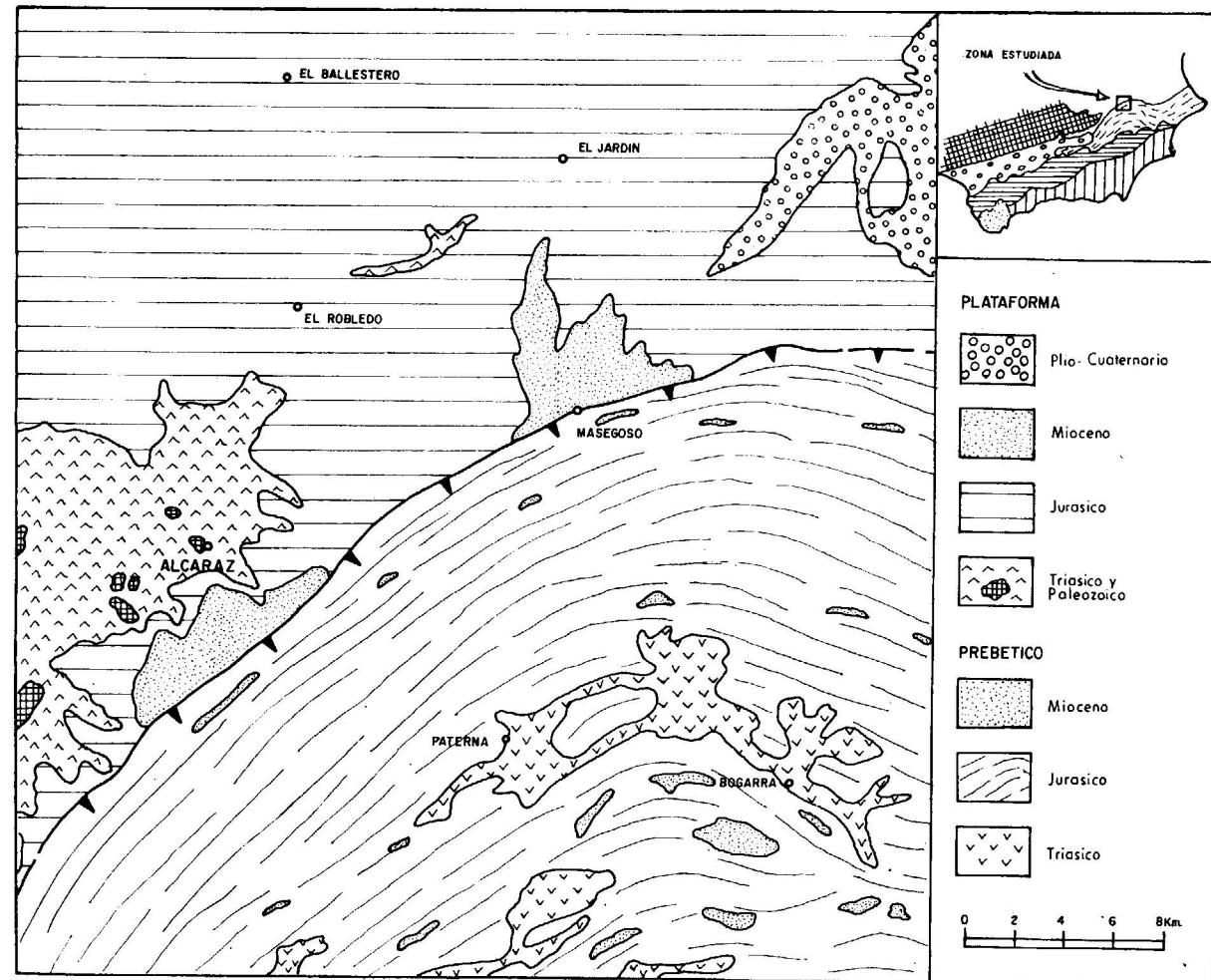


Figura 1
Marco geológico y situación de la zona estudiada.

Las direcciones estructurales, que al sur de Alcaraz, son NE-SO, describen a continuación un amplio arco, el Arco de Cazorla-Alcaraz-Hellín, pasando a ser E-O y finalmente NO-SE en el sector de Peñas de San Pedro. La vergencia general es siempre hacia la Meseta.

Desde el punto de vista estratigráfico la región se caracteriza por su relativa sencillez. Hay que destacar el aumento de espesor que experimentan todas las formaciones hacia el S y SE, teniendo lugar al mismo tiempo cambios laterales a facies de mayor profundidad (fig. 2).

Bogarra (LINARES y RODRÍGUEZ, 1973), equivalente lateral de la *Formación Hornos-Siles* (LÓPEZ GARRIDO, 1971).

La mayoría de los materiales que constituyen la región pertenecen al *Jurásico*, que presenta tres tramos litológicos bien diferenciados, aunque la ausencia de fauna determinativa no permite fijar su edad con exactitud.

El *Tramo Inferior del Lías* está formado por carniolas y dolomías tableadas y es equivalente a la *Formación Carbonatada Inferior* de GARCÍA RODRIGO y PENDAS (1971), a la *Formación Carbonatada* de

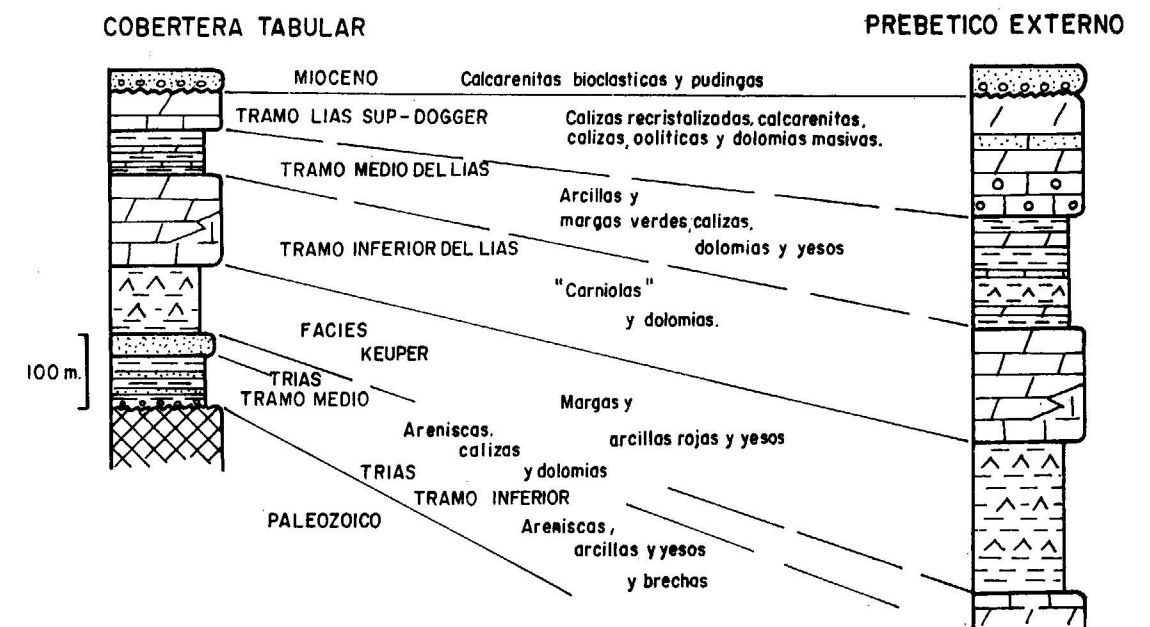


Figura 2
Esquema estratigráfico.

El *Paleozoico*, constituido por cuarcitas, areniscas y pizarras, aflora exclusivamente en la Meseta y constituye el sustrato de las series rojas triásicas.

El *Triásico* en la Meseta presenta una facies marginal caracterizada por un tramo inferior de arcillas, areniscas y brechas, un tramo medio esencialmente arenoso y otro tramo superior margo-yesífero. Todo el conjunto es equivalente a la *Formación Chiclana de Segura* de LÓPEZ GARRIDO (1969). En la Zona Prebética únicamente afloran las margas yesíferas del Keuper y las calizas y dolomías del Muschelkalk, en facies germánica. Es el *Triás de Paterna-*

LINARES y RODRÍGUEZ (1973) y a la *Formación Carretas* de diversos autores que han trabajado en el Prebético.

El *Tramo Medio del Lías* son arcillas y margas verdes, calizas y dolomías. Las arcillas aumentan en importancia hacia el SE, donde localmente pueden contener yesos. Es identificable con la *Formación Arcillosa Inferior* de GARCÍA RODRIGO y PENDAS (1971), la *Formación Arcillosa* de LINARES y RODRÍGUEZ (1973) y la *Formación Madroño* de otros autores.

El *Tramo Superior del Lías-Dogger*, está constituido

do por calizas recristalizadas y dolomías que hacia el SE pasan a calizas oolíticas, calcarenitas, dolomías masivas y eventualmente algún nivel arcilloso. Corresponde a la *Formación Arcillosa Superior* y *Formación Carbonatada Superior* de GARCÍA RODRIGO y PENDAS (1971), y a la *Formación Colleras* y parte inferior de la *Formación Chorro*.

El conjunto de los tres tramos debe ser el equivalente lateral de la *Formación* o *Unidad Beas de Segura* (LÓPEZ GARRIDO, 1969 y 1971), y de la *Formación Dolomítica Basal* (JEREZ MIR, 1973), definidas al SO y SSE de esta zona, respectivamente.

El *Mioceno*, que se apoya discordantemente sobre mesozoico, está representado por calcarenitas bioclásticas y conglomerados silíceos de edad *Tortonense*.

Es importante destacar que las características litológicas, espesor y cambios laterales de facies han jugado un papel importante durante la estructuración, condicionando, según su diverso comportamiento, el mecanismo de la deformación y el estilo de las estructuras. El Keuper es el nivel de despegue regional en todo el ámbito prebético que individualiza el zócalo paleozoico y el Trías inferior y medio tegumentario del resto de la cobertura sedimentaria. El Tramo arcillo-margoso del Lías es un nivel de despegue local muy importante en la zona frontal del Prebético Externo. Las formaciones calco-dolomíticas de los tramos inferior y superior del Lías se comportan rígidamente, deformándose por cizalla y flexión.

LA ESTRUCTURA DEL BORDE PREBETICO

Al este de Alcázar quedan perfectamente diferenciados la zona de Plataforma y el Prebético Externo.

La *Zona de Plataforma* situada delante del frente prebético está constituida por un zócalo paleozoico y una delgada cobertera sedimentaria esencialmente mesozoica en disposición tabular.

El zócalo aflora principalmente en la parte occidental (en Alcázar, al sur de Villanueva de la Fuente y en la hoja de Bienservida) como prolongación de las últimas estribaciones de la Sierra Morena Oriental. Desde el punto de vista de este trabajo su característica más notable es la existencia en él de fallas según dos sistemas de direcciones NE-SO y NO-SE aproximadamente TAMAIN en LÓPEZ GA-

RRIDO, 1971). Estas fracturas se generaron como fallas en dirección durante la fase de fracturación tardihercínica y, como han señalado ya otros autores, ejercieron una importante influencia en la historia geológica posthercínica JULIVERT y otros, 1971; VEGAS, 1974 y 1975; ARTHAUD y MATTE, 1975).

La *cobertera tabular*, que reposa discordantemente sobre el zócalo no peniplanizados, está constituida por materiales triásicos que afloran en las depresiones que rodean los macizos antiguos, y extensos afloramientos liásicos que hacia el NE quedan recubiertos por los potentes depósitos miocenos y cuaternarios de los Llanos de Albacete. Su disposición es horizontal o subhorizontal, aunque se detectan pliegues de gran radio de curvatura. En puntos cercanos al borde prebético estos pliegues son más acusados y frecuentes, y localmente es posible observar (al norte del pueblo de Ituero, por ejemplo) que están decapitados y fosilizados por el Mioceno pretectónico.

En esta zona destacan como el elemento estructural más importante una serie de fallas normales de dirección NE-SO a E-O y de escaso salto. Estas fallas corresponden a una fase de distensión regional cuyo eje de máximo alargamiento está en el plano horizontal y en dirección NO-SE a N-S.

En el *Prebético Externo* se diferencian dos zonas de características estructurales distintas. La zona frontal es una estrecha banda de unos dos kilómetros de anchura que cabalga por el S y SE a la Zona de Plataforma. Su rasgo característico es la apretada estructura en escamas tectónicas (BRINKMANN y GALLWITZ, 1933; DABRIO y LÓPEZ GARRIDO, 1976; LÓPEZ GARRIDO, 1971; DABRIO, 1973; LINARES y RODRÍGUEZ, 1973; GARCÍA ARGÜESO y ALVARO, in litt.). Hacia las partes internas se pasa progresivamente a una zona de cabalgamiento y pliegues (figuras 3 y 6).

Los materiales involucrados en la estructura de la zona frontal son las margas de tramo medio del Lías, el paquete calcodolomítico del tramo superior del Lías, y eventualmente delgadas láminas de calizas y conglomerados miocenos.

La disposición en escamas tectónicas es el resultado de una serie de fallas inversas de bajo ángulo que buzanan hacia el sur con una inclinación ligeramente mayor que la de la estratificación (figs.4 A y 6). La superficie de falla tiende con frecuencia a confundirse con ella por constituir una marcada aniso-

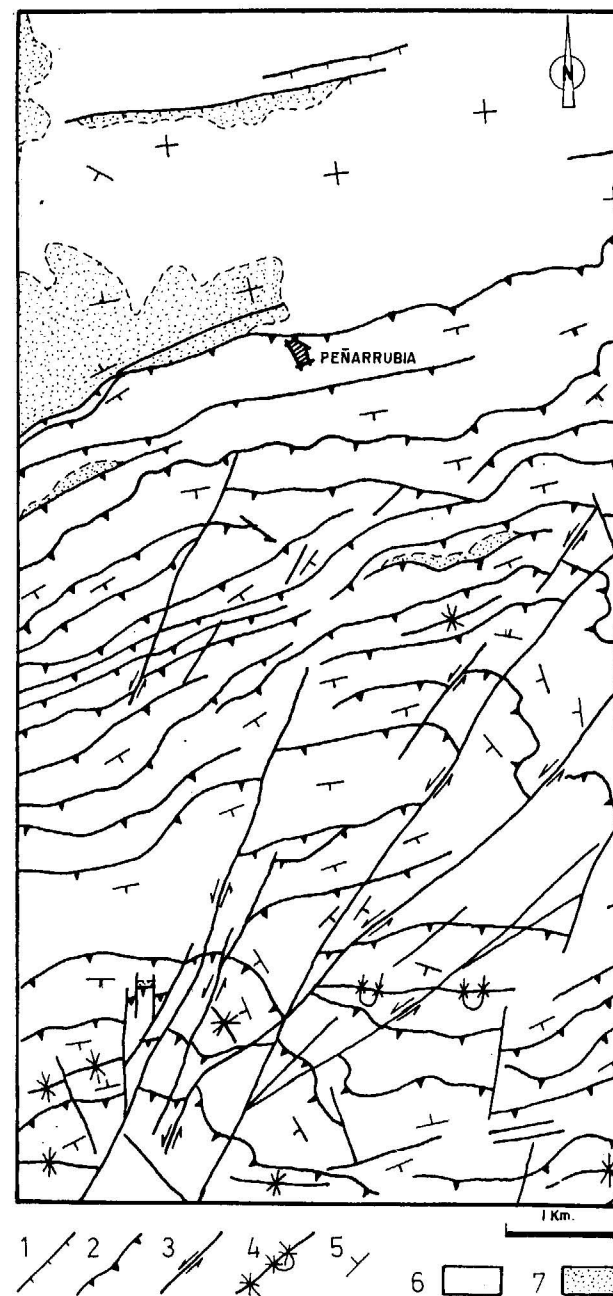


Figura 3

Esquema tectónico del borde prebético en la transversal de Peñarrubia, al este de Alcaraz.

Simbolos: 1: Falla normal. 2: Falla inversa o cabalgamientos. 3: Fallas de desgarre. 4: Sinclinal tumbado. 5: Buzamiento. 6: Jurásico. 7: Mioceno.

de las margas liásicas es raro encontrar señales de tectonización en los planos de falla.

En esta zona frontal, la existencia de las escamas a menudo es puesta en evidencia por las pinzaduras de calizas miocenas bajo el Lías medio o superior, sobre los que también se apoya indistintamente aunque con mayor frecuencia sobre el primero.

El caso más frecuente es que las margas del Lías medio cabalguen sobre el Lías superior (fig. 4 A), siendo también corriente el encontrar a este último cabalgando sobre sí mismo, bien por el incipiente desarrollo de la falla inversa (fig. 4 B), bien

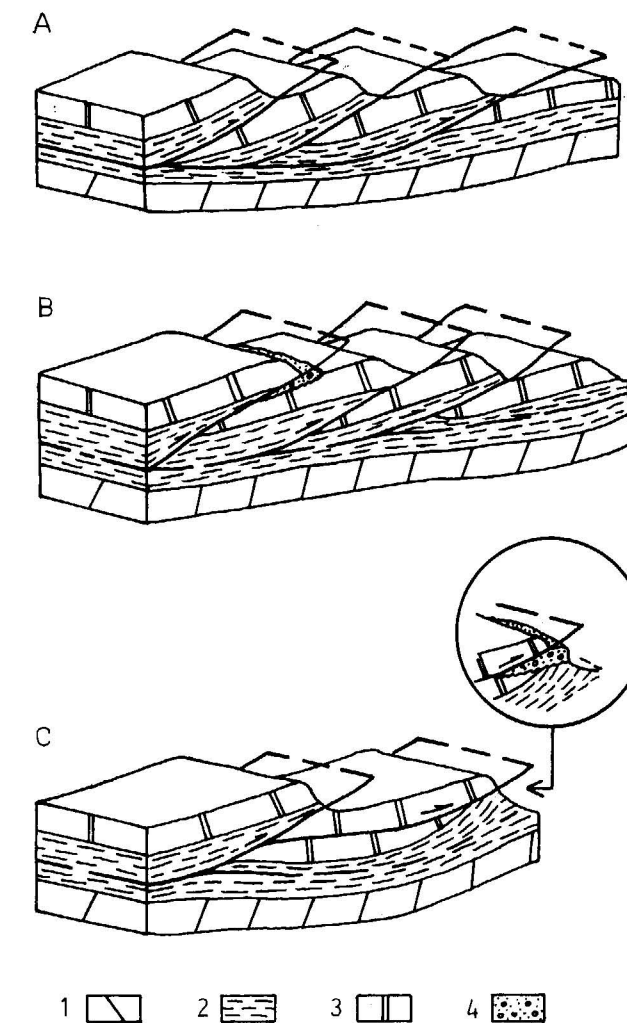


Figura 4

Desarrollo de la estructura en escamas en la zona frontal del borde prebético. Los esquemas ilustran los diversos tipos y mecanismos de las estructuras. (Sin escala.)

Simbolos: 1: Tramo inferior del Lías. 2: Tramo medio del Lías. 3: Tramo superior del Lías-Dogger. 4: Tortonense.

tropía a través de la que se puede canalizar la deformación. Los pliegues son escasos y de carácter local, siendo la cizalla el principal mecanismo de la deformación. Debido al carácter incompetente

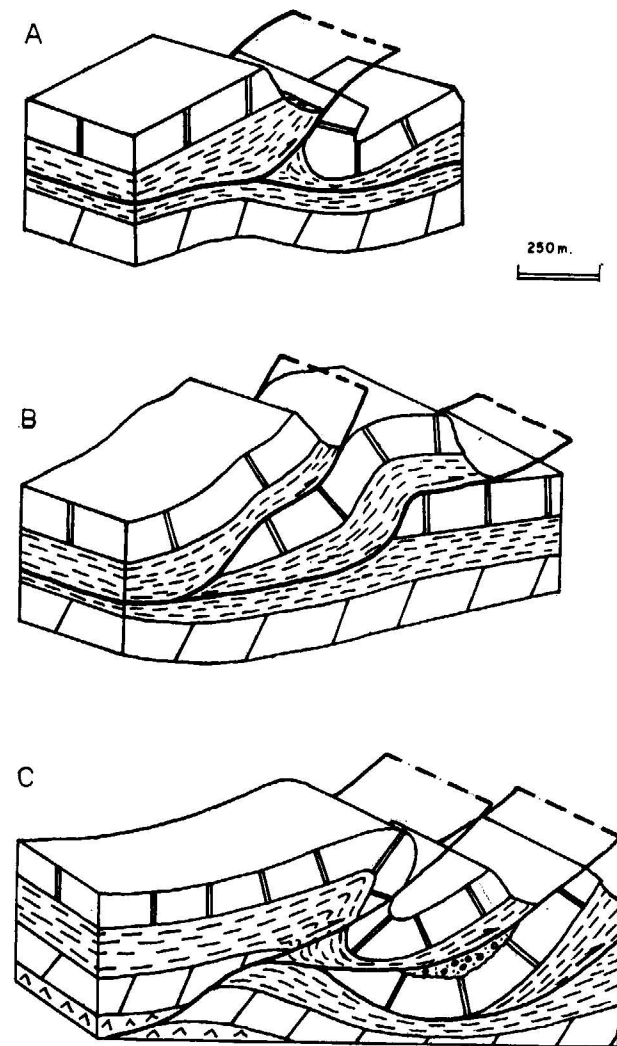


Figura 5

Desarrollo de las estructuras hacia la parte interna del Prebético Externo. Los esquemas muestran algunas estructuras del borde meridional de la hoja de El Robledo. Símbolos como en la figura 4.

porque el deslizamiento entre los dos bloques alcanza gran magnitud, coincidiendo la superficie de falla con la estratificación y quedando laminado el nivel margoso; en este caso es posible llegar a una situación en la que el Lías superior cabalga sobre el Lías medio (fig. 4 C), y únicamente la existencia entre ambos de calizas miocenas y la evolución lateral del accidente ponen de manifiesto la naturaleza mecánica del contacto.

La dirección de las fallas inversas varía longitudinalmente a lo largo del arco y la vergencia es

centrífuga hacia la zona de plataforma, siendo el número de escamas variable en cada transversal. Lateralmente, hacia la hoja de Peñas de San Pedro, en esta zona no sólo cambio la dirección sino que la estructura deja de ser tan apretada y difiere del modelo descrito, aumentando su complejidad.

Hacia las partes internas es frecuente que las fallas inversas sean desplazadas por fallas de desgarre transversales o acaben contra ellas; también, y de modo progresivo, el buzamiento axial de las estructuras se hace mayor, así como la amplitud de los paquetes calcodolomíticos y margosos, correspondiendo a un aumento del espesor estratigráfico y a una variación del estilo estructural.

Entre la zona frontal con desarrollo de escamas tectónicas y los afloramientos triásicos de Paterna-Bogarra la estructura de plegamiento gana importancia paulatinamente, siendo ahora el mecanismo de la deformación la flexión y la cizalla. Los pliegues, de tipo isópaco y generalmente de pequeño radio de curvatura, tienen una marcada vergencia hacia el N y NO, habiendo evolucionado la mayor parte de ellos hasta pliegue-falla de los que exclusivamente se conserva el flanco normal o largo. De este modo las fallas inversas evolucionan a verdaderos cabalgamientos cuyos planos de falla se verticalizan progresivamente hacia el sur (fig. 5). En algunos puntos es posible observar geometrías de tipo encofrado causadas por fallas subparalelas a la estratificación al atravesar el nivel competente del Lías superior (fig. 5 B).

Completa el cuadro estructural de esta zona una serie de fallas de desgarre transversales a la dirección de las fallas inversas, cabalgamientos y pliegues. Se agrupan en dos familias de dirección NO-SE las dextrales y NE-SO las siniestrales, siendo estas últimas las que alcanzan mayor número e importancia en este sector, presentando además un juego de desgarres de segundo orden muy bien desarrollado (fig. 3).

Las fallas de desgarre son subverticales, e indudablemente deben tener una cierta componente vertical cuya magnitud es difícil de valorar. Localmente alcanzan gran densidad originando zonas de gran complejidad tectónica, en las que compartimentan e individualizan a las otras estructuras, produciendo una rotación de sus direcciones originales al actuar conjuntamente varios desgarres.

La relación entre las fallas inversas, cabalgamientos y pliegues por un lado y las fallas de desgarre

por otro no es sencilla. Con frecuencia un desgarre desplaza a una falla inversa o a un pliegue, pero también un desgarre puede cortar a una falla inversa sin sufrir ésta desplazamiento aparente. También es frecuente que las fallas inversas y cabalgamientos terminen contra una falla de desgarre. Por todo ello interpretamos que las fallas inversas, cabalgamientos, pliegues y fallas de desgarre han actuado simultáneamente durante un cierto tiempo aunque en conjunto la generación de fallas de desgarre es ligeramente posterior a la de las restantes estructuras.

Todas las estructuras de la Zona Prebética en esta región corresponden a una fase de compresión en la que el eje de máximo acortamiento está en posición horizontal y orientado en dirección ONO-ESE a NNO-SSE.

LA EDAD DE LAS DEFORMACIONES

Independientemente de los movimientos que ocurrieran durante la etapa sedimentaria, en la región han tenido lugar, al menos, tres fases de deformación generadoras de estructuras: las dos primeras de compresión y la última de distensión.

La primera fase de compresión es la que produce la discordancia ligeramente angular y francamente erosiva entre los depósitos tortonienses y el Jurásico infrayacente. Esta fase de plegamiento, que debió ser poco importante en el sector externo del Prebético, produjo pliegues suaves y abombamientos de gran radio en la zona de plataforma y posiblemente pliegues no muy acusados y algunas fallas inversas, fallas que después rejugarían durante la fase principal, en la zona prebética.

La ausencia de registro sedimentario adecuado hace imposible situar en el tiempo a esta fase de deformación con cierta exactitud, estando comprendida entre el Paleógeno y el Mioceno inferior con toda verosimilitud, correspondiendo a una de las fases de plegamiento que JEREZ MIR (1973) ha determinado más al sur; bien a la fase intraburdigaliense, bien a la que sitúa entre el Chatiense superior y el Aquitaniense inferior y que considera responsable de las principales estructuras del Prebético Externo e Interno, fase a la que también PAQUET (1972) atribuye la mayor parte de las estructuras del dominio externo de las Cordilleras Béticas.

La segunda fase de compresión es la fase de plegamiento principal del borde prebético. Tiene lu-

gar con posterioridad al Torniense medio-superior, puesto que los materiales de esta edad están involucrados en la tectónica de escamas de la zona frontal (DABRIO y LÓPEZ GARRIDO, 1970; LÓPEZ GARRIDO, 1971, etc.). Produce fallas inversas, cabalgamientos, pliegues y fallas de desgarre, aunque el movimiento de estas últimas posiblemente sobrepasa en el tiempo a la formación de fallas inversas y pliegues, prolongándose hasta el Plioceno.

Posteriormente tiene lugar una fase de distensión que también es difícil de datar con exactitud pero que indudablemente está en correspondencia con la importante distensión plio-cuaternaria del sureste peninsular. Las fallas normales de la Zona de Plataforma son el reflejo de esta fase de deformación, que en el borde prebético posiblemente obligó a algunos de los desgarres y fallas inversas de gran ángulo anteriores a rejugarse como fallas normales.

INTERPRETACION Y CONCLUSIONES

La constitución estructural del Prebético Externo en esta región está caracterizada por su disposición en varios "pisos tectónicos" superpuestos (1) con un estilo y comportamiento estructural propio: un zócalo rígido y un revestimiento sedimentario en el que se diferencian un tegumento solidario con el zócalo, un nivel de despegue y una cobertera despegada.

El nivel de despegue regional lo constituyen las margas y yesos del Keuper. Sobre él la cobertera sedimentaria ha sufrido un deslizamiento generalizado, estructurándose de manera totalmente independiente. El Triásico inferior y medio constituye un tegumento adherido al zócalo, con el que se ha comportado tectónicamente de un modo solidario (fig. 7). Por esta razón el tegumento sólo aflora a favor de estructuras como pliegues de fondo o fracturas del zócalo, como en el caso de la banda triásica de Hornos-Siles-Paterna, donde también e in-

(1) El concepto de piso tectónico es diferente del concepto de nivel estructural de MATTAUER (1973) que corresponde a "los diferentes dominios de la corteza en los que los mecanismos de la deformación son los mismos". En este sentido la zona frontal del Prebético Externo está situada en el Nivel Estructural Superior, pues el mecanismo dominante es la cizalla, pasando progresivamente en las partes internas al Nivel Estructural Medio, donde la deformación, además de por cizalla, se realiza fundamentalmente por flexión.

dependientemente ha debido existir halocinesis en los materiales del Keuper.

La *cobertera* de la Zona de Plataforma ha tenido en su conjunto un comportamiento solidario con el zócalo como se deduce de la casi total ausencia de estructuras tangenciales. Este fenómeno se debe posiblemente, además de a la escasa intensidad del esfuerzo tectónico, al carácter marginal de la pila seimentaria y a la existencia de unos acusados paleorrelieves en el sustrato paleozoico.

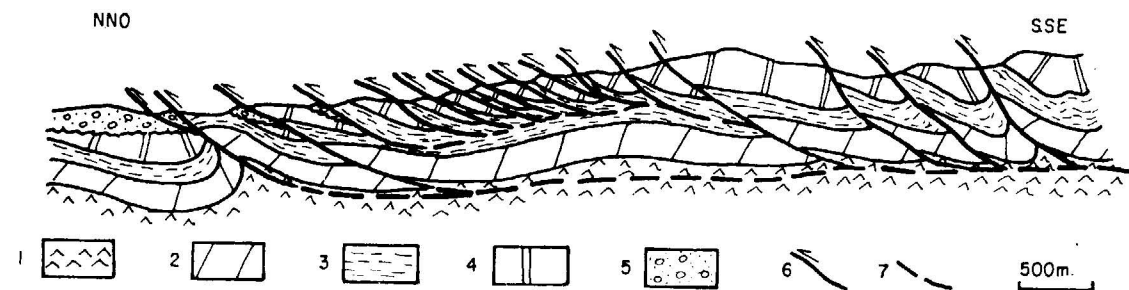


Figura 6

Corte geológico del borde del Prebético Externo en la transversal de Masegoso.

Símbolos: 1: Keuper, 2: Tramo Inferior del Lías, 3: Tramo medio del Lías. 4: Tramo superior del Lías-Dogger. 5: Tortonense, 6: Falla inversa o cabalgamiento. 7: Superficie de despegue.

Las estructuras y estilo tectónico de la *cobertera despegada* del sector externo del Prebético varían transversalmente de N a S. En la zona frontal con una estructuración en escamas muy tendida y apretada, la formación margosa del Lías medio ha desempeñado un importante papel al actuar como *nivel de despegue local* entre las barras calcodolomíticas del Lías inferior y del superior (figs. 6 y 7). Las fallas inversas afectan casi exclusivamente al tramo competente superior, enraizando en el nivel de despegue intraliásico sin progresar en profundidad, donde las calizas y dolomías del Lías inferior se han limitado a deslizar sobre el Keuper; éste continúa actuando como nivel de despegue regional, aunque aquí su importancia es secundaria, permitiendo la individualización de la *cobertera*.

Hacia las partes internas, donde se va amortiguando el choque del frente prebético contra la plataforma y la serie sedimentaria aumenta de espesor progresivamente, el nivel de despegue intraliásico pierde importancia en favor del nivel de despegue triásico, aunque continúa produciendo frecuentes disarmonías. Pliegues y cabalgamientos enraizan aquí al nivel del Keuper, afectando al pequeño do-

lomítico basal. Este estilo estructural de plegamiento y fractura difiere sensiblemente del estilo imbricado de la zona frontal (figs. 6 y 7).

El *acortamiento* experimentado por la *cobertera* varía de la zona frontal a la interna, y de un nivel estratigráfico a otro. El mayor acortamiento tiene lugar en los niveles estratigráficos superiores de la zona frontal. En una transversal entre el pueblo de Masegoso y el borde sur de la hoja de El Robledo se ha estimado de manera aproximada que el acor-

tamiento que ha tenido lugar a nivel de la base del Lías superior excede el 30 por 100, mientras que a nivel del techo del Lías inferior es del orden del 20 por 100.

De entre todas las características estructurales de la *cobertera* queda aún un elemento por ser analizado, las *directrices estructurales*. Como se mencionó anteriormente, las estructuras del Prebético Externo poseen a escala regional una geometría arqueada que ha sido denominada "Arco de Cazorla-Alcaraz-Hellín" (recuperándose a partir de esta última localidad las direcciones NE-SO que a grandes rasgos conservan en todo el Prebético Oriental). Sería necesario invocar la actuación de esfuerzos centrífugos en este sector para explicar esta variación en las direcciones estructurales. No obstante pensamos que los esfuerzos de compresión a escala regional han actuado en una única dirección, ONO-ESE a NNO-SSE, y que la forma, arqueada del Prebético se debe a fenómenos relacionados con el comportamiento del zócalo durante la estructuración cuyo alcance supera al del marco del sector que se estudia en este trabajo.

El papel desempeñado por el zócalo en la configuración del Prebético y sus relaciones con la co-

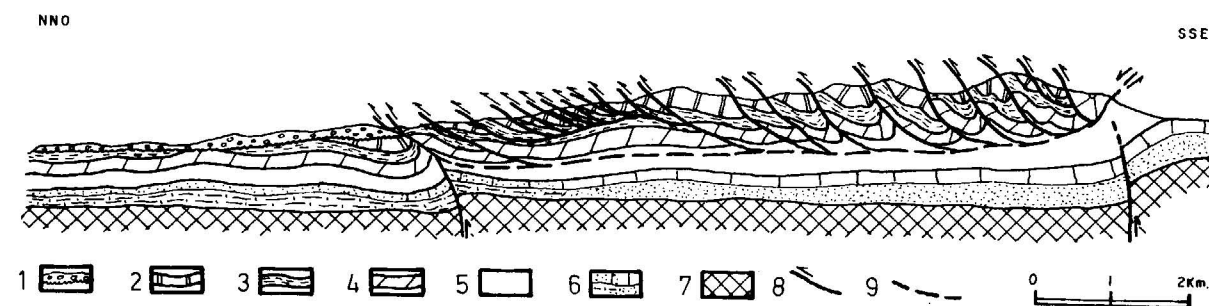


Figura 7

Esquema interpretativo de la estructura del Prebético Externo en una transversal al oeste del Alcaraz. Al norte la *cobertera* tabular de la Zona de Plataforma, sobre la que cabalga la zona frontal del Prebético con una apretada estructura en escamas y después del Lías superior-Dogger. Hacia el sur la estructura evoluciona a pliegues y cabalgamientos. El nivel de despegue regional es el Keuper. El acortamiento de la *cobertera* varía dependiendo del nivel estratigráfico.

Símbolos: 1: Mioceno, 2. Tramo superior del Lías-Dogger. 3: Tramo medio del Lías. 4: Tramo inferior del Lías, 5: Keuper. 6: Trías medio e inferior. 7: Zócalo paleozoico. 8: Fallas inversas y cabalgamientos. 9: Superficies de despegue. (No se ha representado las fallas normales y de desgarre.)

bertera han sido puestos de relieve en otros sectores por otros autores (LÓPEZ GARRIDO, 1971; JEREZ MIR, 1971 y 1973).

La evolución alpina de la Zona Prebética ha estado condicionada durante toda su historia por la existencia de importantes líneas de fractura en el zócalo paleozoico: los dos sistemas, NO-SE y NE-SO, de fallas de desgarre tardihercínicas. Estas fallas antiguas constituyen auténticas "líneas maestras" del edificio alpino, presentando un desarrollo a escala peninsular y una persistencia temporal que permite hablar de una verdadera "herencia estructural".

El comportamiento de las fallas del zócalo ha dependido siempre de dos factores: el estado tensional de la corteza en un momento dado de la Historia Geológica, y la orientación de las fracturas preexistentes respecto a las direcciones de compresión o de distensión. Durante la etapa sedimentaria (estado de distensión) fueron las fallas de dirección NE-SO las que condicionaron la flexuración de la cuenca, actuando como fallas normales con su bloque meridional hundido. Dentro del sector estudiado apuntamos la existencia de tres accidentes de zócalo de dirección NE-SO en la Zona de Plataforma: la línea del Río Pesebre, la línea del Río Jardín y la línea de San Pedro-Masegoso-Peñascosa (GARCÍA ARGÜESO y ALARO, in litt.). Estos accidentes jugaron como fallas normales con el bloque meridional hundido, como apunta el hecho de

que la serie jurásica adquiere características de mayor profundidad de depósito y aumenta de espesor hacia el SE, perpendicularmente a ellas. También el cambio de facies del Trías de la Zona de Plataforma al de la banda de Paterna-Bogarra debe tener un origen análogo ligado a este tipo de accidentes.

Durante las fases de plegamiento el funcionamiento de las fallas de zócalo es completamente diferente. El zócalo rígido sometido a compresión únicamente tiene posibilidad de acortarse a través de las discontinuidades existentes en él. Las fallas de dirección NE-SO forman un ángulo grande, próximo a los 90°, con la dirección de los esfuerzos, por lo que sólo pueden actuar como fallas inversas que además nunca desarrollan gran salto debido a la verticalidad del plano de fractura. Este sería el caso de las posibles fallas de zócalo localizadas en el borde del Prebético Externo (línea de San Pedro-Masegoso-Peñascosa) y en la banda triásica de Hornos-Siles-Paterna que limita las zonas internas y externas del Prebético Occidental. Por el contrario serán las fallas de zócalo de dirección NO-SE, que forman un ángulo agudo con la dirección de compresión, las que permitan un acortamiento del zócalo de cierta magnitud actuando como fallas de dirección. El deslizamiento de grandes bloques del zócalo a lo largo de estas antiguas fallas en algunos casos también se puede manifestar en la *cobertera* como fallas de desgarre, tal como parece suceder

en el caso de la Falla del Alto Guadiana Menor (FOUCAULT, 1971) y posiblemente en las Fallas de Pontones y Aguamulas (DABRIO, 1973). En otros casos el movimiento del zócalo se traduce en el arrastre de la cobertera suprayacente, originándose una banda de gran complejidad tectónica con importantes cambios en la dirección de las estructuras, variaciones de vergencia e infinidad de fallas que responden a un estado tensional complejo. Es el caso de las Fallas de Elche de la Sierra y de Férrez- Galasparra (JEREZ MIR, 1971 y 1973).

De acuerdo con este modelo, pensamos que la geometría doblemente arqueada de la Zona Prebética tiene su origen en una fractura de zócalo, que en realidad respondería a una amplia zona de cizalla, de dirección NO-SE, originada en la fase de fracturación tardihercínica, que ha controlado gran parte de la historia sedimentaria (JEREZ MIR, op. cit.) y que durante la etapa de estructuración prebética actuó con movimiento *dextral*. Esta fractura se extendería desde el sector de Peñas de San Pedro hasta la zona de Cieza, prolongándose hacia el sur bajo el Subbético alóctono y en dirección norte hacia el sector de Villarrobledo.

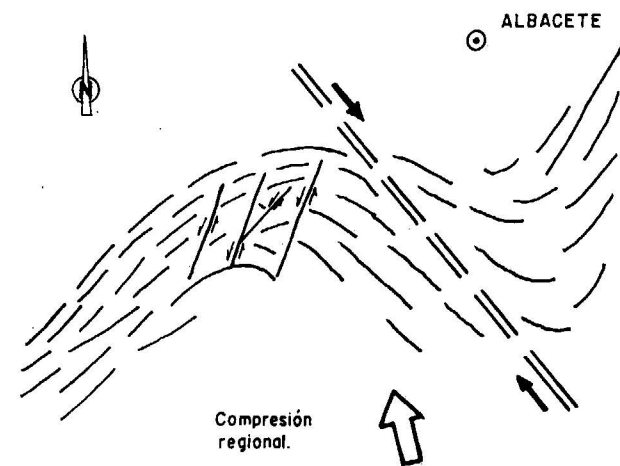


Figura 8

Relación entre la dirección de compresión regional, la falla de zócalo de Peñas de San Pedro y las fallas de desgarre y directrices estructurales de la cobertera.

En la zona del Prebético Externo situada al este de Alcaraz los efectos de este accidente se manifiestan por cambio progresivo de la dirección de las estructuras, por el predominio de las fallas de desgarre sinestrales que con su movimiento favo-

recen la torsión experimentada por la cobertera al ser arrastrada por los bloques del zócalo (fig. 8), y por la complejidad estructural de la cobertura situada sobre la zona de falla de zócalo (sector de Peñas de San Pedro), con diversidad en las direcciones, estilo y vergencia de las estructuras, como corresponde a una zona en la que las trayectorias de esfuerzos han experimentado importantes desviaciones locales.

Por último, durante la fase de distensión posterior algunas fallas de zócalo vuelven a rejugarse, como lo atestiguan las fallas normales de la cobertera de la Zona de Plataforma al este de El Robledo, que se desarrollan en una banda NE-SO, o la aparición volcánica (jumillitas) en la alineación diapírica de aparición de rocas Jumilla-Yecla.

BIBLIOGRAFIA

- ARTHAUD, F. y MATTE, PH: *Les décrochements tardihercyniens du sub-ouest de l'Europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation.* Tectonophysics, 25: 139-171 (1975).
- BRINKMAN, R. y GALLWITZ, H.: *El borde externo de las Cadenas Béticas en sureste de España.* Publicado en 1950 en Public. Extr. Geol. España, 5. 167-290 (1933).
- DABRIO, C. J. y LÓPEZ GARRIDO, A. C.: *Estructura en escamas del sector noroccidental de la Sierra de Cazorla y Depresión del Guadalquivir.* Guad. Geol. Univ. Granada, 1 (3): 149-158 (1970).
- DABRIO, C. J.: *Geología del sector del Alto Segura (Zona Prebética).* Tesis Doct. Univ. Granada, 388 p. (1973).
- DUPUY DE LÔME, E.: *Memoria explicativa de la Hoja 851 (El Robledo) del Mapa Geológico a escala 1:50.000.* I.G.M.E. (1954).
- Memoria explicativa de la Hoja 841 (Alcaraz) del Mapa Geológico a escala 1:50.000.* I.G.M.E. (1956).
- FALLOT, P.: *Estudios geológicos en la Zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor.* Inst. Inv. Geol. "Lucas Mallada", C.S.I.C., 719 p. (1954).
- FOUCAULT, A.: *Etude géologique des environs des sources du Guadalquivir.* Thèse Doct. Fac. Sc. Univ. París (1971).
- GARCÍA ARGÜESO, J. M. y ALVARO, M. (in litt.): *Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. Hoja núm. 815 (El Robledo).* I.G.M.E.

GARCÍA RODRIGO, B. y PENDAS, F.: *Consideraciones sobre el Jurásico Inferior y Medio de Albacete.* Guad. Geol. Ibérica, 2: 265-272 (1971).

JEREZ MIR, L.: *Hipótesis sobre las relaciones entre el zócalo y la cobertera en un sector de la Zona Prebética (provincias de Albacete y Murcia).* I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ., 1 (1): 249-264 (1971).

Geología de la Zona Prebética en la transversal de Elche de la Sierra y sectores adyacentes (provincias de Albacete y Murcia). Tesis Doct. Univ. Granada, 74 p. (1973).

JULIVERT, M.; RAMÍREZ DEL POZO, J., y TRUYOLS, J.: *Le réseau de failles et la couverture post-hercynienne dans les Asturies.* En "Histoire Structurale du Golfe de Gascogne". Symposium I.F.P.—C.N.E.X.O., 5. 31: 1-33 (1971).

LINARES GIRELA, L. y RODRÍGUEZ ESTELLA, T.: *Observaciones sobre la Geología del sector Alcaraz-Robledo.* Bol. Geol. Min., 84 (6): 13-19 (1973).

LÓPEZ GARRIDO, A. C.: *Primeros datos sobre la estratigrafía de la región de Chiclana de Segura-Rio Madera (Zona Prebética, provincia de Jaén).* Acta Geol. Hisp., 4 (4): 84-90 (1969).

Geología de la Zona Prebética al NE de la provincia de Jaén. Tesis Doct. Univ. Granada, 317 p. (1971).

MATTAUER, M.: *Introduction a la Microtectonique.* Sciences Progrés, La Nature, 3383: 81-89 (1967).

Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre. Coll. Méthodes, Hermann, París, 493 p. (1973).

PAQUET, J.: *Charriages et coulissements dans l'Est des Cordillères Bétiques (Espagne).* 25 Congr. Geol. Int. Montreal, sect. 3, Tectonique, 395-404 (1972).

PENDAS, F.: *Definición morfológica de embalses subterráneos del Alto Sureste español.* I Congr. Hisp. Luso Amer. Geol. Econ., 2 (3): 529-550 (1971).

VEGAS, R.: *Las fallas de desgarre del SO de la Península Ibérica.* Bol. Geol. Min., 85 (2): 5-8 (1974 a).

Wrench (transcurrent) fault system of the SW Iberian Peninsula, paleogeographic and morpho-estructural implications. Geol. Rundschau, 1: 266-278 (1975).

I.G.M.E., I.R.M.D.A.: *Estudio hidrogeológico de la Comarca Cazorla-Hellín-Yecla. Informe de recopilación y Síntesis.* Madrid (1971).

C.S.I.C., S.G.O.P.: *Estudio hidrogeológico de la Zona Oriental de La Mancha.* Dpto. Geol. Econ., Madrid (1972).

Recibido: Abril 1975.

Localización de una depresión terciaria en el curso alto del Alberche (sistema central español)

Por A. G. UBANELL (*)

RESUMEN

En esta nota se pone de manifiesto, por vez primera, la presencia de unos materiales terciarios situados en el curso alto del río Alberche (Provincia de Avila).

Dichos materiales se encuentran rellenando una depresión tectónica originada por el movimiento de dos de los diferentes bloques que constituyen la Cordillera.

ABSTRACT

In this paper some Tertiary sediments, in the Alberche river high course's localized, are described for the first time.

Those materials are in one tectonic depression originated by the movement of two blocks to the Spanish Central Ridge.

I. INTRODUCCION.

Con motivo de la realización de nuestra Tesis Doctoral, que incluye el estudio de las fracturas del Sistema Central en el segmento comprendido entre los meridianos de El Escorial y Arenas de San Pedro respectivamente, hemos efectuado incursiones por las zonas limítrofes con objeto de obtener una visión más amplia que nos enmarque el tema dentro de una problemática más general. Como resultado de ello, se ha descubierto una nueva fosa tectónica que contiene sedimentos de edad terciaria.

I.1. LOCALIZACIÓN.

Los sedimentos, mencionados anteriormente, se encuentran situados, dentro del Sistema Central, en el curso alto del Alberche (Prov. de Avila) (fig. 1), al sur del macizo de La Serrota y en íntimo contacto con éste.

(*) Cátedra de Geodinámica Interna. Universidad Complutense. Madrid.

Localizados al oeste del Puerto de Menga, en una planicie de 1.450 metros de altitud, entre San Martín de la Vega del Alberche, Garganta del Villar y Cepeda la Mora, ocupan una estrecha banda de algo más de un kilómetro de ancho por ocho de largo que se extiende en dirección sensiblemente E-W.

I.2. ANTECEDENTES.

Los antecedentes sobre esta zona son muy escasos y antiguos, encontrándose citas solamente de carácter geográfico en trabajos de tipo amplio y general. Así, vemos que el primero en mencionar esta parte de la "Sierra" es CASIANO DEL PRADO (1862) quien al hacer referencia al río Alberche establece que "el Alberche nace en unas praderas elevadas y de grande extensión". Unos años después, MARTÍN DONAYRE (1877), al estudiar al citado río, comenta: "corre hasta los 13 kilómetros de su origen con la dirección de Oeste a Este por una espaciosa vega, abundantísima en pastos de verano".

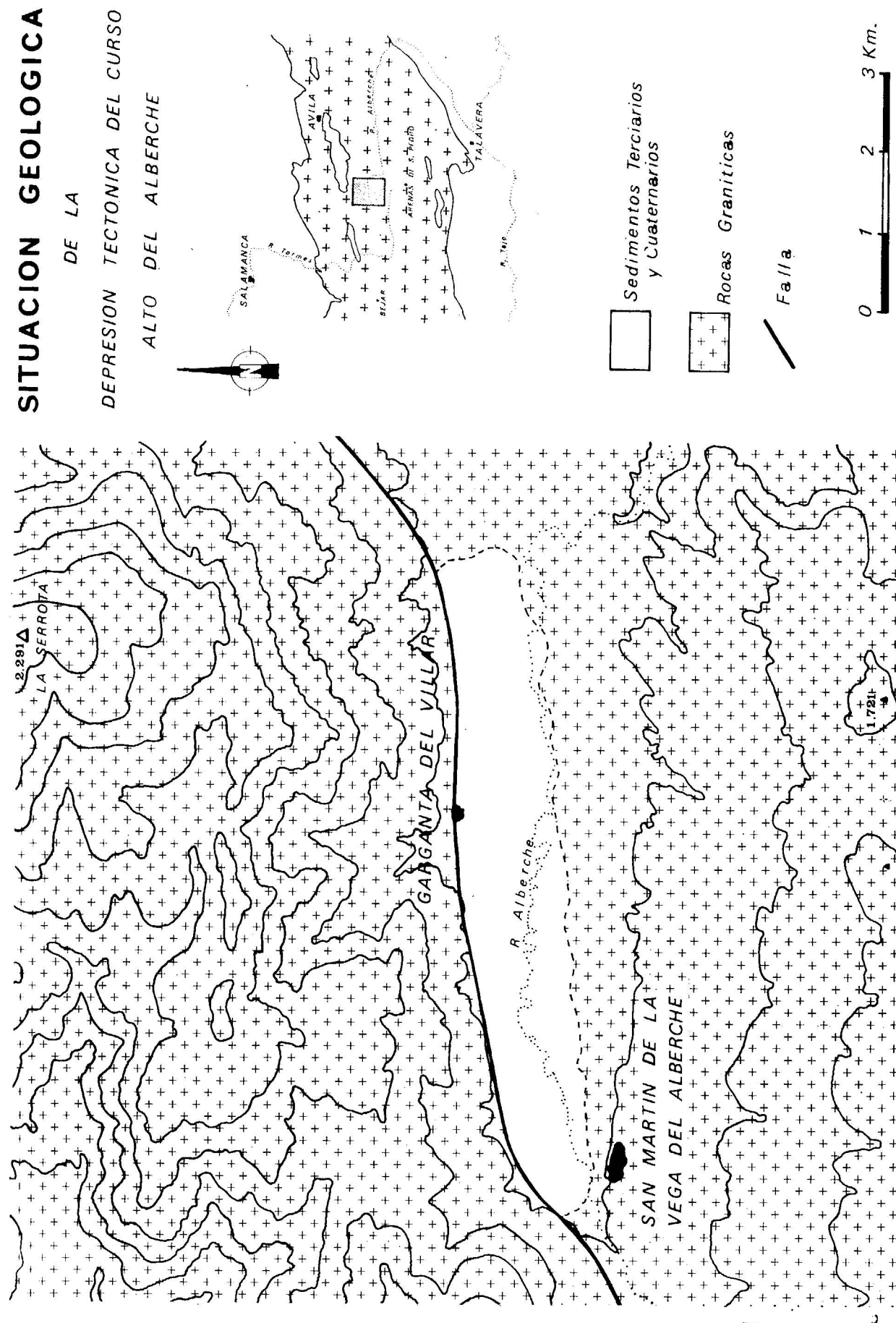


Fig. 1

Desde entonces no se ha llevado a efecto trabajos concretos en esta pequeña fosa [aunque sí en sus inmediaciones, HERNÁNDEZ PACHECO y VIDAL BOX (1934)], razón por la cual ha permanecido ignorada su constitución geológica—materiales terciarios—y no figura en ningún mapa geológico. Únicamente aparece dibujada en el Mapa de Suelos de España a escala 1:1.000.000 (1968) debido a que se desarrolla en ella un extenso suelo cuaternario.

II. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.

Los sedimentos de edad terciaria afloran en el borde norte de la fosa. En el resto de la misma no resultan visibles, ya que existe una tupida vegetación herbácea (fig. 2) y un suelo que impiden la observación directa. Este ha sido clasificado en el Mapa de Suelos de España (GUERRA et al. 1968) como "suelo joven aluvial y coluvial, sin desarrollo de horizontes genéticos, del tipo A/C". Contiene bastante cantidad de materia orgánica y en algunos lugares se observa un almohadillado cuya similitud con el que aparece en climas periglaciares (DERRUAU, 1966) hace sospechar que quizás tengan el mismo origen.

El afloramiento más representativo de los materiales terciarios está situado en el paraje denominado "El Bonal" (fig. 3). En él son visibles unos

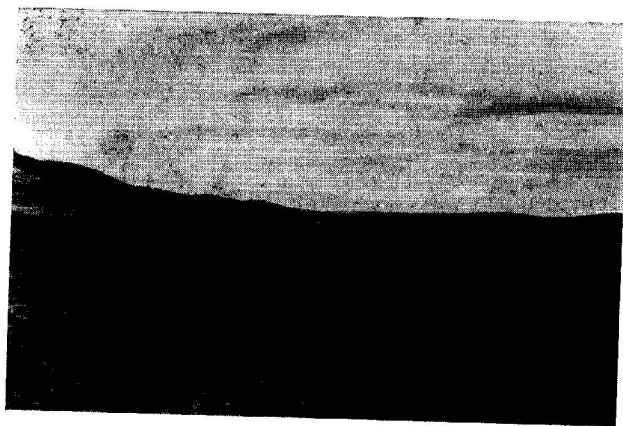


Figura 2

Visión general de la depresión terciaria. A la izquierda el bloque de la Serrota; a la derecha el de Romarcos-Peña Aguda. En primer término vegetación presentando un cierto almohadillamiento. Los animales pastando a la derecha dan una idea de la escala.

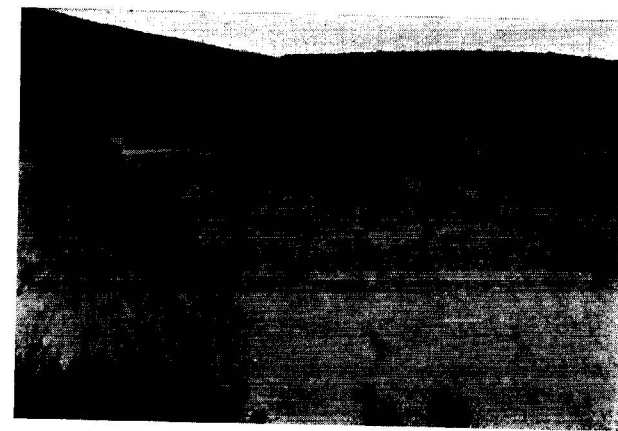


Figura 3

Afloramiento de "El Bonal". La capa más clara, encima del martillo, es una banda gris ceniza. La zona más oscura inmediatamente por encima y por debajo de dicha banda posee un color rojo característico.

sedimentos detríticos, de carácter continental, de tipo arcósico compuestos por granos de tamaño milimétrico de cuarzo y feldespato (algunos de color rosa) subangulosos, heteromorfos y heterométricos, en los que se observa una ligera predominancia de los feldespatos sobre los cuarzos y una cierta escasez de micas.

