

En este número:

- Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel).
- Tectoniques tangeantiales superposées dans le segment hercynien Sud-Ibérique: Les nappes et plis couchés de la region d'Alconchel-Fregenal de la Sierra (Badajoz).
- Las series anteordovícicas del Sistema Central.
- Comercialización del litio.
- Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo.
- Origen de los granate de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español.

REVISTA BIMESTRAL DEL IGME FUNDADA EN 1874

T. LXXXVI, Sexto Fascículo. Noviembre - Diciembre 1975

boletín

7801825

7801826

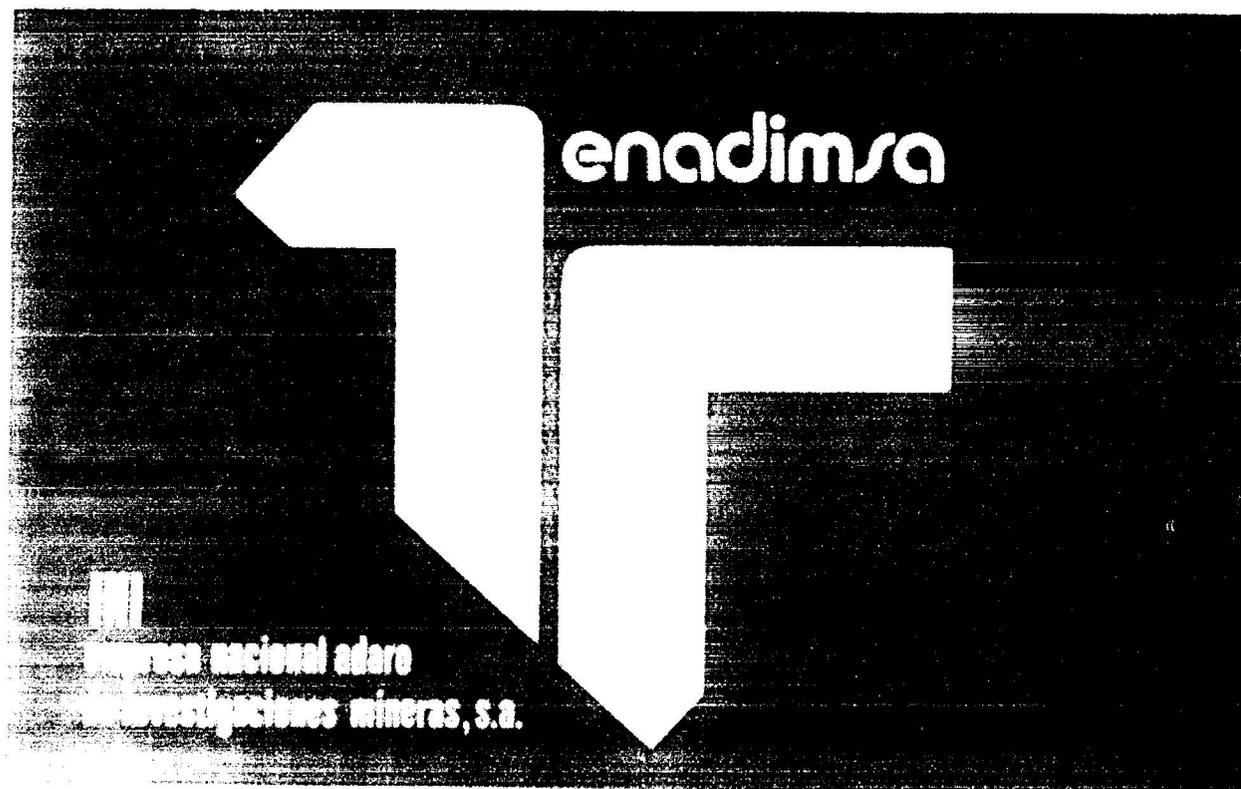
7801827

geológico

y minero

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





Empresa Nacional Adaro
Investigaciones Mineras, S.A.

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



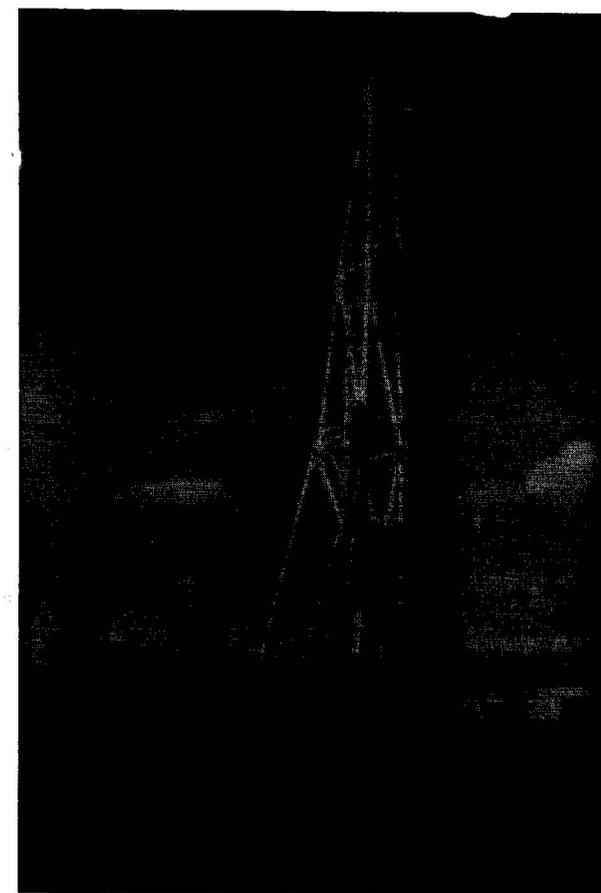
**geológicos
minerales
hidrogeológicos
geotérmicos
geotécnicos**

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 gavalá"
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.
- Restificación eléctrica (PS y Resistividad) y radiactiva (Rayos gamma).
- Acidificaciones.

AGUA Y SUELO, S. A.

Dr. Fleming, 3 - 5.º piso

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

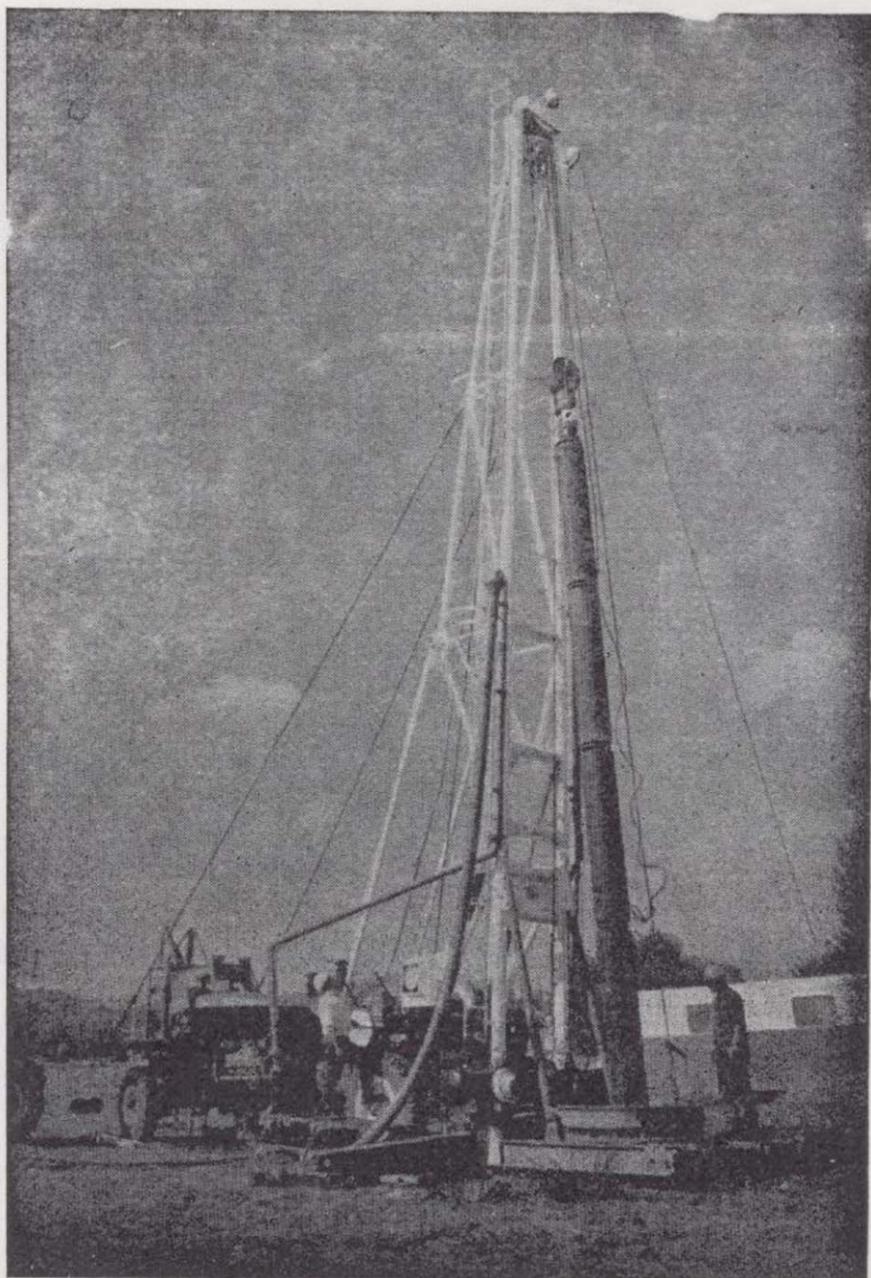
MADRID - 16

SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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

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

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



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

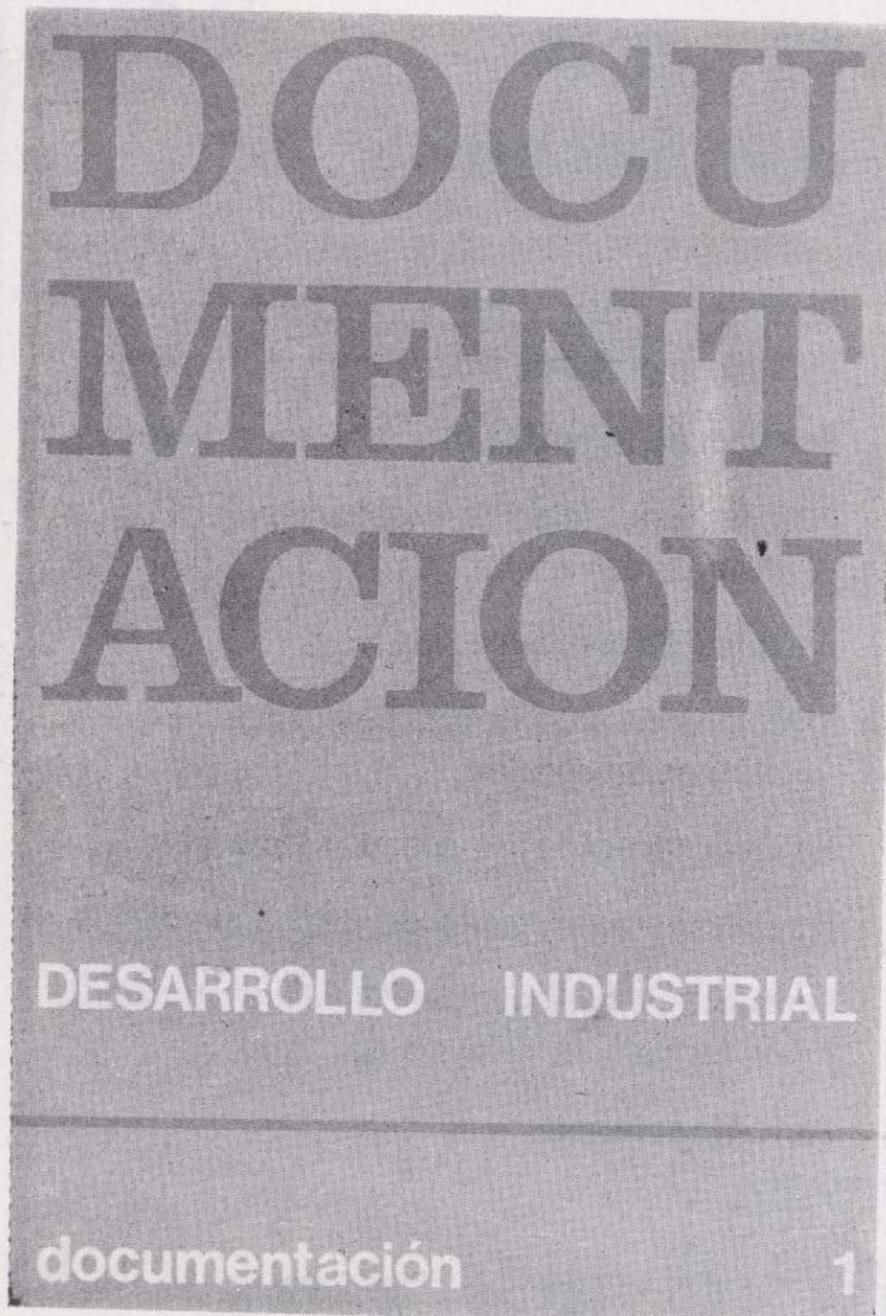
SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

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.

DOCUMENTACION

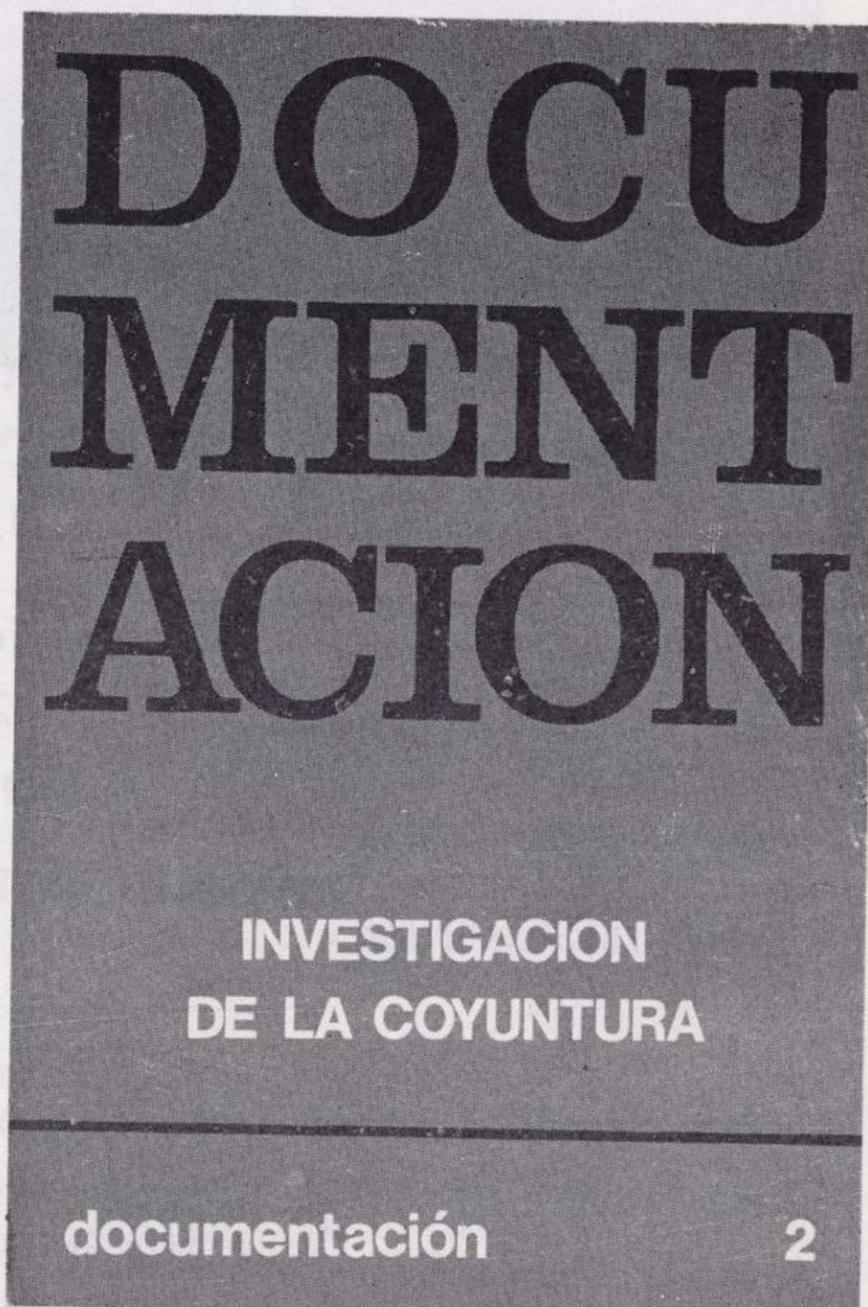


Un estudio y recopilación completo sobre:

- Estadísticas Económicas Cuantitativas.
- En cuentas Cualitativas de Coyuntura Industrial.
- Otras Encuestas de Coyuntura.
- Diagnóstico y Previsión del Ciclo Económico.

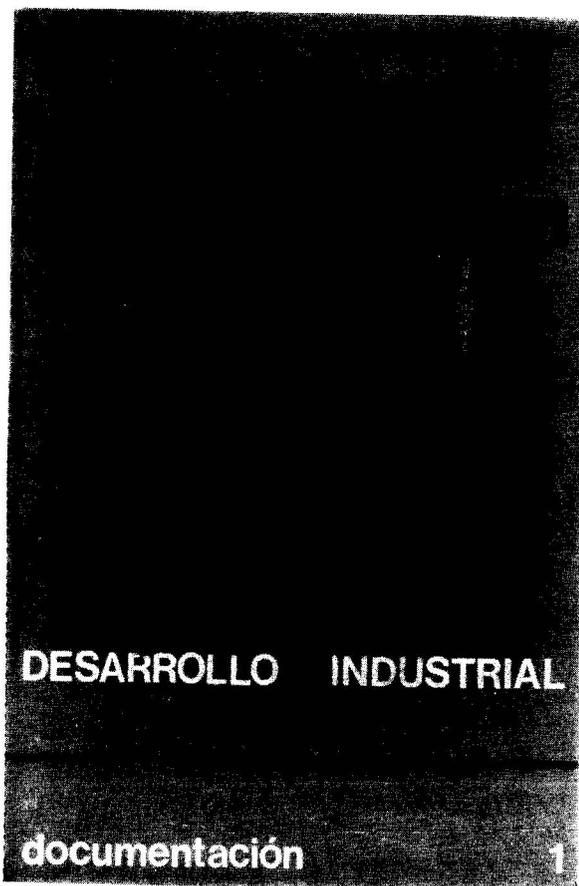
constituye un instrumento de trabajo óptimo para jefes de estudios, economistas, planificadores y ejecutivos.

- Crecimiento industrial: estructura, políticas, perspectivas.
- Comercio exterior e industrialización.
- Empleo y objetivos sociales.
- La industrialización y el medio ambiente.
- Las empresas transnacionales y la inversión.
- Relaciones mutuas entre la Industria y la Agricultura.
- La tecnología industrial en países en desarrollo.
- Los países en desarrollo adelantados y los carentes de litoral.
- Industrialización y cooperación internacional

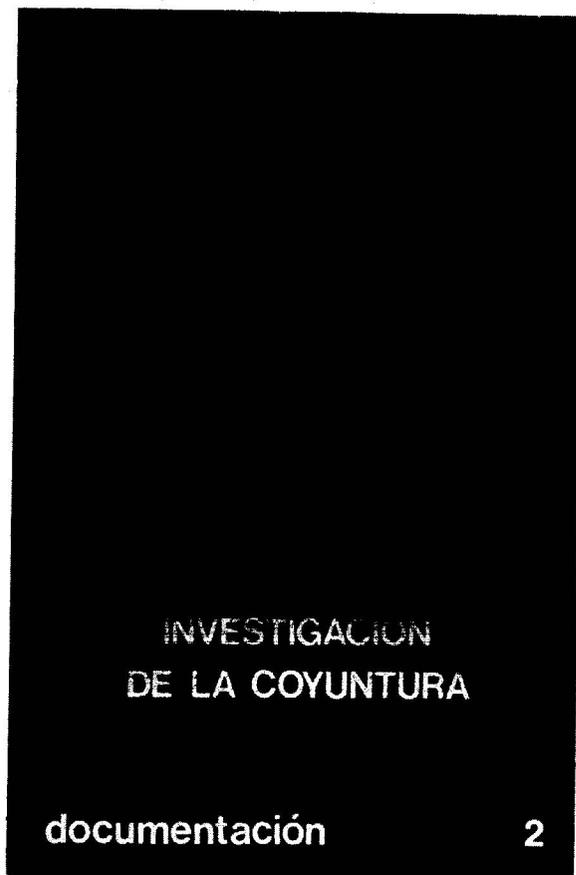


SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA
Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

DOCUMENTACION



- Crecimiento industrial: estructura, políticas, perspectivas.
- Comercio exterior e industrialización.
- Empleo y objetivos sociales.
- La industrialización y el medio ambiente.
- Las empresas transnacionales y la inversión.
- Relaciones mutuas entre la Industria y la Agricultura.
- La tecnología industrial en países en desarrollo.
- Los países en desarrollo adelantados y los carentes de litoral.
- Industrialización y cooperación internacional



Un estudio y recopilación completo sobre:

- Estadísticas Económicas Cuantitativas.
- En cuentas Cualitativas de Coyuntura Industrial.
- Otras Encuestas de Coyuntura.
- Diagnóstico y Previsión del Ciclo Económico.

constituye un instrumento de trabajo óptimo para jefes de estudios, economistas, planificadores y ejecutivos.

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

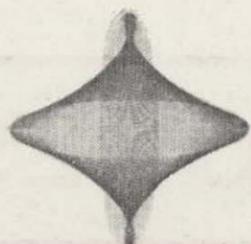
GEOTEHIC, S. A.

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



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

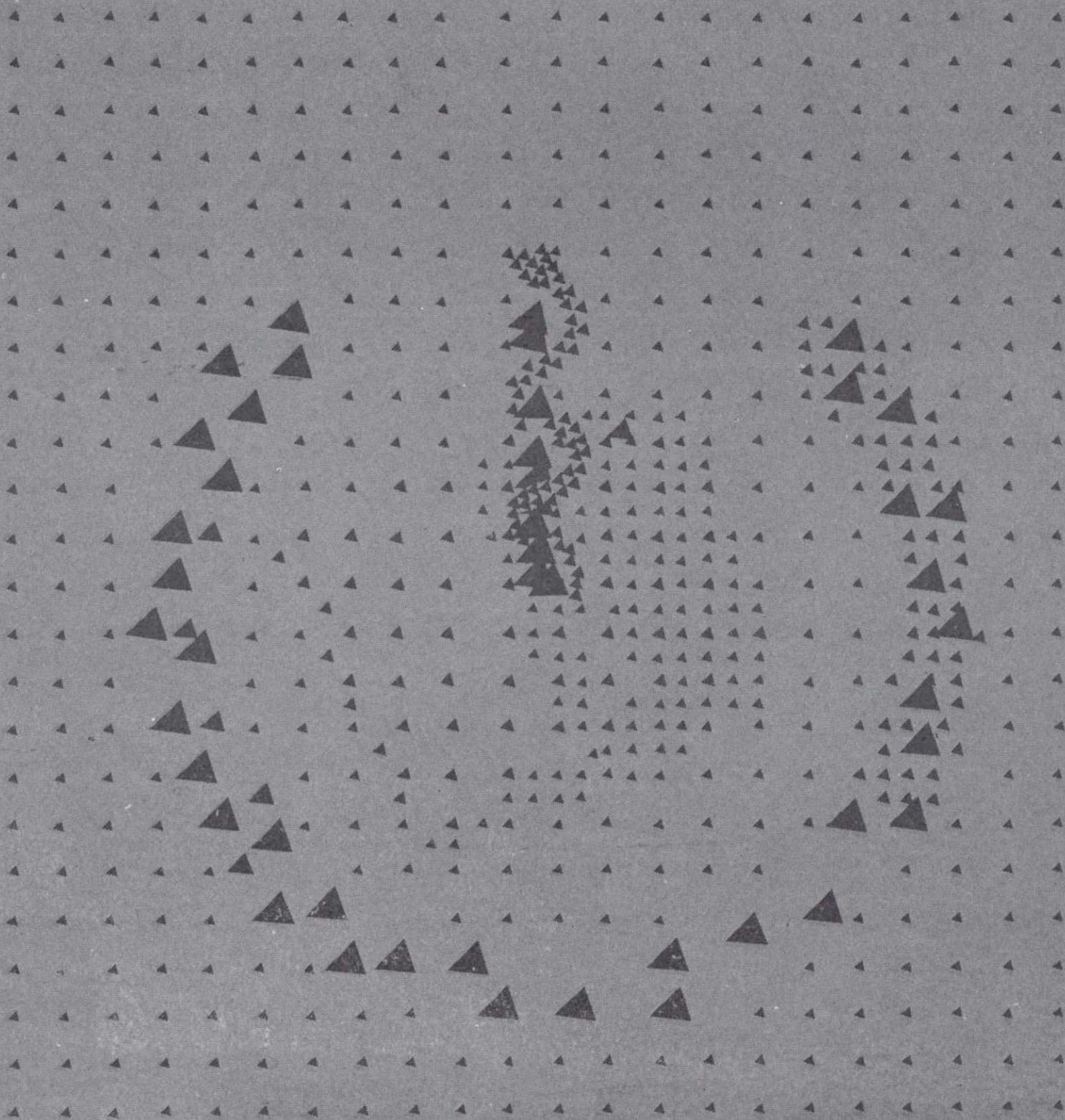
**ESTUDIOS DE DESARROLLO REGIONAL
ORDENACION DEL TERRITORIO
DESARROLLO TURISTICO
ESTUDIOS SECTORIALES
ESTUDIOS DE VIABILIDAD
ESTUDIOS DE TRANSPORTES
ESTUDIOS ECONOMICO - FINANCIEROS**

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.

estadística minera de España 1974



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1

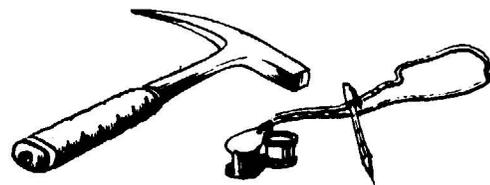


FINA IBERICA S.A

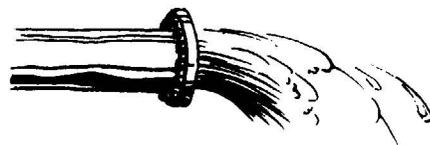
Dr. Fleming 3

Madrid 16-

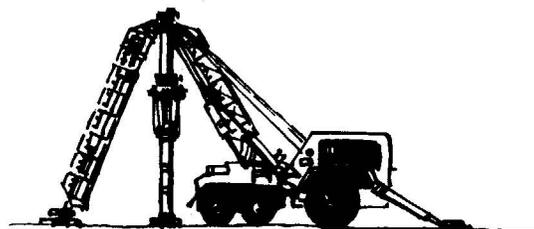
Tno. 2 5978 04



**Investigacion
Geologica**



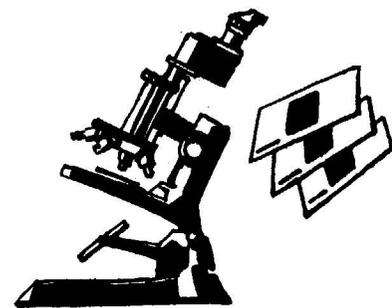
Hidrogeologia



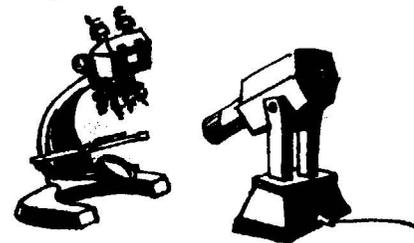
Perforacion



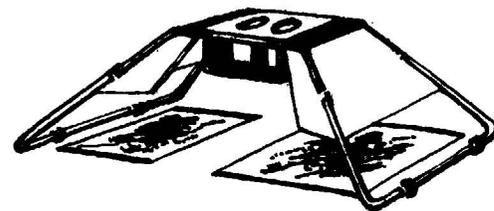
Mineria



Petrografia



Micropaleontologia

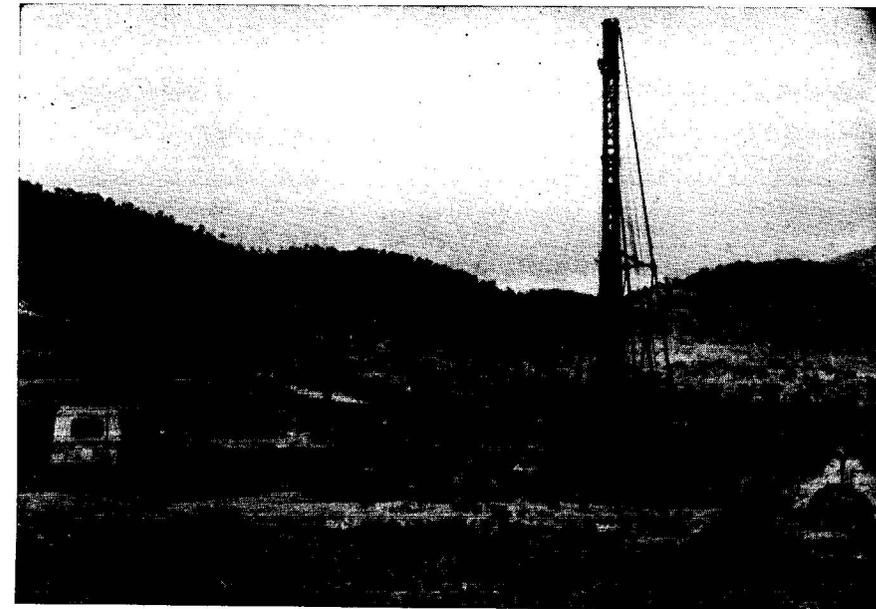


Fotogeologia



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

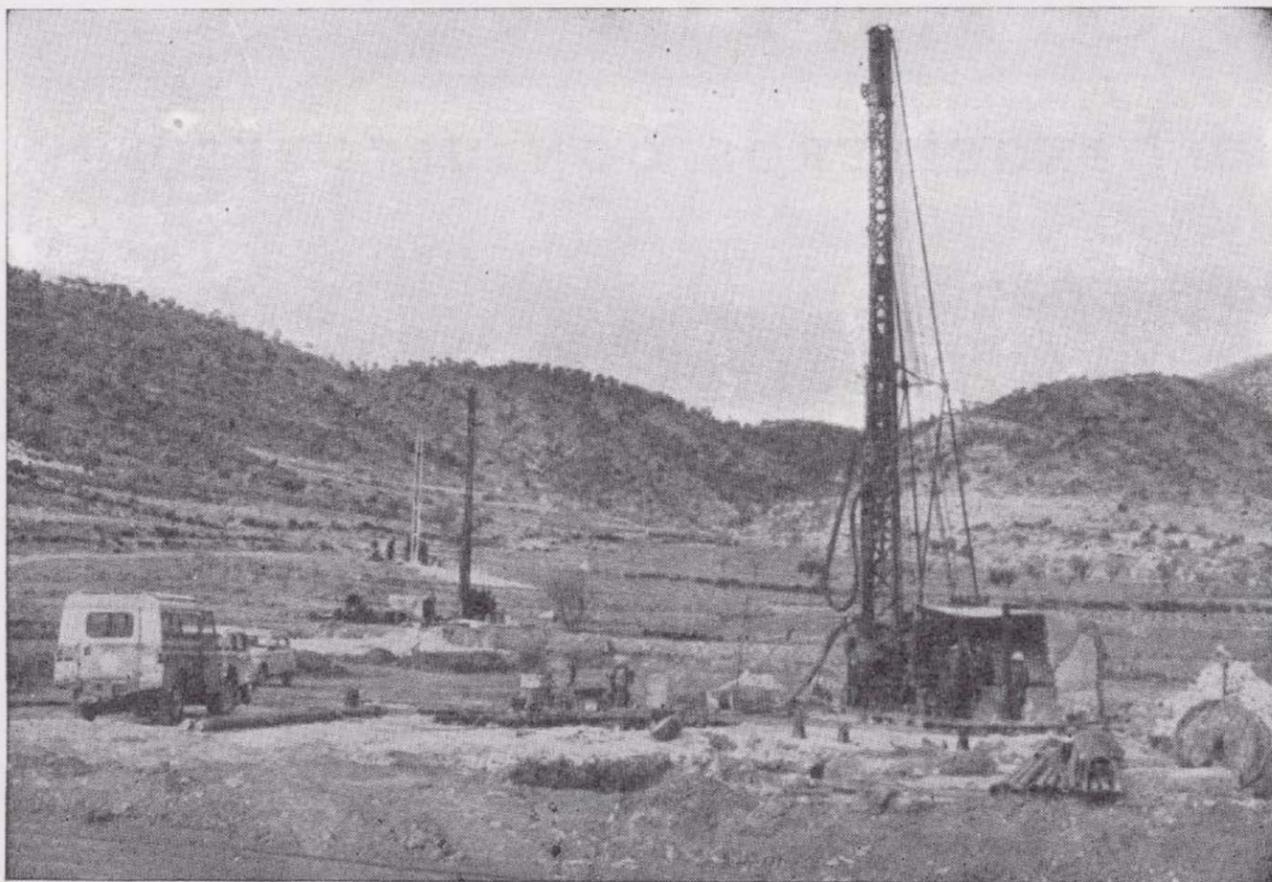
★ ★ ★

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)

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

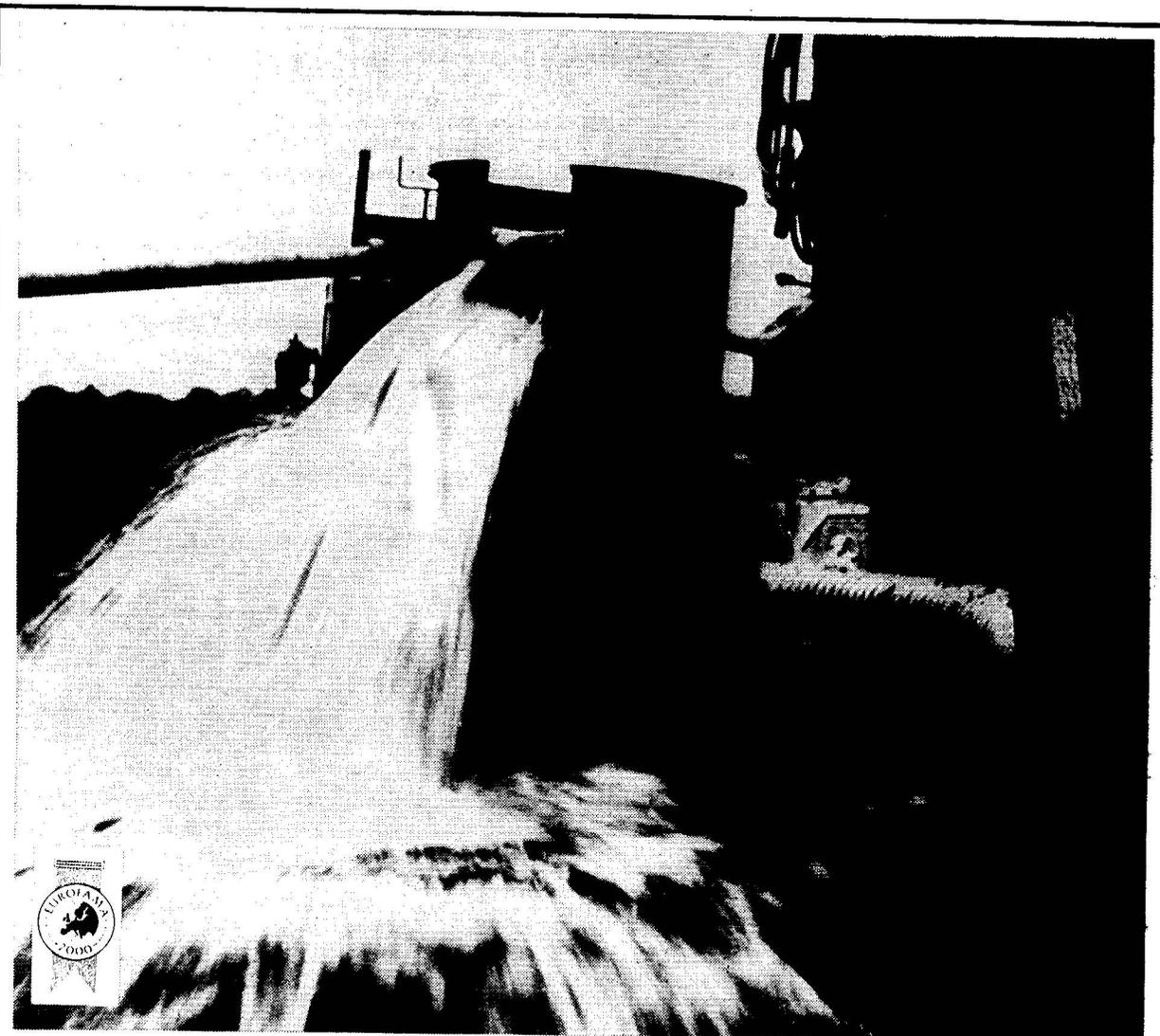
c/ Ríos Rosas, 23. MADRID (3).

ESTADISTICA DE CONSUMO
Y DISTRIBUCCION DE
CARBONES 1.973



SERVICIO DE PUBLICACIONES - MINISTERIO DE INDUSTRIA

Claudio Coello, 44 - Teléf. 276 20 01 - 276 22 01 - MADRID-1



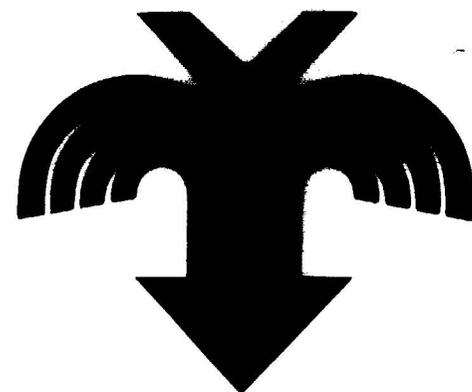
**El largo camino hacia
el agua exige
equipos y experiencia:
Nosotros sabemos llegar.**

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



Vegarada
PERFORACIONES

Guzmán el Bueno, 133

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

Tomo 86

Fascículo VI

Noviembre - Diciembre 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. GUTIÉRREZ ELORZA y J. L. PEÑA MONNE: Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel).	1
	ALAIN VAUCHEZ: Tectoniques tangeantiales superposées dans le segment hercynien Sud-Ibérique: Les nappes et plis couchés de la region d'Alconchel-Fregenal de la Sierra (Badajoz)	13
	R. CAPOTE y M.ª J. FERNÁNDEZ CASALS: Las series anteordovícicas del Sistema Central	21
Minería	IGME. DIVISIÓN DE MINERÍA: Comercialización del litio ...	37
Geotecnia	J. A. MARTÍNEZ-ALVAREZ y S. DÍAZ-GONZÁLEZ: Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo	48
Estudio de Minerales y Rocas	J. LÓPEZ RUIZ y L. GARCÍA CACHO: Origen de los granate de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español	54
Información	Proyecto de establecimiento de una cuenca hidrológica experimental en el río Monachil (Granada).—V Conferencia de Directores de Servicios Geológicos de la Europa Occidental.—Noticias.—Mercado de minerales y metales. Información legislativa.—Notas bibliográficas	59

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

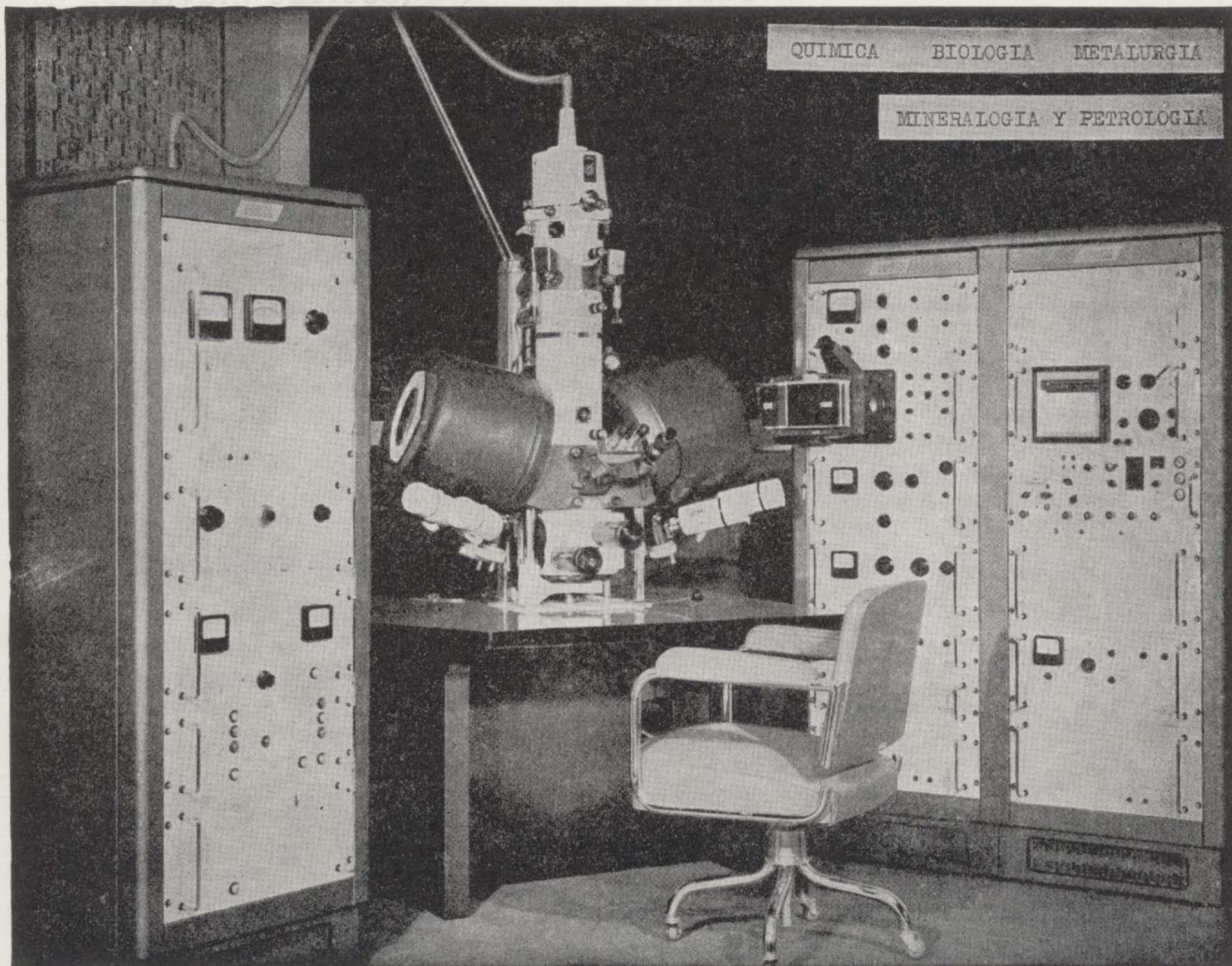
IGME

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



SERVICIO DE PUBLICACIONES — MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

**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.

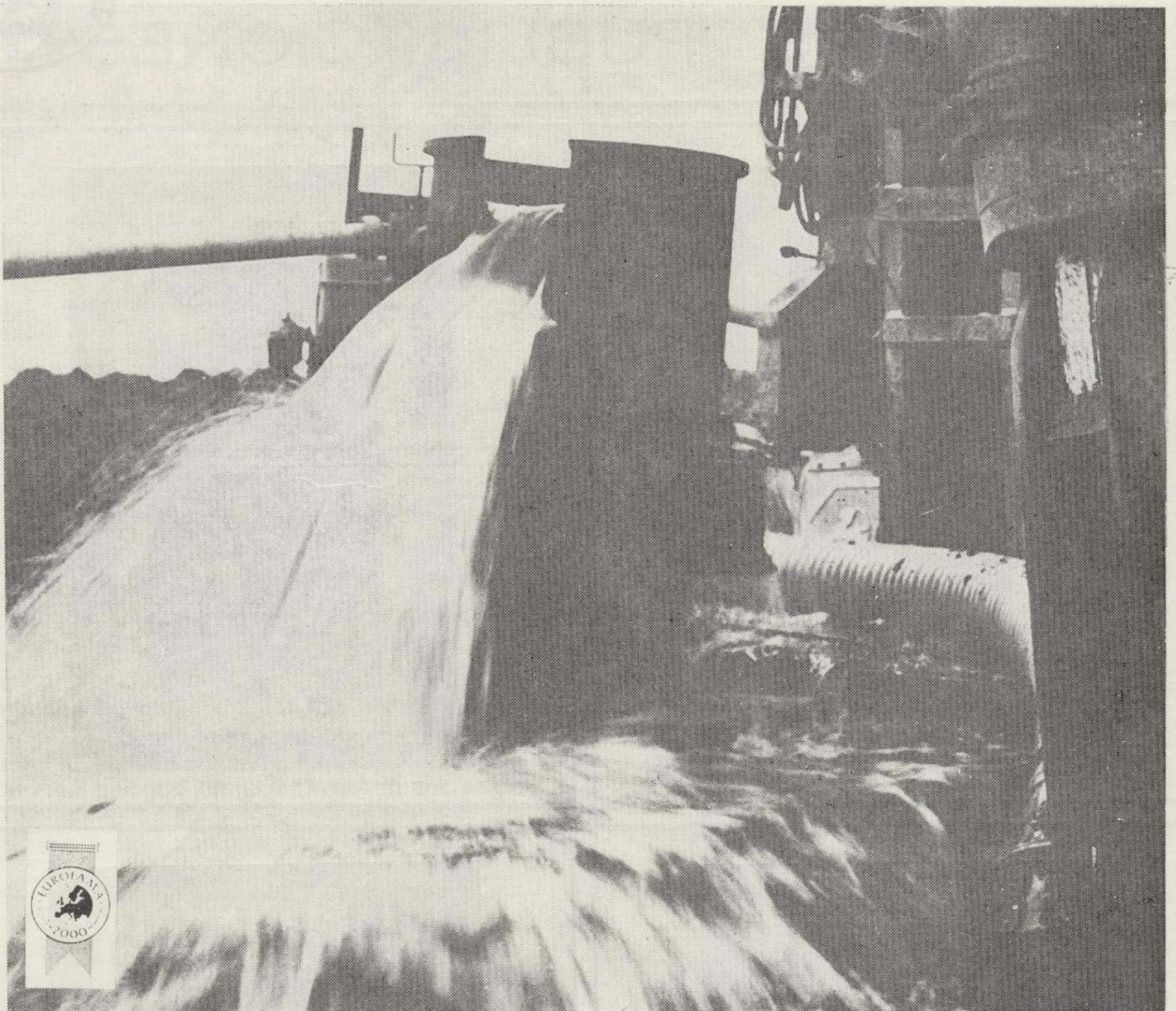
EXPLICACION DE LA PORTADA

Estratificación cruzada en areniscas del Buntsandstein.
Barranco de la Hoz. Molina de Aragón (Guadalajara).

Foto: A. G. UBANELL

Depósito legal: M. 3.279.-1958

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



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

Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (Provincia de Teruel)

Por M. GUTIERREZ ELORZA (*) y J. L. PEÑA MONNE (*)

RESUMEN

Se realiza un estudio geomorfológico en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel), analizando fundamentalmente las formas exokársticas y periglaciares, a la vez que se establece la evolución geomorfológica de la región, datando los procesos generadores de estos modelados.

RESUMÉ

On a fait un étude géomorphologique dans la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel), en faisant une analyse des formes exokarstiques et periglaciares, et au même temps on a établi l'évolution géomorphologique de la région, en mettant la date des processus générateurs de ceux modelés.

ABSTRACT

A geomorphological study has been carried out in Sierra de Javalambre, Teruel, studying mainly the exokarstic and periglacial landforms, at the time the geomorphological evolution of the region has been established, dating the generating processes of these landforms.

1. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA.

La zona investigada se encuentra situada en el sur de la provincia de Teruel (fig. 1), mitad oriental de la hoja topográfica, escala 1:50.000, Cama-

rena de la Sierra, número 613 (27-24). Está enmarcada en las zonas más altas de la Sierra de Javalambre; más concretamente comprende el Pico Javalambre (2.020 m.) y parte de su vertiente nor-oriental. Hidrográficamente es la divisoria entre los ríos Turia y Mijares.

Geológicamente corresponde a la rama aragonesa de la Cordillera Ibérica, estando situada unos kilómetros al oeste de la Fosa Alfambra-Teruel-Mira.

2. ESTRATIGRAFIA Y ESTRUCTURA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Los materiales aflorantes se circunscriben a margas y arcillas abigarradas y yesíferas del Keuper, aflorantes en el valle del Barranco de la Fuente del Hielgo, y a una serie caliza de edad jurásica, que constituye los restantes afloramientos de la zona investigada.

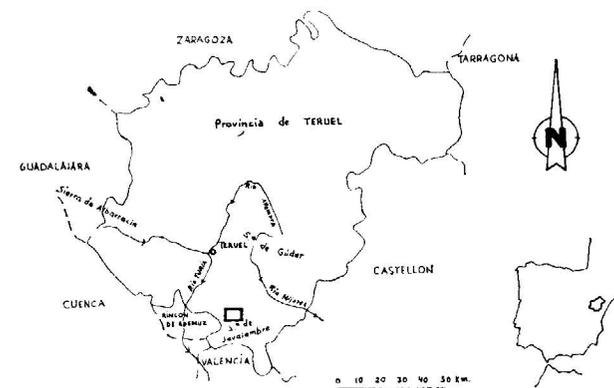
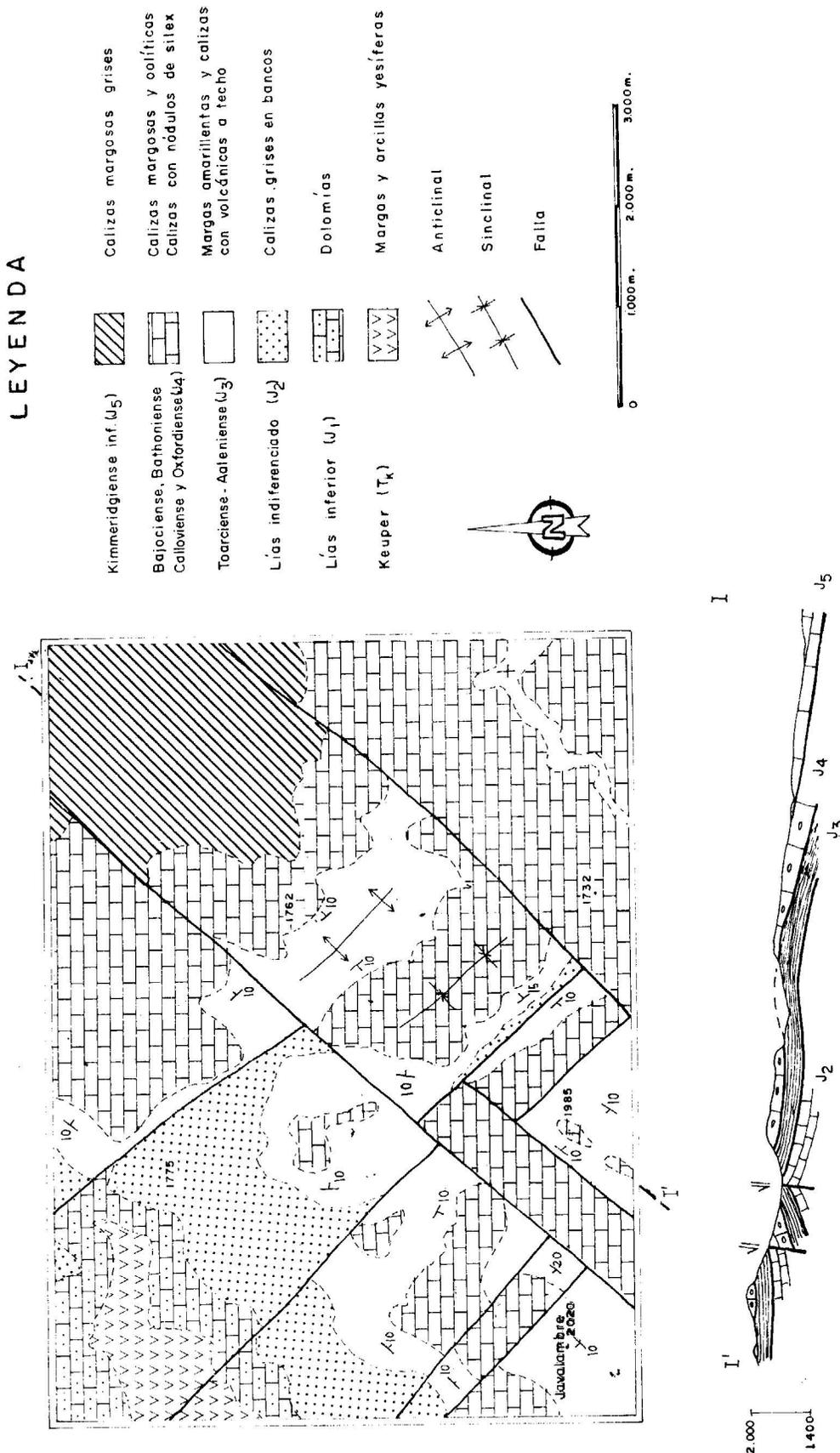


Fig. 1.—Mapa de situación

(*) Colegio Universitario de Teruel.

MAPA GEOLOGICO DEL ALTO DE JAVALAMBRE



Dado que el objeto del trabajo es el análisis del modelado de la región, nos limitaremos a efectuar un esquema simplificado de la estratigrafía del Jurásico, en base a las investigaciones de esta índole realizadas en las inmediaciones de la zona.

Los trabajos más próximos a nuestra área sobre estratigrafía del Jurásico son los realizados por GAUTIER, F. (1968, a y b, 1974). No obstante, para un análisis más detallado de la sedimentación y paleogeografía regional de este período son fundamentales los estudios de RIBA, O. (1959, 1974); GEYER, O. (1965); HINKELBEIN, K. (1969); BULARD, P. F. et al. (1971); MELÉNDEZ, F. (1971); VILLENA, J. (1971); VIALARD (1973) y CANEROT, J. (1974).

En la cartografía geológica que se acompaña se han diferenciado en el Jurásico cinco horizontes en base a criterios litológicos. Las facies y potencias que se darán a continuación se han obtenido, de un modo aproximado, de los trabajos de GAUTIER.

Los horizontes jurásicos diferenciados son los siguientes:

J₁. Formación de carniolas. Constituida por dolomías y calizas dolomíticas masivas y oquerosas, de tonos grises fundamentalmente. Lías inferior. Potencia, aproximada: 100 m.

J₂. Calizas grises en bancos, con algunas margas intercaladas, muy pobres en fauna. Lías inferior y medio. Potencia, aproximada: 150 m.

J₃. Margas amarillentas y calizas. En el techo hay intercalaciones de rocas volcánicas de tonos verdosos oscuros (brechas, tobas, etc.). Este horizonte es muy rico en fauna. Su edad es Toarciense-Aalenense. Su potencia es de unos 50-60 m.

J₄. Calizas grises con nódulos de sílex hacia la base, calizas margosas y calizas oolíticas. Comprende Bajociense - Bathoniense - Calloviense y Oxfordiense. Su potencia, aproximada, es de 80-100 m.

J₅. Calizas margosas grises en bancos decimétricos, estando la base constituida por margas. Su edad es Kimmeridgiense inferior. Su potencia es de unos 150 m.

No afloran en este estudio los términos superiores de la serie jurásica.

Estructuralmente, el área de estudio presenta dos direcciones de plegamiento y fracturación ortogonales. La dirección NW de las estructuras es la más dominante. La dirección NE-SW es posterior a la NW-SE, tal como indicábamos en el trabajo de uno

de los autores (GUTIÉRREZ ELORZA, M., y PEDRAZA GILSANZ, J., 1974).

La interferencia de estos dos sistemas de plegamiento produce una estructura en domos y cubetas, que en esta región no tiene un claro desarrollo debido a que los empujes de dirección NW-SE, que generaron la estructura NE-SW, no son tan importantes como los existentes en la región Sagunto-Segorbe, a la que corresponde la publicación últimamente citada. Los buzamientos en los flancos de los pliegues muy rara vez superan los 20°, por lo tanto las estructuras plegadas son de carácter muy tenue. El estilo de la primera fase de plegamiento es claramente germánico. La fracturación es importante en cuanto a su intensidad, pero débil en cuanto al salto de las fallas, por eso la mayoría de las fallas existentes no tienen expresión cartográfica a la escala que se ha efectuado el mapa geológico.

Se ha realizado una rosa de diaclasas (fig. 2), con el fin de obtener las direcciones dominantes de fracturación, en las que destaca el rumbo NW, presentando las direcciones entre 30° y 80° Este, una mayor dispersión. El motivo de este cálculo porcentual se debe al hecho de analizar las direcciones de fracturación por la influencia que pueda tener en el modelado kárstico.

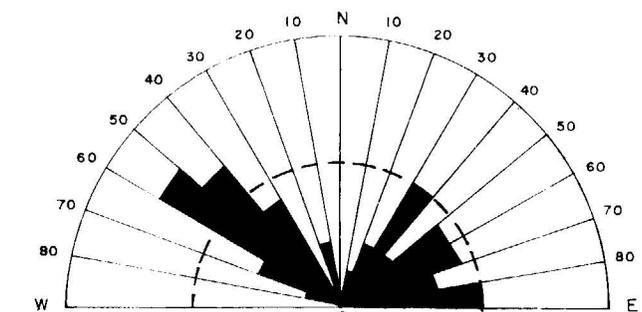


Fig. 2.—Rosa de diaclasas

3. KARST.

3.1. CONDICIONES GENERALES PARA LA KARSTIFICACIÓN.

La disolución de las calizas se ve favorecida por un conjunto de factores, de los que consideramos como más importantes los siguientes:

— El karst está desarrollado sobre unas formas topográficas suaves, debidas al débil buzamiento



Fot. 1.—Lapiaz estructural en calizas del Lías Inferior y Medio

de los estratos y a la existencia de extensas superficies de erosión.

— Las formas kársticas estudiadas están situadas a alturas comprendidas entre los 1.400 y 2.000 m. El clima actual de esta zona es del tipo mediterráneo continental, con matiz de montaña, con fuertes oscilaciones térmicas y temperaturas muy extremadas que favorecen la disgregación mecánica de las rocas, sobre todo por gelivación. A esto hay que añadir las importantes precipitaciones de nieve, persistentes en el suelo durante varios meses, que, al cargarse de dióxido de carbono, ayudan a la corrosión química de las calizas. Estos datos actuales pueden tener poco valor si tenemos en cuenta que se trata generalmente de una karstificación antigua, pero condiciones semejantes e incluso más favorables serían causantes de este modelado. Hoy día continúa el proceso de karstificación, pero ya en menor medida.

— La vegetación es escasa y adaptada al tipo climático descrito (sabinas rastreras, enebros, etc.). Se circunscribe fundamentalmente a las áreas de acumulación de arcillas de descalcificación (fisuras, dolinas y valles de fondo plano fundamentalmente). Por lo tanto, consideramos que los procesos mecánicos y químicos de ácidos orgánicos tienen actualmente escasa importancia.

— Uno de los factores que más influyen y condicionan el desarrollo de las formas kársticas es el diaclasado. La región, como ya hemos dicho, está afectada por una intensa fracturación, cuyas direcciones principales son prácticamente ortogonales, facilitando enormemente la circulación del agua y la consiguiente disolución de las calizas.

3.2. FORMAS EXOKÁRSTICAS Y HORIZONTES LITOLÓGICOS.

Los niveles calizos karstificables se encuentran en los siguientes horizontes del Jurásico:

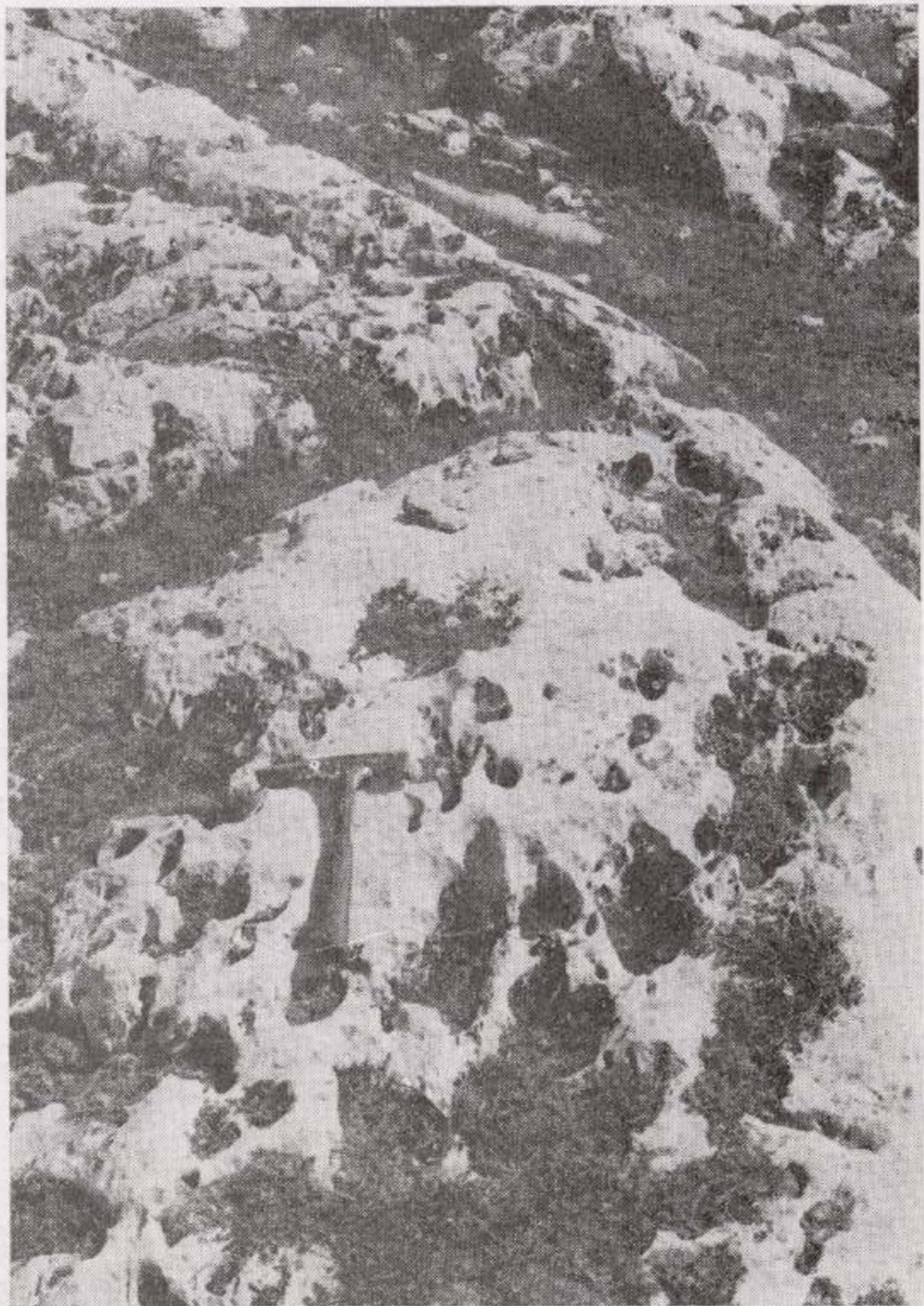
*J*₁. Las únicas formas superficiales que aparecen son dolinas de escaso desarrollo, situadas en el ángulo nordoccidental del mapa geológico, en la vertiente oriental del río de Camarena. La profundidad de estas dolinas no supera nunca a los 10-15 m., y tienen forma subcircular, bordes difusos y fondo plano. Su diámetro, en las de mayor desarrollo es del orden de los 150 m. El desarrollo de estas dolinas se ve dificultado por la presencia, en la base del horizonte de la Formación de Carniolas, de las arcillas y margas del Keuper, que constituyen el nivel de base kárstico de este horizonte, situándose en el contacto de estas dos formaciones numerosas surgencias, que dan lugar a manantiales de caudal variable (por ejemplo: Fuente del Hielgo, del Agua Buena, Blanquilla, Peral, etcétera). Al estar situada esta formación en la vertiente del río de Camarena y su afluente, el arroyo de la Fuente del Hielgo, el desarrollo del lapiaz se ve dificultado por su posición morfológica, unido ade-



Fot. 2.—Lapiaz tubular en calizas del Lías Inferior y Medio



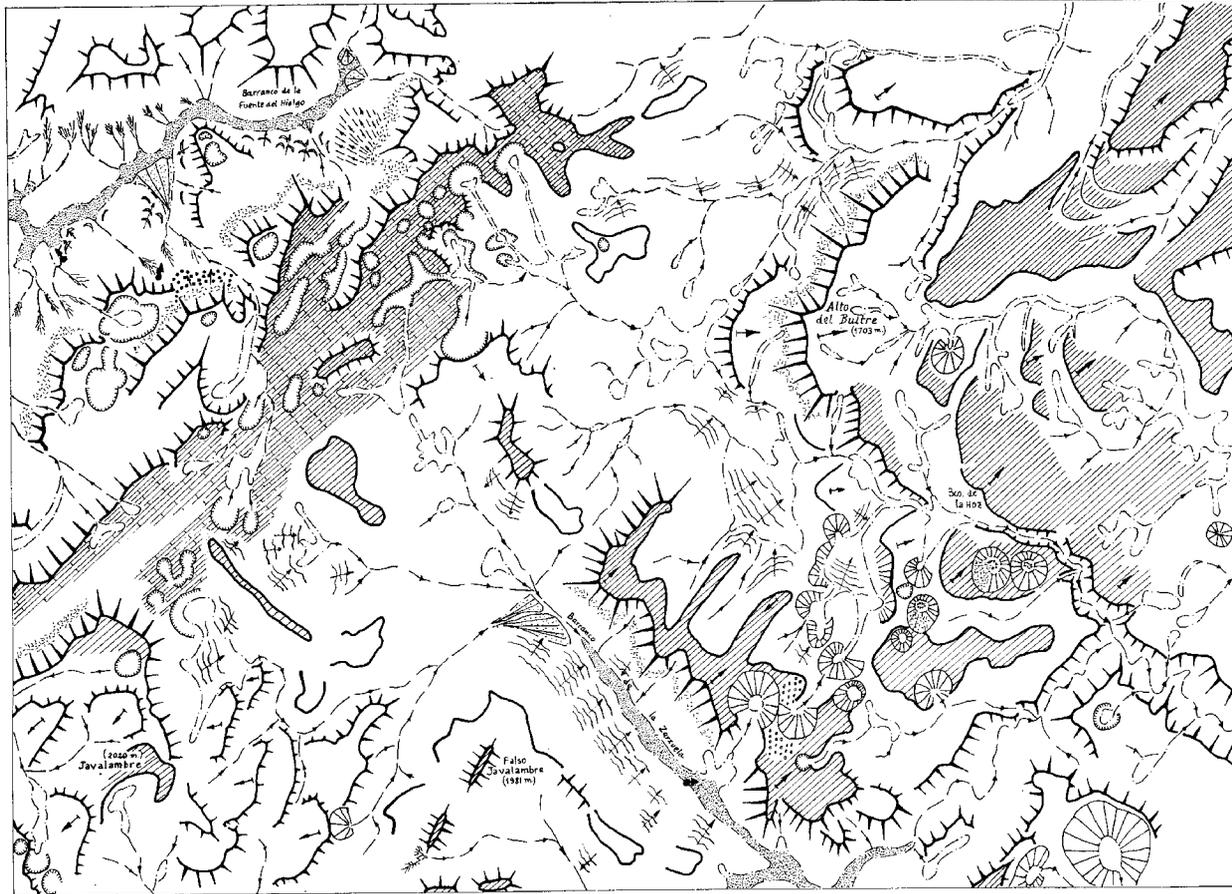
Fot. 1.—Lapiaz estructural en calizas del Lías Inferior y Medio



Fot. 2.—Lapiaz tubular en calizas del Lías Inferior y Medio



MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL ALTO JAVALAMBRE



LEYENDA

FORMAS KARSTICAS

- Dolina en cubeta
- Dolina en embudo
- Dolina en embudo con relleno periglacial
- Dolina capturada
- Campo de lapiaz estructural
- Fuente permanente

FORMAS PERIGLACIALES

- Eboulis ordonés
- Colada de bloques
- Bancos de gelifluxión
- Suelos estridos y poligonales
- Círculos de piedras

FORMAS ESTRUCTURALES

- Cuestas
- Crestas
- Escarpe fuerte
- Escarpe débil
- Escarpe atenuado
- Chevrons
- Superficie de erosión finipicoana inf. Las líneas marcan la dirección del basculamiento

OTRAS FORMAS

- Cono de deyección
- Canchales
- Aluviones
- Solifluxión actual

RED FLUVIAL

- Bcos. intermitentes de incisión lineal
- Valles de fondo plano y en cuna
- Cárcavas



0 1.000 m 2.000 m

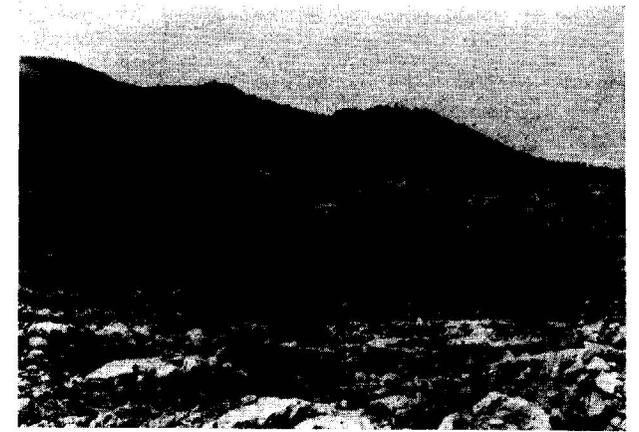
Escala gráfica

más, a la existencia de frecuentes derrubios de ladera, que posteriormente se describirán.

J₂. Este horizonte que es, junto con el *J₁*, el más kárstificado de la región estudiada, Presenta en la mayor parte de su superficie de afloramiento un extenso campo de lapiaz, salpicado de numerosas dolinas de pequeño tamaño. La topografía donde se desarrollan estas formas exokársticas es plana y se encuentra situada en una divisoria de vertientes (divisoria Turia-Mijares), que todavía no se ha visto afectado apenas por la erosión remontante.

El lapiaz que afecta a esta formación está muy condicionado por la red de diaclasas y planos de estratificación, por lo tanto se trata de un *lapiaz estructural* (fot. 1) (BIROT, P., 1966) o *Kluftkarren* (SWEETING, M. M., 1972). La forma es de canales subverticales, desde pocos centímetros hasta un máximo de 50 cm. de anchura y su desarrollo en longitud alcanza a veces varias decenas de metros. La profundidad, visible fundamentalmente en los escarpes de las dolinas, nunca supera los 2 m. A veces, en la intersección de dos o más diaclasas, se desarrollan oquedades que corresponden al *Karren-rohen*, de SWEETING, M. M. (1972). Además, aunque con menor entidad, aparecen esporádicamente *Rillenkarren*, acanaladuras posteriores al lapiaz estructural, ya que se presenta modelado sobre la pared de la fisura que condiciona el lapiaz anterior. También, pero con escaso desarrollo, se encuentra un *lapiaz tubular* (fot. 2), tubos verticales de hasta 1 m. de profundidad, que, en general, no tienen ninguna influencia estructural. El lapiaz está relleno por arcillas de descalcificación, en donde se asienta la vegetación.

Las dolinas existentes en esta formación son de forma subcircular (fot. 3) o alargadas en dirección NE. Todas ellas son de fondo plano, con bordes más o menos escarpados, aunque de poca profundidad. Los bordes están afectados por un intenso lapiaz, de los tipos descritos anteriormente, que en zonas de un mayor desarrollo suavizan su perfil. Las dolinas de forma subcircular tienen diámetros que oscilan entre 50 y 350 m.; en las alargadas, su máxima dimensión puede alcanzar hasta 550 m. La profundidad máxima, tanto para unas como para otras, no sobrepasa nunca los 25 m. El fondo de las dolinas, por lo general, es plano, aunque algunas presentan pequeñas depresiones centrales, que deben corresponder a zonas de máxima absorción de agua. El relleno es de arcillas de descalcificación que engloban algunos cantos calizos



Fot. 3.—Dolina en forma de cubeta en la formación de calizas del Lías Inferior y Medio

de la formación, de pequeño tamaño. Todas las características descritas indican que se trata de *dolinas de disolución normal*, en cuanto a su origen (BIROT, P., 1966; SWEETING, M. M., 1972) y en cuanto a su morfología corresponden a las *dolinas en forma de cubeta* de la clasificación de CVIJIC (1893) (en SWEETING, M. M., 1972). El proceso de disolución se ve facilitado por la intensa fracturación de la formación, así como por las demás causas que hemos citado en anteriores apartados.

En la parte suroriental del extenso afloramiento *J₂*, las dolinas o han sido capturadas por la acción remontante de la red fluvial o se presentan unidas formando *uvalas*. Toda esta zona ha evolucionado de tal manera que parte de las dolinas han perdido su forma cerrada y su relleno se extiende por el lecho de los barrancos que las capturan. En algunas laderas quedan restos dudosos de escarpes de dolina, debido a la fuerte degradación. Todo ello indica que la edad de la karstificación principal es anterior a la instalación de la red fluvial.

J₁. Esta formación se apoya sobre un horizonte margoso *J₃*, que constituye, en parte, su nivel de base local. Como anteriormente se indicó, es, junto con el nivel *J₂*, el que presenta formas exokársticas más desarrolladas.

La zona de mayor karstificación de este nivel está situada en el ángulo sudoccidental del mapa geomorfológico. Presente un lapiaz de tipo estructural poco desarrollado, condicionado por la red de fracturación, que como en el horizonte *J₂*, es muy intensa. No se han reconocido los otros tipos de lapiaz descritos anteriormente.



Fot. 3.—Dolina en forma de cubeta en la formación de calizas del Lías Inferior y Medio

Existen dos tipos de dolinas. Unas, las menos frecuentes, son del tipo de fondo plano, de similares características en cuanto a su forma y dimensiones a las descritas con anterioridad. Son, por tanto, *dolinas de disolución normal o en cubeta*. Las dolinas que aparecen con mayor profusión en esta formación son de forma subcircular, con bordes escarpados. Quizá debido a su forma son llamadas *cuencones* por los lugareños. Tienen diámetros que oscilan entre 150 y 750 m., siendo la dimensión media la más frecuente. La profundidad máxima no supera los 60 m., pero todas ellas tienen siempre más de 20 m. de profundidad. La morfología descrita para estas dolinas indica que se trata de *dolinas en embudo* de la clasificación CVIJIC (1893) (en SWEETING, M. M., 1972) y en cuanto a su génesis son *dolinas de hundimiento o de colapso* (BIROT, P., 1966; WILLIAMS, P. W., 1969, en SWEETING, M. M., 1972) debidas al desplome del techo de cavidades subterráneas. Algunas de las dolinas se encuentran alineadas según direcciones NW y NE, que, como anteriormente indicamos, corresponden, en líneas generales, a los rumbos de máxima intensidad de fracturación. Por lo tanto, es muy posible que estas direcciones correspondan a redes de cursos de agua subterráneos.

Todas las dolinas presentan un relleno de gran importancia y de varios metros de potencia visible. Su constitución es de arcillas de descalcificación con abundantes cantos de caliza y sílex. El relleno se dispone en los bordes a manera de escalones subcirculares (fot. 4) y cubriendo las partes bajas de la dolina, originando el fondo plano. En algunas dolinas, el fondo presenta en su par-



Fot. 4.—Dolina en embudo con relleno posterior y formas periglaciares



Fot. 5.—Detalle de la fotografía anterior, en donde se observa círculo de piedras y bancos de geliflujión

te central alineaciones de piedras de forma ovooidal (fot. 5). Tanto los escalones como estas alineaciones se deben a procesos periglaciares, que posteriormente analizaremos.

Al igual que las dolinas descritas en la formación J_2 , presentan capturas por la red fluvial y uniones por coalescencia formando uvalas, destacando una de ellas, en el ángulo SE del mapa geomorfológico, cuyas dimensiones son de 1.200 m. por 500 m., con un relleno de constitución semejante a los anteriores, pero con predominio de las arcillas de descalcificación.

J_3 . En la zona investigada aflora esta formación en el ángulo nordoriental del mapa geomorfológico. Se trata de un nivel menos karstificable que los anteriores, debido a su constitución litológica. A pesar de ello, se presentan dolinas de hundimiento o en embudo, de características similares a las anteriormente citadas. En esta formación incluso hay dolinas en embudo que no han sufrido relleno posterior.

4. PERIGLACIARISMO.

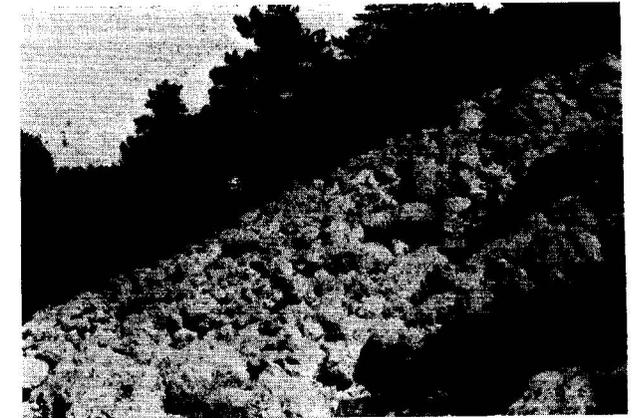
A pesar de la latitud a que se encuentra la Sierra de Javalambre y de su no muy destacadas alturas, aparecen numerosas y variadas formas periglaciares en toda la zona estudiada. Se han reconocido estas formas en alturas superiores a los 1.300 m., aunque es muy posible que existan a menor altura.

A primera vista, lo que más llama la atención es la fuerte regulación de casi todas las vertientes, recubiertas por materiales de gelivación. Por lo general, el máximo desarrollo de los depósitos de vertiente con formas periglaciares se encuentra en las laderas Norte y Nordeste, ya que esta disposición favoreció la persistencia de los nevés e incluso en la actualidad persisten los neveros en estas laderas durante meses.

Las formas de origen periglacial que se han reconocido en las vertientes son las siguientes:

— *éboulis ordonnés (grèzes litées)*.—Son difíciles de reconocer, debido a la carencia de cortes perpendiculares a la vertiente y a la falta de encajamiento lineal de los barrancos, ya que, como antes indicábamos, la acción remontante es débil aún en esta zona. Es por esta razón por la que muchos de los canchales indicados en el mapa geomorfológico pudieran corresponder a estas formas, o incluso fosilizarlas. Los *éboulis ordonnés* estudiados tienen una potencia visible de más de 3 m., con niveles bien estratificados de cantos angulosos que alcanzan un tamaño máximo de hasta 10 centímetros; aparecen delgados horizontes de microgelivación y todo ello está empastado en una matriz arcillosa-margosa. En uno de los *éboulis* aparecen costras calizas tanto en la vertical como en la horizontal. La pendiente medida oscila alrededor de los 15°.

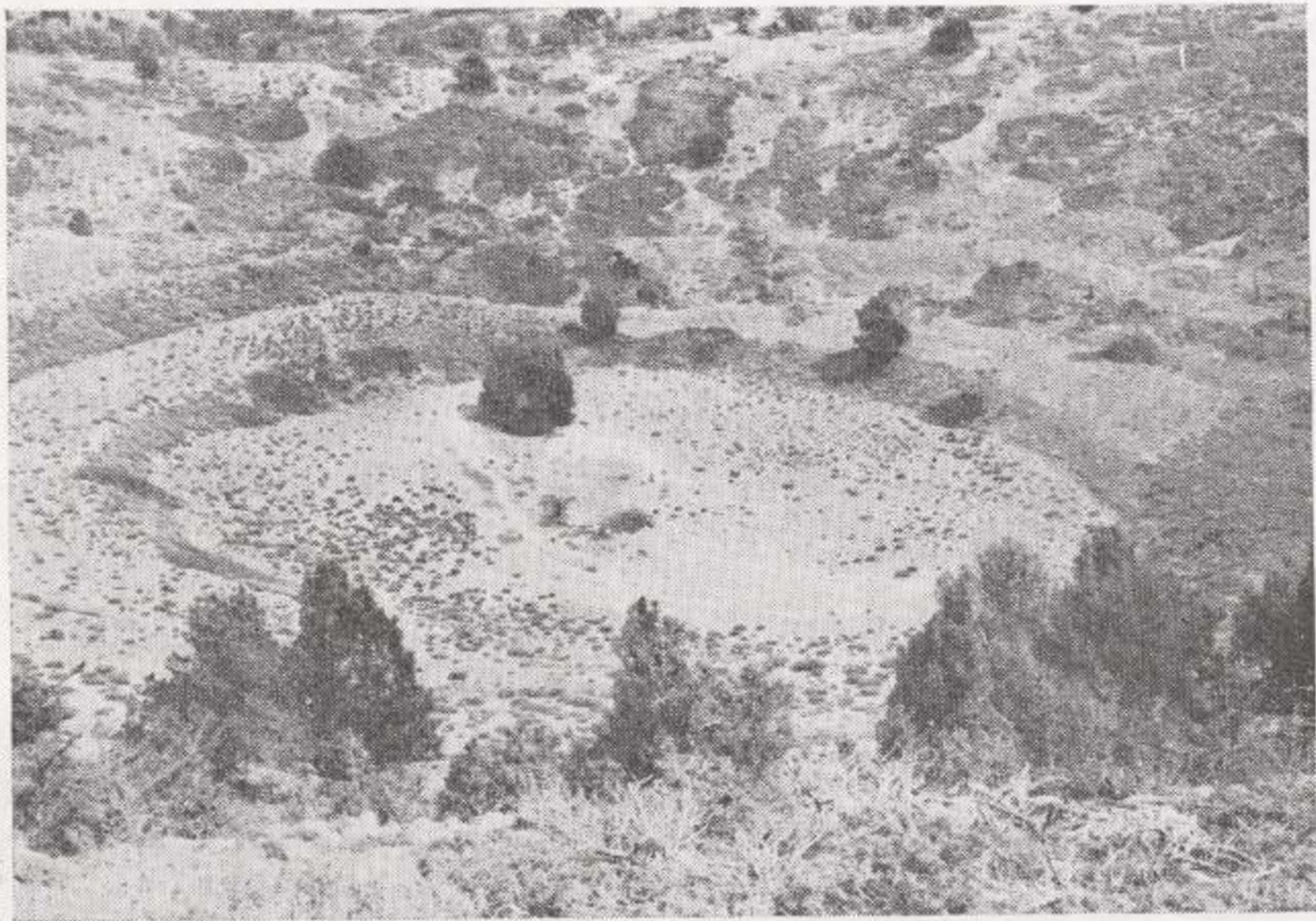
— *coladas de bloques (=coulées de blocaille de TRICART, J., y CAILLEUX, A., 1967; stone streams de EMBLETON, C., y KING, C. A. M., 1968; block slopes de WASHBURN, L., 1973)*. Solamente hemos localizado esta forma en la vertiente meridional del Arroyo de la Fuente del Hielgo. Es una vertiente orientada al Norte y Noroeste. Se trata de una verdadera lengua formada por grandes bloques sueltos de material calizo (fot. 6) de hasta varios metros cúbicos de tamaño, con disposición caótica y desprovistos de cubierta vegetal, debido a la ausencia de matriz entre ellos. Esta forma tiene continuidad vertiente abajo, pero ya provista de matriz y vegetación importante que impide una buena observación de la colada. LUNDQVIST (1949), en EMBLETON, C., y KING, C. A. M. (1968), en su clasificación de las formas de vertiente periglaciares por soliflujión, señala que los "stone streams" aparecen con carencia de vegetación y con predominio de los bloques en el material constituyente, que concuerda perfectamente con la forma descrita. Formas similares es-



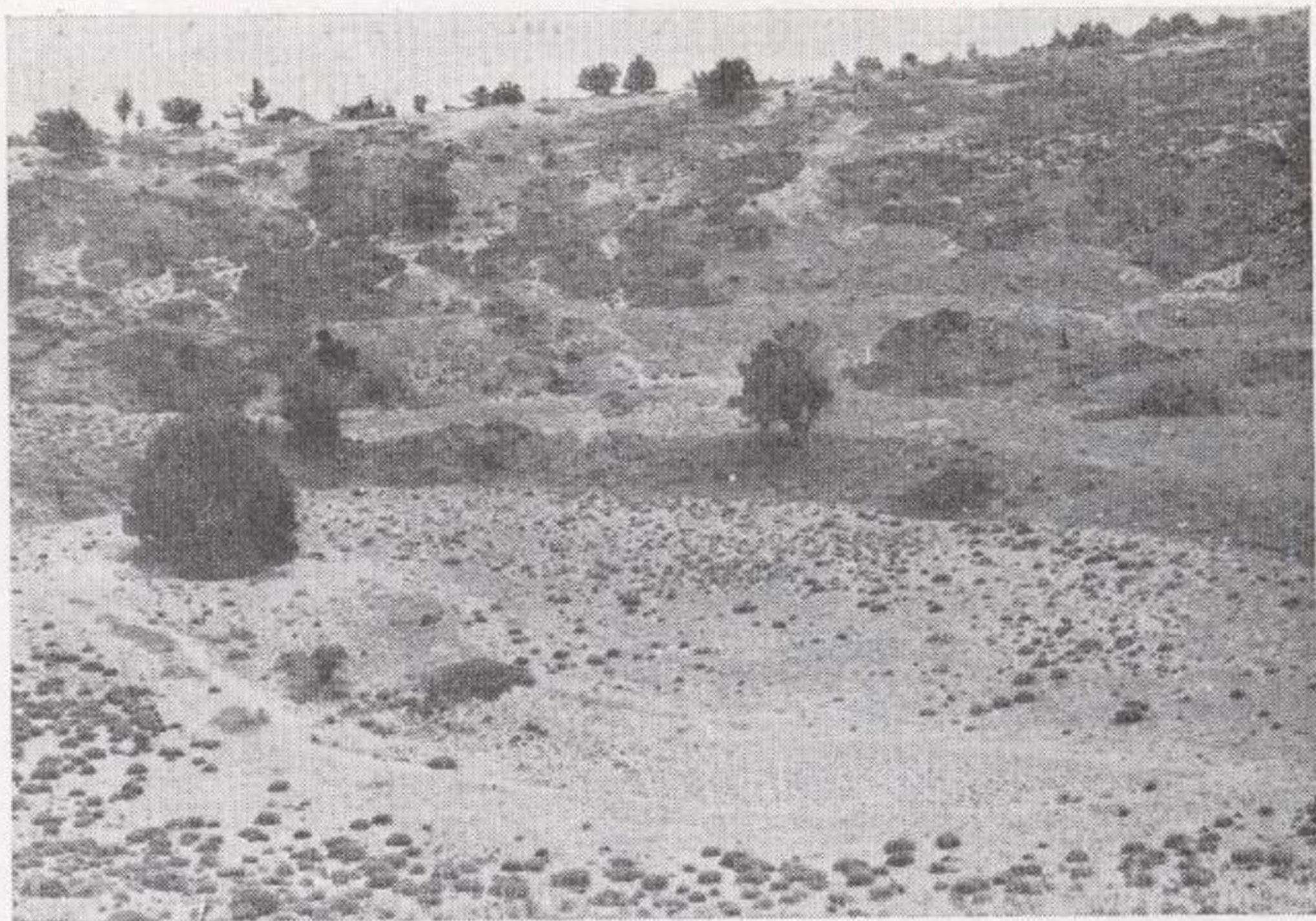
Fot. 6.—Colada de bloques

tán citadas por RIBA, O. (1959), en la Sierra de Albarracín, pero allí el fenómeno es más grandioso (por ejemplo, Orihuela del Tremedal).

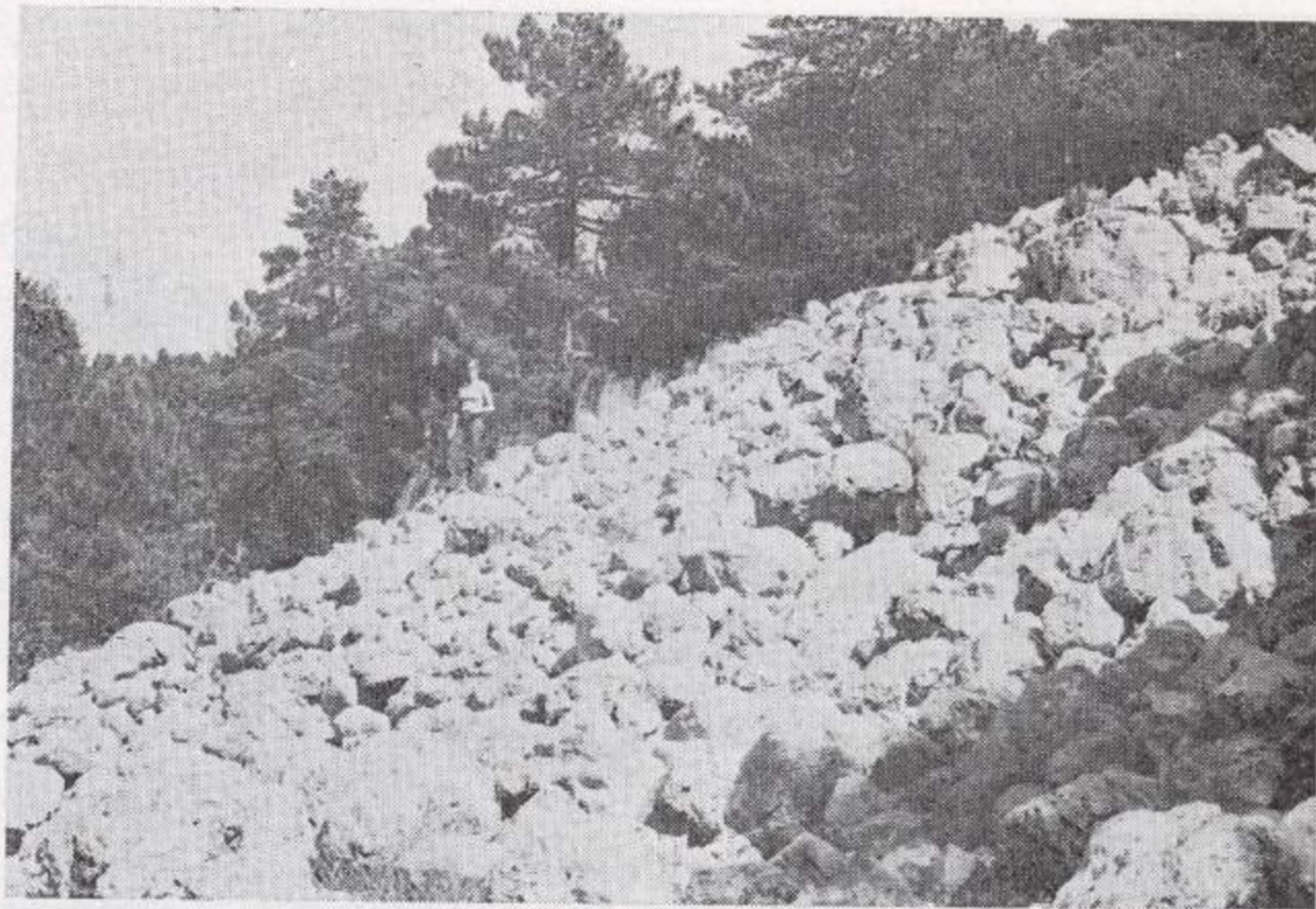
— *bancos de geliflujión (=gelifluction benches de WASHBURN, A. L., 1973; stone-banked and turf-banked terraces de EMBLETON, C., y KING, C. A. M., 1968; replats goletz de TRICART, J., y CAILLEUX, A., 1967)*. Son, sin duda, las formas periglaciares más abundantes en la región estudiada. Son mucho más frecuentes en las vertientes septentrionales y nordorientales. Muchos de ellos han estado cultivados, lo que hace dudar a veces de su origen. Son replanos de pendiente muy suave (fot. 7 y 9), limitados por un talud abrupto; la constitución del rellano es principalmente de materiales de microgelivación con matriz limosa y escasa vegetación. El talud puede ser de dos tipos: o bien constituido fundamentalmente por materiales tamaño canto, en cuyo caso corresponden a los stone-banked terraces de la clasificación anteriormente citada de LUNQVIST (1949); o está formado por materiales de igual constitución que los del rellano, siendo por tanto turf-banked terraces de la citada clasificación. En ambos casos, la vegetación del talud es más importante que la del rellano. Las dimensiones del replano son muy variables, desde 1 m. hasta 60 m. Se observa que esta dimensión es mayor en los bancos del segundo tipo. Asimismo, existe una clara relación entre la longitud del rellano y la pendiente de la vertiente; cuanto menor es ésta, mayor es la longitud del banco. La altura del talud varía entre 0,5 y 3 metros, existiendo una relación neta entre la al-



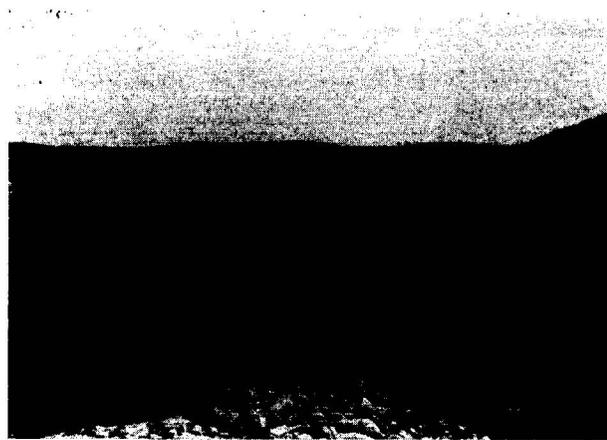
Fot. 4.—Dolina en embudo con relleno posterior y formas periglaciares



Fot. 5.—Detalle de la fotografía anterior, en donde se observa círculo de piedras y bancos de gelifluxión



Fot. 6.—Colada de bloques



Fot. 7.—Bancos de gelifluxión

tura y la extensión del rellano, siendo ésta mayor cuanto menos alto es el escarpe.

Estos bancos se disponen en líneas subparalelas a las curvas de nivel, aunque a veces forman ángulo con ésta de hasta 25°. Por lo general, descienden los bancos en forma concéntrica desde media vertiente, aumentando la longitud del replano pendiente abajo.

También existen formas de gelifluxión muy parecidas a estas últimas, pero con forma de lengua o lóbulo (fot. 8), siendo su eje mayor perpendicular a las curvas de nivel. Aparecen en vertientes de pendiente más suaves que las anteriores. Corresponden a los *stone-banked lobes* de EMBLETON, C., y KING, C. A. M. (1968); o *gelifluction lobes* de WASHBURN, A. L. (1973).

Ya citamos anteriormente la presencia de estos bancos en el interior de algunas dolinas en embudo, lo cual indica que las dolinas y, por lo tanto, la karstificación principal es anterior a los fenómenos de periglacialismo presentes en esta región.

También se observan en topografías planas y en el fondo de algunas dolinas otras formas periglaciares más difíciles de reconocer debido a su estado de degradación, por lo que debemos hablar de ellas con algunas reservas. Se trata siempre de formas más o menos geométricas y con ordenación del material que las constituye. Son las siguientes:

— *círculos de piedras* (= *sorted circles* de WASHBURN, A. L. (1973); *cercle de pierres* de TRICART, J., y CAILLEUX, A., (1967). Se encuentran en

el fondo de varias dolinas en embudo (fot. 4 y 5), en el ángulo sudoriental del mapa geomorfológico. Los círculos de piedras se han modelado a partir del relleno del fondo de la dolina. Las formas son elípticas y las dimensiones son de 75 m. de largo por 10 m. de anchura máxima, en la forma de mayor tamaño. Aunque las dimensiones dadas por todos los autores son más reducidas y con disposición subcircular, creemos que su morfología y génesis debe de ser similar. Es posible que dentro de la clasificación de WASHBURN, A. L. (1956) correspondan a *sorted nets*, ya que son formas que no son ni totalmente circulares ni poligonales.

Los materiales se clasifican por tamaños, estando los cantos más pequeños (tamaño medio, 3 cm.) en el umbral que forma el círculo y los de mayor tamaño dentro del círculo, con bloques incluso de hasta 30 cm. Tanto en el umbral como en el interior los cantos están totalmente lavados, quizá debido a ser la zona de absorción de las dolinas.

— *Polígonos de piedras* (*sorted polygons* de WASHBURN, A. L. (1973); *Polygons à triage* de TRICART, J., y CAILLEUX, A., (1967). Únicamente aparecen en la misma zona que las formas anteriores y son difíciles de reconocer, debido a su estado de degradación, estando inseguros acerca de su clasificación como tales. Se encuentran estas formas sobre superficies subhorizontales, elevadas a 1.700 m. Son grandes formas geométricas de hasta 10 m. de diámetro máximo. Están limitadas por alineaciones de cantos de hasta 20 cm. y con las zonas centrales con predominio de cantos de menor tamaño y elementos finos, que permiten la existencia de vegetación.



Fot. 8.—Lóbulos de gelifluxión

— *Suelos estriados* (*sorted stripes* de WASHBURN, A. L. (1973), *Sols striés* de TRICART, J., y CAILLEUX, A., (1967). Aparecen vertiente abajo de las formas anteriores, aunque en zonas de débil pendiente. Son alineaciones paralelas de cantos, que generalmente siguen las curvas de nivel, separadas por bandas de material más fino. Se observa que derivan de las formas poligonales existentes en las superficies horizontales superiores. Es decir, que cuando aumenta la pendiente empiezan a aparecer los suelos estriados; al seguir aumentando la inclinación de la ladera aumenta también la soliflución, dando lugar a los bancos de geliflución descritos anteriormente.

Todas estas formas periglaciares se han originado en uno de los períodos glaciares del Cuaternario. Precisando algo más, creemos que se modelaron en una época reciente, tal vez en el Würm, debido al buen estado de conservación de algunas de las formas. Gran parte de los depósitos de vertiente cubren los fondos de los valles, dándoles una morfología en *fondo plano* y a veces *en cuna*, sin que la red fluvial actual haya tenido tiempo para encajarse y, por lo tanto, no han podido ser evacuados estos materiales.

En la actualidad y debido a la altitud y a la existencia de un clima de matiz continental frío, con cierta persistencia de la nieve durante varios meses en las zonas altas y umbrías, existen ligeros indicios de un periglacialismo actual, que viene dado por una fuerte gelivación de las calizas y formación de amplios canchales, que cubren las pendientes más fuertes.

5. EVOLUCION GEOMORFOLOGICA.

Toda esta zona del Alto Javalambre está afectada por una extensa y continua superficie de erosión, que destaca muy claramente en el paisaje. Para algunos autores, como RICHTER, G., y TEICHMULLER, R. (1933), y MARTIN, R. (1936), la edad de esta superficie es Pliocena. Para otros autores, como SOLÉ SABARIS, L., y RIBA, O. (1952), y BIROT, P. (1959), la superficie de erosión tiene una edad finipontense. Actualmente se puede precisar más concretamente la edad de formación de esta superficie por los recientes descubrimientos de ADROVER, R., y ESTERAS, M. (1974), que señalan fauna de gasterópodos del Plioceno inferior y los nuevos yacimientos de micromamíferos del Arquillo de la

Fontana o Rambla de Valdecebro (comunicación personal de R. Adrover), situados en el techo de la formación "caliza de los páramos", que indican una edad Plioceno inferior. Por lo tanto, la edad de la superficie de erosión sería "finipliocena inferior".

Estamos totalmente de acuerdo con los autores anteriormente citados en la posterior deformación de esta superficie de erosión. Para BIROT, P. (1959), la Sierra de Javalambre es "un enorme domo calizo", lo cual hemos comprobado en la zona estudiada. En ésta, la superficie de erosión presenta, en líneas generales, un suave basculamiento hacia el NE (fot. 9), descendiendo las cotas desde la misma cumbre de Javalambre (2.020 m.), hasta el ángulo nororiental (1.400 m.) del estudio. El ángulo de inclinación es de 6-7°.