La matriz es arcillosa lo que motiva que posean una cierta compactación. El análisis granulométrico efectuado ha puesto de manifiesto que la cantidad de limos y arcillas (material menor de 0,063 mm.) es del orden del 20 por 100.

En todo el conjunto aparecen diseminados lentejones de conglomerados con cantos milimétricos a centimétricos, igualmente, subangulosos. Muy aisladamente se presentan clastos de tamaño decimétrico de cuarzo y granito.

Sin embargo, la característica más típica de esta serie es la presencia de niveles de color rojo y gris (figs. 3 y 4) análogos a los que se encuentran en la cuenca del Tajo, al oeste de Gaciotún, en el arrollo Saucedoso, y que han sido definidos por MARTÍN ESCORZA (1975) como niveles N. R. G. C. Dichos niveles, según este autor, representan paleosuelos formados bajo la acción de un determinado clima. Tal clima sería de tipo tropical con estaciones contrastadas. Por encontrarse debajo del Mioceno datado como Vindoboniense (nunca por encima de él) y en discordancia con el mismo en la zona de borde los atribuye una edad, probablemente, oligocena.

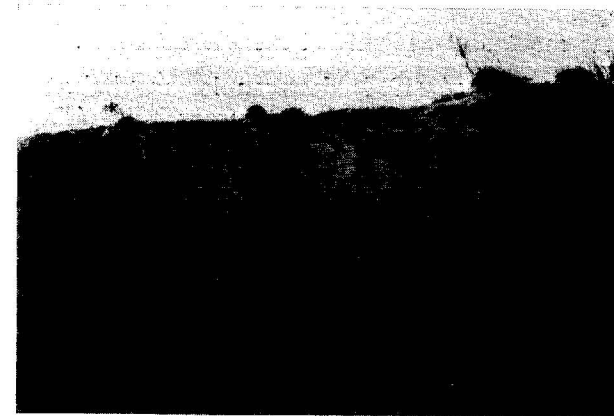


Figura 4

Detalle de los niveles rojos y gris ceniza (N.R.G.C.). Las partes más claras corresponden a los colores gris ceniza y los más oscuros a los rojos.

Nosotros carecemos de pruebas concluyentes para atribuirlos a una edad concreta. No obstante resultaría muy sugestivo equipararlos con los niveles de Gaciotún, ya que litológicamente son análogos. Ahora bien, si como dice MARTÍN ESCORZA tales niveles (N. R. G. C.) son consecuencia de un clima, no podemos establecer, a priori, esta comparación.

Para ello hay que tener en cuenta la tectónica de la región que ha podido desempeñar un papel fundamental.

Si los sedimentos de esta pequeña fosa se hubiesen depositado a la misma altura topográfica que sus análogos de la cuenca del Tajo, podríamos equipararlos toda vez que la distancia que

los separa en la horizontal es relativamente corta, unos 50 kilómetros, y resulta lógico suponer que a igualdad de altitud y en tal distancia se mantuviese uniforme el clima.

Por el contrario, si la deposición de los materiales se hubiera producido con la diferencia de altura actual, del orden de 1.000 metros, muy probablemente no existirían las mismas condiciones climáticas en la fosa del Tajo que en la depresión del alto Alberche y, por tanto, no se pueden correlacionar unos sedimentos con otros.

En este último caso (de acuerdo con las opiniones más generalizadas (DERRUAU, 1966; PEDRAZA, 1973) de que el clima a lo largo del terciario ha sido sucesivamente más seco y árido, hasta culminar en el Plioceno), las condiciones climáticas que imprimen carácter a los sedimentos de Gaciotún irán emigrando a lo largo del tiempo en la vertical y, por consiguiente, los del alto Alberche serían de una edad posterior a la de aquéllos

No obstante, como tantas veces sucede en Geología, es posible que no sea ni un extremo ni otro, sino un caso intermedio.

Para resolver esta duda, dichos sedimentos habrán de ser estudiados intensamente, analizando la mineralogía, granulometría, arcillas, etc., y sus resultados compaginarlos dentro del estudio tectónico del Sistema Central.

Rodeando a todos los sedimentos anteriores aparecen rocas de tipo granítico, entre las que predomina un granito de dos micas que presenta marcadas diferencias al N y al S de la fosa. Mientras que aquél es un granito de grano grueso con tonos

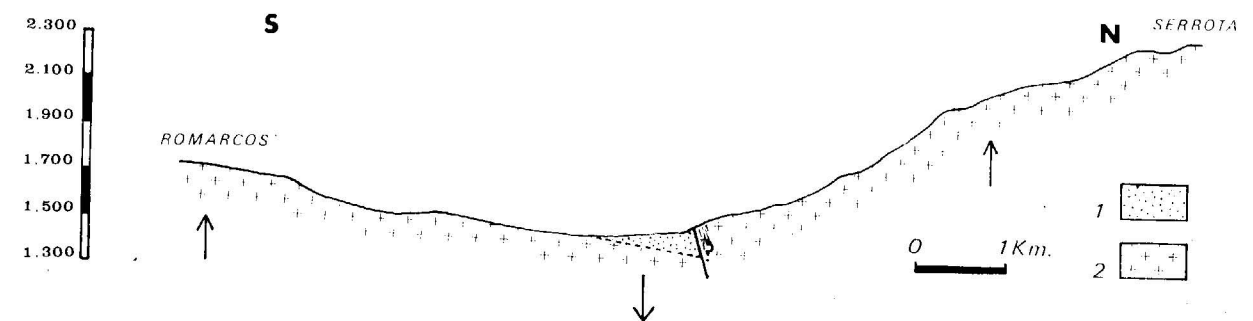


Figura 5

Disposición de los materiales terciarios.

- 1: Sedimentos.
- 2: Rocas graníticas.

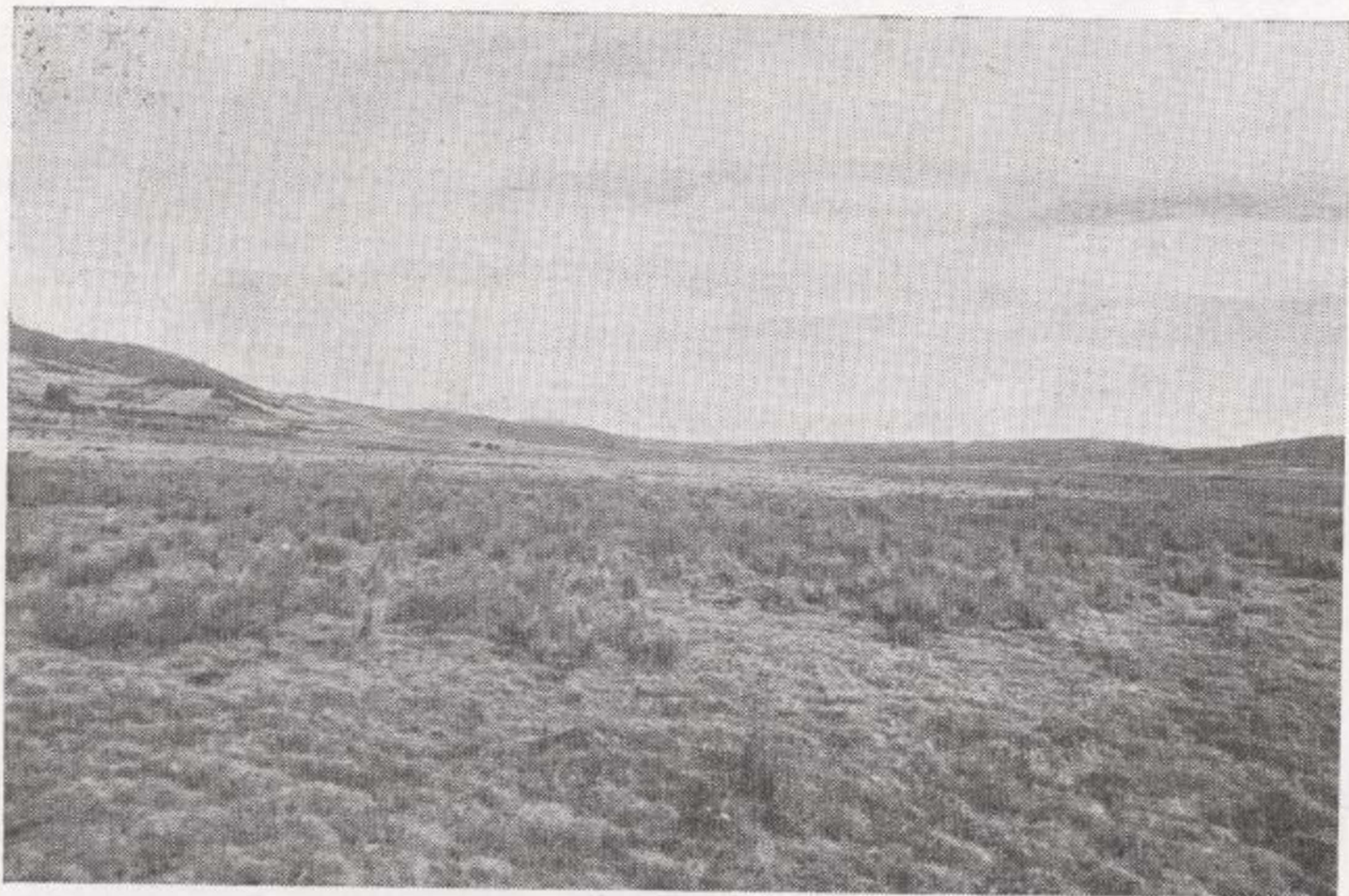


Figura 2

Visión general de la depresión terciaria. A la izquierda el bloque de la Serrota; a la derecha el de Romarcos-Peña Aguda. En primer término vegetación presentando un cierto almohadillamiento. Los animales pastando a la derecha dan una idea de la escala.

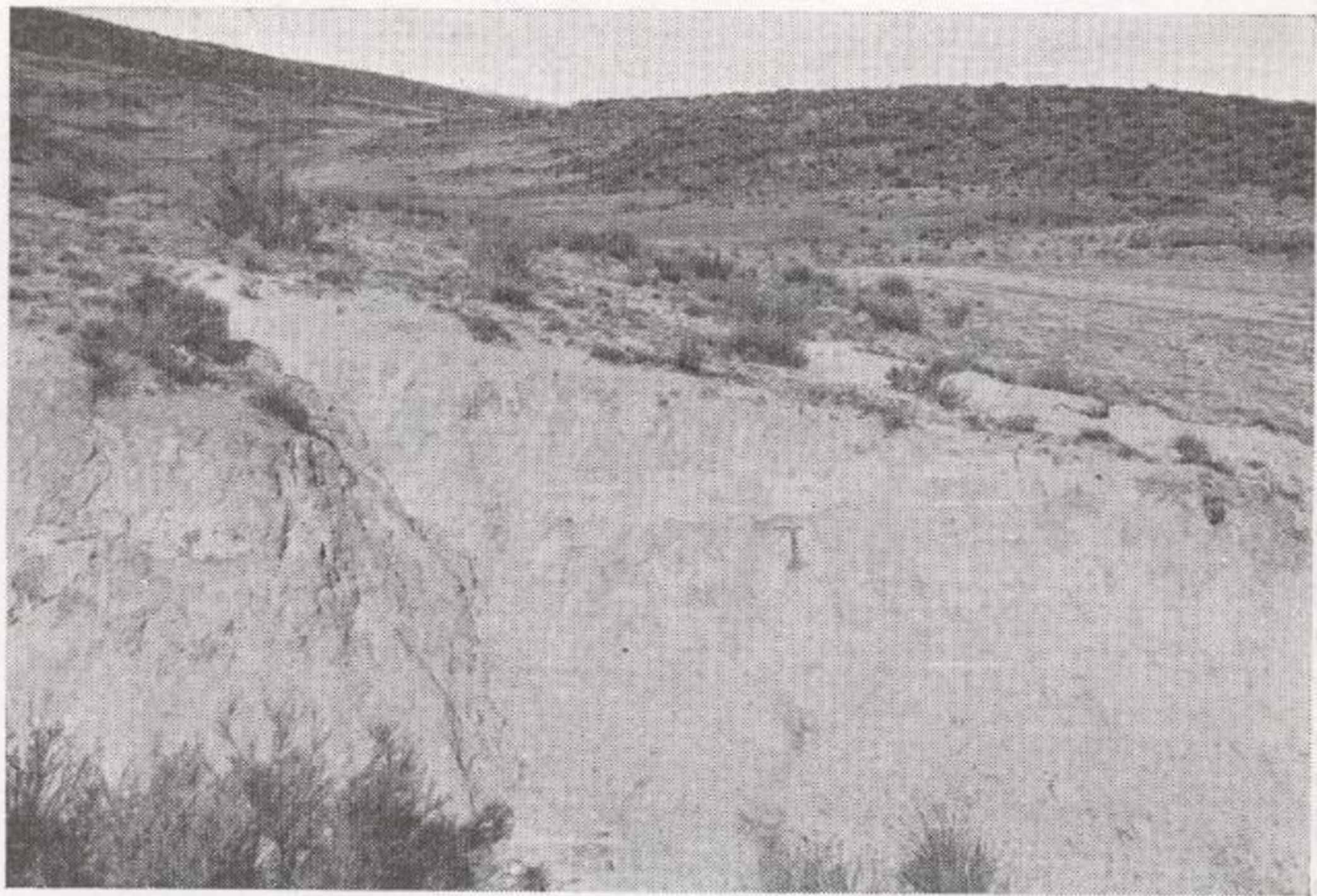


Figura 3

Afloramiento de "El Bonal". La capa más clara, encima del martillo, es una banda gris ceniza. La zona más oscura inmediatamente por encima y por debajo de dicha banda posee un color rojo característico.

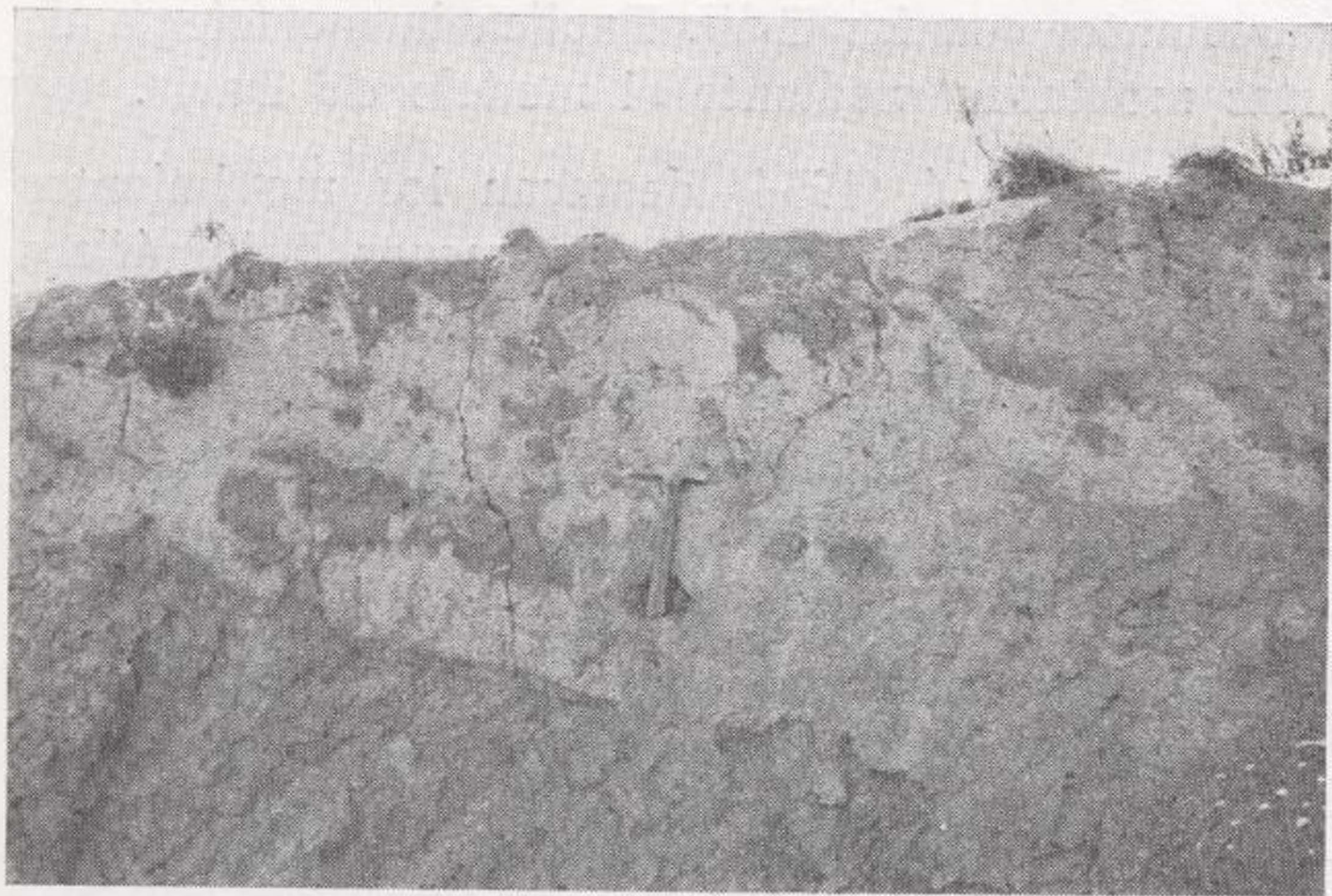


Figura 4

Detalle de los niveles rojos y gris ceniza (N.R.G.C.).
Las partes más claras corresponden a los colores
gris ceniza y los más oscuros a los rojos.

grises y escasa moscovita en el que destacan claramente los cristales de feldespato de tamaño milimétrico a centimétrico, éste es un granito de grano medio, equigranular, con gran abundancia de moscovita y con un característico color rosáceo.

III. TECTONICA.

Sin duda, es la tectónica el factor que más ha condicionado las principales características del relieve de la Cordillera.

La mayoría de los diferentes autores que han investigado acerca del origen del Sistema Central reconocen la gran importancia que los sistemas de fracturas han tenido en el desarrollo del mismo.

No es, ni mucho menos, nuestra intención entrar aquí, en esta simple nota, en discusión sobre el origen de la "Sierra". No obstante, hemos consultado algunos trabajos para analizar el desarrollo de las ideas sobre la fracturación a lo largo del tiempo, ya que la presencia de los materiales terciarios, que venimos comentando se debe a la formación de una fosa tectónica originada por el movimiento de una falla.

Según VIDAL BOX (1937), FISCHER (1894) es uno de los primeros geólogos en considerar "como de decisiva influencia las fracturas en la vertical, en la formación de la llamada por él Cordillera Divisoria Principal.

Más tarde, DANTÍN CERECEDA (1912) achaca el origen de la "Cadena" a fallas y hundimientos.

SCHMIEDER (1915) supone el relieve montañoso como consecuencia de movimientos verticales.

HERNÁNDEZ PACHECO (1924) ve a la Cordillera Central formada en dos etapas, una al final de la orogenia hercínica, en el Pérmico, caracterizada por fenómenos tectónicos verticales de descompresión, y otra en el terciario.

CARBONELL (1926) expresa que la falla es el elemento primordial.

Por su parte CARANDELL (1928) estima que la acción principal se deba a pequeños desplazamientos en la vertical a lo largo de las diaclasas.

VIDAL BOX (1937) juzga el rejuvenecimiento orogénico terciario como modelador de la fisonomía montañosa y considera que las fallas han tenido dos movimientos principales, uno en la horizontal y otro en la vertical, así como que las direcciones más

importantes son las E-W. Explica la morfología de estas montañas mediante el modelo de Davis.

BIROT y SOLÉ (1954) destacan los movimientos de basculación y señalan los rasgos fisiográficos más interesantes como consecuencia de la dirección e intensidad de las fracturas y de la duración de los períodos de estabilidad, asimismo establecen el meridiano de Arenas de San Pedro como divisoria de diseños estructurales distintos (este punto lo comentaremos más ampliamente en otro trabajo posterior), al este sitúan fallas de dirección NE-SW, N-S y NNE-SSW mientras que al oeste apuntan como más representativas las E-W.

Tanto VIDAL BOX como BIROT y SOLÉ opinan que la fracturación es de origen alpino, aunque estos dos últimos dudan entre considerarlas como fallas nuevas o como perteneciente al Pérmico.

Es después PARGA (1969) quien afirma esto diciendo que son fracturas tardihercínicas reactivadas en el Alpino. Opinión que comparten CAPOTE y FERNÁNDEZ CASALS (1971).

Ultimamente ARRIBAS y JIMÉNEZ (1972) atribuyen a la orogenia Larámica la aparición de cuatro sistemas de fractura ENE, NE, N-S y NW y suponen que los movimientos han seguido actuando incluso en el cuaternario.

Esto último ya había sido anteriormente expuesto por BIROT (1964), el cual dice que el movimiento de ciertos bloques ha continuado hasta fechas recientes.

Por nuestra parte, opinamos también que los sistemas de fractura han sido fundamentales en la arquitectura de la Cordillera, aunque no por ello despreciamos la acción climática, y que dichos sistemas son de edad Hercínica, Tardihercínica y Alpina cuya separación resulta difícil debido a que muchas de las antiguas fallas han rejugado en etapas posteriores. No obstante esta separación puede efectuarse después de un intenso y detenido estudio.

La fosa que nos ocupa, la depresión tectónica rellena de materiales sedimentarios, se ha formado, a nuestro juicio, siguiendo el modelo de Davis (fig. 5) (anteriormente mencionado), que encaja perfectamente con la morfología de la zona, y la disposición de los materiales. Es un caso análogo al que aparece al este de Avila en el Campo Azalvaro.

El bloque Norte, integrado por La Serrota, constituye el bloque levantado.

El bloque sur, en el que destacan como puntos culminantes Romarcos (1.721 metros) y Peña Aguda (1.757 metros) es un bloque basculado hacia el norte. Tal basculamiento se deduce de la morfología (fig. 5) y del suave buzamiento que poseen las capas rojas y gris ceniza cuyo valor es de 9° N. Precisamente este valor parece indicarnos que el movimiento de subsidencia continuó después de la deposición de los materiales. Todo este bloque se encuentra separado del que forma La Serrota (2.291 metros) por una gran falla que aquí adopta la dirección E-W, cuya zona de brechificación en algunos lugares alcanza potencias considerables y en la que el último movimiento en la vertical queda puesto de manifiesto por las estrías de falla presentes en los planos de deslizamiento aledaños al plano de falla.

Dicho plano no es visible en el campo por encontrarse recubierto con derrubios cuaternarios, por lo cual no se ha podido determinar si se trata de una falla normal o inversa.

Para este lugar concreto, el primer caso estaría motivado por fenómenos de descompresión, mientras que en el segundo respondería a fenómenos compresivos.

Sospechamos que se trata de una falla inversa de ángulo próximo a la vertical, pero carecemos de elementos de juicio concluyentes para afirmar tal cosa. Indudablemente un estudio geofísico aclararía esta duda.

Por otra parte, del análisis de la figura 5 se deduce que el espesor máximo de sedimentos se encontrará en el borde norte y no debe ser superior a los 80 ó 100 metros.

IV. CONCLUSIONES.

De lo anteriormente expuesto se deducen las siguientes conclusiones:

En el curso alto del río Alberche existe una depresión tectónica originada por el movimiento en la vertical de una falla, de dirección aproximada E-W, que ha motivado la elevación del bloque de La Serrota y la basculación hacia el N del bloque Romarcos-Peña Aguda.

En dicha fosa aparecen sedimentos de tipo arcósico, de edad Terciaria (probablemente anterior al Vindoboniense).

BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E.: *Mapa Geológico de España e. 1:200.000. Hoja núm. 44 (Avila). "I.G.M.E.". Madrid (1972).*
- BIROT, P.: *La Méditerranée et le Moyen Orient. T. I. Presses Universitaires de France. París (1964).*
- BIROT y SOLÉ SABARIS: *Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central Española. C.S.I.C. Instituto "Juan Sebastián Elcano". Madrid (1954).*
- CAPOTE y FERNÁNDEZ CASALS: *Rasgos tectónicos de las formaciones metamórficas de Ojos Albos. La Cañada (Avila). Vol. Ex. I Cent. "R. Soc. Esp. Hist. Nat." (1971).*
- CARANDELL: *Influencia de las diaclasas en la morfología de la Sierra de Guadarrama. "Conf. y Reseñas de la Soc. Esp. de Hist. Nat.", t. III. Madrid (1928).*
- CARBONELL: *Hipótesis tectónicas. Noticia derivada acerca de la razón de las grandes manchas graníticas y de las formaciones orogénicas. Ideas relativas al caso de España. "Congr. Geol. Int. de España", fascículo III (1926).*
- CASIANO DEL PRADO: *Reseña geológica de la provincia de Avila y de la parte occidental de León. "Junta General de Estadística". Imprenta Nacional. Madrid (1862).*
- DANTÍN CERECEDA: *Resumen fisiográfico de la Península Ibérica. "Trab. Mus. Cienc. Nat.". Serie Geológica, número 8. Madrid (1912).*
- DERRUAU: *Geomorfología. Ed. Ariel, S. A. Barcelona (1966).*
- GUERRA DELGADO et al.: *Mapa de Suelos de España, escala 1:1.000.000. Ito. Nal. de Edafología y Agrobiología "José María Albareda". C.S.I.C., Madrid (1968).*
- HERNÁNDEZ PACHECO, E.: *Edad geológica y orogenia de la Cordillera Central. "Asoc. Esp. Progr. Cienc." Congreso de Salamanca (1924).*
- HERNÁNDEZ PACHECO y VIDAL BOX: *El Glaciarismo Cuaternario de la Serrota (Avila) "Com. Invest. Geogr. Geol. y Prohist.". Mem., núm. 1 (1934).*

- MARTÍN DONAYRE: *Descripción física y geológica de la provincia de Avila*. "Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España". Madrid (1877).
- MARTÍN ESCORZA: *Sobre la existencia de materiales Paleógenos en los depósitos terciarios de la fosa del Tajo en los alrededores de Talavera de la Reina, Escalona (Provincia de Toledo)*. "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", tomo 72. Madrid (1975).
- PARGA, J. R.: *Sistema de fracturas tardihercínicas del Macizo Hespérico*. "Trab. del Lab. Geol. de Lage", número 37. Lage (La Coruña). (1969).
- PEDRAZA GILSANZ: *Estudio Geomorfológico del extremo oriental de la cadena San Vicente-Peña de Centientos*. "Bol. I.G.M.E.". T. LXXXIV, núm. 1. Madrid (1973).
- SCHMIEDER, O.: *Die Sierra de Gredos*. "Mitteil. der Geograph. Gesellschaft in München. T. X, núm. 1 (1915).
- VIDAL BOX: *Ensayo sobre la interpretación morfológica y tectónica de la Cordillera Central en el segmento comprendido en la provincia de Avila*. "Bol. R. S. Española Hist. Nat.". T. 37, núm. 1-6. Madrid (1937).

Recibido: Diciembre 1974.

Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona)

Por L. VIA BOADA (*) y J. F. VILLALTA (**)

RESUMEN

Previa una breve exposición de conjunto referente a la fauna, a la naturaleza del sedimento, al estado de conservación de los fósiles y a la datación estratigráfica del yacimiento, se describe y se interpreta la impresión del único decápodo determinable, que se atribuye a una nueva especie del género *Pemphix* (*P. malladai*). Se subraya la importancia sistemática y filética de esta determinación y se presentan las fotografías de nueve de las restantes impresiones de decápodos, todas ellas de difícilísima interpretación sistemática.

RESUMÉ

On donne d'abord un aperçu général concernant la faune, la nature du sédiment, l'état de conservation des fossiles et la datation stratigraphique du gisement. Ensuite on décrit et interprète l'empreinte de l'unique décapode déterminable, qui est attribuée à une espèce du genre *Pemphix* (*P. malladai*). On souligne l'intérêt, au point de vue systématique et phylétique, de cette détermination et on fait la présentation photographique de neuf échantillons choisis parmi le reste d'empreintes de décapodes dont l'interprétation demeure très difficile.

1. BIOESTRATIGRAFIA Y LITOSTRATIGRAFIA DEL YACIMIENTO (VÍA-VILLALTA)

1.1. LOS FÓSILES DE MONTRAL-ALCOVER.

Las calizas tabulares del Muschelkalk superior, intensamente explotadas en la zona ubicada entre Alcover y Montral (Tarragona), contienen restos de una variada fauna francamente marina. Los grupos zoológicos que integran dicha fauna son los siguientes:

Merostomas y peces.—Constituyen las primicias de esta fauna y se han dado a conocer en varias publicaciones anteriores. En una de ellas se describe un merostoma de gran tamaño (*Heterolimulus gadeai*), el primero reconocido en España, representante de un nuevo género y una nueva familia de limúlidos (VILLALTA-VÍA, 1966).

Pero no son únicos los ejemplares descritos de estos dos grupos pues son mucho más los restos de *Heterolimulus gadeai* que han ido apareciendo juntamente con ejemplares de otras formas pequeñas, todavía inéditas, de merostomas del género *Mesolimulus*. Aún abundan más los restos de peces, más de un centenar de los cuales han sido estudiados en París por Mlle. LAURENCE BELTAN, del Instituto de Paleontología del Museum d'Histoire Naturelle, especialista en peces del Triásico. El resultado de este estudio ha sido la elaboración de una extensa memoria publicada por la Real Academia de Ciencias de Barcelona, en 1972. En ella se reconocen y describen numerosas especies y tres nuevos géneros de peces, entre ellos el celacántido antes referido, al que la señorita BELTAN ha denominado *Alcoveria brevis* en atención a la población de Alcover (lám. 2, f. 6).

(*) Director del Museo Geológico del Seminario de Barcelona y jefe de la Sección de Bioestratigrafía del C. S. I. C.

(**) Jefe de la Sección de Ecología del Cuaternario del Instituto J. Almera, del C. S. I. C.



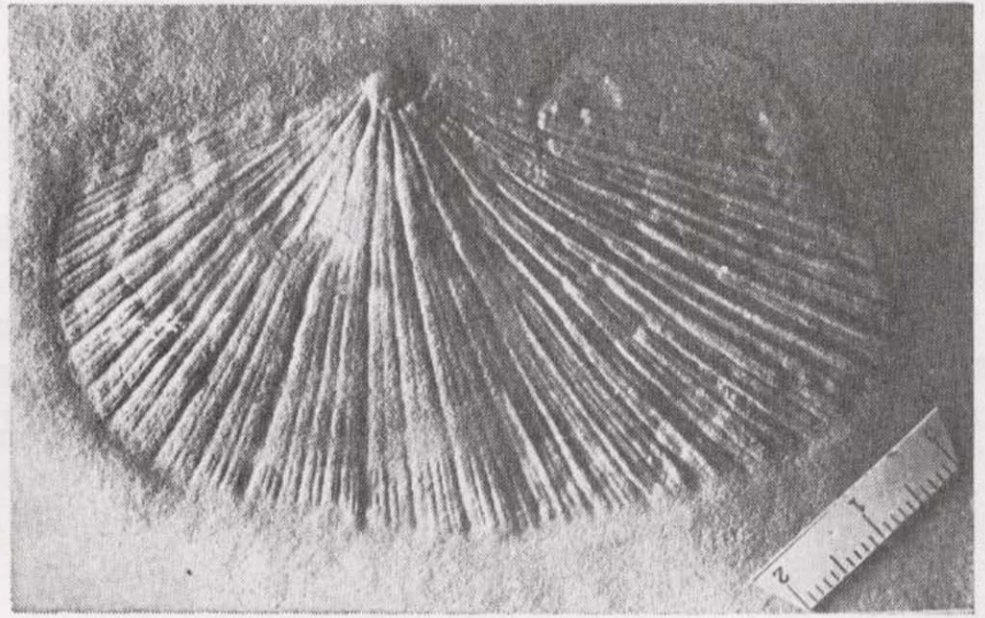
1



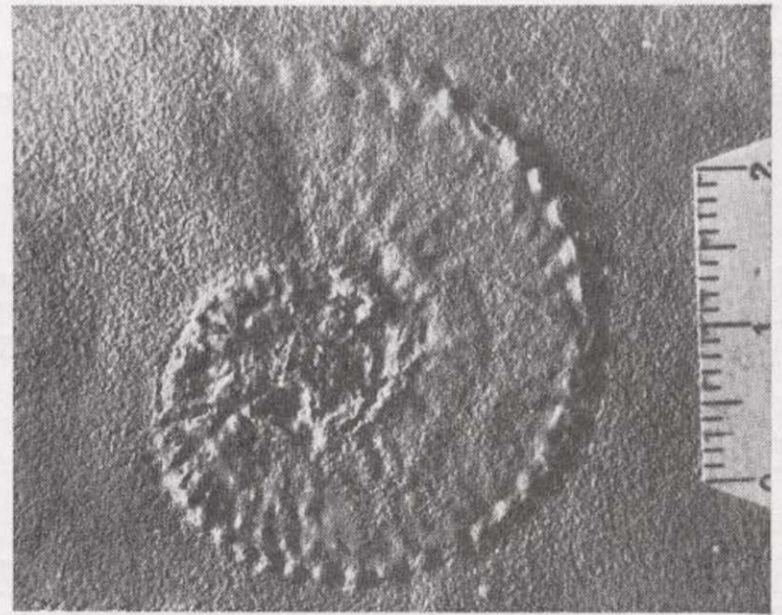
2



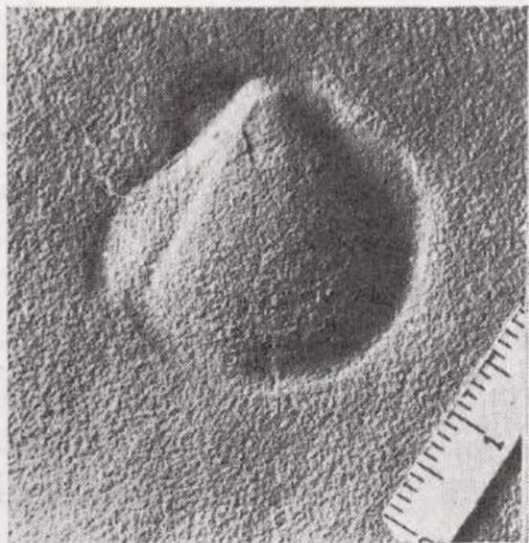
3



4



7



5



6



8

Lámina 1.

1. Aspecto de la extracción de las calizas tabulares en una de las canteras del señor Lucas.
2. El Dr. Seilacher (izquierda), Dr. Villalta, señor Moeller y el señor Cots, empresario de otra de las canteras, observando la operación de recortar una laja que contiene un fósil.

3. Impresión de una medusa referible al género *Eulithota* (*Semaeostomatida*).
4. *Daonella lommeli*. WISS. var. *hispanica*, VIRGILI.
5. *Entolium discites*, V. SCHL.
6. *Enantiostraeon* cfr. *difformis*, V. SCHL.
7. *Protrachiceras ibericum*, V. MOJS.
8. Braquiópodo de la familia *Rhynchonellidae*.

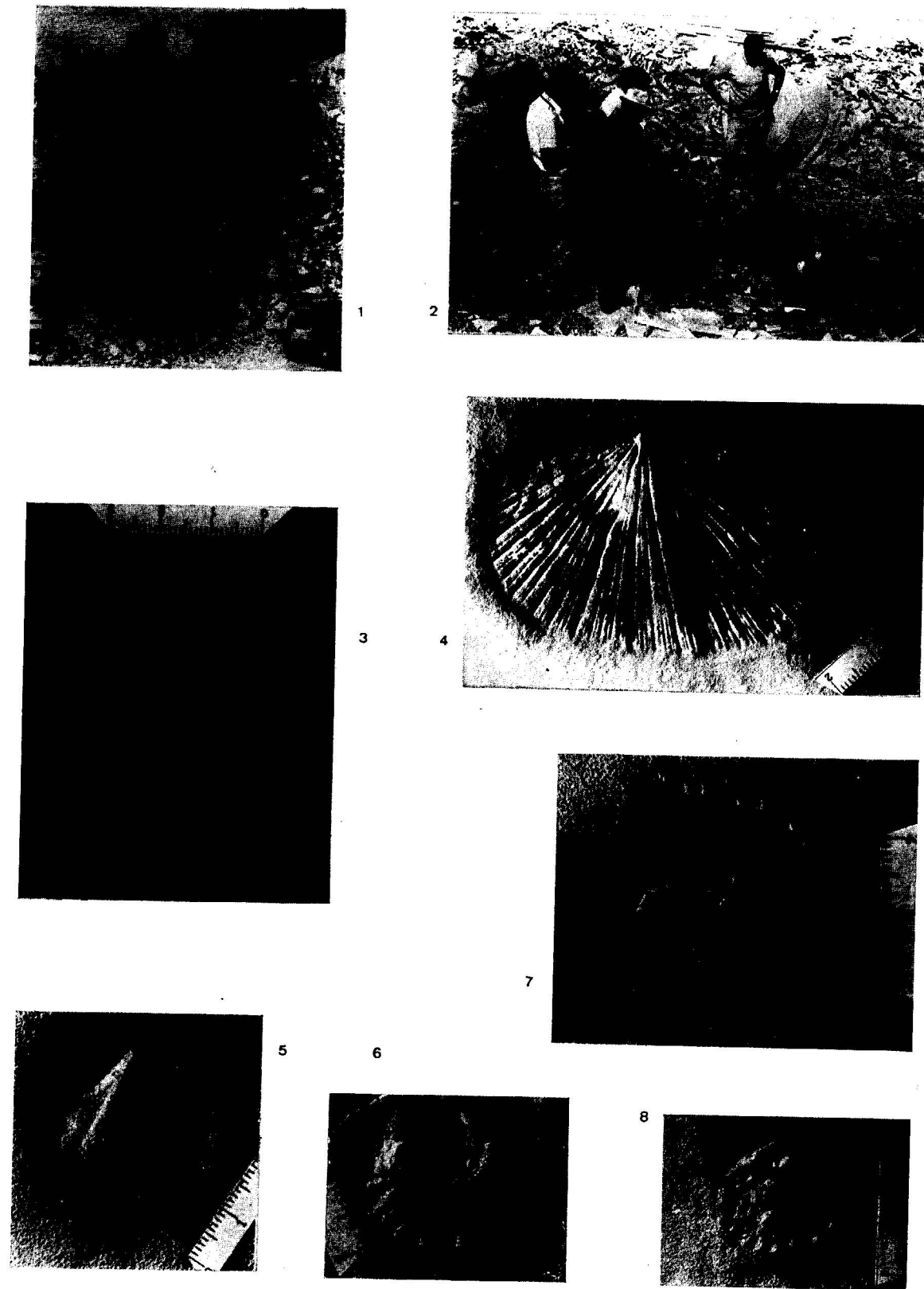


Lámina 1.

1. Aspecto de la extracción de las calizas tabulares en una de las canteras del señor Lucas.
2. El Dr. Seilacher (izquierda), Dr. Villalta, señor Moeller y el señor Cots, empresario de otra de las canteras, observando la operación de recortar una laja que contiene un fósil.
3. Impresión de una medusa referible al género *Eulithota* (*Semaeostomatida*).
4. *Daonella lommeli*. WISS. var. *hispanica*, VIRGILI.
5. *Entolium discites*, V. SCHL.
6. *Enantiostraeon* cfr. *difformis*, V. SCHL.
7. *Protrachiceras ibericum*, V. MOJS.
8. Braquiópodo de la familia *Rhynchonellidae*.

Reptiles.—Aunque menos abundantes, también se han encontrado varios ejemplares de Sauropterigios, pequeños reptiles euriápsidos hoy extinguidos, adaptados a la vía marina, que aparecen en el triásico y evolucionaron hasta dar lugar a los plesiosaurios. Todos los restos de los que tenemos noticia, algunos muy completos, corresponden al suborden *Nothosauria*. Tres de ellos son muy afines al *Lariosaurus balsami* CUR del Muschelkalk superior de Perledo, en la región alpina de Tessino (lám. 2.^a, f. 7 y 8). Otro ejemplar pertenece probablemente al género *Nothosaurus*. En el Museo de Berlín existe un quinto ejemplar —uno de los primeros fósiles encontrados en las canteras de Montreal —prematuramente evadido de España por motivos puramente lucrativos. Extraordinariamente interesante es un nuevo ejemplar de saurio tecodonto con caracteres aviformes, de posición sistemática todavía incierta y cuya descripción sumaria— con el nombre de *Cosesaurus aviceps*, nov. gen., nov. sp.— acaban de publicar en colaboración VILLALTA y ELLENBERGER.

Celentéreos.—Se han reconocido las impresiones de dos medusas (Discomedusas) distintas, una de ellas del orden RHIZOSTOMATIDA y otro del orden SEMAESTOMATIDA (lám. 1.^a, f. 3). Una y otra han sido confiadas a Mme. Goy del Museum de París para su estudio y una más exacta determinación.

Braquiópodos.—Son raros los indicios de este grupo. Con todo, es indudable la impresión de una forma de la familia Rhynchonellidae (lám. 1.^a, f. 8).

Lamelibranquios.—Son abundantes los restos de lamelibranquios, entre los que destacan las impresiones inconfundibles de *Daonella lommeli* var. *hispanica* VIRGILI, *Enantiostraeon* cfr. *difforme* V. SCHL. y *Entolium discites* (V. SCHL.) (lám. 1.^a, f. 4, 6 y 5).

Cefalópodos.—También abundan las impresiones de cefalópodos del suborden CERATITINA, predominando las especies *Protrachiceras ibericum* V. MOJS. y *Hungarites pradoi* V. MOJS. (lám. 1.^a, f. 7).

Equinodermos.

a) **Crinoideos.**—Sólo conocemos un ejemplar bastante completo, en relativo buen estado de conservación y que de momento podemos referir al género *Holocrinus* (lám. 2.^a, f. 5).

b) **Holoturioideos.**—Tenemos recogidos dos impresiones indudables. Una de ellas corresponde a una forma afín a las del género *Bentholites*, del or-

den ELASIPODA, que viven actualmente en zonas profundas del Océano Pacífico. La otra se asemeja más a las formas más conocidas del género *Holothuria* y puede incluirse por tanto en el orden ASPIDOCHIROTA (lám. 2.^a, f. 3, 4). Del estudio y determinación más exacta de estos ejemplares se ha encargado el especialista del Museum de París, Mr. Cherbonnier.

Crustáceos decápodos.—No son raros los restos de decápodos, pero todos ellos se encuentran muy mal conservados. Son rarísimos los que presentan siquiera una impresión definida de lo que fue el cuerpo del animal. La mayoría son como sombras, que sólo traducen la silueta, muy difuminada, del ejemplar. En la segunda parte de este trabajo se describe y deetrmina una de las impresiones que, excepcionalmente, presenta algún contorno definido y alguno que otro vestigio de la ornamentación del cuerpo y de algunos pereiópodos (*Pemphix malladaí*) (lám. 3.^a, y 4.^a).

1.2. "LA PIEDRA DE ALCOVER".

Todos los ejemplares aparecen exclusivamente en la llamada "piedra de Alcover", roca calcárea muy compacta, muy bien estratificada, que se separa en lajas de variado grosor que raramente sobrepasa los 10 centímetros. Dada la regularidad de la estratificación, casi horizontal, alterada únicamente por diaclasas y fallas de pequeño salto, las lajas son de fácil extracción y fácil fractura para los canteros experimentados. Se trata de una caliza tabular amarillenta, muy compacta, intensamente dolomitizada y de estructura claramente sacaroidea, aunque de grano muy fino. La gran masa de estos sedimentos se extiende en buena parte de los términos municipales de Alcover y Montral, y es atravesada por la carretera que une dichas poblaciones entre los kilómetros 8 y 10, aproximadamente (Hoja de Cornudella, núm. 445, del mapa topográfico nacional al 1:50.000).

Conocida desde muy antiguo, de unos diez años a esta parte la "piedra de Alcover" es explotada en gran escala por varios empresarios que cuentan con la más moderna maquinaria de extracción (lám. 1.^a f. 1, 2).

A pesar de lo que hace suponer la enumeración que procede, los fósiles de estas calizas no son abundantes. La prueba es que nunca habían sido localizados durante los largos años de extracción rutinaria, a pequeña escala probablemente iniciada en

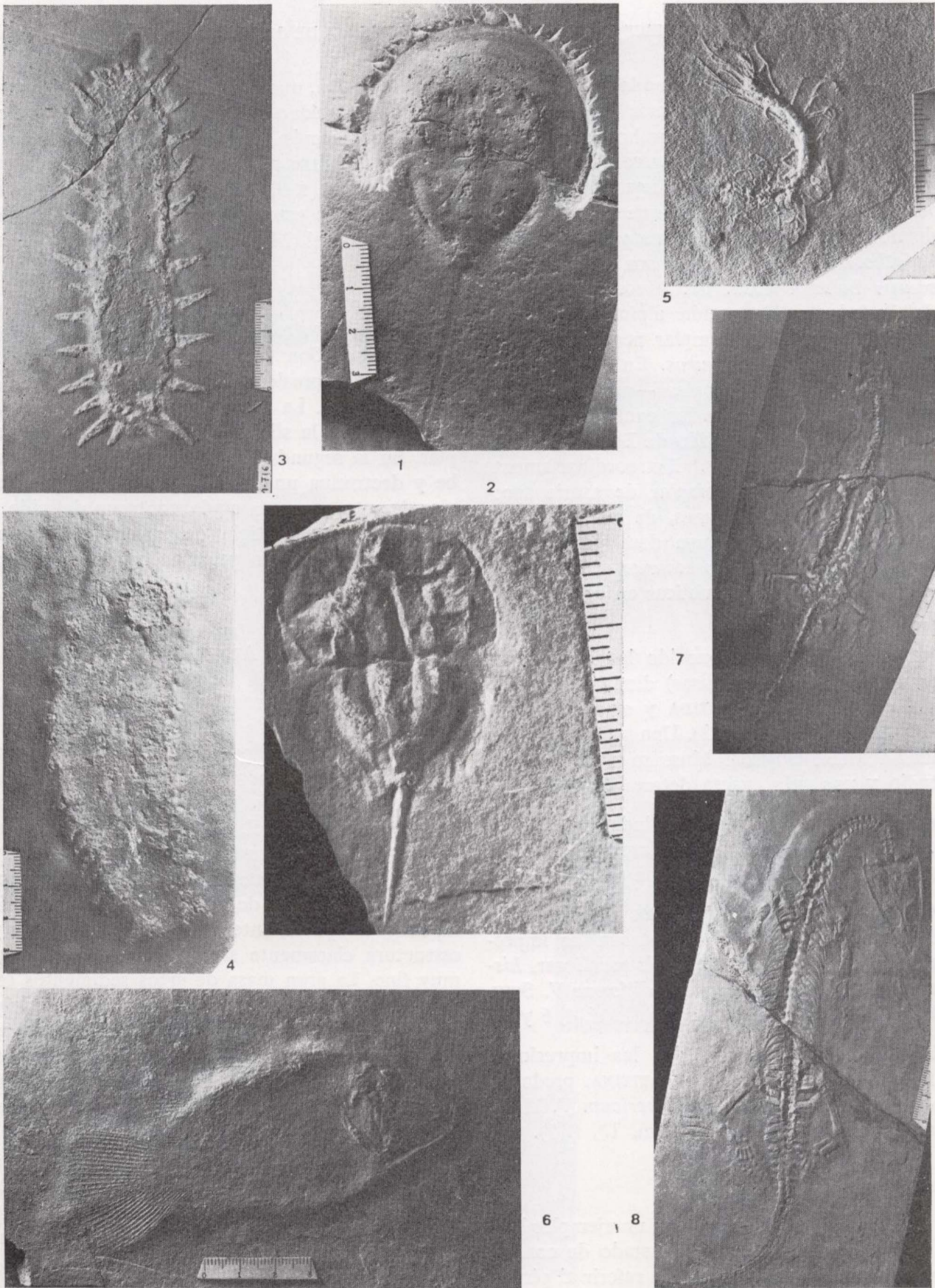


Lámina 2

1. Limúlido inédito del grupo *Mesolimulus*.
2. Forma juvenil de *Heterolimulus gadeai*, VÍA-VILLALTA.
- 3 y 4. Holoturoideos del orden *Aspidochirota* y *Elasipoda*, respectivamente.
5. Crinoideo referible al género *Holocrinus*, con los artejos no deformados.
6. *Alcoveria brevis*, BELTAN, nov. gen., nov. sp., uno de los varios ejemplares del nuevo género de celecántidos dedicado por Mlle. BELTAN a la población de Alcover.
- 7 y 8. Ejemplares de pequeños reptiles, afines a *Lariosaurus balsami* CUR, especie típica del Muschelkalk alpino.



Lámina 2

1. Limúlido inédito del grupo *Mesolimulus*.
2. Forma juvenil de *Heterolimulus gadeai*, VÍLLALTA.
- 3 y 4. Holoturoideos del orden *Aspidochirota* y *Elasipoda*, respectivamente.
5. Crinoideo referible al género *Holocrinus*, con los artejos no deformados.
6. *Alcoveria brevis*, BELTAN, nov. gen., nov. sp., uno de los varios ejemplares del nuevo género de celecántidos dedicado por Mlle. BELTAN a la población de Alcover.
- 7 y 8. Ejemplares de pequeños reptiles, afines a *Lariosaurus balsami* CUR, especie típica del Muschelkalk alpino.

época romana. Solamente a partir de la mecanización y de la ampliación de las explotaciones empezaron a aparecer los fósiles. Es muy natural que en miles de toneladas de piedra extraída, aunque sea a razón de un fósil por cada dos o tres toneladas, los hallazgos sean frecuentes.

Hay que contar también con el interés y la perspicacia de los obreros. Aparte del incentivo que pueda representar para ellos una vulgar propina, el repetido contacto con los paleontólogos ha tenido la virtud de instruirles acerca del significado de los fósiles. Al mismo tiempo todo el personal de las canteras, obreros, capataces y empresarios, van tomando conciencia del alto valor de su colaboración con los científicos. Basta decir que pasan de veinte las visitas que con el Dr. Villalta hemos efectuado a las explotaciones, en algunas de ellas acompañados por el Dr. LEHMAN y la Dra. BELTAN, de París, del Dr. SEILACHER, de TÜBINGEN y otros especialistas. De otra manera, no interesando al personal de las canteras, habría sido imposible reunir el ya respetable conjunto de material que permite abordar tanto el estudio especial de cada grupo como el estudio de conjunto de toda la fauna y de las condiciones de yacimiento. Estudio que —además de su valor intrínseco por la extraordinaria novedad que representa en un Trias hasta ahora considerado como paleontológicamente pobre— constituye una inapreciable premisa para más amplios estudios paleontológicos y paleobiológicos a nivel nacional e internacional.

1.3. LA CONSERVACIÓN DE FÓSILES.

Es de notar que la mayoría de los restos reconocidos se encuentran en forma de impresión —molde y contramolde— en la superficie de separación de los estratos. Raramente se conservan fosilizadas las partes duras del animal. Sólo unos fragmentos de huesos, reducidos a masas de caliza dolomítica, algo más groseramente sacaroidea y más blanca que el resto de la impresión y de la ganga, se han conservado en alguno de los reptiles. También en el bloque que contiene *Perleidus giganteus*, un ejemplar gigantesco conservado en el Museo de Alcover, se conservan huesos de este pez. Se trata de caliza muy dura, esta vez seguramente no dolomitizada. Constituye una excepción el único crinoideo ya mencionado, cuyos numerosos artejos, aún los más pequeños, se conservan enteros aunque en las mismas condiciones de dolomitización. De los demás ani-

males que poseen partes duras (moluscos, braquiópodos, merostomas y crustáceos) no queda ni siquiera una película de materia fosilizada. Y entre todos ellos, como se ha indicado, los decápodos son los que aparecen más desfigurados.

El Dr. SEILACHER —con el objeto de preparar, junto con su discípulo G. MOELLER una comunicación para el Congreso de Sedimentología celebrado en 1971 en Heidelberg— estuvo unos días en Alcover para estudiar los límites geográficos, la posición y naturaleza de los sedimentos de las canteras, etc., de la cuenca sedimentaria. También, en el Laboratorio del Museo del Seminario, dedicó varias sesiones al estudio de unos trescientos restos fósiles procedentes de las canteras de Alcover-Montral. Entre otras observaciones pudo comprobar, por la aplicación de rayos ultravioleta, que ninguno de dichos restos contenía el menor rastro de fosfatos u otra clase de materia orgánica.

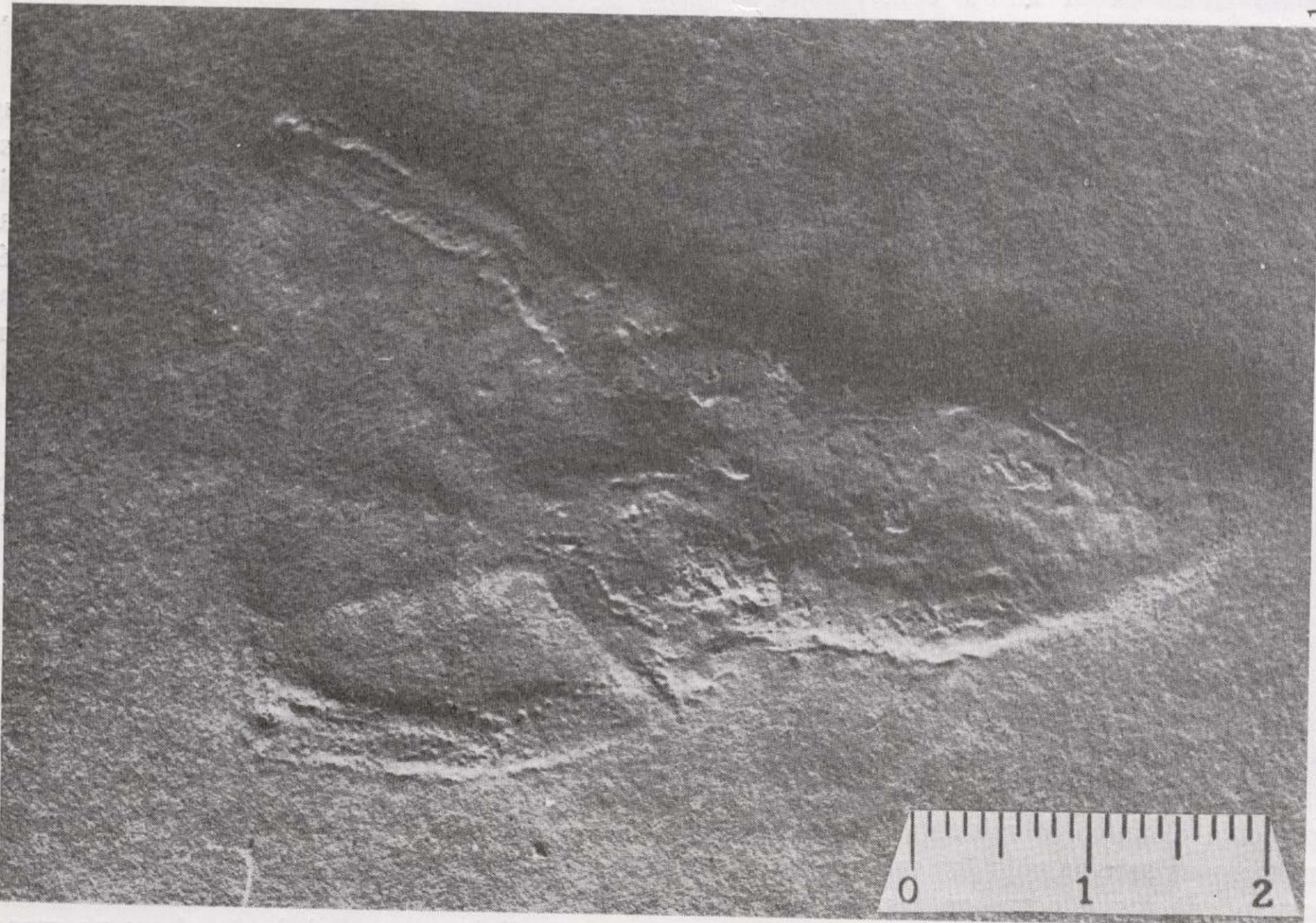
Por otra parte son rarísimos los restos deformados, siendo también muy pocos los que presentan partes rotas o desplazadas, lo cual supone una sedimentación muy tranquila.