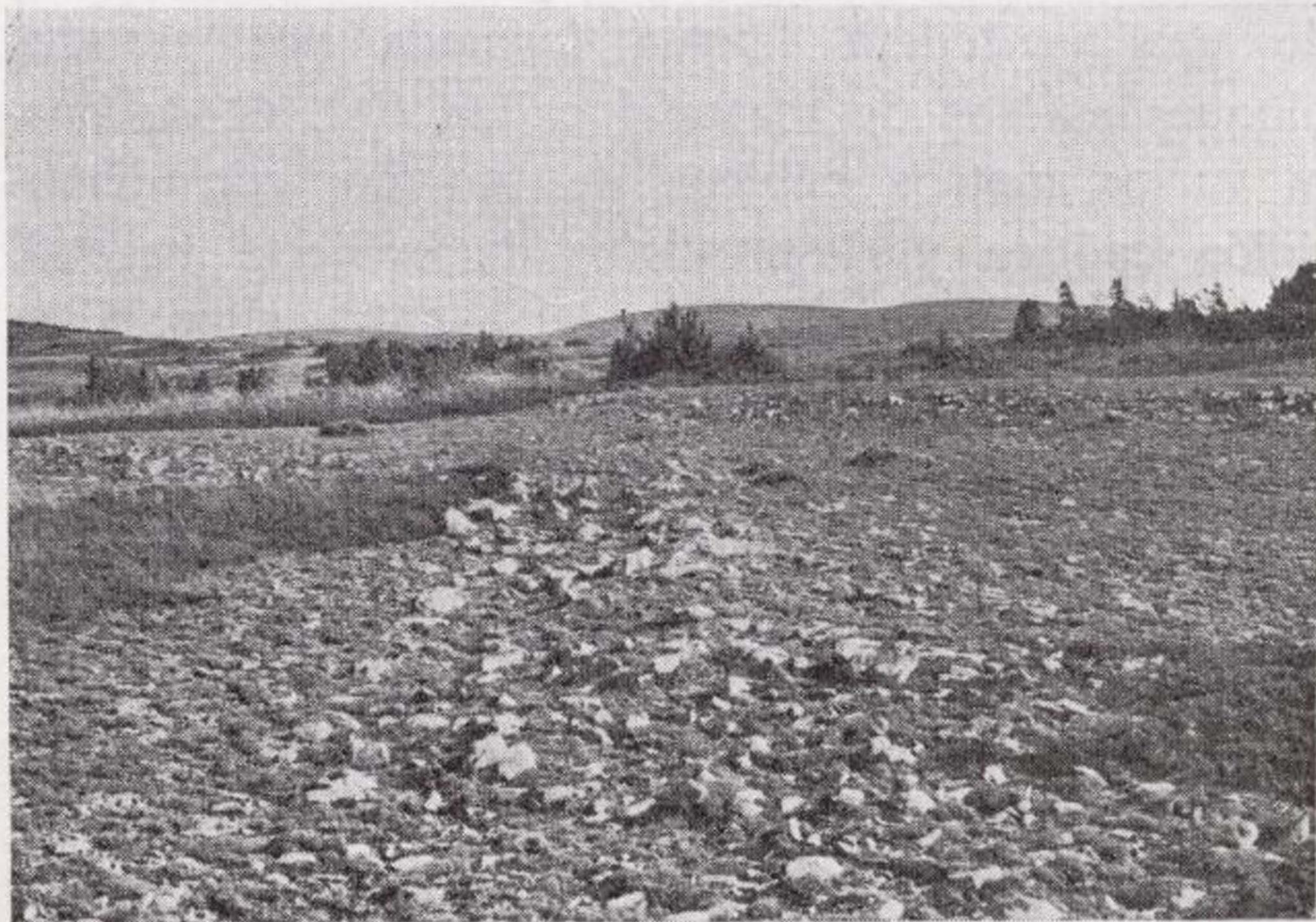
La edad de la deformación fundamental de esta superficie de erosión debe ser postpliocena inferior y previllafranquiense, ya que los depósitos generados a partir de la reactivación del relieve por esta deformación (que origina también la Fosa de Alfambra-Teruel-Mira, recientemente estudiada en el excelente trabajo de GAUTIER, F.; MOISSENET, E., y VIALARD, P. 1972) están datados como del Villafraquiense (CRUSAFONT, M.; HARTENBERGER, J. L., y HEINTZ, E., 1964), en la Puebla de Valverde, unos 12 kilómetros al norte de la zona de estudio. Con el trabajo de ADROVER, R. (1974), se puede precisar todavía más la edad de esta deformación, permitiendo situar su límite superior en el tránsito del Plioceno al Cuaternario. Estos depósitos, modelados en un amplio glacis, enrasan lateralmente con la superficie de erosión basculada.



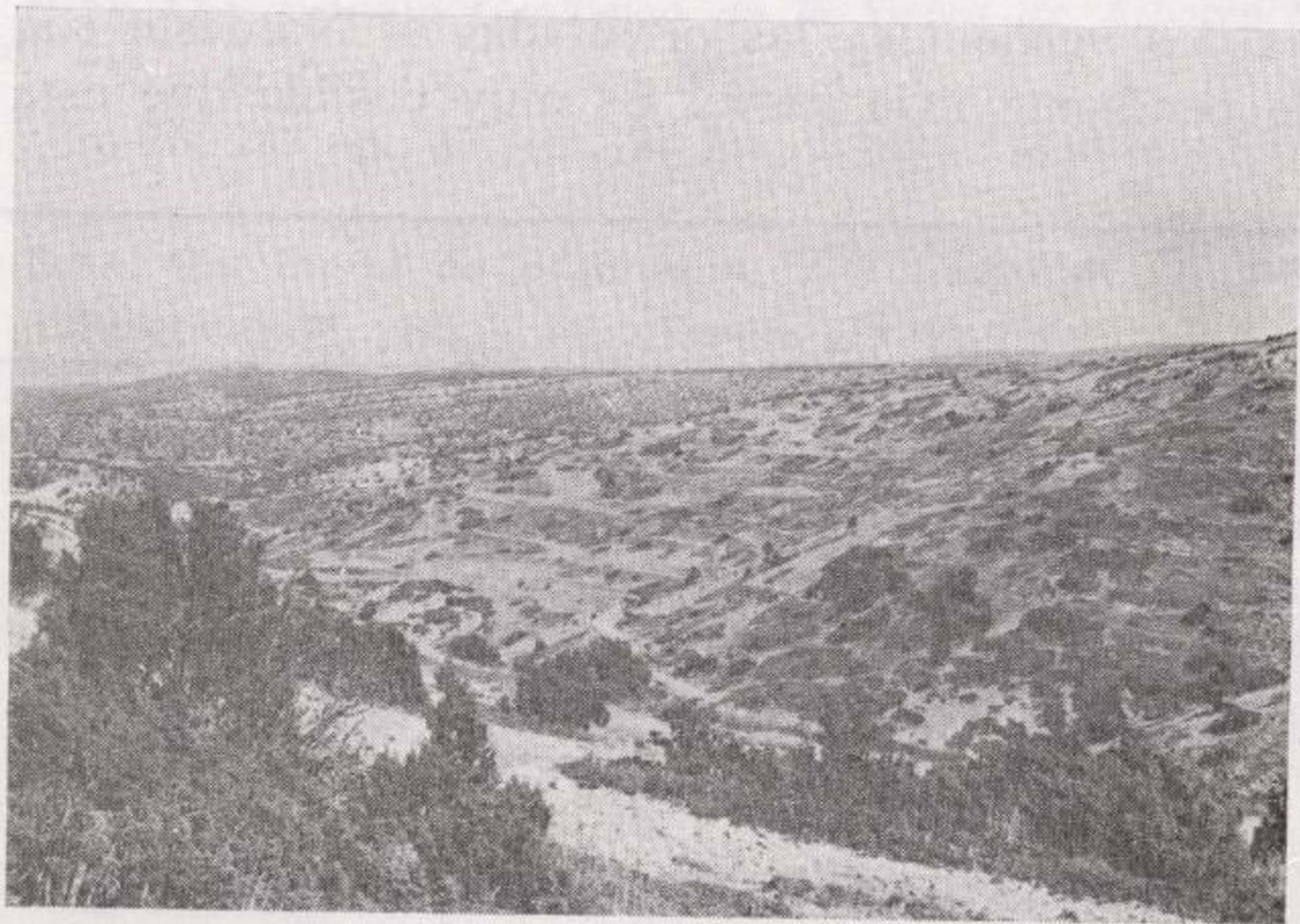
Fot. 9.—Superficie de erosión basculada y bancos de gelifluxión en la vertiente



Fot. 7.—Bancos de geliflución



Fot. 8.—Lóbulos de gelifluxión



Fot. 9.—Superficie de erosión basculada y bancos de gelifluxión en la vertiente

La karstificación principal de la región es posterior con toda seguridad a la superficie de erosión "fini-pliocena inferior", y como la fauna estudiada por ADROVER, R. (1974), en Sarrión, unos 13 Km. al este de la zona investigada, se encuentra en materiales que constituyen un relleno kárstico y están datados como de paso del Plioceno al Cuaternario, el límite superior de la edad de la karstificación fundamental de la región vendrá dado por la edad de este yacimiento.

Durante el Cuaternario, en sus épocas glaciales, tuvieron lugar en esta región procesos periglaciares que generaron las formas descritas con anterioridad. Como dijimos, este periglaciario es posterior a la karstificación fundamental, ya que quedan formas periglaciares en el fondo de las dolinas, y ha debido originarse en épocas recientes, dado el buen estado de conservación de algunas formas. En la vecina Sierra del Pobo, PAILHE, P. (1971) señala un período frío que viene dado por formas periglaciares tales como coladas de lodo, regulación de vertientes, valles en cuna y rellenos de valles por material anguloso de origen periglaciario.

La red fluvial tiene una disposición rectangular, siguiendo las líneas de debilidad tectónica principales (NE y NW). Esta red fluvial se instalaría sobre la superficie en erosión fundamental y las escasas formas estructurales del mapa geomorfológico tendrían esta misma superficie como nivel de arrasamiento, modelándose en el momento de encajamiento de la red.

La forma de los valles principales (Barranco de la Zarzuela y Barranco de la Hoz), ambas de dirección NW, es claramente disimétrica. Esta disimetría viene dada por la diferente orientación de las dos vertientes; las orientadas al Nordeste son de pendiente más suave. Es muy posible que esta

disimetría se deba al retoque periglaciario, ya que las vertientes más abruptas son las de máxima insolación y las que prácticamente están carentes de formas periglaciares. Para algunos autores, como WASHBURN, A. L. (1973), este tipo de valle disimétrico estaría en función del periglaciario, aunque en este caso concreto la influencia estructural puede ser el principal causante de la disimetría, retocada seguramente por el periglaciario. Abundan también los valles de fondo plano y en cuna. El diferente modelado de ambas formas radica esencialmente en la acción o no del arroyamiento sobre las vertientes: los valles en cuna aparecen allí donde la regulación de las vertientes y el relleno del fondo no ha sido retocado apenas. Los valles de fondo plano allí donde los depósitos de vertiente, generalmente periglaciares, han pasado a englosar el fondo. La persistencia de este relleno en los valles principales nos demuestra la escasa importancia de la erosión lineal y del transporte en la actualidad. La acción remotante de los barrancos apenas llega a la zona estudiada y la captura de gran parte de las dolinas por algunos barrancos no parece tener funcionalidad en la actualidad, lo que indica que son capturas de épocas antiguas. En conjunto, ningún curso permanente de agua cruza la región, a excepción de la zona NW del mapa geomorfológico, drenada por numerosas fuentes, al aparecer el nivel de base hidrostático. Por ello, podemos decir que toda la red fluvial está constituida en la actualidad por valles secos y el escaso drenaje tiene que ser subterráneo.

Los procesos geomorfológicos actuantes todavía en esta zona son de poca importancia y se circunscriben a un periglaciario muy débil y una karstificación de escaso desarrollo.

Todos estos procesos y la sedimentación acompañante podemos resumirlos en el cuadro siguiente:

		Sedimentación	Procesos
Cuaternario	Würm (?) Villafranchiense.	— Conos y glaciares de La Puebla-Sarrión. — Rell. Karst. de Sarrión	Periglaciario.
Plioceno	Superior. Medio. Inferior.	Caliza del páramo.	Karst. principal. Deformación (fracturación) Superf. de erosión.
Mioceno	Turolense. Vallesiense Sup.		

BIBLIOGRAFIA

ADROVER, R.: *Un relleno kárstico plio-pleistocénico en el Cerro de los Espejos en Sarrión* (provincia de Teruel, España) (Nota preliminar). "Acta Geol. Hispánica" tomo IX, núm. 4, pp. 142-143. Barcelona (1974).

BIROT, P.: *Esquisse morphologique des Monts Celtibériques orientaux*. "Bull. Comité Trav. hist. et scient. sect. Géogr", pp. 101-130 (1959).

BIROT, P.: *Le relief calcaire*. C. D. U., 238 pp. París (1966).

BULARD, P. F., CANEROT, J., GAUTIER, F. y VIALARD, P.: *Le jurassique de la partie orientale des chaînes ibériques*. "Cuadernos de Geología Ibérica", vol. 2, páginas 333-344, 1 fig. Madrid (1971).

CANEROT, J.: *Recherches géologiques aux confins des chaînes ibériques et catalanes (Espagne)* "Tesis Doctoral. Empresa Nacional Adaro de Inv. Min., S. A.", serie 5, núm. 4, 517 pp., 121 fig., 38 láms., 1 mapa. Madrid (1974).

CRUSAFONT, M., HARTENBERGER, J. L. y HEINTZ, E.: *Un nouveau gisement de Mammifères fossiles d'âge villafranchien à la Puebla de Valverde (Teruel)*, "C. R. Ac. Sc.", t. 258, pp. 2869-2871. París (1964).

EMBLETON, C. y KING, C. A. M.: *Glacial and Periglacial Geomorphology*. Ed. Arnold, 608 pp. London (1968).

ESTERAS, M. y ADROVER, R.: *Notas sobre la existencia del Plioceno en los alrededores de Concul (Teruel)*. "Boletín R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol)", 72, pp. 95-97. Madrid (1974).

GAUTIER, F.: *Sur l'existence et l'âge d'un paleovalcanisme dans le Jurassique sud-aragonais (Espagne)*. "C. R. Somm. Soc. Géol. de France", fasc. 3, pp. 74-75. París (1968, a).

GAUTIER, F.: *Sur la stratigraphie et les faciès du Jurassique Supérieur et du Crétacé Inférieur au Nord de Teruel (Espagne)*. "C. R. Somm. Soc. Géol. de France", fasc. 2, pp. 43-44. París (1968, b).

GAUTIER, F.: *Mapa Geológico de España*. 1:50.000. Hoja núm. 614 (28-24): Manzanera. 2.ª serie, 1.ª ed. "IGME" Madrid (1974).

GAUTIER, F., MOISSENET, E. y VIALARD, P.: *Contribution à l'étude stratigraphique et tectonique du fossé néogène de Teruel (Chaînes Ibériques, Espagne)*. "Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. de France", núm. 77. Sciences de la Terre, 16, pp. 179-208, 5 láms., 7 figs. París (1972).

GEYER, O.: *Beiträge zur Stratigraphie und Paläontologie des Jura von Ostspanien. II. Eine Korallen-Fauna aus dem Oberjura der Montes Universales de Albarracín (Provinz Teruel)*. "N. Jahrb. Geol. Paläontol. Abh", t. 121, h. 3, pp. 219-253, 4 tabl., 12 figs., 2 despl. Stuttgart (1965).

GUTIÉRREZ ELORZA, M., y PEDRAZA GILSANZ, J.: *Existencia de pizarrosidad alpina en la Cordillera Ibérica*. "Bol. Geol. y Minero", t. LXXXV-III, pp. 269-270. Madrid (1974).

HINKELBEIN, K.: *El triásico y jurásico de los alrededores de Albarracín*. "Rev. Teruel", núm. 41, pp. 35-75, 22 figs., 6 láms., 1 mapa, Teruel (1969).

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: "Mapa Geológico de España. 1:200.000. Síntesis de la Cartografía existente. Hoja núm. 47: Teruel". Con memoria de Oriol Riba y equipo sint. I. G. M. E., 43 pp., Madrid (1972).

MARTIN, R.: "Die Geologie von Camarena de la Sierra und Riodeva", "Leidische Geol. Mededel. t. 8, pp. 55-154, 2 láms., 1 mapa, Leiden (1936).

MELÉNDEZ HEVIA, F.: *Estudio geológico de la Serranía de Cuenca, en relación a sus posibilidades petrolíferas*. Tesis doctoral. "Publ. de la Fac. de Ciencias", serie A, núm. 153-154 (2 t.), 245 pp., 88 figs., 16 láms., 23 fot., Madrid (1971).

PAILHE, P.: *Caractères morphologiques de la dépression d'El Pobo (Monts Centibériques orientaux)*. "Rev. Geogr. des Pyrénées et du Sud-ouest, t. 42, fasc. 1, pp. 71-82, Toulouse (1971).

RIBA, O.: *Estudio Geológico de la Sierra de Albarracín*. "Monografías Inst. Lucas Mallada", C. S. I. C., número 16, 283 pp., 37 figs., 28 fot., 1 mapa, Madrid (1959).

RIBA, O.: *Sierra de Albarracín*, VIII Curso de Geología Práctica, 31 pp., 3 fig., Teruel (1974).

RICHTER, G., y TEICHMULLER, R.: *Die Entwicklung der keltiberischen Ketten*. "Beitrage zur Geologie der Westlichen Mediterranengebeite. Abh. der Gessells. der Wissens. zur Göttingen, Math.-Phys. klasse, III Folge, H. 7, pp. 1067-1184, 56 figs., 3 tab., 3 mapas, Berlín (1933).

SOLÉ SABARIS, L., y RIBA, O.: *El relieve de la Sierra de Albarracín y zonas limítrofes de la Cordillera Ibérica*. "Rev. Teruel", núm. 7, pp. 7-22, Teruel (1952).

SWEETING, M. M.: *Karst Landforms*. "The Macmillan Press", 362 pp., London (1972).

TRICART, J., y CAILLEUX, A.: *Le modelé des régions periglaciaires*. "S. E. D. E. S", 512 pp., Paris (1967).

VIALARD, P.: *Recherches sur le cycle alpin dans la chaîne ibérique sud-occidentale*. "Thèse. Université Paul Sabatier", 445 pp., 108 figs., 29 láms., 1 mapa, Toulouse (1973).

VILLENA, J.: *Estudio geológico de un sector de la Cordillera Ibérica comprendido entre Molina de Aragón y Monreal (provincia de Guadalajara y Teruel)*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Universidad de Granada, 291 pp. (1971).

WASHBURN, A. L.: *Classification of patterned ground and review of suggested origins*. "Geol. Soc. America Bull", 67, pp. 823-865 (1956).

WASHBURN, A. L.: *Periglacial processes and environments*. Ed. Arnold, 320 pp., London (1973).

Recibido, julio de 1975.

Tectoniques tangeantielles superposées dans le segment hercynien Sud-Ibérique: Les nappes et plis couchés de la région d'Alconchel-Fregenal de la Sierra (Badajoz)

Por ALAIN VAUCHEZ (*)

RESUMEN

Los resultados expuestos en esta nota estableciendo las características estructurales de la región Alconchel-Fregenal de la Sierra.

Una primera fase de plegamiento vergente al Oeste-Suroeste, responsable en la parte interna metamorfozada de pliegues acostados de amplitud decakilométrica, seguida de la colocación de mantos cortantes de un estilo inhabitual en la cadena hercínica ibérica hacen de esta región una zona estructural particular, con desplazamientos tangeanciales importantes, que podrá ser utilizada para establecer relaciones con otros segmentos de la cadena hercínica.

RESUME

Les résultats exposés dans cette note établissent les caractéristiques structurales de la bande Alconchel-Fregenal de la Sierra.

Une première phase de plissement responsable dans la zone interne de plis couchés vers l'Ouest-Sud-Ouest d'ampleur decakilométrique, suivie de la mise en place de nappes cisailantes d'un style inhabituel dans la chaîne hercynienne ibérique font de cette région une zone structurale particulière, aux déplacements tangeanciaux importants, qui pourra être utilisée pour établir des raccords avec d'autres segments hercyniens.

I. INTRODUCTION.

Le segment hercynien Sud-Ibérique montre une succession d'anticlinorium à peu près parallèles dont le coeur est formé de Précambrien récent. Ce sont, en particulier, du Nord au Sud:

- l'anticlinorium d'Elvas-Badajoz-Cordoue,
- l'anticlinorium de Burguillo-Monesterio,
- l'anticlinorium d'Aracena.

La bande Alconchel-Fregenal de la Sierra (fig. 2) que nous avons étudiée plus en détail, fait suite au flanc occidental de la structure de Burguillos (fig. 3).

II. LITHOSTRATIGRAPHIE.

La stratigraphie de la Sierra Morena a fait l'objet de très nombreuses études. Nous nous contente-

rons de rappeler ici les grands traits de la série lithostratigraphique du domaine étudié.

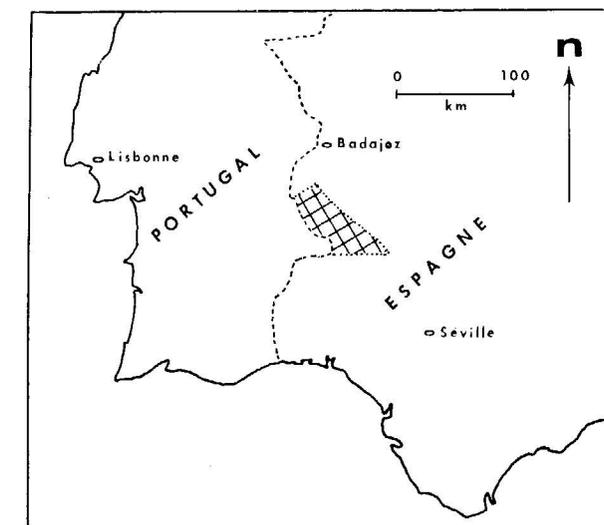


Figure 1

Localisation géographique du secteur étudié.

(*) Faculté des Sciences. Département des Sciences de la Terre, Alger, Algérie.

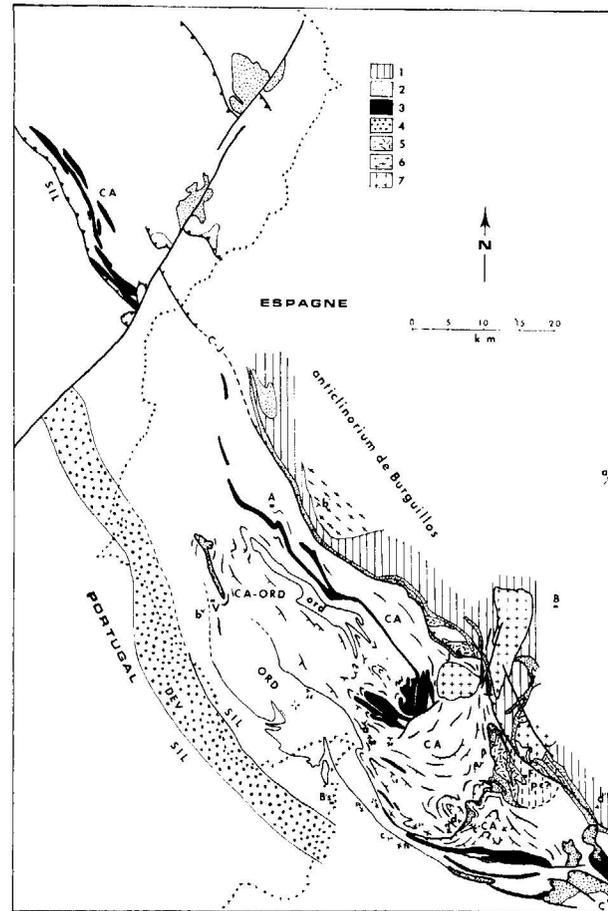


Figure 2

Schéma cartographique de la zone Alconchel-Fregenal de la Sierra et de ses prolongements au Portugal:

- 1.—Précambrien.
 - 2.—Calcaires du Cambrien inférieur.
 - 3.—Spilites du Cambrien supérieur.
 - 4.—Dévonien.
 - 5.—Gabbros.
 - 6.—Orthogneiss.
 - 7.—Granites.
- CA.—Cambrien moyen.
 CA ORD.—Cambro-Ordovicien indifférencié.
 ORD.—Ordovicien.
 SIL.—Silurien.
 C-J.—Chevauchement de Juromenha-Jerez.
 A.—Alconchel.
 B.—Burguillos.
 Bs.—Barrancos.
 C.—Cañaveral.
 F.—Fregenal de la Sierra.
 J.—Jerez de los Caballeros.
 V.—Villanueva del Fresno.

aa', bb',
 cc', dd'.—situation des coupes correspondantes.

1. LE PRÉCAMBRIEN.

a Dans l'anticlinorium de Burguillos.

Le Précambrien récent qui forme le coeur de ce grand pli a été décrit en détail par J. P. Bard (1969). Dans la partie occidentale, il débute par un épais complexe schisto-gréso-grauwackeux livrant vers le sommet des passées de calcaire. Au-dessus, en discordance, viennent des séries de schistes argilo-gréseux et de microconglomérats à galets de quartzite et passées de porphyroïdes (qui forment dans la région de Bodonal un ensemble relativement homogène dans lequel on rencontre des tufs rhyolitiques et des rhyolites).

b Au Sud-Est de Jerez de los Caballeros.

Les terrains les plus anciens que l'on trouve sous les calcaires cambriens sont des paragneiss quartzofeldspathiques dont un épisode volcano-sédimentaire marque la partie supérieure. On rencontre également des pointements d'orthogneiss alcalins à peralcalins dont l'âge est à préciser. Au-dessus, une épaisse série gréso-péltique est séparée des calcaires cambriens par des conglomérats peu épais.

2. LE CAMBRIEN.

La série cambrienne est composée de la base au sommet:

— de calcaires et dolomis azoïques à la base desquels on rencontre des conglomérats polygéniques discontinus ou des arkoses en général peu épais.

— d'une série gréso-péltique très épaisse, riche en bancs de grés mouchetés métriques à la base, essentiellement péltique dans sa partie moyenne. La partie supérieure montre une intercalation gréso-péltique interrompue par des bancs décimétriques discontinus de quartzite et surtout des tufs basiques et des spilites riches en pillow-lavas (2), qui forment un niveau repère relativement continu.

3. L'ORDOVICIEN.

Il est, dans sa partie inférieure, représenté par des schistes ampéltiques verdâtres à passées gréseuses centimétriques. Dans sa partie supérieure, il y a passage à des schistes argileux puis à des ampéltites violettes et des psammites noires. Enfin, au Nord de Barrancos, N. DELGADO a décrit les grau-wackes de la Serra Colorada (14). Vers le sud, l'Ordovicien disparaît progressivement sous la discordance qui marque la base du Silurien.

4. LE SILURIEN.

Discordant sur les séries précédentes, il débute par un conglomérat polygénique qui s'amincit vers le Nord et disparaît au Sud de Barrancos. La majeure partie de la série dont la base est marquée par des quartzites psammitiques blancs et des bancs centimétriques de lydienne, est constituée d'ampéltites violettes à graptolites. Au-dessus, il a passage progressif à des phyllades vertes ou violacées.

5. LE DÉVONIEN.

Il est constitué de la base au sommet:

— de microconglomérats associés à des passées lenticulaires de quartzites grossiers et de calcaires gréseux, discordants sur les ampéltites sous-jacents.

— d'une série de schistes argileux verdâtres.

On ne trouve dans la zone Alconchel-Fregenal aucun terrain paléozoïque plus récent que le Dévonien.

III. TECTONIQUE:

L'étude des déformations à toutes les échelles nous a permis de dégager trois données générales sur l'histoire structurale de la région:

— Les terrains précambriens ne semblent pas avoir été soumis à une orogénèse précambrienne,

contrairement à ce qui a pu être mis en évidence dans la ceinture de Badajoz-Cordoue (5). Toutefois, le métamorphisme mésozonal Hercynien accompagné de litage tectonique que l'on trouve au S-E de Jerez aurait pu oblitérer un métamorphisme précambrien anchi à épizonal.

— Du Cambrien inférieur au Dévonien s'est installée dans la région une phase "géosynclinale" uniquement troublée par les mouvements à grands rayons de courbures de la "phase Sarde".

— Le stade tectogénique, qui est donc au moins post Dévonien moyen, est caractérisé par:

— Une première phase responsable dans la zone interne de plis N-NW-S-SE couchés vers l'W-SW, synmétamorphiques et synschisteux, d'amplitude décakilométrique, remplissés en "têtes plongeantes" par la 2e phase de plissement.

— La mise en place de nappes de style assez superficiel, réparties en deux unités structurales superposées. L'ampleur des recouvrements est supérieur à 15 km.

— Une phase de serrage intense représentée à toutes les échelles par des plis à plan axial raide, synschisteux, de direction NW-SE.

1. LA PREMIÈRE PHASE HERCYNIENNE:

Elle est aussi la phase majeure et se retrouve à toutes les échelles.

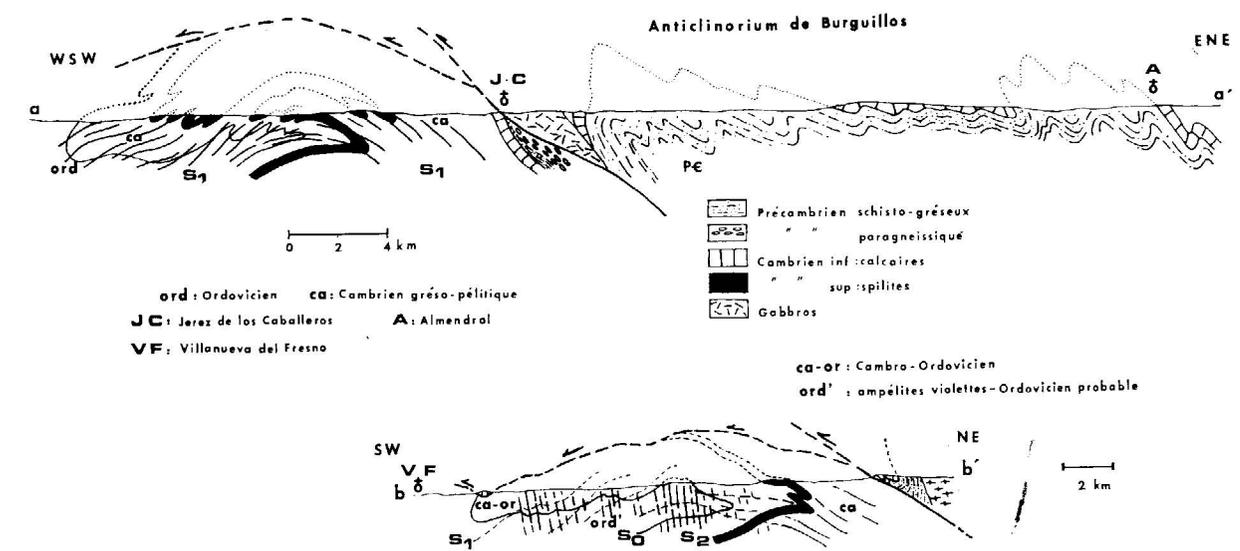


Figure 3

Coupes générales à travers les grands plis couchés montrant leurs rapports avec le chevauchement de Juromenha-Jerez et les nappes post phase I

a) Les plis:

— Dans la zone interne, les plis de première phase sont sub-isoclinaux, couchés et de taille millimétrique à décakilométrique. Entre Jerez de los Caballeros et Oliva de la Frontera nous avons ainsi pu mettre en évidence (19) de grands anticlinaux

Le flanc normal réapparaît à l'Ouest des fermetures anticlinales qui sont du type "têtes plongeantes" et dessinent de faux synclinaux. Cette attitude, mise en évidence dans la région d'Oliva, est due à un antiforme de deuxième phase dont la zone de charnière se trouve entre Jerez et Oliva. Elle est confirmée par de nombreux plis mineurs, visibles dans le

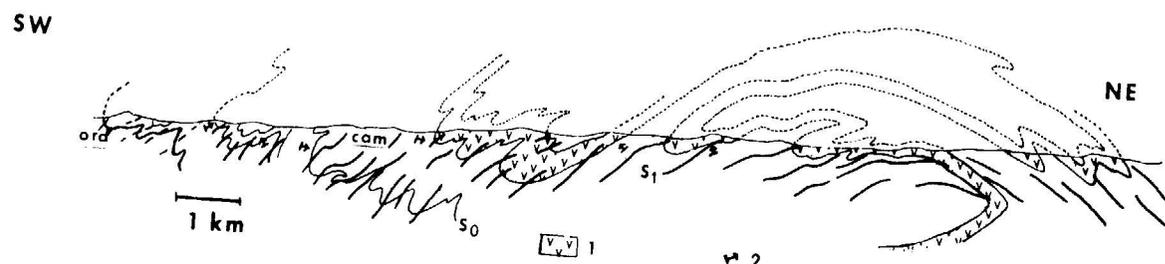


Figure 4

Coupes des têtes plongeantes au Sud d'Oliva de la Frontera (détail de la coupe aa').
Cam.—Cambrien moyen à supérieur.
Ord.—Ordovicien.
1.—Spilites du Cambrien supérieur.
2.—Polarité.

couchés vers l'W SW dont le flanc inverse, marqué par le niveau des spilites du Cambrien, atteint une flèche de 9 à 10 km (fig. 3 a'). Il se suit en direction du NW jusque dans la région d'Alconchel grâce au niveau des volcanites basiques sous lequel, en position stratigraphique inverse, se trouvent des schistes psammitiques violets et noirs attribuables à

flanc normal au SW d'Oliva (fig. 4), dans lesquels des critères de polarité de diverses sortes nous ont permis de prouver que les structures de la phase I sont déversées vers l'W SW. Le déversement étant connu, les relations stratification-schistosité impliquent une attitude en "têtes plongeantes" des charnières anticlinales.

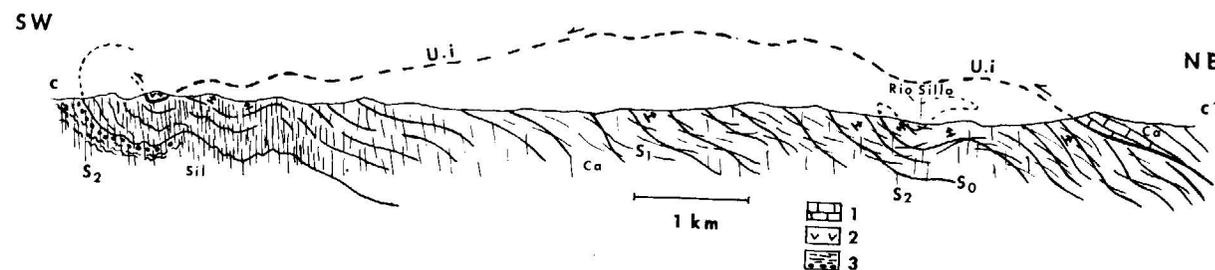


Figure 5

Flanc inverse de phase I rabotté par la nappe et replissé par la 2^e phase. On note le passage de S_1 primaire de flux à S_2 primaire de flux

1.—Calcaires du Cambrien inférieur.
2.—Spilites du Cambrien supérieur.
3.—Silurien avec conglomérat basal.
U.i.—Unité inférieure.
Ca.—Cambrien moyen.
Sil.—Silurien.

l'Ordovicien (fig. 3 bb'). Cette polarité inverse a été confirmée, en particulier entre Alconchel et Villanueva del Fresno par de nombreux critères sédimentologiques. Le flanc inverse mis en évidence était sub-horizontale à l'origine et d'ampleur décakilométrique.

D'autres plis couchés d'échelle importante se rencontrent dans le secteur d'Encinasola où le Silurien plonge au NE sous le Cambro-Ordovicien. Ces séries deviennent progressivement sub-horizontales vers l'E NE tout en restant à l'envers.

— Dans la partie plus occidentale de cette bande (zone externe), le style des plis de phase I change progressivement. On passe assez rapidement à des plis à plans axiaux raides, parfois replissés par la phase II, dont les meilleurs exemples se rencontrent dans le secteur Barrancos-Valencia del Monbuey. De même, indépendamment du facteur lithologique, le taux d'épaississement dans les charnières diminue de la zone interne vers la zone externe.

b) La schistosité:

La schistosité primaire de phase I (S_1) montre une évolution comparable à celle des plis.

Dans le Précambrien au SE de Jerez, qui représente la partie la plus interne des grands anticlinaux couchés, S_1 qui est à la limite du flux et de la foliation est accompagnée d'un métamorphisme du début de la mésozone. Elle est essentiellement marquée par des micas (muscovite, biotite) syntectoniques allongés dans les plans de schistosité et par un début de litage tectonique.

Plus à l'Ouest, S_1 est du type flux. Elle est accompagnée d'un métamorphisme épizonal à muscovite séricite-chlorite dans les pélites du Cambrien moyen, d'autant moins intense qu'on s'approche de la zone externe.

En front des plis couchés les plus externes, S_1 n'apparaît que très localement dans des charnières; elle est alors du type fracture bien développée. On est à proximité du front supérieur de S_1 . Le métamorphisme est alors anchizonal.

Enfin, dans la zone des plis raides, le plissement s'est fait au-dessus du front supérieur de la schistosité S_1 .

c) Les linéations (L_1):

Les linéations de la phase I se répartissent en deux groupes.

Le premier dépend de la géométrie des plis I. Il est constitué par les axes de microplis et par les linéations d'intersection S_0/S_1 qui sont par construction parallèles aux axes B_1 . Leur étude systématique nous a permis de démontrer que la direction de la phase I était en moyenne N NW-S SE et qu'elle subissait dans la partie méridionale une virgation pour devenir proche de EW (19).

Le deuxième ne dépend plus que de l'orientation des directions d'allongement et de raccourcissement. Il comprend les linéations d'allongement et les linéations minérales. Quoique les mesures aient porté

sur un nombre restreint d'individus, elles indiquent que la direction principale d'allongement était, au cours de la première phase, parallèle à la direction des axes de plis. Cet allongement parallèle à B_1 est très probablement dû, à l'échelle de la région, à la présence d'une virgation originelle des plis à déversement divergent, comme cela a pu être décrit dans d'autres régions de la Péninsule (13).

2. MISE EN PLACE DE NAPPES:

Comme l'avait signalé J. P. BARD dès 1965 (1), la première phase de plissement est suivie dans cette région, par la mise en place de recouvrements anormaux. Pour cet auteur, ils étaient répartis dans trois ensembles:

- le recouvrement anormal de Cañaverál;
- la klippe de Monjuana;
- la klippe de Fuentes de León;

appartenant à la même unité tectonique: la nappe de Cañaverál.

Nous avons pu montrer qu'il s'agissait là d'une unité supérieure reposant au moins en partie sur une unité inférieure charriée (fig. 6) qui se suit de Cumbres de San Bartolomé jusque très au Nord de Fregenal (fig. 2). Cette unité inférieure comprend la plupart des terrains cambriens, depuis les calcaires jusqu'aux spilites. Trois faits importants sont à considérer:

— Le déplacement de la masse allochtone s'est accompagné d'un rabotage basal intense responsable de la disparition des calcaires vers le SW.

— Le Cambrien moyen grésopélitique et les calcaires de base de la partie occidentale de la nappe, affectés d'une schistosité S_1 de flux sont à l'envers (fig. 5). Ce flanc inverse peut être suivi de façon continue jusqu'à l'Ouest d'Encinasola.

— Le contact de base, qui était plat à l'origine, a été fortement plissé par la deuxième phase de plissement.

Il s'agit donc d'une nappe cisillante dont la mise en place s'est faite entre les deux phases de plissement. Ces caractères sont comparables à ceux de l'unité supérieure, si ce n'est que l'unité inférieure a une ampleur nettement plus grande. L'ensemble des arguments conduit en effet à admettre un recouvrement anormal initial de l'ordre de 15 km avec un sens de déplacement du NE vers le SW.

La zone de racine des deux unités allochtones est représentée par un chevauchement majeur qui se

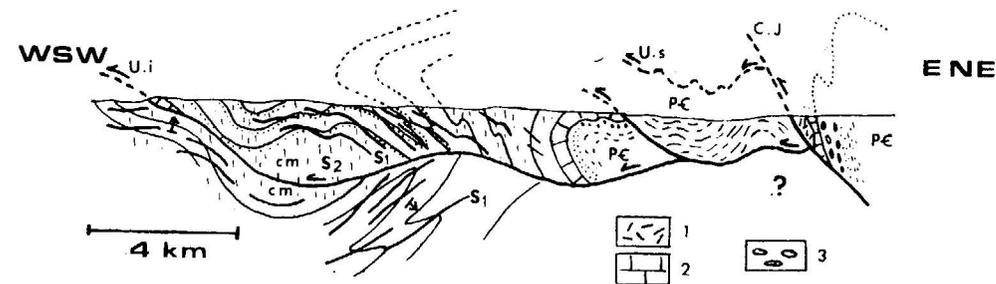


Figure 6

Coupe schématique à travers les nappes au Sud d'Higuera la Real.

- U.i.—Unité inférieure.
 U.s.—Unité supérieure.
 C.J.—Chevauchement de Juromenha-Jerez.
 Cm.—Cambrien moyen.
 PC.—Précambrien.
 1.—Gabbros.
 2.—Calcaire Cambrien inférieur.
 3.—Porphyroïdes de Bodonal.

continue vers le NW jusqu'au Portugal (chevauchement de Juromenha) (fig. 3-5-6) où sa flèche mesurable atteint 10 Km. Cet accident qui a dû jouer dès la fin de la première phase, a fonctionné au cours ou après la 2e, entraînant le chevauchement du flanc SW de l'anticlinorium de Burguillos sur le synforme qui devait lui faire suite, ainsi qu'à l'Est de Fregenal sur la limite orientale de la nappe (fig. 6).

3. LA DEUXIÈME PHASE DE PLISSEMENT :

Après la mise en place des recouvrements anormaux, la région a été soumise à une phase de serrage suffisamment intense pour donner dans tout le Sud de la Péninsule les structures cartographiques les plus évidentes et une schistosité S_2 qui est bien souvent la seule visible.

Dans le secteur étudié, les grandes structures de la deuxième phase sont, d'Est en Ouest :

— l'anticlinorium de Burguillos dont le flanc occidental est chevauchant vers le SW sur du Cambrien moyen.

— un antiforme à axe plongeant au SE dont la zone de charnière est située entre Jerez de los Caballeros et Oliva. Il se suit vers le Nord jusqu'à l'Ouest

d'Alconchel où il plonge faiblement au NW. Ce pli reprend les anticlinaux couchés de la première phase, surimposant aux fermetures une attitude en "têtes plongeantes".

— dans la région d'Encinasola vient ensuite un synforme qui affecte lui aussi des plis couchés de première phase.

La deuxième phase de plissement est toujours accompagnée d'une schistosité variable suivant :

- l'intensité de la déformation ;
- la nature lithologique des séries affectées ;
- la présence ou l'absence d'une schistosité primaire S_1 .

Dans les zones à schistosité S_1 de flux, S_2 peut être soit une schistosité de crénulation, soit une schistosité de "strain slip" suivant l'intensité de la déformation. Elle est généralement accompagnée d'une schistosité de fracture dans les bancs les plus compétents (grès, calcaires, spilites). Dans les zones plissées au-dessus du front de S_1 , S_2 est du type fracture pour passer vers l'Ouest (en particulier au Portugal) à une schistosité de flux débutante. Dans la partie occidentale de la région étudiée, on a donc passage d'une schistosité primaire S_1 de flux à une schistosité primaire S_2 de flux.

4. LES PHASES TARDIVES :

Il est possible de mettre en évidence une troisième phase de plissement dont les rapports avec les massifs intrusifs tardi-hercyniens ne sont pas clairs pour l'instant. Elle est représentée par des ondulations à grand rayon de courbure et par de petits plis d'axe NE-SW souvent accompagnés d'une crénulation qui affecte les plans de la schistosité S_2 .

D'autre part, la région a été soumise à un épisode de tectonique cassante se traduisant par des décrochements W. NW-E. SE à NW-SE sénestres. Dans les zones où le débit principal des roches est une schistosité de flux sub-v verticale de direction proche de NW-SE, le déplacement des blocs s'est fait de façon préférentielle le long des plans de schistosité. Les miroirs de failles montrent plusieurs jeux en décrochements et un épisode plus tardif en faille normale.

IV. MAGMATISME

Il fait l'objet d'une étude détaillée entreprise par J. PONS. Nous nous contenterons de présenter ici quelques traits généraux.

Il est possible de distinguer deux grands groupes d'intrusions suivant l'époque de leur mise en place (15).

a) Le magmatisme pré-hercynien :

Plusieurs intrusions doivent être rangées dans ce groupe. Ce sont :

- Les orthogneiss alcalins à peralcalins affleurant dans le Précambrien métamorphique au SE de Jerez de los Caballeros.
- Les orthogneiss de Barcarota (fig. 2).
- Les porphyroïdes de la limite Précambrien Cambrien du flanc SW de l'anticlinorium de Burguillos.
- Une partie des intrusions basiques contemporaines des coulées spilitiques du Cambrien supérieur.

b) Le magmatisme post-hercynien :

Il est essentiellement représenté par les massifs de granodiorites de Jerez et du barrage de Valungo et plus à l'Est, par celui de Burguillos. Ces massifs se sont mis en place après les deux phases principales de plissement, mais avant la phase de décrochement. Ils sont accompagnés d'un métamorphisme de contact spatialement limité et sont à l'origine de minéralisations, en particulier lorsqu'ils se sont mis en place dans ou à proximité des calcaires cambriens.

Toutefois, une partie des minéralisations a été remobilisée lors de l'épisode de tectonique cassante en décrochement.

V. CONCLUSION

La bande Alconchel-Fregenal de la Sierra constitue une zone structurale caractérisée par :

— une première phase de plissement représenté par de grands anticlinaux couchés vers l'W SW, synschisteux, synmétamorphiques, d'ampleur déca-kilométrique, dans la partie interne. Une attitude en tête plongeante leur a été surimposée par la deuxième phase de plissement. Dans la partie externe, les plis de la première phase sont beaucoup plus raides et ne sont pas accompagnés de schistosité. Le développement au cours de cette phase de gradients de déformation et de métamorphisme particulièrement forts et l'absence de la schistosité S_1 en front des grands plis couchés pourraient être liés à la présence d'une anomalie thermique crustale positive qui aurait favorisé la genèse des structures bien particulières de cette bande.

— Un épisode de mise en place de nappes cisailantes, d'un style inhabituel pour la chaîne hercynienne ibérique, qui se répartissent en deux unités superposées. La zone de racine de ces nappes est représentée par un chevauchement majeur dont la flèche évaluée au Portugal est au minimum de 10 Km. Cet accident a joué au cours de la 2e phase de plissement, faisant chevaucher le flanc occidental de l'anticlinorium de Burguillos sur les terrains du Cambrien moyen. Le déplacement tangentiel des terrains allochtones peut être évalué à 15 Km au minimum.

— Une phase de serrage qui a donné à toutes les échelles des plis à plan axial sub-vertical, accompagnés d'une schistosité qui peut aller de la simple fracture à une schistosité de flux débutante dans les régions plissées au-dessus du front supérieur de la schistosité S_1 .

Ces données nouvelles permettent de définir une zone caractérisée par des déplacements tangentiels de grande ampleur, de forts gradients de métamorphisme et de déformation. Toutefois, elles s'intègrent parfaitement dans l'évolution géotectonique de la chaîne hercynienne ibérique telle qu'elle a été envisagée dans des travaux récents en tenant compte des données de la tectonique des plaques (4, 6, 7).

BIBLIOGRAPHIE (*)

- J. P. BARD: *Introduction à la géologie de la chaîne hercynienne dans la Sierra Morena occidentale (Espagne). Hypothèses sur les caractères de l'évolution géotectonique de cette chaîne.* "Rev. Géogr. Phys", VII, pp. 323-337 (1965).
- J. P. BARD: *Sur la structure en coussins des volcanites basiques de la région de Cumbres Mayores (Huelva, Espagne).* "Bull. Soc. Géol. France", t. VII, pp. 80-84 (1965).
- J. P. BARD: *Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne). Sa place dans le segment hercynien sud-ibérique.* "Thèse Fac. Sci. Montpellier", 398 pp. (1969).
- J. P. BARD: *Sur l'alternance de zones métamorphiques et granitiques dans le segment sud-ibérique; comparaison de la variabilité des caractères géotectoniques de ces zones avec les orogénèses "orthotectoniques".* "Bol. Géol. y Min. España", t. XXX II III IV, pp. 321-345 (1971).
- J. P. BARD, Y. BLADIER, P. LAURENT & P. MATTE: *Données préliminaires sur l'extension et les caractères de la ceinture métamorphique de Badajoz - Cordoue (Sierra Morena Occidentale, Espagne).* "Réun. Ann. Sciences Terre", París (1973).
- J. P. BARD, R. CAPDEVILA & P. MATTE: *La structure de la chaîne hercynienne de la Meseta ibérique. Histoire structurale du Golfe de Gascogne, t. I, p. 1.4.1-1.4.48.* Ed. Technip (1971).
- J. P. BARD, R. CAPDEVILA, P. MATTE & A. RIBEIRO: *Geotectonic model for the Iberian variscan orogen.* "Nature", vol. 241, pp. 50-52 (1973).
- T. FEBREL MOLINERO: *Facies estructurales en la hoja número 875, Jerez de los Caballeros (Badajoz, España).* "Est. Geol", vol. XXVI, pp. 209-217 (1970).
- W. FRICKE: *Die geologie des Grenzgebietes zwischen nordöstlichen Sierra Morena und Extremadura.* "Dissertation", Berlín (1941).
- F. LOTZE: *Hallazgo de trilobites cambrianos en las provincias de Huelva, Badajoz y Sevilla.* "An. Soc. Esp. Prog. Cient.", IV, 3, p. á22 (1939).
- F. LOTZE: *Präkambrium Spaniens.* "Zbl. Geol. Pal.", Teil I, 5, pp. 989-1006 (1966).
- F. LOTZE: *Kambrium Spaniens.* "Zbl. Geol. Pal.", Teil I, 6, pp. 1206-1227 (1966).
- P. MATTE & A. RIBEIRO: *Les relations entre les directions d'allongement maximum et les directions de plissement sous le front de schistosité dans les virgations de Galice et de Castille (Chaîne hercynienne ibérique).* Réun. Ann. Sciences Terre, París (1973).
- NERY DELGADO: *Contribuição para o estudo dos terrenos paleozoicos.* "Commun. Serv. Geol. Portugal", VI, pp. 52-122 (1907).
- H. PRIEM, N. BOELRIJK, R. VERSCHURE, E. REBEDA & E. VERDURNEN: *Dating events of an plutonism through the Paleozoic of the Western Iberian Peninsula* "Ecloga Geol. Helvetiae", 63, 1, pp. 255-274 (1970).
- R. SCHNEIDER: *Das Paläozoikum im Westteil des Sierra Morena (Spanien).* "Z. Dtsch. Geol. Ges.", 103, pp. 134-135 (1951).
- O. SUHR: *Stratigraphie, magmatismus und tektonik im Süden der Province Badajoz (Spanien).* "Dissert. Math. Naturwissensch. Fak. Wilhelms Univ. Munster, n. 35, pp. 46-47 (1966).
- C. TEXEIRA: *Les terrains ante-Ordoviciens Portugais.* "Com. Serv. Geol. Portugal", t. LIII, pp. 157-164 (1969).
- A. VAUCHEZ: *Etude tectonique et microtectonique d'un secteur de la chaîne hercynienne sud-ibérique: les nappes et plis couchés de la région de Fregenal-Oliva de la Frontera.* Thèse de 3^e cycle, Montpellier (1974).
- A. YAGÜE & SÁNCHEZ CELA: *Origen de las rocas básicas de los alrededores de Burguillos del Cerro (Badajoz).* "Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.", 70, pp. 139-151 (1972).

(*) Ces références sont numérotées de 1 à 20 dans le texte.

Recibido: Julio de 1974.



Las series anteordovícicas del Sistema Central

Por R. CAPOTE (*) y M.^a J. FERNANDEZ CASALS (*)

RESUMEN

En este trabajo se pasa revista a las formaciones anteordovícicas que afloran en diversas áreas del Sistema Central. Se trata de establecer un esquema estratigráfico general, por lo que tales formaciones se correlacionan entre sí y con otras semejantes de Salamanca y Zamora.

ABSTRACT

On described several pre-Ordovician formations in the Central System (Spain). The most probable correlations between them and with others outcropping in Salamanca and Zamora are established.

I. INTRODUCCION.

La estratigrafía del zócalo del Sistema Central se conoce relativamente bien en la actualidad para las formaciones que comprenden el Ordovícico, Silúscico y parte del Devónico (SOMMER, 1965; SCHÄFER, 1969; CARLS, 1969; BULTYNCK y SOERS, 1971; HAMMANN y SCHMIDT, 1972, y SOERS, 1972). Por el contrario, no se dispone de una seriación litológica válida para todo el Sistema Central de las series anteriores al Ordovícico, y tampoco existe acuerdo respecto al posible significado y a la edad de las mismas.