En vivo contraste con la desaparición de las partes duras de la mayoría de los demás grupos, sorprende la conservación de las impresiones bien definidas de las dos medusas y de los dos hermosos ejemplares de holoturias (lám. 1.^a, f. 3; lám. 2.^a, f. 3, 4).

La total mineralización de los fósiles, la particular selectividad en la preservación de los distintos restos de animales, la relativa escasez de microfósiles, junto con la total ausencia de microfósiles, parecen obedecer principalmente al proceso diagenético de dolomitización. En realidad los restos encontrados, aun siendo en absoluto numerosos y variados, no traducirían toda la complejidad de la tanatocenosis y aún menos de la biocenosis en las que estuvieron integrados. Probablemente sólo se trata de algunos de los restos o vestigios que dicho proceso diagenético, en general destructivo de toda estructura orgánica, habría respetado.

1.4. DATACIÓN ESTRATIGRÁFICA.

La presencia y relativa abundancia de algunas especies de moluscos típicos, como son *Daonella lommeli* var. *hispanica*, *Entolium discites*, *Protrachiceiras ibericum* y *Hungarites pradoi*, permiten atribuir las calizas fosilíferas de Alcover-Montral al *longobardiense* (*Ladiniense medio*), hasta ahora no carac-



1 2

Lámina 3

1. Holotipo de la especie, fotografiado con luz rasante.
2. Interpretación aproximada de los rasgos genéricos y específicos sobre la fotografía anterior. Obsérvese los tres fragmentos aislados de la costra del cefalotórax que se han conservado, con su densa granulación.

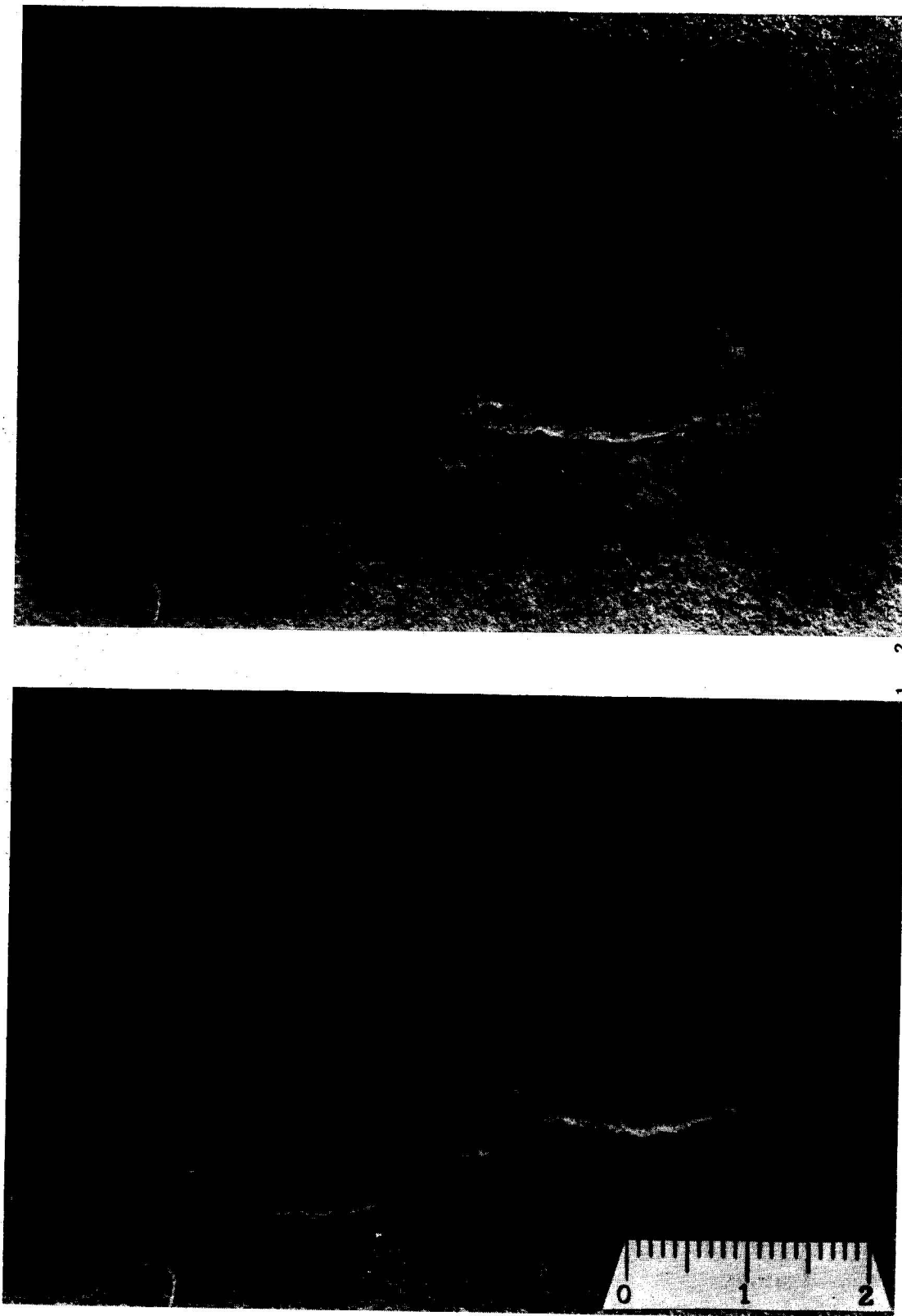


Lámina 3

1. Holotipo de la especie, fotografiado con luz rasante.
2. Interpretación aproximada de los rasgos genéricos y específicos sobre la fotografía anterior. Obsérvese los tres fragmentos aislados de la costra del cefalotórax que se han conservado, con su densa granulación.

terizado fuera de la zona de Mora de Ebro-Campesines, en la misma provincia de Tarragona (VIRGILI, 1958, pp. 57, 795).

1.5. COMPROBACIÓN PALEOBIOGEOGRÁFICA Y PALEOECOLÓGICA.

La identificación de un decápodo del género *Pemphix* (esencialmente germánico), la presencia de reptiles de los géneros *Lariosaurus* y *Nothosaurus* y el resultado del estudio de los peces (BELTAN, 1972), junto con el estudio todavía incompleto de los restantes grupos de invertebrados, permiten desde ahora apuntar una interesante conclusión de tipo paleobiogeográfico. En efecto, los fósiles de Montral-Alcover aportan una clara comprobación de la idea ya expresada por VIRGILI (1958, 1960-1962) según la cual la fauna del Muschelkalk de los Catalánides se caracteriza por una mezcla de formas típicamente alpinas con otras propias de las cuencas germánicas. Sin menoscabo de las variadas nuevas formas locales y de los nuevos taxones que ellas han permitido establecer, de indiscutible valor sistemático y paleobiológico.

Según SEILACHER y MOELLER las calizas tabulares de Montral-Alcover se habrían depositado en una extensa área de sedimentación separada del mar libre por una barrera formada principalmente por un arrecife de Dasieladáceas y otras algas constructoras. Aisladas por esta barrera, las aguas de esta cuenca, casi lagunar, permanecían muy tranquilas explicándose así, como se ha dicho, que casi todos los fósiles —más o menos perfectamente conservados— se presentan enteros y sin deformación. El mecanismo de la sedimentación pudo haber sido tanto por corrientes de turbiedad como por precipitación calcárea rápida. En su conjunto, la situación y el espectro ecológico de Montral-Alcover son muy semejantes al del célebre yacimiento titónico de calizas tabulares de Solnhofen.

2. ESTUDIO DE LOS CRUSTACEOS DECAPODOS (VIA)

2.1. LOS DECAPODOS TRIÁSICOS.

Los restos más antiguos de crustáceos del orden decápodos datan del Permotriás y corresponden a dos especies de macruros: *Antrimpos madagascariensis*

riensis VAN STRAELE, 1933, especie malgache del infraorden Penaeideos representante de las formas nadadoras (*Natantia*) y *Protoclytiopsis antiqua*, BIRSTEIN, 1958, especie siberiana del infraorden Astacideos, representante de las formas reptadoras (*Reptantia*).

No aparecen otros restos hasta el Bundsandstein superior que en diversos yacimientos del triás germánico ha dado otra forma nadadora *Antrimpos atavus* y tres formas de macruros reptadores. En los depósitos del Muschelkalk y Keuper los restos de decápodos van siendo cada vez más frecuentes.

En 1928 V. STRAELEN, en un trabajo de síntesis sobre decápodos triásicos, reúne todos los datos entonces conocidos y enumera cuatro especies correspondientes a tres géneros de macruros nadadores (Penaeideos) y diecisiete especies de macruros reptadores, repartidos entre nueve géneros.

Recientemente, en 1967, R. FÖRSTER ha publicado un documentado trabajo sobre la sistemática, ecología y filogenia de los decápodos reptantes del Triás. En él se revisan o describen 24 formas. A estas 24 formas de macruros reptadores en la actualidad deben sumarse siete formas de macruros nadadores y una nueva especie (*Pseudoglyphea alpina*) (*reptantia*) descrita por Förster en este mismo trabajo.

Osea, que los restos de decápodos triásicos actualmente reconocidos corresponden exclusivamente a macruros y han dado lugar a la descripción de 32 formas diferentes.

Su distribución, de acuerdo con la ordenación sistemática del *Treatise of Invertebrate Paleontology* (GLAESSNER, 1969), sería la siguiente:

Penaeideos (Natantia):

Antrimpos madagascariensis, V. STRAELEN, 1936;
A. atavus, BILL, 1914; *A. crassipes*, BRONN, 1858; *A. juvavensis*, V. STRAELEN, 1940.

Aeger lehmanni, LANGENHAN, 1910; *A. straeleni*, GLAESSNER, 1929.

Bombur aonis, BRONN, 1858.

Astacideos (Reptantia):

Protoclytiopsis antiqua, BIRSTEIN, 1958.

Clytiopsis argentoratensis, BILL, 1914; *C. thuringica*, FÖRSTER, 1967, *C. sp.*

Clytiella spinifera, GLAESSNER, 1931.

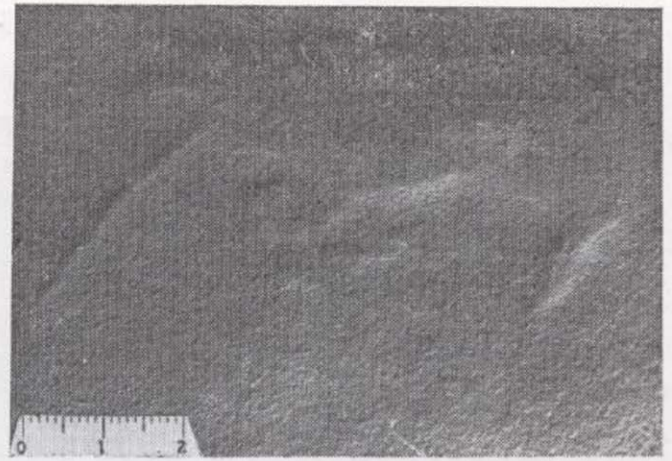
Paraclytiopsis hungarica, ORAVECZ, 1962.



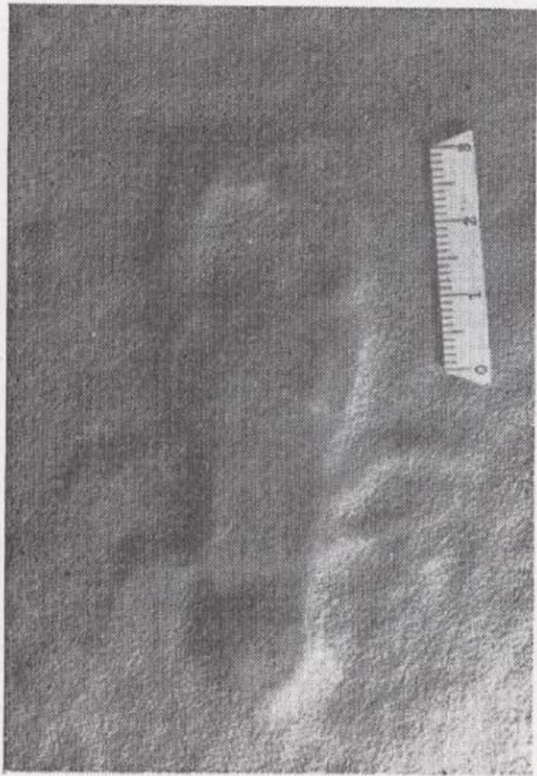
1



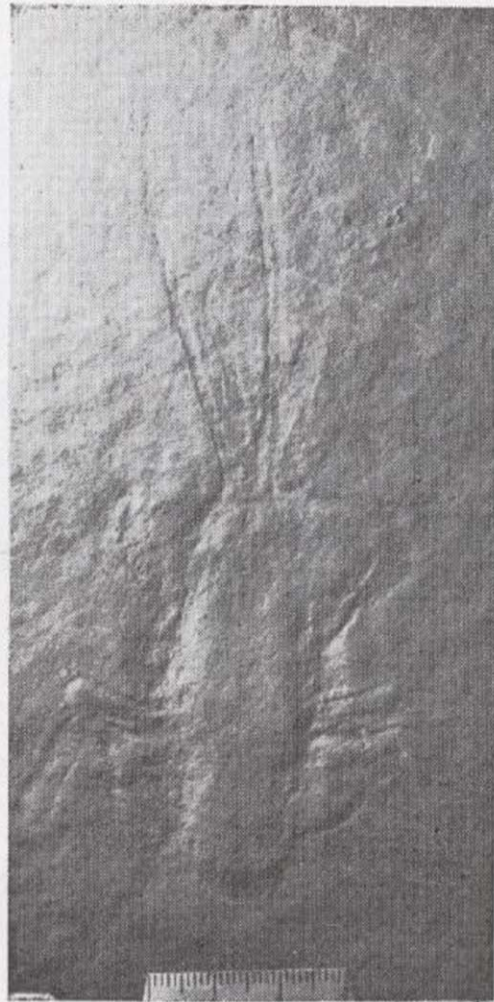
3



2



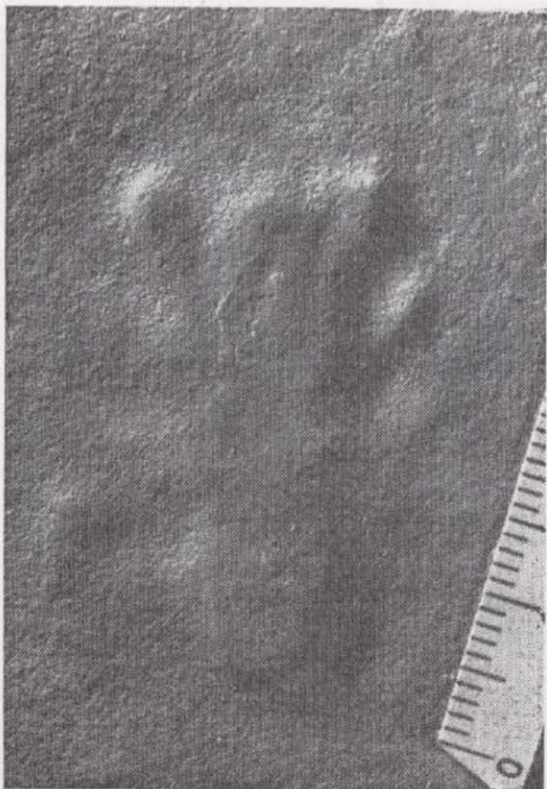
4



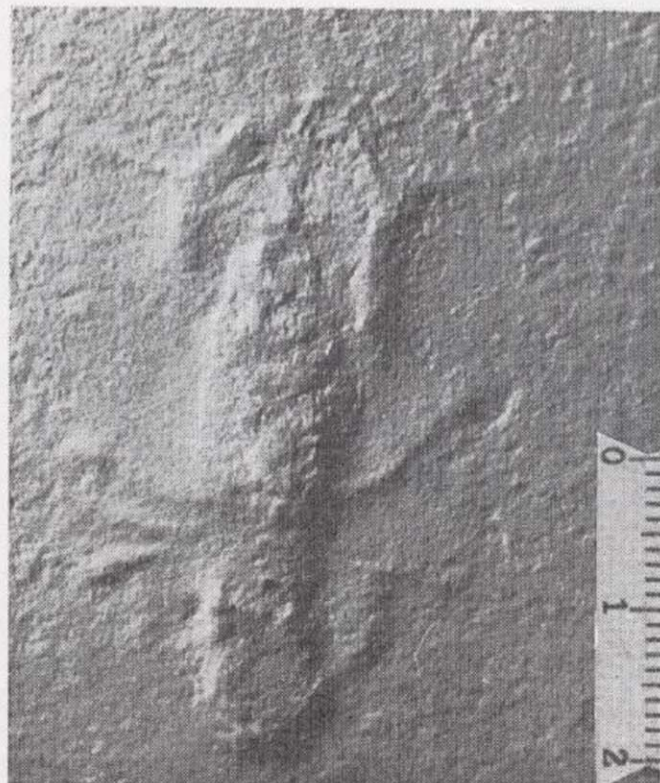
5



6



7



8



9

Lámina 4

Huellas de decápodo en las que no se delimita ningún anillo ni ningún artejo que permita su determinación. De las figuras 1 y 2 sólo puede afirmarse que corresponden a macruros nadadores. El número 8 podría corresponder al género *Pemphix*. No es del todo improbable que se tra-

te incluso de *P. malladai*. 4, 6 y 7: Según juicio de FÖRSTER podrían corresponder a formas de la familia Erymidae. Los restantes, especialmente el número 3, son de muy difícil interpretación.

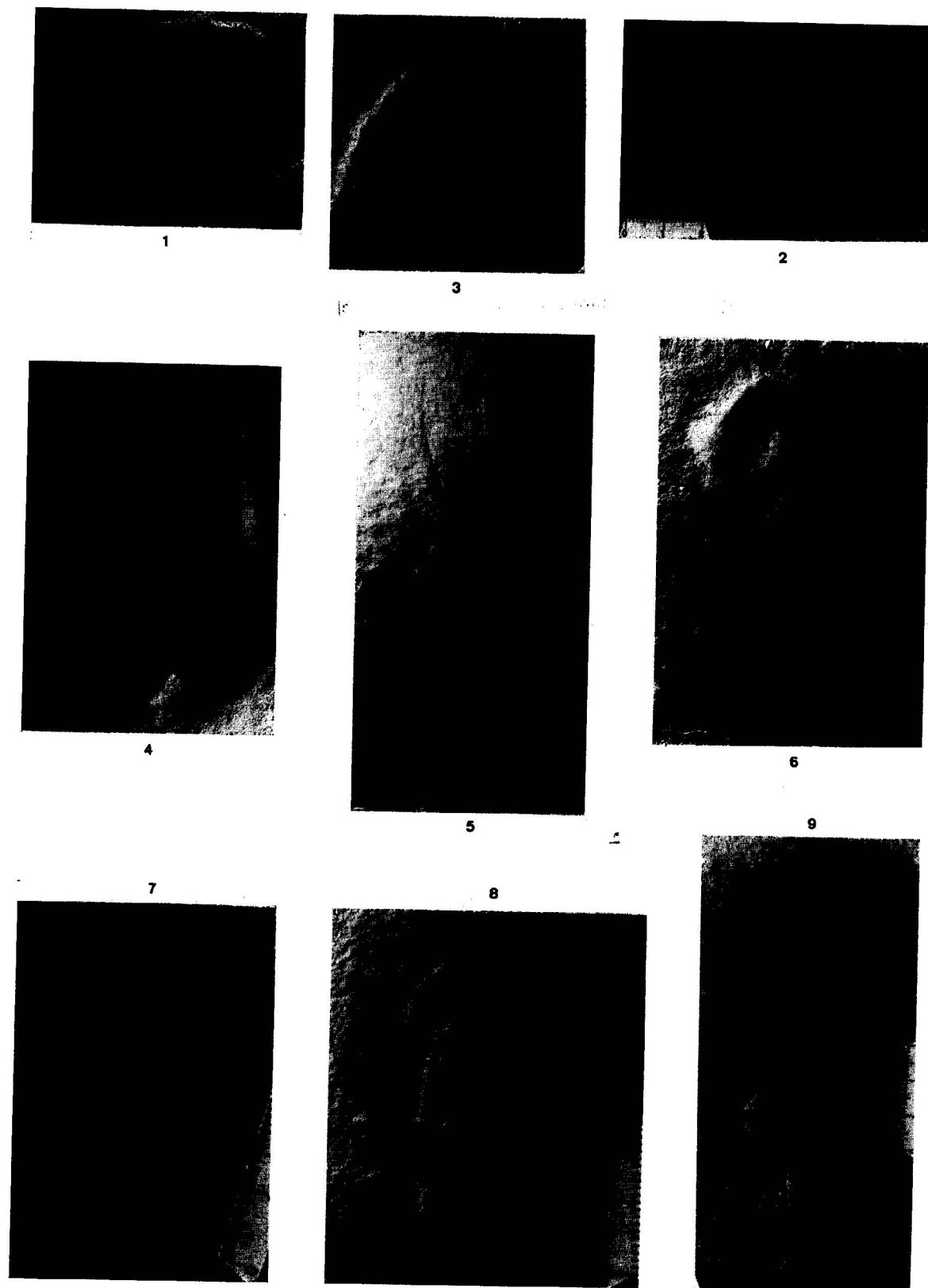


Lámina 4

Huellas de decápodo en las que no se delimita ningún anillo ni ningún artejo que permita su determinación. De las figuras 1 y 2 sólo puede afirmarse que corresponden a macruros nadadores. El número 8 podría corresponder al género *Pemphix*. No es del todo improbable que se tra-

te incluso de *P. malladai*. 4, 6 y 7: Según juicio de FÖRSTER podrían corresponder a formas de la familia Erymidae. Los restantes, especialmente el número 3, son de muy difícil interpretación.

Platycheila trauthi, GLAESSNER, 1931.

Platypleon nevadensis, V. STRAELEN, 1936.

Lissocardia silesiaca, H. V. MEYER, 1851; *L. badensis*, ASSMANN, 1927.

"*Litogaster*" *keuperinus*, KUHN, 1939.

Palinuros (Reptantia):

Aspidogaster durlachensis, FÖSTER, 1967; *A. limicola*, KONIG, 1920; *A. meyeri*, V. ALBERTI, 1864.

Litogaster obtusa, H. V. MEYER, 1844, *L. sp.*

Pseudoglyphaea spinosa, ASSMANN, 1927; *P. mulleri*, V. STRAELEN, 1936; *P. alpina*, FÖRSTER, 1971.

Glyphaea tantalus, WOHRMANN, 1892.

Pseudopemphix alberti, H. V. MEYER, 1840.

Pemphix sueuri, DESMAREST, 1822. *P. silesiacus*, ASSMANN, 1927.

Tetrachela raiblana, BRONN, 1858.

Tropifer laevis, GOULD, 1857.

2.2. PEMPHIX MALLADAI, NUEVA ESPECIE DE DECAPODO MACRURO.

Ya queda dicho que los restos de crustáceos recogidos en Montral-Alcover son los que han quedado más desfigurados en el proceso de fosilización. Se trata siempre de impresiones en relieve generalmente suave, de contorno impreciso, sin ningún artejo o anillo bien delimitados. Son como siluetas difuminadas, como una "sombra" del cuerpo y de algunos apéndices del animal originario. Realmente casi lo único que puede apreciarse de lo que pudieron ser la forma y el relieve primitivos se debe a las sombras proyectadas y fotografiadas mediante luz muy rasante y según varias direcciones.

Uno solo de los ejemplares conserva el contorno definido del primer par de pereiódops (P_1) y de una parte del pereión. También conserva impresiones indudables de la ornamentación espinosa de dichos pereiódops y unos pequeños fragmentos completamente mineralizados de la costa granulosa del caparazón. Gracias a estos detalles ha sido posible la comparación con las formas triásicas más afines y reconocer en nuestro ejemplar una nueva especie del género *Pemphix*, que se describe a continuación.

Orden: DECAPODA, LATREILLE, 1803

Suborden: PLEOCYEMATA, BURKENROAD, 1963.

Infraorden: PALINURA, LATREILLE, 1803.

Superfamilia: GLYPHEOIDEA, WINCKLER, 1883.

Familia: PEMPHICIDAE, V. STRAELEN, 1928.

Género: PEMPHIX, V. MEYER, 1840.

Pemphix malladai n. sp.

Holotipo.—Ejemplar M-570 del registro del Museo Geológico del Seminario de Barcelona (Sección de Bioestratigrafía del C. S. I. C.).

Locus typicus.—Canteras de Montral-Alcover.

Derivatio nominis: *malladai*, en homenaje al insigne paleontólogo LUCAS MALLADA, autor del "Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona" (1890).

Stratum typicum.—*Longobardiense* (Ladiniense medio). Nivel de *Daonella lommeli* var. *hispanica* VIRG. y *Protrachiceras ibericum*, V. MOJS.

Material.—Un único ejemplar, holotipo, cuyocefalotórax, incluido el rostro, mide 27 milímetros (lám. 3, f. 1, 2).

Diagnosis.—Caparazón alargado, de superficie finamente y densamente granulosa, con las regiones del dorso poco acusadas, delimitadas por depresiones muy suaves. Carpo y própodo del primer par de pereiódops largos y robustos, con algunas filas longitudinales de tubérculo espinosos.

Descripción del holotipo.—Consiste en una impresión muy imperfecta del animal en posición dorsal lateral, quedando oculta buena parte de su flanco izquierdo. A pesar de todo pueden observarse o deducirse algunos rasgos de indudable interés sistemático, como son las crestas espinosas de la parte anterior del caparazón y la forma peculiar (subquelada) del primer par de pereiódops, los cuales no terminan en pinza sino en uña. Por este último carácter puede asegurarse que se trata de una forma del infraorden PALINURA.

Por las antedichas crestas espinosas longitudinales que guarnecen la región rostral, gástrica y antenal se deduce que, dentro de los PALINURA, corresponden a la superfamilia GLYPHEOIDEA y, dentro de ésta, a la familia PEMPHICIDAE y al género *Pemphix*, por el desarrollo longitudinal y forma espatulada del rostro.

Teniendo en cuenta que el aplastamiento general del cuerpo y de los pereiódops —con la consiguiente deformación y una ligera torsión de la parte an-

terior del cefalotórax— no permiten precisar otros detalles, los rasgos específicos de nuestro ejemplar serían los siguientes:

Caparazón alargado, con las regiones al dorso y de los flancos ligeramente diferenciadas, delimitadas por depresiones suaves, poco profundas; toda la superficie es finamente y densamente granulosa, según muestran varios fragmentos de la costra primitiva que excepcionalmente se han conservado y en los que pueden observarse unos gránulos romos, bien definidos y muy apretados. Rostro alargado, con sus bordes laterales guarnecidos por sendas filas ligeramente convergentes de tubérculos espinosos, que permiten deducir el contorno algo espatuliforme del conjunto. Hacia atrás dichas filas continúan y divergen ampliamente, arqueándose y separando la región gástrica de las regiones antenales contiguas. Dentro de la región gástrica se adivinan otras filas arqueadas más reducidas, paralelas a las anteriores. Otras dos filas o crestas longitudinales de tubérculos espinosos delimitan lateralmente la región frontal-orbital, terminando hacia adelante con sendas espinas antenales. La sutura media dorsal es muy conspicua y empieza hacia la mitad del rostro.

Los pereiópodos del primer par (P_1) son largos y robustos. El carpo y el própodo son notablemente alargados, tienen la superficie fuertemente granulosa y algunos de sus gránulos mayores, espinosos, forman filas longitudinales. El izquierdo conserva el dactilo, alargado y agudo, el cual no forma verdadera pinza y sólo se aplica por su base contra el diente con que termina el borde antero-interior del própodo. El pereiópodo derecho no conserva el dactilo, aparece como retorcido y la parte conservada y visible del mismo correspondería a su cara inferior.

De los demás pereiópodos se conserva el relieve muy esfumado de sus primeros artejos, sólo visibles por la sombra producida por luz rasante. Lo mismo cabe decir del abdomen cuyo contorno a pesar de su imprecisión, permite comprobar que está ladeado y retraído.

2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA NUEVA ESPECIE.

El género *Pemphix* es exclusivo del Trías y, como se ha visto en la lista-resumen anterior, está representado por sólo dos especies: *P. sueuri*, DESMAREST y *P. silesiacus*, ASSMANN.

P. sueuri es considerado por FÖRSTER (1967) como el más difundido y frecuente de todos los decápodos del Trías y en dicho trabajo reconoce y estudia 45 restos de caparazón, repartidos en varias colecciones de Alemania. Algunos de dichos restos, raros, proceden del Muschelkalk inferior de Heidelberg y de Krappitz (Alta Silesia) pero en su gran mayoría corresponden a varios yacimientos del Muschelkalk superior del norte, centro y sur de Alemania. También ha sido citado, como muy raro, en el Muschelkalk superior de la Provenza (CHARLES, 1948). Se trata de una forma relativamente grande, cuyo cefalotórax, sin el rostro, puede alcanzar hasta 68 mm de longitud. Difiere de *P. malladai* por una mayor anchura del rostro, por la granulación del dorso del caparazón, mucho menos densa y con los gránulos mucho mayores, especialmente en las regiones branquiales; por el relieve mucho más acentuado de todas las regiones y por un menor desarrollo en longitud del carpo y del dactilo de P_1 .

P. silesiacus, aparte de su menor tamaño (cefalotórax, sin el rostro, de 19-29 mm de longitud), es otra especie muy parecida a *P. sueuri* y fue establecida por ASSMANN (1927, 1937) a base de 21 ejemplares procedentes del Muschelkalk inferior de Tarnowitz (Alta Silesia). Por el tamaño del cefalotórax, por el relieve no tan acusado de las regiones del mismo y por la disposición general de las crestas espinosas de la región gástrica, frontal y antenal se parece mucho a la forma española. Con todo, en *P. silesiacus* el rostro es mucho más ancho y la granulación del dorso también difiere notablemente por su menor densidad y por el mayor tamaño de los gránulos en todas las regiones.

No deja de llamar la atención cierta convergencia entre algunos caracteres observables en la nueva forma española *P. malladai* y los de *Pseudopemphix albertii* (V. MEYER). El parecido afecta principalmente al rostro, más alargado y estrecho, menos espatuliforme, que en las formas del género *Pemphix*. También coinciden notablemente la doble fila de crestas espinosas arqueadas de la región gástrica.

2.4. LA FAMILIA PEMPHICIDAE VAN STRAELLEN (Sistemática y Filogenia).

Hasta el presente, la familia PEMPHICIDAE estaba integrada por sólo tres especies, las dos anteriores del género *Pemphix* (*P. sueuri* y *P. silesiacus*) y una

tercera, única representante del género, *Pseudopemphix* (*P. albertii*). Salvo unas restos de *P. sueuri*, reconocidos en el Muschelkalk superior de Provenza (CHARLES), la totalidad de los ejemplares de las tres especies proceden del Muschelkalk de Alemania.

P. albertii fue descrita por K. V. MEYER en 1840 y 1854, y en 1903 fue desglosada por WUST, para formar con ella el nuevo género *Pseudopemphix*. Este género se caracteriza principalmente, según WUST, por la terminación en pinza del primer par de pereiópodos, en contraste con la forma subquelada, con uña terminal, tan característica de *Pemphix sueuri*.

Junto a la especie-tipo del nuevo género, WUST alineó una nueva forma que él descubrió, basándose en un ejemplar también determinado como *Pemphix albertii* MEYER, por el propio F. V. ALBERTI, en 1864, y que WUST denominó *Pseudopemphix fritschi*.

ASSMANN, en 1927, describió como *Pseudopemphix* la nueva especie *P. spinosus*, y atribuyó al mismo género un ejemplar descrito también por F. V. ALBERTI, en 1864, como *Pemphix meyeri*, y que WUST, en 1903, había tomado como base de un nuevo género, *Seebachia*, que, según GLAESNER y otros autores posteriores es sinónimo de *Pseudopemphix*.

Son cuatro, por lo tanto, las especies atribuidas al género *Pseudopemphix*: *P. albertii* (V. MEYER), *P. fritschi* WUST, *P. meyeri* (ALBERTI) y *P. spinosus* ASSMANN, todas ellas procedentes del Muschelkalk germano, con la particularidad de que las tres primeras fueron desglosadas del género *Pemphix*.

Según el criterio de FÖRSTER (1967), de las cuatro especies, sólo *P. albertii* (V. MEYER) subsiste como base y representante único del género *Pseudopemphix* y *Pseudopemphix fritschi* pasaría a sinónimo; *P. meyeri* correspondería al género *Aspidogaster* ASSMANN, y *P. spinosus*, probablemente, al género *Pseudoglyphaea*.

Como se ha dicho antes, la familia PEMPHICIDAE quedaría, por tanto, reducida a dos géneros: *Pemphix*, con dos formas, *P. sueuri* V. MEYER y *P. silesiacus* ASSMANN y *Pseudopemphix*, con una especie,

P. albertii (V. MEYER).

Ya queda también indicado que los restos fósiles que dieron lugar a la creación de dicha familia por

V. STRAELEN, en 1928, son bastante numerosos y muchos de ellos se encuentran en relativo buen estado, especialmente por lo que se refiere a las regiones del dorso y a los pereiópodos de *Pemphix sueuri*, la más representativa de las especies. Sólo de esta especie FÖRSTER ha examinado (1967) 45 restos de caparazones, MEYER (1840) habla de un centenar de ejemplares y ASSMANN (1903) basa su estudio en 51. De *Pemphix silesiacus* sólo se han citado los 21 ejemplares estudiados por ASSMANN, entre los cuales no se encuentra ningún artejo terminal de *P.*

La singularidad de la familia PEMPHICIDAE consiste en una clara diferenciación de las regiones del dorso delimitadas por los surcos cervical, postcervical y branquiocárdico y por la acusada lobulación de la parte anterior (región gástrica, especialmente) del caparazón, recorrida también por crestas longitudinales. Por tales rasgos, en coincidencia con la forma subquelada de los primeros pereiópodos (P_1) y atendida la edad triásica de todos los materiales, actualmente se supone que la familia PEMPHICIDAE habría dado lugar a los PALINUROS a partir del género *Pemphix*, y a los BRAQUIUROS, a partir del género *Pseudopemphix* (FÖRSTER, 1967; GLAESNER, 1969).

A raíz de la creación del género *Pseudopemphix*, en 1903, y de la comprobación, un tanto exagerada, de la terminación en pinza del primer par de pereiópodos, varios autores separaron de la familia PEMPHICIDAE el nuevo género, y lo pasaron al infraorden ASTACIDEOS, colocándolo en la familia ERYMIDAE (V. STRAELEN, 1928; GLAESNER, 1929; BEURLEN, 1928, 1930).

Recientemente y partiendo de otro criterio, basado en la sutura media dorsal del caparazón, SÉCRÉTAN (1964) considera que toda la familia PEMPHICIDAE debería separarse de los PALINUROS y relacionarse con los ASTACIDEOS.

A pesar de ello y tratándose del género *Pemphix*, la indudable forma subquelada de P_1 y el peculiar relieve de la parte anterior del caparazón justifican la actual común opinión de los carcinólogos, que incluye dicho género entre los PALINUROS.

En cuanto a *Pseudopemphix* persiste alguna fluctuación, aunque debe tenerse en cuenta que son mucho más escasos los materiales que han servido para su establecimiento (en total, FÖRSTER, 1967, señala 15 ejemplares), y en todos ellos el relieve del

dorso es muy parecido al del género *Pemphix*. Por otra parte son muy pocos los restos de *P.* con pinza completa, y el único figurado por V. MEYER e interpretado por WUST como *Pseudopemphix fritschi* (véase GLAESSNER, 1932, p. 113, fig. 3 C), es muy poco expresivo.

O sea que la afinidad de los dos géneros *Pemphix* y *Pseudopemphix*, ya apreciada por V. MEYER y ALBERTI al describir como congéneres las dos formas-tipo correspondientes (*P. sueuri*, *P. albertii*), va apareciendo cada vez más clara. A este respecto, *Pemphix malladai*, la nueva forma española, a pesar de su exigüedad como resto fósil, constituye una interesante aportación en favor de la homogeneidad de la familia PEMPHICIDAE, integrada por los dos géneros *Pemphix* y *Pseudopemphix*. Al propio tiempo queda corroborado, por la forma netamente subquelada de *P.*, el parentesco de la familia con los PALINUROS.

En cuanto a la paleorrepartición de faunas *P. malladai* viene a confirmar y a ampliar la expansión de los *Pemphicidos* hacia el SW de Europa, ya revelada por el hallazgo de algunos restos del *Pemphix sueuri*, en la región francesa de la Provenza (CHARLES, 1948).

2.5. LOS OTROS RESTOS DE DECAPÓDOS.

Son bastante numerosos y muy variados, aunque extraordinariamente enigmáticos, como antes se ha indicado y como revelan las fotografías de la lámina 4.* A la vista de los mismos no hace falta ponderar la enorme dificultad que supone su determinación correcta, incluso a nivel del género y de la familia.

De momento y en espera del hallazgo de ejemplares que conserven algún rasgo más significativo, sólo puede asegurarse la presencia de algunas formas de *natantia* (núms. 1 y 2). El número 8 podría corresponder a una forma del género *Pemphix*, tal vez al mismo *P. malladai*. Los números 4, 6 y 7, según FÖRSTER (1971), podrían ser referidos a la familia ERYMIDAE. Los restantes, especialmente el ejemplar núm. 3, son de muy difícil interpretación.

Dificultad que no resta nada al enorme interés de esta nueva fauna carcínica triásica, cuyo estudio podría constituir una aportación decisiva para un mejor conocimiento del origen del orden DECAPÓDA.

BIBLIOGRAFIA

- ASSMANN, P.: "Die Decapodenkrebse der Deutschen Muschelkalk". *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.*, v. 48, pp. 332-356, láms. 8-13, Berlín (1957).
- ASSMANN, P.: "Revision der Fauna der Wirbellosen der Oberschlesischen Trias". *Abh. preuss. geol. Landesanst.*, n. 170 (N. F.), 1-134, 42 láms. Berlín (1937).
- BELTAN, L.: "La Faune ichtyologique du Muschelkalk de la Catalogne". *Mem. R. Ac. CC. y AA.*, t. 41, pp. 279-325, 12 figs., 22 láms., Barcelona (1972).
- BEURLEN, K.: "Die Decapoden des Schäbischen Jura mit Ausnahme der aus den oberjurassischen Plattenkalken stammenden". *Palaeontogr.*, t. 70, pp. 115-278, lám. 6-8, 31 figs. en texto, Stuttgart (1928).
- BEURLEN, K.: "Vergleichende Stammesgeschichte Grundlagen, Methoden, Probleme unter besonderer Berücksichtigung höheren Krebse". *Fortsch. Geol. Pal. Bd. VIII, Heft. 26*, pp. 317-583, 82 f., Berlín (1930).
- CHARLES, R. P.: "Note paléontologique sur le Trias de Provence" *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5.^a ser., t. 18, pp. 347-358. París (1948).
- ELLENBERGER, P., VILLALTA, J. F.: "Sur la présence d'un ancêtre probable des Oiseaux dans le Muschelkalk supérieur de Catalogne (Espagne). Note préliminaire". *Acta geol. hisp.*, IX, 162-168, 2 lám. Barcelona (1974).
- FÖRSTER, R.: "Die reptanten Dekapoden der Trias" *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, t. 128, pp. 136-194, láms. 9-12, 17 figuras, 2 cuadros. Stuttgart (1967).
- FÖRSTER, R.: "Die Mecochiridae, eine spezialisierte Familie der mesozoischen Glypheoidea (Crustacea, Decapoda)" *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, t. 137, pp. 396-421. Stuttgart (1971).
- FÖRSTER, R.: "Krebse aus der Trias von Oberfranken" *Geol. Bl. NO-Bayern*, t. 23, pp. 96-101, lám. 3, 2 fig.-t. Erlangen (1973).
- GLAESSNER, M. F.: "Crustacea Decapoda" *Fossilium catalogus. I. Animantia. Pars 41*. Berlín (1929).
- GLAESSNER, M. F.: "Zwei ungeneügend bekannte mesozoische dekapodenkrebse, *Pemphix sueuri* (Desm.) und *Palaeophoberus suevicus* (Quenstedt)" *Palaeontol. Zeits.*, t. 14, n.º 1-2, pp. 108-121, p figs. Berlín (1932).
- GLAESSNER, M. F.: "Decapoda" *Treatise on Invert. Paleont.* de R. C. Moore, Part. R. Arthropoda 4, vol. 2, pp. 399-533, 626-629, figs. 217-340. Lawrence-Kansas (1969).

- MALLADA, L.: "Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona". *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.*, t. XVI, p. 1-175, figs. 1-1, lám. A. (mapa geol. en bosquejo. 1:400.000). Madrid (1890).
- MOELLER, G.: "Triadische Plattenkalke bei Montreal, provincia de Tarragona". Rundgespräch "Fossil-Lagerstätten" Tübingen (1 pág. ciclostilada) (1969).
- SECRETAN, S.: "Les Crustacés Décapodes du Jurassique supérieur et du crétacé de Madagascar" (Thèse). *Mem. Mus. Nat. d'Hist. Nat., ser. C., Sciences de la Terre*, t. 14, 226 pp., 20 láms., 114 figs., en texto y 2 cuadros. París (1964).
- VAN STRAELEN, V.: "Sur les Crustacés Décapodes triasiques et sur l'origine d'un Phylum de Brachyures". *Bull. Clas. des Sci. Acad. Roy. de Belgique*, 5.^a ser. t. XIV, núm. 10-11, pp. 496-517, 3 figs. Bruselas (1928).
- VIA, L., VILLALTA, J. F.: "*Heterolimulus gadeai*, nov. gen., nov. sp., représentant d'une nouvelle famille de Limulacés dans le Trias d'Espagne". *C. R. S. S. Géol. Fr.*, (sess. 7 février 1966), pp. 57-59, 1 fig. París (1966).

VIA, L., VILLALTA, J. F.: "Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral (Tarragona)". Trabajo leído y proyectado en la sesión del 3 de noviembre de 1971. *I. Centenario de la R. S. Esp. de Hist. Nat.* Madrid (1971).

VILLALTA, J. F., ELLENBERGER, P.: "Découverte dans le Trias moyen d'Espagne d'un Reptile présentant des caractères aviformes" *C. r. Acad. Sci.*, t. 279, (Sér. D.), pp. 1853-1854, 1 lám. París (1974)

VILLALTA, J. F., VIA, L.: "Un nuevo calacántico en el Triásico español". *Acta Geol. hisp.*, año 1, n.º 2, 21-23, 3 f. Barcelona (1966).

VIRGILI, C.: "El triásico de los Catalánides". *Bol. IGME*, t. 69 (íntegro), pp. XIII-856, 96 figs., 17 láms., 18 mapas. Madrid (1958).

VIRGILI, C.: "Le Trias du Nord-Est de l'Espagne", Livre à la mém. P. Fallot, *Mém. hors série, Soc. Géol. Fr.*, t. 1, pp. 301-311 3 figs. París (1960-62).

WUST, E.: "Untersuchungen über die decapoden Krebse der germanischen Trias" (*Aus. Absch.*) 20 pp. Jena (1903)

Recibido: Marzo 1975

Estudio de las mineralizaciones de hierro de las inmediaciones del lago "La Cueva", en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo)

Por J. A. MARTINEZ-ALVAREZ (*) y S. DIAZ-GONZALEZ (*)

RESUMEN

Se estudian las características de la mineralización ferrífera existente en las proximidades del lago de La Cueva, en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo).

Puede deducirse que se trata de una mineralización compleja o mixta. (1) El aporte mineral primario es de origen residual y se deposita en un paleo-Karst, probablemente intra-Namuriense. (2) Con posterioridad, debido a la acción diagenética y tectónica hercínica, se produce una movilización metasomática discreta o local que da lugar, fundamentalmente, a una concentración dentro de la primitiva masa mineral. El actual afloramiento manifiesta de forma muy reducida la presencia de fenómenos concentrativos supergénicos.

Se adjunta información gráfica respecto a las características geológicas del yacimiento subterráneo en explotación (figuras 3, 4, 5 y 6).

Parece poder deducirse que la mayor parte de las mineralizaciones ferríferas que existen ligadas a la formación de la Caliza de Montaña (Namuriense-Westfaliense), pueden tener un origen semejante.

Las conclusiones anteriores permiten deducir la importancia, no sospechada, que debieron tener los fenómenos carstico-erosivos durante el Namuriense-Westfaliense.

ANTECEDENTES

Es conocida —de antiguo (5)— la presencia de mineralizaciones de *hierro*, de diversa importancia extractiva, que se desarrollan sobre la denominada "Caliza de Montaña" (3) (Namuriense-West) del Carbonífero de Asturias.

En la actualidad existen contadas explotaciones que mantienen la actividad minera en este tipo de mineralización.

Los datos que vamos a exponer proceden de la mina denominada "Santa Rita", de Minas de Somiedo, S. A. Esta se encuentra ubicada en la zona de la Cordillera Cántabro-astúrica de Somiedo, coincidiendo con la región de los Lagos de Saliencia (Hoja del Mapa Topográfico Nacional núm. 77). La mina

propriadamente dicha está situada en las inmediaciones del lago denominado "La Cueva" (fig. 1).

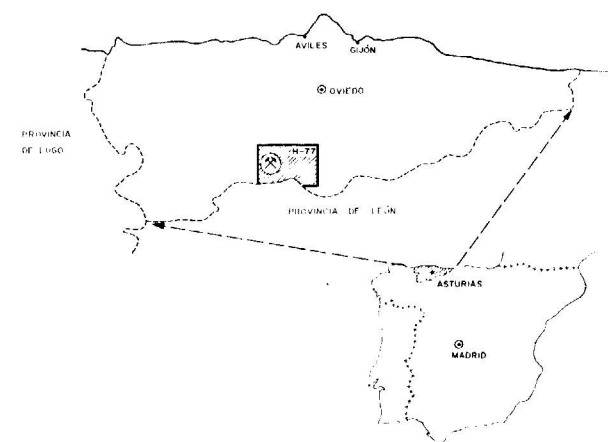


Figura 1

Esquema de situación de la zona de ubicación del yacimiento estudiado.

(*) Cátedra y Laboratorio de Geología. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Independencia, 13. Oviedo.

Piquet



ZOCALO



ESQUEMA GEOLÓGICO DE LA ZONA DE UBICACIÓN DE LA "MINA DE SOMIEDO"-(OVIEDO)

por J. A. Martínez - Álvarez
1973

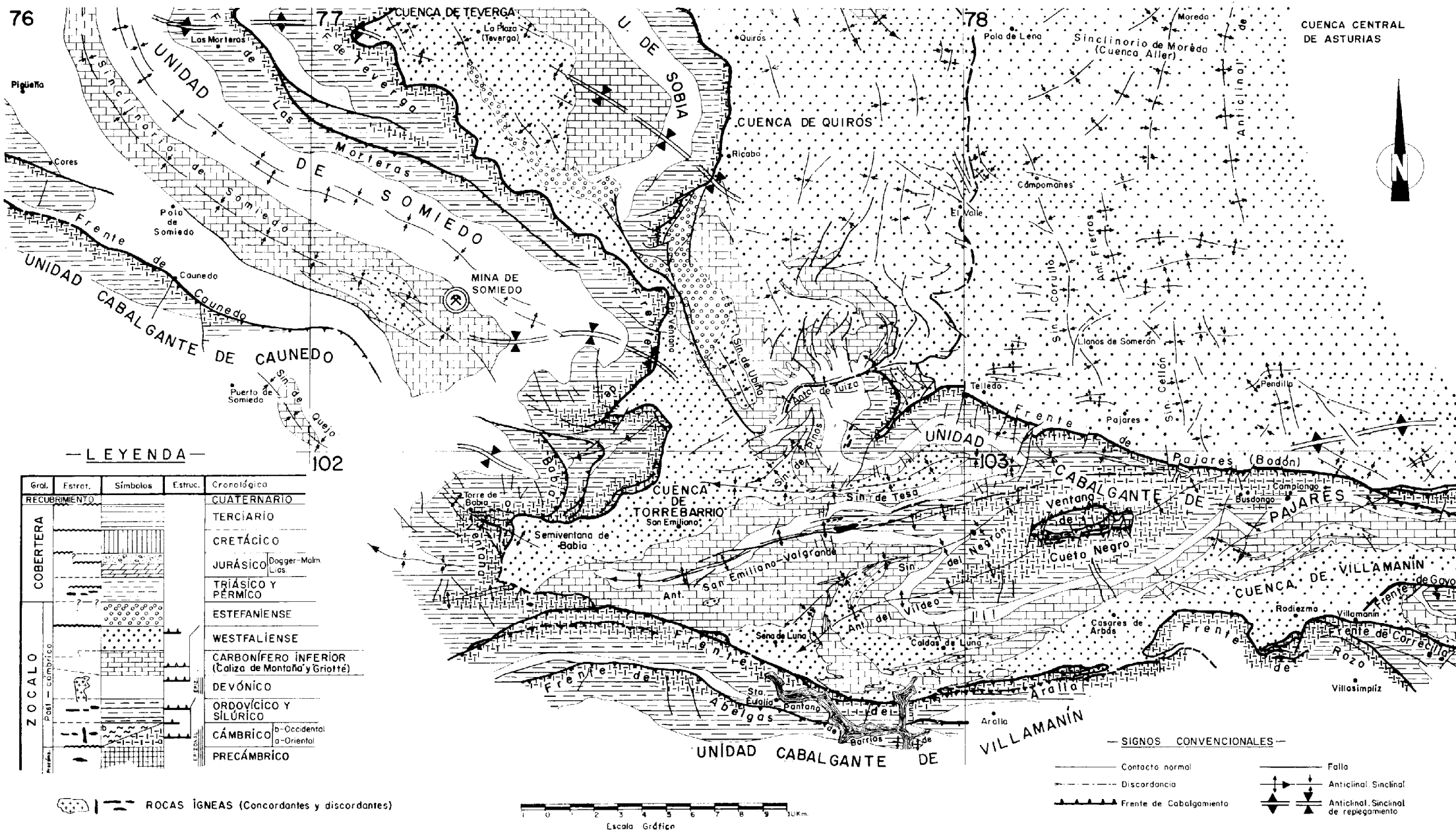
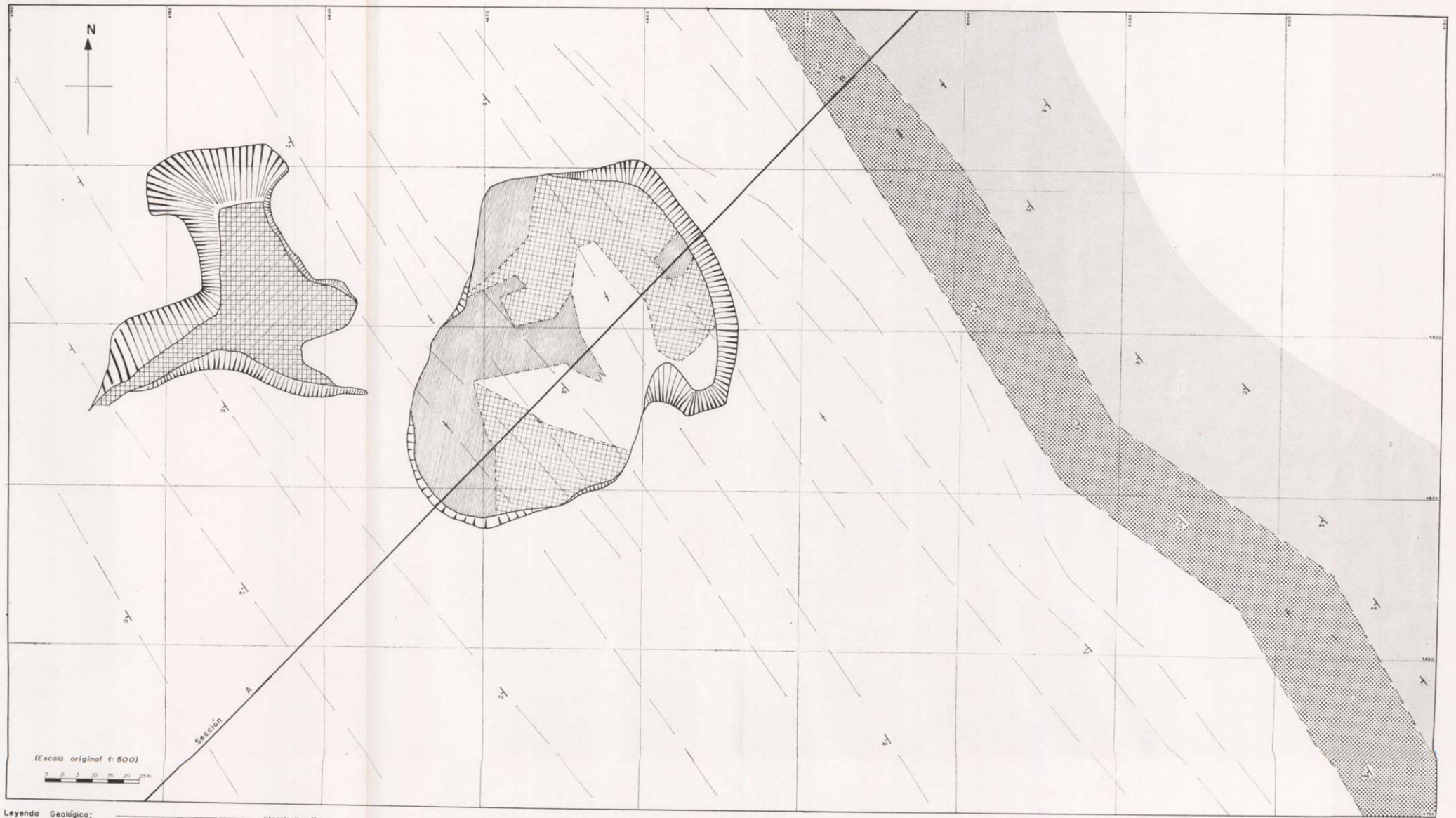
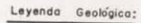


Figura 2

Esquema geológico de la zona de ubicación de la mina de Somiedo (Oviedo)

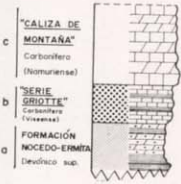


(Escala original 1:500)



Sección A

Leyenda Geológica:



litoestratigrafía

C "CALIZA DE MONTANA"
Carbonifera (Nemurriense)
Calizas griseáceas compactas. Muy dolomitizadas en esta zona (calizas dolomíticas y dolomías calcáreas), adquiriendo tonos pardos y amarillentos.

b "SERIE GRUETE"
Carbonifera (Favoset)
Calizas griseáceas y rajizas bien estratificadas, alternando con lechos de pizarras pardas y rajizas.

a FORMACION NOCEDO-ERMIÑA
Devónico sup.
Serie muy compleja, formada por cuarcitas, pizarras pardas, N. vetes de areniscas ferruginosas y alternancias de pizarras con calizas dolomíticas.

estructura

→ Dirección y buzamiento de la estratificación

→ Dirección y buzamiento de la diaclasación.

----- Fracturas y fallas fundamen. tales

--- Trazado de las diaclasas dentro de las galerías.

cartografía

--- Límite de unidades litoestrati. gráficos característicos

+ Muestra y su denominación

A B
--- Posición de la sección geológica fundamental.

Leyenda minera:



Figura 3

Plano geológico (superficial) de la mina de Somiedo

POSICION GEOLOGICA REGIONAL

La mineralización se sitúa en el denominado *Arco medio* (1) (2) de la Rodilla Astúrica, coincidiendo con la zona donde verifican la máxima flexión los haces de estructuras que caracterizan esta parte de tan importante unidad tectónica.

Está integrada dentro de una unidad cabalgante que denominamos (2) (fig. 2) *unidad cabalgante de Somiedo*, en la cual el elemento estructural fundamental o directriz es el sinclinal complejo o *sinclinorio de Somiedo*.

El núcleo de este sinclinorio está formado por materiales del Carbonífero con la siguiente litología:

1. *Muro*.—Formación Nocedo-Ermita.
2. Calizas grisáceas y rojizas, bien estratificadas, que alternan con bancos de pizarras pardas y rojizas. *Serie Griotte*. Carbonífero-Viseense.
3. Calizas grisáceas compactas con frecuentes zonas dolomitizadas. *Caliza de Montaña*. Carbonífero-Namuriense.
4. Pizarras pardas en alternancia irregular con areniscas del mismo color. Carbonífero. Probablemente Namuriense-Westfaliense. *Techo* de la serie carbonífera en la zona.

El sinclinorio tiene una disposición estructural compleja de acuerdo con la correspondiente de la Rodilla Astúrica; el trazado de sus elementos directrices es sensiblemente NW-SE para, después, flexionarse y tomar dirección N-S. En su organización quedan huellas del proceso complejo de estructuración regional que determinó la formación de pliegues longitudinales (1) arqueados y de los correspondientes transversales (2) de replegamiento.

La mineralización en explotación se sitúa en el flanco NE del sinclinorio, cerca de su terminación periclinal SE. La Caliza de Montaña, en su zona basal o próxima a la serie Griotte, es el soporte común de la misma.

Además de esta mineralización masiva, existen indicios de tipo semejante en zonas muy diversas de la extensión de esta masa calcárea sinclinal.

El dominio del sinclinorio y, en particular, la masa calcárea de la formación de la Caliza de Montaña, fue y es geomorfológicamente activa. De su actividad glacial cuaternaria quedan los lagos y lagunas de sobreexcavación como elementos más destacables. La carstificación alcanza también un gran desarrollo.

GEOLOGIA DE LA MINA "SANTA RITA"

Los estudios realizados permiten obtener una serie de conclusiones las cuales quedan claramente destacadas en las figuras 3, 4 y 5. Corresponden estas respectivamente con:

- *Plano geológico superficial* de la zona en explotación (fig. 3).
- *Plano geológico del piso tercero* de la explotación (fig. 4).
- *Corte geológico general* de la explotación (fig. 5).

La mineralización en explotación aparece (fig. 3) como localizada y ubicada en la zona basal de la Caliza de Montaña, a pocos metros por encima de la Caliza Griotte. Tiene el aspecto de una bolsada o bonanza, de trazado simplificada circular.

El plano geológico del piso tercero (fig. 4), pone de manifiesto que la forma de la mineralización tiene el mismo carácter subcircular; asimismo que su disposición profunda sigue el sentido general del buzamiento, fuerte, de la estratificación. También se destaca, con toda claridad, el aspecto heterogéneo de la zona mineralizada sobre el que se insistirá.

La sección o corte geológico general, obtenido a partir de las labores subterráneas, de la explotación es muy expresivo respecto a las características geológicas de esta mineralización (fig. 5). Queda corroborada su localización profunda en concordancia general con el buzamiento de la estratificación; asimismo su carácter circular y organización heterogénea en la que destacan, a) tipos distintos de minerales y b) presencia de zonas estériles de distribución variable y litología calcáreo-dolomítica.

Las rocas carbonatadas que constituyen el armazón de la mineralización son fundamentalmente dolomías de aspecto granudo cristalino y color amarillento; en otros casos calizas dolomíticas pardo-amarillentas y, en muy pocas ocasiones, calizas grisáceas.

La fisuración es discreta, sin que existan sistemas especialmente agrupados; la estratificación está difuminada por los procesos de dolomitización.

Fuera de esta masa mineralizada principal se localizaron, mediante sondeos, indicios de mineralización que, en ningún caso, adquieren importancia por su volumen.

Las prospecciones realizadas parecen atestiguar la

PLANO GEOLOGICO DEL PISO 3º - 2 de 4

Mina de Somiedo (Somiedo-Oviedo)

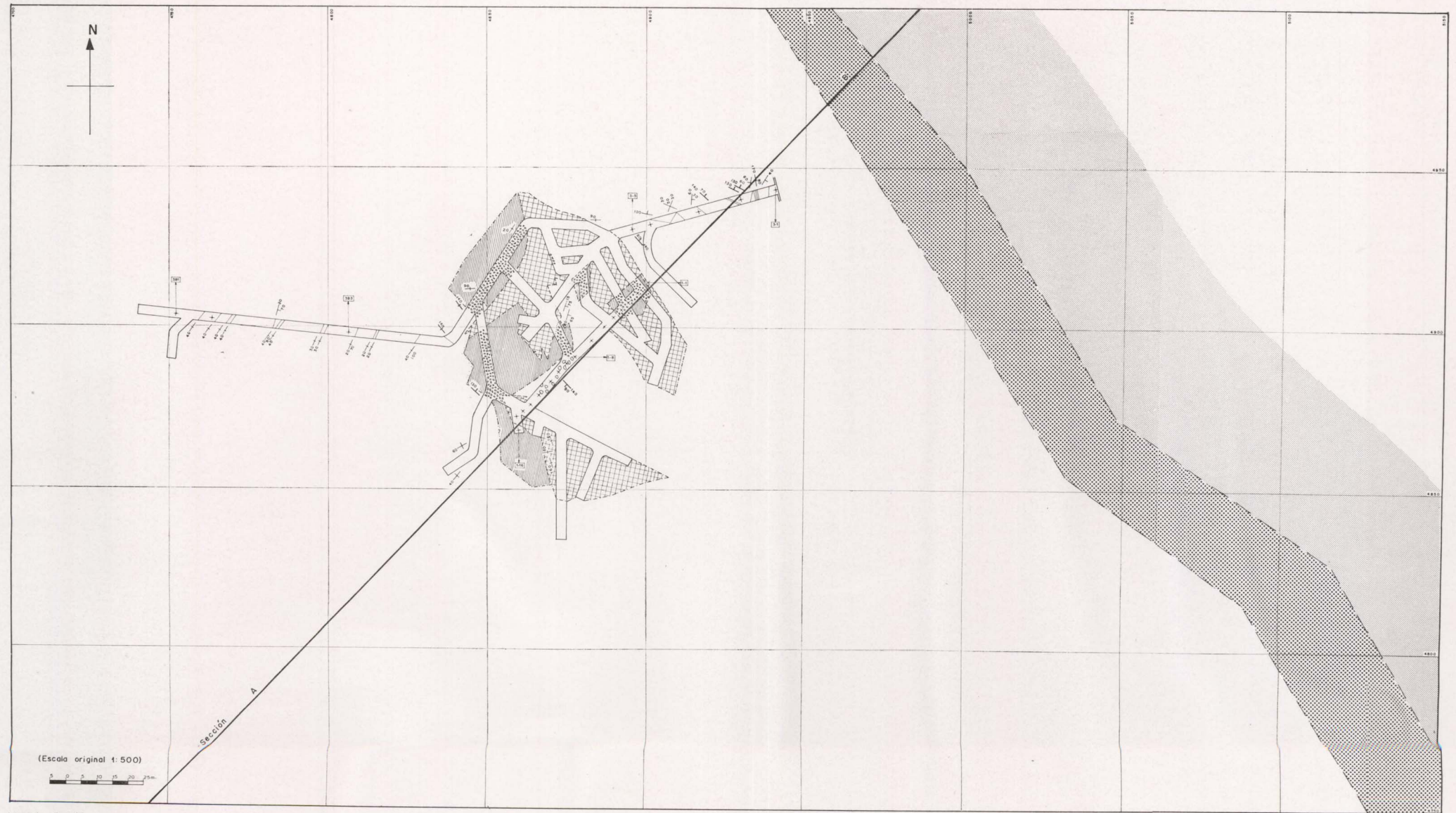
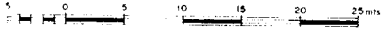


Figura 4

Plano geológico de la planta tercera de la mina de Somiedo



CORTE GEOLÓGICO DE LA MINA DE HIERRO DE "SOMIEDO"

(Somiedo - Oviedo) 1972


por: J.A. Martínez-Álvarez y S. Díaz-González

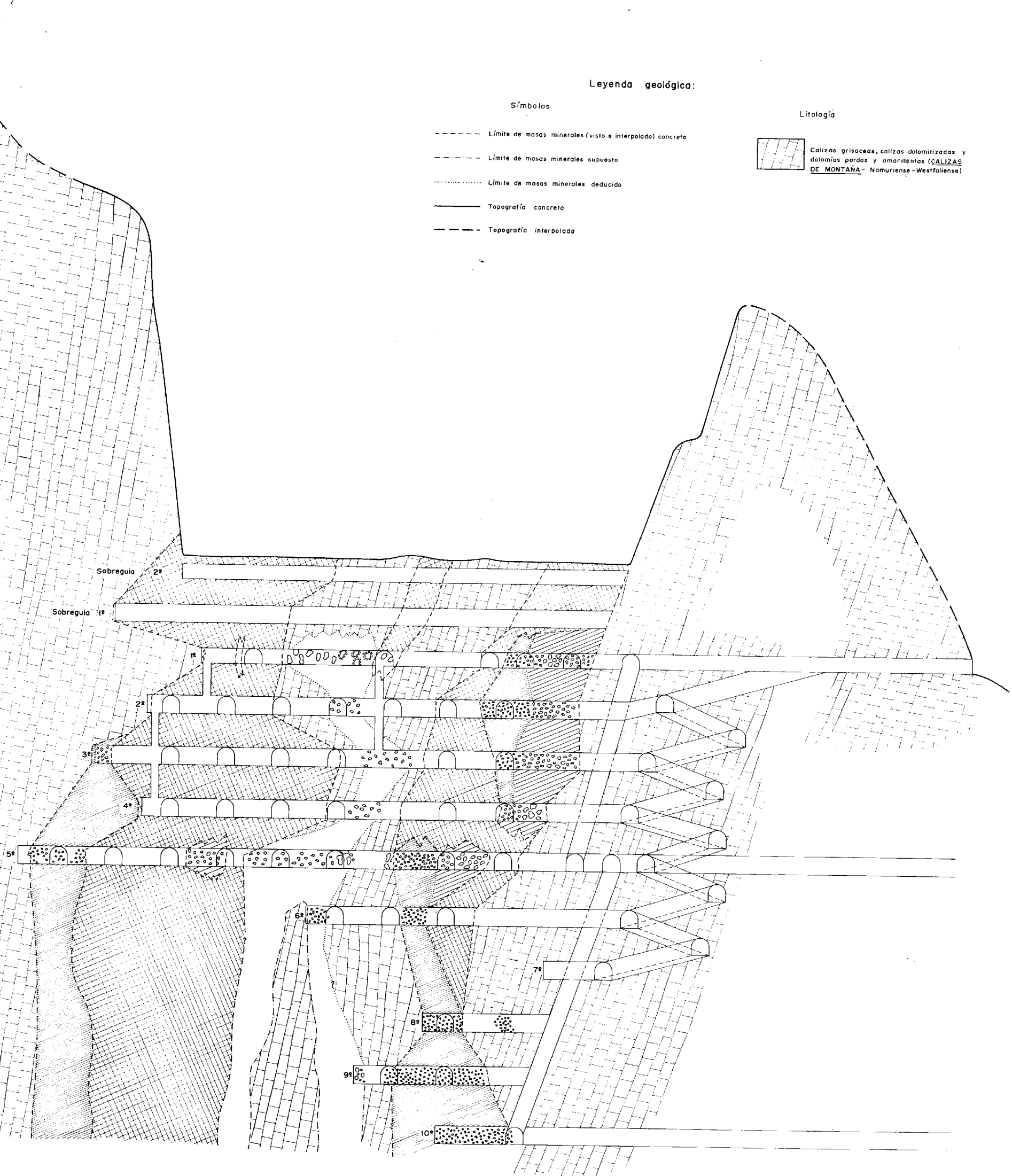
Leyenda geológica:

Símbolos

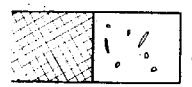
- Límite de masas minerales (visto e interpolado) concreto
- Límite de masas minerales supuesto
- Límite de masas minerales deducido
- Topografía concreta
- Topografía interpolada

Litología

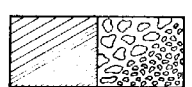
-  Calizas grisáceas, calizas dolomitizadas y dolomías pardas y amarillentas (CALIZAS DE MONTANA - Namuriense - Westfaliense)



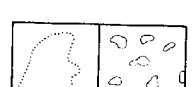
Mineralización:



Mineral cementando residuos de calizas dolomíticas y dolomías



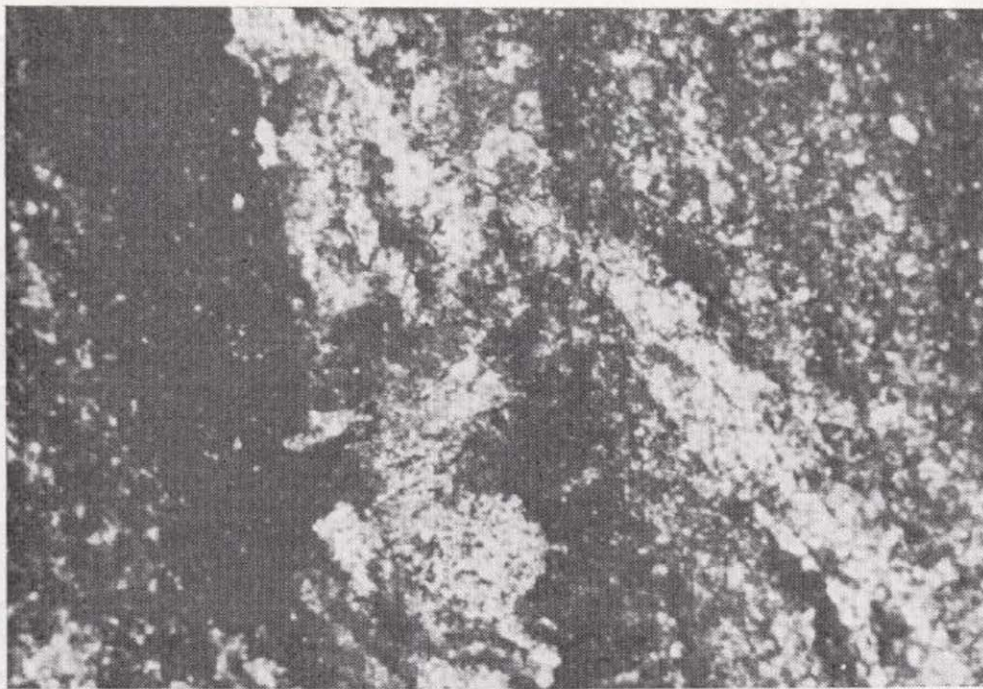
Mineral cementado por calizas dolomíticas y dolomías



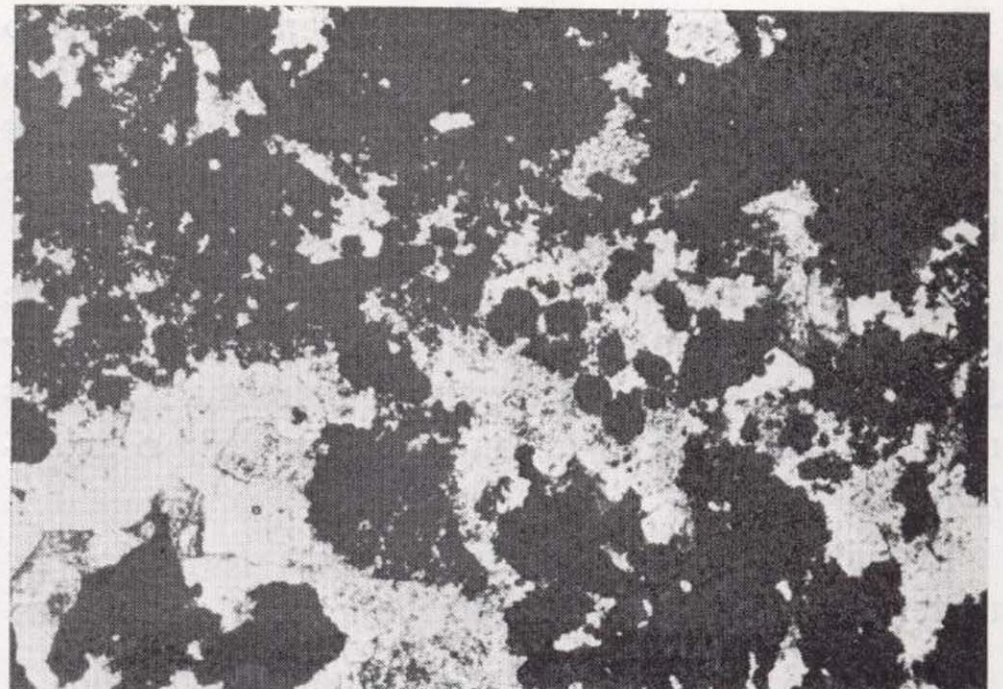
Mosas minerales con inclusiones de fragmentos grandes de calizas dolomíticas y dolomías

Figura 5
Corte geológico de la mina de Somiedo

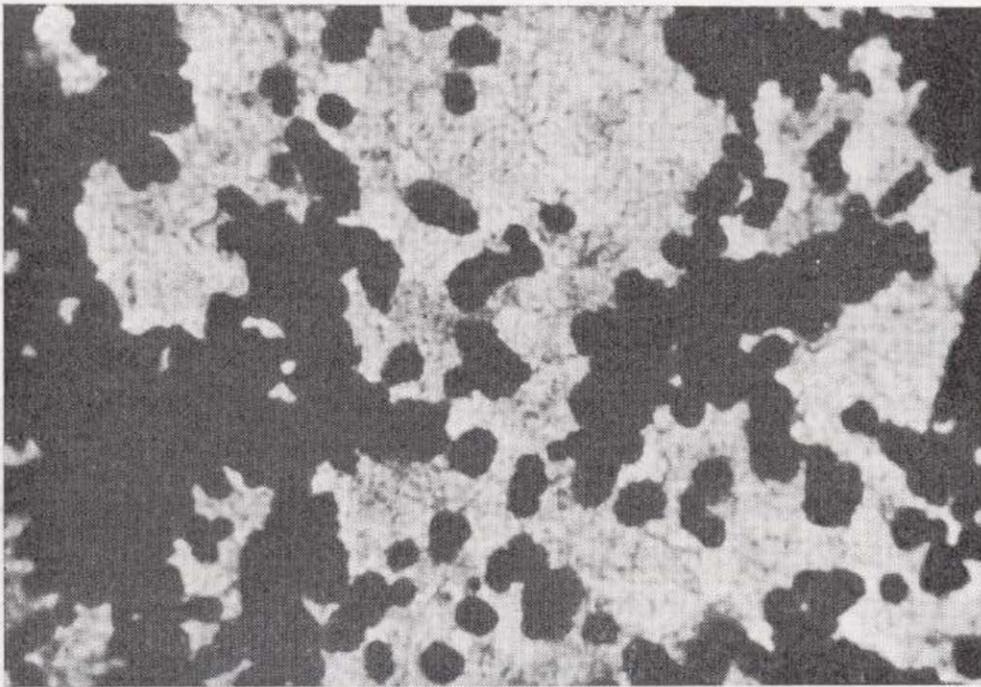
Lámina I



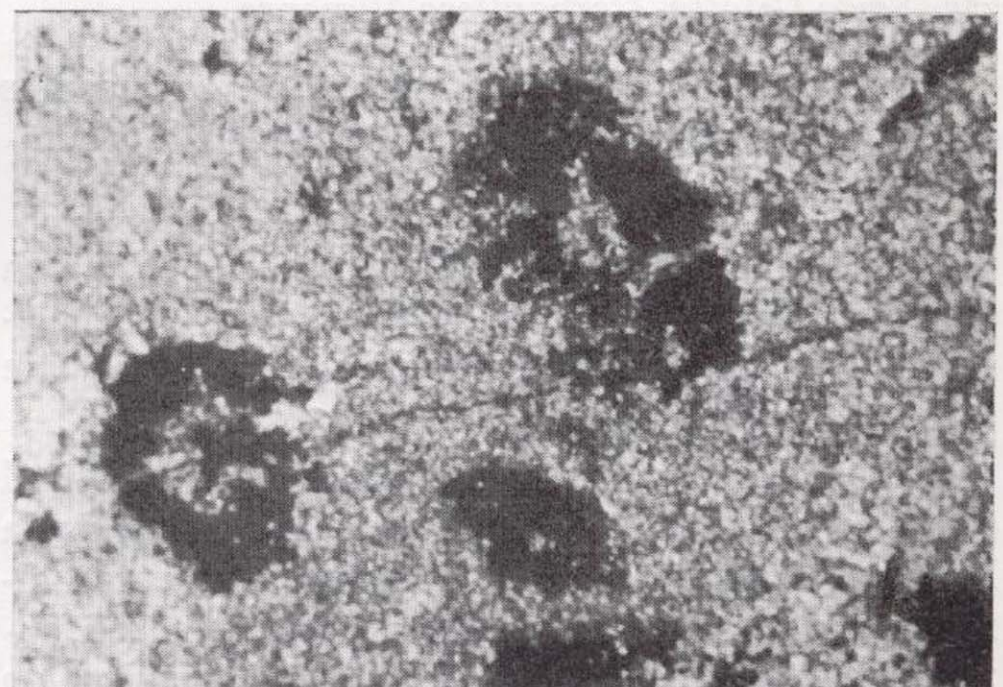
1. Mineralización del tipo "A"
Lámina delgada (núm. 573.—× 20)



2. Mineralización del tipo "B"
Lámina delgada (núm. 555.—× 20)



3. Mineralización del tipo "D"
Lámina delgada (núm. 556.—× 20)



4. Mineralización del tipo "D"
Lámina delgada (núm. 575.—× 20)



5. Zona recristalizada de la dolomía. El mineral se introduce entre los bordes de los cristales.
Lámina delgada (núm. 554.—× 26)

continuación profunda de la masa estudiada, con características semejantes.

Los contactos entre la zona mineralizada y correspondientes materiales encajantes, son bastante netos a escala macroscópica sin que se perciban síntomas claros de tectonización general.

Todo parece indicar, pues, que se trata de un cuerpo mineralizado subcircular de mineral de hierro, heterogéneo y dispuesto según el buzamiento de la masa dolomítico-calcareo integrada en la formación de la Caliza de Montaña; corresponde con la zona inferior de esta formación. Existen indicios que prueban la presencia de mineralizaciones semejantes en diversas zonas de este sinclinal calcáreo y a diversas alturas estratigráficas. No se pudo probar, hasta ahora, que alguno de estos indicios tome la importancia volumétrica del considerado.

DATOS SOBRE LA ORGANIZACION DE LA MINERALIZACION

Se destacarán las características generales de la mineralización estudiando, con detalle, los aspectos geológicos, petrográficos y mineralógicos de la misma en profundidad.

El corte estratigráfico y correspondiente demuestre establecido en el piso tercero, servirá de referencia (fig. 6) para la descripción sintética que sobre los mencionados aspectos realizaremos.

Zonas de la mineralización.—La mineralización es heterogénea, como ya se había anticipado, pudiendo distinguirse los siguientes tipos descriptivos elementales de mineralizaciones:

A) Con mineral de aspecto compacto, ocre o rojizo, que cementa residuos microscópicos de dolomías y calizas dolomíticas recrystalizadas (lámina I-A) (fig. 6).

B) Masas de mineral en el que aparecen como incluidos fragmentos grandes de dolomías y calizas dolomíticas (fig. 6) (lámina I-B).

C) Mineral compacto rojizo constiuyendo masas de pequeño tamaño, el cual se encuentra cementado por dolomías y calizas dolomíticas (fig. 6).

D) Con mineral compacto rojizo constituyendo masas muy dispersas en un fondo dolomítico calcáreo, el cual actúa de elemento aglutinante o cementante del mineral (lámina I-D) (fig. 6).

De acuerdo con estos datos, se procedió a esta-

blecer una zonación en profundidad de la masa mineralizada, teniendo en cuenta, además, la posición de los estériles dolomíticos y calcáreo-dolomíticos existentes. La figura 5 muestra el aspecto que presenta la sección obtenida. Se trata de zonas irregulares que siguen la disposición subparelela al buzamiento general de la estratificación. El contacto entre zona mineralizada y estéril es concreto.

Datos petrográficos.—Los estudios petrográficos realizados permiten obtener diversas conclusiones bien concretas. Se refieren (1) al carácter petrográfico de la masa de roca encajante dolomítico-calcareo y (2) a las relaciones entre ésta y la mineralización ferrífera.

La roca encajante de la masa mineral está formada por dolomicritas con impurezas terrígenas, en pequeña cantidad. Existen, también, zonas extensas o núcleos reducidos muy dispersos, de doloesparitas bien cristalizados.

Las calizas dolomíticas están constituidas por masas muy heterogéneas de dolomicritas y micritas calcáreas.

Las calizas que existen, en las zonas más alejadas del ámbito mineralizado, son micritas muy homogéneas con algunos núcleos dolomicríticos. Con presencia accidental de fósiles y otros elementos de tipo aloquímico.

Las relaciones entre la masa de roca encajante y la mineralización destacan por que presenta claros fenómenos de sustitución del hierro por el carbonato. Existe, pues, una metasomatosis sustitutiva de cierta importancia (lámina II).

En otros casos, cuando se producen fenómenos de recrystalización en zonas aisladas o entornos de fisuras huecas, el mineral de hierro se dispone en la superficie de separación de los cristales (lámina II).

No existen dudas, pues, respecto a que la formación denominada Caliza de Montaña, en la zona de este yacimiento, presenta síntomas de un avanzado diagenetismo caracterizado por la movilización magnésiana, fenómenos de recrystalización dolomítica local y presencia de sustituciones del tipo ferrífero en zonas de la misma.

Datos mineralógicos.—Macroscópicamente el mineral tiene un aspecto común en todo el yacimiento. Terroso, compacto, de color rojo vivo o pardo, correspondiendo al tipo de mineral de hierro oligístico, conocido con la denominación de Hematíes (roja y parda).

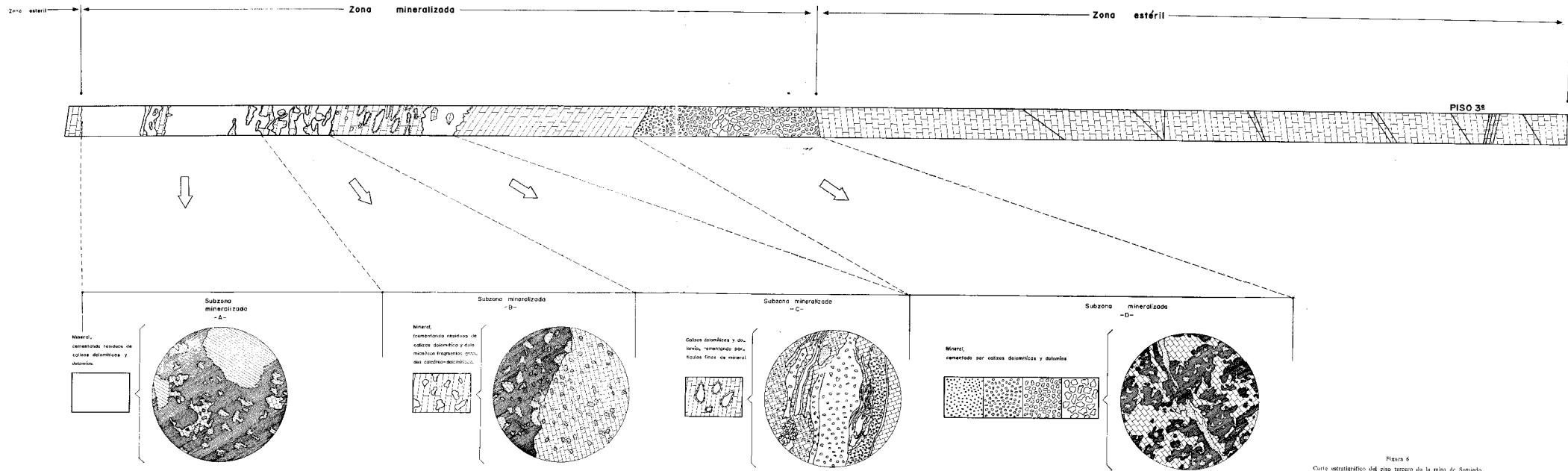
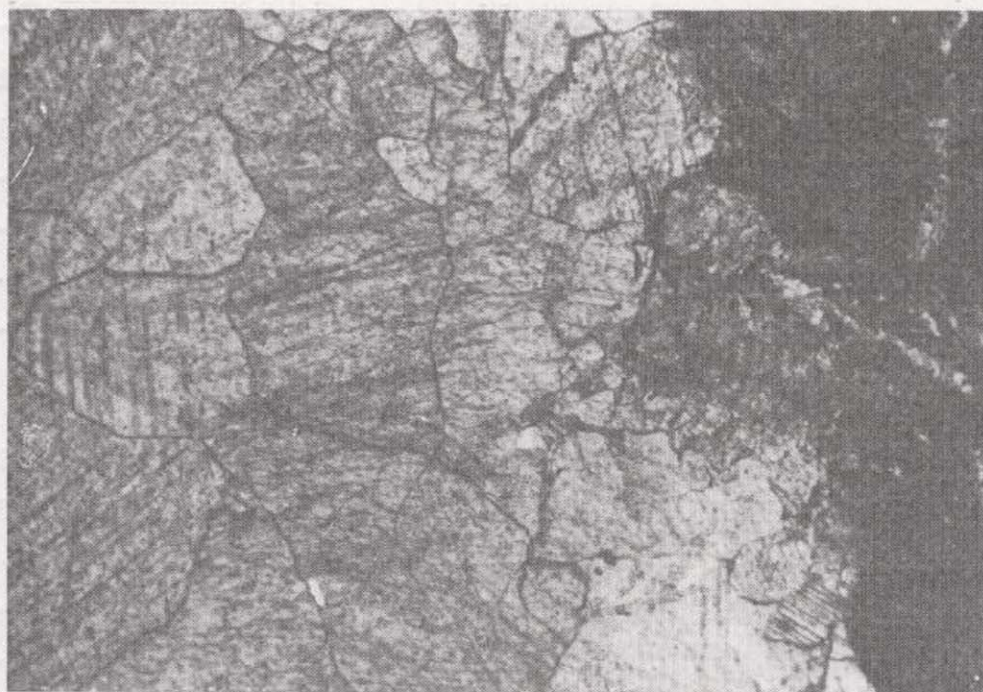


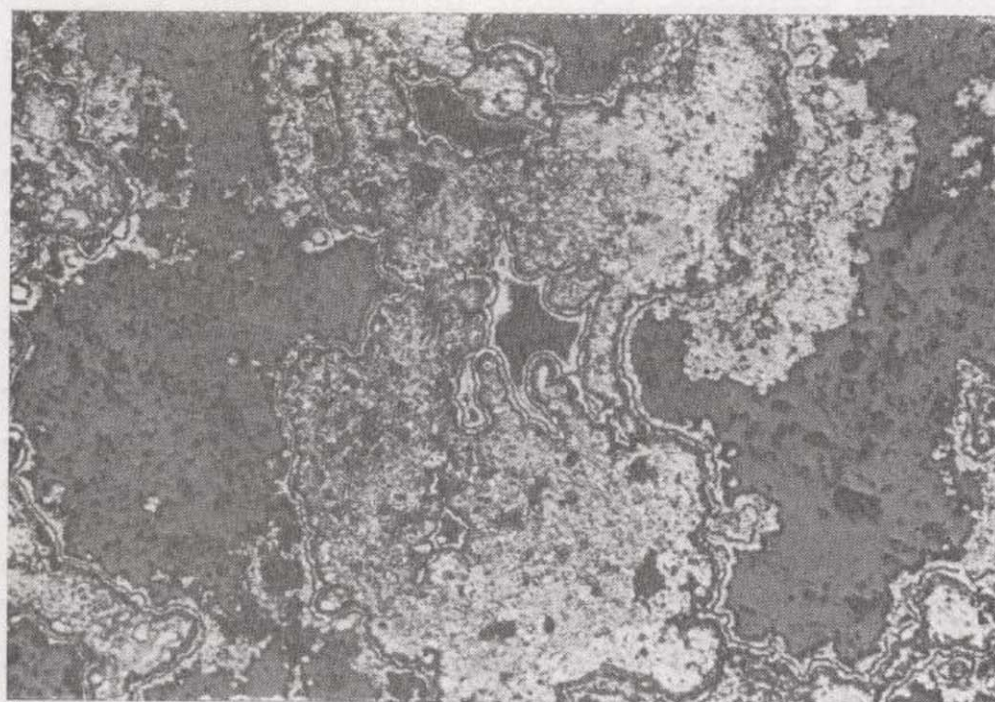
Figura 6
Corte estratigráfico del piso tercero de la mina de Somiedo



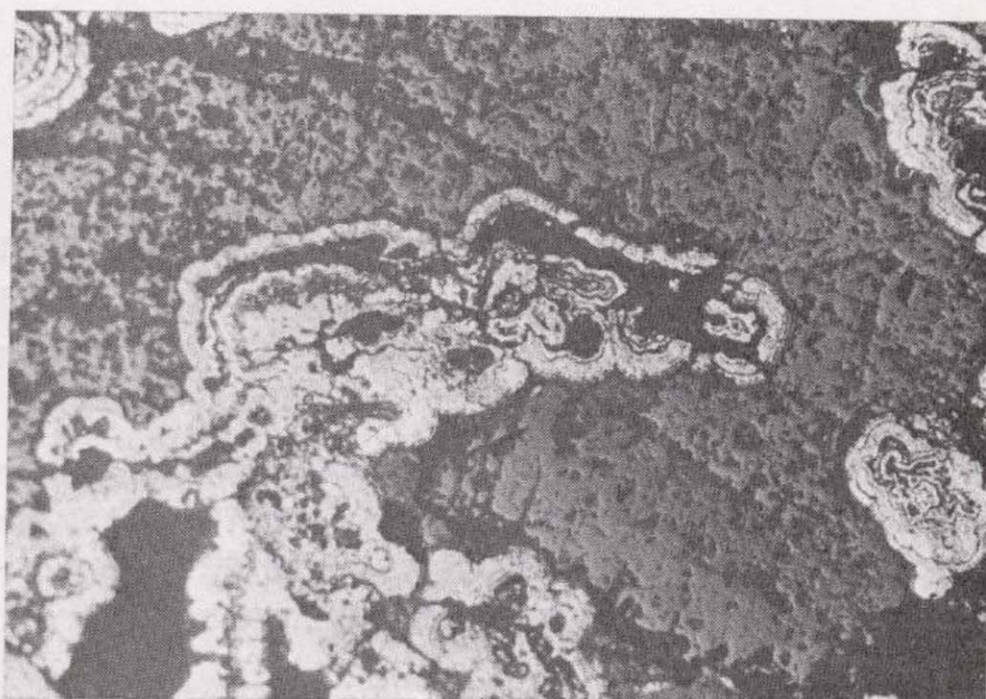
6. Zona recristalizada de carbonatos; el mineral subsiste masivamente a los mismos.
Lámina delgada (núm. 521.—× 20)



7. Fisura en la caliza dolomítica. La dolomía se transformó en doloesparita. El hierro rellena los espacios entre los cristales.
Lámina delgada (núm. 572.—× 20)



8. Textura coloforme característica de las mineralizaciones.
Probeta de reflexión (núm. 1-B.—× 20)



9. Detalle mostrando tal zonación.
Probeta de reflexión (núm. 1-13.—× 20)



10. Mineral casi puro con estructura zonada. Los bordes de estas estructuras presentan formas aciculares radiadas a veces.
Probeta de reflexión (núm. 1-13.—× 20)

Los estudios de difracción de rayos X realizados sobre la masa mineral determinan la presencia de los siguientes minerales: *dolomía*, *calcita* y *hematíes*. En otro sentido cabe destacar, también, que esta composición mineralógica es constante en todo el yacimiento.

La espectrometría de fluorescencia de rayos X, permitió detectar la presencia como elementos secundarios de Mn, Cr y Hg, aparte de los mayoritarios Fe, Ca y Mg.

La petrografía de reflexión de los minerales ferríferos permite destacar que la textura más característica es la coloforme muy compleja. Con amplia zonación y presencia de estructuras de detalle de tipo acicular radiado. Los intersticios de la organización coloforme están ocupados por dolomía (lámina III).

CONSIDERACIONES SOBRE LA GENESIS DEL YACIMIENTO

Los planteamientos respecto al modelo genético para el yacimiento estudiado, deben de basarse y hacer posible el conjugar los siguientes hechos que destacan, claramente, después del estudio realizado.

a) La mineralización relacionada, constantemente, con minerales (hematíes) del tipo oxidado, sugiere una génesis residual primaria para la misma.

b) Los contactos bruscos entre la masa, mineralizada y no mineralizada, así como la irregularidad y extensión discreta de la mineralización, inclinan a considerar el que debieron existir procesos primarios de penetración o deposición aérea.

c) La constatada existencia de procesos de sustitución y recristalización, dentro de la masa mineral, entre el estéril-ganga y masa mineral— núcleos mineralizados, obliga a considerar la presencia, también, de tales procesos dentro de su modelo genético.

En el orden de hechos condicionantes de índole litoestratigráfica y estructural parecen claros, también, algunos que relacionamos.

d) El aspecto penetrativo que suponemos tienen las masas mineralizadas, deberá de estar muy relacionada con procesos paleo-cársticos.

e) La existencia de zonas mineralizadas que engloban fragmentos cálcico-dolomíticos de importancia, parece indicar la presencia de una red penetrativa compleja probablemente mixta de tipo primario y secundario.

f) No parece claro que la diaclasiación y fisuración, subsecuente al proceso de estructuración de génesis hercínica, haya tenido un carácter decisivo en la implantación de la masa mineralizada.

De acuerdo con todo lo expuesto consideramos que la génesis de esta masa mineral responde al modelo semejante al que describimos.

La concentración primaria de mineral es del tipo residual y se produce a intervalos diversos y de forma irregular, durante el proceso de formación de la denominada Caliza de Montaña. Admitimos que la génesis de esta masa calcárea va acompañada de estadios de emersión en los que se erosiona y carstifica para, después, continuar la sedimentación calcárea. Sobre las zonas temporalmente emergidas, se acumulan depósitos residuales ferríferos que penetran en el karst subsuperficial e incluso prácticamente lo colmatan. La concentración residual es el elemento de movilización mineral masiva y el paleo-karst superficial y subsuperficial el receptáculo de deposición.

La concentración secundaria y organización de la masa mineralizada está en directa relación con los procesos diagenéticos y de estructuración tectónica que sufre la masa de caliza de Montaña del Sinclinal de Somiedo.

La diagénesis determina los primeros procesos concentrativos y sobre todo desencadena los fenómenos de cementación calcárea de la masa mineral poco compacta. También consideramos que empieza a desarrollar fenómenos clásticos debido a la destrucción de oquedades subterráneas de tipo cárstico. La recristalización, concentración magnésiana y procesos de sustitución ferrífera empiezan a desarrollarse.

Durante el proceso tectónico se continúa, con gran intensidad, la concentración mineral debido fundamentalmente a la recristalización que desencadena procesos amplios de sustitución dentro de la masa ferrífera poco compacta en mineral. Este proceso tectónico hace más homogénea la masa mineralizada y destruye o borra, en sus rasgos más característicos, el Karst antiguo sobre el que se depositaron los primitivos concentrados residuales de tipo ferrífero.

Llegamos, pues, a deducir que este yacimiento es muy complejo y su génesis mixta. Se trata en su primera fase, de un yacimiento residual con relación con el proceso de paleo-carstificación local. Con pos-

terioridad evoluciona profundamente, condicionado por el proceso de tectogénesis hercínica, hacia un yacimiento de sustitución de cierta importancia.

No podemos dejar de constatar, también, que la meteorización posthercínica descendente introdujo ciertos mecanismos de enriquecimiento supergénico de poca importancia.

CONCLUSIONES

El yacimiento estudiado se sitúa en el flanco NE de la estructura hercínica conocida con la denominación de *sinclinorio de Somiedo*, la cual es el elemento director de la *Unidad cabalgante de Somiedo* que forma parte del *Arco medio de la Rodilla Astúrica* (fig. 2).

La mineralización se encuentra en la parte basal de la formación de la *Caliza de Montaña*. El cuerpo mineralizado tiene aspecto subcircular y se dispone siguiendo el buzamiento general de la estratificación (figuras 3 y 4).

La masa mineralizada es bastante heterogénea, distinguiéndose una serie de estériles y gangas dolomítico-calcáreas. La organización de la misma queda destacada en los planos de las figuras 5 y 6.

El mineral de hierro presente con notable constancia en todo el yacimiento es *hematites* roja o parda.

La génesis del yacimiento es mixta. El mineral primario es residual depositado sobre una superficie cárstico-erosiva (paleocarst Namuriense). Con posterioridad los procesos diagenéticos y tectónicos hercínianos desencadenan fenómenos de concentración metasomática los cuales, además, destruyen las formas paleocársticas. Los procesos supergénicos parecen tener muy poca importancia.

Otras mineralizaciones ferríferas de menor importancia que existen en esta zona y en Asturias, consideramos que deben tener el mismo origen.

Parece indudable la importancia que la erosión carstificante debió tener en el carbonífero inferior de la región.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la entidad "Minas de Somiedo" las facilidades que nos prestaron para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y col.: *Rasgos estructurales del borde occidental de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias*. Doc. Invest. Geol. Geot. (ETSIMO), núm. 11 (1970).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y TORRES-ALONSO, M.: *Características estructurales de la zona centro-oriental de la Rodilla Astúrica (Cordillera Cantábrica-Noroeste de España)*. Doc. Invest. Geol. Geot. (ETSIMO), número 5 (1968).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A.: *Síntesis estratigráfica de Asturias*. Supl. Cien. Bol. Idea, núm. 20, Oviedo (1975).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y TORRES-ALONSO, M.: *Mapa geológico del Noroeste de España a escala 1:500.000*. Doc. Invest. Geol. Geot. (ETSIMO), núm. 2, Oviedo (1966).
- ADARO, L. y JUNQUERA, J.: *Criaderos de hierro de Asturias*. Mem. Inst. Geol. y Min. Esp., 2 vol., 676 pgs., 10 láms., 35 figs. Madrid (1966).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y col.: *Nota sobre las características estructurales de la zona de Cueto Negro (Cordillera Cantábrica)*. Act. Gel. Hisp., tomo 3, n. 2. Barcelona (1968).
- MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y col.: *Geología de la región de la Cordillera Cantábrica comprendida entre los puertos de Pajares y Ventana (León-Asturias)*. Doc. Invest. Geol. Geot. (ETSIMO), n. 7, con un mapa geológico en colores. Oviedo (1968).
- DÍAZ-GONZÁLEZ, S.: *Aportación al estudio geológico de la Mina de Somiedo (Oviedo)*. Trabajo de fin de carrera. Inédito. Oviedo (1973).
- ANÓNIMO: *Plan Nacional de la minería*. Tomo II. Publicado por el Ministerio de Industria.

Recibido: Julio 1975.



Problemas hidrogeológicos en la minería

Por R. FERNANDEZ-RUBIO (*)

RESUMEN

Se analiza la incidencia del agua en la excavación y mantenimiento de pozos, túneles y galerías, así como en las explotaciones mineras subterráneas y a cielo abierto.

Se destaca el papel de los estudios hidrogeológicos, y se describen los métodos específicos de cálculo de caudales de aportaciones acuíferas superficiales y subterráneas, así como de evolución de niveles piezométricos.

Se incluyen numerosos ejemplos estudiados por el autor, y seleccionados de la bibliografía sobre el tema.

RESUMÉ

On analyse l'importance de la présence et de l'irruption d'eau dans le creusement et le maintien de puits, tunnels et galeries, de même que dans les exploitations minières souterraines et à ciel ouvert.

Le rôle des recherches hydrogéologiques est mis en relief l'on décrit des méthodes spécifiques pour le calcul des débits des apports d'eaux de surface et souterraines de même que concernant l'évolution des niveaux piezométriques.

Plusieurs exemples étudiés par l'auteur, et d'autres choisis dans la bibliographie sur le sujet, sont présentés et commentés.

INTRODUCCION

El agua subterránea, habitualmente, es objeto de investigación como recurso natural, pero es interesante reflexionar acerca de otros casos, en los cuales la presencia de ese mismo agua crea problemas, y de manera concreta me refiero a los trabajos de índole minera, en los que incluyo a todas las labores en el subsuelo, cualesquiera que sea su objetivo.

Estos trabajos pueden ser de acceso, preparación, arranque, ventilación, desagüe, salvamento..., y esas labores podrán realizarse por excavación subterránea o a cielo abierto, pero, en cualquier caso, la presencia del agua será decisiva en este laboreo.

El agua en la excavación de este subsuelo, es un elemento activo, que produce acciones hidráulicas,

mecánicas, físicas y químicas, difíciles a veces de valorar, en su justa dimensión, desde la superficie.

En este laboreo se hacen realidad las teorías hidrogeológicas: puede constatar la relación del agua con la porosidad y la fisuración; u observarse la incidencia de este elemento sobre el comportamiento geotécnico de los hastiales de la galería, las paredes del pozo o los taludes de la corta; o comprobarse el papel químico de la agresividad de las aguas, y los procesos de corrosión o de cementación... Por eso, si ya el hombre tropezó en el Neolítico con las dificultades creadas por el agua, cuando excavaba las minas de pedernal de Grimes Graves, y las encontró también el minero romano en La Carolina y en Linares, donde hubo de aplicar el Tornillo de Arquímedes para el desagüe; y con ellas hubo de enfrentarse el indio mejicano, en los pozos excavados en el siglo XVIII para explotar las

(*) Doctor ingeniero de Minas. Hidrogeología. Sección de Geología. Universidad de Granada.

minas de Guanajauto, con ocho metros de diámetro, 400 de profundidad, sin explosivos, sin compresores y sin equipos de bombeo..., nada puede extrañarnos que, en el momento actual, cuando las necesidades de estas materias primas se acrecientan, los problemas hidrogeológicos de su explotación sean también mayores, y requieran de una actividad que puede llegar a ser, en muchas minas, de importancia prioritaria.

Por ello, lo más importante debe ser —y éste es el papel del hidrogeólogo— prever y cuantificar anticipadamente la posible presencia del agua, y para esto es necesario realizar, desde el inicio de cualquier reconocimiento minero, una observación metódica de datos hidrológicos, y controlar todas las incidencias que con el agua puedan tener relación (especialmente, esta información debe ser obtenida de los sondeos, cualquiera que sea su finalidad).

Precisamente por esta responsabilidad, debo resaltar que la Hidrogeología, en la mina, tiene interés especial para el investigador y el teórico, al encontrar posibilidades de aplicar sus teorías, contrastar sus experiencias y resolver problemas, a veces difíciles de sospechar anticipadamente, con soluciones valoradas, en base a las observaciones y ensayos habituales en la investigación hidrogeológica.

Porque, además, no podemos olvidar que, como se recoge en la ponencia de industrias mineras y canteras del I Simposio del Agua en la Industria (1972), el agua juega un doble papel en todo el proceso que conduce a la obtención de un mineral o de una sustancia vendible. De una parte, la explotación, ya sea en labores subterráneas o a cielo abierto, ha de hacer frente, la mayoría de las veces, a una producción de agua, auténtico subproducto que hay que eliminar en condiciones de utilización posterior. De otra, el proceso de lavado y concentración que necesitan la mayor parte de los minerales y rocas, antes de llegar a ser productos vendibles, hacen imprescindible el empleo del agua, ya que, salvo casos contados, los procesos de enriquecimiento utilizan la vía húmeda.

Con una visión muy simple y, al mismo tiempo, completa —dice la citada ponencia— podría decirse que el mineral nace acompañado de agua, emplea agua para alcanzar valor comercial, y, en este momento, el agua, más o menos sucia y contaminada, ha de ser eliminada.

De ahí radica el interés constante de la Hidrogeología en la Minería.

Pero los problemas hidrogeológicos que pueden presentarse en las labores subterráneas son muy diversos, y por ello desde hace tiempo, y con motivo del asesoramiento a varias explotaciones mineras, en problemas de esta índole, inicie el estudio de temas hidrogeológico-mineros, cuyo interés científico y teórico pretendo exponer en este trabajo.

PLANTEAMIENTO

El agua, en los trabajos del subsuelo, puede dejar sentir sus efectos bien durante la propia ejecución, bien sobre las excavaciones, obras y construcciones ya realizadas; y ello debido tanto a su presencia estática o dinámica como a la variación piezométrica natural o provocada.

En la mina, prácticamente, no se puede trabajar por debajo del nivel piezométrico si no se cuenta con el aislamiento de acuclucos, en condiciones muy favorables; o se procede al descenso de nivel piezométrico, mediante la extracción de agua o "achique"; o se cuenta con técnicas especiales, que impidan el paso del agua a las labores mineras. Cada una de estas posibilidades tiene su campo concreto de aplicación, y serán condicionantes técnicos y económicos los que hace falta estudiar, para elegir la solución definitiva.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que, en general, con las excavaciones subterráneas y a cielo abierto, creamos condiciones muy favorables para la acumulación rápida de las aguas subterráneas, o procedentes de lluvia, o interceptadas de ríos, zonas pantanosas, lagos, mares o embalses.

Y estas aguas será necesario eliminarlas lo más rápidamente posible, antes de que afecten al comportamiento geotécnico de los terrenos (capacidad portante, estabilidad, hinchamiento, solubilidad, etcétera) o a las obras de entibación y sostenimiento (revestimiento, maderamen), y con todo ello a la seguridad personal del minero y a la conservación de las explotaciones.

PROBLEMAS HIDROGEOLOGICOS EN LOS POZOS

Fácil es comprender el papel que juega la presencia de acuíferos subterráneos en la excavación de pozos mineros, si tenemos en cuenta que su

profundidad es considerada pequeña hasta 300 metros; media, de 300 a 1.000 metros, y grande, para más de 1.000 metros (CUADRA, 1974).

Por ello, la complejidad de muchos de estos pozos justifica el que, con frecuencia, sea necesario recurrir, para su excavación, a empresas especializadas, provistas de equipo adecuado y personal cualificado, en cuyos cuadros, hoy más que nunca, no debe faltar el hidrogeólogo.

No es objeto de este trabajo exponer la metodología de realización de pozos o planos inclinados, los cuales, normalmente, se perforan en descenso, si bien no falta la excavación ascendente que, desde nuestro punto de vista, tiene el interés de la facilidad de extracción del agua por gravedad, aunque, en muchos casos, antes hubieron de resolverse las dificultades en pozos descendentes.

La excavación puede efectuarse con intervención directa del hombre en el fondo del pozo, o mediante la maniobra de equipos desde superficie.

En el primer caso, la presencia de acuíferos puede obligar a provocar descensos piezométricos artificiales, mediante bombeo en sondeos situados en la periferia del pozo, o por inyección, en acuíferos con piezometría más profunda.

La perforación mecánica desde el exterior reduce la incidencia del agua, pero no excluye los problemas derivados de la inestabilidad de terrenos sueltos o poco coherentes, bajo nivel piezométrico, o de las pérdidas de circulación, en el caso de procedimientos de perforación derivados del sondeo *rotary*, en cualquiera de las modalidades actuales.

En todo caso se justifica siempre la realización de estudios hidrogeológicos e hidrogeotécnicos, desde el inicio de los trabajos de reconocimiento, para definir y cuantificar estos acuíferos.

Indiscutiblemente, el complemento más adecuado de estas investigaciones son los sondeos a testigo, con objeto no sólo de reconocer la litología, sino también determinar las características hidrológicas de los diferentes acuíferos (ensayos Lugeon, Lefranc, Gilg-Gavard...), y de poder establecer un conjunto de piezómetros a diferentes profundidades, para controlar la evolución de niveles de agua.

En muchas ocasiones es también aconsejable la realización de sondeos para efectuar desde ellos bombeos; así no sólo se podrán determinar con precisión los parámetros de los acuíferos, con incidencia en el aflujo de agua, sino que se podrá prefiar la interconexión o independencia de unos y

otros, merced a la simultánea observación de los niveles piezométricos durante los ensayos de bombeo.

La observación de los piezómetros equipados debe continuarse con meticulosidad, como si de una experiencia física se tratara, hasta concluir la construcción del pozo.