Se pretende en este trabajo, mediante la utilización de los datos obtenidos por los propios autores y de los contenidos en la bibliografía de los últimos años, establecer un esquema interpretativo de las series anteordovícicas del Sistema Central que sea correlacionable con el obtenido en otros sectores del Macizo Hespérico.

II. DESCRIPCION DE LAS SERIES.

Dado que las series anteordovícicas del Sistema Central presentan algunas características diferentes de Este a Oeste, en el presente trabajo se ana-

lizarán primero separadamente las series de diversas áreas representativas (fig. 1) para después establecer sus correlaciones.

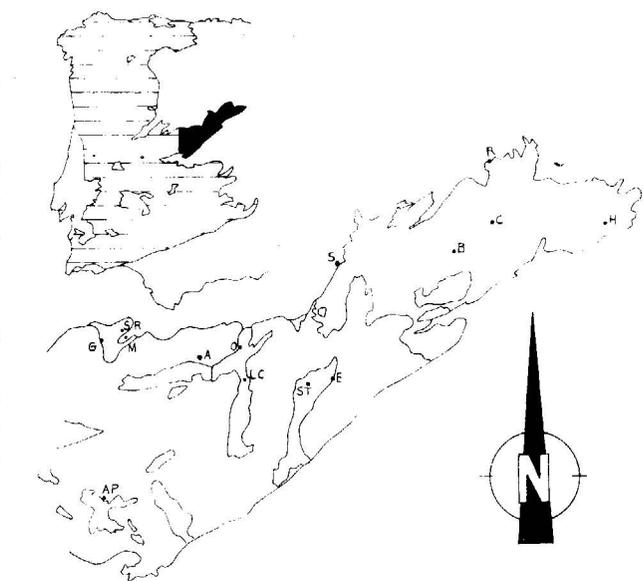


Figura 1

Situación dentro del Sistema Central de las localidades mencionadas en el texto. A: Avila; AP: Arenas de San Pedro; B: Buitrago del Lozoya; C: El Cardoso de la Sierra; E: San Lorenzo de El Escorial; G: Gallegos de Sobrinos; H: Hiendelaencina; LC: La Cañaña; M: Múnico; O: Ojos Albos; R: Riaza; S: Segovia; SR: Solana de Rioalmar; ST: Santa María de la Alameda.

(*) Cátedra de Geodinámica Interna, Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

II.1. REGIÓN DE HIENDELAENCINA.

Por ser este sector oriental del Sistema Central donde se encuentran las series paleozoicas fosilíferas, ha sido siempre el más estudiado desde el punto de vista estratigráfico, siendo los autores que se han ocupado de las series anteordovícicas de esta región LOTZE, 1929; SCHRÖDER, 1930; PARGA et al., 1964; SOMMER, 1965; SCHÄFER, 1969; SÁNCHEZ DE LA FUENTE et al., 1971; SOERS, 1972, y NAVIDAD, 1975.

Por debajo de la Cuarcita Ordovícica se han distinguido dos conjuntos, uno gneísico, el *Complejo de Hiendelaencina* (SCHÄFER, 1969), y otro, principalmente samítico-pelítico, la *Formación del Bornova* (SOERS, 1972), equivalente esta última a los Esquistos de Constante de SCHÄFER.

Este último autor distingue dentro del *Complejo de Hiendelaencina* las siguientes formaciones de muro a techo:

— *Gneis Antoñita*.—Es un conjunto constituido fundamentalmente por "augen-flaser gneis" entre los que se intercalan algunas delgadas capas de gneises cuarzofeldespáticos. SCHÄFER considera que esta serie deriva posiblemente de un conjunto principalmente volcánicos con intercalaciones sedimentarias, mientras que NAVIDAD (1975) lo supone derivado de rocas de naturaleza arcósica.

— *Serie de límite ("Grenz-Serie")*.—La constituyen 25 a 30 metros de cuarcitas, micaesquitos con estauroлита y granate y algunas rocas de silicatos cálcicos. La serie premetamórfica sería un conjunto sedimentario de areniscas, pizarras arcillosas y margas.

— *Serie de Hiendelaencina*.—Está formada principalmente por augengneises gruesos y gneises porfiroides de grano fino, además de diversos niveles cuarcíticos, más o menos feldespáticos.

Esta serie con porfiroides fue considerada equivalente al "Ollo de Sapo" de Galicia por PARGA PONDAL, et al (1964) e interpretada como derivada de un conjunto volcano-sedimentario ácido. SCHÄFER encuentra datos que le permiten también reconocer el mismo origen, con ignimbritas riolíticas, tobas y samitas cuarcíticas entre las rocas originales.

La *Formación del Bornova*, interpuesta entre el *Complejo de Hiendelaencina* y la cuarcita ordovícica, es dividida por SOERS (1972) en dos miembros:

— *Capas microconglomeráticas de la base* (Miembro Bol), constituidas por microconglomerados, con clastos de cuarzos azulados corroídos ("cuarzos riolíticos") y feldespatos, alternando con cuarcitas sericíticas y metaarcosas. Su espesor es muy variable, entre 0 y 100 metros, disminuyendo en conjunto de Este a Oeste. La facies de los microconglomerados Bol es muy parecida a la de algunos gneises porfiroides finos de la serie de Hiendelaencina, hecho que podría explicar la discrepancia entre las cartografías de SCHÄFER y SOERS en el área de La Constante, donde SOERS da como perteneciente al miembro Bol parte de lo que SCHÄFER cartografía como Serie de Hiendelaencina.

— *Capas esquistosarenosas* (Miembro Bo2), integradas por varios cientos de metros de capas cuarcíticas y esquistosas que alternan rítmicamente. SOERS cita hacia el techo, en la localidad de Semillas, la presencia de *Cruziana furcifera*, d'Orb.

Entre el Complejo de Hiendelaencina y la Formación del Bornova ha quedado bien establecida la existencia de un período erosivo marcado por la presencia en los microconglomerados Bol de clastos de cuarzo azulado y feldespato que deben provenir de la erosión de los gneises infrayacentes, en los que son constituyentes característicos.

II.2. REGIÓN DE BUITRAGO DEL LOZOYA.

En la región de Buitrago del Lozoya es precisamente donde se ve el tránsito entre las formaciones meso y catazonales anteordovícicas y el Paleozoico epizonal del Sector oriental, ya mencionado.

Además de nuestros propios trabajos (FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE, 1970 y 1971; FERNÁNDEZ CASALS, 1974) se localizan en este sector los de FEBREL, FÚSTER y DE PEDRO, 1958; FÚSTER y FEBREL, 1959; una parte del de SCHÄFER, 1969; FÚSTER y GARCÍA CACHO, 1970; GARCÍA CACHO, 1973, y BISCHOFF et al., 1973, por lo que son abundantes los datos referentes a la estratigrafía preordovícica.

Ya en 1970 dividíamos las series anteordovícicas de la región de Buitrago en dos conjuntos: uno, inferior, constituido principalmente por augengneises, al que denominábamos "Gneises de La Morcuera", y otro, superior, formado por gneises bandeados, metasamitas y paraanfíbolitas, al que hemos llamado recientemente "Formación Buitrago" (FERNÁNDEZ CASALS, 1974).

Gneises de La Morcuera.

Alcanzan su mayor extensión de afloramiento en las sierras que flanquean la fosa tectónica de El Paular y dentro de ellos pueden reconocerse dos miembros estratigráficos:

— *Miembro inferior* (M₁).— Está formado por gneises oculares gruesos, con "augen" de feldespato potásico rodeados por una mesostasis cuyos componentes minerales principales son cuarzo, feldespatos, biotita y sillimanita. Contienen xenolitos de rocas microgranudas básicas y de metasamitas (FERNÁNDEZ CASALS, 1974), así como algunas delgadas bandas de gneis leucocrato de tendencia granoblástica.

El carácter heredado, aunque más o menos transformado, de los augen feldespáticos y de muchos cristales de cuarzo y plagioclasa, la presentación masiva y homogénea de estas rocas sin que nunca se vea el muro de la formación, la existencia de xenolitos y otros caracteres petrográficos nos movieron a emitir la hipótesis de que estas rocas fueran derivadas del metamorfismo de granitos porfíricos (FERNÁNDEZ CASALS, 1974), conclusión a la que, independientemente, llegan también BISCHOFF et al. (1973) para sus "Gneises de Lozoya-Somosierra". Fueron representadas en un diagrama de GUITARD las relaciones Si, Na+K+Ca, Fe+Mg+Mn (GUITARD, 1970), obtenidas de varias muestras de gneises de La Morcuera, entre otros, resultando para ellos composiciones químicas compatibles con un origen a partir de rocas magmáticas (FERNÁNDEZ CASALS, 1974).

— *Miembro superior* (M₂).—Lo constituye una alternancia de gneises porfiroides finos, gneises pelíticos bandeados y algunos gneises oculares gruesos, con un espesor total que varía entre 0 y 300 metros. En los gneises porfiroides finos se encuentran cristales proterógenos de feldespato potásico y cuarzo, algunos claramente magmáticos, con golfos y pozos de corrosión, lo que prueba una participación volcánica en este miembro superior. Se trata, pues, de una serie de origen híbrido, formada por materiales sedimentarios arcillosos y detríticos gruesos cuarzofeldespáticos, así como posiblemente tobas volcánicas ácidas, constituyendo el conjunto una envoltura discontinua de los gneises oculares gruesos del miembro M₁. Estas relaciones entre M₁ y M₂, así como la litología premetamórfica de ambos tipos de gneises nos mueven a suponer un período erosivo entre ellos (FERNÁNDEZ CASALS, 1975).

Formación Buitrago.

El miembro M₂ de los Gneises de La Morcuera da paso hacia arriba a un conjunto litológicamente muy variado, sobre el que se apoya el Ordovícico, y que, denominado por FERNÁNDEZ CASALS (1974) "Formación Buitrago", corresponde esencialmente a la "Serie de Metasedimentos" más las "Capas de Constante" del área cartografiada por BISCHOFF et al. (1973).

Dentro de esta formación podemos separar, de muro a techo, los siguientes miembros estratigráficos (FERNÁNDEZ CASALS, 1975), los cuales se suceden en la horizontal de Oeste a Este.

— *Miembro B₁*.—Son paragneises bandeados biotíticos y sillimaníticos, derivados de pelitas, entre los que se intercalan delgadas capas de gneises leucocratos cuarzofeldespáticos, correspondientes a metasamitas, y abundantes bancos, en ocasiones relativamente potentes, de paraanfíbolitas, rocas de silicatos cálcicos y localmente calizas. Estos bancos aparecen de forma muy discontinua, debidos al intenso estiramiento tectónico sufrido por las capas, llegando en muchos casos a encontrarse sólo como pequeños lentejones ("galets tectoniques") concordantes con la foliación del gneis. Todo este miembro está fuertemente migmatizado, con abundantes neosomas leucograníticos que dan lugar a facies concordantes con estructuras flebíticas, estromatíticas, surreíticas, también localmente oftalmíticas, y facies discordantes con estructuras tipo schollen y dictioníticas. En algunas áreas la migmatización es tan intensa que da lugar a cuerpos anatexíticos con estructuras nebulíticas y schlieren de composición leucogranítica, estando foliadas y concordantes con el gneis biotítico, de tal manera que constituyen en realidad verdaderos macizos de granitoides catazonales en el sentido de Buddington (1959) y sincinemáticos respecto de la segunda fase de plegamiento en esta región.

— *Miembro B₂*.—Está constituido por una sucesión de gneises pelíticos muy micáceos y micacitas de dos micas y grano grueso, que, en su mitad inferior, contienen gran cantidad de capas intercaladas en forma rítmica de metasamitas feldespáticas, mientras que hacia el techo pasa a estar formado predominantemente por micacitas con sólo alguna intercalación de anfíbolitas. En este miembro B₂ se encuentran abundantes cuerpos lenticulares de neosomas pegmatoides concordantes con la foliación que, a diferencia de los neosomas del miembro B₁,

formados "in situ", como indica la presencia de melanosomas en sus bordes, parecen estar inyectados.

— *Miembro B₃* ("Gneis de Berzosa"). — Alcanza su máxima extensión de afloramiento en los alrededores del pueblo de Berzosa del Lozoya, donde está integrado por augengneises con megacristales de 5 centímetros de diámetro medio, asociado gneises porfiloides finos, gneises muy leucócratos y algunos gneises pelíticos bandeados. Hacia el norte este miembro se adelgaza y enlaza con el Gneis de Riaza-Nazaret, de GARCÍA CACHO (1973). La presencia de cristales de fedelpato potásico fuera de la zona donde este mineral fue estable en el metamorfismo hercínico (GARCÍA CACHO, 1973; FÚSTER et al., 1974), las relaciones texturales de estos cristales y muchos de cuarzo, tanto en los augengneises como en los porfiroides finos, y las composiciones químicas de los mismos, que se sitúan en el campo de las ortorocas en el diagrama de GUITARD, permiten reconocer en la litología premetamórfica de estos gneises, además de pelitas, rocas ígneas ácidas. En principio (FERNÁNDEZ CASALS, 1974), consideramos este gneis como equivalente al de La Morcuera, debido a sus evidentes semejanzas, pero, en la actualidad, dado su diseño cartográfico y las diferencias entre las series situadas inmediatamente por encima y por debajo del mismo (mayor abundancia y potencia de anfibolitas e incluso presencia de calizas en las formaciones inferiores), nos parece indudable su carácter interestratificado en la formación Buitrago.

— *Miembro B₄*. — Se trata de un tramo fundamentalmente pelítico, constituido por micaesquistos con estauroilita y granate, con sólo algún nivel delgado de metasamitas intercalado.

— *Miembro B₅*. — Situado inmediatamente por debajo del Ordovícico Inferior, tiene de nuevo un carácter más clástico, al estar formado por micaesquistos con moscovita dominante y capas de cuarcitas, más abundantes estas últimas en la parte inferior. Entre las pelitas se encuentran a veces "boudins" frágiles, de forma peralelepipedica, constituidos por rocas de silicatos cálcicos, unas veces epidotitas granudas finas y de color gris oscuro en superficie y otras cuarzofibolitas granatíferas de color gris verdoso, cuyos cristales aciculares de anfíbol aparecen unas veces orientados y otras dispuestos al azar.

La seriación a la que nos acabamos de referir es la que se encuentra al sur de Montejo de la Sierra.

Algo más al Norte aflora, entre las rocas de los miembros B₄ y B₅, una formación a la que SCHÄFER (1969) llama "Complejo de El Cardoso", de la que forman parte unos gneises microglandures finos con cristales protegénos de cuarzo azulado y plagioclasa (SCHÄFER cita también fedelpato alcalino no así GARCÍA CACHO, 1973). Estos gneises, que contienen también xenolitos e inclusiones de samitas, provienen del metamorfismo de rocas volcánicas ácidas.

Acompañando a estos gneises se encuentran en el "Complejo de El Cardoso" unos esquistos, cuarcitas e intercalaciones de anfibolitas a las que SCHÄFER considera ortoderivadas, si bien GARCÍA CACHO supone que son paraderivadas.

Los caracteres petrográficos del Gneis de El Cardoso son muy diferentes de los del Gneis de Berzosa-Riaza-Nazaret, por lo que, en principio, no parece probable un paso lateral entre ambos, que, por otra parte, la cartografía no da. Como GARCÍA CACHO (1973), pensamos que el Gneis de El Cardoso ocupa una posición estratigráfica ligeramente superior.

II.3. REGIÓN DE EL ESCORIAL.

Entre las localidades de Guadarrama y Villa del Prado se extiende un largo y estrecho afloramiento de rocas metamórficas, que ha sido recientemente estudiado por M. PEINADO (1973). Desde Robledo de Chavela hacia el sur del afloramiento, la serie preordovícica es continua y consta, según este autor, de muro a techo de los siguientes conjuntos:

— Gneis glandular con "augen" de feldespato potásico e intercalaciones de gneises leucocráticos poco micáceos (leptitas) y gneises biotíticos no glandulares.

— Conjunto fundamentalmente de pelitas y samitas, de unos 800 metros de espesor, compuesto en la base por gneises bandeados migmatizados (en facies arteríticas y agmatíticas) que pasan hacia arriba a gneises plagioclásicos y, finalmente, a esquistos. En el conjunto pelítico se encuentran, además de los niveles cuarcíticos, otros de anfibolitas y un paquete de unos 20 a 40 metros de calizas y dolomías con niveles de rocas de silicatos cálcicos.

Hacia el norte de los augengneises ya mencionados van apareciendo, sucesivamente, las siguientes formaciones:

— Una banda arqueada y con la concavidad hacia el Norte, de gneises féimicos miloníticos, a los

que se asocia una serie calcárea de 70 metros de espesor aparente.

— Augengneises.

— Otra banda de los mismos gneises féimicos miloníticos con calizas que, hacia el Este y Oeste, se incurva y se cierra por el Norte, dando un afloramiento de forma groseramente ovalada.

— Un anillo de rocas granitoides, localmente con megacristales feldespáticos, asociadas a augengneises.

— Un tramo discontinuo de calizas, con un espesor máximo de 15 metros, dispuesto concéntricamente y hacia dentro del anillo precedente.

— Un afloramiento oval de gneises pelíticos laminares, con capas de samitas más o menos feldespáticas, en cuyo núcleo vuelven a encontrarse gneises oclares gruesos.

Después de discutir la posibilidad de que sean uno, dos o tres los tramos calcáreos de este sector septentrional y su equivalencia o no con el nivel carbonatado del Sur, PEINADO (1973) se decide por la existencia de dos tramos calcáreos no asimilables a las calizas del Sur. Según esto, por debajo de los augengneises ya mencionados, la serie continuaría hacia la base con los gneises féimicos con calizas, otros gneises oclares, un nuevo nivel calcáreo y, por último, como formación más baja, los gneises laminares que, según PEINADO, se transformarían hacia abajo en gneises oclares. En nuestra opinión, la estructura determina, en gran parte, la aparente complejidad estratigráfica, con repetición de tramos, del sector norte. La forma en domo de la estructura circular de Santa María de la Alameda viene condicionada, efectivamente (PEINADO, 1973), por la superposición de pliegues cruzados. Si la serie de gneises laminares con samitas y calizas del núcleo fuera equivalente a los gneises féimicos con calizas que se superponen a los augengneises, habría que pensar en la existencia de una ventana tectónica. Esta posibilidad es analizada y rechazada por PEINADO, al no poder enlazar las distintas formaciones mediante una estructura de *pliegues pénnicos acostados* y vergentes al Norte. Sin embargo, los gneises féimicos miloníticos sugieren cataclasis en zonas profundas, probablemente a lo largo de planos de corrimiento. Además de las dos bandas de gneis féimico milonítico cartografiadas por PEINADO, son muy visibles unos gneises del mismo tipo en el borde norte del afloramiento central de gneises laminares, cerca de la des-

viación de la carretera al pueblo de Santa María de la Alameda, así como una franja de milonitas y blastomilonitas en el borde sur del mismo núcleo, entre los kilómetros 2 y 2,500 de la carretera de la estación de ferrocarril de Santa María de la Alameda, tal como figuran dichos puntos kilométricos en el Mapa Topográfico 1:50.000 núm. 532.

La existencia de todos estos planos de corrimiento explicaría la superposición anormal, varias veces, de los gneises oclares sobre los gneises pelíticos con calizas y daría lugar a la desaparición de algunos términos estratigráficos en la serie plegada, al pasarse de una unidad de corrimiento a otra. Cada unidad de corrimiento llevaría en la base gneises oclares y encima pelitas y samitas con calizas, estando ambos conjuntos fuertemente milonitizados en los contactos con las unidades adyacentes. De acuerdo con PENADO, quien describe ampliamente el fenómeno de la milonitización, pensamos que ésta, y, por lo tanto los corrimientos, son aproximadamente de sincrónicos a tardíos con la foliación más visible de los gneises y desarrollados cuando una parte importante del metamorfismo se había ya realizado, aunque la cristalización metamórfica continuó todavía después.

Partiendo de estas ideas, de nuestras observaciones y de la cartografía de PEINADO (1973), se pueden reconocer varias unidades tectónicas superpuestas (figura 2), de las cuales la más alta es la meridional,

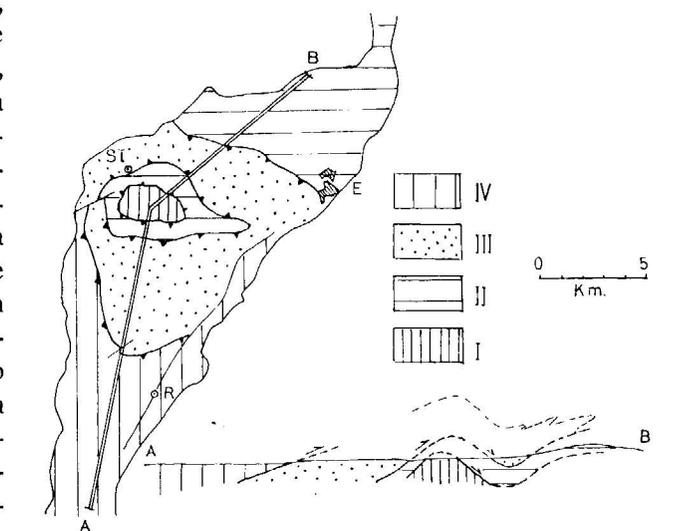


Figura 2

Esquema de la estructura tectónica de Santa María de la Alameda-El Escorial. Explicación en el texto. E: San Lorenzo de El Escorial; R: Robledo de Chavela; ST: Santa María de la Alameda.

precisamente aquella donde la serie es más completa, y la más baja es la que aflora en la ventana tectónica del núcleo de Santa María de la Alameda.

Esta unidad inferior (Unidad I de la figura 2) es el autóctono relativo visible y está integrada por augenises gruesos en la base, a los que se superpone un tramo de gneises oscuros de tendencia granoblástica, probablemente derivados de capas samíticas, y una sucesión de metapelitas y metasamitas con niveles carbonatados al techo.

La unidad inmediatamente superior (Unidad II, figura 2) se apoya sobre la que acabamos de describir mediante los gneises miloníticos y milonitas. Comportaría la siguiente sucesión estratigráfica:

— Gneises oclares muy homogéneos y deformados, con las glándulas fuertemente estiradas.

— Una serie compleja constituida por bandas alternantes de gneises oclares gruesos, gneises porfiróides finos, gneises biotíticos de grano muy fino y color gris y bancos de espesor variable de gneises leptiníticos. Esta serie es bien visible junto al Arroyo de los Sauces, en la carretera de Santa María de la Alameda a la estación, en los kilómetros 1 y 2.

— Gneises pelíticos, metasamitas y bancos carbonatados, a los que corresponden los mármoles blancos situados cerca del puente de la carretera sobre el río de La Aceña.

Coincidiendo con la base de esta unidad tectónica II se encuentran unas rocas granitoides con fenocristales feldespáticos, poco o nada orientadas, superpuestas tanto a los gneises granulares como a los bandeados férmicos. Son los gneises graníticos descritos por SAN MUGUEL DE LA CÁMARA y GARCÍA DE FIGUEROLA (1960) y PEINADO (1973). Su emplazamiento es tardío como demuestra su escasa orientación, contactos discordantes en detalle y el hecho de que muchos de los enclaves de gneises férmico que contienen estén afectados por pliegues de una fase posterior a la de la foliación principal.

La unidad III está formada principalmente por gneises oclares gruesos muy masivos y homogéneos y, en su parte alta, por los gneises férmicos con calizas de la banda arqueada más meridional. Probablemente los gneises oclares muy migmatíticos situados inmediatamente al Norte de Santa María de la Alameda y Robledondo pertenezcan a esta unidad cuyo frente septentrional podría estar en la banda de gneises y calizas del Puerto de Malagón y Arroyo de Tobar.

Finalmente, la unidad IV, la más meridional y alta, comprendería todas las formaciones situadas al Sur de Robledo de Chavela, siendo por tanto la más completa desde el punto de vista estratigráfico.

Se puede, pues, concluir que en esta región la serie anteordovícica está formada por gneises oclares en la base y, superpuesto a ellos, un único conjunto pelítico y samítico con calizas y rocas de silicatos. A su vez, dentro de los gneises oclares se pueden distinguir dos tipos:

— Gneises oclares gruesos masivos del tipo de los que extensamente afloran, como se ha mencionado, en la unidad tectónica III y que pueden ser asimilables a los gneises M_1 de la Morcuera.

— Gneises oclares gruesos y finos interestratificados entre sí y con otros tipos de gneises, leptiníticos, por ejemplo. Corresponden a los descritos anteriormente en la unidad tectónica II, al Norte de la estación de ferrocarril de Santa María de la Alameda. Son reconocibles en algunas capas criterios de polaridad, por disminución hacia el techo del tamaño de grano, y, en nuestra opinión, se encuentran situados por encima de los anteriores.

Utilizando los mismos criterios que en la serie de Hiendelaencina pensamos que esta serie estratificada procede de lavas ácidas porfiríticas y felsíticas, con tobos y quizá sedimentos samíticos.

Respecto a la serie pelítico-samítica queda por definir si existe sólo uno o si, por el contrario, son dos los tramos carbonatados, uno más bajo que aflora al Norte y más próximo al gneis oclar y otro, más alto, correspondiente al oflorante en la mitad meridional. Por nuestra parte, creemos que la estructura es compatible con la posibilidad de un único tramo carbonatado.

II.4. REGIÓN DE AVILA

También en la región de Avila la serie anteordovícica más baja, aflorante en el área de La Cañada, está formada principalmente por gneises oclares o augengneises, muy semejantes a los de la región de El Escorial. Hacia la parte inferior los augengneises son masivos, muy homogéneos, sin estratificación aparente y hasta con algún raro xenolito microgranudo oscuro (CAPOTE, 1972 y 1973). En el techo abundan las intercalaciones leptiníticas de diversos tipos e incluso un par de "septos" de gneis bandeado que confieren al conjunto un cierto aspecto es-



tratificado (CAPOTE, 1972). Una interpretación similar a la de las áreas de El Escorial y Buitrago puede ser aplicada al gneis de La Cañada: Sobre un ortogneis derivado de granitos porfíricos se situaría una serie estratificada volcansedimentaria ácida. Tres tipos de leptinitas intercaladas en el conjunto son visibles, unas derivadas de pegmatitas con turmalina, otras de aplitas y otras de lavas ácidas felsíticas.

Sobre los augengneises se encuentra, hacia el Sur de La Cañada, una serie metasedimentaria constituida por gneises biotíticos, gneises de dos micas, esquistos, cuarcitas y rocas de silicatos cálcicos. Esta serie aflora también en Ojos Albos, donde contiene paquetes discontinuos de calizas grises con lechos intercalados de silicatos cálcicos. En el límite occidental de la provincia de Avila aflora un conjunto equivalente inmediatamente al Sur de Solana de Rioalmar (afloramiento de Muñico, CAPOTE y VEGAS, 1968 y CAPOTE 1972 y 1973). En este área, la sucesión, cuyo muro no es visible, comprende los siguientes términos:

— Discordancia en la base del Ordovícico.

— Calizas en capas delgadas alternando con esquistos grises. Sólo aparecen en el pueblo de Solana.

— Esquistos cloríticos y sericíticos verdosos con intercalaciones delgadas de semiesquistos cuarzosos y algunos bancos de cuarcita.

— Tramo formado por abundantes areniscas y grauvacas con intercalaciones de esquistos.

— Esquistos verdosos con lechos de grauvacas cuarzosas, areniscas en capas delgadas, muy abundantes en algunos tramos, e intercalaciones delgadas de anfibolitas muy cuarzosas cuyos anfíboles se disponen al azar.

— Ortogneis de Gallegos de Sobrinos. Es un gneis oclar cuyos augen, de un centímetro de tamaño más frecuente aunque los hay bastante mayores, son de feldespato potásico y están rodeados por una matriz cuarzofeldespática con moscovita, biotita, turmalina, apatito y circones siempre idiomorfos.

— Conjunto formado por una alternancia de micacitas, cuarcitas (a veces en gruesos bancos), metaarcosas, anfibolitas, epidotitas y cuarcitas anfibóticas.

— Muro.

El ortogneis de Callegos fue interpretado como un granito precoz, emplazado antes de la segunda

fase de plegamiento (CAPOTE, 1972). Sin embargo, su afloramiento estratoide, según una banda larga y estrecha concordante con las demás formaciones, y el hecho de estar intercalado en una serie similar a la de Morille en Salamanca (MARTÍNEZ GARCÍA y NICOLAU, 1973) y a la de Buitrago en el Guadarrama nos mueve en la actualidad a considerarlo, por semejanza con el porfiroide de Monterrubio y el gneis de Berzosa, más bien como un episodio volcánico ácido intercalado en la serie sedimentaria.

II.5. REGIÓN DEL SUR Y OESTE DE GREDOS

Hacia el Oeste y Sur de Gredos las series anteordovícicas afloran de manera mucho más discontinua. La serie que describe BABIN (1974) en Piedrahita-Barco de Avila-Béjar, constituida por un conjunto de metapelitas y cuarcitas, con intercalaciones de anfibolitas y calizas, recuerda a las series de Ojos Albos y La Cañada, encontrándose también en la base una formación de augengneises gruesos.

Por el Sur de Gredos han sido descritas formaciones metapelíticas con anfibolitas y calizas por GARCÍA DE FIGUEROLA (1958), pero la serie mejor conocida es la de Arenas de San Pedro (MARTÍN ESCORZA, 1971). De techo a muro se encuentran:

— Formación de 150 metros de potencia de calizas predominantemente masivas.

— Conjunto de varios cientos de metros de espesor de pelitas (gneises bandeados y micraesquistos) alternando con abundantes capas de samitas. Hacia la base se localizan lentejones de conglomerados cuarcíticos.

— Gneises bandeados migmatíticos. En la serie más baja de la serie MARTÍN ESCORZA cita un ortogneis de facies porfiroide.

III. INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA

La interpretación de las series anteordovícicas tiene tres aspectos que se complementan y que serán tratados a continuación de una manera progresiva. Estos tres aspectos son la litología premetamórfica de las rocas originales, las correlaciones entre las series parciales de los diversos sectores del Sistema Central entre sí y con las de otros sectores del Hercínico español y, finalmente, la datación cronológica.

III.1. LITOLOGÍA PREMETAMÓRFICA

Entre las series descritas figuran diversos conjuntos de rocas cuyo origen paraderivado es unánimemente aceptado. Son todas aquellas constituidas por esquistos con intercalaciones claramente metasamíticas, gneises bandeados y esquistos con niveles carbonatados y de rocas de silicatos cálcicos, etc. Derivan de series pelíticas con mayor o menor proporción de samitas, ya sean grauváquicas, arcósicas o cuarcíticas, y en algunos tramos lechos margosos o de calizas impuras así como paquetes de calizas y dolomías de facies y espesor variable. Entre estas series se incluyen las Capas del Bornova o Constante, la Grenz-Serie, la Formación Buitrago (excepción hecha del Gneis de El Cardoso y del Gneis de Berzosa-Riaza-Nazaret), la serie metapelítica con carbonatos del sector meridional del afloramiento de El Escorial, las series gneísicas y esquistosas superpuestas a los augengneises de La Cañada y las del área meridional de la Sierra de Gredos (región de Arenas de San Pedro).

Para las series constituidas por diversos tipos de augengneises y gneises de facies porfiroide el establecimiento de la roca original presenta mayores problemas. Como ya se ha señalado, existen datos que permiten reconocer como rocas originales de algunos de estos gneises (como los gneises inferiores, M₁, de La Morcuera) granitos porfídicos y para otros rocas volcánicas ácidas o productos derivados de ellas (gneises M₂ de La Morcuera, Gneis de El Cardoso, Gneises de Berzosa y Riaza-Nazaret, gneises de Hiendelaencina). Los criterios en que se apoyan estas interpretaciones son variados (WAAD, 1950; PARGA PONDAL et al., 1964; SCHAFFER, 1969; FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE, 1970 y 1971; MARTÍN ESCORZA, 1971; SOERS, 1972; CAPOTE, 1972 y 1973; BISCHOFF et al 1973; FERNÁNDEZ CASALS, 1974 y 1975; NAVIDAD, 1975), pero a continuación citaremos los más significativos:

— En algunos gneises glandulares, como el Gneis de Berzosa-Riaza-Nazaret, los gneis ocelares de la serie de Hiendelaencina y el Gneis de Gallegos de Sobrinos, se encuentran megacrístales de ortosa fuera de la zona donde este mineral cristalizó durante el metamorfismo hercínico, lo que sugiere que dichos megacrístales estaban ya en la roca cuando el citado metamorfismo se produjo. Esta idea se refuerza mediante criterios textuales, pues la gran mayoría de los megacrístales de los gneises glandulares son monocristales de feldespato potásico ro-

deados por la foliación, unas veces con tendencia al idiomorfismo y otras con estructura augen acabada, con picos feldespáticos y sombras de presión cuarzofeldespáticas. Muestran también claras señales de tectonización y no contienen a la foliación de la mesostasia, aunque sí encierran inclusiones de micas dispuestas en corona. Son, pues, cristales precinematísticos. En ocasiones son apreciables recrecimientos posteriores alrededor de un núcleo original con los caracteres ya mencionados.

— Cuando los megacrístales no están muy evolucionados a estructuras augen típicas presentan morfología y maclas del tipo de las que son frecuentes en rocas ígneas.

— Se encuentran también cristales de plagioclasa de una primera generación premetamórfica rodeados por la foliación, a la que no incluyen, y con evidentes señales de deformación. Estas plagioclasas, claramente diferenciables de las formadas durante el metamorfismo regional, presentan muchas veces caracteres ígneos, como láminas de moscovitas incluidas y orientadas según direcciones cristalográficas (NAVIDAD, 1975).

— Igualmente son reconocibles abundantes cristales proterógenos de cuarzo, rodeados por la foliación y, a veces, fuertemente deformados (estructuras en mosaico, fisuración, lamellas, etc.). En los gneises de Hiendelaencina son extraordinariamente abundantes los cuarzos azules y los cristales de cuarzo con pozos y golfos de corrosión, del tipo de los cuarzos ígneos volcánicos ("cuarzos riolíticos") según todos los autores. Son citados por PARGA et al (1964), SCHAFFER (1969) y NAVIDAD (1975) en los gneises de Hiendelaencina, SOERS (1972) entre los clastos de las capas del Bornova, FERNÁNDEZ CASALS (1974 y 1975) en los gneises porfiroides M₂ de la Morcuera. GARCÍA CACHO (1973) presenta dos fotografías (las número 57 y 58 concretamente) de cuarzos con huellas de corrosión en los Gneises de El Cardoso, si bien este autor no les da tal interpretación.

— Todos estos cristales se encuentran como clastos en las capas bajas del Bornova (Ból de SOERS, 1972) e, incluso, los autores de este trabajo han hallado clastos de cuarzos azulado idénticos a los del gneis de Hiendelaencina en el corte del río Bornova, en su margen izquierda, dentro de algún lecho aislado de microconglomerado situado en el techo del Bo2, a unos metros de la cuarcita del Arenig. Este hecho implica que estos cristales no sólo

son pre-metamorfismo hercínico sino que, además, son anteriores al Ordovícico.

— Son también frecuentes las inclusiones de rocas extrañas (cuarcitas, samitas feldespáticas, rocas ígneas microgranudas melanócratas) dentro de ciertos gneises ocelares gruesos, como algunos de Hiendelaencina, los de El Cardo, los de La Morcuera, los de El Vellón y los de La Cañada, interpretados todos ellos por SCHÄFER (1969), CAPOTE (1972), BISCHOFF et al (1973), FERNÁNDEZ CASALS (1974) y NAVIDAD (1975) como xenolitos del tipo de los que se encuentran en rocas ígneas, granitos y lavas.

— El modo de presentación de estas rocas, unas veces como conjuntos masivos, muy homogéneos, con los megacrístales distribuidos por igual en toda la masa y con xenolitos y otras veces como series estratificadas alternantes con rocas de origen diverso (samitas, pelitas, felsitas) permiten reconocer como rocas originales de los augengneises y los gneises porfiroides a granitos porfídicos (Gneis inferior, M₁, de La Morcuera) o lavas y tobas volcánicas ácidas asociadas a sedimentos (Gneis M₂ de La Morcuera, Gneis de Hiendelaencina, Gneis de El Cardoso, Gneis de Berzosa, algunos gneises de El Escorial y La Cañada y Gneis de Gallegos de Sobrinos).

— Finalmente, el posible origen ígneo de los gneises a que nos referimos ha sido contrastado mediante análisis químicos, dando resultados compatibles con dicho origen al caer sus relaciones Si, Na+K+Ca, Fe+Mg+Mn (GUITARD, 1970) en el campo de las ortorocas (FERNÁNDEZ CASALS, 1974; NAVIDAD, 1975).

Se puede, pues, concluir que entre las rocas originales de los gneises ocelares y porfiroides del Sistema Central se encuentran en unos casos granitos porfídicos (WAARD, 1959; CAPOTE, 1972-73; BISCHOFF et al 1973; FERNÁNDEZ CASALS, 1974-75) y en otros series volcano-sedimentarias ácidas (PARGA PONDAL et al, 1964; SCHAFFER, 1969; SOERS, 1972; CAPOTE, 1972-73; BISCHOFF et al 1972; FERNÁNDEZ CASALS, 1974-75; NAVIDAD, 1975).

En contra de la opinión sustentada por todos estos autores GARCÍA CACHO (1973), PEINADO (1973), LÓPEZ RUIZ et al (1975) y APARICIO et al (1975) mantienen, con acentuado carácter polémico, que entre la serie original anteordovícica no existen nunca rocas ígneas. Discutiremos luego el valor de alguna de las objeciones que estos autores oponen a la existencia de rocas ortoderivadas aunque no to-

das, pues en unos casos carecen de relevancia y en otros creemos han quedado suficientemente contestadas con lo hasta ahora expuesto. Pero queremos en primer lugar lamentar el confusionismo creado por alguno de sus trabajos al no utilizar correctamente los datos contenidos en la bibliografía debido, quizá, a una apresurada lectura de la misma. En efecto, no se nos ocurre otra explicación para, por ejemplo, la sorprendente afirmación de LÓPEZ RUIZ et al (1975, páginas 9-10) de que LOTZE (1929) y SCHRÖDER (1930), entre otros, dedicaron sus trabajos a "fundamentalmente los aspectos geográficos, sociológicos y poéticos" ni para la errónea simplificación que supone incluir a PARGA et al 1964; SOMMER, 1965; SCHAFFER, 1969; FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE, 1970 y 1971; BABIN, 1971; SÁNCHEZ DE LA FUENTE et al 1971; BISCHOFF, et al 1973, y CAPOTE, 1973, en un único grupo de partidarios de la hipótesis de que los gneises glandulares del Sistema Central "derivan de un conglomerado originado por la erosión de granitos porfiroides y rocas volcánicas asociadas" (LÓPEZ RUIZ, et al 1975, página 15), cuando la realidad es que, por ejemplo, SCHAFFER encuentra lavas y tobas entre las rocas originales, BISCHOFF et al granitos porfídicos para unos tipos de gneises y lavas para otros y FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE en 1970 y 1971 sólo consideran el aspecto genético para ciertos afloramientos aislados de gneises glandulares que consideran provenientes de granitos mientras que para los demás se limitan a constatar que "constituyen un conjunto estratificado", sin especificar si de rocas sedimentarias o volcánicas.

APARICIO et al. (1975) achacan a todos los autores partidarios de la ascendencia ortoderivada y/o conglomerática una falta de cartografía de las diferentes facies glandulares cuando es fácil comprobar que, por ejemplo, SCHÄFER, BISCHOFF et al. y FERNÁNDEZ CASALS cartografían y separan formaciones glandulares de diferente significado genético.

No nos parece que simplificando y confundiendo las opiniones de los autores que se han dedicado al estudio de los gneises glandulares o ignorando parte de sus datos pueda contribuirse al esclarecimiento del origen de dichos gneises.

APARICIO et al. argumentan principalmente contra los criterios aportados para demostrar la existencia de cristales premetamórficos heredados, contra la existencia de xenolitos y contra el valor de los datos de composición química.

Los criterios textuales de relación entre foliación megacrístales utilizados por todos los autores

son las mismos que usa, por ejemplo, GARCÍA CACHO (1973) para dilucidar la secuencia de blastesis metamórfica, por lo que no parece consecuente dudar de ellos, evocando la polémica sobre la "fuerza de cristalización", sólo cuando se trata de analizar los megacrístales de los augengneises y nunca en otros casos. Por otra parte, APARICIO et al. afirman que existen muchas glándulas que engloban a la foliación de la mesostasia sin aportar ninguna prueba gráfica, cosa que creemos necesaria cuando se trata de rebatir una opinión que cuenta con el consenso de gran número de autores. Realmente existen algunas facies muy localizadas de paragneises migmatíticos bandeados que muestran glándulas desarrolladas a partir de rods foldespáticos, pero son siempre diferenciables de los augen de los gneises ocelares; incluso en los augeneises son visibles a veces envueltas de recrecimientos en algunos megacrístales (CAPOTE, 1972), pero en ellos el núcleo es un feldespato que no incluye a la foliación. Así pues, si en algunos casos las relaciones entre foliación y megacrístal pudieran parecer dudosas, la mayor parte de las veces son tan claras que la mayoría de los autores han llegado a la conclusión de que hay una primera generación de feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo claramente anterior. La presencia de clastos de feldespatos y cuarzoes corroídos y azulados en las capas del Bornova puede ser el criterio que reclamen APARICIO et al. para asegurar que la formación de estos clastos es muy anterior a la blastesis metamórfica hercínica.

Respecto a los cuarzoes con pozos y golfos de corrosión, dado que siempre se dan en cristales más o menos deformados, rodeados por la foliación y con sombras de presión, y que son, pues, pretectónicos, la opinión generalizada es considerarlos como magmáticos. De ser cierto el proceso de "desarrollo y crecimiento alotrioblástico de cristales", invocado por APARICIO et al. debería esperarse que, al menos en un cierto porcentaje de casos, el cristal en crecimiento englobara a la foliación de la mesostasia, lo que hasta el momento no ha sido observado. Puesto que todo apunta a que dichos cuarzoes sean, efectivamente, heredados y magmáticos, APARICIO et al. recurren a restar valor al dato suponiendo que su presencia ocurra sólo en hallazgos aislados. Cuando han sido encontrados independientemente por tantos autores (PARGA PONDAL et al., 1964; SCHÄFER, 1969; BISCHOFF et al., 1973; FERNÁNDEZ CASALS, 1974, y NAVIDAD, 1975) y en tantos gneises diferentes (Gneis M_2 de La Morcuera; Gneises de Hiendelaencina, de La Bodera,

Gneis de El Cardoso), la abundancia de dichos cuarzoes magmáticos no hay duda de que está bien establecida.

Acerca de los enclaves que se encuentran en los gneises ocelares APARICIO et al. consideran que el hecho de interpretar FERNÁNDEZ CANALS y CAPOTE, en 1971, a los cuarzofeldespáticos como restos de capas que han sufrido estiramiento y luego FERNÁNDEZ CASALS, en 1974, como xenolitos "debilita la posibilidad de existencia real" de dichos enclaves. En 1971 sólo se conocían los primeros enclaves, de viscosidad superior a la del gneis ocelar que los englobaba, por lo que un proceso de "boudinage" podía muy bien explicarlos, pero hubo de variarse la hipótesis genética cuando apareció el nuevo tipo de enclaves. Estos últimos, similares en composición y textura a los xenolitos de los predecesores microgranudos básicos de muchos granitos, presentan una geometría tal que su deformación solidaria con el gneis ocelar es indudable, sin que puedan invocarse procesos de "boudinage". Tampoco pueden confundirse con las restitas o schlieren de las migmatitas. Para interpretar la presencia a la vez de ambos tipos de enclaves sólo la hipótesis de los xenolitos en roca ígnea tiene poder explicativo, sobre todo si a ello convergen los demás datos. Adecuar una hipótesis explicativa a los nuevos datos forma parte del progreso científico y es, por supuesto, algo mucho más positivo que encerrarse en las posturas inmóviles adoptadas en un momento determinado.

Los análisis químicos de gneises ocelares y la proyección de sus índices sobre el diagrama de GUITARD (1970) fue realizada con resultado positivo (FERNÁNDEZ CASALS, 1974) como comprobación de una implicación contrastadora de esta hipótesis del origen ígneo de los gneises. No parece razonable una crítica a estos resultados desde la postura de no recurrir a "complicados cálculos geoquímicos o diagramas de proyección" y mucho menos con 53 análisis químicos (LÓPEZ RUIZ et al., 1975) de los cuales sólo uno, el número 7 del cuadro 3, es de los gneises glandulares sobre los que se discute, siendo los demás de esquistos, gneises esquitosos, etc. ¿Cómo no esperar un origen paraderivado en estos análisis si, efectivamente, se refieren a rocas consideradas por todos los autores sin excepción como metasedimentarias? Los análisis químicos efectuados por M. NAVIDAD (1975) en gneises de Hiendelaencina y de La Bodera y en el Gneis de El Cardoso (comunicación personal) dan los mismos resultados que los de La Morcuera, refuerzan-



do la credibilidad de la hipótesis de rocas ortoderivadas a la que este autor llega también para una parte importante de los gneises que estudia.

Por último, queremos llamar la atención, en contra de lo que opinan LÓPEZ RUIZ et al. (1975) y APARICIO et al. (1975), sobre el hecho de que la hipótesis de un exclusivo origen paraderivado para todos los gneises anteordovícos del Sistema Central deja sin explicación hechos como la presencia de feldespato potásico fuera de la zona en que este mineral fue estable durante el metamorfismo hercínico, la presencia de cuarzoes magmáticos, la existencia de xenolitos, las composiciones y caracteres de rocas ígneas y la presencia de los cristales ya mencionados como clastos en las capas del Bornova.

III.2. CORRELACIONES.

Por debajo de la cuarcita del Arenig hay siempre, en el Sistema Central, una serie clástica esquitoso-cuarcítica con capas conglomeráticas o microconglomeráticas, en general más abundantes hacia la base, que contiene bilobites (CAPOTE, 1972 y 1973; SOERS, 1972) y que debe representar el Ordovícico más bajo (¿Tremadoc?), aunque en algunos casos, según SCHÄFER (1969) y SOERS (1972) se pasa al Cámbrico superior. En los conglomerados se encuentran entre los clastos elementos arrancados a las series infrayacentes: cuarzoes azules, cuarzoes corroídos y feldespatos en las capas del Bornova, sobre el Gneis de Hiendelaencina (SOERS, 1972); cuarcitas en los microconglomerados de Ojos Albos y en los gruesos cantos del conglomerado de base ordovícico del área de Muñico, en Avila (CAPOTE, 1972-73). Por otra parte, el espesor de estas series clásticas ordovícas presenta fuertes variaciones de unos lugares a otros. Es patente, pues, un fuerte período erosivo, precedido por levantamientos, anterior al Ordovícico.

El esquema litoestratigráfico aplicado a las series anteordovícas situadas bajo esta discontinuidad por nosotros (CAPOTE y VEGAS, 1968; FERNÁNDEZ CASALS y CAPOTE, 1970 y 1971; CAPOTE, 1972 y 1973; FERNÁNDEZ CASALS, 1974) y por otros autores (BARD et al., 1970; PARGA y VEGAS, 1972), consistía en considerar un conjunto de metasedimentos pelíticos y arenosos, con capas margosas y calizas, superpuesto a un único complejo de augengneises porfiríoides. El espesor de la serie con carbona-

tos interpuesta entre el Ordovícico y los augengneises disminuía progresivamente desde la región de Avila, hasta Hiendelaencina, donde llegaba a desaparecer.

Los nuevos datos permiten diferenciar, como ya se ha indicado, el Gneis de La Morcuera del Gneis de Berzosa-Riaza-Nazaret.

Estos últimos gneises constituyen un episodio con participación volcánica ácida intercalado en el conjunto metasedimentario y podría prolongarse hacia el Oeste por el ortogneis de Gallegos de Sobrinos. En Salamanca, MARTÍNEZ y NICOLAU (1973) describen una formación también con participación volcánica ácida, el Porfiroide de Monterrubio, intercalado en la Serie de Morille, cuyos caracteres, por otra parte, coinciden con los de las series del Río Almiar y Ojos Albos, siendo indudablemente su equivalencia. Es muy probable la equivalencia también entre el Porfiroide de Monterrubio, el Ortogneis de Gallegos y el Gneis de Berzosa. En nuestra opinión, la Formación Buitrago representa la Serie de Morille, y la de Avila, afectada por una intensidad mayor del metamorfismo regional. Esta correlación se refuerza al considerar la semejanza petrográfica y de facies entre la Formación Buitrago, sobre todo los miembros B_1 y B_2 , y la Serie de Porto-Villavieja (MARTÍNEZ y CORRETGE, 1970), equivalente también de mayor metamorfismo en Sanabria de la serie de Morille, según MARTÍNEZ y NICOLAU (1973).

Si en Sanabria, la Serie de Porto se sitúa por debajo del "Ollo de Sapo" (MARTÍNEZ, 1973), parece lógico pensar que bajo el equivalente del "Ollo de Sapo" en el Sistema Central, es decir la Serie de Hiendelaencina, se deben situar los miembros B_1 y B_2 de la Formación Buitrago, aunque en la actualidad no afloren.

Sobre el episodio volcánico se sitúa otra sucesión pelítico-samítica con niveles margosos (rocas anfibólicas), "Formación Cabezo" (MARTÍNEZ y NICOLAU, 1973) equiparable a los miembros B_4 y B_5 de Buitrago y a la parte de Capas de Rioalmiar (CAPOTE, 1972) inmediatamente superpuestas al ortogneis de Gallegos.

La serie de Arenas de San Pedro (MARTÍN ESCORZA, 1971) no parece asimilable a los conjuntos citados, pues en ellas faltan las rocas anfibólicas y de silicatos cálcicos en las capas pelítico-arenosas asociadas a la formación de calizas. Todo apunta hacia una equivalencia con la Serie de Aldeatejada y

tamente y de manera aparentemente concordante, sobre la caliza del Cámbrico inferior medio.

Tampoco puede invocarse, como hacen APARICIO et al., contra una edad Precámbrica de los gneises las edades radiométricas publicadas por BISCHOFF et al. (1973). Tanto LÓPEZ RUIZ et al. (1975) como APARICIO et al. (1975) aseveran que los valores obtenidos apoyan una edad Cámbrica, sin pararse a considerar el valor que los propios autores de las medidas dan a los datos. Una primera edad, tomada a partir de una "metariolita" de Hiendelaencina da 275 ± 96 m. a., lo que, según BISCHOFF et al., en el mejor de los casos corresponde a la de la cristalización metamórfica. Una segunda en un gneis bandeado del Portachuelo da un valor más preciso, 311 ± 5 m. a., que corresponde a la etapa final térmica del metamorfismo. La serie de medidas en gneises glandulares diferentes (Gneises de Hiendelaencina, El Cardoso y Somosierra-Lozoya) da una isocrona de 429 ± 49 m. a., que BISCHOFF et al. reconocen claramente en pugna con los datos bioestratigráficos. Esto les lleva a pensar que o bien las edades han sido alteradas por una etapa de cristalización prehercínica, por los propios efectos del metamorfismo, o, finalmente, que los gneises tomados no se pueden agrupar en una isocrona al no ser toda ella equivalente estratigráficamente, opinión a la que nos adherimos.