En todo caso, los beneficios obtenidos con los métodos hidrogeológicos compensan, muy sobradamente, el aparente sobre costo en el proyecto del pozo.

PROBLEMAS HIDROGEOLOGICOS EN TUNELES Y GALERIAS

Los trabajos de achique y lucha contra el agua en las galerías, pueden llegar a ser rutinarios.

El problema fundamental deriva de la irrupción brutal de agua en el frente de avance, que puede crear dificultades muy serias y afectar a la zona excavada. Se justifica, por ello, la necesidad de adquisición previa del máximo de datos hidrogeológicos relativos al entorno donde se excavará el túnel.

Esta información se puede lograr bien mediante sondeos desde superficie, completados con la información geológica, geofísica, etc., bien mediante la realización de sondeos piloto en el frente de avance. El inconveniente de éstos puede radicar no sólo en el costo, sino también en el retraso de los trabajos de perforación, lo que en parte puede obviarse al ejecutarlos desde cámaras o nichos laterales.

Tanto en los taladros como en los frentes de perforación, son muy importantes las medidas evolutivas de caudal, presión, temperatura y la adquisición de datos de quimismo de las aguas, y de arrastres de material sólido.

Estos arrastres, fundamentalmente de arenas y arcillas, mezclados con el agua, presentan problemas adicionales no sólo por requerir bombas especiales, sino por aportar un material que puede presentar fluidez y plasticidad elevada, como ocurrió con las arenas caoliníferas aptenses, en el túnel de Litani (Líbano), donde, a través de una infiltración en el frente, producida el 13 de agosto de 1959, se colmataron los 3.207 metros de túnel, ya construidos, hasta irrumpir las arenas por la boca de acceso, sin conseguir frenar su marcha los dispositivos de cierre colocados (HALWANI, *et al.*, 1965).

A veces, en la excavación de galerías, y como

medida de seguridad, si se tiene una capa impermeable al techo, de poca potencia, o si se desea acelerar el drenaje de agua suprayacente, pueden realizarse perforaciones filtrantes, que atraviesen la capa impermeable. Para activar el agotamiento de acuíferos confinados, próximos al techo de la galería, puede efectuarse entre las antedichas perforaciones de drenaje, otras de inyección de aire a presión, que facilitan el aflujo de agua a los taladros filtrantes.

Por otra parte, en los túneles en los que se prevé aflujo de agua en cantidades importantes, y siempre que otros condicionantes no lo impidan, es recomendable la realización de ataques ascendentes, que, en el caso de grandes longitudes, proporcionarán al túnel un perfil en *dientes de sierra*, cuyos puntos bajos corresponden a los pozos de acceso y desagüe.

La variabilidad de caudales; los tiempos de maniobra, para colocación de dispositivos de drenaje o bombeo; las instalaciones complementarias, etc., acarrearán siempre un sobrecosto importante y un mayor plazo de ejecución, que será función de los caudales totales y los caudales punta a extraer.

TRATAMIENTOS ESPECIALES PARA EL AGUA

La necesidad de combatir la afluencia de agua, puede obligar a realizar trabajos especiales en la excavación de pozos y galerías.

Dentro de estos procedimientos, me voy a referir, por sus características peculiares, a las inyecciones, a los métodos de congelación y a la perforación bajo cámara de aire.

Inyección.

La inyección consiste en hacer penetrar una lechada en las grietas y poros, que al tiempo que desplaza el aire o agua, mejora por fraguado las condiciones geomecánicas de la roca.

Desde el punto de vista hidrogeológico, quiero resaltar que la inyección tiene por finalidad principal reducir las filtraciones hacia la excavación, y disminuir las presiones sobre el revestimiento, con ayuda de dispositivos de drenaje.

Como indicativo de la necesidad de inyección, bajo nivel piezométrico, puede tomarse la baja recu-

peración de testigo y/o la medida de grandes presiones hidrostáticas, en las perforaciones de reconocimiento (figura 1).

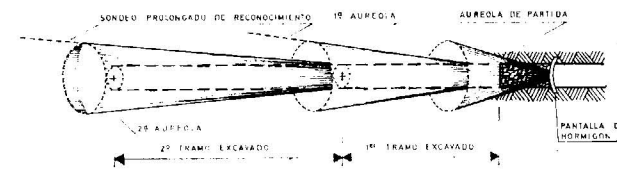


Figura 1

Esquema de inyecciones en avance (BARBETTE, *et al.*, 1959)

Las inyecciones se pueden realizar desde la superficie, la caldera del pozo o el frente de avance. Si se hacen desde el interior se efectúan en aureolas concéntricas troncocónicas de *taladros en flor*, en torno al eje de la obra. Se perfora el tramo inyectado; se reviste; se inyecta un nuevo tramo; se perfora..., y así hasta atravesar la zona peligrosa (figura 2).

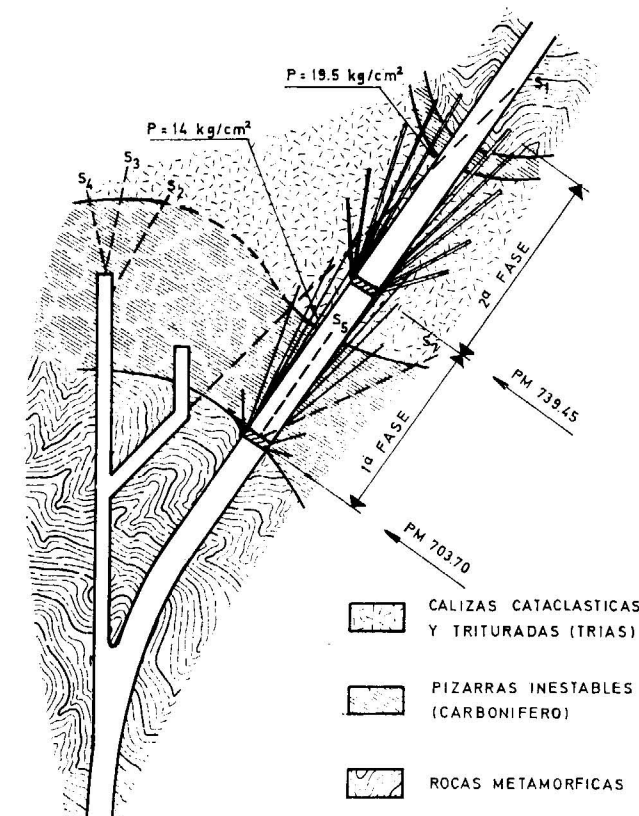


Figura 2

Paso del accidente de la Grande Combe, en el túnel de Roselend (LAJEAT, *et al.*, 1959)

Cuando la permeabilidad del terreno es reducida, puede ser necesario inyectar productos químicos que produzcan un gel de sílice, en el terreno, a corto plazo, por medio de un reactivo. Esta inyección se combina con la lechada de cemento.

Si la inyección tiene por finalidad atravesar fallas o fracturas, en las que además existe relleno de arcilla, es conveniente utilizar la limpieza previa en la zona más próxima a la excavación, para lo que se utilizan los productos químicos dispersantes, de empleo normal en el desarrollo de sondeos (hexametafosfatos, bicarbonato sódico, etc.), para conseguir una buena penetración de la lechada.

Es recomendable, por último, realizar sondeos de comprobación, después del tratamiento, para constatar la efectividad del mismo (nueva toma de testigos, ensayos de inyección, medidas de presión y caudal, etc.).

Congelación.

Otro procedimiento de lucha contra el agua, que hemos de considerar excepcional, es el de congelación, que se aplica especialmente en pozos cuando hay riesgo de hundimiento, al atravesar terrenos arcillosos que no son favorables para la inyección, o si se trata de pasar acuíferos muy importantes (zonas de falla, karst, etc.).

El objetivo que se persigue es el de formar un escudo de roca congelada, dentro del que se pueda realizar la excavación, a ser posible sin explosivos.

El tratamiento se efectúa, habitualmente, desde superficie, mediante la perforación de uno o dos anillos concéntricos de taladros, en los que se instala tubería ciega en toda su longitud, la cual aloja a su vez a la tubería, abierta en el fondo, para circulación de la salmuera.

Con salmuera de cloruro cálcico se puede inyectar a temperaturas inferiores a -20°C , pero si el acuífero contiene agua salada debe acudir, por ejemplo, a propano líquido, que puede refrigerarse hasta -44°C (LETOURNEUR, *et al.*, 1971). En caso de elevada salinidad en el acuífero, cabe inyectar previamente agua dulce, para desalojar el agua salada y no tener así que trabajar con un punto de congelación tan bajo.

El proceso es largo, y se controla mediante pares termoelectrónicos, instalados en taladros especialmente realizados con esta finalidad.

Una vez efectuado el revestimiento del pozo o galería, se suspende el proceso de congelación, y la propia elevación de temperatura, producida por el

fraguado del cemento, ayuda a la fusión del anillo de hielo (en esta fase la retracción del hormigón puede hacer necesaria la inyección local, con lechada de cemento, para cortar el acceso de agua a través de fisuras).

Cámara de sobrepresión.

Para combatir el agua, especialmente en aluviones, se puede trabajar en una cámara de sobrepresión, mediante aire comprimido que desaloja el agua.

El procedimiento, que tiene dificultades especiales, requiere que la carga piezométrica a compensar con la presión de aire, sea compatible con las condiciones de seguridad para el trabajo.

Esta técnica la hemos conocido en la construcción del largo túnel para captación de aguas subterráneas, en el aluvial del río Guadalfeo, en Motril (Granada).

EL AGUA EN LAS EXPLOTACIONES SUBTERRANEAS

La explotación subterránea de una mina, bajo nivel piezométrico, requiere de estudios hidrogeológicos profundos que permitan conocer las características de los acuíferos; su geometría; el papel de los accidentes estructuras; las relaciones de dependencia con las aguas de superficie y con otros acuíferos; los recursos y las reservas hasta diferentes profundidades; las características hidroquímicas, etc.

Una vez obtenidos estos datos, y siempre que sea posible, deberán realizarse ensayos piloto en una explotación, a escala real, para ajustar las hipótesis y datos de partida, y perfeccionar así el proceso de desagüe, antes de aplicarlo a otras minas de características semejantes.

A modo de ejemplo, considero interesante indicar un procedimiento de cálculo hidrogeológico, publicado por SVEL (1963), en relación a la explotación subterránea de la mina de lignito de Lipnica, en la cuenca sinclinal de Kreka (Yugoslavia), y cuyo esquema reproduce la figura 3.

En 1962 los recursos de carbón sobre nivel piezométrico, en dicha mina, prácticamente habían sido explotados, y para continuar la extracción en profundidad se dejaba una capa de carbón, entre las cámaras de explotación y el acuífero confinado del muro.

Esta capa de carbón abandonada debía tener espesor creciente con la profundidad para contrarres-

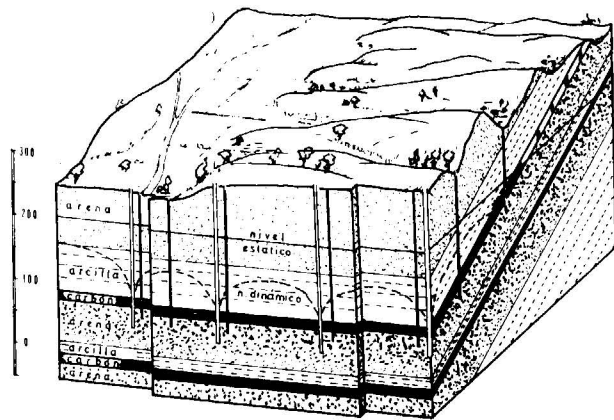


Figura 3

Drenaje de la mina de lignito de Lipnica (Yugoslavia) (SVEL, 1963)

tar el aumento de presión hidrostática, pero aun así no se conseguía la seguridad apetecida.

Para evitar estos problemas el procedimiento de desagüe, que ha sido puesto a punto, consiste en un bombeo frontal, desde una línea de sondeos equidistantes entre sí unos 150 metros, que drenan las arenas subyacentes, cuya mayor permeabilidad se alcanza en el contacto con las capas de lignito (10^{-4} a 10^{-5} cm/seg). Un amplio conjunto de sondeos piezométricos permite controlar la operación de drenaje del carbón por "goteo".

Inicialmente, en los bombeos, se producen conoides de depresión simétricos, pero, de acuerdo con el buzamiento de las capas, pronto se llega a una situación de no alimentación por el flanco más próximo del sinclinal, por lo que hay que emplear para los cálculos, el método del pozo imagen.

La ecuación básica para el cálculo del descenso piezométrico en un cierto punto del acuífero a presión, según BOCEVER y VERIGIN (in SVEL, 1963), es:

$$\Delta = \frac{Q_{sum}}{2 \pi k H} R$$

en la que:

Q_{sum} = Caudal total de la batería de pozos ($m^3/día$).

K = Coeficiente de permeabilidad de Darcy ($m/día$).

H = Espesor del acuífero (m).

R = Resistencia hidráulica (función de: posición de los pozos, coeficiente de transmisividad, duración del bombeo y caudal de descarga de cada pozo).

En las expresadas condiciones de alimentación semilimitada, para el acuífero confinado, el valor de la resistencia hidráulica viene dado (fig. 4) por:

$$R = - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \alpha_i \left[E_i \left(- \frac{r_i^2}{4 T t} \right) + E_i \left(- \frac{\rho_i^2}{4 T t} \right) \right]$$

donde:

$$i = \frac{Q_i}{Q_{sum}}$$

Q_i = Caudal de un pozo particular ($m^3/día$).

T = Coeficiente de transmisividad ($m^2/día$).

t = Duración del bombeo (día).

r_i = Distancia entre el punto donde se desea calcular la resistencia hidráulica y cada pozo en particular (m).

ρ_i = Distancia entre el punto donde se desea calcular la resistencia hidráulica y el pozo imagen respecto al límite de la capa (m).

$E_i(-x)$ = Indicador de la integral de la función x .

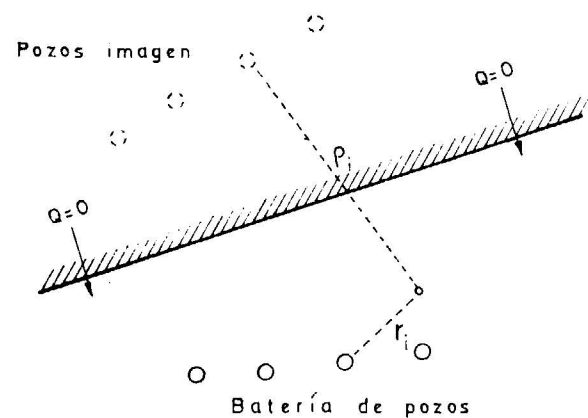


Figura 4

Efecto del pozo imagen en el bombeo

Esto es sólo un ejemplo, ya que he señalado, inicialmente, la diversidad de problemas hidrogeológicos que pueden presentarse en la minería, y por ello creo necesario, para no hacer interminable su descripción, limitarme a la exposición de algunos casos típicos, que indudablemente no cubren la amplia casuística del tema.

En 1964-65 tuve ocasión de estudiar las irrupciones bruscas de agua en la explotación subterránea de la mina "Tere" (16 km al SW de Badajoz), y pude determinar que éstas se producían a través del propio filón, que arma normalmente entre caliza y

granodiorita, al recibir agua del río Guadiana, distante 600 metros, a través de una falla transversal que corta al filón y se continúa bajo dicho río.

En las minas de plomo de la región de Linares-La Carolina, las aguas subterráneas están ligadas estrechamente a los filones, y la alimentación procede de aportaciones pluviométricas (a veces con un desfase de hasta dos meses), pero también se presentan irrupciones bruscas, en relación con antiguas minas inundadas (MARTÍNEZ GARCÍA (*), com. personal).

Una relación similar de agua-filón, tuve ocasión de conocer con motivo del estudio de la mina "Diógenes" (Valle de Alcudia, Ciudad Real), en 1961.

La irrupción brusca de agua obligó a abandonar las explotaciones subterráneas en la mina "María", del Coto Minero de Cehegín (Murcia), y al estudiar dicha zona, en 1960, pude observar, con el apoyo de los estudios magnetométricos, cómo una falla atraviesa el cercano río Quipar y a la mineralización en la zona del accidente. Para la nueva puesta en explotación de esta mina se ha proyectado el desvío del río (HERRERO ALEIXANDRE (**), com. personal).

En la mina "Corral" (Ojos Negros, Teruel), he podido determinar que el actual nivel piezométrico está fijado por una vieja galería de extracción, abandonada, que actúa como aliviadero de la estructura donde se localiza el mineral limonítico, actualmente en explotación a cielo abierto sobre el nivel piezométrico.

Estos aportes de aguas pueden ser muy irregulares. BOGOMOLOV (1958) cita casos de minas de bauxita en los Urales y de carbón en Bogoslovsk, con 20 millones de $m^3/año$ y de $3.500 m^3/hora$. Tomado de este autor, en la figura 5, se representa el efecto de drenaje de un yacimiento filoniano del Norte de los Urales.

Un caso muy particular, en relación con el desagüe de la mina de Almadenejos (Ciudad Real), abandonada durante muchísimos años, fue el producido por la extracción de agua subterránea que liberó gran cantidad de gases mercuriales, los que ocasionaron un grave accidente.

Pero haríamos interesante este relato en el que sólo he querido presentar algunas muestras del condicionamiento del agua en las explotaciones mineras subterráneas.

(*) Director de la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos de Minas, Linares (Jaén).

(**) Director de AGRUMINSA. Granada.

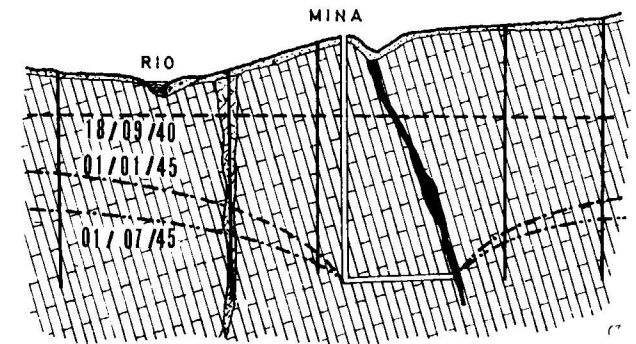


Figura 5

Depresión provocada por bombeo en un yacimiento filoniano del Norte de los Urales (BOGOMOLOV, 1958)
1: arena y grava; 2: arena; 3, caliza; 4, mineral; 5: caliza alterada; 6: nivel estático; 7 y 8: niveles dinámicos

EL AGUA EN LAS EXPLOTACIONES A CIELO ABIERTO

Mientras que en la minería subterránea el agua fluente deriva fundamentalmente de las reservas y recursos de los acuíferos, en las explotaciones a cielo abierto hay que tener en cuenta no sólo el desagüe del volumen de roca afectado, sino también las aportaciones directas por escorrentía superficial.

Las reservas subterráneas fluentes corresponden al total de agua gravífica alojada en el volumen de la explotación y en el cono de influencia. Así, para un acuífero libre:

$$W = V \mu$$

donde V es el mencionado volumen de roca bajo nivel piezométrico, y μ es la porosidad eficaz.

El volumen de los recursos de aguas subterráneas fluentes puede ser calculado, para una cantera de sección cuadrada, según BOGOMOLOV (1958), por la fórmula:

$$Q = \frac{k(H^2 - h^2)L}{R}$$

en la que:

Q = Caudal ($m^3/día$).

H = Espesor del acuífero (m).

h = Altura del agua en la explotación (m).

L = Longitud de la corta (m).

k = Coeficiente de permeabilidad de Darcy ($m/día$).

R = Radio de influencia (m).

En el caso de una excavación incompleta del acuífero, para una corta rectangular, estos recursos fluyentes vienen expresados por:

$$Q = \frac{k R e (2 H - e)}{2 L + 0,73 \lg \frac{H - e}{l}}$$

en la que:

e=Espesor descubierto del acuífero (m).

l=Anchura de la corta (m).

L=Longitud de la corta (m).

El volumen de las aportaciones de agua por escorrentía directa, es función de la superficie y características de la cuenca vertiente y de la pluviometría, una vez deducida la evaporación.

Pero en este caso no sólo interesan los valores totales o promedio, sino que tienen gran importancia los caudales punta, correspondientes a máximos pluviométricos.

El cálculo de caudal a extraer se hará en función de la superficie de la corta, de la duración de la lluvia, del período de retorno que se considere, así como del tiempo durante el cual pueda realizarse el desagüe sin grave peligro para la explotación. Así, por ejemplo, en la fase final de la explotación, para una lluvia de veinticuatro horas, y un período de retorno de diez años, la explotación de pirita de Aznalcollar (Sevilla), recibiría 513.561 m³ (INTECSA, 1973), y la hirro de Alquife (Granada), recibiría 137.173 m³ (MEDINA, 1975).

A veces la extensión de la explotación puede obligar al desvío de cursos de agua superficial. En este caso, además de los cálculos de caudales medios de dicha escorrentía superficial, hay que tener muy en cuenta, para los caudales punta, el tiempo de concentración, que viene dado por la fórmula de GIANDOTTI (in HERAS, 1972):

$$t = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}}$$

en la que:

t=Tiempo de concentración (horas).

S=Superficie de la cuenca (km²).

L=Longitud del río principal (km).

H=Altura media sobre la cota de origen de la cuenca (m).

ALCANCE DE LAS INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS

En países como la URSS, con una elaborada legislación minera, los estudios hidrogeológicos a realizar preceptivamente, en las diferentes fases de prospección del yacimiento, se expresan en la siguiente tabla (BOGOMOLOV, 1958).

Fases de prospección	Estudios hidrogeológicos a realizar
Investigación	Determinación de las características hidrogeológicas del yacimiento. Apreciación de los recursos de agua y de las condiciones hidrogeológicas.
Reconocimiento previo	Puesta en evidencia de las condiciones y características hidrogeológicas, con vistas a la preparación de los trabajos de explotación.
Reconocimiento detallado	Estudio detallado de las condiciones hidrogeológicas, para establecimiento del proyecto técnico de explotación.

En cualquier caso, durante los trabajos preparatorios de la explotación, es indispensable programar convenientemente los estudios hidrogeológicos y verificar y precisar los cálculos precedentes.

En las fases de explotación, los estudios preceptivos a realizar se sintetizan en la siguiente tabla (BOGOMOLOV, 1958).

Fases de trabajo	Trabajos hidrogeológicos a realizar
Preparación de la explotación... ..	Investigación de los fenómenos geológicos condicionantes de la hidrología. Realización de las obras de captación y drenaje; investigación de la estabilidad de taludes, etc.
Explotación del yacimiento... ..	Investigación de los fenómenos hidrogeológicos durante la explotación. Control del drenaje, estabilidad de taludes, comportamiento de galerías, etc.



EL AGUA SUBTERRANEA EN LA EXPLOTACION MINERA

En los trabajos de explotación, las aguas subterráneas son, frecuentemente causa de problemas para la excavación y extracción del mineral, hasta tal punto que determinados yacimientos pueden llegar a resultar antieconómicos por los costes de desagüe.

Por otra parte es frecuente que las explotaciones mineras con grandes aportes de agua necesiten medios complementarios de bombeo, para protección del trabajo y de las instalaciones fijas o móviles, frente a flujos excepcionales.

El volumen de agua a extraer con estos equipos y el grado de inundación de los yacimientos, pueden oscilar entre grandes límites. Aunque existen propuestas variadas para relacionar, cuantitativamente, los parámetros de la explotación del yacimiento, y de su desagüe (KOVACS, 1972) creemos de gran interés la comparación en base al llamado *coeficiente de inundación*, que expresa la relación, en volumen, entre la cantidad de agua y la de mineral extraídos, ya que permite tomar idea de la incidencia económica del agua.

Este coeficiente de inundación depende no sólo de las condiciones naturales, sino también de factores, como el sistema de explotación y el volumen de los trabajos mineros; el desarrollo total de galerías o superficies de la corta; la profundidad y grado de mecanización, etc.

A igualdad de condiciones, tiende a disminuir este coeficiente por un aumento del grado de mecanización, un incremento del rendimiento y una mayor extensión de los trabajos mineros.

Desde un punto de vista económico, hay que tener en cuenta, además, la rentabilidad del yacimiento de que se trata.

En la URSS se clasifican los yacimientos mineros, de acuerdo con las condiciones hidrogeológicas y el coeficiente de inundación, en las siguientes categorías:

a) *Yacimientos muy fuertemente inundados.*

Caudal de agua a extraer: 2.000-3.000 m³/hora.

Coeficiente de inundación: 250-300.

A este tipo pertenecen los yacimientos que arman en terrenos kársticos o en rocas muy fisuradas, con ligazón hidráulica entre las aguas subterráneas y las aguas de escorrentía superficial o estancadas.

b) *Yacimientos fuertemente inundados.*
Caudal de agua a extraer: 1.000-1.500 m³/hora.
Coeficiente de inundación: 15-10.

Se trata de yacimientos en los que abundan terrenos sueltos arenosos, de gran espesor, con granulometría heterogénea, y en los que existe comunicación hidráulica entre acuíferos, y en general, con los cursos de agua superficiales.

c) *Yacimientos perinundados.*
Caudal de agua a extraer: 500-1.000 m³/hora.
Coeficiente de inundación: 1215.

Son yacimientos en acuíferos que tienen comunicación hidráulica entre sí, y en general, con los cursos de agua superficiales.

d) *Yacimientos medianamente inundados.*
Caudal de agua a extraer: 300-500 m³/hora.
Coeficiente de inundación: 4-6.

e) *Yacimientos débilmente inundados.*
Caudal de agua a extraer: hasta 200 m³/hora.
Coeficiente de inundación: 2-3.

f) *Yacimientos prácticamente anhidros.*

Las aguas subterráneas no influyen en la explotación de estos yacimientos.

Muy a menudo, los yacimientos de este último tipo están recubiertos por un potente espesor de capas impermeables, y están aislados de los acuíferos subterráneos y de las aguas superficiales.

Esta clasificación de yacimientos no es exhaustiva ni aplicable a cualquier país, pero pienso que es un interesante punto de partida para elaborar una clasificación tipológica.

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL GRADO DE INUNDACION

El agua a extraer de una explotación minera depende de factores naturales y artificiales.

Entre los factores naturales cabe citar: clima, relieve; cuenca vertiente; mayor o menor desarrollo de la vegetación; localización de aguas superficiales; características de los acuíferos, acuífugos y acuíclulos; fallas, fracturas, diques y discontinuidades lito-

lógicas, en general; variación de las reservas acuíferas para distintos tramos de profundidad, etc.

Los factores artificiales incluyen: sistemas de explotación; sondeos no cementados, que interconecten acuíferos; explotaciones o galerías antiguas, etc.

Así, por ejemplo, un espesor de limos de 2 a 3 metros puede prestar suficiente protección contra la infiltración de aguas superficiales, pero puede crear problemas relativos a estabilidad de taludes, y el hundimiento de techo de una explotación minera no solamente puede establecer comunicación entre diferentes acuíferos, sino también crear en superficie una depresión, en forma de embudo, que favorezca la penetración de las aguas superficiales.

Por supuesto, los yacimientos en terrenos kársticos y rocas fisuradas pueden ser invadidos por aguas subterráneas, que circulan por cavidades de disolución o por fracturas, a través de las cuales también puede establecerse conexión con aguas superficiales.

Este mismo hecho favorece el que en acuíferos kársticos, mediante un bombeo ininterrumpido, se pueda provocar un descenso sensible del nivel piezométrico en una zona muy amplia, como hemos conseguido en el drenaje de la Mina Castilla (Guadalajara) (FERNÁNDEZ-RUBIO, 1974) (fig. 6).

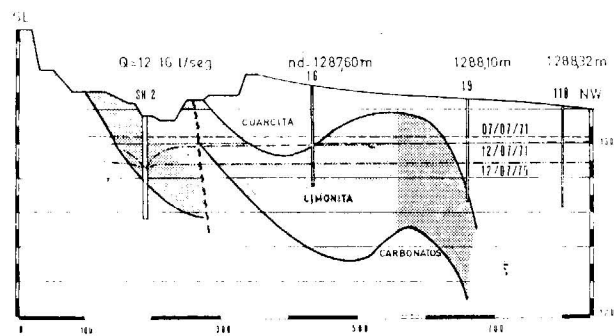


Figura 6

Evolución de niveles dinámicos por el bombeo en la Mina Castilla (Sierra Menera, Guadalajara) (FERNÁNDEZ-RUBIO)

Un interesante estudio, en yacimientos de este tipo, es el efectuado en la Pine Points de Canadá (BRASHEARS, 1971). Se trata de un conjunto de minas de plomo-cinc, en dolomías arrecifales del Devónico, muy recristalizadas, con transmisividades de 300 a 900 m²/día, y coeficiente de almacenamiento de 0,001 a 0,04.

En función de estos parámetros se pudo anticipar, mediante las fórmulas clásicas, los descensos que tendrían lugar en la zona de explotación, por el bombeo en sondeos de la periferia, de acuerdo con el caudal de extracción y el tiempo transcurrido (fig. 7). Al ser acumulativos los descensos producidos por varios bombeos simultáneos, estas curvas permiten integrar su efecto combinado.

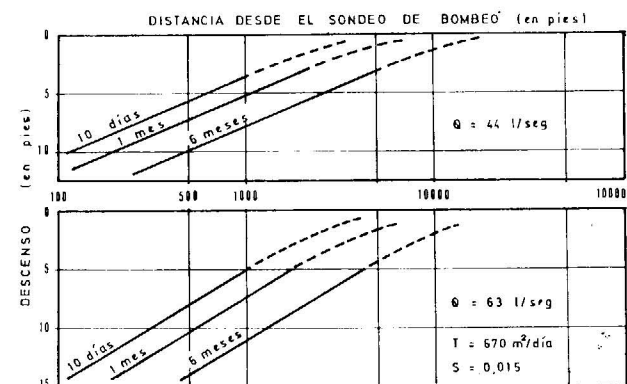


Figura 7

Relación descenso/distancia en la explotación N-42, de Pine Points Mines (BRASHEARS, et al., 1971)

Un yacimiento con mayor complejidad hidrogeológica es el explotado por la Compañía Andaluza de Minas, en Alquife (Granada), que ha sido estudiado por GORDILLO (1974) y MEDINA (1975) (fig. 8).

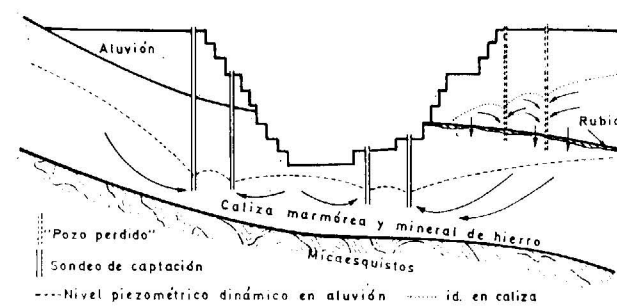


Figura 8

Sistema de drenaje en la Mina de Alquife (Granada) (MEDINA, 1975).

La mineralización de hierro está en contacto con calizas marmóreas de elevada permeabilidad ($k \approx 10^{-3}$ metros/seg.). Sobre este conjunto se extiende discontinuo el "Rubial", que es un paleosuelo acuífugo

($k \approx 10^{-7}$ a 10^{-6} m/seg.), y sobre él un aluvión con diferente permeabilidad horizontal y vertical ($k_h \approx 10^{-7}$; $k_v \approx 10^{-6}$ a 10^{-7} m/seg.).

El sistema de drenaje puesto a punto consiste en un conjunto de perforaciones de pequeño diámetro (*pozos perdidos*), a través de los cuales pasa el agua del aluvión a la caliza, desde donde es extraída a razón de un caudal medio de, aproximadamente, 500 litros/segundo, con lo que se ha conseguido en algunas zonas un descenso del nivel piezométrico superior a 100 metros.

Un problema especial, en yacimientos relacionados con acuíferos kársticos, radica en que en períodos de pluviometría intensa o fuerte deshielo, se pueden presentar caudales punta que superen en proporciones elevadas a los caudales medios.

Los yacimientos con alternancias arcilloarenosas se caracterizan por las discontinuidades de composición y espesor de las capas, así en extensión como en profundidad. La presencia de agua en las formaciones arenosas, y los problemas hidrogeotécnicos en el contacto con las arcillas, pueden originar grandes dificultades en la explotación.

El agua, en este caso, puede proceder tanto de superficie como de aflujo de acuíferos confinados en contacto con los materiales en explotación.

Por ejemplo el drenaje de los yacimientos de Niederrhein-Bucht (Alemania Federal), ha traído como consecuencia una ascensión de aguas mineralizadas, de acuíferos profundos. Se trata de unos yacimientos de carbón, ubicados entre gravas, arenas y arcillas, dentro de un graben desarrollado durante el Terciario. El volumen de agua extraída, entre 1965-1968, ha sido de $3 \cdot 10^9$ m³ en el Ville Block y de $10 \cdot 10^9$ m³ en el Erft Block (BLAKE, et al 1972).

En una estructura más reducida, pero en cierto modo similar, hemos estudiado (CASAS RIPOLL, et al 1975), el proceso de inundación de los yacimientos de turba de Padul (Granada), que además de su aportación procedente de la cuenca endorréica vertiente, reciben un aporte *per ascensum*, de acuíferos confinados de la cubeta tectónica donde se localizan estas explotaciones.

En cualquier caso la evacuación de aguas de drenaje debe controlarse para evitar el reciclado hacia la explotación.

Los yacimientos ubicados en regiones con suelos continuamente helados, son prácticamente inexistentes en nuestras latitudes, pero hay que tenerlos en cuenta en países de altas latitudes.

Por ejemplo, en algunos sondeos de reconocimiento en Spitzberg, se ha observado el agua en forma de hielo, hasta profundidades de alrededor de 200 metros. En estos casos hay que estudiar la presencia de *taliks* o islotes deshelados, que pueden provocar inesperadas fluencias a las explotaciones.

En especial en zonas heladas, con presencia de aguas saladas, es de prever la existencia de dichos *taliks*.

MEDIOS DE LUCHA CONTRA LA INUNDACION

Las explotaciones situadas sobre nivel piezométrico se presentan en general secas, y sólo exigen una protección contra la invasión de aguas de escorrentía superficial. Esto puede conseguirse mediante la excavación de una fosa, alrededor de la cantera, distante de 25 a 30 metros, y con profundidades de 1 a 1,5 metros, para drenar las aguas pluviales.

Si el terreno es pantanoso y encharcado (caso, por ejemplo, de muchas explotaciones de turba), es necesario organizar un sistema de drenes y colectores para la circulación, acumulación y bombeo del agua.

Igualmente, cualquier río o arroyo, que pase cerca de la explotación, debe ser desviado fuera de la zona vertiente.

Cuando la explotación tiene que descender bajo nivel piezométrico, se pueden utilizar diferentes procedimientos, de concentración de agua, en el fondo de la corta, de acuerdo con las características hidrogeológicas y las técnicas de explotación (sumideros, fosas de drenaje, balsas de acumulación, etc.).

Si las fluencias de agua subterránea son importantes, hay que acudir al descenso piezométrico mediante bombeo en pozos o sondeos. Este drenaje se ve muy favorecido si se localiza una formación de elevada permeabilidad, en contacto con el yacimiento, que actúe como acuífero privilegiado.

LIXIVIACION BIOLÓGICA

Como una técnica de laboreo puramente hidrogeológica he de señalar la explotación de yacimientos de cobre, mediante inyección de soluciones de

lixiviado con bacterias (*Thiobacillus thiooxidans*, *Thiobacillus ferrooxidans*), ya que su aplicabilidad es función de las condiciones hidrogeológicas del yacimiento.

El mecanismo de reacción del lixiviado biológico está bien estudiado para el caso de yacimientos de cobre, en presencia de pirita, combinado con la acción de bacterias autotróficas, que oxidan el azufre y el hierro bivalente (HANZLIK *et al* 1974).

La aplicación del método depende no sólo del tipo de yacimiento, sino de las condiciones hidrogeológicas del mismo, que constituyen el aspecto básico de investigación que debe incluir (HANZLIK, 1972):

- Estudio de las condiciones geológicas y estructurales del yacimiento.
- Conocimiento de las operaciones mineras realizadas con anterioridad, y de los métodos de explotación empleados.
- Estudio de la permeabilidad del yacimiento y de las rocas donde arma.
- Determinación de la dirección y velocidad de flujo de las aguas subterráneas.
- Análisis del efecto de las aguas inyectadas en el régimen de aguas del yacimiento.
- Elección del método de inyección, proyecto de realización y elección del control de circulación.
- Determinación del balance hidrológico, desde el punto de vista de la incidencia del proceso de lixiviado y evaluación de las pérdidas de solución.

El aspecto más importante es relativo al estudio de la permeabilidad del yacimiento, y de las formaciones donde encaja; la determinación de la dirección y velocidad del flujo; y el control de las pérdidas de la solución, durante el proceso de explotación.

Es también necesario investigar los efectos secundarios que pueda producir la solución de lixiviado en el yacimiento y fuera de él, y especial atención hay que prestar a la protección de las aguas subterráneas y superficiales.

Pero la investigación hidrogeológica no debe terminar en la fase de preparación, sino que debe continuar durante el proceso de explotación.

Así, por ejemplo, pueden resaltarse las investigaciones que se realizan en Checoslovaquia, en el *Ustav pro Výzkum rud de Praga* (Instituto de Investigaciones Mineras), con la colaboración del Instituto de Minería, las cuales han hecho posible ya simultanear, en algunas zonas, la explotación clásica con la inyección (VYDRA, 1972).

En el caso de tratamiento de balsas de decantación (SKALICKA, 1972), son de la máxima importancia los estudios de permeabilidad horizontal y vertical, con un adecuado control piezométrico. Dada la diferencia de una a otra, en dichas balsas, los mejores resultados se alcanzan mediante la infiltración en sondeos, ya que el riego artificial y la infiltración en zanjas resultan inadecuados.

MISCELANEA VARIA

En muchos otros campos la Hidrogeología y la Minería se entroncan estrechamente, y su descripción haría interminable esta nota.

Así, por ejemplo, no he querido entrar en temas como los relativos al flujo de aguas en cámaras subterráneas profundas, tal como las que se construyen para alojar residuos nucleares, en formaciones de reducida permeabilidad (DUDLEY, 1970 y 1972).

Podría también hablar de la recuperación de minas inundadas; la excavación y explotación de yacimientos salíferos, muy solubles, con presencia de acuíferos (tipo: minas de Cardona, Barcelona); los problemas de agresividad de las aguas, en yacimientos de sulfuros; los efectos de la polución (HERBERT, 1972); la utilización, tratamiento o eliminación de aguas residuales en mina (LLOYD, 1974); los problemas de estabilidad de escombreras y de balsas de decantación, por la presencia de agua (ALGER, *et al* 1972, ANÓNIMO, 1972 b)... pero pienso que es suficiente lo expuesto para resaltar el interés de la Hidrogeología en el campo de la Minería.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor FONTBOTE, jefe de la Sección de Geología de la Universidad de Granada, debo agradecer su revisión del texto y las ideas aportadas.

BIBLIOGRAFIA

- ALNER, G. R.; BAILLOD, C. R.: "Mine tailings disposal basins and their associated watersheds. Watersheds transition". *Proc. Symp. Fort Collins, Colo. Urbana Amer. water resour. assoc.*, 365-370 (1972).
- ANÓNIMO: a) I Simposio "El agua en la industria", ASELCA, Madrid, 175 pp. (1972).
- ANÓNIMO: b) "Tentative design guide for mine waste embankments in Canada. Canada Dept. Energy, Mines Resources, Minas Branch, *Tec. Bull.*, 145: 215 pp. (1972).
- BALKE, K. D.; JACOB, D.; KARRENBERG, H.: "Ground-water Research in the Open-Cast Mining Area of the Southern Niederrhen - Bucht (West Germany)", *24th Int. Geol. Cong.*, Montreal, Ottawa, 11: 49-58 (1972).
- BARBETTE, R.; PAUTRE, A.: "Perçement de galeries en terrain difficiles. méthode des injections a l'avancement", *Le Monde Souterrain*, 4: 336-340 (1959).
- BOGOMOLOV, G.: "Hydrogéologie et notions de Géologie d'Ingénieur", Ed. de la Paix, Moscú, 278 pp. (1958).
- BRASHEARS, M. L.; SLAYBACK, R. G.: "Pumping-test methods applied to dewatering investigations at Pine Point Mines. N. W. T., Canadá". *Trans. Soc. Mining. Engrs.*, AIME, USA, 252 (2): 185-186 (1972).
- CASAS RIPOLL, D.; FERNÁNDEZ-RUBIO, R.: "Consideraciones hidrogeológicas sobre el Alto Valle de Lecrín (Granada)", *Jor. Minero-Metal*, Bilbao, III: 163-192 (1975).
- CUADRA, L.: "Curso de laboreo de minas". Publ. Fundación Gómez Pardo, Madrid, 579 pp. (1974).
- DULEY, W. W.: Nonsteady inflow to a chamber within a thick aquitard U. S. Geol. Survey, *Prof. paper* 700 C: 206-211 (1970).
- DULEY, W. W.: "Technique for Predicting Ground-Water Inflow to Large Underground Opening", *Trans. Soc. Mining. Engrs.*, AIME, USA, 252 (2): 149-153 (1972).
- FERNÁNDEZ-RUBIO, R.: "Hidrogeología de la Mina Castilla (Sierra Menera, Guadalajara)", *Doc. Invest. Hidrológica*, Barcelona, 16: 141-173 (1974).
- GORDILLO, A.: "El desagüe en la Mina del Marquesado" (informe interno). Comp. Andaluza de Minas, S. A. (1974).
- HALWANI, S.; JANOD, A.; LAJEAT, J. P.: "Le perçement du Tunnel d'awali de l'aménagement du Litani au Liban", *Travaux*, 5: 247-260 (1965).
- HANZLIK, J.: "Hydrogeologické problémy dobytí nebilancních zásob ložisek rud barevných kovů biologickým loužením" (Problemas hidrogeológicos en la explotación de antiguos minerales pobres no férricos por el método de lixiviación), *Acta Montana*, Praga, 21: 5-23 (1972).
- HANZLIK, J.; SKALICKA, J.; VIDRA, J.: "Sledování úniku louzičního roztoku no ložisku Smolník" (Investigación de fugas de la solución de lavado en el yacimiento de Smolník), *Mineralia Slovaca*, 6 (3): 303-307 (1974).
- HERAS, R.: "Métodos prácticos para el estudio de aguas superficiales y subterráneas", Serv. Publ. MOP, Madrid, 85: 529 pp. (1972).
- HERBERT, R.: "Dredge mining for rutile. Effects on water quality", *Ground water pollut. World Conf. Reading. Marlow, Bucks., Eng. water resour. Ass.*, 2: 303-305 (1972).
- INTECSA: "Proyecto Aznalcollar. Informe Hidrogeológico" (informe interno), Andaluza de Piritas, S. A. (1973).
- KOVACS, F.: "Relación entre los parámetros fundamentales de la explotación minera y las fluencias de agua" (en húngaro). *Magyar tudom. Ada. Föld banyasz. tudom. Közl.* 2 (1-2): 51-77 (1972).
- LAJEAT, J. P.; COURT, M.: "L'aménagement de Roselend. Traversée de l'accident de la Grande Combe", *Construction*, XIV (7): 193-201 (1959).
- LETOURNEUR, J.; MICHEL, R.: "Geologie du Genie Civil", Librairie Armand Colin, Paris, 728 pp. (1971).
- LLOYD, J. W.: "The Hydrogeology and Utilization of Brines in El Salado, Chile", *Ground Water*, 12 (2): 72-77 (1974).
- MEDINA SALCEDO, F.: "Estudio hidrogeológico en el Marquesado del Zenete (Granada)", Grupo de Trabajo de Hidrogeología de la Universidad de Granada (inédito) 181 pp. (1975).
- SKALICKA, J.: "Hidrogeologická studie loužen: odpadu na odkalísti úpravny rud Krásno n. T." (Estudio hidrogeológico del rechazo de material de lixiviación en balsas de decantación del lavadero de Krásno), *Acta Montana*, Praga, 21: 61-79. (1972).
- SVEL, B.: "Dewatering of lignite mine of Kreka", *Mém. Ass. Intern. Hydrog.*, Belgrado, VI: 375-387 (1963).
- VYDRA, J.: "Výzkum hydrogeologických parametrů pro dobytí nebilancních zásob ze starin podzemním loužením" (Investigación de parámetros hidrogeológicos para la explotación de yacimientos pobres en minas abandonadas mediante lixiviación subterránea), *Acta Montana*, Praga, 21: 25-60 (1972).

Recibido: Julio 1974.

Estudio petrológico del plutón de Bares-Vicedo (La Coruña)

Por A. GARCIA GUTIERREZ (*)

RESUMEN

Se estudia la petrología del plutón de Bares-Vicedo, situado en el extremo NE de la provincia de La Coruña. Se encuentra emplazado con carácter netamente intrusivo, a la vez en la formación "ollo de sapo" y en un granito moscovítico deformado. Es de destacar la existencia, a escala de afloramiento, de un claro bandeo ortomagmático. Este plutón presenta una facies granodiorítica que incluye abundantes enclaves dioríticos, caracterizados por la asociación mineralógica anfíbol-clinopiroxeno. Por sus características mineralógicas y químicas, se incluye en el grupo de las "granodioritas tardías", definidas en el contexto del Macizo Hespérico.

ABSTRACT

The present work is on the petrology of the pluton of Bares-Vicedo located in the NE extreme of the La Coruña province. It is emplaced—with a intrusive character—both in the "ollo de sapo" formation and a deformed moscovitic granite. There is a neat orthomagmatic striped in the outcrops scale. This pluton presents a granodioritic phase including abundant dioritic enclaves, characterized for a mineralogical association of amphibol-clinopyroxene. Due to its mineralogical and chemical characteristics it is included in the group of the "Late granodiorites" defined in the context of the Hesperian Massif.

INTRODUCCION.

El plutón de Estaca de Bares-Vicedo aflora en la parte central de la hoja de Riobarba, núm. 2 del mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000 formando la punta más septentrional de Galicia.

1. Ocupa una extensión aproximada de 4,5 kiló metros cuadrados, encontrándose alineado N-NW, su forma es más bien irregular y difícil de precisar debido a no verse nunca su terminación en los acantilados, observándose solamente de una manera clara su terminación lobular, al lado derecho de la ría que separa los dos afloramientos de que consta el plutón.

Las primeras citas corresponden a SCHULTZ (1835) y HERNÁNDEZ SAN PELAYO (1915), siendo considerado por ambos como granito común.

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad de Oviedo.

Aproximadamente en la misma época, BARROIS y MACPHERSON (1886) realizan las primeras descripciones petrográficas, pero refiriéndose más bien a los granitos de Galicia en sentido general y nunca a este particularmente.

El primer estudio detallado que se realiza sobre este plutón es el de PARGA PONDAL (1931) que hace un estudio petroquímico clasificando a esta roca como diorita cuarcífera, aunque cartográficamente, no se hace diferenciación entre esta roca y el granito moscovítico, que se encuentra más al Sur considerando diorita a todo el promontorio, desde el filón de cuarzo que lo atraviesa a la altura del Barquero, hasta Bares; no citando tampoco la prolongación del plutón al otro lado de la ría.

Posteriormente, autores como NISSEN (1959), MATTE (1968), PARGA (1963) lo sitúan en sus correspondientes cartografías y finalmente CAPDEVILA (1969) ya lo cita como incluido dentro del grupo de granodioritas tardías de Galicia, pero sin hacer un estudio detallado según él mismo especifica.

LAS ROCAS ENCAJANTES Y EL METAMORFISMO DE CONTACTO

Esta intrusión se encuentra a la vez emplazada en dos tipos de rocas, petrográfica y genéticamente bien diferenciadas.

- en la denominada formación "ollo de sapo";
- en un granito leucocrático deformado.

a) Formación muy discutida en cuanto a su edad y génesis. Algunos autores (PARGA PONDAL, MATTE & CAPDEVILA, 1964; MATTE, 1968 y CAPDEVILA, 1969), consideran su edad precámbrica y un origen a la vez detrítico y volcánico. Para MARTÍNEZ, E. (1973), la formación "ollo de sapo" en la zona de Sanabria, sería de edad cámbrica y fundamentalmente de origen volcánico.

De acuerdo a la división realizada por los diversos autores, en facies de grano grueso y facies de grano fino, aquí nos encontramos con la primera, caracterizada por su aspecto marcadamente porfídico debido a la presencia de abundantes cristales de Feldespato K, cuarzos azules y una fuerte foliación (fig. 1).



Figura 1

Formación "ollo de sapo" en la zona de Bares.

En las zonas metamórficas delimitadas por CAPDEVILA (1969) en Galicia nororiental, situaríamos al

encajante de este plutón en la zona de transición de las isogradas biotita-granate, con una composición caracterizada por la asociación mineralógica (zonas alejadas del plutón), de Cuarzo, oligoclasa, microclina (ortosa), moscovita, biotita, granate (a veces).

El metamorfismo de contacto que ha sufrido esta formación, se manifiesta por la aparición de nódulos de biotita sustituyendo a antiguos minerales (granate) y cristales idiomórficos de este mismo mineral creciendo de una manera irregular, claramente posterior a la foliación principal (fig. 2), asimismo, moscovita secundaria que parece haberse formado a partir de los feldespatos con los que se encuentra asociada.



Figura 2

Biotitas de Metamorfismo de contacto, cortando a la foliación principal. U. C. x 20.

La asociación mineralógica propia de este metamorfismo de contacto sería: cuarzo-plagioclasa-(ortosa)-moscovita-biotita.

Resumiendo, las paragénesis granatíferas sufren un metamorfismo retrógrado en facies corneanas horbléndicas (subfacies características de secuencias cuarzo - feldespáticas) WINKLER (1966), TURNER (1968); hecho lógico, ya que las facies granatíferas son asociaciones estables únicamente a presiones medias o altas, no correspondientes a un metamorfismo de contacto normal.

b) En el granito moscovítico, la acción de la granodiorita es poco intensa, no apreciándose variación en su composición mineralógica o textural. CAPDEVILA (1969), también destaca la ausencia de aureola de contacto de las granodioritas tardías en los viejos granitos deformados presentes en otras zonas de la región.



Figura 1

Formación "ollo de sapo" en la zona de Bares.

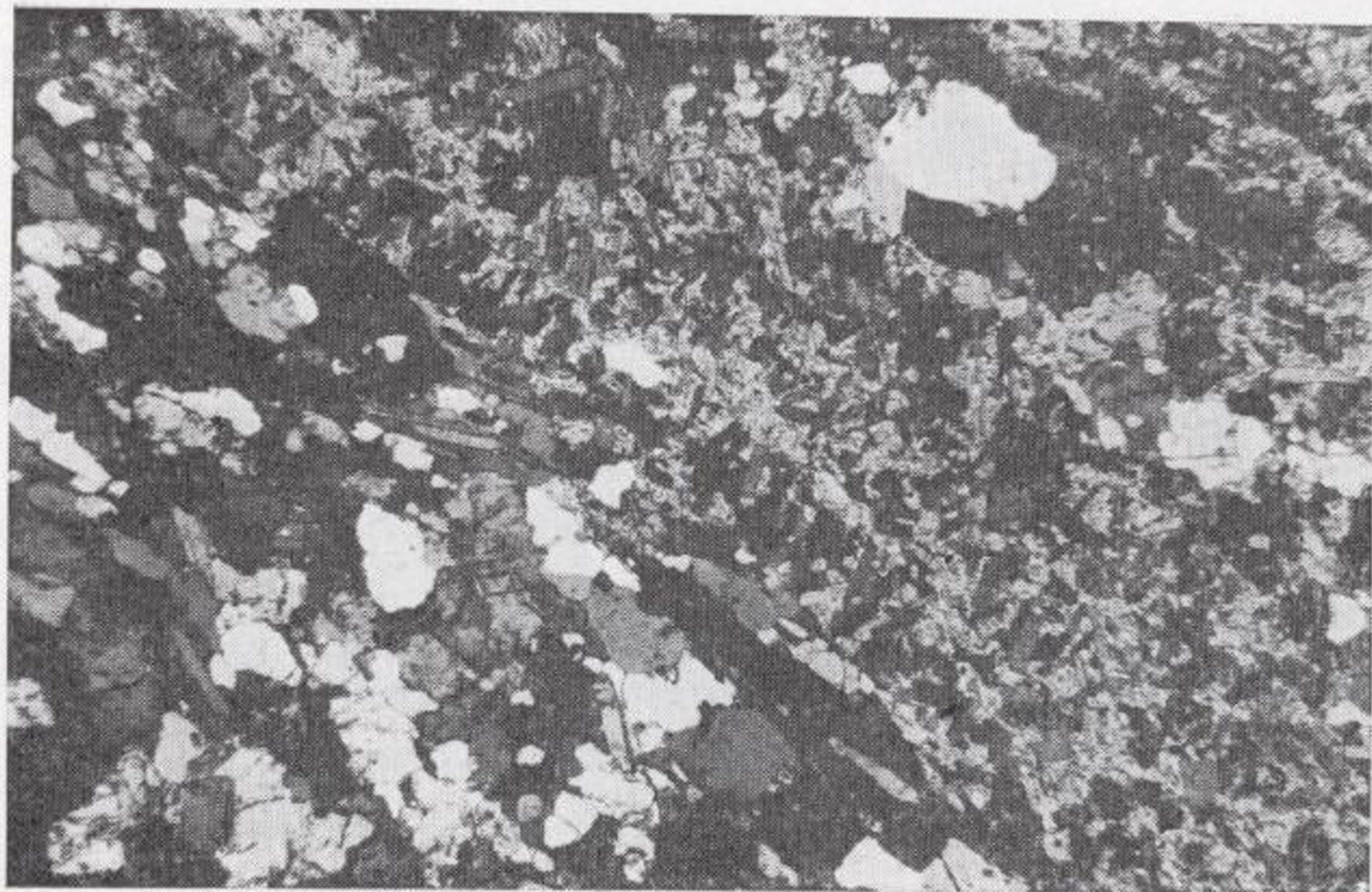


Figura 2

Biotitas de Metamorfismo de contacto, cortando a la foliación principal. U. C. $\times 20$.

ESTRUCTURAS DEL AFLORAMIENTO.

El plutón de Bares, como ya dijimos en el apartado anterior, se encuentra intrusivo en la formación "ollo de sapo", a la que corta sin apenas deformarla (fig. 3), encontrándose en algunos puntos del contacto, bloques del encajante desplazados y basculados en el interior de la granodiorita. En otra zona (al E del macizo), la granodiorita ha utilizado las superficies de foliación ofrecidas por la formación "ollo de sapo" para intruirse, por lo que la granodiorita se encuentra concordante con la foliación principal.

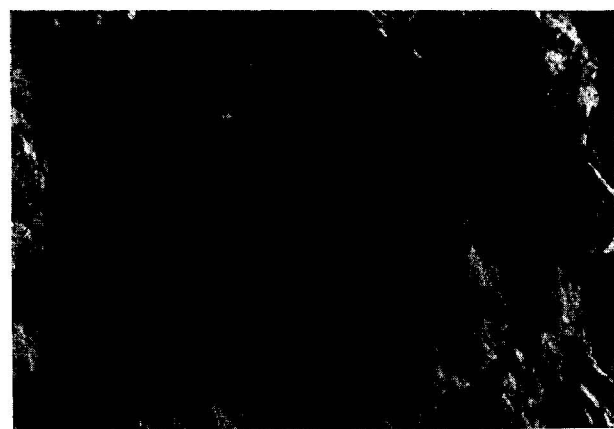


Figura 3

Contacto intrusivo de la granodiorita en la formación "ollo de sapo".

En cuanto a la relación con el granito moscovítico tectonizado más antiguo es netamente intrusivo, cortando a lo largo de todo el contacto a la foliación que presenta éste.

Se puede resumir que el emplazamiento de la granodiorita pudo haber sido por inyección forzada a niveles profundos y por "piecemeal stoping" a niveles más altos de la corteza, de todas formas dada la escasa superficie del afloramiento granítico, más bien pudiera pensarse que los mecanismos de "stopping" e inyección forzada han actuado simultáneamente en el mismo nivel estructural.

Existe un diaclasado frecuente, pero difícilmente medible, debido a que la roca no siempre se encuentra fresca y a lo inaccesible de los acantilados. Sólo en las zonas N y W es donde se han podido realizar mediciones, determinándose tres sistemas: N 40-50°, W buzando 60° N; N 60-70° E vertical y E-W buzando 35-40° N, siendo este último sistema

el que se encuentra relleno normalmente por filones micrograníticos.

La tectónica que afecta a este plutón es débil, no encontrándose ninguna orientación preferente, caracterizándose por su gran homogeneidad y carencia total de tectonización. Está afectado exclusivamente por una falla NW-SE, posterior al emplazamiento de esta masa ígnea.

Esta roca se caracteriza por una típica disyunción bolar, dando lugar a perfectos bolos que pueden alcanzar considerable tamaño (de 3 a 5 metros de diámetro).

Una estructura destacable en este plutón es el bandeado que presenta, sobre todo en la zona E (Puerto de Bares) donde se pueden encontrar buenos afloramientos. Está caracterizado por la alternancia de bandas claras y oscuras, y del tamaño de grano. Las bandas oscuras, generalmente de pocos centímetros de espesor, constituidas por anfíbol y biotita, pasan de modo gradual, longitudinal y transversalmente a la granodiorita. En cada banda oscura se aprecia una disminución transversal uniforme de tamaño de grano. Esta disposición recuerda el bandeado rítmico que caracteriza a las formaciones estratiformes. Fenómeno similar fue señalado por SUÁREZ, O. (1970), en las rocas plutónicas de Tapia, aunque al ser éstas de naturaleza gabroica son más propicias para que se desarrollen en ellas este tipo de estructuras.

HARRY & EMELEUS (1960), al estudiar granitos mostrando bandeado, sugieren que la cristalización provendría de un magma de "fluidez no normal", sobreviniendo el enfriamiento de una manera más lenta, con tiempo suficiente para la formación por gravedad de esta diferenciación magmática.

Otros autores como WAGER, L. R. & BROW, G. M. (1968) no encuentran otra solución para este bandeado que una disminución de la viscosidad, debido al aumento de volátiles en un determinado momento de la consolidación magmática.

En cualquier caso, dada la relación estructural del plutón, claramente postectónico con su encajante, es evidente que las estructuras bandeadas planares se deben a procesos ortomagmáticos que nada tienen que ver con procesos de diferenciación metamórfica.

PETROGRAFIA.

Cartográficamente se han establecido dos facies diferentes, una de grano grueso a medio de aspecto

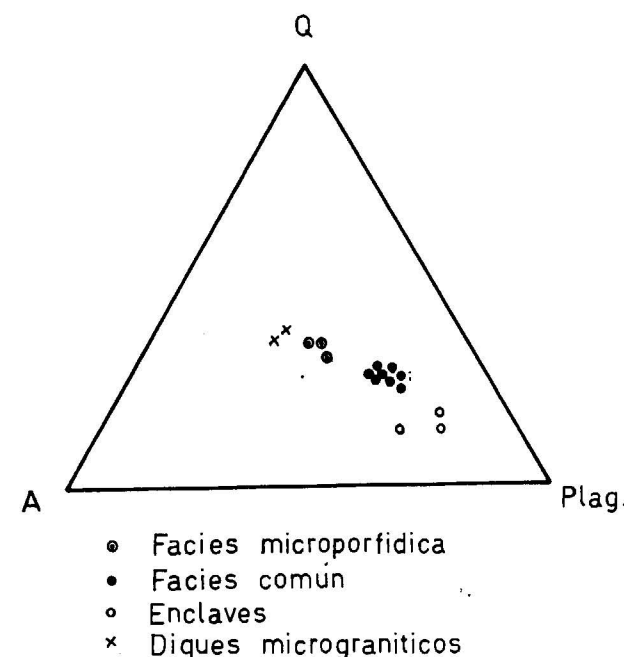


Figura 4

Proyección triangular (cuarzo-Plagioclasas-Feldespato alcalino) de las rocas plutónicas de Bares.

tón, caracterizada por un marcado carácter porfídico, que va perdiendo gradualmente para pasar imperceptiblemente a la facies común.

Distinguiremos pues, teniendo en cuenta los enclaves de distinta composición y textura que se hallan en la roca y los diques micrograníticos que atraviesan el plutón, cinco grupos diferentes de rocas:

- Facies común.
- Facies microporfídica.
- Enclaves.
- Facies sienítica.
- Diques.

FACIES COMUN.

Es una roca de color gris cuando se encuentra en corte fresco, pero que pasa a tonos verdosos cuando está en proceso de alteración.

El tamaño de grano es muy homogéneo, pudiéndose distinguir todos sus componentes macroscópicamente y el reparto mineralógico muy constante a lo largo de todo el plutón (Cuadro I).

CUADRO I

Minerales	NUMERO DE MUESTRAS							Media	
	26	24	21	19	23	38	42		
Cuarzo...	24,1	26,3	23,5	24,2	23,3	24,8	26,4	25,8	24,8
Feldespato K...	15,1	12,8	14,2	12,7	1,55	17,7	11,8	12,6	13,9
Plagioclasas ...	41,2	42,5	40,1	41,1	44,5	38,5	43,2	42,7	41,7
Hornblenda. ...	8,0	7,1	7,9	8,3	10,0	9,7	7,3	7,2	8,1
Biotita... ..	11,2	11,1	14,2	12,8	5,7	7,8	10,1	11,0	11,6
Circón-apat. ...	0,5			0,3	1,2	1,3	0,8	0,2	0,5
Epidota			0,1			0,1	0,3		0,06

Facies común: grano grueso a medio.

propiamente granítico que corresponde prácticamente a toda la superficie del plutón y otra también de grano grueso pero con aspecto sienítico. El límite entre ambas es claro y no se ve la existencia (o por lo menos no existe afloramiento) de tipos de carácter intermedio.

Microscópicamente se ha podido también determinar una microfacies hacia el extremo NE del plu-

Se trata de una granodiorita normal según la clasificación de A. L. STRCKEISEN (1967) obtenida a partir de los análisis modales de las muestras, en el triángulo Cuarzo-Feld. alcalinos-Plagioclasas (figura 4).

Microscópicamente la textura es hipidiomórfica granular y no presenta señales claras de tectonización.



Figura 3

Contacto intrusivo de la granodiorita en la formación
“ollo de sapo”.

CUARZO.

En cristales anhedrales aislados o agrupados en formas muy irregulares. Extinción ondulante. A veces están subredondeados debido a una débil acción corrosiva de las plagioclasas que suelen ser el principal mineral englobante.

Incluye apatito, biotita, y otras inclusiones no determinables.

PLAGIOCLASA.

Cristalizan según formas tabulares euédrales o subhédrales, pudiendo encontrarse en cristales aislados o en sineusis de 3 a 5 individuos, y pueden no estar zonadas, apreciándose entonces en algunos casos una cubierta externa más ácida.

Corresponden a una andesina con 38 por 100 de An, siendo la ley de macla más frecuente la de la Albita y posteriormente Albita-Carlsbad.

Cuando presentan zonamiento, este es del tipo oscilatorio normal, correspondiendo los núcleos a valores de 48-38 por 100 An mientras que las zonas externas varían entre 25-30 por 100 An.

A veces presentan fracturas con relleno de masas sericiticas sobre todo en los bordes de los núcleos de los cristales zonados. Incluye anfíboles, biotitas (que suelen ser más pequeñas que las restantes de la roca), cuarzo y apatito.

FELDESPATO K.

Cristales anhedrales y subhédrales de tamaño variable, carente de zonación maclados frecuentemente según Carlsbad y con pertitización abundante del tipo de manchas irregulares o fibras ("beads o strings") (ALLING, 1938). Es claramente posterior al resto de los minerales a los que incluye o corroe.

BIOTITA.

Aparece en dos formas diferentes:

a) En secciones basales, no pleocroicas con bordes ligeramente corridos, dependiendo en parte, de

los minerales que han cristalizado a la vez o más tarde que ella. Forma agrupaciones o sineusis de varios individuos. Posee gran abundancia de inclusiones de circón y apatito, siendo este último a veces de gran tamaño. No presenta cloritización.

b) En placas subhédrales, con pleocroísmo marcado de castaño rojizo (n_x) a incoloro-amarillento (n_a). Posee inclusiones de anfíbol, frecuentemente en agregados de varios cristales; circón con halos pleocroicos de gran desarrollo, apatito, ilmenita y rutilo.

La cloritización es intensa en los bordes y preferentemente según las líneas de exfoliación, de acuerdo con las reacciones:

Biot → clorita + ilmenita; Biot → clorita + rutilo, siendo pennina, la variedad de clorita observable.

ANFIBOL.

Muy pleocroico, de amarillo (n_x), verdoso amarillento (n_b) a verde (n_v). Se presenta en cristales idiomórficos o subidiomórficos prismáticos muy frecuentemente con maclas 100. De $2V_x = 70-72^\circ$ y $Z \wedge \subseteq = 23^\circ$ que correspondería a una horblenda verde (DEER, HOWIE & ZUSSMAN (1963).

Incluye apatito y a veces microlitos de plagioclasa.

El anfíbol se ve en parte sustituido por biotita (fig. 5) siendo ésta siempre del tipo *b* anteriormente descrito que a su vez puede estar cloritizada.

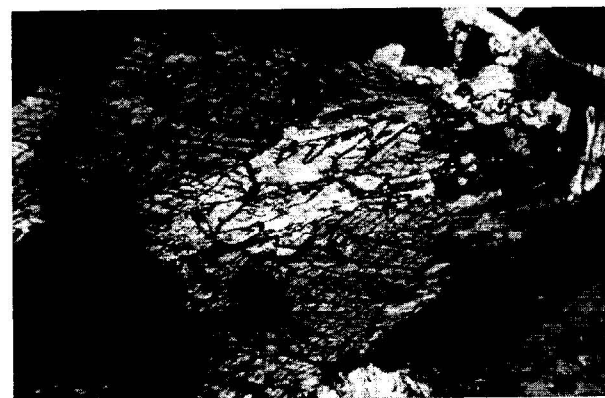


Figura 5

Anfíbol sustituido en parte por biotita N. C. × 20



CIRCON.

Es muy abundante sobre todo en los cristales de biotita. Casi siempre se presenta idiomórfico (fig. 6) y a veces con halos pleocroicos. La zonación no es un hecho general ya que sólo se ha visto en muy pocos ejemplares.



Figura 6

Circones idiomórficos en biotita N. P. × 480.

APATITO

Prismático y de extraordinaria abundancia, observándose una tendencia a cristalizar dentro de las biotitas, aunque a veces también lo encontramos en anfíbol, plagioclasas, etc., siendo entonces de mayor tamaño.

No se presenta en agujas finas ni alargadas que indiquen un enfriamiento rápido según WILLIE, COTH y BIGGAR (1962).

RUTILO.

Es escasísimo y solamente se le ha visto presente, ligado a las biotitas desferrificadas.

ILMENTA.

Se encuentra también en los procesos de cloritización, es muy irregular y a veces se presenta en cristales alargados.

FACIES MICROPORFIDICA.

De escaso desarrollo en el plutón y caracterizada por la existencia de plagioclasas de considerable tamaño y una mesostasis cuarzo-feldespática. Corresponde a un granito monzonítico (Cuadro II y fig. 4).

C U A D R O I I

Minerales	NUMERO DE MUESTRAS										
	14	16	18	Media	15	3A	3B	Media	B-1	B-2	Media
Cuarzo	26,08	20,2	26,1	24,1	12,2	8,2	7,2	9,2	29,4	28,4	28,9
Feldespato K	29	25,3	28,1	27,4	6,6	14,7	12,7	11,3	35,3	39,2	32,7
Plagioclasas	32,5	38,4	31,6	34,1	35,9	38,3	40,3	36,1	31,0	35,3	33,1
Biotita	10,3	11,4	12,2	11,3	17,5	13,3	15,5	14,5	0,5	1,2	0,8
Anfíbol	1,6	3,3	1,9	2,2	25,5	11,7	12,6	15,9			
Piroxeno-anf.						9,9	7,5	5,4			
Piroxeno-anf.						2,2	2,3	1,06			
Circón-apart.	0,3	1,05		0,45	1,9	1,2	1,4	1,5	2,2	0,9	1,5
Clorita									2,5	3,2	2,8

Núm. de muestras: 14-16-18: Enclaves.

15-3A-3B: Facies microperfidicas.

B1; B-2: Diques micrograníticos.

Se encuentra englobado en apatito, siendo entonces de menor tamaño lo que en parte hace suponer que los períodos de cristalización de estos minerales estén solapados.

CUARZO.

Posee un carácter intersticial, rellenando espacios entre las plagioclasas y los demás minerales.

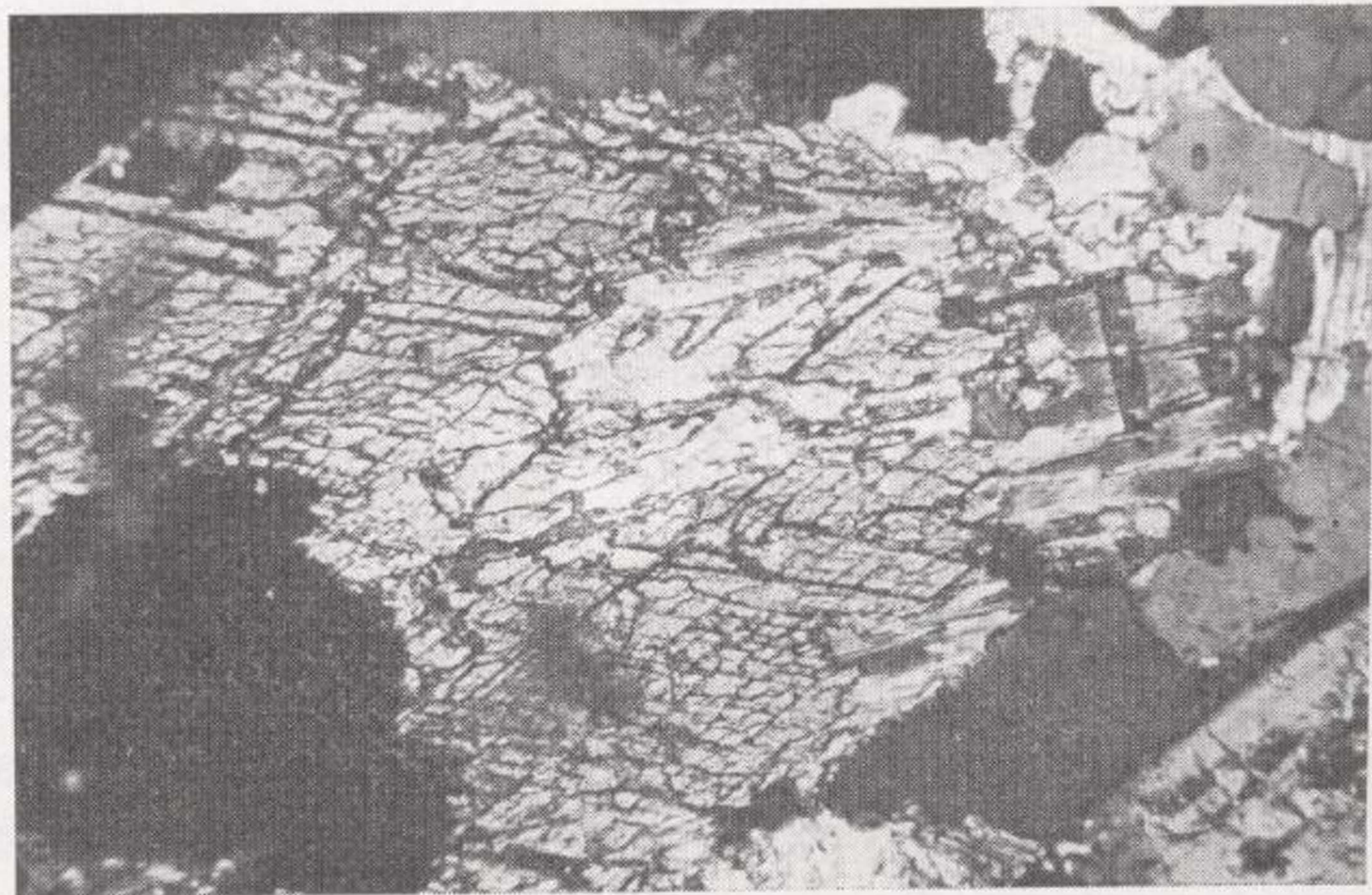


Figura 5

Anfíbol sustituido en parte por biotita N. C. $\times 20$

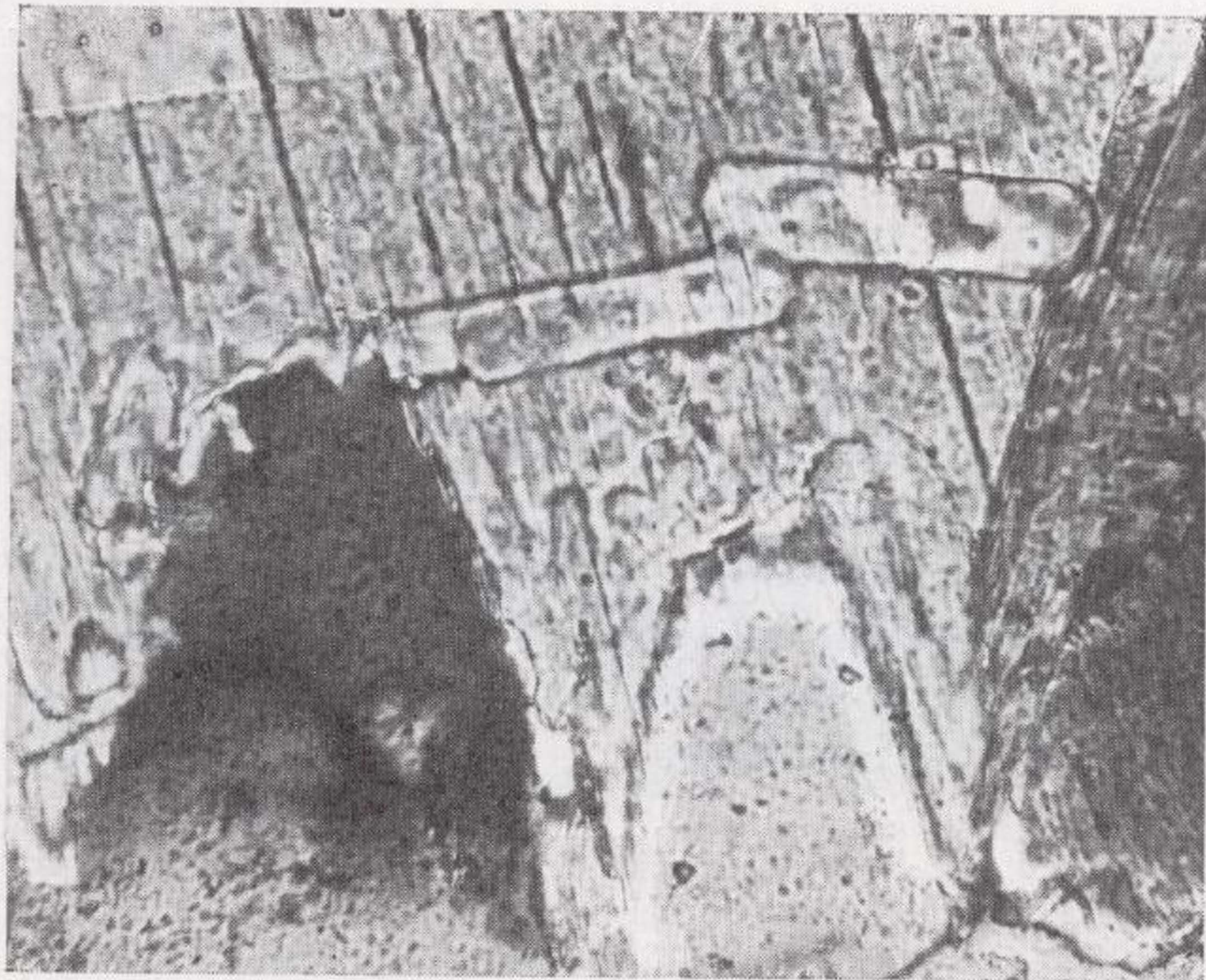


Figura 6

Circones idiomórficos en biotita N. P. $\times 480$.

Posee gran abundancia de inclusiones sobre todo apatito, circón y óxidos de Fe.

PLAGIOCLASAS.

Se presentan bajo dos formas diferentes:

—En grandes cristales (de 4 a 5 milímetros), euhedrales aislados o en sineusis de varios individuos. Muestran zonación oscilatoria normal. Los núcleos corresponden a 40-35 por 100 An y las zonas externas a 20-22 por 100 An, siendo las maclas más frecuentes Albita y Albita-Carlsbad.

Incluye anfíbol ya desestabilizado (fig. 7), apatito, bitotita.

— En Microlitos idiomórfico y maclados casi siempre según la ley de la Albita.

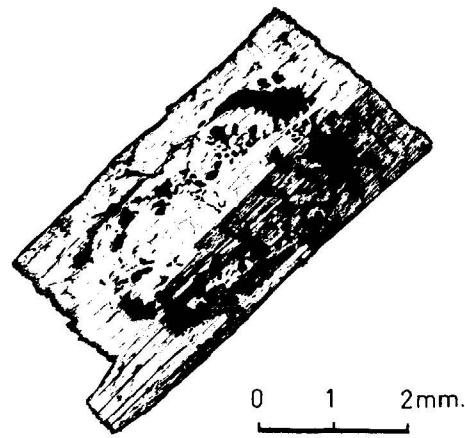


Figura 7

Plagioclasa de la facies microporfídica, incluyendo zonalmente anfíbol desestabilizado (biotita-clorita).

FELDESPATO K.

— En cristales subhedrales, maclados Carlsbad y finamente pertitizados. Incluye a la mayoría de los componentes de la roca. A veces también se presenta con carácter intersticial junto con el cuarzo formando la mesostasis de la roca.

En cuanto al resto de los minerales, no varían sus características petrográficas con respecto a la facies común.

LOS ENCLAVES.

Son de grano muy fino y de color gris oscuro, casi negro, por lo que destacan muy bien de la granodiorita. Corresponderían a "enclaves microgranudos oscuros plagioclásicos" según la clasificación de DIDIER (1964). La forma es redondeada, ovalada o irre-

gular y el tamaño muy variado (de 5 a 50 centímetros). Los contactos con la granodiorita son netos y su abundancia extraordinaria, da a la roca un moteado característico.

La textura es hipodiomórfica granular. Las plagioclasas se encuentran con clara tendencia diabásica (fig. 8) y en algunos casos microporfídica debido al diferente tamaño que alcanzan.



Figura 8

Textura diabásica propia de los enclaves N. C. x 20.

La composición mineralógica, a excepción del feldespato potásico (Cuadro II) es semejante para todos los enclaves. Según el triángulo de clasificación (fig. 4) corresponde a una monzodiorita. Se caracteriza por un gran predominio de plagioclasas euhedrales o subhedrales de composición media 42-56 por 100 An. El cuarzo es anhedral y no presenta ninguna particularidad especial. El feldespato potásico se encuentra en grandes cristales totalmente tardíos que engloban a todos los constituyentes de la roca (figura 9). Es frecuente la macla de tipo Carlsbad con incipiente pertitización.

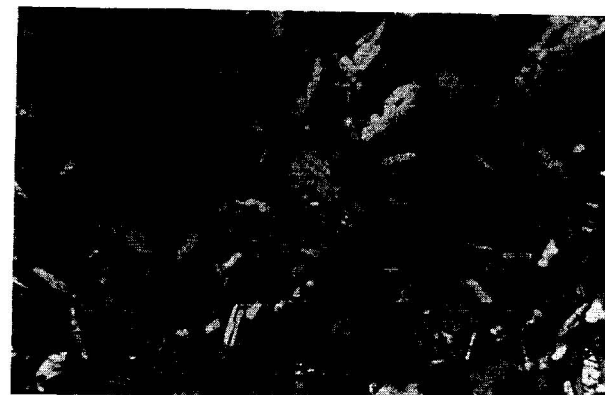


Figura 9

Feldespato K tardío, englobando a todos los demás constituyentes mineralógicos N. C. x 20.

El anfíbol corresponde, al igual que en la facies común, a una hornblenda, en la que no destaca ninguna variación petrográfica. Es importante la presencia de clinopiroxeno correspondiente a augita de $2V=45\pm 2^\circ$ y $Zc=47^\circ$, con frecuentes mezclas, y generalmente, sin proceso de alteración, aunque a veces sustituido por anfíbol-biotita.

Hay que hacer notar la presencia de agregados clorítico-anfibólicos que pudieran provenir de antiguos ortopiroxenos, debido a su diferente hábito y alteración, comparándolos con la augita; sin embargo, la deducción no se seguro, debido a los escasos restos del antiguo cristal.

FACIES SIENITICA.

Macroscópicamente es de color rosa oscuro, con tonos verdosos, debidos a la presencia de biotita cloritizada.

Por su elevado grado de alteración es difícil su estudio microscópico y no se realizó el análisis modal para determinar su composición exacta.

Está formada por feldespatos en su mayoría, pudiendo distinguirse cristales de cuarzo, biotita en parte cloritizada y cristales idiomórficos de piritita. Se puede establecer, aproximadamente, la relación feldespato potásico/plagioclasa en 2:1. Los cristales están totalmente sericitizados, no pudiendo calcularse el porcentaje de An de las plagioclasas ni apreciar si el feldespato potásico está microclinizado.

Estas facies serían similares a las "facies perotósicas" descrita por CAPDEVILA (1969) para el Macizo de Neira, que corresponderían, probablemente, a las zonas que han cristalizado en último lugar.

DIQUES MICROLITICOS

Presentan colores blanco-rosados, grano fino, potencias de 5 a 25 cm., y se encuentran generalmente rellenando un sistema de diaclasas de dirección aproximada E-W.

Microscópicamente tienen textura alotriomórfica equigranular. Su alteración es bastante acentuada.

Cuarzo.—Es anhedral, con extinción ondulante y fenómenos de recristalización. El tamaño es pequeño, aproximadamente, 1 ó 2 mm.

Feldespato potásico.—En cristales anhedrales, escasas maclas de Carlsbad y abundante pertitización.

Alteración frecuente de tipo sericítico. Incluyen cristales de cuarzo y plagioclasas

Plagioclasas.— En cristales subhedrales, correspondientes a 28-30 por 100 de An, maclas Albita-Carlsbad y Carlsbad. Muy alteradas sobre todo en algunas muestras en las que la sericitización afecta prácticamente a toda su superficie. No presentan textura zonal.

Micas.—La biotita es la más abundante y se encuentra en cristales subhedrales transformada en la mayoría de los casos en clorita. En una muestra se ha encontrado moscovita asociada a óxidos de hierro, que quizá proceda de la biotita, al igual que la clorita existente en estas rocas.

La composición de estos diques o filones es muy homogénea, no habiendo variaciones de unas muestras a otras o, si la hay, son muy pequeñas (cuadro II).

SECUENCIA PARAGENETICA.

En estas rocas se admite un estadio magmático importante en el que se formaron todos los minerales esenciales y una gran parte de los accesorios. El estadio postmagmático, por el contrario, ha tenido poca importancia.

En vez de dar una paragénesis para cada tipo de roca, establecemos un esquema general para el conjunto de rocas similares, como lo son las pertenecientes a las facies común y a la microporfídica, haciendo después un apartado para los enclaves en los que la paragénesis sufre variación, debido a la presencia de piroxeno.

Estadio magmático.—En estas rocas, los accesorios primarios son los que han cristalizado en primer lugar, como el circón y apatito, y en dicho orden, pues se han encontrado pequeños circones incluidos en cristales de apatito.

A estos minerales accesorios siguen las plagioclasas y los anfíboles, existiendo un solapamiento entre ambos; ahora bien, la no existencia de anfíbol en los núcleos de las plagioclasas, sino formando el borde de éstas, hace pensar que la cristalización de las plagioclasas comenzó antes, por lo menos en su período más básico, y que continuaría posteriormente disminuyendo su basicidad. Los cristales de anfíbol, cuando incluyen plagioclasas, éstas son de muy pequeño tamaño, por lo que la cristalización de anfíbol pudo llegar hasta casi el final de la cristalización de las plagioclasas.

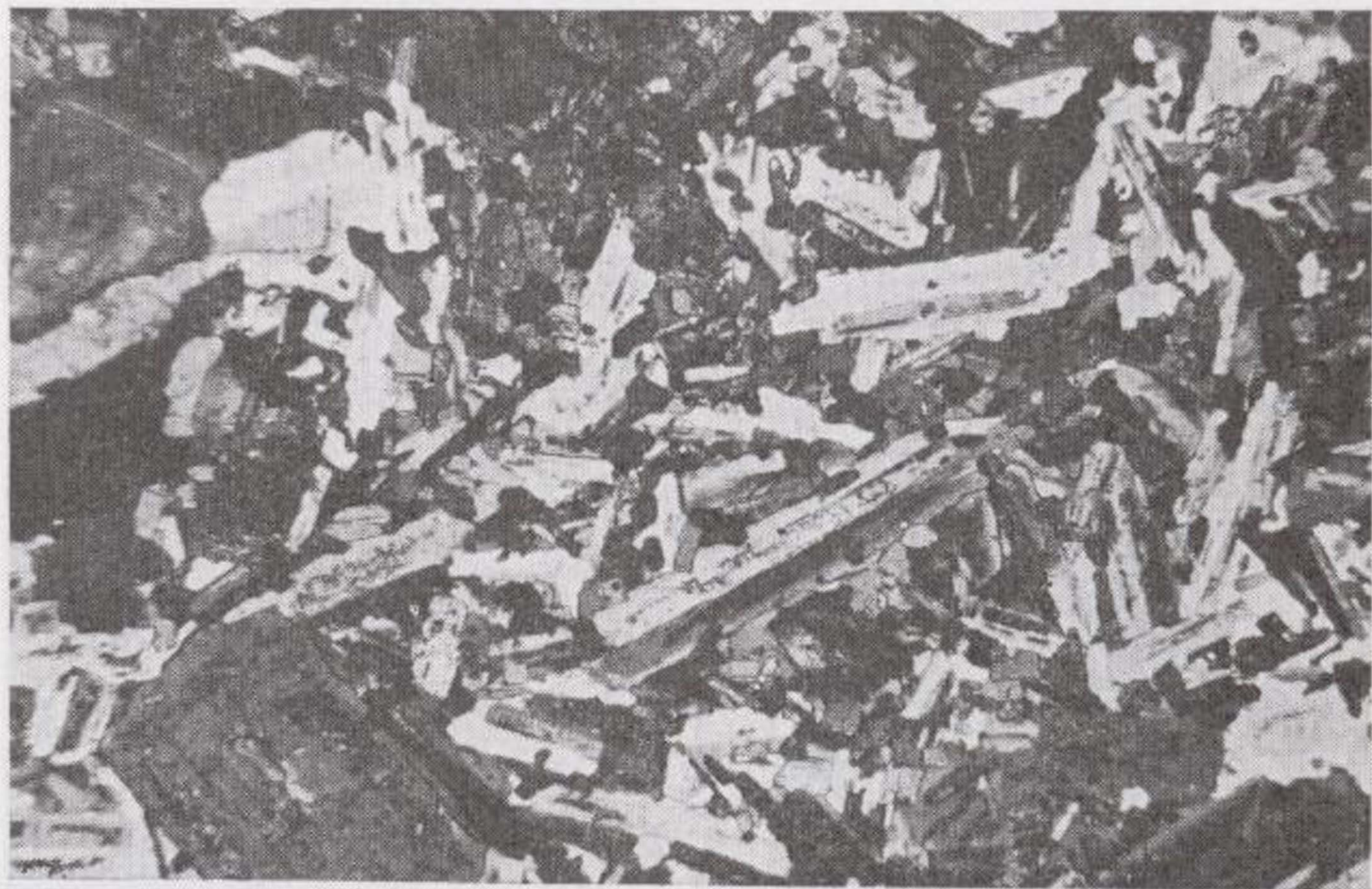


Figura 8

Textura diabásica propia de los énclaves N. C. $\times 20$.

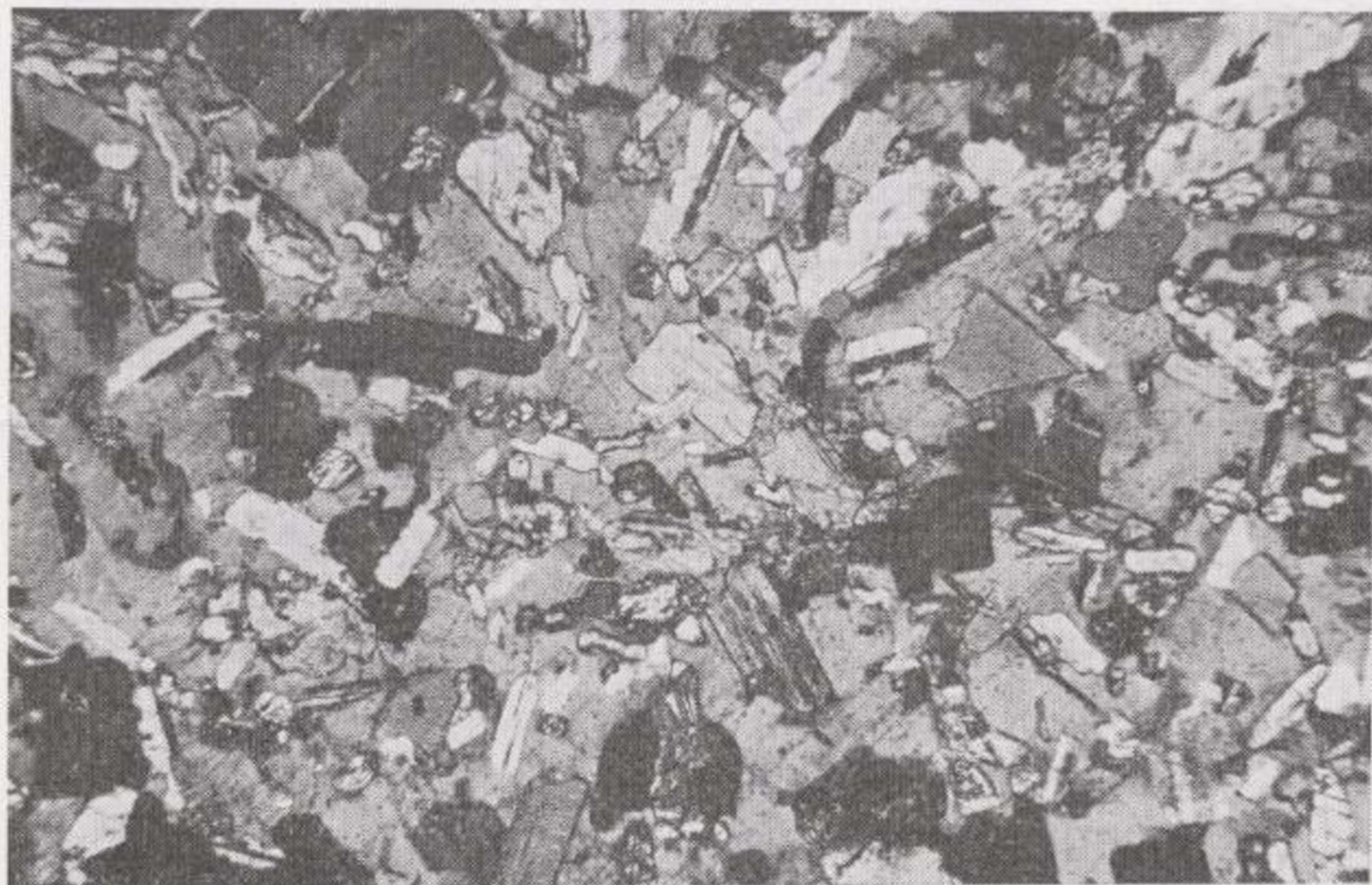


Figura 9

Feldespato K tardío, englobando a todos los demás
constituyentes mineralógicos N. C. $\times 20$.

En cuanto a la biotita, es en parte posterior a la cristalización principal de las plagioclasas, ya que casi nunca la incluyen, y si lo hacen es en los bordes, en forma de pequeños cristales. En estas rocas, la biotita es totalmente posterior a la cristalización de apatito, ya que lo contiene en todo el cristal, y no fuera de los núcleos, como cita CAPDEVILA (1969) en las granodioritas tardías de Galicia. Hay otro tipo de biotita, que nunca se encuentra en relación con plagioclasas y sí con el anfíbol, al que sustituye.

La ortosa y el cuarzo son los últimos elementos que cristalizan magmáticamente, pudiendo ser el cuarzo anterior a la ortosa, como en la facies común, en que se ven cristales de feldespato potásico, incluyendo a la vez plagioclasas, cuarzo y biotita, o simultánea, como en las facies microporfídica, en que se encuentran con un marcado carácter intersticial formando la mesóstasis.

Estadio magmático. — Como ya se indicó tiene poca importancia. Comprende la saurización de las plagioclasas, cloritización de la biotita y una inminente, a veces nula, mirmequitización.

Variaciones en los enclaves.—En ellos, la paragénesis no sufre ninguna variación apreciable, a excepción de la presencia de peróxenos, que parece empezaron a cristalizar simultáneamente con las plagioclasas, pero teniendo éstas un período más largo de cristalización que en la facies común. La relación no es clara, pues lo mismo se encuentra uno incluido en otro, como lo contrario, por lo que se considera una cristalización superpuesta.

La cristalización de feldespato potásico es totalmente tardía, encontrándose grandes cristales, incluyendo a todos los componentes mineralógicos, e incluso a cristales grandes de cuarzo, por lo que la cristalización del feldespato potásico y el cuarzo ha estado más separada en el tiempo que en las rocas anteriores.

El esquema general se puede resumir así (fig. 10):

DATOS GEOQUIMICOS.

No disponiendo más que de un análisis químico correspondiente a la facies común (cuadro III), poco se puede decir a la espera de otros nuevos, de los restantes tipos de facies y enclaves que nos permitan la realización de diagramas de diferenciación de Niggli, Peakok y Larsen.

Correspondería a una serie calcoalcalina, dado el valor alto del parámetro *c*, que refleja la cantidad de calcio en la roca, y que se traduce en plagioclasa teórica superior a An 27,2.

Con respecto a los valores de los parámetros *alk* y *fm*, se trataría de un magma sálico, relativamente rico en álcalis y, según *c*, sería un magma "normal".

De acuerdo con BURRI (1964), podríamos asimilar este magma al tipo "granodiorítico", pero con clara tendencia "cuarzo-diorítica".

CUADRO III

Análisis químico y parámetros de Niggli, correspondientes a la muestra estudiada

SiO ₂	61,10
Al ₂ O ₃	15,37
Fe ₂ O ₃	0,32
FeO	4,23
MnO	0,07
MgO	2,22
CaO	3,95
Na ₂ O	3,82
K ₂ O	3,95
H ₂ O ⁺	0,79
H ₂ O ⁻	0,09
CO ₂	0,00
TiO ₂	1,48
P ₂ O ₅	0,19
TOTAL	97,49
si	229,62
al	23,03
fm	26,70
alk	23,37
c	15,90
mg	0,47

CONSIDERACIONES PETROGENÉTICAS Y CONCLUSIONES.

De los datos obtenidos en el estudio petrográfico, así como del análisis químico de que disponemos, podemos deducir que esta granodiorita es propia de series calcoalcalinas semejantes a las granodioritas de Galicia Nororiental.

Si un rasgo característico de las granodioritas gallegas es el ir acompañadas por precursores bási-

cos, en el caso específico que aquí se estudia, estos precursores básicos pueden ser asimilados a los enclaves monzodioríticos que aparecen distribuidos por todo el plutón.

El magma primario de afinidades tholeíticas, se originaría a niveles muy profundos, pudiendo el proceso de ascensión haber asimilado material más ácido de la corteza.

La temperatura tuvo que ser necesariamente alta, debido a la escasa proporción de agua en estos magmas, hecho que favoreció la formación de minerales anhidros, como clinopiroxenos, e impidió la formación de anfíboles y micas. La primera nucleación de plagioclasa básica y piroxenos se realizaría a niveles profundos y durante la ascensión, por asimilación silílica, el magma se enriqueció en agua, dando lugar a la cristalización de minerales con grupos OH⁻ como anfíboles y micas.

Analizando esta granodiorita, vemos que coincide según los criterios dados por CAPDEVILA y FLOOR (1970) con las granodioritas tardías de Galicia, caracterizadas por presentarse: a) en stocks circunscritos y sin deformación alguna; b) la carencia total de megacristales de feldespato potásico; c) no llevar asociadas ni pegmatitas ni aptitas; d) carecer totalmente de moscovita, siendo la biotita oscura y abundante.

Existen, sin embargo, algunas diferencias que se pueden señalar como un carácter plagioclásico más marcado, menor contenido en cuarzo y una naturaleza piroxénica-alfibólica; hecho éste que nos lleva a considerarla (aun dentro del grupo de granodioritas tardías), como de una naturaleza más afín a las descritas en el W de Asturias por SUÁRA, O., & SUÁREZ, V. (1970), en Tapia de Casariego, y por SUÁREZ, O. (1970), en la zona de Salas-Belmonte.

BIBLIOGRAFIA

- ALLING, H. L.: *Plutonic Perthites*, "Journ. Geol.", vol. 46, 146 (1938).
- BARROIS, CH.: *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et la Galice*, "Mem. Soc. Geol. du Nord", t. 2, Lille (1882).
- BURI, C.: *Petrochemical Calculations*. Israel Program for Scientific Translations Jerusalem (1882).
- CAPDEVILA, R.: *Le métamorphisme Regional progressif et les granites dans le segment Hercynien de Galice Nord-Oriental (NW Espagne)*. These Univ. Montpellier (1968).

CAPDEVILA, R., & FLOOR, P.: *Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le Nord-Ouest de l'Espagne*. "Bolet. Geol. y Min.", t. LXXXI, fasc. 2-3, pp. 215 (1970).

REER, HOWIE & ZUSSMAN: *Rock forming minerals*. Longmans (1963).

DIDIER, J.: *Etude pétrographique des enclaves de quelques granites du Massif Central Français*. These Univ. Clermont (1964).

HARRY, W. T. & EMELEUS, C. H.: *Mineral layering in some granite intrusions of SW Greenland*. "Rept. 21st. Int. Geol. Congr.", Norden (1960):

HERNÁNDEZ-SAN PELAYO: *Criaderos de hierro en España*. "Mem. Inst. Geol y Minero de España (1913).

MACPHERSON, J.: *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcaicos españoles*. (1886).

MARTÍNEZ, E.: *Estudio Geológico de la Sanabria y regiones adyacentes*. Tesis Univ. Salamanca (1973).

MATTE, P. H.: *La structure de la virgition hercynique de Galice (Espagne)*. These Univ. Montpellier (1968).

NISSEN, H. U.: *Deformation und Kristallisation in Nord West-Spanischen Kustengebirse bei Vivero*. "Diss. Mat. Natur.", Univers. Munster (1959).

PARGA PONDAL, I.: *Estudio petroquímico de la diorita cuartifera de la Estaca de Vares (Galicia)*. "Anales de la Sociedad de Física y Química", vol. XXIX (1935).

PARGA PONDAL, I.: *Mapa petrográfico estructural de Galicia*. Inst. Geol. Min. de España (1963).

PARGA PONDAL, I.; MATTE, P. H., & CAPDEVILA, R.: *Introduction a la geologie de l'Ollo de Sapo. Formation porphyroide antesilurienne du Nord-Ouest de l'Espagne*. "Not. y Com. Inst. Geol", 76, 119 (1964).

SCHULZ: *Primer Mapa Geológico de Galicia* (1835).

SUÁREZ MÉNDEZ, O.: *Estudio petrológico de los afloramientos plutónicos de la zona occidental Astur-Leonesa*. Tesis Univ. Salamanca (1970).

SUÁREZ, O., & SUÁREZ, V.: *Sobre las rocas plutónicas de Tapia*. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXI, II-III (1970).

STREICKEISEN, A. L.: *Classification and Nomenclature of Igneous Rocks*. "N. Jb. Miner." Abh 107, 2 und 3, 144-240 (1967).

TURNER, F. J.: *Metamorphic Petrology*. MacGraw-Hill. 1968).

WAGER, L. R., & BROWN, G. M.: *Layered Igneous Rocks*. Oliver & Goid, London (1968).

WILLIE, COTH & BIGGAR: *The habit of apatite in synthetic systems and igneous rocks*. "J. Petrol", G-B, 3, 2, 238-243 (1962).

WINKLER, H. G. F.: *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer-Verlog (1965).

Recibido: Diciembre 1974.

INFORMACION

Memoria sobre Organización, Desarrollo y Trabajos realizados en el XX Campamento para Prácticas de Geología "Benasque 1974"

Por F. BODEGA BARAHONA y L. M. RÍOS ARAGÜES

1. INTRODUCCION.

Al celebrarse el vigésimo aniversario de la creación de los Campamentos para Prácticas de Geología parece oportuno recordar el camino recorrido y dar algunos datos que condensan la labor realizada.

En la Memoria del I Campamento, celebrado en Jaca, en 1955, el Profesor Ríos expuso cómo la idea de su organización nació en él al ser invitado, en el verano de 1952, a explicar un cursillo de divulgación geológica en un albergue del S. E. U., sito en Pueyo de Jaca.

Fue consciente del interés despertado por las charlas y sintió y aceptó el reto lanzado por una Naturaleza abrupta, soberbia en sus formas y colorido y, sobre todo, poco estudiada en el aspecto de su geología.

Poco después, al hacerse cargo de la Cátedra de Geología de la entonces Escuela Especial de Ingenieros de Minas, consideró llegado el momento de poner en práctica su idea. Con mucha ilusión, su tesón de buen aragonés y la ayuda de la Escuela, del Ministerio, que su-

ministró fondos para adquirir el equipo necesario, y cuatro empresas dedicadas a actividades mineras, dio comienzo a la primera etapa.

El objetivo fundamental que se marcó, y que sigue vigente, fue proporcionar a estudiantes y postgraduados una ocasión para realizar prácticas de campo, a la vez que "se propagaba una técnica y se reunían datos geológicos en zonas poco estudiadas y de difícil acceso"; además, se enseñaba y demostraba la eficacia del trabajo en equipo, y se fomentaba la amistad entre profesionales y estudiantes de diversos centros y nacionalidades.

La unidad de trabajo está constituida por tres estudiantes, que cuentan con una tienda de campaña, equipo completo de acampada y el material necesario para realizar trabajos de cartografía geológica en la zona que se les asigne. Les acompaña un instructor, del que dependen uno o más grupos o equipos.

Antes de iniciar los recorridos de campo, se realizan unas marchas de entrenamiento, aprovechando alguna zona estudiada, y en ellas se explican los problemas generales con que van a enfrentarse. También se dan instrucciones

detalladas, que comprenden cómo realizar el trabajo, efectuar acampadas y prestar los primeros auxilios. Se insiste repetidamente en ellas en que debe huirse de cualquier situación de peligro, y, gracias a Dios, nunca ha habido accidentes de importancia.

El ciclo de trabajo consta de dos días y la noche intermedia en el campo, realizando labores de cartografía y toma de muestras, y otro día, en la base, que cada equipo dedica a ordenar su trabajo, antes de una reunión general, en que cada unidad expone su labor, los problemas presentados y los objetivos de la siguiente salida; también se aprovecha esta reunión para dar charlas sobre temas relacionados con el Pirineo u otros propuestos por los alumnos.

En principio se fijaba una red de itinerarios a cubrir, pero, poco a poco, se han ido ampliando iniciativas, sobre todo cuando se puede contar con profesores de alguna experiencia.

El material de acampada se renueva según las posibilidades económicas, y se van centrando los estudios de forma que en las actuales etapas es el Paleozoico el que recibe mayor atención.

Prácticamente se ha barrido la zona axial de los Pirineos, desde Jaca, por el Oeste, hasta el meridiano de Benasque, casi en el límite de la provincia de Lérida, por el Este.

Por desgracia, la cátedra no cuenta con medios para continuar con otros trabajos de gabinete los realizados en el campo, aunque en las Memorias, que se editan cada año, se procura sintetizar los resultados que se considerarán más significativos.

Así, los trabajos de campo de los hojas de Ansó y Zuriza, iniciados en 1959 y 1960, respectivamente, fueron terminados en 1961, sin que haya habido tiempo material para plasmar los resultados.

Este problema se previó desde el principio, pero no ha habido capacidad de solución; quizá por la creación de los grupos de trabajo, afectos a la cátedra, surja la ocasión de utilizar todos los datos que tenemos almacenados; de hecho, estos grupos están ya trabajando en la síntesis del Paleozoico de la hoja de Bielsa.

En cuanto a la asistencia a los campamentos, podemos citar, entre nombres conocidos como instructores, los de los profesores Lapparent, Truyols, Casteras, Mirouse, De Pedro, Martínez Alvarez, Del Valle, Guérangué, Alvarado, Febrel, Mouline y otros.

El total de participantes alcanza la cifra de 553, de los que 78 son extranjeros y 242 de la Escuela de Ingenieros de Minas.

Los 475 participantes españoles proceden de los siguientes Centros: Escuelas de Minas, Agrónomos y Caminos; Universidades de Barcelona, Granada, Madrid, Oviedo y

Zaragoza; y Escuela de Ingeniería Técnica Minera de Almadén, Bélmez y Cartagena; y los 78 extranjeros, de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Canadá, Ecuador, Egipto, Estados Unidos, Francia, Holanda, Inglaterra, Italia, Libia, Noruega, Perú, Suiza y Turquía.

En las Memorias anuales se exponen los datos no técnicos, para informar a las empresas que contribuyen al desarrollo de los campamentos sobre la marcha económica de los mismos.

Desgraciadamente, no tendremos más remedio que solicitar de las empresas, que tan generosamente ayudan con sus aportaciones económicas, que estudien la posibilidad de aumentar sus cuotas, ya que, en los últimos diez años, los donativos recibidos han aumentado sólo en un 45 por 100, y el costo por plaza, contando sólo estancia y alimentación, se ha cuadruplicado prácticamente.

A continuación resumimos en un cuadro los principales datos económicos desde la iniciación de los campamentos.

Año	Aportación de empresas	Costo estancia y alimentación	Número de participantes	Costo por plaza
1955	18.000	18.850	25	1.360
1956	41.000	28.484	28	1.895
1957	61.500	35.673	27	2.395
1958	56.000	53.932	34	1.586
1959	62.000	63.411	39	1.626
1960	102.000	85.239	41	2.079
1961	104.500	80.020	37	2.162
1962	196.000	126.034	32	3.939
1963	148.000	106.790	36	2.966
1964	118.467	76.766	29	2.578
1965	136.000	74.728	22	3.396
1966	136.473	69.668	21	3.317
1967	103.000	139.354	35	3.981
1968	120.000	58.460	18	3.248
1969	155.000	94.829	19	4.991
1970	141.500	126.500	20	6.325
1971	133.175	136.895	23	6.100
1972	123.000	149.655	23	6.506
1973	142.500	200.039	22	9.092
1974	170.000	192.499	21	9.161

Con los remanentes, sobre todo en los primeros años y como se especifica en las Memorias anuales, se ha participado en la adquisición de libros para la cátedra de Geología de la Escuela de Minas de Madrid. Esta biblioteca, una de las más completas existentes en España en

temas geológico-mineros, con un fichero que cuenta con casi 300.000 fichas, es una labor personal del profesor Ríos y está abierta para particulares y empresas que necesiten hacer uso de la documentación existente en ella.

La máxima aportación de las empresas coincidió con el mayor auge en España de las dedicadas a prospecciones petrolíferas; después las cifras sufren un considerable descenso, y más teniendo en cuenta que, en los últimos años, se consiguió una aportación de 50.000 pesetas por parte del Ministerio.

El número de participantes parece que se ha estabilizado en los últimos años, pero el costo (estancia y alimentación por plaza) ha subido considerablemente, sin contar los gastos de transporte de los equipos desde la base a los puntos de trabajo, cada año más distanciados, y que, al no contar con medios propios, constituyen un problema difícil y oneroso para la organización de los Campamentos.

En cuanto a la labor a realizar hacia el futuro, se cuenta con el interés que para los participantes, tanto españoles como extranjeros, representa el Campamento y con la entrega y vocación de las personas dedicadas a la enseñanza y a la organización de esta actividad.

2. XX CAMPAMENTO.

Por tercer año consecutivo ha tenido como base la localidad de Benasque (Huesca), y se ha desarrollado durante los días 5 al 23 de julio de 1974.

Ha asistido un total de 21 participantes, incluyendo los cuatro instructores, de la siguiente procedencia: seis, de la Universidad de Barcelona; dos, de la de Granada; uno, de la Escuela de Ingeniería Técnica de Bélmez; tres, de la Universidad de Carleton (Canadá); uno, de la Universidad de Oslo (Noruega); uno, de la de Friburgo (Alemania); uno, de la de Assiut (Egipto); uno, del College of St. Thomas (USA), de nacionalidad ecuatoriana, y un alumno de la Escuela de Minas de Madrid.

Fue codirector y jefe del Campamento Adriano García-Loygorri, doctor ingeniero de Minas y profesor encargado de Campamentos y Prácticas de Geología de la Escuela.