IV. CONCLUSIONES.

1. En el Sistema Central, el Ordovícico se apoya, mediante discordancia erosiva, sobre formaciones anteordovícicas de diferente edad y litología.

2. La formación anteordovícica más baja es probablemente un ortogneis ocelar con xenolitos (Morcuera 1), que proviene del metamorfismo y deformación de un granito porfídico, el cual constituye un zócalo en opinión de los autores de este trabajo. Otra explicación alternativa, sin embargo, podría ser considerarlo como derivado de un plutón granítico intruido entre los metasedimentos que le rodean (WARD, 1959, y BISCHOFF et al., 1973).

3. Sobre este gneis se apoya una serie equivalente a la de Morille de Salamanca, y está constituida por tres conjuntos litológicos. El más bajo, en cuya base hay rocas de participación volcánica, está formado principalmente por metasedimentos

pelíticos y samíticos con intercalaciones calcáreas y anfibólicas. El intermedio puede incluir el gneis de Hiendelaencina, procede de lavas ácidas y sedimentos relacionados con ellas, y se extiende desde Hiendelaencina hasta Galicia, pasando por Zamora, en forma de arco volcánico. El superior es también pelítico-samítico, con rocas de silicatos sálcicos, pero sin calizas.

4. Estas series están en Salamanca muy por debajo de un Cámbrico inferior datado. Por ello deben considerarse con toda probabilidad como de edad Precámbrica.

5. En algunas áreas, sin embargo, como en Arenas de San Pedro, hay series anteordovícicas más altas con calizas, que pueden considerarse muy probablemente de edad Cámbrica inferior.

BIBLIOGRAFIA

ALJA MEDINA, M.: Rasgos estructurales de la Baja Extremadura. "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat." (Geol), LXI, pp. 247-262 (1963).

APARICIO, A. y GARCÍA CACHO, L.: Estudio geológico de la zona metamórfica de Honrubia (Sistema Central Español). "Estudios Geológicos", volumen XXVI páginas 297-315 (1970).

APARICIO, A., GARCÍA CACHO, L. y PEINADO, M.: Sobre la petrogénesis de las formaciones glandulares del Sistema Central. "Bol. Geol. y Min.", LXXXI-IV, pp. 416-427 (1975).

BABIN VICH, R.: Estudio meso y microtectónico del macizo metamórfico de El Vellón. "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat." (Geol), 69, pp. 5-27 (1971).

BABIN VICH, R.: Materiales metamórficos y plutónicos presentes en la región de Piedrahita-Barco de Avila-Béjar. "Studia Geológica", VII, pp. 41-61 (1974).

BARD, J. P., CAPDEVILA, R. y MATTE, PH.: Les grands traits stratigraphiques, tectoniques, métamorphiques et plutoniques des Sierras de Gredos et de Guadarrama (Espagne Centrale). "C. R. Acad. Sc. Paris", t. 270, pp. 2630-2633 (1970).

BISCHOFF, L., SCHAFFER, G., SCHMIDT, K. y WALTER, R.: Zur Geologie der mittleren Sierra de Guadarrama (Zentralspanien). "Münster. Forsch. Geol. Palaönt", 28, 27 páginas (1973).



BULTYNCK, P. y SOERS, E.: Le Silurien supérieur et le Dévonien inférieur de la Sierra de Guadarrama (Espagne Centrale). Première partie: stratigraphie et tectonique. "Bull. Inst., r. Sci. nat. Belg.", 47, 1, pp. 1-22 (1971).

CAPDEVILA, R.: Le métamorphisme régional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord Oriental (N. W. de l'Espagne). "Tesis Fac. Sc. Montpellier", 430 págs. (1969).

CAPOTE, R.: Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del Norte de la provincia de Avila "Tesis. Fac. Ciencias. Univ. Complutense". Madrid, 289 páginas (inérita) (1972).

CAPOTE, R.: Estudio geoestructural de los afloramientos metamórficos del Norte de la provincia de Avila. Resumen. Tesis Doctoral. "Bol. Geol. Min", t. LXXXIV-VI, pp. 426-437 (1973).

CAPOTE, R. y VEGAS, R.: El Paleozoico de los alrededores de Avila. "Estudios Geológicos", vol. XXIV, páginas 181-189 (1968).

CARLS, P.: Zur Einstufung des Devon der östlichen Guadarrama (Spanien). "Senck. Leth", 50, 1, pp. 67-79 (1969).

FEBREL, T., FUSTER, J. M. y DE PEDRO, F.: Explicación de la hoja núm. 484, Buitrago del Lozoya (Madrid-Segovia). "Inst. Geol. y Min de Esp.", Madrid (1958).

FERNÁNDEZ CASALS, M. J.: Significado geotectónico de la formación Gneises de La Morcuera. "Studia Geológica", VII, 87-106 (1974).

FERNÁNDEZ CASALS, M. J.: Estudio meso y microtectónico de la zona de tránsito paleozoico-metamórfico de Somosierra. Tesis (inérita). Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

FERNÁNDEZ CASALS, M. J. y CAPOTE DEL VILLAR, R.: La tectónica paleozoica del Guadarrama en la región de Buitrago del Lozoya. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXI-VI, pp. 562-568 (1970).

FERNÁNDEZ CASALS, M. J. y CAPOTE DEL VILLAR, R.: Los gneises glandulares del Guadarrama Oriental. "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol)", t. 69, núm. 1, pp. 69-80 (1971).

FUSTER, J. M., APARICIO, A., CASQUET, C., CACHO, L., MORA, A. y PEINADO, M.: Interacciones entre los metamorfismos plurifaciales y polifásicos del Sistema Central Español. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXV-V, pp. 595-600 (1973).

FUSTER, J. M. y FEBREL, T.: Explicación de la hoja número 509, Torrelaguna, (Madrid). "Inst. Geol. y Min. de Esp.", Madrid (1959).

FUSTER, J. M. y GARCÍA CACHO, L.: Sobre el metamorfismo regional progresivo en el Guadarrama Oriental (Sistema Central Español). "Estudios Geológicos", XXVI, pp. 327-329 (1970).

FUSTER, J. M. y MORA PEÑA, A.: El carácter del metamorfismo en el macizo de La Cañada (Sistema Central Español). "Estudios Geológicos", vol. XXVI, pp. 317-321 (1970).

GARCÍA CACHO, L.: Evolución temporal del metamorfismo y procesos de blastesis sucesiva en el sector oriental del Sistema Central Español. Tesis. Fac. de Ciencias. Univ. Complutense de Madrid, 319 págs. (1973).

GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C.: Excursión geológica por Bloque de Piélagos (Toledo-Avila). Not. y Com. del "Inst. Geol. y Min. Esp.", núm. 50, pp. 75-95 (1958).

GARCÍA DE FIGUEROLA, L. C. y MARTÍNEZ GARCÍA, E.: El Cámbrico Inferior de la Rinconada (Salamanca, España Central). "Studia Geológica", III, pp. 33-41 (1972).

GUILLARD, G.: Le métamorphisme hercynien mésozonal et les gneises ocellés du massif du Canigou (Pyrénées orientales). "Mém. du B.R.G.M.", núm. 64, 350 págs. (1970).

HAMMANN, W. y SCHMIDT, K.: Eine Llandeilo-Fauna aus der östlichen Sierra de Guadarrama (Spanien). "Neu. Jb. Geol. Palaönt. Mh. Jg. M.", 5, pp. 294-299 (1972).

HERNÁNDEZ ENRIQUE, J. L.: Las rocas porfiroides del límite Cámbrico-Precámbrico en el flanco meridional del Anticlinorio Olivenza-Monesterio (Badajoz). "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXII, III-IV, pp. 359-370 (1971).

LÓPEZ RUIZ, J., APARICIO, A. y GARCÍA CACHO, L.: El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español. "Mem. del Inst. Geol. y Min. de España", t. 86, 127 págs. (1975).

LOTZE, F.: Stratigraphie und Tectonik des Keltiberischen Grundgebirges (Spanien). "Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math-Phys., Kl. N. F.", 14, 2, 230 págs. Berlín (1929).

LOTZE, F.: Präkambrium Spaniens (Literaturbericht 1956-1965). "Zbl. Geol. Palaönt", I, 6, pp. 1206-1227 (1966).

MARTÍN ESCORZA, C.: Estudio mesotectónico en los materiales metamórficos de los alrededores de Arenas de San Pedro (provincia de Avila-Toledo). "Bol. R. Soc. Española Hist. Nat." (Geol), 69, pp. 303-327 (1971).

MARTÍNEZ GARCÍA, E.: Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria. "Studia Geológica", V, pp. 7-106 (1973).

MARTÍNEZ GARCÍA, E. y CORRETGE, L. G.: Nota sobre la serie metamórfica de Porto-Villavieja (provincias de Zamora y Orense). "Studia Geológica", I, pp. 47-58 (1970).

- MARTÍNEZ GARCÍA, E. y NICOLAU, J.: *Los terrenos infra-ordovícicos de la antiforma de Martinamor (Salamanca)*. "Bol. Geol. y Min.", t. LXXXIV-IV, pp. 407-418 (1973).
- MORENO SERRANO, F.: *Las formaciones Anteordovícicas del Anticlinal de Valdelacasa*. "Bol. Geol. Min.", LXXXV-6V, pp. 396-400 (1974).
- MORENO SERRANO, F.: *Olistostromas, fangoconglomerados y "slump folds". Distribución de facies en las series de tránsito Precámbrico-Cámbrico en el anticlinal de Valdelacasa (provincias de Toledo, Cáceres y Ciudad Real)*. "Estudios Geológicos" (en prensa) (1975).
- MCVIDAD, M.: *Caracterización petrológica de las neises glandulares del Macizo de Hiendelaencina (Guadarrama Oriental)*. "Estudios Geológicos" (en prensa) (1975).
- PARGA PONDAL, I., MATTE, P. y CAPDEVILA, R.: *Introduction a la geologie de l'Ollo de Sapo. Formation porphyroide antesilurienne du nord-ouest de l'Espagne*. "Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de Esp.", núm. 76, páginas 119-154 (1964).
- PARGA, J. R. y VEGAS, R.: *Problems and discussion on Precambrian series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula)*. "Geol. Rdsch 4, 61, 1 (1972).
- PEINADO MORENO, M.: *Evolución metamórfica en el macizo El Escorial-Villa del Prado (Sistema Central Español)*. Tesis Fac. Ciencias. Univ. Complutense de Madrid, 199 págs. (1973).
- PEREJÓN, A.: *Primer descubrimiento y descripción de Arqueociáticos en la provincia de Salamanca*. "Studia Geológica", IV, pp. 143-149 (1972).
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M., FUSTER, J. M. y DE PEDRO, F.: *Explicación de la Hoja núm. 533, San Lorenzo de El Escorial (Madrid)*. "Inst. Geol. y Min. de Esp." (1956).
- SAN MIGUEL DE LA CÁMARA, M. y GARCÍA DE FIGUEROA, L. C.: *Explicación de la Hoja núm. 532, Navas del Marqués*. "Inst. Geol. y Min. de Esp." (1960).
- SÁNCHEZ DE LA FUENTE, J., VALLEJO PÉREZ DE AYALA, G., MARTÍN LÓPEZ, R. y BAENA ROJANO, J. J.: *La serie metamórfica de Hiendelaencina y su cobertera paleozoica*. I Congreso Hisp-Luso-Am., Geol. Económica, I Sec. Geol", pp. 435-450 (1971).
- SCHÄFFER, G.: *Geologie und Petrographie in östlichen Kastilichen Hauptscheidegebirge (Sierra de Guadarrama, Spanien)*. "Münster Forsch. Geol. Palaönt", 10, 207 págs. (1969).
- SCHRÖDER, E.: *Das Grenzgebiete von Guadarrama und Hesperischen Ketten (Zentralspanien)*. "Sond. Ags. d. Gess Wissench Göttungen, Math. Phys". Kl., Folge, t. XVI, núm. 3, pp. 689-748 (1930).
- SOERS, E.: *Stratigraphie et Geologie Structural de la partie orientale de la Sierra de Guadarrama (Espagne Centrale)*. "Studia Geológica", IV, pp. 7-94 (1972).
- SOMMER, W.: *Stratigraphie und tektonik im östlichen Guadarrama-Gebirge (Spanien)*. "Münster Forsch., Geol. Palaönt", 1, 159 págs. (1965).
- VEGAS, R.: *Sobre la existencia de Precámbrico en la Baja Extremadura*. "Estudios Geológicos", XXIV, pp. 85-89 (1968).
- WAARD, D. DE: *Paläogenetic structures in augen gneis of the Sierra de Guadarrama, Spain*. "Bull. Com. Geol. Finlande", núm. 150, t. XXIII (1950).

Recibido: Agosto 1974.



Comercialización del litio

Por IGME. DIVISIÓN DE MINERÍA

RESUMEN

Se hace un breve análisis de las características de mercado de minerales de litio, sus compuestos químicos y litio metal, productos que se comercializan y valoración de los mismos.

1. INTRODUCCION.

El litio fue aislado por primera vez por BUNDEN en 1855, en Suecia; sin embargo, su importancia a escala comercial tiene una vigencia de solamente tres décadas. La utilización de esta sustancia en tiempo de guerra para la fabricación de armamento y equipo y la atención prestada por las Comisiones de Energía Atómica de los países más industrializados en los últimos años han despertado el interés de la industria y los investigadores por este elemento.

El pasado cuarto de siglo es el que ha dado un mayor empuje al crecimiento del consumo de litio, principalmente por parte de la industria química. Durante este período la producción ha pasado de unos pocos miles a varios millones de kilogramos de carbonato de litio o sus equivalentes. Aunque su aprovechamiento industrial continúa siendo pequeño si se le compara con otros minerales y metales, está comenzando a contribuir de manera importante al abastecimiento mundial de productos químicos.

De todo el litio que se consume en el mundo, la mayor parte está destinada a la preparación de compuestos químicos, si bien también son de importancia las aplicaciones de los minerales en la fabricación de elementos cerámicos y del metal como gasificador y catalizador.

La distribución de los minerales de litio en el

mundo es muy amplia, destacando por su producción Estados Unidos, Canadá, Rodesia y Sudáfrica.

Existen también importantes depósitos en pegmatitas en Brasil, España, Argelia, Portugal, Suecia, Alemania, Francia y Australia.

Aunque las estadísticas de producción de los minerales de litio no están corrientemente desglosadas por países productores, las cifras estimadas para los años 1970, 1971 y 1972 son las siguientes:

Producción mundial estimada de minerales de litio

PAIS	1970	1971	1972
Argentina	22	17	21
Australia	54	49	64
Brasil	110	235	215
R. P. China	650	650	700
Mozambique	8	30	32
Portugal	--	32	32
Rodesia	1.000	1.500	1.750
Africa del Sudoeste	490	490	500
Estados Unidos	7.000	7.000	7.800
Rusia	1.500	1.500	1.750
TOTAL	10.000	11.000	12.300

Unidad: t. de Li₂O.

Fuente: Canadian Department of Energy, Mines and Resources.

Por lo que se refiere al mercado mundial, los países con mayor grado de industrialización son los que poseen mayor consumo; entre estos países destacan Estados Unidos, Francia, Alemania e Inglaterra.

Si se analiza la historia del litio se observa que han existido dos períodos de crecimiento importantes en los que los productores se vieron obligados a ampliar sus industrias para abastecer el creciente mercado. Ambas ocasiones, sin embargo, fueron seguidas de un período de estancamiento, siendo más severo el segundo que el primero.

El primer período de expansión correspondió a la guerra de 1939-45, en el cual la utilización fundamental que se dio al litio —aparte de para carbonato, que sería consumido por las industrias farmacéutica y cerámica— fue en la fabricación de aleaciones con una alta resistencia a la fricción. Estas aleaciones fueron fabricadas por el mayor productor de metal y compuestos químicos de los años 30, la "Metallgesellschaft A. G.". Los minerales con los que trabajaba la planta Hans-Heinrich-Hülte de la citada compañía eran zinnwaldita y silicatos de litio-hierro y aluminio extraídos del área de Erzgebirge.

Durante este período, los mercados en Estados Unidos fueron abastecidos por la principal compañía de productos químicos de este país, "Maywood Chemical Works", y más tarde por "Foote Mineral Co". La compañía "American Potash and Chemical Co" comenzó en 1938 a recuperar sales de litio del Lago Searles (California).

Después de la guerra de 1939-45, la industria sufrió una recesión grave; se cerraron importantes plantas de preparación de compuestos químicos de litio, y las ventas cayeron de manera considerable, continuando a un nivel relativamente bajo hasta el segundo período de expansión, que ocurrió en 1953. Esta expansión fue consecuencia del anuncio de la "US" Atomic Energy Commission (AEC) de comprar grandes cantidades de hidróxido de litio para su utilización en la producción de energía atómica.

En los años siguientes fueron apareciendo nuevas instalaciones para la producción de litio; sin embargo, una nueva recesión siguió a este período y resultó mucho más acusada que la primera. Esta recesión tuvo lugar en 1960, año en que dejó de comprar la AEC.

En este período, de precios muy bajos y demanda escasa, algunos productores, que crecieron du-

rante las épocas de expansión de esta industria, se vieron obligados a cerrar.

2. MERCADO DE PRODUCTOS DE LITIO.

El mercado del litio se puede dividir en tres secciones, que corresponden a las distintas formas que se comercializa esta sustancia en el mercado internacional:

- minerales de litio.
- compuestos químicos de litio.
- litio metal.

Posee especial importancia para el mercado de una determinada sustancia la forma en que está estructurada su industria. Así, en el caso de litio puede resumirse en el cuadro núm. 1.

A continuación se analizan por separado las características del mercado del litio para cada una de las formas en que se comercializa.

2.1. MINERALES DE LITIO.

De las numerosas especies minerales diferentes que contienen litio, sólo unas 27 poseen un contenido en litio que sobrepasa el 2 por 100 de Li_2O , y pueden considerarse como posibles recursos. De éstas, existen solamente unas pocas que, en las actuales circunstancias son consideradas como menas. Estas especies minerales de litio son: espodumena, petalita, lepidolita, zinnwaldita y amblygonita.

Del cuadro núm. 1 pueden deducirse cuáles son las principales compañías productoras de minerales en el mundo; cabe destacar que tras la imposición de la sanción a Rodesia, la "Selection Trust American" abandonó sus actividades en aquella zona; pero, sin embargo, la producción, aunque en menor escala, ha continuado.

Entre los principales usos a que se destinan los minerales de litio destaca el consumo como materia prima de la industria química, y directamente, en cerámica y vidrio.

- Industria química.

Casi el 70 por 100 del consumo total de litio en el mundo lo acapara la industria química en la preparación de compuestos químicos. Para este propósito y debido a sus características, se utilizan fundamentalmente la espodumena y la lepidolita, si bien en Europa se utilizan con frecuencia la amblygonita y la petalita.

CUADRO 1
Principales productores y transformadores de minerales de litio

Compañía	Compañía matriz	Actividad	Localización	Principales productos
<i>Estados Unidos:</i>				
— Foote Mineral Co.	—	Productor y transformador.	Kings Mountains. (Carolina del Norte)	Espodumena calidad química y espodumena de bajo contenido en Fe.
		Productor y transformador.	Silver Peak. (Nevada).	Carbonato de litio.
— Lithium Corp. of America.	Gulf Resources and Chemical Corp.	Productor y transformador.	Bessemer City. (Carolina del Norte)	Espodumena calidad química y compuestos químicos de litio.
— Kerr-Mc Gee Chemical Corp.	—	Productor y transformador.	Searles Lake. (California).	Carbonato de litio.
<i>Rusia:</i>				
— El propio estado.	—	Productor y transformador.	Desconocida.	Carbonato e hidróxido de litio.
<i>Canadá:</i>				
— Tantalum Mining Corp.	Chemalloy Minerals Ltd.	Productor y transformador.	Bernic Lake. —(Manitoba).	Cabonato de litio (1976).
	Kawecki Beryllco Ind.			
	Manitoba Develop. Corp.			
<i>Rodesia:</i>				
— Bikita Minerals Ltd.	Selection Trust American.	Productor.	Bikita.	Petalita y lepidolita.
	Potash and Chemical Corp.			
<i>Africa del Sudoeste:</i>				
— South West Africa Lithium Mines Ltd.	Klockner and Co. A. G.	Productor.	Karibilo.	Lepidolita y petalita.
<i>Brasil:</i>				
— Compagnia Estanífera do Brasil.	—	Productor.	Minas Gerais.	Petalita y lepidolita.
<i>Alemania Occidental:</i>				
— Metallgesellschaft.	—	Transformador.	Langelishein.	Productos químicos de litio.
<i>Reino Unido:</i>				
— Associated Lead Manufacturers Ltd.	Lead Industries Ltd.	Transformador.	Bootle.	Productos químicos de litio.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte de los productores de compuestos químicos especifican los contenidos siguientes para los distintos minerales:

Esposdumena: mín 4,5 % Li_2O
Lepidolita: mín 3,5 % Li_2O
Ambligonita: 8-9 % Li_2O

— Industria de la cerámica y vidrio.

Esta industria, que en volumen consume casi la totalidad del mineral no destinado a la preparación de compuestos, utiliza todos los tipos de minerales existentes. Si bien cada uno de los tipos de mineral posee características especiales que lo hacen apto para su aplicación en esta industria, todos ellos se utilizan en mayor o menor escala como agentes fundentes a bajas temperaturas, como fluidificante, reduciendo la viscosidad y para conferir tenacidad al producto terminado.

La cantidad que se consume de cada tipo está en función de las especificaciones necesarias para cada uso particular dentro de esta industria, así como de la mayor o menor facilidad para conseguir uno u otro.

De los cuatro tipos de mineral citados anteriormente, el que prefiere la industria cerámica para su utilización como aditivo es la lepidolita. Este mineral, que se extraía fundamentalmente en Rodésia, está siendo sustituido con éxito por la esposdumena, después de que la compañía norteamericana "Foot Mineral Co." desarrollase un proceso por el cual se puede rebajar el contenido en óxido de hierro hasta el límite en que puede ser consumida por este sector.

2.2. COMPUESTOS QUÍMICOS DE LITIO.

El litio es uno de los elementos en que las aplicaciones de sus compuestos químicos superan con mucho a las del metal puro y a las de los minerales.

Existe un gran número de compañías de todo el mundo que producen compuestos de litio, siendo los países con alto nivel de desarrollo los que poseen mayor número de plantas para este propósito. Como se deduce de la observación del cuadro número 1, el Reino Unido y Alemania son los dos únicos países que no tienen actualmente producción ninguna de minerales, sino que recurren a la importación de éste para la preparación de los compuestos.

Hay una amplia gama de preparados de litio en el mercado que se utilizan en mayor o menor escala. A continuación se incluyen los principales compuestos en función de sus diferentes utilizaciones:

- Industria de la cerámica y vidrio.
Carbonato de litio.
Fluoruro de litio.
Manganito de litio.
Cobaltito de litio.
Titanato de litio.
Circonato de litio.
Sulfato de litio.
- Grasas consistentes y aceites lubricantes.
Hidróxido de litio.
Esterato de litio (derivado del anterior).
- Aire acondicionado.
Cloruro de litio.
Fluoruro de litio.
Bromuro de litio.
Hidróxido de litio.
- Baterías de acumuladores.
Hidróxido de litio.
- Soldadura de latón.
Cloruro de litio.
Fluoruro de litio.
- Energía atómica.
Hidróxido de litio.
- Fabricación de aluminio.
Carbonato de litio.
- Portador de hidrógeno.
Hidruro de litio.
- Pilas secas.
Cloruro de litio.
Bromuro de litio.

El desarrollo más importante del consumo de productos químicos en los últimos años ha sido debido al incremento de la utilización del carbonato de litio en el proceso de fabricación de aluminio (como aditivo a los baños electrolíticos durante la electrólisis de la alúmina). La adición de litio en el proceso puede llegar a reducir las necesidades energéticas en un 10 por 100 e incrementar el rendimiento hasta en un 10 por 100.

Entre los compuestos químicos que compiten en consumo con el carbonato se encuentran el hidróxido y el estearato de litio en la fabricación de grasas y lubricantes.



2.3. LITIO METAL.

La forma de consumo menos extendida y, como consecuencia, la que posee un mercado más limitado es el litio metal. Como metal puro tiene solamente dos aplicaciones importantes, si bien en ninguno de los dos casos se aprovecha directamente, sino que únicamente es un colaborador del proceso. Estas dos aplicaciones son: como desgasificador y como catalizador.

Como desgasificador es ideal en los procesos metalúrgicos por su afinidad con el oxígeno, azufre y otros elementos. Su adición aumenta la conductividad del metal fundido y, de esta forma, se obtiene un producto más homogéneo.

Como catalizador se utiliza, en forma dispersa, en procesos de polimerización.

Debe destacarse que el único método utilizado comercialmente para la obtención de litio metal es la electrólisis de una mezcla fundida de cloruros de litio y potasio. Es decir, la materia prima utilizada es un componente químico y no los minerales o sus concentrados.

3. MERCADO DE PRODUCTOS DE LITIO EN ESPAÑA.

3.1. MINERALES DE LITIO.

Aunque no existen cifras de producción de minerales, sí se conoce la existencia de reservas, tanto de esposdumena en Lalín (Pontevedra) como de ambligonita en Cáceres, Badajoz y Salamanca.

El comercio exterior nacional de minerales se limita a las importaciones necesarias para abastecer la demanda interior.

La serie histórica siguiente pone de manifiesto el nivel de consumo de todos los minerales de litio entre los años 1969 y 1973.

Consumo nacional de minerales de litio

Años	t. mineral	% contenido Li_2O
1969	344	17
1970	267	13
1971	154	8
1972	264	13
1973	440	22

Unidad: t.

Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España. Ministerio de Hacienda.

El principal sector demandante de estos productos es la industria de cerámica y vidrio.

3.2. COMPUESTOS QUÍMICOS DE LITIO.

La industria de la cerámica y vidrio es también la que consume el mayor volumen de compuestos químicos de litio, los cuales actualmente se importan en España, ya que la única empresa española que fabricaba estos productos químicos, "La Productora Química Catalana, S. A.", de Mataró, suspendió la fabricación con anterioridad al año 1965.

Los diferentes compuestos que se importaron, tanto en cantidad como en valor en los últimos años, así como los precios en los distintos países de origen, han sido:

— Carbonatos de litio.

Importaciones de carbonato de litio

Años	Cantidad	Valor
1969	6	618
1970	7	630
1971	22	1.807
1972	38	2.684
1973	41	3.845

Unidades: Cantidad: t.

Valor: 10⁸ ptas.

Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España. Ministerio de Hacienda.

Precios del carbonato de litio, en 1973

Estados Unidos	1.200 \$/t.
Francia	15.000 F/t.
Italia	1.350.000 l/t.

Fuente: Industria Química en España.

— Fluoruro de litio.

Importaciones de fluoruro de litio

Años	Cantidad	Valor
1969	—	1.000
1970	5	6.000
1971	2	2.000
1972	64	23.000
1973	—	—

Unidades: Cantidad: kg.

Valor: Ptas.

Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España. Ministerio de Hacienda.

— Cloruro de litio.

Importaciones de cloruro de litio

Años	Cantidad	Valor
1969	1	266
1970	2	312
1971	0,84	137
1972	2	440
1973	1	278

Unidades: Cantidad: t.

Valor: 10³ ptas.Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España.
Ministerio de Hacienda.

El precio que da la "Industria Química en España" del cloruro de litio en los Estados Unidos, en 1973, es de 2.000 \$/Tm.

— Hidróxido de litio.

Importaciones de hidróxido de litio

Años	Cantidad	Valor
1969	71	5.954
1970	81	7.398
1971	117	10.872
1972	114	9.488
1973	123	13.111

Unidades: Cantidad: t.

Valor: 10³ t.Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España.
Ministerio de Hacienda.

Precios del hidróxido de litio, en 1973

Estados Unidos	1,38 \$/kg
Francia	10 F/kg
Italia	1.300 l/kg

Fuente: Industria Química en España.

— Sulfato de litio.

Importaciones de sulfato de litio

Años	Cantidad	Valor
1969	17	9.000
1970	16	8.000
1971	6	1.000
1972	9	8.000
1973	19	15.000

Unidades: Cantidad: kg.

Valor: Ptas.

Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España.
Ministerio de Hacienda.

El precio interior estadounidense, según la "Industria Química en España" en 1973 para el sulfato de litio fue de 2,65 \$/Kg.

— Estearato de litio.

Este producto se obtiene como derivado del hidróxido y se fabrica en España. Los principales fabricantes de estearatos metálicos son:

Derivados de Hidrogenación, S. A. (Barcelona).
Fábrica Española de Blanco de Zinc, S. A. (Barcelona).
Hebrón, S. A. (Barcelona).
Industrial Química Asúa, S. A. (Sondica, Bilbao).
Kimichron, S. L. (Barcelona).
Productos Metaltest, S. L. (Zaragoza).
Procomin, S. A. (Vitoria).

La producción, en 1973, de estearato de litio se puede cifrar en, aproximadamente, 10 Tm. y se vendió a unas 75 ptas./Kg. Los precios extranjeros que se conocen para este producto, en 1973, son:

Estados Unidos	1.270 \$/t.
Francia	5.200 F/t.
Italia	1.000.000 l/t.

Fuente: Industria Química en España.

3.3. LITIO, METAL.

Este producto no se fabrica en España y la totalidad del consumo nacional se obtiene de la importación.

La serie que muestra el volumen de importación, desde 1969 hasta 1973, es la siguiente:

Importaciones de litio metal

Años	Cantidad	Valor
1969	3	971
1970	1	8
1971	10	21
1972	42	66
1973	3	30

Unidades: Cantidad: kg.

Valor: 10³ ptas.Fuente: Estadística de Comercio Exterior de España.
Ministerio de Hacienda.

4. COMERCIO DE MINERALES DE LITIO.

La importancia que posee el litio para nuestro país radica fundamentalmente en el comercio de los minerales, ya que existe una pequeña producción, y la única fábrica de compuestos químicos que existía en España cesó en su producción. Este hecho determina que la mayor parte de los minerales que se producen sean exportados en forma de mineral o consumidos por la industria de la cerámica y vidrio.

Los minerales de litio son fundamentalmente cuatro:

Espodumena.

Es un silicato monoclinico de aluminio y litio y el principal mineral de litio que se extrae en Estados Unidos y Canadá.

La composición teórica de la espodumena es:

Li ₂ O	8,0 %
Al ₂ O ₃	27,4 %
SiO ₂	64,6 %

Aunque el contenido teórico de Li₂O de la espodumena es el 8 por 100, el contenido de los minerales oscila entre el 4 y el 7 por 100. Este rango en el contenido de litio es debido a la sustitución del litio por sodio y otros elementos, y corresponde a una alteración parcial del mineral o aparición de impurezas.

El comercio internacional posee una forma de

comercio característica. Fija el contenido en Li₂O entre el 4 y el 7 por 100, pagando el contenido real sobre la base de un contenido teórico del 6 por 100.

Amblygonita.

La amblygonita es un fosfato de aluminio y litio y cristaliza en el sistema triclinico.

Teóricamente, la amblygonita contiene:

Li ₂ O	10,1 %
Al ₂ O ₃	34,4 %
F	19,9 %
P ₂ O ₅	47,9 %

Existen grandes cantidades de mineral, aunque localizadas en pequeños depósitos.

El rango de minerales admitidos se encuentra entre el 6 y el 8 por 100 de Li₂O, pagándose sobre la base de un contenido teórico del 8 por 100.

Lepidolita.

La lepidolita, algunas veces llamada "mica lítica" es un fluosilicato de potasio, litio y aluminio, y cristaliza en el sistema monoclinico. Algunas variedades de lepidolita contienen pequeñas cantidades de hierro, manganeso y sodio, mientras que otras contienen cesio y rubidio.

El contenido máximo teórico suele ser del 4,09 por 100 de Li₂O.

Este mineral se encuentra, generalmente, en las pegmatitas, aunque ocasionalmente se encuentra asociado en los granitos y gneis. Los principales depósitos se encuentran en Rodesia, Africa del Suroeste, Canadá y Mozambique.

Si bien el contenido teórico de la lepidolita es el que se menciona anteriormente, en el mercado internacional se admiten contenidos comprendidos entre el 3 y el 3,5 por 100 de Li₂O, y las transacciones y los pagos se realizan sobre la base de un contenido teórico del 3 por 100 de Li₂O.

Petalita.

Este mineral es el menos difundido de los cuatro tipos y se encuentra localizado fundamentalmente en Africa del Suroeste.

La composición teórica de la petalita es:

Li ₂ O	4,9 %
Al ₂ O ₃	16,7 %
SiO ₂	78,4 %

En el caso de este mineral, el mercado admite contenidos menores comprendidos entre 3,5 y 4,5 por 100 de Li_2O , pagándose la mercancía sobre la base de un contenido teórico aún más bajo, el 3 por 100.

En resumen, existe un factor fundamental en los minerales de litio: su contenido en Li_2O . Aunque existe para cada uno de los cuatro tipos de mineral un contenido teórico, se admiten variaciones dentro de ciertos límites comerciales.

A continuación se incluyen los correspondientes a los distintos minerales:

Contenido de los minerales de litio

	% teórico	% límites comerciales
Esposdumena	8,0	4-7
Lepidolita	4,09	3-4
Amblygonita	10,1	8-9
Petalita	4,9	3,5-4,5

Unidad: % Li_2O .

5. PRECIOS Y ARANCELES.

El litio se cotiza en el mercado independientemente para cada una de las formas que se comercializa, de ahí que el estudio de sus precios se realice por separado.

5.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS PRECIOS.

Minerales de litio.

Desde la imposición de la sanción a Rodesia, las cantidades de mineral de litio que se han podido conseguir en el mercado libre han sido pequeñas, y una parte de los suministros de Europa, particularmente de Alemania, han sido obtenidos bajo contrato a largo plazo con Estados Unidos.

Hasta 1966 las cotizaciones en Europa estaban basadas en los precios del mineral de Rodesia en condiciones F. O. B. Beira. En 1968 los precios comenzaron a cotizarse en condiciones C. I. F. Europa con independencia del país de origen.

Los precios de los minerales de litio están basados en la cantidad de Li_2O contenido en las menas y se determinan generalmente por negociación directa entre comprador y vendedor.

Las revistas especializadas de comercio no publican el precio de cotización de los minerales de litio,

ya que la mayor parte de la producción no va a un mercado público. Los consumidores o bien poseen sus propias minas o bien comprar bajo contrato directo a largo plazo.

La forma en que los minerales se cotizan en los dos mercados más importantes, el europeo y el americano, es diferente.

— El mercado americano cotiza:

Por s. t. u (unidad de Li_2O contenido en la tonelada corta), es decir, que un precio de 11 \$/stu para un mineral que contiene un 6 por 100 de Li_2O , significa un valor de 66 \$ cada tonelada corta (st) de mineral.

— El mercado europeo cotiza:

Por l. t. u (unidad de Li_2O contenido en tonelada larga), es decir, que un precio de 12 \$/ltu para el mismo mineral del 6 por 100 de Li_2O significa un valor de 72 \$ por cada tonelada larga (lt) de mineral.

Los precios medios de los minerales de litio en Europa, único mercado al que acceden libremente, han sido para los años comprendidos entre 1965 y 1970 los que figuran en el cuadro 2.

Compuestos químicos de litio.

Las cotizaciones de los distintos compuestos químicos de litio en el mercado americano se recogen en la publicación periódica Oil.

5.2. PRECIOS ACTUALES.

Hasta aquí se ha tratado de la evolución de los precios del litio para cada una de las formas en que esta sustancia puede encontrarse en el mercado. Sin embargo, como tiene gran importancia conocer las cotizaciones que se están alcanzando en la actualidad, a continuación se resume, en el cuadro 4, la media de las cotizaciones de los meses comprendidos entre enero y mayo de 1974.

Paint and Drug. Por su parte, el U. S. Bureau of Mines en el Minerals Yearbook incluye el precio medio anual de estos mismos compuestos a partir de los datos que le son facilitados por la Oil, Paint and Drug.

En estas cotizaciones se especifican, además las formas de presentación, tamaño de los lotes y condiciones de entrega.

La serie de los precios de los distintos compuestos entre los años 1966 y 1972 en el mercado americano queda reflejada en el cuadro 3.

CUADRO 2
Precios de los minerales de litio en Europa

	1965 (1)	1966 (1)	1967 (1)	1968 (1)	1969 (1)	1970 (1)	1971 (1)	1972 (1)	1973 (1)
Petalita 3,5-4,5 % Li_2O en base al 3 %	70 (4)	70 (4)	—	140-150 (5)	140-150 (5)	140-150 (5)	11-13 (5)	4,50-5,50 (5)	4,50-5,50 (5)
Lepidolita 3-3,5 % Li_2O en base al 3 %	80 (4)	—	—	110-125 (5)	110-125 (5)	110-125 (5)	7-7,25 (5)	6,89-7,13 (5)	6,89-7,13 (5)
Esposdumena 4-7 % Li_2O en base al 6 %	75 (4)	75 (4)	—	115-120 (5)	115-120 (5)	115-120 (5)	5,15-6 (5)	5,65-5,90 (5)	5,65-5,90 (5)
Amblygonita 6-8 % Li_2O en base al 8 %	—	—	—	125-130 (5)	135-155 (5)	135-155 (5)	6,75-7,75 (5)	6,64-7,62 (5)	6,64-7,62 (5)

Unidad: (1) \$/ltu Li_2O .

(2) £/ltu Li_2O .

(3) £/tu Li_2O .

Condiciones: (4) FOB - Beira.

(5) CIF - Europa.

Fuente: U. K. Metal Bulletin.

CUADRO 3

Precios de los compuestos químicos de litio en Estados Unidos

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Carbonato de litio, en lotes de camiones, envasado	0,45 (1)	0,425 (1)	0,45 (1)	0,46 (1)	0,52 (1)	0,51 (1)	0,53 (1)
Cloruro de litio, en lotes de camiones, envasado	0,87 (1)	0,825 (1)	0,85 (1)	0,85 (1)	0,87 (1)	0,89 (1)	0,91 (1)
Fluoruro de litio, en lotes de camiones, envasado	1,55 (1)	1,56 (1)	1,65 (1)	1,70 (1)	1,55 (1)	1,56 (1)	1,59 (1)
Hidróxido de litio, en lotes de camiones, envasado	9,50 (1)	7,10 (1)	7,10 (1)	7,50 (1)	7,80 (1)	8,05 (1)	8,05 (1)
Nitrato de litio, técnico en lotes de 100 lb, envasado	1,15-1,50	1,15-1,55	1,25-1,55	1,25-1,55	1,25-1,55	1,25-1,55	1,25-1,55
Estearato de litio, en lotes de 50 lb ...	0,475 (2)	0,475 (2)	0,49 (2)	0,55 (2)	0,58 (2)	0,58 (2)	0,58 (2)
Sulfato de litio, en lotes de 100 lb, envasado	1,15-1,25	1,15-1,20	1,20-1,30	1,20-1,30	1,20-1,30	1,20-1,30	1,20-1,30

Unidad: \$/lb.

Condiciones: (1): D. (2): e-w.

Fuente: U.S. Bureau of Mines.

Litio metal.

El litio metal se comercializa fundamentalmente en el mercado americano. Se presenta con un contenido del 99,9 por 100 de Li y en lingotes de cuatro tamaños: 1/4, 1/2, y 2 lb.

El precio para los años comprendidos entre 1965 y 1973 son los recogidos en el cuadro 4.

CUADRO 4

Precio del litio metal en Estados Unidos

Año	Precio (\$/lb)
Lingotes, 99,9 % Li, en lotes de 1.000 lb:	
1965	7,50 D
1966	7,50 D
1967	7,50 D
1968	7,50 D
1969	7,75 D
1970	8,18 D
1971	8,25 FOB-NY
1972	8,43 FOB-NY
1973	8,40 FOB-NY

Unidad: \$/lb.

Fuente: Metals Week.

Las publicaciones portavoces del mercado libre de Londres reflejan la cotización de esta sustancia en Nueva York, si bien el tamaño de los lotes con que se opera en Europa suele ser de media tonelada.

Derechos arancelarios españoles	Generales %	Convenidos preferenciales CEE %
25.32.01. Minerales de litio ...	2,5	1,7
28.05.1. Litio metal de calidad nuclear, en bruto ...	libre	libre
28.29.03. Fluoruro de litio...	28	20,2
28.30.04. Cloruro de litio ...	10,5	6,3
28.38.11. Sulfato de litio ...	28	6,3
28.42.11. Carbonato de litio...	23,5	6,3

Fuente: Aranceles de Aduanas de España (Ministerio de Hacienda).

CUADRO 5

Precios medios de los productos de litio

Minerales de litio:	Mercado	Unidad	Precio
Ambligonita 6-8 % Li ₂ O, en base al 8 % (1) ...	L	tu Li ₂ O	(n) CIF-Europa
Lepidolita 3-3,5 % Li ₂ O, en base al 3 % (1) ...	L	tu Li ₂ O	(n) CIF-Europa
Petalita 3,5-4,5 % Li ₂ O, en base al 3 % (1) ...	L	ltu Li ₂ O	12-15 CIF-Europa
Esposdumena 4-7 % Li ₂ O, en base al 6 % (1) ...	L	ltu Li ₂ O	12-15 CIF-Europa
Compuestos químicos de litio:			
Carbonato, en lotes de camiones, envasado (2) ...	N	lb	0,52 \$ D
Cloruro, en lotes de camiones, envasado (2) ...	N	lb	0,91 \$ D
Fluoruro, en lotes de camiones, envasado (2) ...	N	lb	1,58 \$ D
Hidróxido, en lotes de camiones, envasado (2) ...	N	lb	8,10 \$ D
Nitrato, técnico, en lotes de 100 lb, envasado (2) ...	N	lb	1,27-1,57 \$
Estearato, en lotes de 50 lb (2) ...	N	lb	0,61 \$ e-w
Sulfato, en lotes de 100 lb, envasado (2) ...	N	lb	1,25-1,35 \$
Litio metal:			
Lingotes, mín. 99,9 % de Li, en lotes de 100 lb (3) ...	N	lb	10,25-11,38 \$ FOB-NY

Fuente: (1) UK. Metal Bulletin.
 (2) US. Bureau of Mines.
 (3) Metals Week.

5.3. ARANCELES DE IMPORTACIÓN.

No existe un gran volumen de comercio exterior de minerales de litio ya que suelen ser las mismas compañías productoras las que se encargan de la preparación de compuestos y de la elaboración del me-

tal. Esta es una de las razones por las cuales los minerales se encuentran exentos de tasas arancelarias en la mayoría de los países.

A modo informativo se incluyen los aranceles impuestos por los principales países consumidores a los productos de litio.

Derechos arancelarios de Japón.

Minerales de litio ...	libre
Compuestos de litio ...	6 %
Sales de litio ...	6 %
Litio metal ...	15 %

Fuente: Aranceles de Aduanas de Japón.

Derechos arancelarios de los países de la C. E. E. al resto de los países.

Minerales de litio ...	libre
Oxido e hidróxido de litio ...	8,0 %
Cloruro de litio ...	9,6 %
Carbonato de litio ...	10,2 %
Litio metal ...	6,6 %

Fuente: Aranceles de Aduana de la C. E. E. (Bruselas).

Recibido: julio de 1975.

Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo

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

RESUMEN

Se estudian cualidades litológicas y estructurales (estáticas y dinámicas) de las calizas lacustres que integran muy característicamente la serie del Terciario de los alrededores de Oviedo (fig. 1).

De acuerdo con los valores obtenidos se hace (a) una calificación geotécnica de las mismas con la terminología establecida por Deere-Miller (fig. 4). Asimismo se estudia la relación que existe entre el comportamiento mecánico observado y las condiciones litológicas y estructurales propias de la roca (fig. 5).

1. INTRODUCCION

Una de las líneas de investigación (subvencionada por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica) del Laboratorio de Geología Estructural es el estudio de las cualidades *lito-estructurales y mecánicas* de los materiales geológicos del norte de España, con el fin de obtener valores de interés para el mejor aprovechamiento geotécnico de éstos.

En el presente trabajo queremos dar a conocer algunos resultados obtenidos del estudio realizado sobre las denominadas *calizas lacustres blancas*, que se integran —con afloramientos de gran extensión— en la serie estratigráfica característica del Terciario de la “depresión central de Asturias” (NC-18 MARTÍNEZ-ALVAREZ-TORRES-ALONSO) (7).

2. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

2.1. Las denominadas *calizas lacustres* del Terciario de zona próxima a Oviedo tienen un notable interés regional. En primer lugar porque constituyen una roca usada en algunas de las realizaciones constructivas con carácter histórico y tradicional más reciente. También, debido a que for-

man el subsuelo de cimentación de gran número de edificaciones y, sobre todo, porque la práctica de su utilización dedujo para los mismos un comportamiento equívoco y diverso, que quizá conviene tratar de concretar.

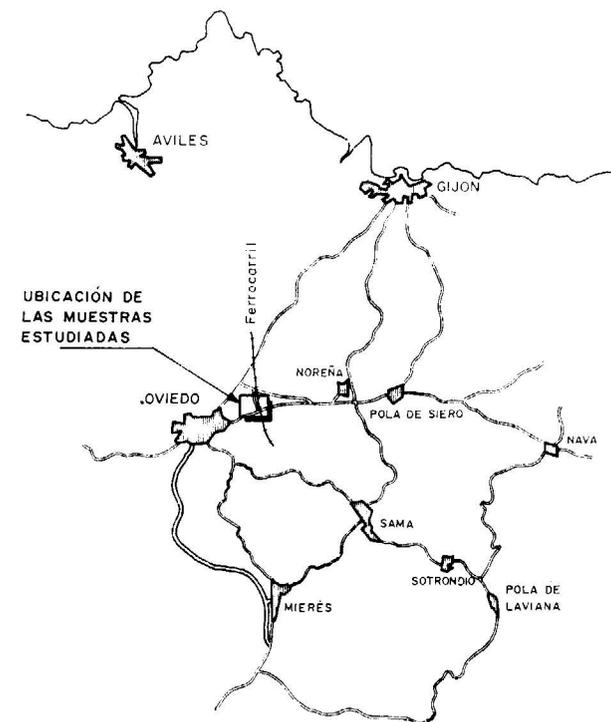


Figura 1

(*) Cátedra y Laboratorios de Geología Estructural, Escuela Superior de Minas, Oviedo.

DISPOSICIÓN DE LOS SONDEOS UTILIZADOS PARA
EL ESTUDIO DE LAS CALIZAS LACUSTRES DE
LOS ALREDEDORES DE OVIEDO.

J. A. Martínez-Alvarez, S. Díaz-González
1975

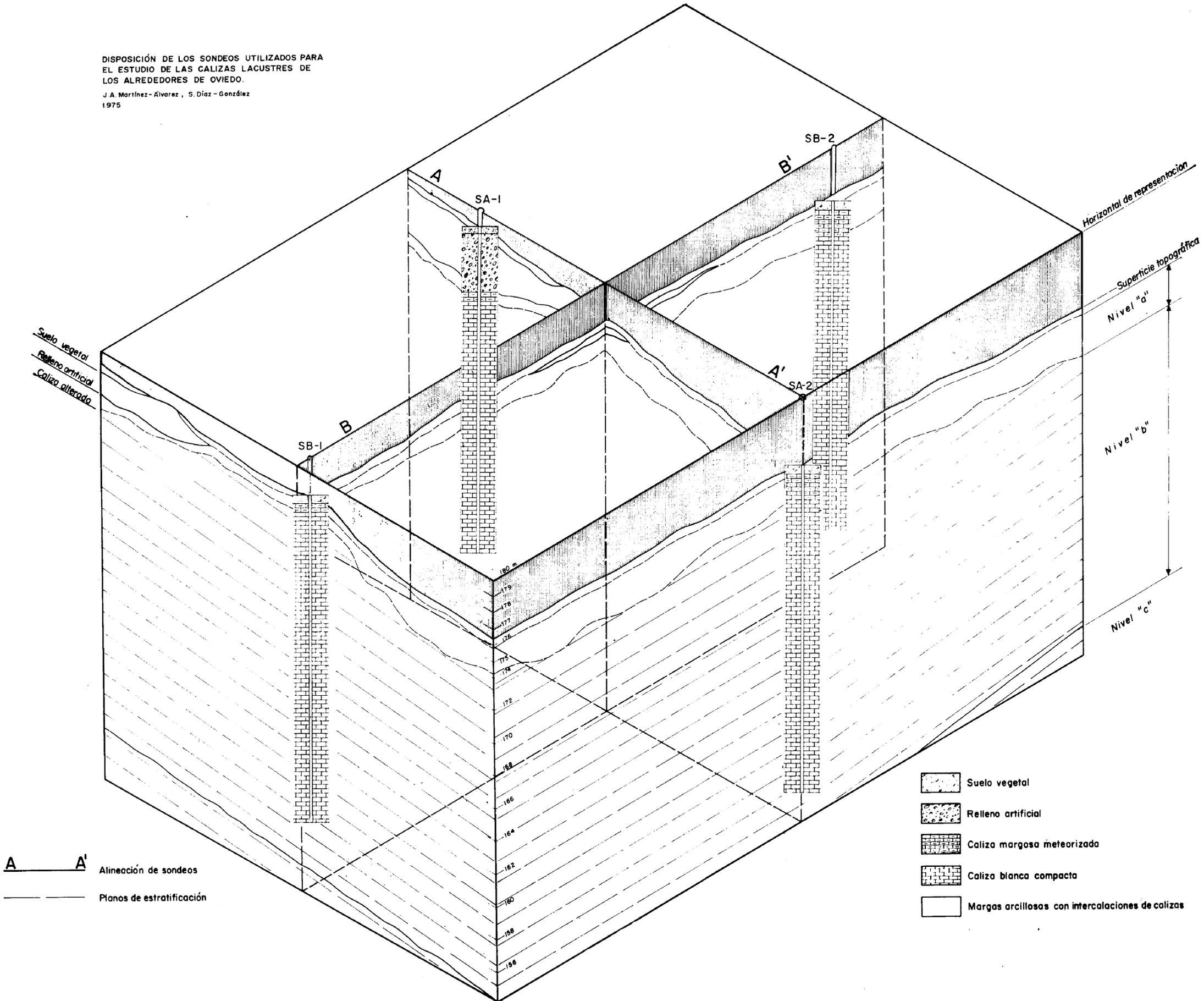


Figura 3

2.2. Se tomó como zona de estudio la situada en las proximidades de Colloto, al E. de Oviedo. Más precisamente el afloramiento de estos materiales que secciona el ferrocarril de Tudela Veguín, entre la estación de Viella y la intersección de este ferrocarril con la carretera a Santander (figura 1).

2.3. Para el estudio estructural, a escala de campo, se aprovechó el corte obtenido en la trinchera del ferrocarril de Tudela Veguín, inmediato a la zona de implantación de los sondeos de toma de muestras (fig. 2).

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. *Datos estructurales de campo.*—Quedan reflejados en el corte geológico (fig. 2) y descripción de los sondeos realizados (fig. 3).

La disposición de la masa calcárea aflorante es subhorizontal. En la misma distinguimos las zonas siguientes:

a) Formada por calizas lacustres de aspecto margoso, con señales evidentes de meteorización. La fundamental característica de las mismas es el gran desarrollo que tiene la fisuración. *Techo de la formación calcárea estudiada.*

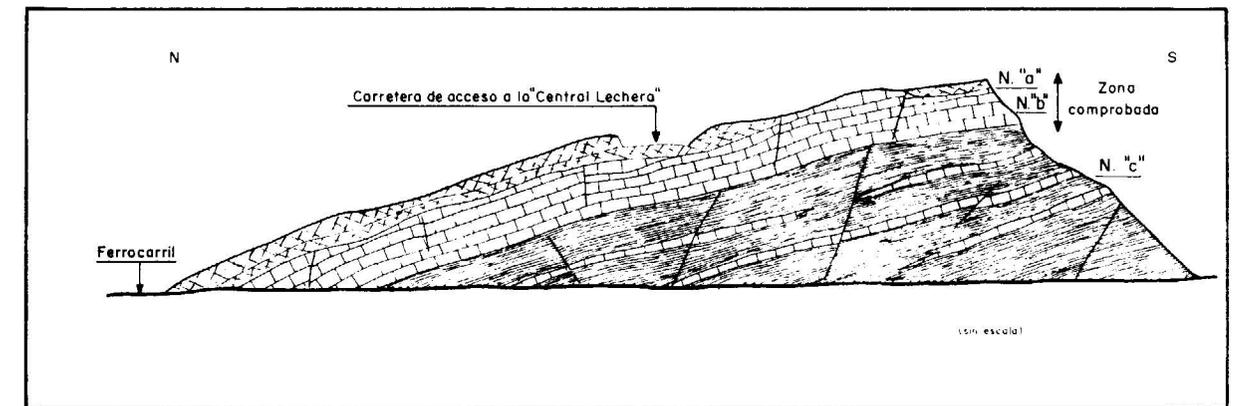


Figura 2

2.3. Las muestras para los ensayos de deformación se obtuvieron de cuatro sondeos establecidos en forma de cruz y denominados, respectivamente, SA-1, SA-2, SB-1, SB-2; la profundidad media de los sondeos fue de 20 m en la serie calcárea y en forma subperpendicular a la estratificación (fig. 3).

2.4. Los ensayos de deformación realizados consistieron en el estudio del comportamiento y evolución (obtención de curvas de tensión deformación) en compresión simple de muestras (a) secas y (b) húmedas o humedecidas durante tiempos distintos (5, 10, 15 minutos y 24 horas).

2.5. Para el estudio microestructural se realizaron reconocimientos sobre láminas delgadas orientadas.

2.6. Como complemento informativo se hicieron determinaciones mineralógicas mediante rayos X. Asimismo valoraciones del aspecto calcimétrico de estos materiales.

b) Masa calcárea propiamente dicha. De aspecto compacto (1) con estratificación poco marcada y matizada; superficies de estratificación irregulares y difusas a veces angulosas (estilolíticas) y con lechos arcillosos que las destacan. (2) Porosidad destacada. (3) Con esporádicos núcleos arcillosos integrados en la masa calcárea. (4) Fisuración reducida.

c) Nivel arcilloso con intercalaciones irregulares de calizas lacustres. *Muro de la masa calcárea* cuyas cualidades mecánicas se tratan de estudiar.

3.2. *Datos microestructurales.*—La microestructura es bastante homogénea en términos estructurales. Podemos distinguir los siguientes tipos de petrotexturas, las cuales aparecen en forma irregular en la masa calcárea que consideramos.

a) Textura micrítica dominante (bandeada o zonada), con núcleos de recristalización (esparitas) e intraclastos (intramicrita). En la textura micrítica-

ca de fondo se distinguen zonas claras y oscuras que adoptan disposición bandeada o zonificada irregular, con granulometría fina pero diferente y con distinta cantidad de aloquímicos arcillosos-organógenos.

Los núcleos esparíticos de recristalización tienen importancia reducida y forma irregular. En muy pocos casos existen fisuras colmatadas por esparitas. Los intraclastos son predominantemente de naturaleza cuarcítica. Claramente angulosos y en muchos casos están corroídos. La granulometría de estos es muy diversa.

Los "pelets" o bolas son muy poco abundantes y de tamaño diverso. Existen algunas agrupaciones de "pelets" y clastos cuarcíticos.

La porosidad existente es cerrada y reducida. La fisuración es muy reducida. No se aprecia, a esta escala, relación de concordancia clara entre la textura definida y la estratificación.

b) Textura micrítica con frecuentes zonas de "pelets" o bolas e intraclastos cuarcíticos (Intrapelmicrita).

Porosidad y fisuración reducidos. No existen relaciones aparentes de estas texturas y la estratificación.

c) Textura micrítica compacta en la que aparecen zonas de aspecto concrecionado muy irregular constituidas por pseudo-esparitas. La masa micrítica lleva clastos cuarcíticos en menor cantidad (Dismicrita).

Fisuración reducida y porosidad poco acentuada.

3.3. *Datos mineralógicos.*—El estudio mineralógico se realizó considerando por separado las fracciones fundamentales del material calcáreo en estudio; son estas, a) carbonatos, b) arcillas, c) fracción detrítica no arcillosa.

Las determinaciones calcimétricas dan valores oscilantes entre el 87 y el 95 por 100 para las diversas muestras.

Los estudios difractométricos de la fracción arcillosa residual de la masa calcárea, permitieron la identificación de los siguientes minerales arcillosos.

Palygorskita (Attapulgita): 53 por 100, aproximadamente.

Illita: 43 por 100, aproximadamente.

Caolinita: 3 por 100, aproximadamente.

Se observa, también, en los agregados orientados que se preparan un fondo, de cierta importancia, de cuarzo.

La fracción detrítica no arcillosa está constituida, totalmente, por cuarzo, circunstancia que ya se había constatado en los exámenes microscópicos de las muestras.

3.4. *Datos geomecánicos.*—Se ensayaron un total de 20 muestras, seleccionadas de todas las obtenidas. Sobre dieciséis de ellas se realizó el ensayo de compresión simple con obtención simultánea de la correspondiente curva de tensión-deformación. Sobre cuatro se realizó un proceso de inmersión en agua con la siguiente cadencia: 5, 10 y 15 minutos y 24 horas, siendo después testificadas para obtener la carga de ruptura.

Las dimensiones medias de las probetas ensayadas fueron de 65x130 mm.

3.4.1. Los datos obtenidos para las muestras no embebidas en agua quedan reflejados, de forma conjunta, en la tabla adjunta (fig. 4) de clasificación

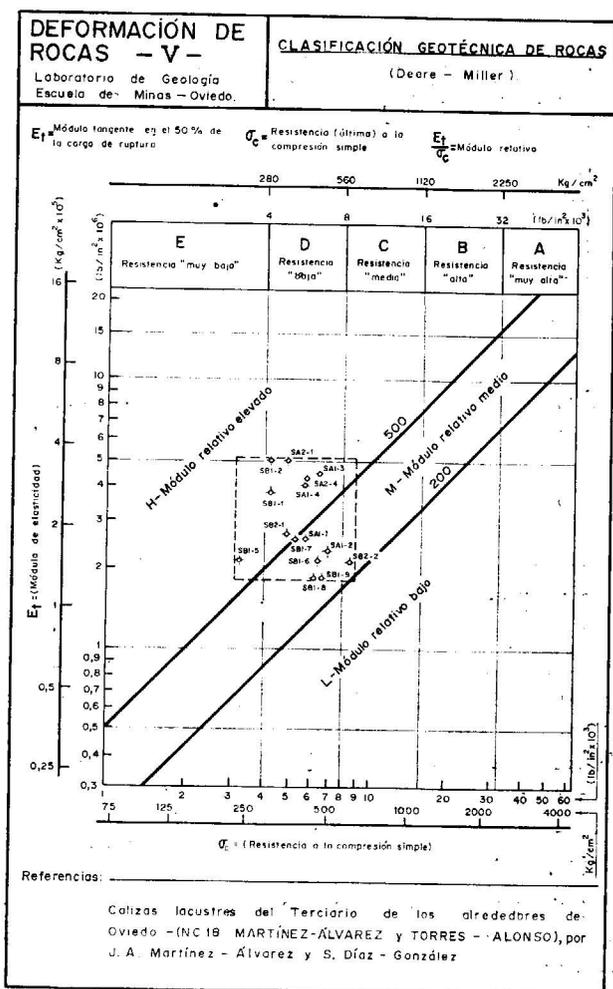


Figura 4

ción geotécnica de rocas, de acuerdo con los criterios de Deere y Miller, la cual relaciona los valores fundamentales (a) resistencia a la compresión simple (b) módulo de elasticidad.

Según los criterios considerados estas rocas se encuadran en la zona D de *baja resistencia*, con solapes hacia las zonas vecinas de resistencia muy baja y media.

3.4.2. Las muestras embebidas en agua manifiestan, claramente, el decrecimiento de las condiciones de resistencia a la compresión simple. En las muestras que se trataron durante minutos se obtuvieron valores de 193, 331 y 330 kg/cm². En las que el tratamiento en agua se prolongó a veinticuatro horas los descensos observados fueron brutales; valores de 36 kg/cm². En todo caso para obtener conclusiones más precisas sería necesario ensayar mayor número de muestras.

3.5. *Datos sobre las relaciones de la estructura en el comportamiento mecánico de estas rocas.*—En el cuadro adjunto (fig. 5), se sintetizan, para las muestras secas, las relaciones existentes entre las cualidades estructurales congénitas de estas rocas y su respuesta a la testificación mecánica. Tal comportamiento tiene relaciones evidentes con la litología y estructura de las rocas estudiadas.

En las muestras testificadas en condiciones de humedad diversa, resulta evidente que la fracción arcillosa de las mismas coadyuvada por la porosidad y fisuración, ejerce una influencia decisiva.

4. CONCLUSIONES

4.1. Estas calizas presentan una textura micrítica compleja, que domina sobre una fracción detrítica arcillosa y cuarcítica. Tienen un aspecto

COMPORTAMIENTO MECÁNICO-ESTRUCTURAL DE LAS CALIZAS LACUSTRES DEL Terciario DE LOS ALREDORES DE OVIEDO - CUADRO RESUMEN

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

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS			COMPORTAMIENTO GEOMECÁNICO		
SONDEOS	PETROGRAFÍA - TEXTURA	ESTRUCTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	TENSIÓN-DEFORMACIÓN	FRACTURA
Suelo SB1 Calizas margosas	Intramicrita Microfisuración muy reducida Porosidad reducida	Estratificada, con disposición irregular y poco matizada. No se aprecia relación clara de las microestructuras con la estratificación.	210 < σ _c < 400 Resistencia muy baja o resistencia baja	E _t ≈ 108.000 - 225.000 E _t /σ _c > 250	Conos y lajas laterales
Relleno SB2 Calizas margosas	Intramicrita Microfisuración muy reducida Porosidad reducida		300 < σ _c < 550 Resistencia baja o resistencia media	E _t ≈ 116.600 - 173.000 E _t /σ _c > 300	Conos bien formados con desmenuzamiento lateral
Suelo SA1 Calizas margosas	Dismicritas e intramicritas. Microfisuración muy reducida Porosidad variable		350 < σ _c < 410 Resistencia baja	E _t ≈ 143.800 - 254.000 E _t /σ _c > 350	(EXPLOSIVA) Lajas sin desmoronamiento
Suelo SA2 Calizas margosas	Intrapelmicrita Microfisuración muy reducida Porosidad reducida		300 < σ _c < 350 Resistencia baja	E _t ≈ 250.000 - 330.000 E _t /σ _c > 700	Lajas con desmoronamiento

Figura 5

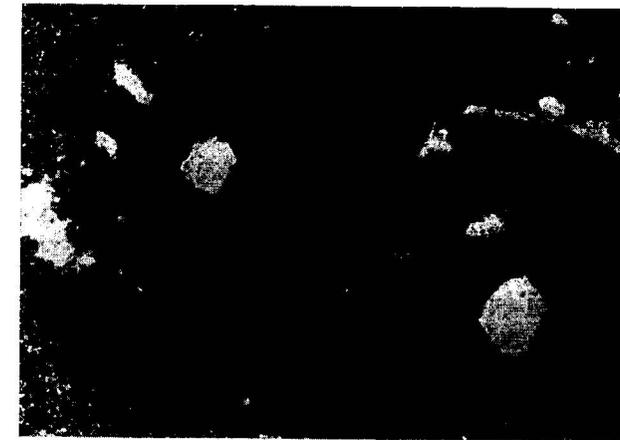


Figura 6/1 (a)

Sondeo SB.2-10× (Intramicrita)

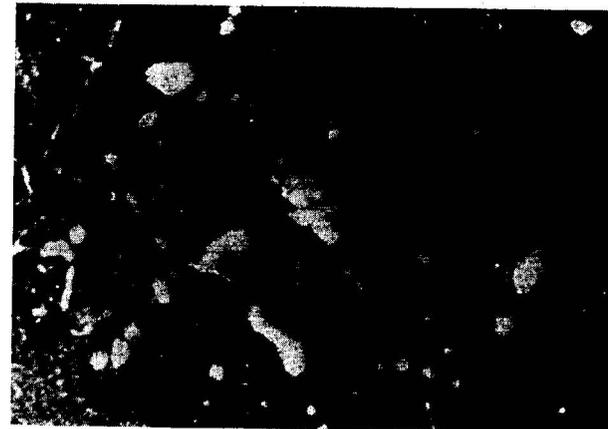


Figura 6/2 (b)

Sondeo SA.2-6,3× (Intrapelmicrita)

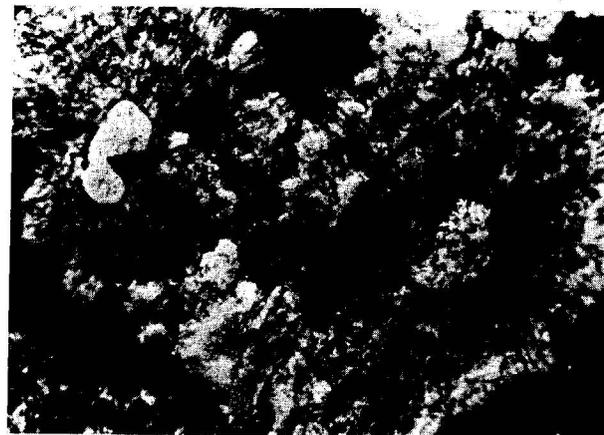


Figura 6/3 (c)

Sondeo SA.1-6,3× (Aspecto concrecionado y fibroso radiado de una Discmicrita).

compacto y granulometría fina y bastante regular (fig. 6).

4.2. Quedan calificadas como rocas de *resistencia baja* (terminología de Deere-Miller) fig. 4).

4.3. Los ensayos realizados permiten atestiguar que, en condiciones de meteorización acuosa, se modifican notablemente para adquirir valores de *resistencia muy baja*.

4.4. Su comportamiento geomecánico frente a los ensayos de compresión simple parece estar condicionado en primera instancia por factores litológicos y granulométricos. Las calizas con gran cantidad de clastos cuarcíticos suelen ser más resistentes, su módulo relativo es más bajo y con la fracturación de la probeta destaca claramente la disposición cónica prototípica. Las calizas más calcáreas y con procesos de recristalización diversos tienen, habitualmente, un módulo relativo más alto y una fracturación lajosa (fig. 5).

4.5. En términos generales debemos de calificar las masas calcáreas estudiada como roca claramente deficientes en el aspecto geotécnico. Presentan una *resistencia baja*, condicionada por las cualidades texturales de los mismos. Esta se degrada aún más en condiciones metóricas acuosas (*resistencia muy baja*), debido con toda probabilidad a la fracción arcillosa integrada en su litología.

4.6. Cabe destacar el aspecto positivo que para ciertos aprovechamientos, representa el carácter homogéneo de las mismas y su facilidad a ser trabajada para utilización arquitectónica-artística.

BIBLIOGRAFIA

- (1) TORRES-ALONSO, M.: *Estudio geotécnico de la zona central de Asturias*. Tesis doctoral, 9 vol. (inérita). Oviedo, 1971.
- (2) GUTIÉRREZ-CLAVEROL, M.: *Estudio geológico de la depresión mesoterciaria central de Asturias*. Tesis doctoral, 5 vol. (inérita). Oviedo 1972.
- (3) GUTIÉRREZ-CLAVEROL, M.: *Presencia de atapulgita en el paleógeno asturiano*. Suplemento de Ciencias. "Bol. Inst. Estudios Asturianos", núm. 20. Oviedo, 1975.

- (4) DEERE, DU y MILLER, R. P.: *Engineering classification and index properties for intact rocks*. Tech. Rept. AFWL-TR-65-116. Nuevo Méjico (1966).
- (5) FOLK, R. L.: *Spectral subdivision of limestone types*. Symposium. American Association of Petroleum Geologist. Memoir 1. Oklahoma (1962).
- (6) BRWN, G.: *The X-Ray identification and crystal structures of Clay minerals*. Mineralogical Society. Londres (1972).
- (7) MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A. y TORRES-ALONSO, M.: *Distribución estratigráfica de las rocas industriales de la zona central de Asturias*. "Bol. Geol. Min.", t. 85, pág. 193. Madrid, 1974.
- (8) GRIGGS, D. y HANDIN, J.: *Rock deformation* (A symposium). Geological Society of America. Memoria 79 (1960).
- (9) MARTÍNEZ-ALVAREZ, J. A.: *Síntesis estratigráfica de Asturias*. "Bol. Inst. Est. Asturianos". Supl. Ciencias, núm. 20 (1975).

Recibido: Julio de 1975.

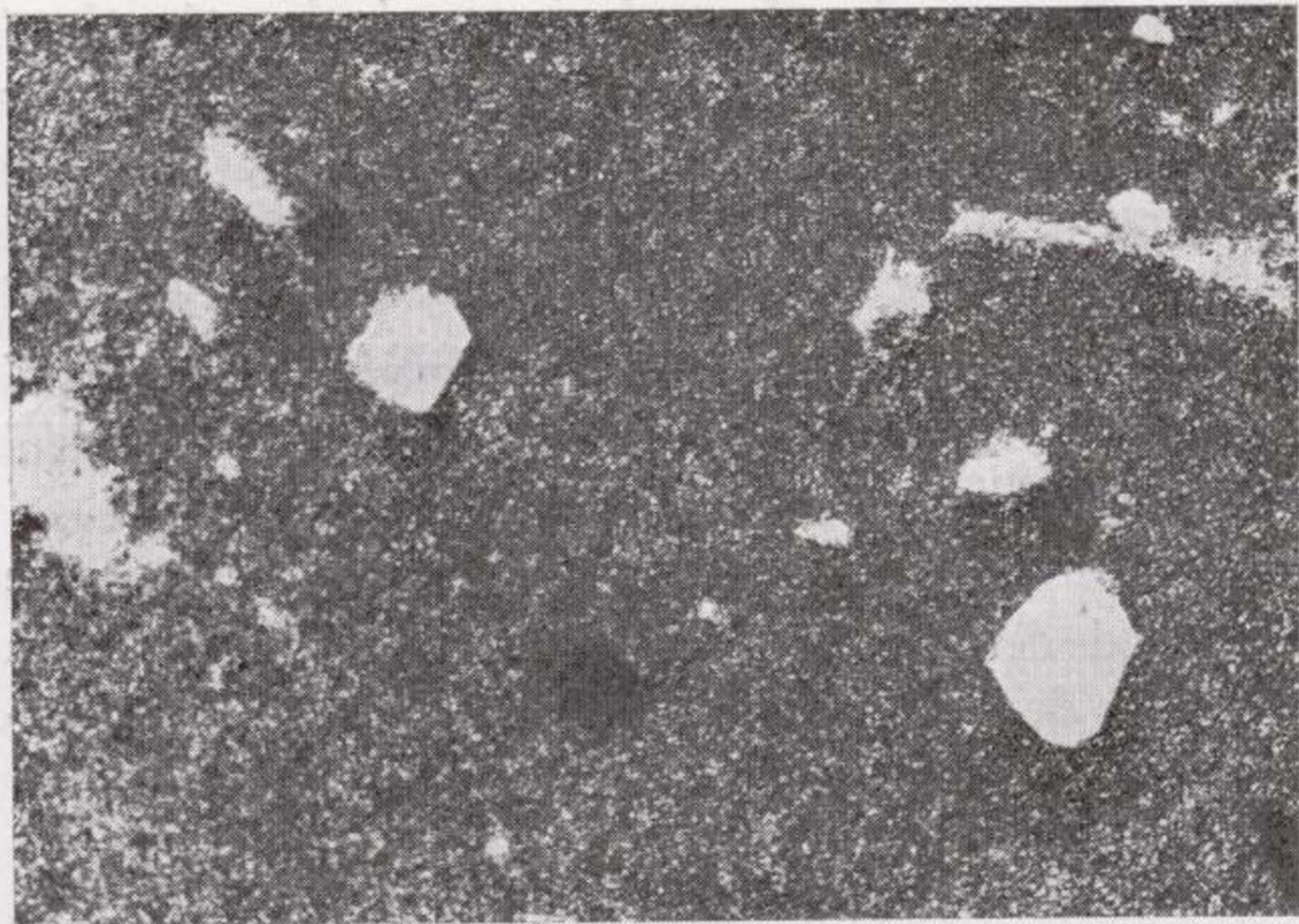


Figura 6/1 (a)

Sondeo SB.2-10 × (Intramicrita)

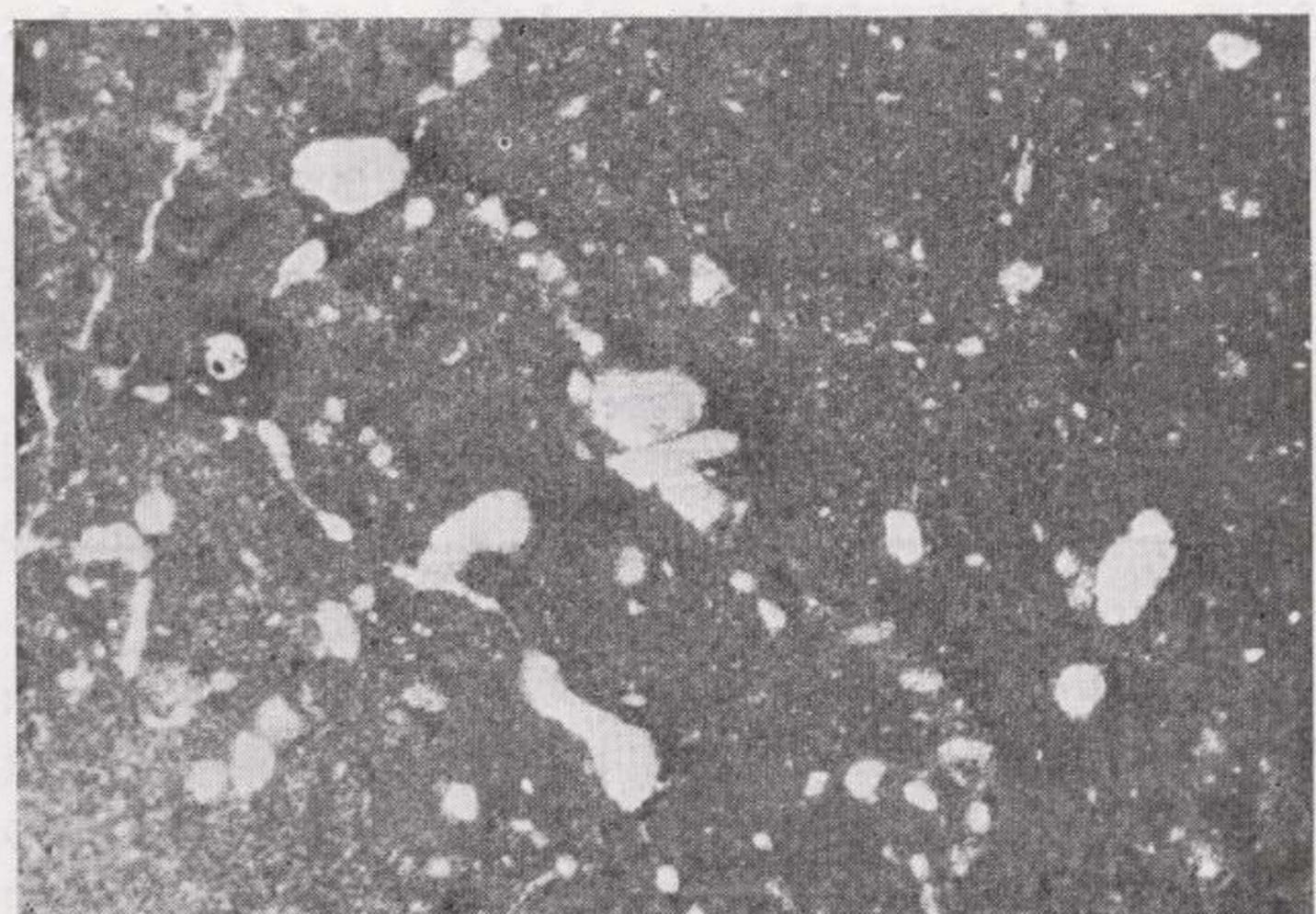


Figura 6/2 (b)

Sondeo SA.2-6,3 × (Intrapelmicrita)

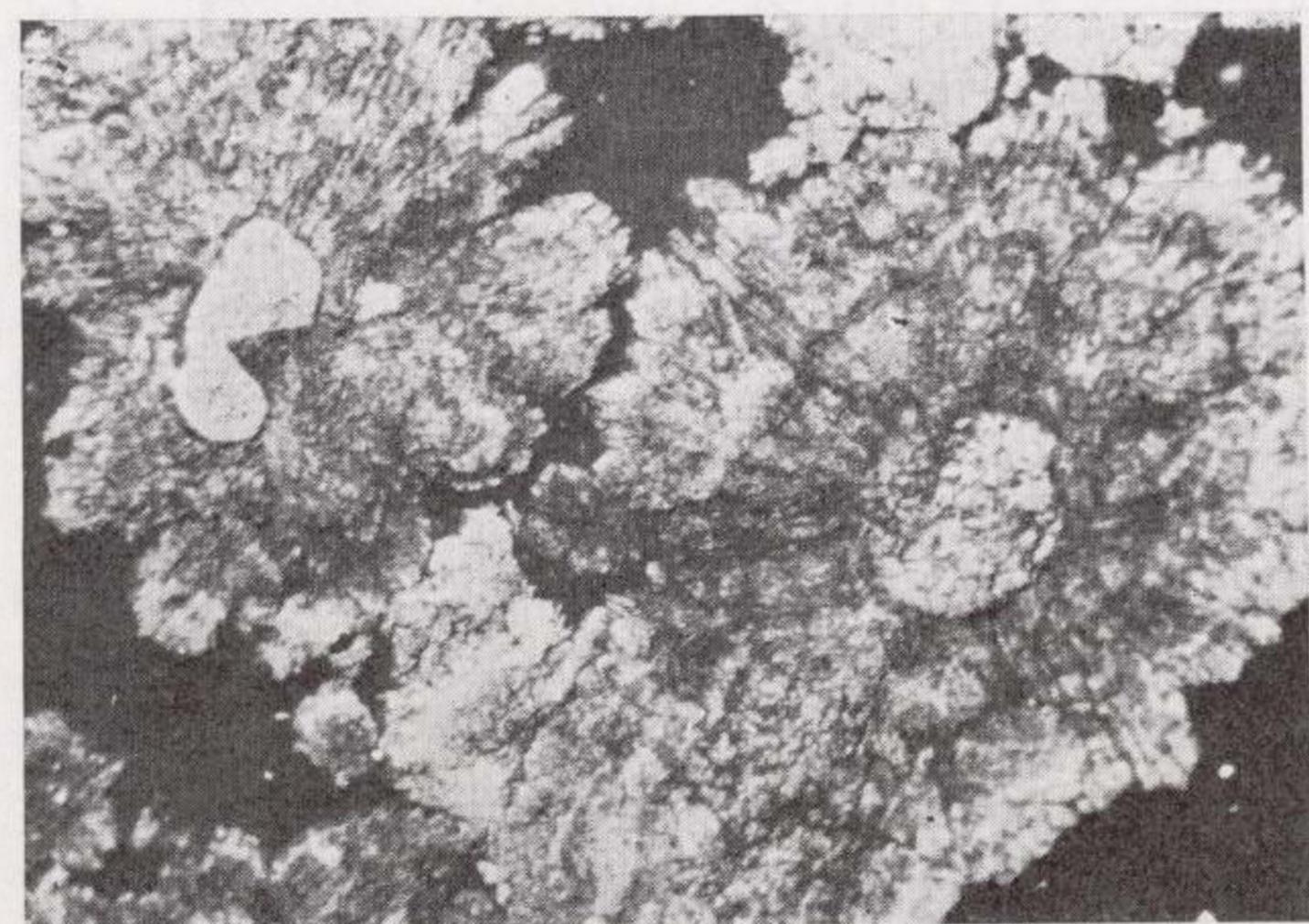


Figura 6/3 (c)

Sondeo SA.1-6,3 × (Aspecto concrecionado y fibroso radiado de una Dismicrita).

Origen de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español

Por J. LOPEZ RUIZ (*) y L. GARCIA CACHO (*)

RESUMEN

La composición y el tipo de zonado que presentan los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama permiten deducir que los granates de composición fundamentalmente almandínica (alotriomorfos, intensamente fracturados y con zonado inverso) se han originado a partir de líquidos graníticos relativamente poco diferenciados, mientras que los ricos en espesartina (subidiomorfos y con zonado normal) han cristalizado a partir de los últimos diferenciados magmáticos.

ABSTRACT

Composition and types of zoning displayed by garnets of aplitic and granitic rocks of Sierra de Guadarrama, lead to the conclusion that the almandine-rich garnets (anhedral, intensely fractured and showing reverse zoning) developed from slightly evolved granitic melts; instead spessartine-rich garnets (subhedral and showing normal zoning) grew from late magmatic differentiates.

INTRODUCCION.

Desde la utilización de la microsonda electrónica en las investigaciones petrológicas, uno de los grupos minerales más intensamente estudiados ha sido el de los granates. Sin embargo, mientras que los granates de rocas metamórficas han sido objeto de numerosas investigaciones, los granates de rocas ígneas —y especialmente los de rocas graníticas— han sido muy poco estudiados, a pesar de que su estudio puede suministrar una valiosa información sobre las condiciones físico-químicas bajo las cuales han cristalizado y evolucionado sus rocas-huésped (ver, por ejemplo, LÓPEZ RUIZ, 1975).

En este trabajo se estudian los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, prestando especial atención a los tipos de zonado que presentan los mismos.

CARACTERES GENERALES DE LOS GRANITOIDES DE LA SIERRA DE GUADARRAMA.

Como se sabe, el Sistema Central Español está constituido por un conjunto de rocas metamórficas

(*) Departamento de Petrología y Geoquímica, Inst. "Lucas Mallada", C. S. I. C. Madrid-3.

CUADRO 1
Composición química media de las diferentes facies graníticas de la Sierra de Guadarrama
(Según datos de APARICIO et al. 1975)

	1	2	3	4	5
SiO ₂	71,97	71,62	67,15	54,90	60,90
Al ₂ O ₃	13,54	14,04	15,26	16,91	17,04
Fe ₂ O ₃	0,60	0,56	0,90	0,21	1,22
FeO	1,53	1,73	2,90	4,94	4,49
MnO	0,02	0,03	0,05	0,13	0,07
MgO	0,74	0,88	1,53	6,75	2,52
CaO	1,73	1,98	2,94	9,11	4,49
Na ₂ O	3,05	3,63	3,57	2,37	3,56
K ₂ O	5,36	4,04	3,53	0,96	2,79
TiO ₂	0,34	0,33	0,62	0,78	0,95
P ₂ O ₅	0,22	0,15	0,25	0,10	0,38
H ₂ O	0,72	0,87	1,15	2,38	1,24
Tital	99,82	99,86	99,86	99,54	99,65

- 1.—Granitos s. s. (media de 3 análisis).
- 2.—Adamellitas (media de 14 análisis).
- 3.—Granodioritas (media de 10 análisis).
- 4.—Tonalita.
- 5.—Cuarzo-diorita.

y graníticas que se extienden por el E hasta los materiales de la Cordillera Ibérica, por el W hasta la frontera portuguesa, y cuyos límites N y S quedan definidos por las fosas tectónicas, actualmente cubiertas de sedimentos, originadas por la intensa fracturación que tuvo lugar durante el Terciario.

Por lo que respecta al conjunto granítico, APARICIO et al. (1975) han distinguido en la Sierra de Guadarrama desde facies cuarzo-dioríticas hasta facies graníticas s. s., si bien los tipos adamellíticos y granodioríticos son los más abundantes. En el cuadro 1 se recoge la composición química media de las distintas facies existentes.

En todas estas facies es frecuente la presencia de diques de lamprófidos, apalitas y pegmatitas, aunque los dos últimos tipos aparecen también en masas irregulares.

El contacto entre las granitoides y las rocas metamórficas es variable, incluso dentro de un mismo macizo, puesto que en unos casos es gradual, con aparición de rocas migmatíticas, mientras que en otros el paso es neto y claramente discordante.

ESTUDIO DE GRANATES.

El granate es mineral accesorio en los tipos graníticos y leucogranodioríticos, mientras que en los diques y bandas aplítico-pegmatíticos puede llegar a ser relativamente abundante. En la mayor parte de los macizos en los que aparece granate (por ejemplo, Navalafuente y Santa María de Nieva), éste se encuentra en las zonas de borde, aunque existen otros (por ejemplo, La Cabrera), en los que también aparece en sus zonas centrales (APARICIO et al., 1975, fig. 47).

CUADRO 2

Análisis químicos de granates de rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama. Anal: J. DE LA PUENTE

	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	35,55	35,71	36,15	36,57	36,41	37,22	37,05
Al ₂ O ₃	22,71	23,24	21,73	22,66	22,69	22,19	21,64
FeO	23,43	34,55	28,27	31,16	22,00	18,53	17,00
MnO... ..	17,16	5,03	13,67	9,11	18,42	21,48	22,81
MgO... ..	0,16	0,72	0,24	0,06	0,03	—	0,10
CaO... ..	0,12	0,49	0,24	0,23	0,16	0,26	1,26
TOTAL	99,13	99,74	100,30	99,79	99,71	99,68	99,86
Si... ..	5,851	5,818	5,919	5,939	5,936	6,049	6,037
Al	0,149	0,182	0,081	0,061	0,064	—	—
Al	4,267	4,286	4,121	4,283	4,303	4,254	4,162
Fe	3,233	4,710	3,876	4,305	3,005	2,525	2,317
Mn	2,380	0,689	1,884	1,252	2,534	2,946	3,131
Mg	0,040	0,177	0,059	0,010	0,010	—	0,020
Ca	0,020	0,088	0,039	0,039	0,029	0,049	0,216
Alm.	57,0	83,2	66,1	76,7	53,9	45,7	40,8
Esp.	42,0	12,2	32,2	22,3	45,4	53,4	55,1
Pir.	0,7	3,1	1,0	0,2	0,2	—	0,3
Gros.	0,3	1,5	0,7	0,7	0,5	0,9	3,8

1. Granito de grano fino (15.039 I. L. M.). Macizo de Navalafuente.
2. Granito de grano grueso (15.040 I. L. M.). Macizo de Navalafuente.
3. Granito de grano fino (54.497 I. L. M.). Macizo de Santa María de Nieva.
4. Leucoadamellita (50.448 I. L. M.). La Pedriza de Manzanares.
5. Tonalita (54.500 I. L. M.). Macizo de Santa María de Nieva.
6. Aplita (7.539 I. L. M.) Colmenar Viejo.
7. Aplita (36.721 I. L. M.). Sotillo de La Adrada.

Desde el punto de vista petrográfico, los granates aparecen en cristales de reducido tamaño, subidomorfo-alotriomorfo, fracturados, normalmente libres de inclusiones y sin aureola de transformación. Sólo en una de las muestras estudiadas (15.040), los granates están parcialmente transformados en clorita.

En el cuadro 2 se recogen los análisis químicos de los granates de rocas graníticas y diques aplíticos de la Sierra de Guadarrama, y en la figura 1 se muestran los diferentes tipos de zonado que presentan.

Los análisis cuantitativos, así como los perfiles de distribución borde-centro-borde, han sido realizados con microsonda electrónica (JEOL 50-A), utilizando como "standards" granate almandínico y rodonita. Debido a la criptozonación, en cada cristal se han realizado, para cada elemento, un número de determinaciones proporcional a las dimensiones del grano y, a partir del valor medio de éstas, se ha calculado la composición del cristal. Por otra parte, para paliar el efecto de corte, en todos los casos se ha analizado el cristal de mayores dimensiones de la lámina delgada.

De acuerdo con los datos químicos obtenidos, los granates de estas rocas presentan un amplio espectro de variación, aunque en todos los casos las moléculas dominantes son las de almandino y espesartina (fig. 2). En general, puede establecerse que los granates de las rocas graníticas son más férricos (y menos manganesíferos) que los de los diques aplíticos. Estos valores son equivalentes a los obtenidos por LEAKE (1967) y BIZOUARD et al. (1970) en granates de rocas comparables de Galway y Galicia oriental, respectivamente.

Por otra parte, teniendo en cuenta los perfiles de distribución de los diferentes elementos, los granates de las rocas estudiadas presentan los siguientes tipos de zonado (1):

— Normal. El contenido de Mn disminuye y los de Mg y Fe aumentan desde el centro al borde del cristal, mostrando el Ca una distribución de tipo oscilatorio, aunque con tendencia a aumentar hacia la periferia (fig. 1 a).

— Normal con bordes enriquecidos en Mn. En la mayor parte del cristal, los elementos se distribuyen de la misma manera que en el zonado normal, pero en la zona periférica del mismo aumenta

el porcentaje de Mn y disminuyen los de Mg y Fe (fig. 1 b).

— Inverso. Los contenidos de Mn y Ca aumentan y los de Mg y Fe disminuyen desde el centro al borde de cristal (fig. 1 c).

DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

La composición de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama difiere notablemente de la de los granates de las rocas metamórficas asociadas (LÓPEZ RUIZ et al, 1975), puesto que presentan porcentajes inferiores de MgO y CaO y superiores de MnO (ver fig. 2). Por otra parte, el enriquecimiento en Ca hacia el borde del cristal que muestran estos granates es del mismo tipo que el que presentan granates cuyo origen ígneo parece evidente (ver, por ejemplo, BIRCH y GLEADOW, 1974, y LÓPEZ RUIZ et al., 1974) e inverso al que generalmente presentan los granates metamórficos (ver, por ejemplo, DE BETHUNE et al., 1965, 1968; HARTE y HENLEY, 1966; ATHERTON y EDMUNDS, 1966; ATHERTON, 1968; BROWN, 1969; EDMUNDS y ATHERTON, 1971; GRANT y WEIBLEN, 1971; KURAT y SCHARBERT, 1971; DE PIERI y GALLETTI, 1972; FEDIUKOVA y SUK, 1973; BIRK, 1973, y LÓPEZ RUIZ et al., 1975).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, la composición y el zonado de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama evidencian el origen ígneo de estos minerales. Por otra parte, su amplia variación de composición (ver fig. 2) indica que éstos debieron de cristalizar a lo largo de todo el proceso de diferenciación, aunque, por su restringida distribución espacial, probablemente sólo se generaron en determinadas zonas. Teniendo en cuenta los campos de estabilidad de almandino y espesartina (HSU, 1968), los granates ricos en almandino debieron cristalizar a partir de líquidos graníticos relativamente poco diferenciados y, por consiguiente, empobrecidos en MnO, mientras que los granates en los que predomina la molécula de espesartina —que corresponden a los de los diques aplíticos— se generaron a partir de los últimos diferenciados magmáticos.

Esta hipótesis viene, además, confirmada por el hecho de que los granates almandínicos presentan, por lo que respecta a la distribución de Mn, zonado inverso, mientras que los de composición intermedia muestran bordes enriquecidos en Mn y los predominantemente espesartínicos zonado normal.



(1) Los tipos de zonado están basados fundamentalmente en la distribución del Mn.

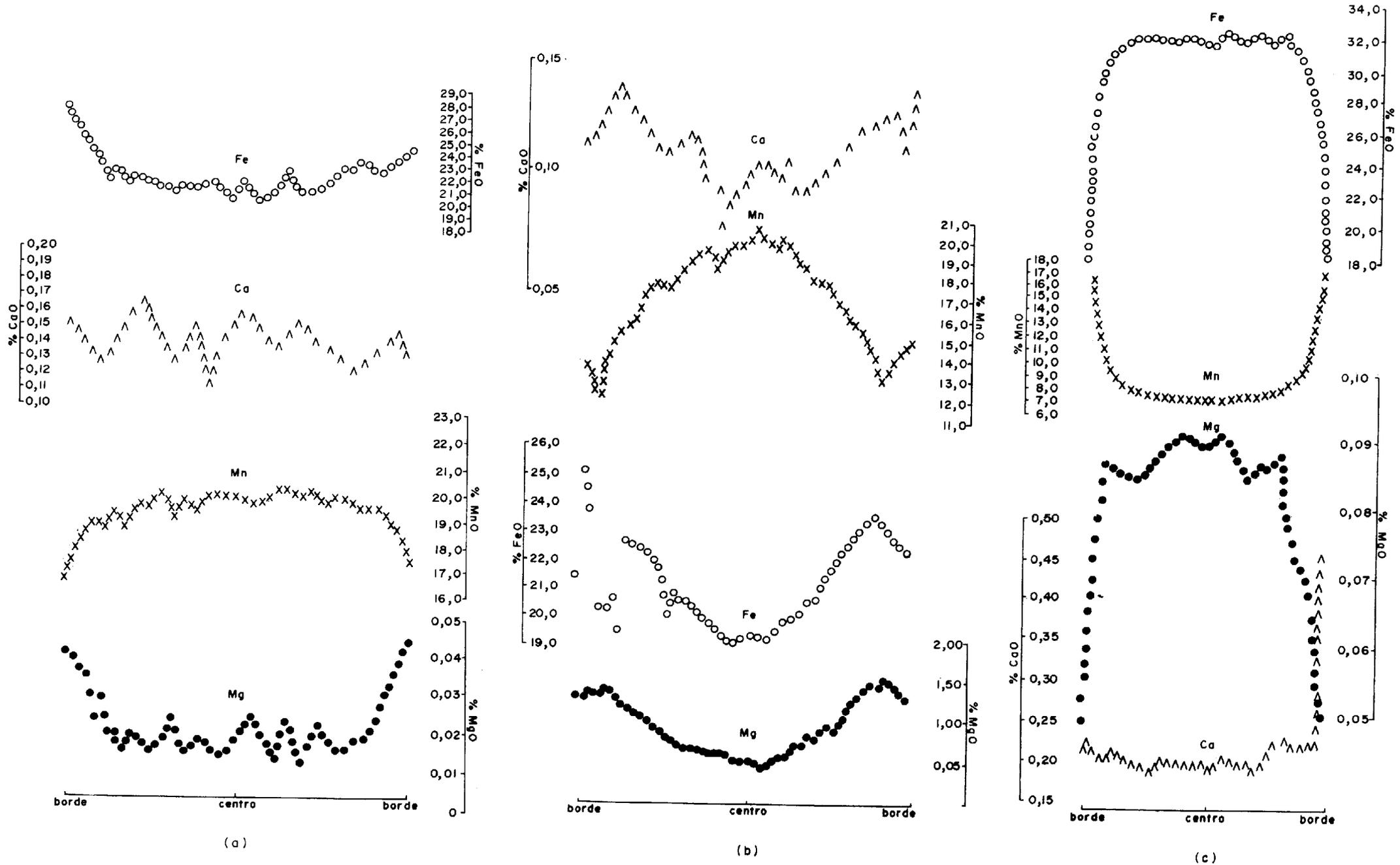


Figura 1

Tipos de zonado de los granates de rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama: a), normal; b), normal con bordes enriquecidos en Mn y c), inverso.

En efecto, si los granates ricos en almandino se generaron en una etapa temprana de la cristalización, el progresivo ascenso del magma hacia zonas más superficiales y las relativamente altas temperaturas reinantes serían los factores responsables de la transformación del zonado normal primitivo en zonado inverso. Por el contrario, los granates de composición intermedia, originados posteriormente, a más baja presión y temperatura, sufrieron única-

aplitas de la Sierra de Guadarrama se han originado a partir del magma granítico. Los de composición almandínica —en general, alotriomorfos, intensamente fracturados y con zonado inverso— han cristalizado a partir de líquidos relativamente poco diferenciados, mientras que los granates ricos en espartina —en general, subidiomorfos y con zonado normal— se han generado a partir de los últimos diferenciados magmáticos.

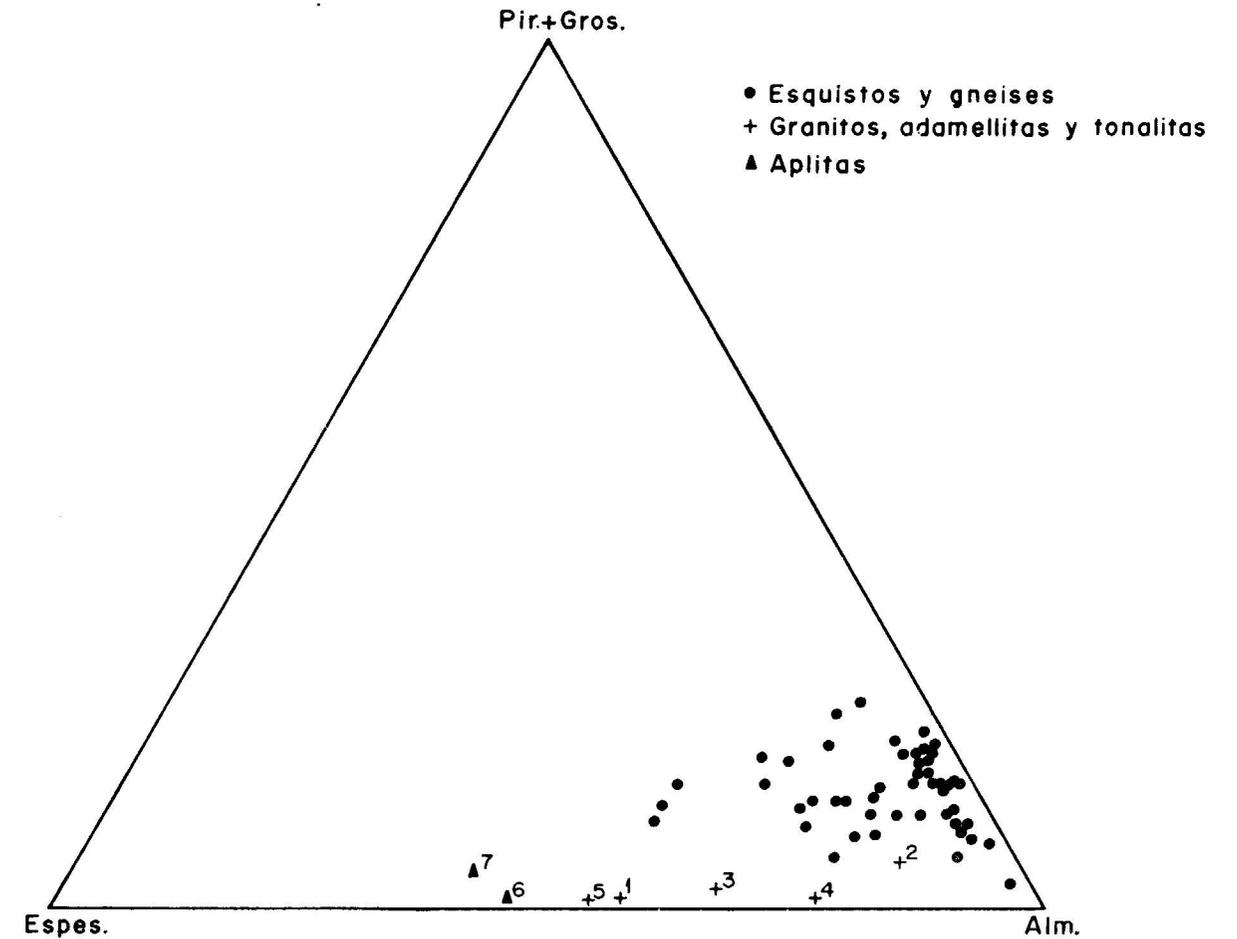


Figura 2
Composición molecular de los granates de rocas metamórficas, graníticas y apliticas de la Sierra de Guadarrama. Los datos correspondientes a las rocas metamórficas se han tomado de LÓPEZ RUIZ et al (1975).

mente pequeñas variaciones de presión, las cuales originaron el ligero enriquecimiento en Mn en el borde del cristal, y los granates ricos en espartina, al ser los últimos en cristalizar, no estuvieron sometidos a variaciones termodinámicas posteriores y, por consiguiente, presentan zonado normal.

En conclusión, los granates de los granitoides y

AGRADECIMIENTOS.

Los autores expresan su agradecimiento a los doctores A. APARICIO y M. PEINADO y a J. L. BARRERA por las discusiones mantenidas sobre los materiales graníticos de la Sierra de Guadarrama, y a J. DE LA PUENTE por la realización de los análisis químicos de granates.