Como instructores actuaron Fernando Bodega Barahona, doctor ingeniero de Minas, de la Empresa Nacional Adaro; Luis María Ríos Aragües, doctor ingeniero de Minas; Félix Fernández de Castro, ingeniero de Minas, y Francisco Marín Blanco, alumno de la Escuela de Madrid, los tres últimos del equipo de trabajo de la cátedra de Geología.

Julián Vega Esteban, ingeniero técnico de Minas, maestro de laboratorio, prosiguió su eficaz y callada labor como secretario del Campamento.

2.1. DESARROLLO DEL CAMPAMENTO.

En los últimos años se ha trabajado intensamente en el ángulo NE de la hoja de Bielsa; primero, desbrozando la cartografía, y, más tarde, estableciendo criterios de posición en el Paleozoico; aunque no es función de los campamentos, ha habido necesidad de recurrir a estudios estructurales para resolver algunos problemas.

Durante el desarrollo del XX Campamento se ha adelantado bastante en el estudio de detalle de la margen derecha del río Cinqueta, macizo de Punta Suelza, lago de Urdiceto y NO de Gistain.

Por primera vez en la zona, hemos localizado verdaderos bancos de cuarcitas y manchas de Muschelkalk, en la margen izquierda del Cinqueta, y el grioto, en la zona de Villanova.

Se realizaron las excursiones preparatorias, como todos los años, y al final del Campamento, y con algunas deserciones, se llevó a cabo un recorrido hasta los lagos del Sein.

Durante los días de descanso en Benasque se dieron varias charlas sobre el tema del Pirineo y explicaciones generales sobre Geología y Minería de cada uno de los países representados, a cargo de los alumnos.

Para las reuniones, y como los años anteriores, don José Pardos, maestro de Benasque, volvió a poner a nuestra disposición las aulas de la escuela municipal.

Este año, las tormentas fueron menos numerosas, o coincidieron con los días de descanso, con lo que se ha podido cumplir mejor los objetivos propuestos. No obstante, en la zona del lago Urdiceto, una tormenta de nieve dificultó la labor de algunos equipos en la salida de los días 16 y 17 de julio.

2.2. RESULTADOS OBTENIDOS.

Están plasmados en el mapa que se adjunta a la presente Memoria, y los resumimos a continuación.

En las excursiones de entrenamiento se reconoció la serie devónica al NE de Cerler, haciendo un corte, en la Montaña de la Rueda, paralelo al efectuado en el Campamento anterior; se encontró una serie muy parecida, salvo un nivel detrítico, con unos 5 metros de potencia, en el Devónico inferior

A efectos de trabajo, se escogieron tres zonas bien diferenciadas en las que precisar la cartografía de anteriores campamentos.

2.2.1. Zona del río Eriste.

2.2.2. Zona del río Cinqueta.

2.2.3. Zona Collado Sahún-Villanova.

MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DEL CINQUETA



2.2.1. Zona del río Eriste.

Por lo abrupto del terreno, se tropezó con grandes dificultades, y no se pudieron montar las tiendas, teniendo que vivaquear los equipos; también la carencia de agua en la zona contribuyó a endurecer las condiciones de trabajo.

Se ha diferenciado la cartografía Siluriano-Devoniano en la franja comprendida entre los macizos granodioríticos de Posets y Millares, precisándose el contorno oriental de este último, donde existen enclaves y bandas no digeridas del Devoniano. El quimismo de esta zona de borde corresponde a un gabro cuarcítico.

2.2.2. Zona del río Cinqueta.

Los equipos encargados del estudio de esta zona efectuaron una primera salida por la margen izquierda, hacia las Rechanzadas.

En la base del cabalgamiento, se encuentra un nivel concordante con el Permotriás autóctono. Este nivel, con una extensión lateral de 2,5 kilómetros y potencia

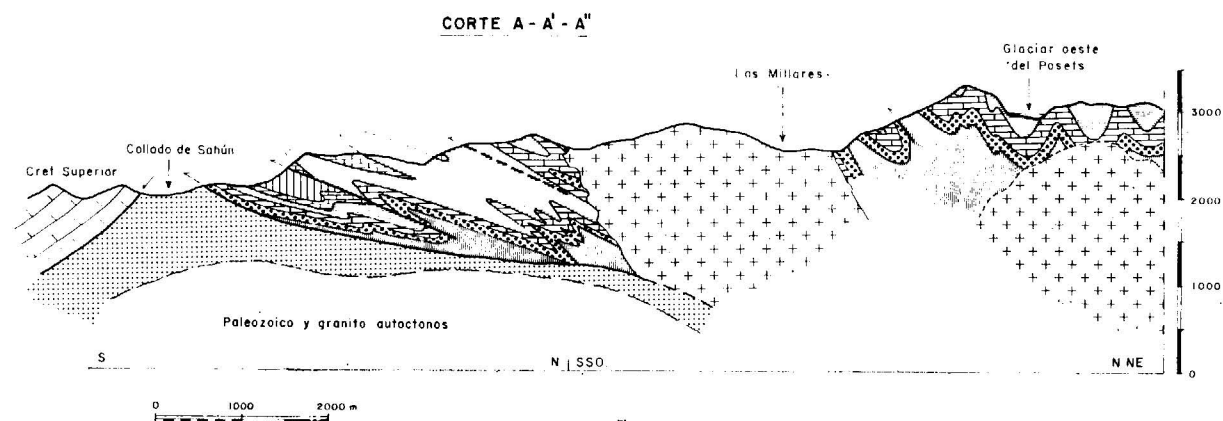
media de 7 metros, corresponde a una roca en que dominan los silicatos cálcicos, procedente de metasomatismo entre rocas ígneas y otras carbonatadas.

Se ha estudiado el contacto cabalgante de la unidad alóctona Posets-Millares, que, hacia el Oeste, sigue, aproximadamente el curso del arroyo de la Sallena. El Paleozoico cabalgante comprende, además de los materiales devónicos y las pizarras ampelíticas del Siluriano, un conjunto potente —centenas de metros— de pizarras oscuras y bien estratificadas con pasadas de cuarcita. Estas pizarras deben corresponder a la parte alta del Ordoviciense o al Siluriano bajo.

2.2.3. Zona Collado Sahún-Villanova.

El grioto se encontró en la sillería de un puente sobre el Esera, y este hallazgo dio lugar a iniciar itinerarios para encontrarlo "in situ", como se consiguió en una cantera en el margen derecho del río Esera.

Aparece en el techo del Devoniano autóctono y soporta, en discordancia angular, al Permotriás con un conglomerado de base.



media de 7 metros, corresponde a una roca en que dominan los silicatos cálcicos, procedente de metasomatismo entre rocas ígneas y otras carbonatadas.

Probablemente corresponde a un nivel de calizas y dolomías del Muschelkalk, metasomatizado por el magmatismo permotriásico.

Las siguientes salidas se realizaron en la margen de-

Entre Villanova y el Collado de Sahún existe Devoniano autóctono, sobre el que se sitúa el Permotriás discordante. Este Permotriás es el mismo que, en dicho collado, está cabalgado por el Devoniano de la unidad alóctona de los Millares.

El contacto anormal de dicho cabalgamiento se prolonga hacia el Este, desde el Collado de Sahún, pasando entre los pueblos de Villanova y Sahún.

Noticias

GEOLOGIA

ESQUELETO DE ICTIOSAURO

En el yacimiento de arcilla que explota el tejedor de Heiningen en la jurisdicción de Göppingen, fueron hallados restos de un esqueleto de ictiosauro de hace ciento sesenta millones de años. Según han comunicado el ayuntamiento de Heiningen y el museo municipal de historia natural de Stuttgart, hasta ahora no se había encontrado esqueleto tan completo en terrenos del jurásico pardo. El esqueleto fue descubierto por un estudiante de geología de Stuttgart, de diecinueve años de edad, durante una excursión.

El ictiosauro en cuestión debió medir de seis a siete metros. El cráneo sólo mide 1,40 metros. La parte posterior no ha sido hallada; probablemente ha sido transportada por una pala mecánica.

PERFORACION DE LOS ALPES OCULTOS

Próximamente se iniciará en Miesbach (Baviera) el primer sondeo para la busca de gas natural que alcanzará profundidades hasta los 6,500 metros, frente a los 6.200 que, como máximo, se habían alcanzado hasta aquí cerca de Bremen. Según los cálculos correspondientes se tardará en llegar a esa profundidad unos dos años y se requerirá una inversión de más de 100 millones de marcos.

El proyecto se basa en los descubrimientos más recientes sobre la extraña evolución geológica de los Alpes, cuyo levantamiento se produjo hace cincuenta-setenta millones de años a partir del plegamiento del fondo de un geosinclinal alargado cubierto por el mar. Estas capas rocosas fueron empujadas por el movimiento ascensional hacia el Norte principalmente, encabalgándose y cubriendo en parte el piedemonte prealpino en un avance de muchas decenas de kilómetros. Los estratos de este encabalgamiento o corrimiento superpuesto (que en su mayor parte constan de calimesozoicas, de los períodos triásico, jurásico y cretácico) se superpusieron a rocas del cretácico superior y del terciario, las cuales se habían formado en mares y gigantes lagos surgidos en las prefosas o depresiones prealpinas. Tras el corrimiento superpuesto, las rocas de los Alpes quedaron cubiertas por nuevas capas de sedimentos del mar que bordeaba los Alpes y de los lagos en que aquél se transformó andando el tiempo, convirtiéndose así en "montañas ocultas".

Posibilidades similares se ofrecen en la llanura prealpina bávara. A estudiarlas se dedicará por vez primera el

proyecto "Miesbach", se proponen los técnicos perforar las "montañas ocultas" del recubrimiento alpino y alcanzar, a ser posible, el viejo zócalo de la fosa prealpina. Es posible que se encuentren también aquí varios "pisos" de yacimientos. El hecho de que los pozos de Schönkirchen Übertief correspondientes al zócalo antiguo suministren producciones diarias de más de un millón de metros cúbicos de gas constituye un estímulo notorio para la perforación de Miesbach, cuyo elevado presupuesto representa también un riesgo nada despreciable. El sondeo permitirá además echar una ojeada al zócalo o base profunda del borde de los Alpes y ofrecerá asimismo nuevas y sorprendentes informaciones sobre el desarrollo y la estructura de la gran zona montañosa.

MINERIA

MAYOR REDUCCION EN LA PRODUCCION Y EXPORTACION DE COBRE

Los cuatro principales países productores de cobre —Chile, Perú, Zaire y Zambia—, reunidos en París en el seno de la C.I.P.E.C., han acordado reducir en otro 5 por 100 su producción y exportación, lo que supone un nivel actual de reducción de un 15 por 100.

En noviembre de 1974 fue reducida la producción y exportación en un 10 por 100, dejando abierta la posibilidad de incrementar dicho porcentaje, cosa que ahora se ha llevado a efecto. Con la medida adoptada se pretende disminuir en 800.000 toneladas la producción mundial, lo que traerá como consecuencia la reducción de las existencias, en la actualidad consideradas como demasiado elevadas.

GEOLOGIA MARINA

CONVENCIONES FRANCO-ESPAÑOLAS SOBRE DELIMITACION DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL

Francia y España han firmado en París una convención sobre la delimitación de las plataformas continentales de ambos países en el Golfo de Vizcaya, lo que faci-

litará en el futuro la busca y explotación de riquezas naturales en dicha zona. Además, han firmado una segunda convención para delimitar el mar territorial francés, que llega a 12 millas, y el mar territorial español —6 millas y otras 6 millas de zona contigua— en el Golfo de Vizcaya.

HIDROCARBUROS

CONSORCIO DEL GAS PETROLIFERO

Se ha creado en la República Federal Alemana un gran consorcio petrolífero denominado VEBA, con una participación estatal en su capital del 40 por 100. En su primera fase de actividades, comprará a la "Rheinische Westfälische Elektrizitätswerk" su participación del 48 por 100 en "Gelsenberg", así como la totalidad del capital de una de sus filiales, la sociedad "Union der Rheinischen Braunkohlen Kraftstoff"; a continuación, absorberá las sociedades "Aral" y "Deminex". En su segunda fase de actividades, adquirirá la red de estaciones de servicio que la compañía norteamericana "Gulf Oil" tiene en la República Federal Alemana. En la tercera etapa de desarrollo, se incorporarán otras sociedades al nuevo consorcio. La financiación de todas estas operaciones, por valor de más de 15.000 millones de pesetas, está garantizada por el Estado. La nueva compañía tendrá una capacidad de refino de 34 millones de toneladas, explotará una red de 10.000 estaciones de servicio y dará ocupación a unas 75.000 personas, siendo su cifra de negocios de unos 18.000 millones de DM.

EL PETROLEO DEL MAR DEL NORTE

Por iniciativa del Banco de Escocia, se ha creado en Londres el "International Energy Bank" (IEB), que se propone financiar, en especial, los trabajos de prospección y explotación de los yacimientos petrolíferos del Mar del Norte.

Además del Banco de Escocia, al que pertenece el 30 por 100 del capital social del IEB (20 mills. £), participan en la nueva empresa bancaria las entidades siguientes: "Bank of Dallas", "Canadian Imperial Bank of Commerce", "Barclays Bank International" y "Worms" de Francia (cada uno de ellos con participaciones equivalentes a 15 por 100). A través de la Société Financière Européenne (SFE), asimismo accionista de la IEB, participan también en éste la "Banca Nazionale de Paris", el "Algemene Bank

Nederland", la "Banca Nazionale del Lavoro", la "Banque de Bruxelles", el "Bank of America", el "Desdener Bank", de la República Federal Alemana y el "Summito Bank", de Japón.

NACIONALIZACION DE LAS COMPAÑIAS PETROLIFERAS EN LA REPUBLICA POPULAR DEL CONGO

El Gobierno ha nacionalizado todas las compañías de petróleo que venden sus productos en el país. La medida afecta a las compañías Shell, Texaco, Total, Mobil Oil, Doc, Transcogaz y Finia; no afecta a las instalaciones de la compañía italiana Agip.

ENERGIA

ENERGIA NUCLEOELECTRICA

La Comisión para la Energía de la Comunidad Económica Europea ha aprobado en el año en curso un proyecto que tiene como objetivo conseguir como mínimo una producción de energía eléctrica de origen nuclear para 1985 de 100.000 megavatios eléctricos, lo que corresponderá al 33 por 100 de toda la electricidad generada en dicho año por los países de la Comunidad. Para alcanzar este objetivo, habrá que producir ya en 1980 unos 45.000 MWe, para ello entre 1973 y 1975 las centrales nucleares de energía eléctrica deberán incrementar su producción en 7.000 MWe anuales y entre 1976 y 1980 en 12.000 MWe anuales. La capacidad de producción actual de las centrales nucleares de la Comunidad asciende a 5.500 MWe, de los que 3.250 MWe son generados en las plantas de Inglaterra y de Gales.

COMISION DE LA ENERGIA EN LA GRAN BRETAÑA

Se ha creado en Gran Bretaña una Comisión de la Energía, cuya misión será asesorar al Gobierno sobre los problemas que se planteen en este sector. Constituida por expertos en economía de combustibles, deberán llevar a cabo estudios sobre los diferentes tipos de fuentes de energía actualmente en explotación: carbón, gas, petróleo, hidráulica y de origen nuclear, para poder establecer la política más conveniente para resolver los problemas de ahorro de la capacidad de producción y de almacenamiento de energía y el control de la competencia entre los diferentes combustibles de forma que quedan defendidos al máximo los intereses nacionales.



MINERALURGIA

LA PRODUCCION SIDERURGICA, ESTABILIZADA EN EL PERIODO ENERO-MAYO

En los cinco primeros meses del presente año, la producción de acero en España ha totalizado 4.720.000 toneladas, con un aumento del 0,25 por 100 sobre el período correspondiente del año anterior, según datos facilitados por UNESID (Unión de Empresas y Entidades Siderúrgicas).

En el período enero-mayo, la producción de arrabio ha sido sensiblemente igual a la de los mismos meses del año pasado y la de laminados en caliente ha experimentado un ligero descenso respecto a la de los cinco primeros meses de 1974.

En mayo, se han registrado unas producciones de 583.000 toneladas de arrabio, 978.000 toneladas de acero y 739.000 toneladas de laminados en caliente.

INVESTIGACION ESPACIAL

LABORATORIO PARA LA EXPLORACION DE MARTE

A. Blagonravov, académico soviético, proyecta en su país la construcción de un laboratorio espacial para la exploración del planeta Marte. Sus características serán análogas a las de los vehículos "Lunajods" de exploración de la superficie lunar, salvo respecto al sistema de control empleado, que en vez de ser operado desde la Tierra será en gran parte automático. Se proyecta también que el nuevo "Marsjod" pueda recorrer distancias más grandes a buena velocidad para obtener de su labor de exploración resultados más amplios y con mayor rapidez que los derivados de la lenta exploración de la Luna mediante los "Lunajods".

ECONOMIA

MERCADO DE FLUOR

El "Batelle Institute" de Ginebra viene realizando un estudio exhaustivo del futuro mercado mundial de minerales de flúor y de los productos químicos derivados de aquéllos. El informe resultante del citado estudio incluirá

las previsiones (hasta 1982) de los recursos y demandas sectoriales de los citados minerales en 24 países, así como sobre la producción de fluorita para su empleo en metalurgia.

NACIONALIZACION PARCIAL DE UNA EMPRESA PETROLIFERA EN KUWAIT

El Gobierno ha adquirido el 60 por 100 del capital de la empresa Kuwait Oil Company (KOC), que hasta ahora estaba en manos de British Petroleum Co. Lid y Gulf Oil Conp. Las empresas extranjeras recibirán una indemnización de 112 millones de dólares.

PRESTAMO A PETROLEOS MEXICANOS

Petróleos Mexicanos (PEMEX) ha obtenido un crédito de 25 millones de dólares, a diez años, concedido por un consorcio bancario de 11 miembros, encabezado por el Crédit Lyonnais y que incluye a la Banque Commerciale pour l'Europe du Nord (Eurozank).

PARTICIPACION ESPAÑOLA EN EL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

España va a participar con 125 millones de dólares en el Banco Interamericano de Desarrollo. Nuestro país se sitúa, con la citada cifra, en cabeza de participación de los países europeos, junto con Alemania Occidental.

CONTAMINACION

UNA RED PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN SICILIA

Un grupo de industrias establecidas en Sicilia ha decidido unir sus recursos con el fin de proteger el medio ambiente, estableciendo una red de control de la contaminación atmosférica, incluyendo edificios, radioenlaces, monitores, ordenador y un laboratorio móvil completamente equipado.

Aunque la creencia popular la identifica como eminentemente agrícola, Sicilia cuenta en su costa oriental con un gran número de instalaciones industriales, entre ellas plantas petroquímicas que inevitablemente producen una cierta contaminación de la atmósfera. Varias de estas industrias, incluyendo el complejo Esso Montedison, son las que han decidido enfrentarse al problema de la contaminación de una forma colectiva.

La nueva red entrará en servicio a finales del año en curso. La primera fase, esto es, la determinación exacta del emplazamiento de las estaciones, así como el tipo de monitores a emplear en cada una de ellas, ha sido ya finalizada.

Una de las principales dificultades encontradas, ha sido la propia geografía de Sicilia, que ha obligado a proyectar la red empleando radioenlaces, para unir las estaciones a la central de control, en vez de líneas telefónicas convencionales.

La red estará constituida por veincinco monitores de SO₂, tres monitores de polvo y cuatro estaciones meteorológicas. Estas últimas efectuarán medidas de la velocidad y dirección del viento, así como de la presión y humedad.

Todas las estaciones irán conectadas a un miniordenador central, que tomará datos de los monitores cada sesenta segundos, y se ocupará de enviar instrucciones para el autocalibrado de los mismos.

BARCELONA ABORDA EL PROBLEMA DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Barcelona cuenta ya con un laboratorio móvil municipal para controlar y analizar la contaminación atmosférica. Es la primera ciudad española que ha adquirido este laboratorio móvil que se une a las 35 estaciones instaladas en la ciudad condal, para medir los parámetros indicativos de contaminación, como son el contenido en anhídrido sulfuroso y la cantidad de materias en suspensión en el aire.

El laboratorio móvil actuará, en principio, en la zona barcelonesa que presenta los más altos niveles de contaminación y en puntos diferentes de Pueblo Nuevo, serán sondeados durante tres meses y en distintas horas del día, con el objeto de establecer una gráfica de contaminación en ese sector y llegar a la adopción de las medidas oportunas.

La furgoneta entregada al Ayuntamiento parece ser que tranquilizará a los barceloneses, en cuanto que la calidad del aire estará sometida totalmente a control. Se conocerá perfectamente los parámetros y el grado de contaminación del aire, así como su intensidad. La trascen-

dencia de esta vigilancia otorga a la adquisición municipal una eficacia pionera y, por lo tanto, avanzada en el entorno nacional.

El comienzo de este plan de estudios atmosféricos supone llevar a buen puerto y con celeridad el control urbano, a pesar de que Barcelona cuenta con una ventana natural descontaminante en el mar y que la diferencia transcendentalmente, a pesar de que puedan existir condiciones climáticas momentáneas que incrementen o disminuyan la contaminación, de la situación de Madrid, incluso teniendo en cuenta la importancia del cinturón industrial de aquella. Se intenta remediar, antes de que sea tarde, la proliferación de industrias en el casco urbano, como causa de una contaminación amenazadora para dos millones de habitantes. Seriamente, da la impresión de que los cuatro millones de pesetas que ha costado el vehículo es una inversión positiva en beneficio de toda una ciudad.

La información que se facilitará mediante este laboratorio móvil son, principalmente, los contenidos de anhídrido sulfuroso (SO₂), gas que actúa como trazados del contenido de los otros contaminantes, de polvos y humos y partículas sólidas que se respiran, de hidrocarburos o sustancias orgánicas ajenas al medio ambiente; y del monóxido de carbono (CO), directamente ligado al escape de los automóviles. En definitiva, el furgón va equipado con una serie de registradores necesarios para que siempre se pueda saber el aire que respiran los ciudadanos.

La intención municipal es crear una malla de información, una red de alarma, en numerosos lugares de Barcelona a diversas horas del día, a fin de proceder al control de las instalaciones y obligarlas a tomar medidas anticontaminantes, reservándose el Ayuntamiento el derecho legal para cerrar aquellas industrias que no se ajusten a las normas rigurosas que, a pesar de ser municipales, están aceptadas por las autoridades centrales de la nación y que contribuyen a corregir las causas de la contaminación.

La recogida sistemática de información y muestras y el diálogo con las empresas mostrándoles los datos con la consiguiente adopción de medidas, han hecho posible la disminución sensible del índice de contaminación atmosférica de la ciudad condal. Así, por ejemplo, en el año 1962, la media anual en dióxido de azufre más humos fue de 570 mg/m³. En el año 1974, esa media ha descendido hasta 100/m³.

Comprobada la eficacia del control de la contaminación resalta la importancia de esta adquisición del Ayuntamiento de Barcelona, que hará posible la mejora de estos niveles y solventará incluso las alzas que se originan en días concretos debido a las condiciones meteorológicas desfavorables, que se dan en la ciudad condal el día o los días de haberse presentado en Europa Central unas condiciones que impiden las corrientes de aire en la zona catalana.

Aparte del control de los índices de contaminación, el laboratorio registra la temperatura, dirección y velocidad del viento, y el punto de rocío, lo que hace de él un avance técnico espectacular, amén de las ventajas ciudadanas que supone en un sector tan importante hoy como es la contaminación.

TRANSPORTE DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE A DISTANCIA LARGA

La Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) ha elaborado un programa con vistas a la obtención, en diez países miembros europeos, de los datos necesarios para poder emprender un estudio sobre el transporte a distancia larga de los contaminantes del aire.

El objetivo básico de este programa consiste en la determinación de la importancia relativa de las fuentes (próximas o remotas) de compuestos azufrados que contribuyen a contaminar el aire en una zona determinada, dedicándose una atención especial a la observación del problema de la precipitación de ácidos.

La recogida de los datos precisos será realizada por estaciones meteorológicas (situadas en los países participantes) mediante equipos y métodos normalizados. Estos datos serán remitidos regularmente a la Unidad Central de Coordinación, situada en el Instituto Noruego de Investigaciones Ambientales.

Las contribuciones nacionales en los gastos de realización del programa oscilarán entre 70.000 y 140.000 dólares (de 4.200.000 a 8.400.000 millones de pesetas).

REUNIONES CIENTIFICAS

X CURSO DE HIDROGEOLOGIA "NOEL LLOPIS" PARA GRADUADOS

Organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Departamento de Geología Económica; Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias, Departamentos de Estratigrafía y de Geomorfología y Geotectónica; Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas; e Instituto Nacional de Industria, Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A.; se desarrollará del próximo mes de enero al de junio de 1976 el —X CURSO DE HIDROGEOLOGIA "NOEL LLOPIS" PARA GRADUADOS— que desarrollará a lo largo del curso el siguiente temario:

1) *Disciplinas auxiliares:* Principios de Climatología. Principios de Mecánica de Fluidos. Principios de Hidrología de Superficie. Estadística Aplicada a la Hidrología. Elementos de Economía Hidráulica.

2) *Características del Flujo en Medios Porosos:* Propiedades de los Medios Porosos. Ecuación general del flujo y métodos de solución. Hidráulica de pozos. Relaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

3) *Caracteres Físico-Químicos-Biológicos de las Aguas Subterráneas.—Contaminación y Tratamiento:* Elementos de Química Hidrológica. Técnicas Nucleares en Hidrología. Relaciones entre las características químicas y el medio hidrogeológico. Características biológicas de las aguas. Calidad y tratamiento de aguas. Contaminación de acuíferos. Prevención de los efectos contaminantes. Detección y Control de agentes contaminantes. Corrección o tratamiento de la contaminación.

4) *Técnicas de Exploración Hidrogeológica regional:* Métodos geológicos en Hidrogeología. Exploración en diferentes ámbitos climáticos, estructurales y litológicos. Exploración en regiones Kársticas. Cartografía Hidrogeológica. Prospección geofísica. Sondeos mecánicos y piezómetros. Sistemas de inventario de datos hidrogeológicos.

5) *Explotación de acuíferos:* Balances hidrológicos. Modelos analógicos y digitales. Construcción de pozos y galerías. Recarga artificial de acuíferos. Introducción a la Ingeniería de Recursos Hidráulicos. Legislación de aguas.

La Secretaría de dicho Curso estará en el Departamento de Geología Económica de la Facultad de Ciencias Geológicas.

ARQUEOLOGIA INDUSTRIAL

En un congreso celebrado en el Museo de Minería de la ciudad alemana de Bochum, con la participación de 80 especialistas en la materia procedentes de 18 naciones se definió la arqueología industrial como toda actividad productiva del hombre que va más allá de la cobertura o satisfacción de las propias necesidades. Los arqueólogos industriales no limitan su campo de actividad a las canteras romanas, minas de plata medievales y naves o talleres fabriles del siglo pasado, han incluido también en su ciencia sectores de actividades productivas humanas tales como el transporte, tráfico y comunicación.

II SIMPOSIUM NACIONAL SOBRE COMBUSTION

Continúan a buen ritmo los preparativos para la celebración, en Valencia, del II Simposium Nacional sobre

Combustión, que, centrado fundamentalmente en tan acu- ciente tema como "El ahorro en la energía", tendrá lugar durante los días 17, 18, 19 y 20 de noviembre próximo.

Como noticia destacada, que da medida de la impor- tancia que este Simposium tiene para el país, podemos informar que S. A. R. el Príncipe de España ha acepta- do la Presidencia de Honor del Simposium, y los seño- res ministros de Educación y Ciencia e Industria, las dos Vicepresidencias. Asimismo, los directores generales de la Energía y de Planificación Económica, y el subdirec- tor general de Estudios y de la Contaminación tomarán parte activa en la realización del Simposium, pronuncian- do sendas conferencias magistrales en las sesiones plena- rias.

Entre los actos a celebrar, además de las habituales sesiones científicas y como actividad especialmente diri- gida al hombre de la calle en su carácter de consumidor de energía, se ha previsto la realización de la mesa redon- da, en la que participarán destacados representantes de las principales empresas productoras de combustibles, en discusión-coloquio con representantes de las Asociaciones de Amas de Casa.

Cabe también destacar el interés que para los profesio- nales del sector revestirá la proyectada visita a los Altos Hornos del Mediterráneo y su IV Planta Siderúrgica In- tegral.

Con la realización de este Simposium confiamos en que debe profundizarse en la problemática que España tiene planteada de cara a una eficaz economía de uso de los combustibles.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

EL CALOR DE LOS HORNOS ALTOS PARA DESALAR EL AGUA DEL MAR

Ha sido instalada en Bremen una de las plantas más originales de desalar el agua del mar, la cual funciona con el calor sobrante de los hornos altos de una planta siderúrgica. Esta combinación es hasta la fecha única en el mundo. La planta suministra diariamente 2.400 metros cúbicos de agua desalada, la cual se obtiene por evapora- ción del agua de la desembocadura del Weser, muy sala- da, y se emplea para alimentar las calderas de vapor del complejo industrial. Idéntico sistema podría utilizarse tam- bién en una potabilizadora combinada, por ejemplo, con una planta de cremación de basuras, donde se produce calor a precio bajo.

PUBLICACIONES

ULTIMAS PUBLICACIONES EDITADAS POR EL IGME

Hojas y memorias, escala 1:50.000, "Magna":

- Núm. 21.—La Coruña.
- Núm. 23.—Puentes de García Rodríguez.
- Núm. 329.—Pons.
- Núm. 331.—Puigreig.
- Núm. 420.—Hospitalet de Llobregat.
- Núm. 1.030.—Tabernas.
- Núm. 1.031.—Sorbas.

Hojas y memorias del mapa geotécnico general, esca- la 1:200.000:

- Núm. 70.—Linares.
- Núm. 69.—Pozoblanco.
- Núm. 75.—Sevilla.

Hojas y memorias del mapa metalogenético, esca- la 1:200.000:

- Núm. 75.—Sevilla.

Hojas y memorias del mapa de rocas industriales, esca- la 1:200.000:

- Núm. 14/23.—Vielba-Huesca.

MEMORIA DEL IGME:

Tomo 87. *Estudio mineralógico y genético de la Fracción Fina del Trias Español.*

COLECCION-INFORMES:

De esta colección se llevan publicados, hasta el mo- mento, los siguientes títulos:

- *Investigación minera submarina en el golfo de Cádiz.*
- *Estudio previo para la investigación de bauxita en La Llacuna (Barcelona y Tarragona).*
- *Investigación de plomo-cinc en la reserva de Loma Charra (Soria).*
- *Estimación de posibilidades mineras en Mazagón (Huelva). Fase previa.*
- *Investigación de minerales de plomo en el área de Mazarambroz (Toledo). Fase previa.*
- *Investigación de lignitos en Meirama (La Coruña).*
- *Exploración de minerales magnéticos en Sierra Blanca (Málaga).*

- *Prospección a la batea de minerales aluviones en la provincia de Cáceres, áreas del Tiétar y Mora- leja.*
- *Investigación minera en el área Vimbodi-Selva (Ta- rragona).*
- *Investigación minera en Hiendelaencina (Guadala- jara).*
- *Investigación minera preliminar de la plataforma continental submarina, Málaga-Gibraltar.*
- *Investigación minera en la zona Silleda-Beáriz (Galicia).*
- *Investigación de minerales de bauxita, Fuentespal- da (Teruel-Tarragona). Fase previa.*
- *Investigación minera en el área Argentera-Mola (Tarragona). Fase previa.*
- *Estudio hidrogeológico y de ordenación del Cam- po de Nijar. Tomos I y II.*
- *Fase previa del proyecto de investigación minera en la región turolense de la Cordillera Ibérica.*
- *Monografía de sustancias minerales.*
 - *Antimonio.*
 - *Barita.*
 - *Circonio.*
 - *Esquistos bituminosos.*
 - *Litio.*
 - *Niobio y tántalo.*
 - *Sal gema.*
- *Monografía de rocas industriales.*
 - *Arenas y gravas.*
 - *Asbestos, talco y pirofilita.*
 - *Bauxita y laterita.*
 - *Dunita y olivino.*
 - *Pizarras.*
 - *Rocas silicoaluminosas.*
 - *Vidrios volcánicos.*

VARIOS

LA MAYOR EXCAVADORA PARA LA MINA MAS GRANDE DEL MUNDO.

Sí puede decirse que es cierta la expresión "mover mon- tañas". La mayor excavadora construida por un grupo de empresas alemanas se está montando actualmente en la mina "Fortuna Garstorf". Se trata de una excavadora de rueda de cangilones que alcanza una altura de 84 me- tros y una longitud de 220.

Explotan capas de lignito de 40 y más metros de po- tencia que yacen bajo otras de greda, arena, grava y ar- cilla. No parecía, pues, realizable una explotación sub- terránea, ya que tendrían que haberse construido cavi- dades de gran amplitud y estabilidad precaria, debido a la escasa consistencia de este tipo de rocas. De ahí que se adoptase una decisión a favor de la explotación pro- funda a cielo abierto, modalidad que cabe calificar de única en el mundo.

Hoy se llega ya a los 300 metros de profundidad, y en un futuro próximo se llegará a los 400, habiendo comenza- do ya a hablarse de profundidades de 600 metros.

Las capas de lignito de unas pocas docenas de metros de potencia se extienden la mayor parte de las veces de- bajo de un terreno de recubrimiento cuya potencia equi- vale a multiplicar por cuatro o seis la anterior, pues las necesidades de excavación son en esta cuenca lignitífera muy considerables. Son 180 millones de metros cúbicos la extracción total al año. De dicha cantidad correspon- den 38 millones de toneladas al lignito, surgido a partir de la turba de los pantanos terciarios, lignito que pasa directamente a las cintas transportadoras de las calderas de las grandes centrales térmicas inmediatas. Cuando en esta mina entre en servicio la nueva excavadora gigante, junto con otra compañera del mismo tamaño, la capa- cidad de extracción de la mina se elevará a unos 50 mi- llones de toneladas de lignito al año.

PRUEBA DE VAGONES PARA TREN SUBTERRANEO

Actualmente se están sometiendo a pruebas los prime- ros prototipos de vehículos que serán usados en el pri- mer tramo de tres kilómetros del ferrocarril subterráneo que se está construyendo para el sistema de tránsito rá- pido de Sao Paulo.

Se está fabricando una flota de 198 vehículos para el tramo inicial del sistema, que es una línea Norte-Sur de 15 kilómetros de extensión. La puesta en servicio fue pre- vista para 1974. Para el futuro se está proyectando una extensión de 180 kilómetros.

Los vagones son de acero inoxidable y tienen capacidad para 333 pasajeros. Tienen un peso de 54 toneladas con carga. Son propulsados por cuatro motores de 150 HP enlazados en serie. La corriente continua de 750 voltios es suministrada por un tercer carril. La velocidad máxima es de 100 kilómetros por hora.

Los vagones son contruidos en Sao Paulo por un con- sorcio industrial encabezado por la empresa Maferse. El equipo motor será suministrado por la Westinghouse Electric, que también entregará los controles automáticos para los trenes del sistema.

Mercado de Minerales y Metales

Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
ORO			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	n. a.
Bolsa de Engelhard	N	g	306
PLATA			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	9,23
Bolsa de Nueva York	N	g	9,23
PLATINO			
(Dependiendo del tamaño del lote)			
Metal:			
Refinado, mercado interior del Imperio Británico	L	g	321
Mercado USA, lotes al por mayor	N	g	320 FOB N.Y.
Mercado libre	L	g	316

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 agosto
HIERRO			
Menas del lago Superior puestas en los puertos más bajos del lago:			
Bessemer:			
Mesabi 51,5 % Fe, máx. 0,045 P, máx 8,9 % SiO ₂ , máx 5,9 % humedad	N	t	— FOB-Lago
Old range	N	t	— FOB-Lago
Non-Bessemer:			
Mesabi 51,5 % Fe, máx. 0,180 P, %, máx. 8,32 % SiO ₂ , máx. 9,7 %	N	t	1.064 FOB-Lago
Old range	N	t	1.079 FOB-Lago
Gruesos para horno Siemens	N	t	— FOB-Lago
Sinterizados de taconita	N	t	— FOB-Lago
Nódulos de taconita	N	t	— FOB-Lago
Pellets de hierro natural	N	t. u. Fe	27,15 FOB-Lago
El mineral en trozos tiene un premio	N	t	— FOB-Lago
Los finos tienen una penalización	N	t	— FOB-Lago

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
COBALTO			
Metal:			
Bajo contrato con los consumidores	L	kg	482 D-U.K.
Precio productor	L	kg	516 CIF
Granalla, 99 % Co:			
Lotes de menos de 50 kg en bidones	N	kg	516 FOB-NY
Lotes de 50-249 kg en bidones	N	kg	528 FOB-NY
Lotes mínimos de 250 kg.	N	kg	522 FOB-NY
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg	N	kg	915 FOB-NY
Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg	N	kg	909 FOB-NY
Polvo, grado S, en lotes de 10 t	N	kg	516 FOB-NY
Briquetas, lotes de 10 t	N	kg	— FOB-NY
En el mercado libre	L	kg	— D-UK

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	77,33 FOB-ON
Menas de 11 % de Co	N	kg Co cont	90,22 FOB-ON
Menas de 12 % de Co	N	kg Co cont	103 FOB-ON

CROMO

Metal:

En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t	L	t	221.886-246.540
Aluminotérmico, 99,25 % Cr	N	kg	314 D
Electrolítico, 99,8 % Cr	N	kg	314 D
Fundido al vacío, mi. 99,5 % Cr.	N	kg	323 D

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	8.767-9.936 CIF-E
Turco, fragmentos 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1	L	t	7.598-8.183 FOB
Turco, cocentrado 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1	L	t	5.260-6.429 FOB
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	7.598-8.183 FOB-E
Turco, 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio 3:1	N	t	7.594-8.169 FOB-E
Transvaal, 44 % Cr ₂ O ₃ , sin ratio	N	t	2.129 2.991 FOB-E

MANGANESO

Metal:

Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t	L	t	70.880-73.346 D-U.K.
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado	N	kg	69,60 FOB
Deshidrogenado, 99,9 % Mn, empaquetado, 6 %	N	kg	73,47 FOB

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Menas y concentrados:			
Calidad metalúrgica:			
48/50 % Mn, máx 0,1 % P	L	t. u. Mn	78,91-84,75 CIF-E
38/40 % Mn	L	t. u. Mn	(n) CIF-E
48 % Mn (bajas impurezas)	N	t. u. Mn	79,39-81,69 CIF-USA (e)
46 % Mn	N	t. u. Mn	— CIF-USA (e)
Calidad para baterías:			
70/85 % MnO ₂ , en gránulos	L	t	5.794-6.533 CIF-E
70/75 % MnO ₂ , en terrones mezclados	L	t	8.012-9.245 CIF-E
MOLIBDENO			
Metal:			
Polvo	L	kg	666-690
Polvo de reducción hidrógena, 99,95 % Mo	N	kg	— FOB
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	313 FOB
Concentrado de otros orígenes	L	kg Mo cont	309-316 CIF
Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado	N	kg Mo cont	258-304 FOB
NIQUEL			
Metal:			
Refinado, en lotos mínimos de 5 t	L	t	256.525 D-UK
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t	L	t	252.703 D-UK
Sinterizado 75 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	230.268 D-UK
Sinterizado 90 (óxido de níquel)	L	t Ni cont	259 D-UK
Cátodos 99,9 % Ni	N	kg	— FOB f. (i)
Sinterizado 75 (óxido de níquel)	N	kg	242 p. e.
Sinterizado 90 (óxido de níquel)	N	kg	— p. e.
Refinado, en el mercado libre	L	kg	238-251 CIF
Canadiense, 99,9 % Ni	C	kg	— FOB-f
Francés refinado	F	kg	264 FOT
Italiano, cátodos y granalla, 99,5 % Ni	I	kg	292-305 e-w
Japonés	J	kg	235 e-w
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	390 CIF
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅	N	kg V ₂ O ₅ cont	316-394 FOB-f
Calidad técnica química, secado por aire	N	kg V ₂ O ₅ cont	384-394 FOB-f
Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).	N	kg V ₂ O ₅ cont	— FOB-f

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
VOLFRAMIO			
Metal:			
Polvo 98/99 % W	L	kg W cont	918 FOB
Reducción al carbón 98,8 %, lotes de 1000 lb	N	kg	— D
Reducción hidrogénica 99,99 % W	N	kg	1.316-1.548 D
Menas y concentrados:			
Menas indiferenciadas, calidad normalizada, mínimo 65 % WO ₃	L	t. u. WO ₃	5.054-5.301 CIF-E
Volframita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	5.017 CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	5.362 CIF-E
Volframita II:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	— CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	— CIF-E
Scheelita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	— CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	5.190 CIF-E
Scheelita II:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	— CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	5.128 CIF-E
Ferroaleaciones:			
Ferro-volframio, 80/85 % W	L	kg W cont	699-724 D-UK
Carburo de volframio en polvo, micronizado	L	kg	1.048-1.134 D-UK
Metales no férricos			
Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
ALUMINIO			
Metal:			
Lingotes vírgenes, superpureza, mín 99,99 % Al, en lingotes de 22 lb	L	t	— D
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al	N	kg	51,56 D-USA
Alemán del oeste, en lingotes, mín 99,5 % Al	G	t	56.600
Australiano, en lingotes, mín 99,5 % Al	A	kg	58,10 e-w
Canadiense: Para USA y UK			
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al	L y N	t	48.815 D
Lingotes vírgenes, mín 99,8 % Al	L y N	t	57.417 D
Para el resto del mundo, mín 99,5 % Al	L	kg	50,27 CIF
Mercado internacional:			
Mín 99,6 % Al	L	t	42.528-43.761 CIF-E
Mín 99,7 % Al	L	t	43.761-44.993 CIF-E
Menas y concentrados (Alumina y Bauxita):			
Alumina calcinada 98,5/99,5 % Al ₂ O ₃ empaquetada, en lotes de 20 t	L	t	11.711 D-UK
Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t	L	t	2.740-13.346

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Bauxita, calidad abrasivos, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel.	L	t	4.368-4.610
Bauxita, calidad refractarios, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel	L	t	6.066
CINC			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn ...	L	t	42.898 e-w
Calidad "GOB" base del productor, 98/98,5 % Zn.	L	t	44.377 e-w
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio 5 £/t)	L	t	43.514 D-UK
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio 8 £/t)	L	t	43.884 D-UK
Calidad "Prime Western", mín 98 % Zn	N	kg	50,27 D-USA
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio 0,85 c/lb)	N	kg	51,55 D-USA
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio 316 c/lb)	N	kg	52,84 D-USA
Alemán del oeste:			
Cinc vírgen, mín 97,5 % Zn	G	t	44.374-44.601
Cinc refinado, mín 99,95 % Zn	G	t	44.374-44.827
Canadiense, calidad "Prime Western"	C	kg	46,22 FOB-C
Francés:			
Lingotes vírgenes, mín 97,75 % Zn	F	kg	44,95 FOT
Cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn	F	kg	46,01 FOT
Italiano:			
Lingotes vírgenes, mín 98,25 % Zn	I	kg	47,75-50,63 e-w
Cinc electrolítico, mín 99,25 % Zn	I	kg	48,07-50,63 e-w
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	10.327 CIF-E
Sulfuro del 55 % Zn	L	t	12.268 CIF-E
COBRE			
Metal:			
Bobinas (L.M.E.)	L	t	74.455 FOB-f
Cátodos (L.M.E.)	L	t	72.852
Productores USA	N	kg	82,49
Alemán del oeste:			
electrolítico	G	t	77.995-78.674
Cátodo	G	t	74.712-75.391
Menas y concentrados:			
Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.			
Menas del 15 % Cu	L	t	7.516
Menas del 20 % Cu	L	t	10.975
Menas del 25 % Cu	L	t	14.546



Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
ESTAÑO			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (LME).	L	t	393.108 e-w
Calidad A, mín 99,8 % Sn	N	kg	428 D
Procedente de los países del este, mín 99,8 % Sn ...	L	kg	380 e-s
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.			
Menas de estaño del 20 % Sn	L	t	47.829 CIF-E
Menas de estaño del 30 % Sn	L	t	92.083 CIF-E
Menas de estaño del 40 % Sn	L	t	144.103 CIF-E
Menas de estaño del 65 % Sn	L	t	245.307 CIF-E
Menas de estaño del 70 % Sn	L	t	268.112 CIF-E
Menas de estaño del 75 % Sn	L	t	287.835 CIF-E
PLOMO			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	22.312 e-w
Producido en USA	N	kg	24,48 D
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	8.689 CIF-E
Concentrados de 80 % Pb	L	t	11.369 CIF-E
Metales secundarios			
ANTIMONIO			
Metal:			
Regulos inglés, 99 % Sb, lotes 5 t	L	t	178.741 D-UK
Regulos inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t	L	t	181.823 D-UK
Importado 99,6 % Sb	L	t	172.578-184.905 CIF
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb	N	kg	204 FOB-L
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb	N	kg	245 FOB-L
Importado, mín 99,5/99,6 % Sb, lotes 5 t	N	kg	180-206 CIF-NY (e)
Francés, mín 99 % Sb	F	kg	206 FOT
Italiano regular, mín 99,6 % Sb	I	kg	201-218 e-w
Japonés	J	t	236.080 e-w
Menas y concentrados:			
Fragmentos sulfurosos, mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb	877-1.052 CIF-E
Fragmentos sulfurosos, mín 60 % Sb	L	t. u. Sb	1.052-1.169 CIF-E
Crudo, mín 70 % Sb, en fragmentos	L	t	172.578 D-UK
Crudo, mín 70 % Sb, en polvo negro	L	t	179.974 D-UK
BERILIO			
Metal:			
Barros 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes.	N	kg	19.849-19.978 FOB
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	6.410 D

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Menas y concentrados:			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO ...	L	t. u. BeO	1.804-1.998 CIF-E
Importado, 10/12% BeO ...	N	t. u. BeO	1.933 CIF-USA
BISMUTO			
Metal:			
Mercado interior inglés, mín 99,99 % Bi, en lotes de tonelada ...	L	kg	967 e-w
Mercado interior USA, mín 99,99 % Bi, en lotes de tonelada ...	N	kg	967 e-w
Francés, mín 99,95 % Bi ...	F	kg	1.034 FOT
Mercado internacional, en lotes de tonelada ...	L y N	kg	696-722 CIF
Menas y concentrados:			
Oxido, mín 60 % Bi ...	L	kg Bi cont	(n) CIF
CADMIO			
Metal:			
Barras mín 99,95 % Cd., en lotes de tonelada ...	N	kg	387 D
Lingotes en el mercado libre ...	L	kg	283-290 CIF
Barras en el mercado libre ...	L	kg	290-296 CIF
Francés, electrolítico, en lotes de 1.000 kg ...	F	kg	399 FOT
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	1.547-2.191 FOB
Calidad comercial ...	N	kg	709-902 FOB
Menas y concentrados (Zircon):			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO ₂ ...	L	t	16.600-19.920 FOB
Calidad con premio, máx. 0,1 % TiO ₂ ...	L	t	24.070-25.730 FOB
LITIO			
Metal:			
Lingotes, mín 99 % Li, en lotes de 100 lb ...	N	kg	1.321-1.467 FOB-NY
Menas y concentrados:			
Ambligonita 6/8 % Li ₂ O, en base al 8 % ...	L	t. u. Li ₂ O	— CIF-E
Lepidolita 3/3,5 % Li ₂ O, en base al 3 % ...	L	t. u. Li ₂ O	— CIF-E
Petalita 3,5/4,5 % Li ₂ O, en base al 3 % ...	L	t. u. Li ₂ O	1.456-1.820 CIF-E
Espodomena 4/7 % Li ₂ O, en base al 6 % ...	L	t. u. Li ₂ O	1.456-1.820 CIF-E
MAGNESIO			
Metal:			
Lingote de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg ...	L	t	113.285 D-UK

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	129.433 (n) D
Barras fundidas con entalladuras, en lotes de 1/2 a 1 t ...	L	t	— D-UK
Polvo de "Grado 4", mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 1 t ...	L	t	121.914 D-UK
Limaduras, en lotes mínimos de 1 t ...	L	t	111.559 D-UK
Lingotes mín 99,8 % Mg, en el mercado libre ...	L	t	97.383-99.849 CIF
Lingotes en bruto, mín 99,8 % Mg, en lotes de 10.000 lb ...	N	kg	106 FOB
Lingotes fundidos con entalladuras, en lotes de 10.000 lb ...	N	kg	— FOB
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	6.546-6.780 CIF-E
Mercado americano, en frascos de 76 lb ...	N	f	8.241-8.651 CIF-NY
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	3.867-5.800 FOB-USA
Lingotes rugosos ...	N	kg	2.320-3.222 FOB-USA
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	kg. Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅	245-277 CIF-E
Pirocloro, mín 50 % Nb ₂ O ₅ ...	N y L	kg Nb ₂ O ₅ cont	225-238 FOB-C
Columbita 65 % Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Nb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1 ...	N	kg	232-245 CIF-USA
TANTALIO			
Metal:			
Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes ...	N	kg	4.563-5.736 FOB
Láminas mín 99,9 % Ta ...	N	kg	6.444-7.347 FOB
Varillas mín 99,9 % Ta ...	N	kg	5.800-6.960 FOB
Menas y concentrados:			
Tantalita:			
Mín 60 % Ta ₂ O ₅ ...	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.804-2.191 CIF-E
Mín 25/40 %, tomando como base 30 % Ta ₂ O ₅ ...	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.418-1.740 CIF-E
Columbita: ver mineral de COLUMBIO.			

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de agosto
TITANIO			
Metal:			
España inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell ...	L	kg	143
Tochos de 4"18" de diámetro, en lotes de 2.000 kg.	L	kg	371-540 D
Españolas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell, en lotes de 500 lb ...	N	kg	348 D
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % TiO ₂ , empaquetado ...	L	t	24.070-27.390 FOB
Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO ₂ ...	L	kg	1.245-1.494 FOB
Rutilo, mín 96 % TiO ₂ , para comercio interior, 12 % máximo humedad ...	N	t	45.752 D
Ilmenita, mín 54 % TiO ₂ ...	N	t	3.164 FOB-At
Escorias canadienses, mín 70 % TiO ₂ ...	N	t	4.315 FOB
Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de agosto

ARSENICO

Metal:			
Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada	L	t	268.112
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	81,83-210 FOB
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	32.222-35.445 FOB
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	25.778-29.000 FOB
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	19.333-22.556 FOB
lotes de 1.000 o más lb ...	N	kg	12.889 FOB
Mín 99,9 % : lotes de 1-277 g ...	N	g	105-234 FOB
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	38.667-41.889 FOB
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	32.222-35.445 FOB
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	24.489-28.356 FOB
lotes de 1.000 o más lb ...	N	kg	16.111 FOB
Menas y concentrados:			
Polucita, mín 24 % Cs ₂ O ...	L	t. u. Cs ₂ O	725-760 FOB

GALIO

Metal:			
Mín 99,99 % : lotes hasta 999 g ...	N	g	52,60 FOB
lotes de 1-4,999 kg ...	N	g	35,07 FOB
lotes de 5-24,999 kg ...	N	g	32,15 FOB
lotes de más de 25 kg ...	N	g	— FOB
Mín 99,999 % : lotes de 5-10 kg ...	N	g	46,76 FOB

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 junio
GERMANIO			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm:			
En el mercado europeo ...	L	kg	14.916 D (i)
En el mercado americano ...	N	kg	17.126 D
Menas y concentrados.			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.			
HAFNIO			
Metal:			
España ...	N	kg	9.667 FOB
En barras y placas laminadas ...	N	kg	15.467 FOB
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	kg	11,28 D
En lingotes, mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on ...	N	g	10,34-11,56
Menas y concentrados.			
El Indio metal se recupera generalmente en la fundición de minerales de cinc.			
RENIO			
Metal:			
Polvo, mín 99,99 % Re ...	L	kg	86.289
Polvo en el mercado USA ...	N	kg	69.601
Menas y concentrados.			
La producción mundial de renio se consigue como un subproducto recobrado a partir de las menas de molibdeno y de los porfidos cupríferos, obteniéndose el polvo metal en la metalurgia de los productos primarios.			
RUBIDIO			
Metal:			
Mín. 99,5 % : lotes de 1-227 g ...	N	g	81,93-210 FOB
lotes de 1-9 lb ...	N	kg	35.445-38.667 FOB
lotes de 10-99 lb ...	N	kg	25.778-29.000 FOB
lotes de 100-999 lb ...	N	kg	19.333-22.556 FOB
lotes de 1.000 o más lb ...	N	kg	12.889 FOB
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	2.320
De alta pureza, mín 99,9 % Se ...	N	kg	2.707-2.835

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Canadiense, mín 99,5 % Se, en lotes 100 lb ...	L	kg	2.320
Otras procedencias ...	L	kg	1.031-1.095 CIF
Metal, Telurio:			
Fragmentos y polvo, mín 99/99,5 % Te ...	L	kg	1.289
Barras, mín 99,5 % Te ...	L	kg	1.289
Polvo, en lotes de 100 lb ...	N	kg	—
Placas, en lotes de 150 lb ...	N	kg	1.160-1.289

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	967
------------------------------	---	----	-----

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 radiactivos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
URANIO			
Concertado de U ₃ O ₈ , base de contratación ...	L	kg O ₃ O ₈ cont.	1.418-1.933 FOB-f
Hexafluoruro ...	L	kg O ₃ O ₈ cont.	1.289-1.675
TORIO			
Metal:			
Polvo y pellets (*) ...	N	kg	1.933
Menas y concentrados:			
Monacita: por ser mineral de tierras raras su precio se especifica en estas últimas.			
TIERRAS RARAS:			
Metal:			
Cerio, mín 99 % neto ...	L	kg	1.479 D-UK
Lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	2.707
Europio, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	412.448
Gadolinio, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	21.911
Itrio, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	19.333
Lantano, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	4.511
Neodimio, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-85 lb (*) ...	N	kg	13.147
Samario, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*) ...	N	kg	16.111
Menas y concentrados:			
Monacita:			
Mín 60 %, óxido TR torita ...	L	t	— CIF-E
Mín 55 %, óxido TR ...	L	t	14.296-15.113 CIF

Minerales radiactivos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Xenotima:			
Mín 25 % Y ₂ O ₃ ...	L	kg	258-387 CIF
Mín 60 % Y ₂ O ₃ (*) ...	N	kg	— CIF
Mín 90 % Y ₂ O ₃ (*) ...	N	kg	— CIF
Basnasita:			
Filtrado, mín 70 %, óxido TR ...	L	kg	64,45-77,33 CIF
Mín 55/60 %, óxido TR (*) ...	N	kg	38,67-45,11 FOB
Mín 68/72 %, óxido TR (*) ...	N	kg	51,56 FOB

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
AZUFRE			
USA para la exportación, mín 99 % S			
Brillante ...	N	t	3.744-4.205 FOB-Golfo
Brillante sólido ...	L	t	3.941 FOB-Golfo
Brillante líquido ...	L	t	4.315 CIF-E
Oscuro ...	N	t	3.686-4.147 FOB-Golfo
Resto del mundo, líquido ...	L	t	4.315 CIF-E
Canadiense en placas sólidas ...	L	t	4.602-4.890 CIF-E

BARITA**En bruto:****Calidad químicos y para vidrio:**

Escogido a mano, mín 95 % BaSO ₄ , máx 1 % Fe, en lotes de camiones ...	N	t	1.903-2.052 FOB
Magnéticas o de flotación, mín 96 % BaSO ₄ , máx 0,5 % Fe, en lotes de camiones ...	N	t	2.226 FOB
Importadas de calidad para lodos, 4,2/4,3 peso específico ...	N	t	1.097-1.806 FOB-Golfo
Importadas en fragmentos, mín 92 % BaSO ₄ , a granel ...	L	t	2.184-2.548 CIF

Molidas:

En húmedo, mín 95 % BaSO ₄ , a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones ...	N	t	3.871-5.162 FOB
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	4.581-4.645 FOB
Importadas 4,2/4,3, peso específico ...	N	t	2.000 FOB
Importadas blancas, calidad para pinturas, 96/98 % BaSO ₄ , mín 99 % a 325 mesh, en lotes de 105 t ...	L	t	7.280-8.493 D-UK
Marroquí, calidad para lodos, mín 4,2, peso específico ...	L	t	3.155-3.397 CIF-pe.