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, A.; BARRERA, J. L.; CARABALLO, J. M.; PEINADO, M., y TINAO, J. M.: *Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español*. "Mem. Inst. Geol. Min. de España", 88 (1975).
- ATHERTON, M. P.: *The variation in garnet, biotite and chlorite composition in medium grade pelitic rocks from the Dalradian, Scotland, with particular reference to the zonation in garnet*. "Contr. Mineral Petrol", 18: 347-371 (1968).
- ATHERTON, M. P., y EDMUNDS, W. M.: *An electron microprobe study of some zoned garnets from metamorphic rocks*. "Earth Planet. Sci. Letters", 1: 185-193 (1966).
- BIRCH, W. D., y GLEADOW, A. J. W.: *The genesis of garnet and cordierite in acid volcanic rocks: evidence from the Cerberean Cauldron, Central Victoria, Australia*. "Contr. Mineral Petrol.", 45: 1-13 (1974).
- BIRK, D.: *Chemical zoning in garnets of the Kashabowie group, Shebandowan, Ontario*. "Canadian Miner.", 12: 124-128 (1973).
- BIZOUARD, H.; CAPDEVILA, R., y GAVEN, C.: *Microanalyse de grenats d'aplites et de granites de Galice orientale (Espagne)*. "Bol. Geol. Min.", 81: 299-304 (1970).
- BROWN, E. H.: *Some zoned garnets from the greenschist facies*. "Amer. Mineral", 54: 1662-1677 (1969).
- DE BETHUME, P.; GOOSSENS, P., y BERGER, P.: *Emploi des grenats zonaires comme indicateurs du degré de métamorphisme*. "C. R. Acad. Sci. Paris", 260: 6946-6949 (1965).
- DE BETHUNE, P.; LADURON, D.; MARTIN, H., y THEUNISSEN, K.: *Grenats zonés de la zone du Mont Rose (Valle Anzasca, prov. de Novara, Italie)*. "Bull. Suisse de Min. et Petr.", 48: 437-454 (1968).
- DE PIERI, R., y GALETTI, G.: *Analisi alla microsonda di granati zonati in suite austroalpini delle valli Fosse, Passiria e Ridanna (Alto Adige)*. "Mem. Inst. Geol. Miner, Univ. de Padova", 29: 1-33 (1972).
- EDMUNDE, W. M., y ATHERTON, M. P.: *Polymetamorphic evolution of garnet in the Fanad aureole, Donegal, Eire*. "Lithos", 4: 147-161 (1971).
- FEDIUKOVA, E., y SUK, M.: *Elongate and zoned garnets from rocks of the Gula schist group, Faeren, Inndalen area, Trondheim region*. "Norges Geol. unders.", 289: 15-29 (1973).
- GRANT, J. A., y WEIBLEN, P. W.: *Retrograde Zoning in garnet near the second sillimanite isograd*. "Amer. J. Sci", 270: 281-296 (1971).
- HARTE, B., y HENLEY, K. J.: *Ocurrence of compositionally zoned almanditic garnets in regionally metamorphosed rocks*. "Nature", 210: 689-692 (1966).
- HSU, L. C.: *Selected phase relationships in the system Al-Mn-Fe-Si-O-H: A model for garnet equilibria*. "J. Petrology", 9: 40-83 (1968).
- KURAT, G., y SCHABERT, H. G.: *Compositional zoning in garnets from granulite facies rocks of the Moldanubian Zone, Bohemian massif of Lower Austria, Austria*. "Earth. Planet. Sci. Letters", 16: 379-387 (1972).
- LEAKE, B. E.: *Zoned garnets from the Galway granitic and its aplites*. "Earth Planet. Sci. Letters", 3: 311-316 (1967).
- LÓPEZ RUIZ, J.: *El zonado de los granates como indicador de los cambios fisico-químicos de sus rocas-huésped*. "III Reunión Geología SW Península Ibérica". Huelva-Evora (1975).
- LÓPEZ RUIZ, J.; GARCÍA CACHO, L. y RODRÍGUEZ BADIOLA, E.: *Origen de los granates de las rocas calco-alcalinas del SE de España*. "I Asamblea Nacional de Geodesia y Geofísica", Madrid, 1.353-1.372 (1974).
- LÓPEZ RUIZ, J.; APARICIO, A., y GARCÍA CACHO, L.: *El metamorfismo de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español*. "Mem. Inst. Geol. Min. de España", 86: 127 págs. (1975).

Recibido: Julio 1975.

INFORMACION

Proyecto de establecimiento de una cuenca hidrológica experimental en el río Monachil (Granada)

Por R. FERNANDEZ-RUBIO (*)

DEFINICION DE PRINCIPIOS

Con el fin de formar especialistas en el campo de la Hidrología, perfeccionar los métodos de investigación de los componentes físicos del ciclo hidrológico, y cooperar en el conocimiento de los datos básicos hidrológicos dimensionales del sureste español, pensé justificado centrar los esfuerzos investigadores en una cuenca experimental, a la que se apliquen los medios y técnicas adecuados, para obtener una completa información cuantitativa extrapolable a otras áreas.

La información obtenida de los diversos componentes del ciclo hidrológico, fruto del equipamiento instrumental, será difundida, con la mención expresa de las colaboraciones recibidas, entre los Organismos interesados, a escala nacional, y a centros investigadores de diversos países, con los que mantenemos intercambio.

Puesto que se trata de un proyecto de investigación a largo plazo, he previsto una planificación y equipamiento adecuado, y una normalización en la recolecta de datos, y tratamiento con el ordenador del Centro de Cálculo de la Universidad de Granada, para lo que tomo como punto de partida las experiencias acumuladas en el Decenio Hidrológico Internacional, recogidas en un conjunto de publicaciones de la UNESCO y de los países adheridos, así como las directrices dimanantes del Programa Hidrológico Internacional.

ELECCION DE LA CUENCA.

La cuenca objeto de estas investigaciones y experiencias debe responder a un caso típico de la hidrología regional.

La investigación deberá cubrir los aspectos hidrológicos

(*) Dr. Ingeniero de Minas. Hidrogeología. Sección de Geología, Universidad de Granada.

en sentido amplio: climatología; hidrología de superficie y subterránea; pedología, vegetación y forestación; erosión, arrastre y sedimentación; calidad de las aguas, etc.

Para este tipo de estudios se recomiendan cuencas con superficie no superior a 250 Km², dentro de las cuales puedan establecerse subcuencas piloto para problemas específicos concretos.

Aunque no es posible encontrar una cuenca ideal, en la que se manifieste toda la problemática hidrológica, creo que la cuenca del río Monachil (Granada), con una superficie de 95 Km², reúne condiciones adecuadas de accesibilidad a diversos puntos de la misma, estado natural en gran parte de ella, y la ventaja hidrogeológica de estar integrada sólo por dos conjuntos litológicos de gran interés y extensión regional: los micascitos (Nevadofilábrides) de la mitad superior, y las dolomías (Alpujarrides), de la mitad inferior.

Por otra parte, esta cuenca incluye una escala altimétrica y climatológica del máximo interés, por extenderse desde el pico del Veleta (3.398 m), hasta el borde de la Vega de Granada (800 m), lo que permitirá estudiar ampliamente problemas derivados de la nivación y variaciones térmicas sobre el ciclo hidrológico.

Por último, pienso que son varios los organismos que, por unos u otros motivos, pueden tener interés en este estudio.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.

Esta investigación, dada la aleatoriedad de los fenómenos hidrológicos, debe preverse a largo plazo, sin que esto sea obstáculo para elaborar datos progresivos cada uno o dos años.

La investigación hidrológica deberá ser global, si bien se puede prestar atención preferente a ciertas facetas características, específicas, de mayor interés para los posibles organismos colaboradores.

En esta cuenca, es también posible estudiar la incidencia, sobre el ciclo hidrológico, de importantes cambios artificiales antrópicos, como los derivados de la ubicación de una zona urbana de nueva implantación (Centro Turístico de Prado Llano), y la repoblación forestal (Cortichuela-Cortijo de San Jerónimo).

Junto a estos objetivos básicos, y mediante estas investigaciones, se pretende formar hidrólogos en el campo de la observación y tratamiento de datos.

OBSERVACIONES HIDROLOGICAS A REALIZAR.

De manera general, y sin ánimo de describir los programas de detalle previstos, voy a enumerar las observaciones fundamentales que se apetece realizar, y el tipo de instalaciones necesarias para adquisición de datos.

a) Precipitación.

Por ser uno de los factores hidrológicos fundamentales, y por su variabilidad en el espacio y en el tiempo,

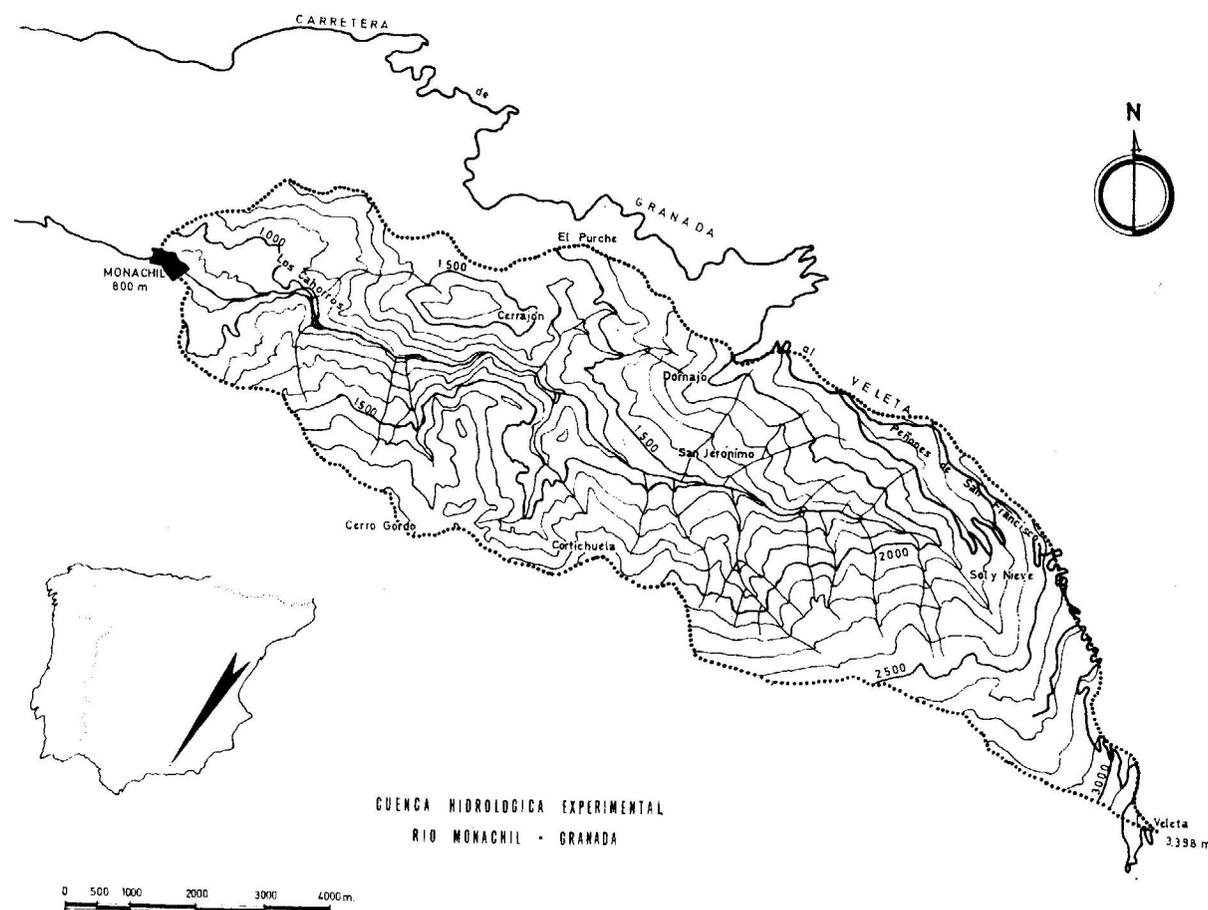
pienso que la red de instalaciones pluviométricas debe ser densa, para cubrir la cuenca y su entorno inmediato.

Las instalaciones previstas serán de distintos tipos:

- Pluviómetros para registro diario, y anotación del tipo de precipitación (lluvia, tormenta, ventisca, nevada).
- Pluviógrafos en puntos de difícil acceso, para el estudio de la formación de crecidas, y la estimación de caudales punta.
- Pluviómetros totalizadores en puntos de aislamiento temporal.

Al ser la nieve un componente importante en esta cuenca, especialmente a partir de determinadas altitudes a establecer, deberán realizarse observaciones sistemáticas de

- Altura de la nieve.
- Densidad de la nieve.
- Fusión y sublimación de la nieve.



CUENCA HIDROLOGICA EXPERIMENTAL
RIO MONACHIL - GRANADA

Para establecer aspectos tan importantes como:

- Relación entre las acumulaciones invernales de nieve, y las escorrentías superficiales de primavera; volúmenes totales y caudales máximos e instantáneos.
- Relación entre los hidrogramas, las temperaturas, la distribución espacial de la nieve, la cobertera vegetal y la geomorfología.

b) Intercepción.

Por tener el área que nos ocupa subcuencas con diferente ocupación vegetal, creo factible estudiar la influencia de la intercepción por la vegetación forestal, el monte bajo y la vegetación herbácea, sobre la lluvia y la nieve, y en relación con los procesos de infiltración, evapotranspiración, escorrentía, erosión, arrastre y sedimentación.

c) Evaporación.

La pérdida hacia la atmósfera de parte importante de las aguas aportadas, por sublimación de nieve, evaporación directa sobre agua o suelo (conjuntamente con la transpiración), deberá ser objeto de una amplia investigación, por ser uno de los componentes del balance peor conocido.

Por ello, y además de emplear el método del balance hídrico, se investigará el balance energético, y deberá instalarse algún lisímetro experimental, para observación directa, así como tanques de evaporación sobre nieve, agua y suelo, al objeto de efectuar estudios comparados.

d) Temperatura.

Factor muy descuidado en la observación climática, y del que no existen datos sistemáticos en Sierra Nevada.

Por su influencia en el ciclo hidrológico deberán instalarse una serie de estaciones, en la zona, que tienen además a su favor la simplicidad de las mismas.

Es importante investigar la evolución de temperaturas a cierta profundidad del suelo, a nivel del mismo, y a distintas alturas sobre él.

También las temperaturas deberán investigarse, tanto en las aguas de escorrentía como en las surgencias de aguas subterráneas, para esclarecer su relación con la altimetría y el origen de las mismas.

f) Aguas superficiales.

Las observaciones y recopilación de datos se enfocarán hacia las siguientes determinaciones.

- Evolución de caudales a lo largo del ciclo hidrológico, y totalización de volúmenes.

- Comparación de este hidrograma con los restantes factores del ciclo hidrológico.
- Establecimiento de caudales punta y evaluación de crecidas y estiajes.

Estos registros deberán extenderse a la red principal de drenaje, en varios puntos, y a subcuencas piloto.

La toma de datos requerirá la instalación de secciones de aforo, debidamente equipadas, y de la realización de aforos en puntos variables mediante vertederos, molinetes o aforos químicos.

h) Erosión y sedimentación.

Es éste un aspecto de importancia fundamental en la zona, tanto por la variedad de su régimen climático, como por la diversidad morfológica y de cobertura vegetal.

Por tanto, las instalaciones de aforo deberán equiparse para el estudio de los sedimentos en suspensión.

Al propio tiempo será de interés investigar, en subcuencas piloto, e incluso sobre parcelas representativas, los efectos de tratamientos de corrección de suelos, repoblación, terrazas, etc.

Estos estudios se orientarán hacia los siguientes aspectos:

- Erosión total.
- Composición litológica del material erosionado.
- Composición química de las tierras arrastradas y de las aguas.
- Efecto de los diferentes tratamientos.
- Sedimentación del detritus.

i) Aguas subterráneas.

La cuenca del río Monachil puede dividirse en dos zonas, de características hidrogeológicas muy diferentes.

La zona Nevadofilábride, integrada fundamentalmente por micasquistos, con permeabilidad muy reducida, circulación acuífera limitada a fallas y fracturas, presencia de aguas mineromedicinales y efectos notables de gelificación.

La zona Alpujarride está constituida, prioritariamente, por dolomías y calizas, muy kakiritizadas en ciertos sectores, con procesos kársticos, porcentaje elevado de infiltración y predominio de la circulación subterránea sobre la superficial, excepto para los ríos alóctonos.

En la zona Nevadofilábride es importante el estudio de la franja no saturada en el poco profundo perfil de suelos.

En la zona Alpujarride sería interesante disponer de pozos o sondeos de observación. De momento, esta circunstancia parece no cumplirse, y es por ello que sería deseable incluir estos dispositivos en el equipamiento futuro de la cuenca.

Por su parte, los manantiales más importantes sí deben ser objeto de equipamiento inicial, para conseguir, entre otros objetivos, la obtención de datos que permitan establecer los coeficientes de agotamiento, el volumen de almacenamiento de los acuíferos en régimen kárstico, y las características hidrogeológicas de ellos derivadas.

j) *Calidad del agua.*

Tanto en las aguas superficiales como en las subterráneas se estudiará el quimismo y bacteriología, el poder autodepurador de los vertidos de aguas residuales, la relación del quimismo con la litología y el régimen climático, la velocidad de disolución, etc.

También se prestará interés a la investigación termométrica, tanto en relación con la altimetría como con el origen de las aguas.

INSTRUMENTOS Y METODOS DE OBSERVACION.

La instalación y equipamiento de cada punto requiere un estudio previo detallado, para que la precisión de sus observaciones sea la adecuada.

Deberán simultanearse equipos de registro automático con otros de lectura directa, que sirvan para calibrar a los anteriores, y las mediciones se efectuarán por método standard.

V Conferencia de Directores de Servicios Geológicos de la Europa Occidental

Durante los días 2, 3 y 4 de octubre pasado, el Director del Instituto Geológico y Minero de España —señor Fontanilla Soriano—, acompañado del Jefe de la División de Geología, del mismo Centro —señor Alvarado Arrillaga— asistieron a la V Conferencia de Directores de Servicios Geológicos de los países de Europa Occidental.

La Reunión se celebró en el Palacio Egmont de Bruselas. Asistieron los Directores de los Servicios Geológicos de Alemania, Austria, Bélgica, Checoslovaquia, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal y Suecia.

Se trataron los siguientes temas:

Estos datos se someterán a procesos de correlación y tratamiento estocástico, para el estudio y contraste de la población de datos.

Pienso que sale fuera de la intención de esta nota la descripción de la instrumentación prevista, pero sí deseo destacar que con ella pretendemos abordar los estudios de:

- Pluviometría.
- Nivometría.
- Humedad (aire y suelo).
- Escarcha.
- Vientos (dirección e intensidad).
- Radiación (incidente y reflejada).
- Temperatura (aire, agua y suelo).
- Evaporación y transpiración.
- Deshielo.
- Aportaciones superficiales (caudales, volúmenes y distribución).
- Piezometría subterránea.
- Régimen de manantiales.
- Quimismo de las aguas (superficiales y subterráneas).
- Erosión, arrastre y sedimentación.

Y para ello hemos previsto una serie de instalaciones y unos programas de recolección de datos, de acuerdo con la accesibilidad y las posibilidades de control instrumental.

- Geología y Conservación de la Naturaleza.
- Cambio de información sobre prospección de nuevas fuentes de energía, especialmente geotérmica.
- Elaboración de normas para la defensa de los términos estratigráficos europeos.
- Cooperación científica entre los Servicios Geológicos:
 - Normalización de mapas geológicos.
 - Investigaciones y mapas de geología marina.
 - Intercambio de especialistas.

Se acordó celebrar la próxima Conferencia durante el mes de octubre de 1976 en Dublín y, la siguiente, en Viena.

Noticias

GEOLOGIA

EL CUELLO DE ALGUNOS SAURIOS, CAUSA DE SU EXTINCION.

De un extraño ser vivo, que formó parte de la población terrestre hace de doscientos quince a ciento noventa y cinco millones de años, su elemento característico era un cuello de serpiente de tres metros de longitud y extraordinariamente ágil, que partía de un cuerpo de lagarto o saurio de la misma longitud, aproximadamente. Estos saurios de cuello de jirafa sorprenden por su aspecto, debido a una extraña evolución del cuerpo de los mismos.

Según el paleontólogo Rupert Wild, de Stuttgart, de saurio de cuello de jirafa (*Tanis tropheus*) se han encontrado numerosos restos fósiles en el Tessino. Su cuello constaba de 12 vértebras, en parte, desmesuradamente largas, de las que partían cinco costillas cervicales cinco veces más largas, que, según Wild, hacían, como si se tratase de segmentos de fibras de vidrio, que el gigantesco cuello retrocediese a su posición inicial cuando dejaba de actuar la tracción muscular. En tierra, estos saurios mantenían la cabeza muy alta sobre un cuello que adoptaba la forma de una S poco pronunciada, mientras que cuando nadaban la mantenían más o menos estirada. De esta manera podían mover con gran rapidez la cabeza en todas direcciones, en busca de presa, lo que tenía gran importancia para los insectívoros animales jóvenes. El cuello era muy adecuado para buscar alimentos desde la orilla en el fondo de los ríos y los lagos, así como en las aguas costeras de los mares de la época.

El cuello de jiraba le condujo al animal a un callejón filogénico sin salida, aunque, en el período de decadencia de dicha especie, no parece que se produjesen cambios en las condiciones de vida. Considera Wild, como probable, que estuviese programado filogenéticamente un nuevo alargamiento del cuello y, finalmente, se llegase a un punto crítico, en el que la superespecialización chocó con los límites de las posibilidades biológicas, entre los que figura también la irritación sanguínea del cerebro.

CENTENARIO DEL MUSEO GEOLOGICO DEL SEMINARIO DIOCESANO DE BARCELONA

El pasado 22 de octubre tuvo lugar en Barcelona la Sesión de Clausura del Centenario de dicho Museo, que fue creado por el Dr. Jaime Almera en el curso de 1874-1875.

Con dicho motivo se hizo la entrega de la Medalla de Honor concedida por la Asociación de Amigos de los Museos de Barcelona.

El acto fue presidido por el Emmo, Cardenal Arzobispo de Barcelona y comprendió el siguiente programa:

- “Breu comantari sobre la Geologia a Barcelona abans del Dr. Almera”, por el Dr. Luis Solé Sabaris, Catedrático de la Universidad de Barcelona y Director del Instituto Jaime Almera del C. S. I. C.
- “La obra paleontológica del Dr. J. R. Bataller”, por el Dr. Miguel Crusafont Pairó, Catedrático de la misma Universidad y Director del Instituto Provincial de Paleontología de Sabadell.
- “L'Eglise et la recherche scientifique”, por el doctor Fernand Crouzel, Profesor de Geología del Institut Catholique de Toulouse.

MINERIA

ESTIMACION DE RESERVAS DE MINERALES DE HIERRO EN VIZCAYA

Durante los tres últimos años se han desarrollado investigaciones que, teniendo en cuenta todos los antecedentes geológico-mineros existentes, han permitido obtener una cartografía geológica detallada de cinco zonas, escogidas entre las que ofrecían mejores posibilidades: Sureste de Bilbao, Somorrostro, Sopuerta, Dícido y El Hoyo-Covarón. En todas ellas se han perforado sondeos de reconocimiento.

Los trabajos se han encaminado esencialmente a la determinación de carbonatos en profundidad, ya que la minería anterior ha agotado, prácticamente, los óxidos superficiales.

Al sureste de Bilbao, aunque las posibilidades teóricas de carbonatos en profundidad eran buenas, no se detectó ninguna masa de interés. Sin embargo, próximas a la superficie, aunque no aflorantes, se han evaluado 1.500.000 toneladas de óxidos.

En la zona de Somorrostro, los datos obtenidos con los sondeos perforados por el Instituto Geológico y Minero, unidos a la reinterpretación de los anteriormente realizados, al conocimiento obtenido por la cartografía geológica y a los datos mineros suministrados por las empresas de la zona, han permitido estimar un total de 50.500.000 toneladas de carbonatos de hierro de buena calidad.

En el área de Sopuerta, los sondeos perforados por el Instituto Geológico y Minero en la prolongación de la masa mineralizada en torno a la falla Safo, y hacia San Pedro de Galdames, han permitido evaluar una masa de 16.200.000 toneladas de carbonatos, de mediana calidad, ya que su ley en hierro es del orden del 30 por 100 y el contenido en SiO₂ del 10 por 100.

ESTIMACION DE LAS RESERVAS DE MINERAL DE HIERRO EN EL AREA DE ALMOHAJA-SIERRA MENERA-PEDREGALES

A lo largo de tres años, se han realizado trabajos de geología, geofísica, calicatas y sondeos sobre una superficie de unas 40.000 hectáreas, que se han cartografiado a 1:25.000, y 18.400 hectáreas, a 1:10.000, utilizando cartografía geológica existente.

Se han abierto calicatas con un volumen de 4.200 metros cúbicos de tierras, y se han estudiado 2.300 muestras, practicando sobre ellas diferentes ensayos, petrológicos, químicos, metalogénicos, espectrográficos y de rayos X, así como pruebas de concentración y enriquecimiento. También se han perforado unos 7.000 metros de sondeo en las áreas favorables.

Estas investigaciones no han permitido aumentar las reservas de óxidos conocidos, pero han puesto de manifiesto un gran yacimiento de magnesita y dolomías, que vienen a incrementar el potencial minero de la zona.

EXPLOTACION DE LOS NODULOS DE MANGANESO DE LOS FONDOS OCEANICOS

Los nódulos de mineral de manganeso en los fondos sedimentarios de las grandes profundidades marinas y en las capas superiores correspondientes a fondos marinos

menos profundos ofrecen una especial importancia por su elevado contenido en metales no féreos, como Cu, Ni y Co, y por su relativa facilidad de explotación, a pesar de hallarse frecuentemente entre los 3.800-5.400 metros de profundidad.

Los nódulos de explotación más rentable son los que se encuentran en el fondo del Pacífico, debido a su contenido elevado en metales valiosos. Los mejores de estos yacimientos se hayan al sur y suroeste de Hawai, en las zonas comprendidas entre los 20° de latitud N y el Ecuador, y desde la costa occidental de Estados Unidos hasta los 170° de longitud O. Los nódulos encontrados en estas zonas contienen en promedio 29,8 por 100 de manganeso, 4,8 por 100 de hierro, 1,4 por 100 de níquel, 1,2 por 100 de cobre, 0,25 por 100 de cobalto, y otros elementos, como Zn (0,12 por 100), Pb (0,06 por 100) y Ti (0,4 por 100) en cantidades menores, que no hacen rentable su beneficio.

En el Atlántico se han encontrado también yacimientos de nódulos de manganeso, sin interés industrial.

Son explotables aquellos yacimientos cuya concentración en minerales sobrepasa los 5-7 Kg/m². Los yacimientos descubiertos en la zona del Pacífico presentan un contenido en minerales entre 15 y 25 Kg/m². Y en el sureste de este mismo océano los soviéticos han encontrado yacimientos con 50-75 Kg. de minerales por m².

El manganeso en los nódulos del Pacífico representa una cantidad 4.000 veces el contenido en los yacimientos continentales para el cobalto, níquel y cobre, esta proporción se calcula, respectivamente, en 5.000, 1.500 y 150. La menor cantidad de cobre y níquel que contienen en comparación con su concentración en manganeso y cobalto hace menos interesante su explotación, puesto que la demanda actual se centra principalmente sobre el cobre y el níquel. Esto es así desde un punto de vista rigurosamente económico, pero existen intereses políticos que convierten en muy atractiva la explotación de estos yacimientos submarinos.

La Summa Corp, de Houston (Tejas), perteneciente al célebre Howard Hughes, está ensayando en el Pacífico una tecnología de extracción de estos nódulos basada en el empleo de barcos de 36.000 toneladas, remolcadores de un gigantesco pontón sumergible, que, al ser arrastrado por el fondo del océano, va recogiendo en su interior, mediante un dispositivo adecuado, los nódulos de manganeso del yacimiento. Estos nódulos, mezclados con agua, son elevados al buque remolcador mediante aire comprimido, a través de tubos que unen a ambas unidades. La capacidad de elevación de este sistema se estima que debe ser del orden de las 5.000 toneladas de nódulos diarias, desde profundidades que pueden llegar a los 5.000 metros.

La empresa tiene, en período experimental, el proceso de beneficio de este mineral, y parece ser que tropieza con ciertas dificultades, debido, sobre todo, a su interés de centrarlo sobre la obtención principalmente de níquel, cobre y cobalto, y muy poco sobre el manganeso.

La firma Deepsea Ventures Inc ha desarrollado un sistema neumático para la extracción de nódulos desde el fondo del mar; al parecer, no alcanzó todavía el nivel técnico suficiente para su explotación en gran escala. Parece ser tiene a punto un procedimiento hidrometalúrgico para el tratamiento de los nódulos de manganeso con ácido clorhídrico, mediante el cual puede obtener manganeso, níquel, cobalto y cobre.

Son precisamente los métodos hidrometalúrgicos, es decir la vía húmeda, los que se imponen para el beneficio de estos minerales, ya que la descomposición térmica o pirometalurgia de los nódulos resultaría demasiado cara.

El consorcio CLB ha desarrollado un sistema de extracción basado en el mismo principio que las dragas de cangilones y permite elevar el mineral de modo continuo desde las profundidades marinas. Parece ser este sistema el más sencillo y económico de los hasta ahora conocidos, y está siendo probado con éxito en el Pacífico desde 1972. De todos modos, la CLB calcula en más de 20 millones de dólares las inversiones necesarias para la extracción y elaboración de un millón de toneladas al año de nódulos de manganeso. El método de tratamiento del mineral es por vía húmeda. El Gobierno japonés ha ofrecido al consorcio su cooperación financiera para la construcción de una instalación de tratamiento del mineral, que se espera se halle terminada para 1976 ó 1977.

Sobre el resto de las firmas norteamericanas (Kennecott Copper, International Nickel y Unión Carbide) y francesas, así como sobre las actividades en este terreno del Gobierno soviético, no se conoce apenas nada. Se sabe sólo que el Gobierno soviético ha realizado algunos proyectos de investigación sobre este tema.

ENERGIA

RESERVAS DE GAS NATURAL DE LOS ESTADOS UNIDOS.

Según la American Gas Association, las reservas de gas natural en Estados Unidos han disminuido por sexta vez en los últimos siete años. La disminución correspondiente a 1974 fue del orden de un 5 por 100. A fines de dicho año, las reservas estimadas ascendían a 6,7 · 10¹² m.³, frente a los 7,1 · 10¹² m.³ de principios de año.

Asimismo ha decrecido la producción de gas durante 1974 en un 6 por 100. Desde 1958, en que esta producción experimentó una reducción despreciable, el nivel se mantuvo en una cifra casi constante de 0,62 bill. m.³ durante los últimos cuatro años. En 1974 rescendió a 0,60 billones de m.³ Los cálculos sobre las reservas de gas natural empezó a realizarlos la AGA a partir de 1946.

ACUERDO FRANCO-NIPON-NIGERIANO PARA LA PROSPECCION DE URANIO.

Se ha firmado un acuerdo en Niamey (Nigeria) entre la Comisaría de Energía Atómica (CEA), la firma japonesa OURD y Uraniger, organismo público encargado en Nigeria de la búsqueda y explotación de uranio. Se trata de un proyscto en el que cada país interviene a partes iguales. Ya anteriormente habían estado asociados en prospecciones otras zonas del país. Esta vez se trata de explorar una zona de 2.000 kilómetros cuadrados, situada en la región oeste de Afasto. Los trabajos darán comienzo a finales de año. Todos los indicios hacen creer que los sondeos serán positivos.

ESPAÑA DESARROLLA SU INDUSTRIA NUCLEAR

La construcción de centrales nucleares está cambiando la fisonomía industrial del país. Son ya muchas las empresas que están destinando inversiones a fin de poder fabricar grandes motores y algunos tipos de tracción destinados a la industria nuclear. De otra parte, ello está representando un esfuerzo tecnológico muy notable, con unas normas técnicas muy exigentes y delicadas, que influirán notablemente en otros sectores industriales. Se considera, además, que el personal implicado en estas tareas representará una serie de puestos de trabajo muy calificado, casi en la fronteras de la técnica.

INVESTIGACIONES RADIATIVAS Y MINERAS

(Europa Press.)—El Ministerio de Industria ha declarado zona de reserva a favor del Estado para la investigación de minerales radiactivos al área de la provincia de Badajoz denominada "Zona 3-Ortigosa", comprendida en seis términos municipales. La investigación ha sido encomendada a la Junta de Energía Nuclear.

Asimismo han sido prorrogadas por dos años dos reservas provisionales a favor del Estado para la investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, el carbón y los hidrocarburos. Se trata de la zona denominada "Subsector X-Area 1", comprendida en

las provincias de Cáceres y Salamanca, y de la llamada "Subsector XII-Area 1", comprendida en las provincias de Cáceres y Badajoz. En ambas áreas, la investigación sigue encomendada al Instituto Geológico y Minero de España, que dará cuenta anual de los resultados a la Dirección General de Minas e Industria de la Construcción.

HIDROCARBUROS

OLEODUCTOS SOVIETICOS

La longitud de los oleoductos soviéticos ascendía en 1975 a un total de más de 70.000 kilómetros, y recientemente se inauguró el último tramo, de 3.000 kilómetros, de uno intercontinental que enlaza Siberia con Moscú. En el próximo plan quinquenal este oleoducto se prolongará hacia el Oeste para suministrar petróleo no sólo a Ucrania y a los países occidentales del COMECON, sino incluso a Austria y a la República Federal Alemana.

PRODUCCIONES CHINAS DE ACERO Y PETROLEO.

Según una información oficial de la República Popular China, en el presente año de 1975, penúltimo del actual Plan Quinquenal, la producción nacional de acero alcanzará los 30 millones de toneladas. En 1974, esta cifra fue de 27 millones de toneladas.

En cuanto a la producción china de petróleo, en 1974 alcanzó un total de 60 millones de toneladas, de las que 10 millones de toneladas corresponden al yacimiento de Tasching (China Nororiental), y 12 millones de toneladas al de Shengli, al sur del golfo de Pohai.

LOS CAMPOS PETROLIFEROS DEL MAR DEL NORTE.

Con ocasión de celebrarse las Jornadas de la Universidad de Kiel, el profesor doctor Karl Krömmelbein informó que los campos petrolíferos submarinos del Mar del Norte llegarán a producir en 1985 unos 300 millones de toneladas de petróleo bruto. Con ello, Noruega y Gran Bretaña se convertirán, para 1976 y 1980, respectivamente, en países exportadores de crudos.

La demanda de petróleo de los países de Europa occi-

dental, que se estima llegará en 1985 a 1.000 millones de toneladas, podrá quedar satisfecha en un 30 por 100. Hasta ahora, se han realizado en esta zona unos 600 sondeos, con una inversión de 6.000 millones de DM. La producción actual de esta zona, que se considera la de explotación más cara y difícil del mundo, asciende a unos 20 millones de toneladas anuales de crudo.

REUNION DE LOS MINISTROS DEL PETROLEO DE LA OPEP.

Los ministros del Petróleo de la OPEP se han reunido en Libreville (Gabón), donde han discutido un alza de precios del petróleo, con el argumento de que el poder adquisitivo del dólar ha disminuido un 30 por 100 desde enero pasado. Al parecer, han decidido, en principio, aplicar una nueva subida, a partir del 1.º de octubre, aunque han acordado aplazar la decisión definitiva hasta la reunión del 24 de septiembre, en Viena. Parece que se ha decidido cotizar el precio del petróleo en derechos especiales de giro (DEG), en lugar de hacerlo en dólares. Se estima que se proponen también controlar los precios relativos al gas natural, igual que han hecho con los del petróleo.

GABON PAIS MIEMBRO DE LA OPEP.

Gabón ha ingresado como miembro de pleno derecho de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). Con él, son trece los países miembros de esta organización.

El Plan Nacional del Uranio estudia el proyecto de investigaciones uraníferas de las zonas de Calaf, Fraga, Mequinenza, Almafret, etc. En el conjunto de estos yacimientos se estima existe un potencial de uranio bastante importante, aproximadamente del orden de 20.000 toneladas de óxido de uranio.

NACIONALIZACION DE EMPRESAS PETROLIFERAS EXTRANJERAS EN DUBAI

Las autoridades del Emirato han nacionalizado los activos de las empresas petrolíferas extranjeras que operan en su territorio. Según el contrato suscrito al efecto, las empresas afectadas obtendrán conjuntamente una indemnización de 110 millones de dólares por los trabajos realizados en materia de prospección y desarrollo de yacimientos, pero además, los trabajos proseguirán con arreglo a las condiciones que se especifican.

MINERALURGIA

LA QUIMIOSINTESIS.

En los centros de investigación de la industria metalúrgica soviética se está llevando a cabo actualmente la investigación intensiva de una nueva técnica para la separación de los metales de sus minerales: consiste en la reducción de los metales por medio de bacterias. De las investigaciones realizadas hasta la fecha en menas de oro parece deducirse que tanto las bacterias como otros tipos de microorganismos empleados, en el curso de sus procesos metabólicos, son capaces de formar compuestos orgánicos que incluyen en su estructura a los átomos del metal en cuestión.

Este proceso se puede aplicar a una amplia variedad de menas, que van desde la bauxita y los aglomerados auríferos hasta menas de uranio, y en él se consiguen rendimientos de extracción mejores que por los procesos metalúrgicos tradicionales, puesto que se logran extracciones de hasta el 97,5 por 100 del contenido en metal, incluso en minerales muy pobres. En las menas de carbonato de manganeso, con los métodos usuales, se producían pérdidas de hasta el 35 por 100 del metal, y por quimiosíntesis se obtienen rendimientos del orden de 97,5 por 100.

Se han puesto a punto ya las técnicas para la extracción de cobre, uranio y cinc de sus minerales, habiéndose

se montado ya las correspondientes plantas para el tratamiento de los minerales en las regiones de Kasajstán y de los Urales. En situación de ensayo a escala piloto se encuentran los procesos de extracción para el oro, manganeso, bismuto, plomo, antimonio, litio y germanio, y en su fase primera de estudio teórico, las técnicas correspondientes a los metales níquel, talio, molibdeno, titanio y la lisis microbiológica de los silicatos de aluminio. Se investiga simultáneamente la obtención de nuevas familias de bacterias termófilas, es decir de aquellas cuyo desarrollo óptimo tiene lugar entre los 55-60° C, y que pueden reducir las menas metálicas.

DESCENSO DE LA PRODUCCION DE ACERO

Según informa la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID), la producción nacional del acero en los diez primeros meses del presente año se estima en 9,2 millones de toneladas, lo que representa un descenso del 3 por 100 respecto al mismo período del año anterior.

En los últimos meses se ha venido intensificando el descenso de la producción de acero: en el tercer trimestre del año la disminución fue del 6,7 por 100 con relación a igual período de 1974, quedando en octubre un 12,4 por 100 por debajo del tonelaje registrado en el mismo mes del año anterior.

En productos terminados la reducción es mayor, siendo en laminados en caliente del 7 por 100 en los diez primeros meses del año y del 14 por 100 en octubre.

PRODUCCION DE ACERO

Unidad: 10⁸ t

PRODUCTOS	MENSUAL			ACUMULADA		
	Octubre 1974	Octubre 1975	% variación 1975/1974	Enero-oct. 1974	Enero-oct. 1975	% variación 1975/1974
Arrabio	640	585	- 8,60	5.713	5.710	- 0,06
Acero	1.064	932	- 12,41	9.525	9.247	- 2,92
Bobinas	242	224	- 7,43	2.159	2.160	+ 0,04
Chapa gruesa convencional	122	117	- 4,10	1.108	1.164	+ 5,05
Total laminados en caliente	832	718	- 13,70	7.444	6.928	- 6,94
Total lam. en cal. acero equiv.	1.069	923	- 13,70	9.566	8.902	- 6,94
Chapa laminada en frío	148	110	- 25,68	1.394	995	- 28,63
Chapas recubiertas	42	34	- 19,05	367	343	- 6,54

REUNIONES CIENTIFICAS

II SALON MONOGRAFICO DEL AGUA

En Zaragoza, entre los días 26 y 28 de febrero tendrá lugar la II Conferencia Nacional sobre Hidrología General y Aplicada, dentro del marco del II Salón Monográfico del Agua, con el tema general "Tratamiento y depuración de las aguas".

Este tema general ha sido dividido en tres ponencias y cerrará el ciclo una conferencia magistral a cargo de don José María Gil Egea, con el tema "El control sobre la contaminación de las aguas y sus perspectivas futuras".

La primera de las ponencias, "Corrección de las características químicas del agua", será desarrollada por don Eduardo Devisme González.

Don Pablo Barrón Eguzquiza es el autor de la segunda ponencia, bajo el título "Actualidad tecnológica en el tratamiento y depuración de las aguas".

La tercera ponencia, "Depuración de las aguas residuales industriales", correrá a cargo de don Federico López Mateos.

NOVEDADES CIENTIFICAS Y TECNICAS

OBTENCION DE ALUMINIO A PARTIR DE ARCILLAS Y ESQUISTOS.

La sociedad francesa Aluminium - Pechiney ha construido una planta piloto para la obtención de aluminio a partir de minerales distintos de bauxita, tales como arcillas, esquistos, etc., siempre que no contengan calcio. Por medio de una serie de reacciones químicas de tipo ácido, se consigue la separación de la alúmina del resto del mineral y, a partir de aquélla, se extrae el aluminio. Empleando este procedimiento, se pueden utilizar minerales distintos de la bauxita y, aunque actualmente resulta un método más costoso que el proceso tradicional de tratamiento de la bauxita, se supone que conforme los yacimientos de ésta se vayan agotando, con la consecuente subida de precio del mineral, el nuevo procedimiento se haga competitivo. La planta piloto tiene una capacidad de producción de 20 toneladas diarias de aluminio.

ELIMINACION DE DESECHOS DE HIDROCARBUROS CLORADOS

Un proceso nuevo para la eliminación de los desechos constituidos por hidrocarburos clorados, consiste en la

oxidación catalítica de estos hidrocarburos. Resultar más económico tanto respecto al consumo de energía como a costes de instalación y mantenimiento en relación con los sistemas de incineración a temperatura elevada actualmente en uso, es de uso menos costoso por permitir la recuperación del cloro contenido en los hidrocarburos.

CONTAMINACION

VERTIDO DE RESIDUOS EN LOS OCEANOS.

Consideramos indiscutible la necesidad de proteger a los mares y a la vida que albergan contra los daños que puedan tener su origen en las materias residuales que el hombre se ve obligado a eliminar.

La expresión "vertido de residuos" sugiere inmediatamente la idea de contaminación, que, a su vez, presenta diversos matices y gravedad para cada una de las personas cuyos puntos de vista forman en conjunto la opinión pública. El concepto de contaminación lo definen como "cualquier materia animada o inanimada que, por su excesiva concentración local reduce la calidad de vida". Tal ocurre con los sedimentos, las sales, los metales disueltos y toda clase de materias orgánicas. Es evidente que el océano puede admitir todavía una cantidad de estas sustancias mayor de la que en él existe, sin que se alteren negativamente sus condiciones como habitat para la vida que en él bulle y como lugar en el que se desenvuelven numerosas actividades humanas.

Se pueden agrupar los vertidos en dos tipos: los procedentes de las actividades humanas y los procedentes de procesos naturales. El primer tipo puede a su vez subdividirse en los intencionados y conscientes y en los accidentales o inconscientes.

Entre los de procedencia humana e intencionados, el principal lo constituyen las aguas fecales. Vienen después las aguas residuales industriales. Los residuos sólidos, como los materiales extraídos de los puertos o estuarios por las dragas; los lodos de las aguas residuales y los desechos industriales sólidos trasladados en barcas a las aguas profundas de alta mar. Las aguas residuales están, en general, a temperatura distinta de la normal, como son las aguas calientes que vierten las centrales térmicas costeras, y las aguas frías procedentes de las terminales de descarga de los buques que transportan gases licuados. Las basuras que los buques tiran por la borda, las aguas contaminadas de petróleo de los tanques de lastre de los petroleros y las aguas residuales de las refinerías.

Los vertidos accidentales que tienen su origen en las actividades humanas, son las partículas de pesticidas es-

polvoreados desde el aire, el hollín de las chimeneas y de los tubos de escape de automóviles y aviones, las exudaciones de las pinturas antiincrustantes de los buques, los derrames de combustibles y lubricantes de los accidentes marítimos, los residuos de los pozos petrolíferos submarinos e, incluso, por las cenizas de los incendios forestales.

Los fenómenos naturales arrojan al mar una serie de materiales, como los ríos al aportar agua dulce y, en general, más fría. Las erupciones volcánicas arrojan al mar grandes cantidades de metales pesados y rocas, y calientan intensamente las zonas donde caen la lava y las cenizas. Y el petróleo de las bolsas situadas bajo el mar está manando en el fondo de los mares desde millones de años antes de que el hombre apareciera sobre la superficie de nuestro planeta.

Para obtener a largo plazo una mejor calidad de este medio ambiente, tanto terrestre como marítimo, habría que definir claramente lo que puede considerarse como océano, diferenciándolo de las zonas costeras cerradas (puertos, estuarios, etc.) y de las aguas dulces anteriores, y redactar leyes relativas al vertido de residuos que sean adecuadas para cada una de estas zonas. Luchar contra la falsa idea de que cualquier cosa que se vierta al océano es necesariamente perjudicial, distinguiendo entre cuáles son las verdaderamente nocivas y cuáles las que solamente lo son si se vierten en exceso. Establecer normas para determinar cuál es la calidad de las aguas que puede ser compatible con la existencia en ellas de la vida que habitualmente albergan y señalar un factor de seguridad no inferior a 10. Procurar el establecimiento de acuerdos internacionales que prohíban a los buques lanzar al mar sus basuras y descargar sus tanques de lastre. Señalar zonas oceánicas que, por sus aguas profundas y corrientes lentas, pueden ser adecuadas para descargar en ellas ciertos materiales sólidos. Cada entidad o persona que tenga necesidad de verter residuos al mar realizará, a su cargo, los estudios precisos para demostrar que el efluente específico de que se trate no ha de resultar perjudicial para la zona de vertido.

Es evidente que los residuos han de ir a parar a alguna parte, es necesario que ésta se elija para poder disponer de un medio ambiente lo menos contaminado posible.

INVESTIGACION ESPACIAL

CAPSULA ESPACIAL A URANO

La NASA anunció un proyecto, pendiente de la aprobación oficial, según el cual, hacia 1979, enviará una cápsula espacial a Urano, pasando por Júpiter. La cápsula

alcanzará Urano hacia 1985, lo orbitará a unos 24.000 kilómetros de altura y realizará una serie de experimentos. En el proyecto se incluye la aproximación a una de las cinco lunas del planeta. La cápsula podrá transportar un peso útil de 70 kilogramos.

FOTOGRAFIAS DE JUPITER

El fotopolarímetro instalado a bordo del "Pioneer 10" envió por radio, a través de 1.000 millones de kilómetros, las mejores fotografías de Júpiter que existen. En ellas se aprecia claramente la Gran Mancha Roja e incluyen vistas desde ángulos que no pueden tomarse desde la Tierra, fotografiadas a lo largo de la trayectoria curva que el "Pioneer 10" seguida alrededor de este planeta, al acelerar para vencer su enorme gravedad, y poder salir del sistema solar. El "Pioneer 10" envió también datos sobre la estructura térmica y composición química de la atmósfera de Júpiter.

RESIDUOS VARIOS

SUMINISTRO DE MATERIAS PRIMAS A PARTIR DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES.

El aprovechamiento de los residuos industriales es una medida necesaria y conveniente para todos los países, puesto que es un hecho incontestable que las materias primas constituyen una reserva limitada y su recuperación y reutilización contribuirá a aminorar el problema de la invasión del medio ambiente por las materias residuales.

El porcentaje de reciclaje de los residuos recuperados después de su uso por el consumidor (los procedentes de la industria chatarrera) es muy inferior al de los residuos producidos en las propias industrias y aprovechados por ellas mismas.

Un dato a favor de la utilización de residuos metálicos reside en la cantidad de energía necesaria para producir metal a partir de esta chatarra, inferior en algunos casos, que a partir del mineral correspondiente. En el caso del aluminio es el consumo de la energía, a partir de la bauxita, es 30 veces la materia a partir de la chatarra de aluminio.

La industria no recurre a la recuperación de material en la medida que sería de esperar, fundamentalmente por razones económicas. En muchos casos, la recuperación y reciclaje de las materias residuales requiere una cierta cantidad de dinero, en ocasiones superior al coste de las materias primas. Otro aspecto negativo es el coste de la

energía, en los casos de ser superior a la energía empleada para la producción a partir de la materia prima original. Hay que comparar el coste de recuperación con el coste de adquisición de la materia prima, más el beneficio social que supone la posibilidad de mantener un mismo nivel de consumo de productos acabados, con un menor gasto de las reservas mundiales de materias primas. Un tercer factor es el basar el progreso de una sociedad de consumo, precisamente, en el incremento anual de la producción y consumo de bienes, y en su marcha expansiva el material recuperado del año anterior no podría bastar para las necesidades de producción del año siguiente.

Pesan en favor del desarrollo de las técnicas de recuperación de materiales residuales el aumento de precios de las materias primas, su salida de las manos de los países industrializados, el consiguiente aumento en las dificultades de abastecimiento, tanto de tipo político como económico; la presión ejercida por los residuos sobre la calidad del medio ambiente, y el encarecimiento de los sistemas de vertido de éstos.

PERSONAL

NOMBRAMIENTOS EN EL MINISTERIO DE INDUSTRIA

En el último Consejo de Ministros, celebrado en el mes de diciembre, entre otros altos cargos han sido nombrados los siguientes: Subsecretario del Departamento, señor Orbe Cano; Secretario General Técnico, señor Peña Abizanda; Director General de Minas e Industrias de la Construcción, señor Sierra López.

El señor Sierra López es Dr. Ingeniero de Minas y procede de la Empresa Nacional ADARO, de investigaciones mineras (INI) en donde era Jefe de Investigación. Asimismo, es profesor de Metalogenia en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y Vocal representante del INI, en la Comisión Nacional de Geología.

VARIOS

BACTERIAS QUE HACEN DE MINEROS

En los Estados Unidos la demanda de cobre es cubierta en un 20 a 25 por 100 con las cantidades de este mineral que extraen de la mina obreros que solamente pueden ser vistos con microscopio. Bacterias y microorganismos preparan el material ferruginoso, desprenden cobre e incluso son capaces de lavar el uranio de la roca.

La energía que precisan para su subsistencia estos diligentes microbios les viene de la digestión de la mena metálica. Al digerirla transforman en sulfatos los sulfuros de la roca u oxidan su hierro, con lo que de sustancias difícilmente solubles forman combinaciones químicas fáciles de disolver.

La preparación de los metales de la roca y las menas con la ayuda de bacterias que comen hierro y azufre se llama lixiviación bacteriana.

En las investigaciones se simulan en tubo de ensayo las condiciones de la mina a fin de saber con qué temperatura, humedad del aire, composición atmosférica y grado de acidez alimenticia se sienten mejor los microbios devorahierro. Se quiere adaptar las bacterias a concentraciones aún mayores de mineral pesado para elevar su rendimiento.

Las ventajas del procedimiento son manifiestas. Por un lado, con ayuda de bacterias se puede aprovechar yacimientos de calidad baja, que de lo contrario sólo podrían ser explotados con gran inversión de recursos y por otro se pueden volver a emplear los desechos metálicos de la industria.

Una ventaja casi tan grande sobre los métodos tradicionales de la explotación minera es su polución mínima del ambiente. Los diligentes microbios no producen mugre ninguna. En lo tocante a costes, la experiencia de los Estados Unidos y del Canadá enseña que en ciertas circunstancias el procedimiento bacteriano es muchísimo más barato que otros tradicionales, como la calcinación de las menas.