Micronizadas:

Mín 99 % más fino de 20 M ...	L	t	10.920-12.133 D-UK
-------------------------------	---	---	--------------------

BORATOS

Decahidrato, granular, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t ...	L	t	11.834 D-UK
Pentahidratado, refinado, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t ...	L	t	15.039 D-UK

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
Anhídrico, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t.	L	t	19.723 D-UK
Acido bórico, técnico granular en bolsas de papel, en lotes de t	L	t	17.381 D-UK
Técnico, mín 99,5 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	5.226-5.291 FOB
Deshidrato, mín 99 %, en fragmentos, en lotes de camiones	N	t	12.130-13.097 FOB
Concentrados de boratos sódicos, en fragmentos, en lotes de camiones:			
46 % B ₂ O ₃	N	t	— FOB
65 % B ₂ O ₃	N	t	— FOB
Concentrados de borato cálcico, de Turquía, en fragmentos, mín 40 % B ₂ O ₃	L	t	4.384 FOB
CELESTITA			
Reino Unido, en bruto, lavada y clasificada, 95 % SrSO ₄ , empaquetado, molido 240 mesh	L	t	4.164 e-w
ESPATO FLUOR			
Metalúrgico, mín 70 % CaF ₂			
Reino Unido	L	t	1.820-3.640 D-UK
USA en pellets	N	t CaF ₂ cont	4.857-5.150 FOB
Mejicano	N	t CaF ₂ cont	4.065-4.097 FOB-barco
Cerámico, mín 85 % CaF ₂ :			
Reino Unido, molido 93/95 %	L	t	3.640-4.853 CIF
USA, 88/90 %	N	t CaF ₂ cont	5.267-5.852 FOB
95/96 %	N	t CaF ₂ cont	5.559-6.203 FOB
97 %	N	t CaF ₂ cont	5.852-6.730 FOB
Acido, material seco, mín 97 % CaF ₂ :			
Reino Unido, embolsado	L	t	4.246-6.066 D-UK
USA, en bruto	N	t CaF ₂ cont	5.559-6.730 FOB
en pellets, 88 % cont. efectivo	N	t CaF ₂ cont	6.145 FOB
concentrados ácidos secos	N	t CaF ₂ cont	6.613-8.065 FOB-m
importado en Europa	N	t CaF ₂ cont	6.129-6.904 CIF-dp
Mejicano a granel	N	t CaF ₂ cont	4.742-4.936 FOB
FOSFATOS			
USA, molido, lavado, seco, a granel:			
66/68 % BPL	N	t	2.513 FOB-m
68/70 % BPL	N	t	— FOB-m
70/72 % BPL	N	t	3.093 FOB-m
74/75 % BPL	N	t	3.576 FOB-m
76/77 % BPL	N	t	3.995 FOB-m
Argelino y Turco, 65/68 % BPL	L	t	3.069 CIF
Australiano, 83 % BPL	L	t	1.726-1.841 FOB
Marroquí, 75/ % BPL	L	t	3.975 CIF
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 agosto
GRAFITO			
Alemania	N	t	13.694-87.487 FOB-m
Madagascar	N	t	14.045-35.112 FOB-m
Noruega	N	t	8.778-14.923 FOB-m
Ceilán, sin diferenciar calidades	N	t	14.513-26.100 FOB-m
Fragmentos muy pesados, 97/99 % C	L	t	18.321 FOB-Ce
Fragmentos peso ordinario, 94/95 % C	L	t	14.074 FOB-Ce
90/92 % C	L	t	9.706 FOB-Ce
En pedacitos casi polvo, 97/98 % C	L	t	18.321 FOB-Ce
90/92 % C	L	t	9.706 FOB-Ce
80/83 % C	L	t	7.280 FOB-Ce
En pedacitos, 90/92 % C	L	t	9.706 FOB-Ce
80/83 % C	L	t	7.280 FOB-Ce
En polvo, 50/55 % C	L	t	4.489 FOB-Ce
Amorfo, 80/85 % C:			
Coreano, en bolsas	N	t	2.341 FOB-m
Mejicano, a granel	N	t	2.107 FOB-m
NITRATOS			
Sódico, o de Chile, mín 98 %, en lotes de 8 t	L	t	9.464 e-w
PIRITAS			
USA, 50/52 % S, a granel	N	t	1.032-1.110 FOB
Españolas, mín 48 % S (Río Tinto y Tharsis)	L	t	(n) FOB-H
Portuguesas, mín. 48 % S (Aljustrel y Louzal)	L	t	(n) FOB-SS
Resto de los países productores	L	t	(n) CIF
POTASAS			
Cloruro de potasio, 60 % K ₂ O:			
Europa, standard, a granel	L	t	5.460-5.581 CIF
USA, standard	N	t u. K ₂ O	61,94 FOB-Fla
Coarse	N	t u. K ₂ O	(n) FOB-Fla
Cloruro de potasio, 62 % K ₂ O:			
Canadiense:			
Standard	N	t u. K ₂ O	41,94-43,23 FOB-C
Coarse	N	t u. K ₂ O	43,87-45,16 FOB-C
Granular	N	t u. K ₂ O	45,16-46,45 FOB-C
USA:			
Standard	N	t u. K ₂ O	45,81-52,26 FOB-Ca
Standard	N	t u. K ₂ O	45,16 FOB-NM
Finos standard	N	t u. K ₂ O	50,33-53,55 FOB-Ca
Coarse	N	t u. K ₂ O	49,68-56,13 FOB-Ca
Coarse	N	t u. K ₂ O	47,10 FOB-NM
Granular	N	t u. K ₂ O	48,39
Cloruro de potasio, 62/63 % K ₂ O:			
Canadiense, soluble	N	t u. K ₂ O	45,16 FOB-C
USA, soluble	N	t u. K ₂ O	48,39 FOB-NM
Sulfato de potasio, 48/50 % K ₂ O, a granel	N	t u. K ₂ O	(n) FOB-Fla
SAL COMUN			
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t	L	t	607 e-w
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t, en bolsas de 50 kg	L	t	599 e-w
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, seca, en bolsas de 50 kg	L	t	969 e-w
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, a granel, sin secar.	L	t	749 e-w

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de agosto
VERMICULITA			
USA	N	t	2.452-4.065 FOB-M
Sudáfrica:			
En crudo	N	t	3.871-5.162 CIF-AT
En crudo, embolsada	L	t	(n) CIF
WOLLASTONITA			
Para pinturas:			
P ₁ , 99,7 % menor 325 mesh	L y N	t	4.671 CIF-E
P ₄ , 99,95 % menor 325 mesh	L y N	t	5.096 CIF-E
Para cerámica:			
C ₁ , 96,5 % menor 325 mesh	L y N	t	4.610 CIF-E
C ₄ , 79,2 % menor 325 mesh	L y N	t	4.550 CIF-E
C ₁₀ , 2 % menor 200 mesh	L y N	t	4.489 CIF-E
Para masticque:			
F ₁ , 78 % menor 325 mesh	L y N	t	4.914 CIF-E

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.	C: Canadá
N: Nueva York, base del mercado americano.	F: Francia.
A: Australia.	G: Alemania del Oeste.
B: Bélgica.	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.
DM: Marco Alemán.
F: Franco Francés.
FB: Franco Belga.
l: Lira Italiana.
Rand: Rand Sudafricano.
Yen: Yen Japonés.

100 Francos Belgas=151,72.	1 Dólar=58,45.
100 liras=8,73.	1 Dólar australiano=83,00.
100 yen=19,59.	1 Dólar Malayo=23,10.
1 Marco Alemán=22,64.	1 Rand=81,83.
1 Franco Francés=13,26.	1 Libra=123,27.
1 Dólar Canadiense=56,66.	£/\$=2,109.

PUERTOS

N. Y.: Nueva York.	S: Setúbal.
Lago: Lago Superior.	Fla.: Florida.
ON: Lago Ontario.	Ca.: California.
UK: Reino Unido.	N. M.: Nuevo México.
Golfo: Golfo de México.	At.: puerto Atlántico.
H: Huelva.	L: Laredo.

FORMA DE ENTREGA

FOB: Franco a bordo, el vendedor asume todos los riesgos hasta que queda puesta la mercancía a bordo. Cuando aparece el nombre del puerto, el vendedor asume toda la responsabilidad hasta la puesta a bordo en ese puerto, caso de que el comprador quisiera la mercancía en otro puerto, es éste el que corre con los gastos.

FAS: Franco en el muelle de embarque.
FOT: Franco sobre camión.
CIF: El vendedor asume los gastos de la fórmula FOB más los gastos del seguro y flete hasta el puerto de destino.
CIF-E: CIF en puerto Europeo.
CIF-USA: CIF en puerto USA.
CIF-X: CIF en lugar X.
D: Franco en el domicilio del comprador
D-X: D en el lugar X, caso de que el comprador quisiera la mercancía en otro lugar correría con los gastos de traslado.

d-p: punto de entrega.
e-w: ex warehouse=puesto en fábrica o almacén.
p.e: libre de gastos hasta el punto de entrada en el país.
f: fábrica.
m: mina.
r: refinería.
(e): aranceles de aduanas adicionales.
(i): incluidos los aranceles de aduanas.

Información legislativa

PERMISOS DE INVESTIGACION Y CONCESIONES DE EXPLOTACION

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
176	15868	24-VII-75	Ind.	REHABILITACION de la explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Lugo.
176	15868	24-VII-75	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Santander.
176	15868	24-VII-75	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Zaragoza.
179	16048	28-VII-75	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de exploración que se cita en la provincia de Huelva.
179	16049	28-VII-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Ciudad Real.
185	16519	4-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD de la concesión de explotación minera que se cita, Delegación Provincial de Albacete.
185	16519	4-VIII-75	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Alicante.
186	16602	5-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Murcia.
186	16601	5-VIII-75	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Badajoz.
186	16601	5-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Ciudad Real.
204	18096	26-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Lérida.
205	18168	27-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Zaragoza.
206	18271	28-VIII-75	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera que se cita.
206	18272	28-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Pontevedra.
207	18341	29-VIII-75	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de León.
207	18341	29-VIII-75	Ind.	OTORGAMIENTO de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Madrid.
208	18426	30-VIII-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Cádiz.
209	18519	1-IX-75	Ind.	CADUCIDAD de las concesiones de explotación minera que se citan, Delegación Provincial de Teruel.
211	18724	3-IX-75	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera que se cita, de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción.
211	18728	3-IX-75	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación que se citan, Delegación Provincial de Murcia.
212	18788	4-IX-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Albacete.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
212	18789	4-IX-75	Ind.	INICIACION de la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Madrid.
212	18790	4-IX-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Oviedo.
212	18790	4-IX-75	Ind.	OTORGAMIENTO del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Sevilla.
212	18790	4-IX-75	Ind.	CADUCIDAD de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Valencia.
212	18790	4-IX-75	Ind.	CADUCIDAD del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Zaragoza.

HIDROCARBUROS

185	16512	4-VIII-75	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos los permisos de investigación de hidrocarburos "Area número 3", segregada del permiso "Condado de Treviño", "Area número 1", segregada del permiso "Santa Cruz de Campezo" y "Area número 1", segregada del permiso "Villarreal de Alava".
185	16512	4-VIII-75	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos, por vencimiento de plazo, los permisos de investigación de hidrocarburos "Lucio", "Valdavia", "Amaya" y "Peña" en la anteriormente denominada zona I (Península).
186	16600	5-VIII-75	Ind.	ORDEN por la que se concede a la sociedad "La Eléctrica de Cataluña, S. A.", una primera prórroga de la vigencia del permiso "Gelsa".
187	16693	6-VIII-75	Ind.	ORDEN por la que se declara la extinción por vencimiento del plazo de vigencia de la tercera prórroga de los permisos de investigación de hidrocarburos "Santander" y "Retuerta".
188	16766	7-VIII-75	Ind.	ORDEN por la que se declara la extinción por vencimiento del plazo de vigencia de los permisos de investigación de hidrocarburos "Arredondo" y "Ramales".
192	17130	12-VIII-75	Ind.	DECRETO de resolución del expediente de solicitud de un permiso de investigación de hidrocarburos, presentado por "Georex Ibérica, S. A.".

RESERVAS

169	15348	16-VII-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional, para yacimientos de minerales radiactivos, en un área de las provincias de Guadalajara, Segovia y Soria.
170	15454	17-VII-75	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, "Zona Vigésimo cuarta-Lalín. Segunda modificación", comprendida en la provincia de Pontevedra.
173	15634	21-VII-75	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, "Zona Meirama", comprendida en la provincia de La Coruña.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
174	15713	22-VII-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional, para toda clase de yacimientos minerales y demás recursos geológicos incluidos en la Sección C), en un área de las provincias de Córdoba, Sevilla y Badajoz.
195	17389	15-VIII-75	Ind.	CORRECCION de errores de la Resolución de la Dirección General de Minas e Industrias de la Construcción referente a la publicación de la inscripción número 34, de propuesta de reserva provisional para toda clase de yacimientos minerales incluidos en la sección C), en la zona "Gádor", comprendida en las provincias de Almería y Granada.
218	19296	11-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para toda clase de yacimientos minerales incluidos en la sección C), en un área de las provincias de Málaga, Granada, Murcia y Almería.
218	19296	11-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para toda clase de yacimientos minerales incluidos en la sección C), en un área de las provincias de La Coruña y Pontevedra.
221	19564	11-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva provisional para toda clase de yacimientos minerales incluidos en la sección C), en un área de las provincias de Badajoz, Sevilla y Huelva.
221	19564	11-IX-75	Ind.	RESOLUCIONES por las que se publican las inscripciones de propuestas de reserva provisional para toda clase de yacimientos minerales y demás recursos geológicos incluidos en la sección C) en áreas de la provincia de Orense.
VARIOS				
169	15339	16-VII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a don Eladio Juan González Alvarez para continuación labores de alumbramiento de aguas subterráneas.
172	15544	19-VII-75	Ind.	DECRETO por el que se fijan criterios de valoración para configurar la sección A) de la Ley de Minas.
176	15835	24-VII-75	Ind.	CIRCULAR sobre tramitación de expedientes derivados de la aplicación de las disposiciones transitorias de la Ley de Minas de 21 de julio de 1973.
180	16107	29-VII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede autorización a "Cementos Molíns, S. A." para aprovechar aguas subálveas de la riera de Cervelló, en término municipal de San Vicente dels Horts.
180	16120	29-VII-75	Ind.	RESOLUCIONES por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de exploración que se citan, en la provincia de Huelva.
180	16120	29-VII-75	Ind.	ORDEN por la que se declara a "Aprovechamiento Integral de Piritas, S. A." (AIPSA), incluida en la Zona de Preferente Localización Industrial Minera del Suroeste, a que se refiere el Decreto 2927.1974, de 26 de septiembre.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
183	16364	1-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a doña Celia Rosas Ribalta y doña Alberta Ribalta Capdevilla un aprovechamiento de aguas públicas subálveas de la riera Alguadora.
183	16364	1-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Ayuntamiento de Ripoll un aprovechamiento de aguas públicas subálveas de la fuente de Jofré del torrente Ribamala, en término municipal de Ogassa (Gerona), con destino a la ampliación del abastecimiento de agua potable.
185	16510	4-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Narciso Torrento Esteva un aprovechamiento de aguas subálveas de la riera Alguadora, en término municipal de Montmajor (Barcelona).
186	16596	5-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don Antonio Mingorance Novo de un aprovechamiento de aguas subálveas del barranco de Juan Mencina, en término municipal de Otivar (Granada), con destino a riegos.
187	16682	6-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a "Golf Río Real, S. A.", de un aprovechamiento de aguas subálveas del río Real, en término municipal de Marbella (Málaga), con destino al abastecimiento del Instituto Costa del Sol, de varias parcelas y riegos del campo de golf.
191	17025	11-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada a don Salvador Murillo Moreno para aprovechar aguas subálveas del río Campanillas, en término municipal del Almogía (Málaga).
198	17579	19-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a la Comunidad de Aguas "El Portillo", para ejecutar labores de alumbramiento de aguas subterráneas mediante una galería que se emboquillará en el barranco Cruz de Luis, en monte de propios del Ayuntamiento de Los Realejos (Tenerife).
198	17581	19-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la autorización otorgada a la Comunidad de Aguas "Unión y Esperanza de Acentejo" para continuar labores de alumbramiento de aguas subterráneas en terrenos del monte de propios del Ayuntamiento de La Matanza de Acentejo (Santa Cruz de Tenerife).
201	17818	22-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Ayuntamiento de Moyuela un aprovechamiento de aguas públicas subálveas del río Moyuela, en término municipal de Moyuela (Zaragoza), con destino a la ampliación del abastecimiento de agua a su Municipio.
208	18416	30-VIII-75	O. P.	RESOLUCION por la que se otorga al Ayuntamiento de Codo un aprovechamiento de aguas subálveas del río Güimil, en término municipal de Codos (Zaragoza), con destino a ampliación de abastecimiento.
210	18592	2-IX-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión de aguas subálveas del río Aranda, otorgada al Ayuntamiento de Gotor, con destino a abastecimiento.
214	18957	6-IX-75	GOB.	ORDEN por la que se declara de utilidad pública el manantial "Chiki", del término municipal de Moratalla (Murcia).
241	19562	15-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se otorga autorización previa a "Unión Eléctrica, S. A.", "Eléctricas Reunidas de Zaragoza, S. A." y "Energía e Industrias Aragonesas, S. A." para instalar dos unidades en la central nuclear de Trillo (provincia de Guadalajara).

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

J. P. CALVO SORANDO, S. ORDÓÑEZ DELGADO y J. USERA MATA: *Estudio del Terciario marino de la sierra del Mugrón (provincias Albacete y Valencia)*, Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 174-178.

Los sedimentos miocenos constituyentes de la sierra del Mugrón ofrecen un buen ejemplo de sedimentación marina en facies litoral. Las observaciones estratigráficas y petrológicas realizadas, así como los datos aportados por la micro y macropaleontología, permiten interpretar las condiciones de depósito de estos materiales. La sedimentación tuvo lugar en un medio de plataforma continental interna, muy ligada en un principio a procesos tectónicos regionales, presentando con posterioridad un gran desarrollo de organismos coloniales.—L. DE A.

J. CARRERAS: *Las deformaciones tardi-hercínicas en el litoral septentrional de la península del cabo de Creus (prov. de Gerona, España): la génesis de las bandas miloníticas*. Acta Geológica Hispánica, t. X, núm. 3, páginas 109-115 (1975).

Las bandas miloníticas del litoral septentrional de la península del cabo de Creus forman parte de un sistema de cizallamientos profundos, los cuales afectan localmente a las rocas más cristalinas del hercínico de la zona axial del Pirineo Oriental, y a los que se atribuya una edad tardi-hercínica. Examinado el contexto regional en el cual se desarrollan las milonitas del litoral N, presentan un modelo en el cual la génesis de los cizallamientos es compatible con la deformación asociada a la fase tardía de plegamiento. En este modelo de cizacamiento, aparecen ligados a la deformación de las rocas de la mesozona interna, al no poder asumir éstas una deformación, por plegamiento ni por aplastamiento homogéneo, en un estadio ya avanzado de la génesis de un sinforme regional.—L. DE A.

PALEONTOLOGIA

SEBASTIÁN CALZADA BADÍA: *Rhynchonella sardanyolae = Viarhynchia n. gen. cerdanyolae (Bataller, 1947) del Cretácico superior (Prepirineo catalán)*, Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 169-173.

La *Rhynchonello sardanyolae* del Campaniense superiores de St. Juliá de Cerdanyola (Hoja 255, Pobla de Lillet, prov. Barcelona) la nombra aquí como *Viarhynchia n. gen. Cerdanyolae* (Bataller, 1947), describiendo un nuevo género de rinconélidos.

El medio donde vivió *V. cerdanyolae* fue muy litoral.—L. DE A.

PAUL ELLENBERGER y J. F. VILLALTA: *Sur la présence d'un ancêtre probable des Oiseaux dans le Muschelkalk supérieur de Catalogne (Espagne). Note préliminaire*. Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, páginas 162-168.

Describen de una manera provisional un reptil pequeño, procedente de los niveles correspondientes al Muschelkalk superior, en la zona de Montral, cerca de Alcover, provincia de Tarragona. Este reptil presenta un conjunto de caracteres principalmente craneanos, que permiten considerarlo como un probable protoaviano, para el que proponen el nuevo nombre de "*Cosesaurus aviceps*, nov. gen. nov. sp."

Dan las principales características de los diversos grupos de protoavianos reconocibles, la mayoría, por sus huellas, en el Keuper de Stormberg (Lesotho).—L. DE A.

SANTIAGO CASANOVA: *Una nueva localidad para SALONOCRINITES (DECAMEROS) ASTREI (Bataller, 1940)*: Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 151-153.

Señala la presencia de un ejemplar limonitizado de SOLANOCRINITES (D) ASTREI en las arcillas azuladas, con ammonitidos también ferruginosos, de la "Font del Ral", en el término de Forcall (Castellón) y compara la abundante fauna asociada a tal especie en dicho yacimiento y en la de Viladellops (Barcelona), cuya edad común correspondería al gargasiense.—L. DE A.

SEBASTIÁN CALZADA BADÍA: *Sobre CERITHIUM VIDALINUM del Aptiense de Chert (Castellón)*. Acta Geológica Hispánica, t. X, núm. 3, págs. 118-120 (1975).

La forma descrita por Vilanova en 1859 como "Cerithium vidalinum" la considera el autor como "Uchauxia vidalina" del Aptiense inferior de Chert (Castellón).—L. DE A.

M.^a LOURDES CASANOVAS CLADELLAS: *Datos sobre los Perisodáctilos del yacimiento de Roc de Santa; la nueva especie PALAETHERIUM CRUSAFONTI*. Acta Geológica Hispánica, t. X, núm. 3, págs. 121-126 (1975).

Da cuenta de algunas particularidades de los Perisodáctilos del yacimiento ludiense de Roc de Santa: a) su pequeña talla en relación con la de la fauna europea contemporánea; b) la presencia de gran cantidad de ejemplares con dentición de leche; c) el estadio evolutivo de la morfología del M3 en Plagiolophus annectens; d) la presencia de una especie nueva, Palaeotherium crusafonti. Establece la posición estratigráfica del yacimiento.—L. DE A.

MINERALOGIA

A. J. POLVORINOS, M. A. HOYOS, R. COY-YLL: *Hidrólisis del olivino a 100° C de temperatura*. Acta Geológica Hispánica, t. X, núm. 2, págs. 41-54 (1975).

Estudian la hidrólisis de olivino de composición: $\text{SiO}_4, \text{Mg}_{1,8}, \text{Fe}_{0,19}$ a 100° C en función de soluciones a distintos pH: 1,6, 3,18, 3,55, 3,65 y 7,9. Los resultados obtenidos permiten un ajuste según funciones exponenciales (cte. t^w) donde w se aproxima a 1/2. Establecen un modelo para explicar el proceso de disolución de cationes Mg^{2+} en la superficie del olivino.—L. DE A.

PETROGRAFIA

O. SUÁREZ y A. GARCÍA: *Petrología de la granodiorita de Peña Prieta (León, Santander, Palencia)*. Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 154-158.

Consideran petrológicamente el apuntamiento granítico de Peña Prieta, situado en el límite de las provincias de León, Santander y Palencia. Se trata de una granodiorita postectónica con biotita y hornblenda. Destacan en la mica la intensa microtectonización, en contraste con el resto de los componentes minerales. Discuten, asimismo, las relaciones paragenéticas del anfíbol.—L. DE A.

CRISTALOFISICA

J. BESTEIRO, M. VENDRELL-SAZ LÓPEZ-SOLER, J. M. BOSCH-FIGUEROA y M. FONT-ALTABA: *Proceso automático para la medida de las reflectancias*. 1. *Descripción preliminar*. Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 149-150.

El cálculo de las constantes físicas n , k , a partir de las medidas de reflectancia en dos medios de índice de refracción conocido y diferente, requiere el empleo de criterios estadísticos, lo que obliga a obtener gran cantidad de datos experimentales, y, por consiguiente, el cálculo es muy laborioso.

Los autores describen el método automático utilizado para la simplificación de estas operaciones.—L. DE A.

GEOFISICA

JACQUES SCHOEFFLER: *Gravimetrie appliquée aux Recherches Structurales et a la Prospection Pétrolière et Minière*. Editado por Technip, abril 1975, 288 pág.

El autor, a lo largo de 14 capítulos, desarrolla minuciosamente y con orientación práctica todas las cuestiones, tanto de campo como de cálculo e interpretación que presenta hoy en día la gravimetría aplicada.

La obra está expuesta claramente, tratando de evitar un excesivo aparato matemático, aunque da suficientes referencias bibliográficas para aquellos que deseen profundizar sobre temas específicos. Se ha seguido un criterio actual, incorporando al texto las tendencias más modernas, como puede ser el análisis espectral del campo de la gravedad.—M. O.

BIBLIOGRAFIA

JOSÉ M. MATA-PERELLÓ y JOAQUÍN MONTORIOL - PONS: *Nota referente a la bibliografía sobre los elementos nativos de Cataluña*. Acta Geológica Hispánica, año IX, núm. 5, págs. 159-161.

Presentan una recopilación bibliográfica sobre los elementos nativos de Cataluña. Consta de tres listas ordenadas, respectivamente, por autores, especies minerales y localidades. Entrando por cualquiera de las tres se encuentra la correspondiente referencia numérica a las otras dos, de tal manera que puede hacerse fácilmente cualquier dato que se busque.—L. DE A.

NORMAS PARA LOS AUTORES

Los trabajos que se reciban para su publicación en el BOLETÍN GEOLÓGICO Y MINERO serán revisados para decidir si procede su publicación.

Los autores deberán atenerse a las siguientes normas:

Texto.

Se entregará mecanografiado a doble espacio por una sola cara y con amplios márgenes. Este texto se considerará definitivo y en él será marcado la fecha de recepción y prioridad.

Cuando en el trabajo se acompañen figuras, cuadros y fotografías, el autor deberá dejar un pequeño espacio con indicación del lugar donde han de intercalarse si es posible.

Todos los trabajos en lengua castellana irán precedidos de un breve resumen en español e inglés o francés. Los de idiomas extranjeros lo llevarán en su idioma y también en español.

En todo momento los autores conservarán una copia del texto original.

Bibliografía.

Se incluirá al final de cada trabajo la relación de las obras consultadas por orden alfabético de autores, empleándose las normas y abreviaturas usuales.

En casos excepcionales se podrá citar alguna obra no consultada.

Parte gráfica.

Los originales de figuras, cuadros y fotografías se entregarán aislados, indicándose en ellos el título del trabajo, nombre del autor y número de

la ilustración. La parte gráfica vendrá preparada para ser reproducida a las anchuras máximas de 80 mm. (una columna) y 170 mm. (doble columna). Se evitará en lo posible la inclusión de encartes, así como se reducirá a lo indispensable el número de figuras y fotografías. En las ilustraciones a escala, ésta se expresará solamente en forma gráfica, con objeto de evitar errores en caso de reducir el original. Todas las figuras irán numeradas correlativamente según su orden de inserción.

Pruebas.

Serán enviadas a los autores para que realicen las correcciones de erratas de imprenta producidas en la composición, no admitiéndose modificaciones ni adiciones al texto original.

Las pruebas serán devueltas por el autor en el plazo máximo de quince días, pasados los cuales la Redacción decidirá entre retrasar el trabajo o realizar ella misma la corrección, declinando la responsabilidad por los errores que pudieran persistir.

Los originales de texto y figuras quedarán en poder de la Redacción.

Tiradas aparte.

Se asignan 25 tiradas aparte con carácter gratuito por trabajo publicado. Cuando el autor desee un número mayor del indicado deberá hacerlo constar por escrito en el original o en las pruebas y abonar el precio de este excedente.

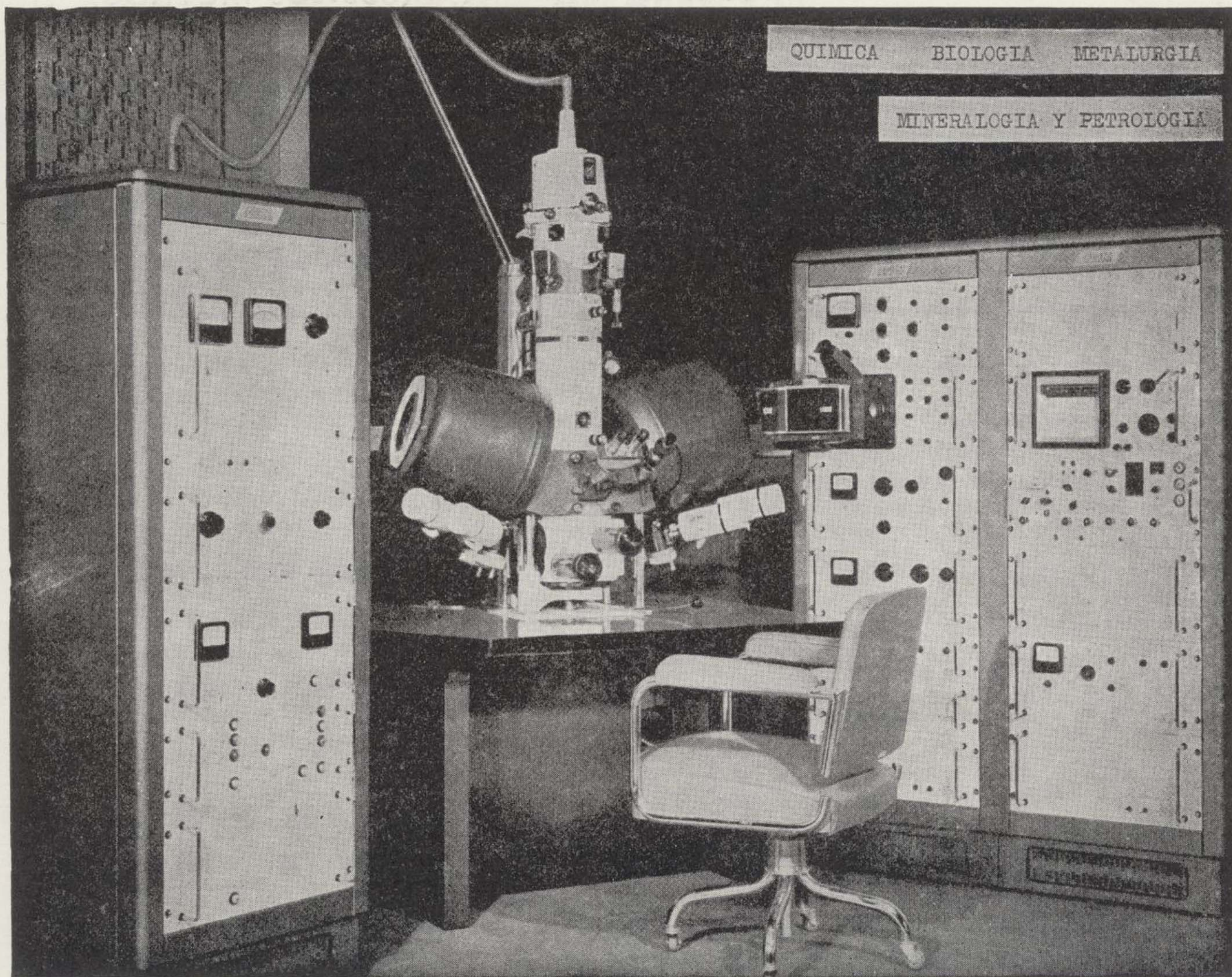
La Redacción del BOLETÍN introducirá cuantas modificaciones sean necesarias para mantener los criterios de uniformidad y calidad del mismo. De estas modificaciones se informará al autor.

Toda la correspondencia referente a las publicaciones deberá dirigirse a:

Leopoldo Aparicio. Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. Madrid 3

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



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

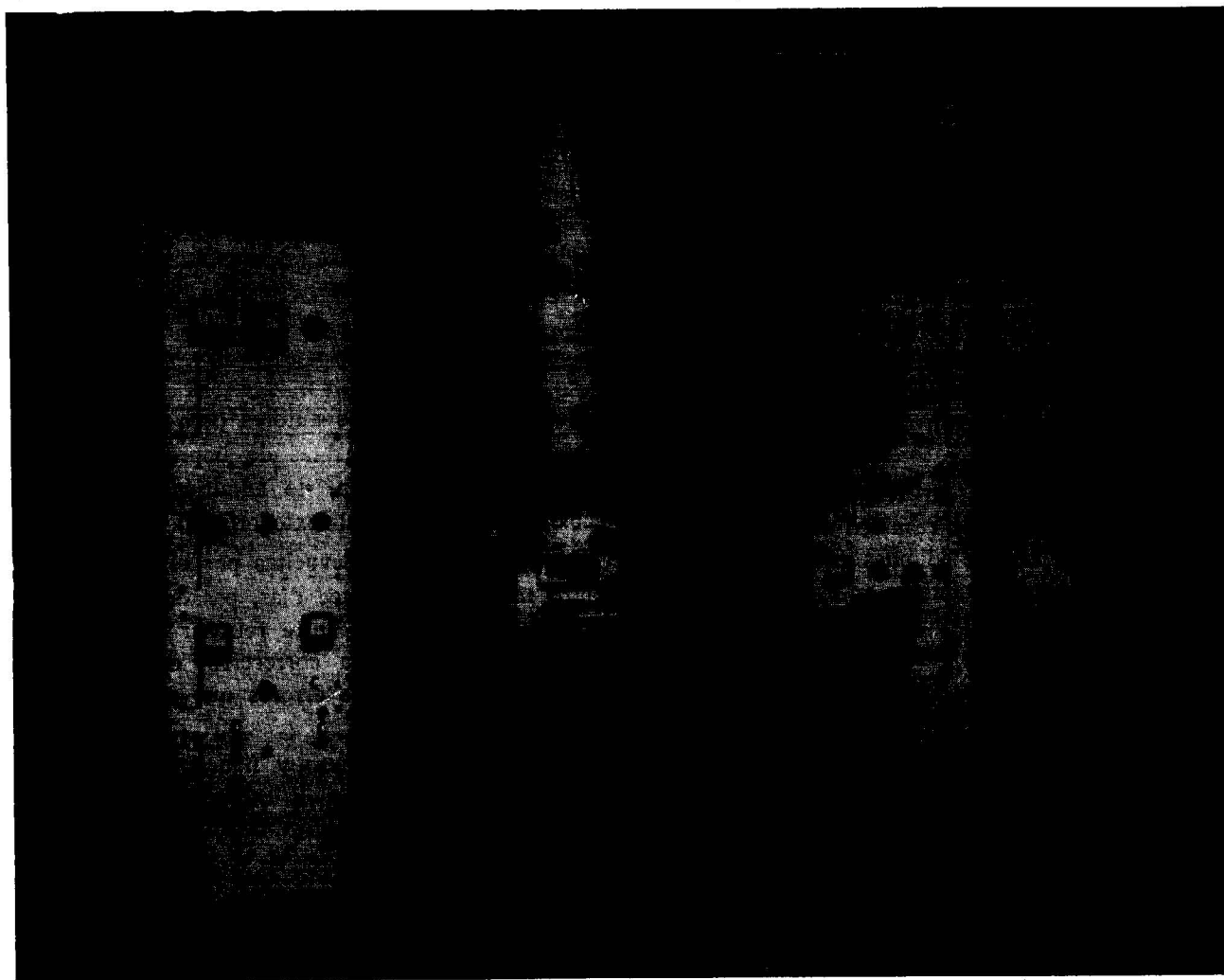
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3

LABORATORIO DE MICROSONDA ELECTRONICA



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

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Ríos Rosas, 23

Teléf. 254 22 00

Madrid - 3

IBERICA DE SONDEOS, S. A.



Al servicio de la Perforación desde 1954

Le resuelve cualquier
problema de perforación.

SONDEOS:

PARA MINERIA.
PARA ALUMBRAMIENTO DE AGUA.
ESTRATIGRAFICOS.
PARA EVACUACION DE AGUAS RESIDUALES.
ESPECIALES.

- Personal altamente experimentado.
- Profundidades superiores a 2.000 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- RotoperCUSión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEZ DE NOYOS, 13

TELEF. 261 08 07

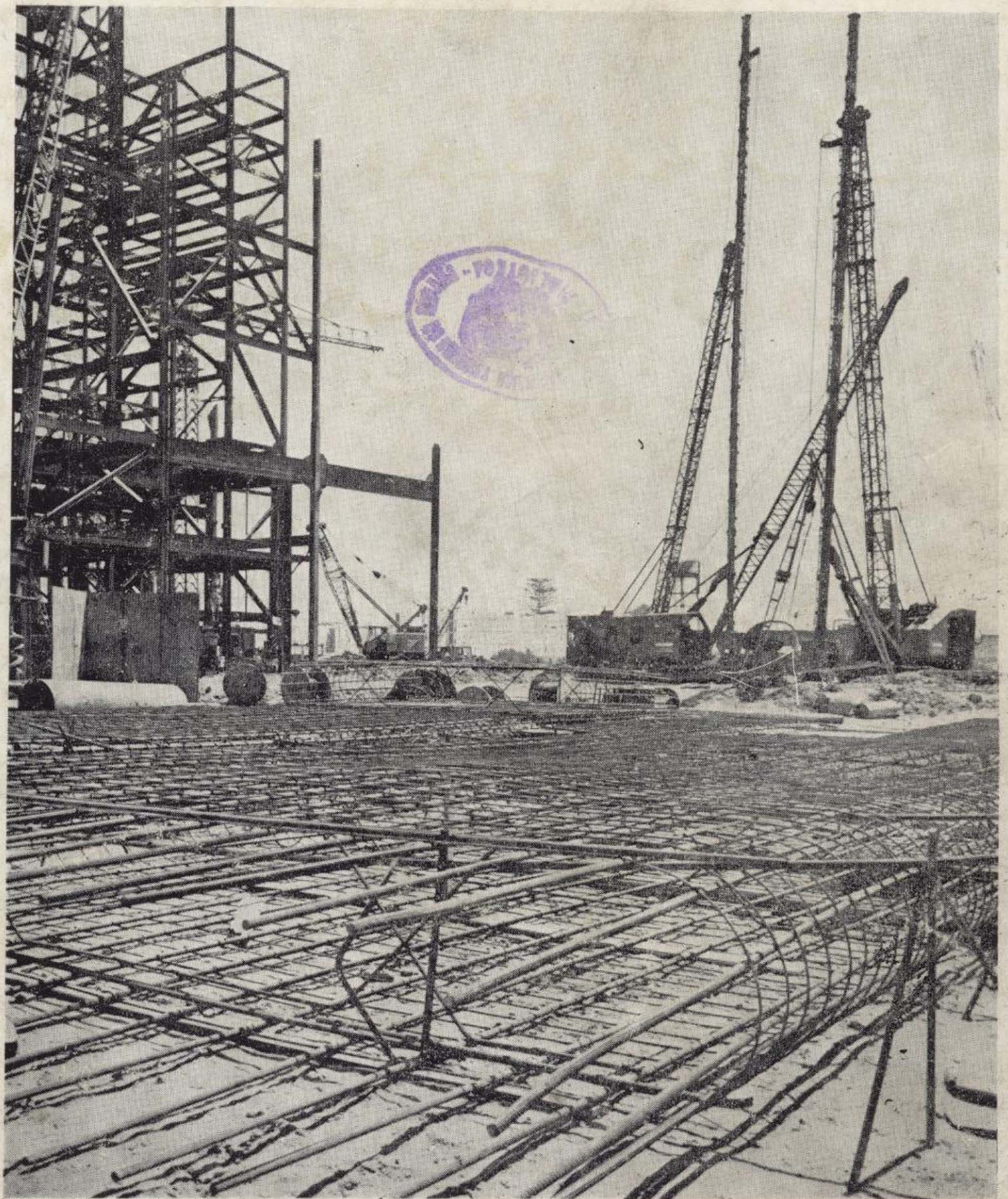
MADRID 4

DELEGACIONES EN:

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
EL AAIUN (Sahara)



- * SONDEOS DE RECONOCIMIENTO
- * SONDEOS MINFROS
- * CAPTACION DE AGUAS
- * INYECCIONES
- * PROGRAMAS DE CALCULO
- * RECALCES
- * ANCLAJES
- * LABORATORIO DE GEOTECNIA
- * INFORMES Y ASESORIA SOBRE MECANICA DE LOS SUELOS Y LAS ROCAS
- * PANTALLAS CONTINUAS
- * TABLESTACADOS
- * PILOTES EXCAVADOS
- * ZAPILOTES
- * MICROPILOTES
- * PILOTES HERKULES
- * PILOTES PRETENSADOS
- * GUNITADOS
- * PANTALANES Y OBRAS MARITIMAS ESPECIALES



CENTRAL TERMICA DE ALGECIRAS. Compañía Sevillana de Electricidad. Cimentación del 2.º Grupo mediante pantalla continua y pilotes planos de 80 cm. de espesor y profundidad 25 mts. Medición total ejecutada: 5.924 m².

KRONSA

OFICINAS CENTRALES

MADRID-20
Comandante Zorita, 2 - 4º
Telefs. 2549400 y 2531900
Edificio ATYKA
Telex: AGREC - 23332
Teleg. KRONSINTER

DELEGACIONES

BARCELONA - 6
Balmes, 152, 3º, 5ª
Telefs. 2180500 y 2180508

BILBAO - 11
Ercilla, 24, 4º
Telefs. 237366 y 237107

REPRESENTACIONES: Sevilla, Cádiz, Huelva, Málaga, La Coruña, Oviedo, San Sebastian
Cartagena, Valencia, Tarragona, Alicante



EN PROSPECCION DE RECURSOS NATURALES

- ★ GEOLOGIA.
- ★ AGUAS SUBTERRANEAS.
- ★ EXPLORACION MINERA.
- ★ EXPLORACION PETROLERA.
- ★ SONDEOS.
- ★ ROCAS INDUSTRIALES.
- ★ GEOTECNIA.
- ★ GEOFISICA.
- ★ LABORATORIOS.
- ★ LIMPIEZA QUIMICA.



Compañía
General de
Sondeos S.A.

Oficinas Centrales: Corazón de María, 15 - MADRID - Castilla, 46 - VITORIA :: Centros de Trabajo: VALLADOLID, CIUDAD REAL Y MABBELLA

MINISTERIO DE INDUSTRIA

Serrano, 37	2250160
	2250189
D. G. MINAS E IND. CONSTRUCCION	
Serrano, 35, Secret. Dirección	2250718
SUBDIRECCION EXPLOTACION	2250729
SUBDIRECCION ORDENACION E INV.	
Claudio Coello, 91	2257972
SECCION ASUNTOS GENERALES	
Velázquez, 47	2758338
SECC. PROSPEC. HIDROCARBUROS	
Alcalá, 54	2320400
INST. GEOL. Y MINERO DE ESPAÑA	
Ríos Rosas, 23	2542200
	2534605
SECRETARIA DE DIRECCION	
PUBLICACIONES	2334035
DIREC. GEN. ENERGIA Y COMBUST.	
Serrano, 37	2250189

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

Avda. Generalísimo, 1	2531600
Avda. Generalísimo, 1	2531700
DIREC. GENERAL CARRETERAS	
Carretera Francia, km. 8	2091445
D. G. OBRAS HIDRAULICAS	2260689
SERV. GEOL. OBRAS PUBLICAS	4640800

INSTITUTO NACIONAL DE INDUSTRIA

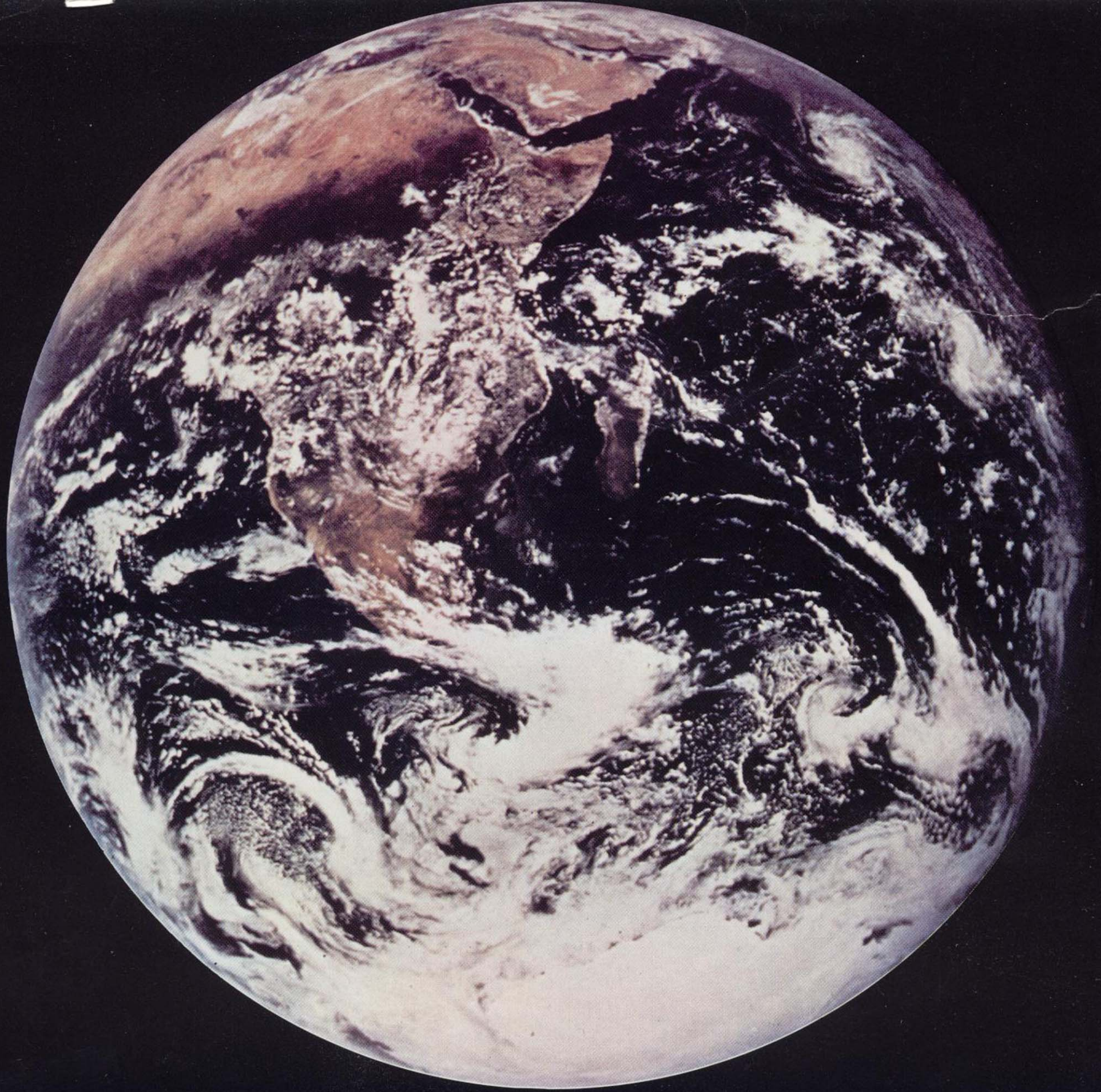
Plaza de Salamanca, 8	2763200
AUXINI, S. A., id.	2760697
AUXINI PETROLEOS	
General Pardiñas, 55	2767400
AUXINI PIRITAS	
Padilla, 47	2255030
ENADIMSA	
Serrano, 116	2617393
Km. 12 N-IV	7973400-50

INDIME	5198500
ICONA	2753942
CENTRO NACIONAL DE INVESTIG.	
METALURGICAS	2538900
CAMPSA, Capitán Haya, 31	4503200

COMISION NACIONAL DE GEOLOG.	
Ríos Rosas, 23 IGME	2343226
COMISION NACIONAL DE MINERIA	
Cristóbal Bordiu, 34	2330207
C. S. I. C. Serrano, 117	2618900
C. S. I. Inst. Geología Económica	2436701
Inst. Geog. y Catastral	2333800
C. S. I. Inst. Lucas Mallada	2612513
Junta de Energía Nuclear	4496200
ASOCIACION DE GEOL. ESP.	
Paseo Castellana, 84	2619607
ASOCIACION ING. MINAS	
Almagro, 11	4197423
E. T. S. ING. DE MINAS	
Ríos Rosas, 21	2543001
ID. OVIEDO (985)	219808
FACULTAD DE GEOLOGIA	
BARCELONA (93)	2426659
BILBAO (944)	695100
GRANADA (958)	272883
MADRID	4490479
MADRID PABELLON GEOLOGICAS	2436701
OVIEDO (985)	233200
SALAMANCA (923)	219575
ZARAGOZA (976)	250422
INFORMACION CARRETERA	
RENFE, INFORMACION	2477400
	2478400
IBERIA: INFORMACION	
RESERVAS	4485855
RESERVAS	2617700
RESERVAS	2618500
TAXIS	7540900
BOMBEROS	2323232
CASAS DE SOCORRO	4018150
CENTRAL MEDICA URGENCIA	3616199
URGENCIA SANITAS	4455000
URGENCIA SANITAS	4455100
AMBULANCIAS	2272021
AMIC	4197424
POLICIA 091 - HORA 093 - CLIMA 094	

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S. A.

MADRID - Padre Xifré, 5	4157330
	4158955
	4156054
Cozarón de María, 15	4168550
	4168554
	4168558
	4168562
	4168566
VITORIA - Portal de Castilla, 46	(945)
	223604-08-16



Ibergesa

**Ibérica de Especialidades
Geotécnicas, S.A.**

**Juan Ramón Jiménez, 22, 4º, dcha.
Teléf. 458 75 58 Madrid-16**

ESTUDIOS DE:

Geología

Minería

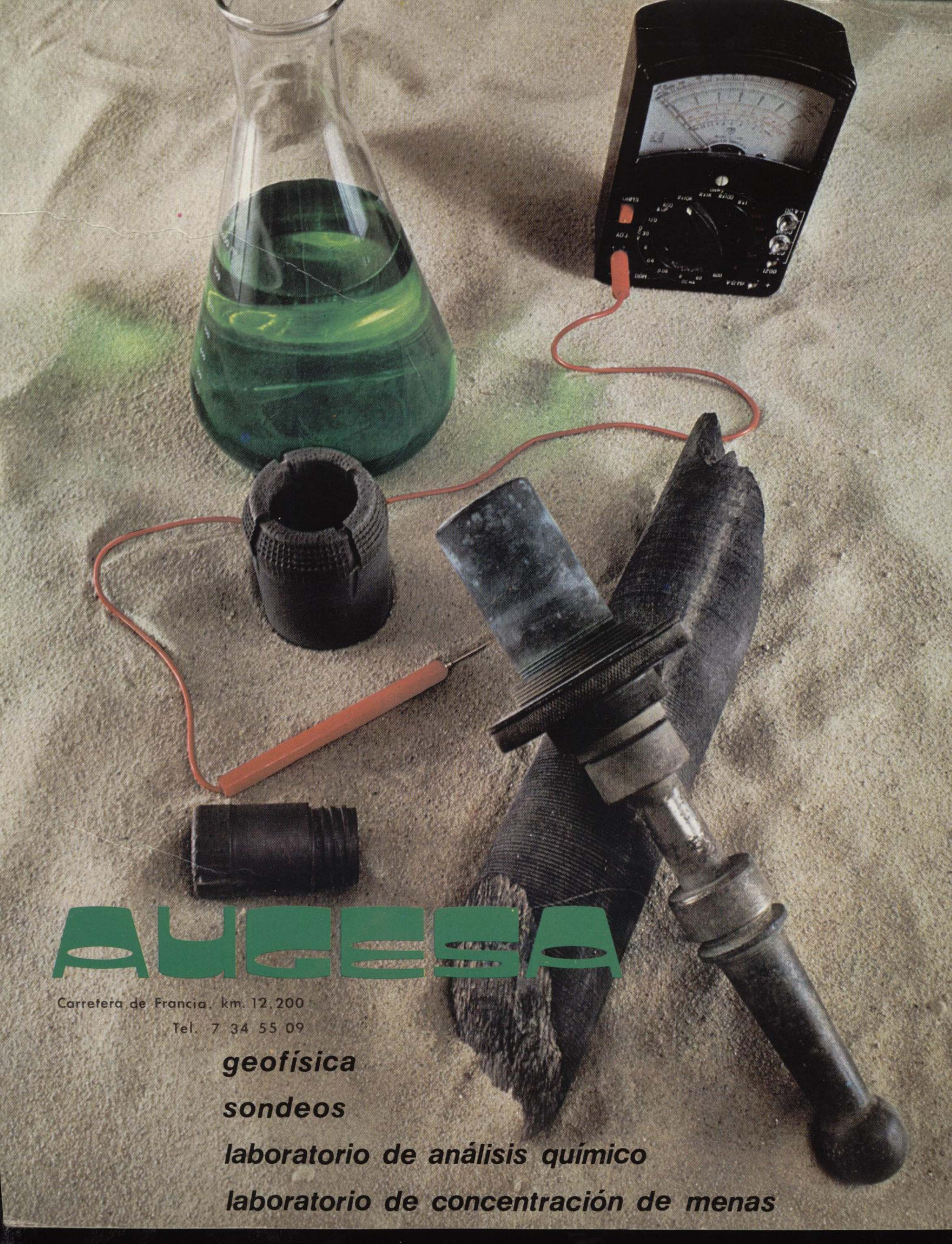
Geofísica

Geotecnia

Hidrogeología

Análisis de materiales

Sondeos



AUGESA

Carretera de Francia, km. 12,200

Tel. 7 34 55 09

geofísica

sondeos

laboratorio de análisis químico

laboratorio de concentración de menas