Mercado de Minerales y Metales

Cotizaciones en el Mercado Internacional en pesetas por unidad métrica

Metales preciosos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
ORO			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	270
Bolsa de Engelhard	N	g	270
PLATA			
Metal:			
Bolsa de Londres	L	g	8,27
Bolsa de Nueva York	N	g	8,15
PLATINO			
(Dependiendo del tamaño del lote)			
Metal:			
Refinado, mercado interior del Imperio Británico ...	L	g	296-316
Mercado USA, lotes al por mayor	N	g	297 FOB N.Y.
Mercado libre	L	g	272

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 octubre
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	1.072 FOB-Lago
Old range	N	t	1.086 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	27,34 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 octubre
COBALTO			
Metal:			
Bajo contrato con los consumidores ...	L	kg	514 D-U.K.
Precio productor ...	L	kg	519 CIF
Granalla, 99 % Co:			
Lotes de menos de 50 kg en bidones ...	N	kg	532 FOB-NY
Lotes de 50-249 kg en bidones ...	N	kg	526 FOB-NY
Lotes mínimos de 250 kg ...	N	kg	519 FOB-NY
Polvo, 300-400 mesh, bidones de 50 kg ...	N	kg	921 FOB-NY
Polvo, extra tipo, bidones de 125 kg ...	N	kg	915 FOB-NY
Polvo, grado S, en lotes de 10 t ...	N	kg	519 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	77,87 FOB-ON
Menas de 11 % de Co ...	N	kg Co cont	90,85 FOB-ON
Menas de 12 % de Co ...	N	kg Co cont	104 FOB-ON

CROMO**Metal:**

En gránulos, mín 99 % Cr, lotes de 5 a 10 t ...	L	t	219.888-244.320
Aluminotérmico, 99,25 % Cr ...	N	kg	317 D
Electrolítico, 99,8 % Cr ...	N	kg	317 D
Fundido al vacío, mi. 99,5 % Cr ...	N	kg	326 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	8.829 10.006 CIF-E
Turco, fragmentos 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1 ...	L	t	7.652-8.240 FOB
Turco, cocentrado 48 % Cr ₂ O ₃ tomando como base el de ratio 3:1 ...	L	t	5.297-6.475 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	8.829 FOB-E
Turco, 48 % Cr ₂ O ₃ , ratio 3:1 ...	N	t	7.647-8.226 FOB-E
Transvaal, 44 % Cr ₂ O ₃ , sin ratio ...	N	t	2.143-3.012 FOB-E

MANGANESO**Metal:**

Electrolítico, mín 99,9 % Mn, lotes de 1 a 5 t ...	L	t	70.242-72.685 D-U.K.
Regular, 99,9 % Mn, empaquetado ...	N	kg	70,09 FOB
Deshidrogenado, 99,9 % Mn, empaquetado, 6 % ...	N	kg	73,98 FOB



Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Menas y concentrados:			
Calidad metalúrgica:			
48/50 % Mn, máx 0,1 % P ...	L	t. u. Mn	79,46-85,35 CIF-E
38/40 % Mn ...	L	t. u. Mn	(n) CIF-E
48 % Mn (bajas impurezas) ...	N	t. u. Mn	79,94-82,26 CIF-USA (e)
46 % Mn ...	N	t. u. Mn	— CIF-USA (e)
Calidad para baterías:			
70/85 % MnO ₂ , en gránulos ...	L	t	5.741-6.474 CIF-E
70/75 % MnO ₂ , en terrones mezclados ...	L	t	7.940-9.162 CIF-E

MOLIBDENO**Metal:**

Polvo ...	L	kg	715-739
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	340 FOB
Concentrado de otros orígenes ...	L	kg Mo cont	337-344 CIF
Obtenido como subproducto o coproducto en función del grado ...	N	kg Mo cont	285-331 FOB

NIQUEL**Metal:**

Refinado, en lotes mínimos de 5 t ...	L	t	286-832 D-UK
"F" granalla, en lotes mínimos de 5 t ...	L	t	290-619 D-UK
Sinterizado 75 (óxido de níquel) ...	L	t Ni cont	270-340 D-UK
Sinterizado 90 (óxido de níquel) ...	L	t Ni cont	— D-UK
Cátodos 99,9 % Ni ...	N	kg	285 FOB f. (i)
Sinterizado 75 (óxido de níquel) ...	N	kg	269 p. e.
Sinterizado 90 (óxido de níquel) ...	N	kg	— p. e.
Refinado, en el mercado libre ...	L	kg	227-340 CIF
Canadiense, 99,9 % Ni ...	C	kg	— FOB-f
Francés refinado ...	F	kg	297 FOT
Italiano, cátodos y granalla, 99,5 % Ni ...	I	kg	306-319 e-w
Japonés ...	J	kg	322 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	392 CIF
Pentóxido, fundido mín 98 % V ₂ O ₅ ...	N	kg V ₂ O ₅ cont	318-397 FOB-f
Calidad técnica química, secado por aire ...	N	kg V ₂ O ₅ cont	387-397 FOB-f
Pentóxido, por medio de agente (exportación USA).	N	kg V ₂ O ₅ cont	— FOB-f

Metales férricos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
VOLFRAMIO			
Metal:			
Polvo 98/99 % W	L	kg W cont	893 FOB
Reducción al carbón 98,8 %, lotes de 1000 lb	N	kg	— D
Reducción hidrogénica 99,99 % W	N	kg	1.325-1.559 D
Menas y concentrados:			
Menas indiferenciadas, calidad normalizada, mínimo 65 % WO₃			
	L	t. u. WO ₃	(*) 5.064-5.307 CIF-E
Volframita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	(*) 4.954 CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	(*) 4.893 CIF-E
Volframita II:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	(*) — CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	(*) 4.844 CIF-E
Scheelita I:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	(*) — CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	(*) 4.990 CIF-E
Scheelita II:			
Comprador	L	t. u. WO ₃	(*) 5.051 CIF-E
Vendedor	L	t. u. WO ₃	(*) 5.002 CIF-E
Ferroaleaciones:			
Ferro-volframio, 80/85 % W	L	kg W cont	696-715 D-UK
Carburo de volframio en polvo, micronizado	L	kg	1.038-1.124 D-UK

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
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	53,21 D-USA
Alemán del oeste, en lingotes, mín 99,5 % Al	G	t	57.600
Australiano, en lingotes, mín 99,5 % Al	A	kg	59,34 e-w
Canadiense: Para USA y UK			
Lingotes vírgenes, mín 99,5 % Al	L y N	t	48.375 D
Lingotes vírgenes, mín 99,8 % Al	L y N	t	49.963 D
Para el resto del mundo, mín 99,5 % Al	L	kg	50,62 CIF
Mercado internacional:			
Mín 99,6 % Al	L	t	37.259-39.091 CIF-E
Mín 99,7 % Al	L	t	40.068-41.534 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	11.605 D-UK
Alumina calcinada, con contenido medio en sosa, en lotes de 50 t	L	t	12.625-13.226

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Bauxita, calidad abrasivos, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel. Bauxita, calidad refractarios, mín 86 % Al ₂ O ₃ , a granel	L	t	4.329-4.569
	L	t	6.012
CINC			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizado, mín 98 % Zn ...	L	t	42.398 e-w
Calidad "GOB" base del productor, 98/98,5 % Zn.	L	t	47.642 e-w
Lingotes de cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn (con un premio 5 £/t)	L	t	43.000 D-UK
Lingotes de cinc fino, mín 99,99 % Zn (con un premio 8 £/t)	L	t	43.367 D-UK
Calidad "Prime Western", mín 98 % Zn	N	kg	50,62 D-USA
Lingotes de alto grado (HG), mín 99,9 % Zn (con un premio 0,85 c/lb)	N	kg	50,62 D-USA
Lingotes especiales de alto grado (SHG), mínimo 99,99 % Zn (con un premio 316 c/lb)	N	kg	50,62 D-USA
Alemán del oeste:			
Cinc vírgen, mín 97,5 % Zn	G	t	47.693-47.923
Cinc refinado, mín 99,95 % Zn	G	t	47.923
Canadiense, calidad "Prime Western"	C	kg	47,08 FOB-C
Francés:			
Lingotes vírgenes, mín 97,75 % Zn	F	kg	48,67 FOT
Cinc electrolítico, mín 99,95 % Zn	F	kg	49,75 FOT
Italiano:			
Lingotes vírgenes, mín 98,25 % Zn	I	kg	49,12-51,57 e-w
Cinc electrolítico, mín 99,25 % Zn	I	kg	49,38-51,57 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	12.216 CIF-E
Sulfuro del 55 % Zn	L	t	14.170 CIF-E

COBRE**Metal:**

Bobinas (L.M.E.)	L	t	69.998 FOB-f
Cátodos (L.M.E.)	L	t	68.410
Productores USA	N	kg	83,07
Alemán del oeste:			
electrolítico	G	t	71.124-71.816
Cátodo	G	t	67.507-68.429

Menas y concentrados:

Los minerales de cobre se compran según una fórmula internacional.

Menas del 15 % Cu	L	t	6.880
Menas del 20 % Cu	L	t	10.173
Menas del 25 % Cu	L	t	13.438

Metales no férricos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
ESTAÑO			
Metal:			
Lingotes tipo normalizado, mín 99,75 % Sn (LME).	L	t	376,131 e-w
Calidad A, mín 99,8 % Sn	N	kg	418 D
Procedente de los países del este, mín 99,8 % Sn ...	L	kg	364 e-s
Menas y concentrados:			
El precio de venta del mineral se calcula mediante fórmula internacional.			
Menas de estaño del 20 % Sn	L	t	44.711 CIF-E
Menas de estaño del 30 % Sn	L	t	87.222 CIF-E
Menas de estaño del 40 % Sn	L	t	82.336 CIF-E
Menas de estaño del 65 % Sn	L	t	200.587 CIF-E
Menas de estaño del 70 % Sn	L	t	(n) CIF-E
Menas de estaño del 75 % Sn	L	t	(n) CIF-E
PLOMO			
Metal:			
Lingotes, tipo LME normalizados, mín 99,97 % Pb.	L	t	20.401 e-w
Producido en USA	N	kg	25,96 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	7.587 CIF-E
Concentrados de 80 % Pb	L	t	10.131 CIF-E

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de octubre
ANTIMONIO			
Metal:			
Regulos inglés, 99 % Sb, lotes 5 t	L	t	177.132 D-UK
Regulos inglés, 99,6 % Sb, lotes 5 t	L	t	180.186 D-UK
Importado 99,6 % Sb	L	t	189.348-207.672 CIF
Calidad RMM, mín 99,5 % Sb	N	kg	205 FOB
Calidad Lone Star, mín 99,8 % Sb	N	kg	247 FOB
Importado, mín 99,5/99,6 % Sb, lotes 5 t	N	kg	188-201 CIF-NY (e)
Francés, mín 99 % Sb	F	kg	224 FOT
Italiano regular, mín 99,6 % Sb	I	kg	218-236 e-w
Japonés	J	t	234.120 e-w
Menas y concentrados:			
Fragmentos sulfurados, mín 50/55 % Sb	L	t. u. Sb	883-1.059 CIF-E
Fragmentos sulfurados, mín 60 % Sb	L	t. u. Sb	1.059-1.177 CIF-E
Crudo, mín 70 % Sb, en fragmentos	L	t	171-024 D-UK
Crudo, mín 70 % Sb, en polvo negro	L	t	178.354 D-UK
BERILIO			
Metal:			
Barros 98 % Be, dependiendo de tamaño de los lotes.	N	kg	19.988-20.117 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	6.352 D

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Menas y concentrados:			
En fragmentos escogidos a mano, mín 10 % BeO ...	L	t. u. BeO	1.817-1.011 CIF-E
Importado, 10/12 % BeO	N	t. u. BeO	1.947 CIF-USA
BISMUTO			
Metal:			
Mercado interior inglés, mín 99,99 % Bi, en lotes de tonelada	L	kg	973 e-w
Mercado interior USA, mín 99,99 % Bi, en lotes de tonelada	N	kg	973 e-w
Francés, mín 99,95 % Bi	F	kg	1.055 FOT
Mercado internacional, en lotes de tonelada	L y N	kg	675-688 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	324 D
Lingotes en el mercado libre	L	kg	252-258 CIF
Barras en el mercado libre	L	kg	253-260 CIF
Francés, electrolítico, en lotes de 1.000 kg	F	kg	324 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	1.557-2.206 FOB
Calidad comercial	N	kg	714-908 FOB
Menas y concentrados (Zircon):			
Calidad normalizada, mín 66/67 % ZrO ₂	L	t	16.716-20.059 FOB
Calidad con premio, máx. 0,1 % TiO ₂	L	t	24.238-25.910 FOB
LITIO			
Metal:			
Lingotes, mín 99 % Li, en lotes de 100 lb	N	kg	1.330-1.477 FOB-NY
Menas y concentrados:			
Amblygonita 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	1.443-1.804 CIF-E
Esposdomena 4/7 % Li ₂ O, en base al 6 %	L	t. u. Li ₂ O	1.443-1.804 CIF-E
MAGNESIO			
Metal:			
Lingote de calidad electrolítica, mín 99,8 % Mg ...	L	t	112.265 D-UK

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Lingotes mín 99,95 % Mg, en lotes mínimos de 10 t.	L	t	128.268 (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	120.816 D-UK
Limaduras, en lotes mínimos de 1 t	L	t	110.555 D-UK
Lingotes mín 99,8 % Mg, en el mercado libre	L	t	88.566-91.620 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	5.297-5.768 CIF-E
Mercado americano, en frascos de 76 lb	N	f	7.652-7.887 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	3.894-5.840 FOB-USA
Lingotes rugosos	N	kg	2.336-3.245 FOB-USA

Menas y concentrados:

Columbina 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	247-279 CIF-E
Pirocloro, mín 50 % Nb ₂ O ₅	N y L	kg Nb ₂ O ₅ cont	227.240 FOB-C
Columbina 65 % Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ , de ratio Nb ₂ O ₅ /Ta ₂ O ₅ : 10/1	N	kg	234-247 CIF-USA

TANTALIO

Metal:

Polvo 99,5/99,8 % Ta, dependiendo del tamaño de los lotes	N	kg	4.595-5.776 CIF-USA
Láminas mín 99,9 % Ta	N	kg	6.230-15.315 CIF-USA
Varillas mín 99,9 % Ta	N	kg	6.749-10.383 CIF-USA

Menas y concentrados:

Tantalita:			
Mín 60 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.947-2.206 CIF-E
Mín 25/40 %, tomando como base 30 % Ta ₂ O ₅	L	kg Ta ₂ O ₅ cont	1.752-1.914 CIF-E

Columbina: ver mineral de COLUMBIO.

Metales secundarios	Mercado	Unidad	Precio de octubre
TITANIO			
Metal:			
Esponja inglesa, mín 99,3 % Ti, máx 120 Brinell ...	L	kg	141
Tochos de 4"18" de diámetro, en lotes de 2.000 kg.	L	kg	368-535 D
Esponjas USA, mín 99,3 % Ti, máx 115 Brinell, en lotes de 500 lb	N	kg	350 D
Menas y concentrados:			
Rutilo 95/97 % TiO ₂ , empaquetado	L	t	24.238-27.581 CIF-E
Ilmenita de Malasia, 52/54 % TiO ₂	L	kg	1.254-1.504 CIF-E
Rutilo, mín 96 % TiO ₂ , para comercio interior, 12 % máximo humedad	N	t	46.072 D
Ilmenita, mín 54 % TiO ₂	N	t	3.186 FOB
Escorias canadienses, mín 70 % TiO ₂	N	t	4.345 FOB

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
---------------------------	---------	--------	-------------------

ARSENICO

Metal:

Fragmentos negros, mín 99 % As, en lotes de tonelada	L	t	265.698
--	---	---	---------

Menas y concentrados.

El arsénico es obtenido como subproducto en las metalurgias del cobre, cinc y otras menas.

CESIO

Mín 99,5 %: lotes de 1-277 g	N	g	82,40-212 FOB
lotes de 1-9 lb	N	kg	32.447-35.692 FOB
lotes de 10-99 lb	N	kg	25.958-29.203 FOB
lotes de 100-999 lb	N	kg	19.468-22.713 FOB
lotes de 1.000 o más lb	N	kg	12.979 FOB
Mín 99,9 %: lotes de 1-277 g	N	g	106-235 FOB
lotes de 1-9 lb	N	kg	38.937-42.182 FOB
lotes de 10-99 lb	N	kg	32.447-35.692 FOB
lotes de 100-999 lb	N	kg	24.660-28.554 FOB
lotes de 1.000 o más lb	N	kg	16.224 FOB

Menas y concentrados:

Polucita, mín 24 % Cs ₂ O	L	t. u. Cs ₂ O	730-765 FOB
---	---	-------------------------	-------------

GALIO

Metal:

Mín 99,99 %: lotes hasta 999 g	N	g	52,97 FOB
lotes de 1-4,999 kg	N	g	35,32 FOB
lotes de 5-24,999 kg	N	g	32,37 FOB
lotes de más de 25 kg	N	g	— FOB
Mín 99,999 %: lotes de 5-10 kg	N	g	47,09 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 octubre
GERMANIO			
Metal:			
Calidad refinada 30 ohm/cm:			
En el mercado europeo	L	kg	14.781 D (i)
En el mercado americano	N	kg	17.246 D
Menas y concentrados.			
El germanio metal se recupera generalmente en la fundición de las menas de plomo y cinc.			
HAFNIO			
Metal:			
Esponja	N	kg	9.734 FOB
En barras y placas laminadas	N	kg	15.575 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	11,34 D
En lingotes, mín 99,97 % de pureza, en lotes mínimos de 10.000 troy on	N	g	11,34
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	85.512
Polvo en el mercado USA	N	kg	70.087
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	82,40-212 FOB
lotes de 1-9 lb	N	kg	35.692-38.937 FOB
lotes de 10-99 lb	N	kg	25.958-29.203 FOB
lotes de 100-999 lb	N	kg	19.468-22.713 FOB
lotes de 1.000 o más lb	N	kg	12.979 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	2.336
De alta pureza, mín 99,9 % Se	N	kg	2.725-2.855

Metales menores o escasos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Canadiense, mín 99,5 % Se, en lotes 100 lb	L	kg	2.336
Otras procedencias	L	kg	1.149-1.181 CIF
Metal, Telurio:			
Fragmentos y polvo, mín 99/99,5 % Te	L	kg	1.298
Barras, mín 99,5 % Te	L	kg	1.298
Polvo, en lotes de 100 lb	N	kg	—
Placas, en lotes de 150 lb	N	kg	1.298
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	973
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 octubre
URANIO			
Concertado de U ₃ O ₈ , base de contratación	L	kg O ₃ O ₈ cont.	1.428-1.947 FOB-f
Hexafluoruros	L	kg O ₃ O ₈ cont.	1.298-1.687
TORIO			
Metal:			
Polvo y pellets (*)	N	kg	1.947
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	1.466 D-UK
Lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	2.725
Europio, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	415.328
Gadolinio, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	22.064
Itrio, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	19.468
Lantano, lingotes, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	4.543
Neodimio, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-85 lb (*)	N	kg	13.238
Samarium, lingote, mín 99,9 %, lotes 2-25 lb (*)	N	kg	16.224
Menas y concentrados:			
Monacita:			
Mín 60 %, óxido TR torita	L	t	— CIF-E
Mín 55 %, óxido TR	L	t	14.395-15.218 CIF

Minerales radiactivos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Xenotima:			
Mín 25 % Y_2O_3 ...	L	kg	260-389 CIF
Mín 60 % Y_2O_3 (*) ...	N	kg	— CIF
Mín 90 % Y_2O_3 (*) ...	N	kg	— CIF
Basnasita:			
Filtrado, mín 70 %, óxido TR ...	L	kg	64,90-77,87 CIF
Mín 55/60 %, óxido TR (*) ...	N	kg	38,94-45,43 FOB
Mín 68/72 %, óxido TR (*) ...	N	kg	51,92 FOB
Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
AZUFRE			
USA para la exportación, mín 99 % S			
Brillante ...	N	t	(*) 3.739-4.200 FOB-Golfo
Brillante sólido ...	L	t	3.968 FOB-Golfo
Brillante líquido ...	L	t	4.395 CIF-E
Oscuro ...	N	t	(*) 3.682-4.142 FOB-Golfo
Resto del mundo, líquido ...	L	t	4.346 CIF-E
Canadiense en placas sólidas ...	L	t	4.634-4.924 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	(*) 2.578-3.222 FOB
Magnéticas o de flotación, mín 96 % $BaSO_4$, máx 0,5 % Fe, en lotes de camiones ...	N	t	(*) 2.255-2.900 FOB
Importadas de calidad para lodos, 4,2/4,3 peso específico ...	N	t	(*) 1.418-1.804 FOB-Golfo
Importadas en fragmentos, mín 92 % $BaSO_4$, a granel ...	L	t	2.164-2.525 CIF
Molidas:			
En húmedo, mín 95 % $BaSO_4$, a 325 mesh, en bolsas de 50 lb, en lotes de camiones ...	N	t	3.866-5.155 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	(*) 4.575-5.026 FOB
Importadas 4,2/4,3, peso específico ...	N	t	(*) 1.998 FOB
Importadas blancas, calidad para pinturas, 96/98 % $BaSO_4$, mín 99 % a 325 mesh, en lotes de 105 t ...	L	t	7.214-8.417 D-UK
Marroquí, calidad para lodos, mín 4,2, peso específico ...	L	t	3.126-3.367 CIF-pe.
Micronizadas:			
Mín 99 % más fino de 20 M ...	L	t	10.822-12.024 D-UK
BORATOS			
Decahidrato, granular, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t ...	L	t	11.727 D-UK
Pentahidratado, refinado, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t ...	L	t	14.903 D-UK

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
Anhídrico, técnico, en bolsas de papel, en lotes de t.	L	t	19.546 D-UK
Acido bórico, técnico granular en bolsas de papel, en lotes de t ...	L	t	17.224 D-UK
Técnico, mín 99,5 %, en fragmentos, en lotes de camiones ...	N	t	(*) 5.220-5.284 FOB
Deshidrato, mín 99 %, en fragmentos, en lotes de camiones ...	N	t	(*) 12.115-13.081 FOB
Concentrados de boratos sódicos, en fragmentos, en lotes de camiones:			
46 % B_2O_3 ...	N	t	— FOB
65 % B_2O_3 ...	N	t	— FOB
Concentrados de borato cálcico, de Turquía, en fragmentos, mín 40 % B_2O_3 ...	L	t	4.414 FOB
CELESTITA			
Reino Unido, en bruto, lavada y clasificada, 95 % $SrSO_4$, empaquetado, molido 240 mesh ...	L	t	3.054 e-w
ESPATO FLUOR			
Metalúrgico, mín 70 % CaF_2			
Reino Unido ...	L	t	1.804-3.607 D-UK
USA en pellets ...	N	t CaF_2 cont	(*) 4.851-5.144 FOB
Mejicano ...	N	t CaF_2 cont	(*) 4.060-4.092 FOB-barco
Cerámico, mín 85 % CaF_2 :			
Reino Unido, molido 93/95 % ...	L	t	3.607-4.810 CIF
USA, 88/90 % ...	N	t CaF_2 cont	(*) 6.260-5.845 FOB
95/96 % ...	N	t CaF_2 cont	(*) 5.553-6.196 FOB
97 % ...	N	t CaF_2 cont	(*) 5.845-6.722 FOB
Acido, material seco, mín 97 % CaF_2 :			
Reino Unido, embolsado ...	L	t	4.208-6.012 D-UK
USA, en bruto ...	N	t CaF_2 cont	(*) 5.553-6.722 FOB
en pellets, 88 % cont. efectivo ...	N	t CaF_2 cont	(*) 6.137 FOB
concentrados ácidos secos ...	N	t CaF_2 cont	6.605-8.055 FOB-m
importado en Europa ...	N	t CaF_2 cont	(*) 6.122-6.895 CIF-dp
Mejicano a granel ...	N	t CaF_2 cont	(*) 4.736-4.768 FOB
POSFATOS			
USA, molido, lavado, seco, a granel:			
66/68 % BPL ...	N	t	2.531 FOB-m
68/70 % BPL ...	N	t	— FOB-m
70/72 % BPL ...	N	t	3.115 FOB-m
74/75 % BPL ...	N	t	3.601 FOB-m
76/77 % BPL ...	N	t	4.023 FOB-m
Argelino y Turco, 65/68 % BPL ...	L	t	3.090 CIF
Australiano, 83 % BPL ...	L	t	1.738-1.854 FOB
Marroquí, 75/ % BPL ...	L	t	4.002 CIF
Ruso, apatito concentrado, 39 % P_2O_5 ...	L	t	(n)

NOTA: BPL = $Ca_8(PO_4)_2 = 0,458 \% P_2O_5$.

Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
GRAFITO			
Alemán	N	t	(*) 15.781-70.140 FOB
Madagascar	N	t	(*) 16.366-49.682 FOB
Noruego	N	t	(*) 10.521-17.535 FOB
Ceilán, sin diferenciar calidades	N	t	(*) 14.496-26 069 FOB
Fragmentos muy pesados, 97/99 % C	L	t	18.156 FOB-Ce
Fragmentos peso ordinario, 94/95 % C	L	t	13.948 FOB-Ce
90/92 % C	L	t	9.619 FOB-Ce
En pedacitos casi polvo, 97/98 % C	L	t	18.156 FOB-Ce
90/92 % C	L	t	9.619 FOB-Ce
80/83 % C	L	t	7.214 FOB-Ce
En pedacitos, 90/92 % C	L	t	9.619 FOB-Ce
80/83 % C	L	t	7.214 FOB-Ce
En polvo, 50/55 % C	L	t	4.449 FOB-Ce
Amorfo, 80/85 % C:			
Coreano, en bolsas	N	t	(*) 2.338 FOB-m
Mejicano, a granel	N	t	(*) 2.104 FOB-m
NITRATOS			
Sódico, o de Chile, mín 98 %, en lotes de 8 t	L	t	9.379 D-UK
PIRITAS			
USA, 50/52 % S, a granel	N	t	(*) 1.031-1.108 FOB
Españolas, mín 48 % S (Rfo 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)
POTASAS			
Cloruro de potasio, 60 % K ₂ O:			
Europa, standard, a granel	L	t	5.411-5.531 CIF
USA, standard	N	t. u. K ₂ O	(*) 61,86 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	(*) 41,89-43,17 FOB-C
Coarse	N	t. u. K ₂ O	(*) 43,82-45,11 FOB-C
Granular	N	t. u. K ₂ O	(*) 45,11-46,40 FOB-C
USA:			
Standard	N	t. u. K ₂ O	(*) 45,75-52,20 FOB-Ca
Standard	N	t. u. K ₂ O	(*) 45,11 FOB-NM
Finos standard	N	t. u. K ₂ O	(*) 50,26-53,49 FOB-Ca
Coarse	N	t. u. K ₂ O	(*) 49,62-56,06 FOB-Ca
Coarse	N	t. u. K ₂ O	(*) 47,04 FOB-NM
Granular	N	t. u. K ₂ O	(*) 48,33
Cloruro de potasio, 62/63 % K ₂ O:			
Canadiense, soluble	N	t. u. K ₂ O	(*) 45,11-46,40 FOB-C
USA, soluble	N	t. u. K ₂ O	(*) 48,33 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	600 e-w
Sal de mina, machacada, en lotes, mín de 6 t, en bolsas de 50 kg	L	t	594 e-w
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, seca, en bolsas de 50 kg	L	t	961 e-w
Sal de salina, en lotes, mín de 6 t, a granel, sin secar.	L	t	742 e-w



Minerales no metálicos	Mercado	Unidad	Precio de octubre
VERMICULITA			
USA	N	t	(*) 2.449-4.060 FOB-M
Sudáfrica:			
En crudo	N	t	(*) 3.866-5.155 CIF-AT
En crudo, embolsada	L	t	(n) CIF
WOLLASTONITA			
Para pinturas:			
P ₁ , 99,7 % menor 325 mesh	L y N	t	4.629 CIF-E
P ₄ , 99,95 % menor 325 mesh	L y N	t	5.050 CIF-E
Para cerámica:			
C ₁ , 96,5 % menor 325 mesh	L y N	t	4.569 CIF-E
C ₆ , 79,2 % menor 325 mesh	L y N	t	4.509 CIF-E
C ₁₀₁ , 2 % menor 200 mesh	L y N	t	4.449 CIF-E
Para mastique:			
F ₁ , 78 % menor 325 mesh	L y N	t	4.870 CIF-E

(*)=precios de septiembre.

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.
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.	\$ C: Dólar Canadiense.
n. a: precio no disponible.	\$ M: Dólar Malayo.
£: Libra Esterlina.	D M: Marco Alemán.
\$: Dólar USA.	F: Franco Francés.
\$ A: Dólar Australiano.	F B: Franco Belga.
	I: Lira Italiana.
	Rand: Rand Sudafricano.
	Yen: Yen Japonés.

100 FB: 152,91.	1 \$: 58,86.
100 L: 8,74.	1 \$A: 83,58.
100 Yen: 19,51.	1 \$M: 23,26.
1 DM: 23,04.	1 Rand: 82,40.
1 FF: 13,52.	1 £: 122,16.
1 \$C: 57,70.	£\$: 2,075.

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: refinera.
 (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
226	20007	20-IX-75	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación de toda clase de sustancias minerales, exceptuando los hidrocarburos fluidos, en la zona "Sevilla-Córdoba", comprendida en las provincias de Sevilla y Córdoba.
226	20007	20-IX-75	Ind.	ORDEN por la que se levanta la suspensión del derecho de petición de permisos de investigación y concesiones directas de explotación para toda clase de sustancias minerales, exceptuando los radiactivos, carbón e hidrocarburos, en la zona "Peña Flor", comprendida en las provincias de Sevilla y Córdoba.
231	20400	26-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se anula el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Lugo.
237	20925	3-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Cáceres.
238	21031	4-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Badajoz.
238	21031	4-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Barcelona.
238	21031	4-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Granada.
238	21031	4-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Granada.
240	21176	7-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Baleares.
241	21266	8-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Baleares.
243	21398	10-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Sevilla.
247	21726	15-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Soría.
248	21817	16-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, en términos municipales de Antas de Ulla (Lugo) y La Golada (Pontevedra).
248	21817	16-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Ciudad Real.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
248	21818	16-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Huesca.
248	21818	16-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Lérida.
249	21907	17-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Ciudad Real.
252	22127	21-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de Alicante.
253	22213	22-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace público el otorgamiento del permiso de investigación minera que se cita, Delegación Provincial de León.
266	23232	6-XI-75	Ind.	RESOLUCION por la que se hace pública la caducidad de los permisos de investigación minera que se citan, Delegación Provincial de Salamanca.
HIDROCARBUROS				
240	21175	7-X-75	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos, por renuncia de su titular, los permisos de investigación de hidrocarburos "Aldehuela Este" y "Aldehuela Norte".
243	21397	10-X-75	Ind.	DECRETO de otorgamiento a la "Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos, S. A." (CAMPESA), de dos permisos de investigación de hidrocarburos en la zona A.
247	21723	15-X-75	Ind.	ORDEN por la que se declaran extinguidos, por vencimiento de plazo, los permisos de investigación de hidrocarburos "Cifuentes", "Valdeolivas", "Priego", "Buendía", "Auñón", "Zorita", "Huete", "Valparaíso", "Palomaras" y "Tondos".
254	22303	23-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se sacan a concurso para su adjudicación 13 permisos de investigación de hidrocarburos en la zona C, subzona a.
RESERVAS				
237	20925	3-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 8, "Trevisño/Encio", comprendida en las provincias de Alava y Burgos.
240	21175	7-X-75	Ind.	ORDEN por la que se dispone el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Zona Vigésimosexta, La Junquera", comprendida en la provincia de Gerona.
244	21477	11-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 10, "Fuentetodos", comprendida en la provincia de Zaragoza.

"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
247	21722	15-X-75	Ind.	ORDEN por la que se autoriza el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en la zona "Camarasa (Al/I-1-2)", comprendida en las provincias de Lérida y Huesca.
251	22063	20-X-75	Ind.	ORDEN por la que se declara reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Hoja 479-3", comprendida en la provincia de Salamanca.
252	22124	21-X-75	Ind.	ORDEN por la que se declara zona de reserva provisional a favor del Estado para investigación de minerales radiactivos en el área denominada "Soria Primera", comprendida en la provincia de Soria.
255	22376	24-X-75	Ind.	RESOLUCION por la que se publica la inscripción de propuesta de reserva para toda clase de yacimientos minerales y demás recursos geológicos en un área de la provincia de Alicante.
263	22971	3-XI-75	Ind.	ORDEN por la que se declara zona de reserva a favor del Estado, para investigación de minerales radiactivos, en el área denominada "Zona 31-Ortigosa", de la provincia de Badajoz.
263	22971	3-XI-75	Ind.	ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, de la zona denominada "Subsector X-área I (Sn-W/IV-1)", comprendida en las provincias de Cáceres y Salamanca.
263	22972	3-XI-75	Ind.	ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, de la zona denominada "Subsector XII-área I (Sn-W/IV-5)", comprendida en las provincias de Cáceres y Badajoz.
264	23044	4-XI-75	Ind.	CORRECCION de errores de la Orden de 31 de julio de 1975 por la que se autoriza el levantamiento de la reserva provisional a favor del Estado para investigación de toda clase de sustancias minerales, exceptuados los hidrocarburos fluidos, en la zona "Camarasa (Al/I-1-2)", comprendida en las provincias de Lérida y Huesca.
270	23537	11-XI-75	Ind.	ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para la investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los hidrocarburos fluidos, de la zona "Almadén", comprendida en las provincias de Ciudad Real, Córdoba y Badajoz.
270	23537	11-XI-75	Ind.	ORDEN por la que se prorroga la reserva provisional a favor del Estado para la investigación de toda clase de sustancias minerales, excluidos los radiactivos, carbón e hidrocarburos, de la zona denominada "Subsector XI, área I (Sn-W/IV-2)", de la provincia de Cáceres.
VARIOS				
222	19636	16-IX-75	GOB.	ORDEN por la que se aprueba perímetro de protección del material de aguas mineromedicinales "Los Berrazales" (Las Palmas).
222	19638	16-IX-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a "Juan Ametller, Sociedad Limitada", un aprovechamiento de aguas públicas subálveas, en terrenos de dominio público, del río Fluvia, en término municipal de Crespia (Gerona), con destino a usos industriales.



"B. O. E." NUMERO	PAGINA	FECHA	MINISTERIO	A S U N T O
222	19642	16-IX-75	Ind.	ORDEN por la que se crea un perímetro de protección del manantial "Errota-Berri", del término municipal de Oyarzun (Guipúzcoa), de la "Sociedad Carbónica Santa Slara, S. A."
224	19833	18-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se autoriza a "Hidroeléctrica Española, Sociedad Anónima" la construcción de la central nuclear de Cofrentes (provincia de Valencia).
230	20308	25-IX-75	Ind.	RESOLUCION por la que se otorga autorización previa a la Sociedad "Hidroeléctrica Iberduero, S. A.", para instalar una unidad en la central nuclear de Sayago (provincia de Zamora).
234	20678	30-IX-75	Ind.	ORDEN por la que se declara a "Minas de Herrerías, S. A.", incluida en la zona de preferente localización industrial minera del Suroeste, a que se refiere el Decreto 2927/1974, de 26 de septiembre.
237	20919	3-X-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Ayuntamiento de Jarque (Zaragoza) un aprovechamiento de aguas subálveas del río Aranda.
243	21398	10-X-75	AGR.	DECRETO por el que se declara de interés nacional la zona regable con aguas subterráneas de El Simarro, en la provincia de Cuenca.
247	21715	15-X-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede al Grupo de Colonización número 13.511, de Serós, un caudal de aguas públicas subálveas en terreno de dominio público del río Segre, en término municipal de Serós (Lérida), con destino a riego por aspersión y atenciones de una ganadería.
256	22481	25-X-75	O. P.	RESOLUCION por la que se hace pública la concesión otorgada al Ayuntamiento de Almuñécar de un aprovechamiento de aguas públicas subálveas del río La Miel, en término municipal de Nerja (Málaga), con destino a la ampliación del abastecimiento de aguas a su municipio y otros anejos.
263	22972	3-XI-75	Ind.	RESOLUCION por la que se cancela la inscripción número 11, "Fuente de Piedra", comprendida en las provincias de Málaga, Córdoba y Sevilla.
266	23231	6-XI-75	Ind.	RESOLUCION por la que se otorga a la Junta de Energía Nuclear la autorización previa para la construcción de una instalación experimental para el tratamiento de minerales de uranio.
273	23823	14-XI-75	O. P.	RESOLUCION por la que se concede a don Fernando Roca Passols un aprovechamiento de aguas subálveas en zona de policía de la riera San Pol, en término municipal de San Pol de Mar (Barcelona), con destino a riego por aspersión.

Notas bibliográficas

GEOLOGIA

ROYO Y GÓMEZ, JOSÉ: *Introducción a las Ciencias Geológicas*. Ministerio de Educación. Departamento de Publicaciones. Caracas, Venezuela, 1974.

Se trata de una obra que fue escrita por encargo del Instituto Pedagógico de Venezuela, cuando el autor era profesor de dicho Instituto y que se retrasó en su publicación por varias razones que no se reseñan. Sale a la luz después de muerto el autor. La edición está revisada por don Hildemaro Rafael Mago, Profesor de Geología en el Instituto Pedagógico de Caracas, y presentada por don Pablo Vila.

El libro empieza por un primer capítulo titulado "Introducción a las Ciencias geológicas" puntualizando el lugar que le corresponde a la Geología dentro de las Ciencias Naturales, la llamada clásicamente Historia Natural, y la importancia que tiene en sus múltiples aplicaciones.

El segundo capítulo está dedicado al "Universo y la Tierra". Va precedido de unas consideraciones históricas, hasta llegar al momento actual con medios de trabajo poderosos y conceptos claros sobre el Firmamento y sus componentes: galaxias, nebulosas, estrellas, Sol, planetas..., acompañando gráficos y láminas adecuadas.

Continúa con el "Microcosmos": la materia, la estructura del átomo, particularidades..., dedicando una parte a la radioactividad.

Estudia la Tierra en sí misma, el geoide, las geosferas, la atmósfera, etc., deteniéndose en las características del interior del globo y los métodos empleados para conocer su estructura y su naturaleza. Trata de la Biosfera, desenvolvimiento de los seres vivos, ciclos de los elementos biogénicos y repercusiones litológicas y geológicas.

La parte dedicada a la Mineralogía es muy importante. Comienza con la Cristalografía, morfologías y estructuras; leyes cristalográficas; goniometría; notaciones; proyecciones, etc. Sistemas cristalinos o Singonías. Capítulo muy importante, bien desarrollado en el texto, copiosamente ilustrado con figuras geométricas muy buenas. Las propiedades físicas también están tratadas con igual atención, en particular, el policromismo, la refracción, la luz polarizada, etcétera, resaltando la importancia en cristalografía y mineralogía. Se termina con la Cristalografía química y estructural.

En la Mineralogía propiamente dicha, se empieza aludiendo a las propiedades generales: aspectos, brillo, etc. Sigue la Mineralogía química y se detiene de manera especial en los reconocimientos llamados *ensayos*, pirognós-

ticos, hidrognósticos, etc., parte detallada y muy útil.

Trata de Tópica mineral, Minerognosia, Geoquímica. Características generales. Clases de yacimientos, particularidades, orígenes, etc., todo de gran interés teórico y práctico.

En la parte llamada Sistemática o Mineralogía descriptiva, el autor, no sigue ninguna de las clásicas clasificaciones en uso entre los mineralogistas. Las especies las describe distribuidas en grupos especiales, más o menos naturales o afines. Grupo del platino, con paladio, oro, etc. Minerales de plata, con la plata, amalgama, galenas, etc. Minerales de aluminio, azufre, bario, calcio, cinc, cobre, etcétera, hasta lograr la enumeración de las especies mineralógicas conocidas. De cada especie lleva referencias de sus yacimientos y localidades importantes de todo el mundo y de manera particular de Venezuela y de los países americanos. Lleva muchas fotografías de los yacimientos tomadas directamente por Royo Gómez.

Un capítulo está dedicado a los minerales radiactivos; otro a las piedras preciosas o gemas.

La última parte de la obra comprende la Petrografía. Empieza estudiando los minerales de las rocas: sílice, feldespatos, micas, piroxenos, etc., siguiendo los caracteres comunes y la clasificación en eruptivas, sedimentarias y metamórficas. De todos estos grupos se ocupa detalladamente: orígenes, propiedades, modos de yacer, etc., con abundantes ejemplos de yacimientos y localidades del mundo y de los países americanos. Trata de la utilización de las rocas en construcción, en arte, en industrias, etc.

Trata del petróleo en general dedicando un espacio considerable a los petróleos y asfaltos de Venezuela. Lo mismo hace con los carbones, con lo que termina el libro.

Esta obra está escrita con una gran claridad y rigurosamente sistematizada. Cuenta con numerosas láminas y figuras. Buena tipografía. Formato grande con las páginas a dos columnas. Cada capítulo va acompañado de una bibliografía abundante y seleccionada.

Es un libro importante por tratarse de un autor que ha realizado numerosas investigaciones originales, hombre de campo y de laboratorio, a la vez; además un profesional de la enseñanza, habituado a exponer con claridad a los alumnos.

Este libro es una gran obra didáctica que honra a la Universidad de Caracas por haber patrocinado esta publicación del que fue profesor de la misma, y por la utilidad que desempeña en manos de sus escolares. La bibliografía geológica en lengua española se enriquece con la aparición de este volumen, recopilación completa de los conocimientos sobre la Tierra en los momentos que se redactó el original.

V. SOS BAYNAT



VÍA BOADA, Luis: *Cien años de investigación geológica*. (En el centenario del Museo Geológico creado por el Dr. Almera en 1874). 164 págs. de 15×22 cm y 12 figuras. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Delegación de Barcelona, 1975.

En este documentado trabajo se resume la historia del Museo creado por el Dr. Jaime Almera en 1874. Esta historia va ligada a la del desarrollo de la Geología en Cataluña, gracias al esfuerzo de unos investigadores beneméritos. Continuación y en cierto modo coexistente con el primitivo Museo de Historia Natural del Seminario Conciliar de Barcelona (creado en 1818), bajo la dirección del Dr. Almera fue notablemente enriquecido en ejemplares que fueron a unirse a los aportados por el célebre médico-naturalista Dr. Carlos de Gimbernat. La labor docente del Dr. Almera fue muy importante, pero a partir de 1883, una vez instalado el Museo en el edificio de la calle de la Diputación, contiguo al de la Universidad, la mayoría de las enseñanzas fueron por él delegadas al Dr. J. Palou Dachs, antiguo alumno suyo en el Seminario y luego de la Universidad de Barcelona, reservándose tan sólo las clases de Geología. Pero, más tarde, en 1886, el Dr. Almera renunció totalmente a la docencia para consagrarse a la obra importante del Mapa geológico de la provincia de Barcelona, de cuya dirección estuvo encargado de 1885 a 1915, bajo los auspicios de la Diputación Provincial de Barcelona, a la escala de 1:40.000, sobre el fondo cartográfico delineado expresamente por el benemérito cartógrafo catalán don Eduardo Brossa. Con la colaboración del Dr. Arturo Bofill preparó catálogos y monografías de fósiles del país, asistió a diversos congresos científicos y a las reuniones anuales de la Société Géologique de France, adquiriendo tal celebridad el equipo de geólogos catalanes Almera, Borill y Vidal (que se incorporaría más tarde), que esta importante entidad celebró en Barcelona una reunión extraordinaria en 1898 con diversas excursiones que recorrieron casi todo el territorio del antiguo principado, que vino a significar el espaldarazo internacional a la labor de nuestros geólogos. A este grupo se unió más tarde el Dr. Norberto Font y Sagué (fallecido prematuramente en 1910) y el Dr. Mariano Faura y Sans, que había de sucederle en la dirección del mapa geológico antes citado, y desde 1916 a 1923 fue director del "Servei del Mapa Geològic du Catalunya"; un nuevo mapa, a la escala 1:100.000, de una topografía impecable fue dirigido por Faura, quien llegó a publicar seis hojas de este nuevo mapa y preparó otras varias, de ámbito extensivo a todo Catalunya, pasando a depender de la Mancomunidad e integrado en el Museo Martorell, del Parque de Barcelona, donde se reunió un material abundante incorporado al primitivamente colectado por Almera, que había fallecido en 1919.

Una crisis se produjo por entonces en el Seminario de Barcelona. De la dirección del Museo Geológico fue encargado don José Ramón Bataller y Calatayud, discípulo de Almera y de Faura, que más tarde, en 1920, se doctoraba en Ciencias Naturales en la Universidad de Madrid.

Bajo la dirección del Dr. Bataller, de conocida actividad excursionista, se incrementaron las publicaciones y se confeccionaron bajo su dirección 14 hojas del Mapa Geológico de España (escala 1:50.000), editadas por el Instituto Geológico y Minero, de Madrid. La labor de Bataller, internacionalmente apreciada, tuvo un desagradable contratiempo: la destrucción de las colecciones en 1936 por las hordas que saquearon el Museo. Menos mal que gracias a la labor del señor Marés, pudo salvarse la importante biblioteca y archivo.

En 1939, el Dr. Bataller, en intensas campañas secundado por sus discípulos, logró reconstruir y hasta mejorar el Museo. En 1949 obtuvo por oposición la cátedra de Paleontología de la Universidad de Barcelona, donde contó con la colaboración del Dr. Luis Vía, autor del libro que nos ocupa y sucesor suyo a su fallecimiento, en 1962, en la dirección del Museo Geológico. La labor del Dr. Vía ha sido también considerable no sólo desde el punto de vista paleontológico como consumado especialista, sino también en la dirección de tesis y en la presentación y nueva instalación de las colecciones.

Cerca de un centenar de páginas contienen los trabajos publicados por el personal del Museo, desde 1877, las especies nuevas dedicadas a ellos.

R. CANDEL VILA

THÉSAURES FRANCO-ALLEMAND: *Sciences de la Terre*. B. R. G. M., 1974. F1. Descripteurs.

Esta obra está elaborada por una cooperación internacional entre el Bundesanstalt für Bodenforschung de Hannover y el Bureau de Recherches Géologiques et Minières de Orleans.

Representa la evolución lógica de la lista alfabética de palabras clave presentada en la forma de esquemas flechados, donde aquello que consideran como campo común, está agrupado por facetas. Las voces específicamente geológicas están agrupadas por temas.

La obra consta de cinco partes, que son:

1. Introducción.
2. Utilización.
3. Esquemas flechados, con un total de 46.
4. Lista alfabética de términos descritos.
5. Lista alfabética de sinónimos y equivalencias documentales.—L. DE A.

THÉSAURES FRANCO-ALLEMAND: *Sciences de la Terre*. B. R. G. M., 1975. F-2. Géographie.

Este fascículo es complemento del F1. Contiene el vocabulario geográfico utilizado para la inclusión en el índice de la literatura geológica y la consulta de las fichas para ordenador del C. N. R. S. y del B. R. G. M.

La obra consta de tres partes:

1. Introducción.
2. Palabras clave geográficas del "thésaurus" clasificadas por su código.
3. Las voces anteriores ordenadas alfabéticamente.

El código consta de once caracteres.—L. DE A.

GEOFISICA

GONZALO PAYO y FERNANDO DE MIGUEL: *Magnitud de los sismos de la región Ibérica a partir de la Fase Lg*. Revista de Geofísica, vol. XXXIII, págs. 159 a 174, 1974.

Han medido las amplitudes y períodos de la onda Lg de todos los terremotos localizados desde el año 1962 hasta el presente en el área ibérica, sobre los registros de las estaciones patrón de Toledo, Málaga y Oporto, con objeto de calcular la magnitud de los mismos.

Han utilizado en total 549 terremotos locales. La función distancia-amplitud la han determinado usando grupos de terremotos con la misma distancia de Toledo y registrados con la misma amplitud. La magnitud que finalmente han asignado la han reducido al nivel de la U. S. C. G. S.

Las medidas de las amplitudes de Lg, sobre la componente vertical, las han comparado con las amplitudes de la onda Pg para estudiar su relación.

Dada la pequeña magnitud de los sismos de esta región, consideran la Lg como la fase más adecuada para la determinación de la magnitud de los sismos ibéricos locales. L. DE A.

LUIS ESTEBAN CARRASCO: *Determinación de Velocidades de Ondas Elásticas*. Revista de Geofísica, vol. XXXIII, págs. 175 a 185, 1974.

Con la hora de llegada de una onda elástica, a cinco observatorios cercanos, determina, además el foco sísmico, la hora en el origen y la velocidad (aparente) de dicha onda.—L.

JUAN DE MARTÍN MARFIL: *Electrodos impolarizables de plata para registro de corrientes telúricas*. Revista de Geofísica, vol. XXXIII, págs. 187 a 198, 1974.

Ha utilizado electrodos impolarizables de plata para registros de corrientes telúricas en tierra. Da el proceso de fabricación de los mismos y estudia su estabilidad, y la

compara con la de otros tipos de electrodos, así como la influencia de agentes externos (sol, lluvia, agentes mecánicos).—L.

JULIO PÉREZ VELASCO: *Aplicación de la transformada de Laplace al tratamiento de datos magnetotelúricos*. Revista de Geofísica, vol. XXXIII, págs. 199 a 217, 1974.

El carácter aleatorio de las variaciones telúricas y magnéticas permite suponer diferentes clases de soluciones MT y en particular soluciones armónicas, y soluciones exponenciales, reales y crecientes. Las soluciones armónicas son obtenidas por filtrado o por transformada de Fourier, y son la base del tratamiento o interpretación de los datos MT.

Después de resumir las ventajas e inconvenientes teóricos de ambos tipos de soluciones presenta un método para obtener las exponenciales. Considera una excitación cualquiera función del tiempo y llega a una relación entre la resistividad del suelo y las transformadas de Laplace de los campos eléctrico y magnético. Con dicha transformada separa las variables espaciales del tiempo en soluciones que verifican a las ecuaciones de Maxwell y a las condiciones en los límites.

Estas soluciones resultan funciones exponenciales, reales y crecientes del tiempo.

Considera el caso de las corrientes de desplazamiento y hace un breve comentario sobre la resolución de los problemas en el tratamiento de los datos MT mediante el método expuesto.—L. DE A.

GEOTERMIA

R. ORTIZ y J. YUGUERO: *Desarrollo de un modelo analógico para el estudio de procesos con fluidos geotérmicos*. Anales de Física, 1974, Nota 381 a 384.

Desarrollan una analogía para la resolución de problemas en los que intervenga una circulación de fluidos. Modelo compatible con los existentes para fenómenos de conducción y radiación, pudiéndose abordar la resolución de problemas con fenómenos de convección.

Como aplicación estudian el campo geotérmico de la Montaña de Fuego (Lanzarote), comprobando la validez del modelo al ajustarse a los datos procedentes de diversas campañas de prospección geofísica realizadas en la zona. L. DE A.

INDICE DE MATERIAS



	Página
GEOLOGIA	
Esbozo de un modelo geotectónico de los hercínides ibéricos, por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ	1
"Hispanotherium matritense", autoctonías y endemismos, por M. CRUSAFONT PAIRO	5
Lithological control of "hillslope" erosion in the Soria área, Duero alto, Spain, por J. B. THORNES	11
Relaciones de las peridotitas con las rocas encajantes en la Serranía de Ronda, por C. CHAMÓN y C. ESTÉVEZ	20
Consideraciones sobre el carácter de los cabalgamientos del Arco Medio de la "Rodilla Astúrica" (Norte de España), por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ	129
Nouvelles données sur le Secondaire de la Sierra de Cabezón de Oro (Province d'Alicante), por J. ACEMA, J. LECLERC y G. PERET	135
Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila, por A. ARENILLAS PARRA, J. SAAVEDRA ALONSO y A. ARRIBAS MORENO	233
Sur quelques Nérinées du Malm et du Néocomien de Cazorla, province de Jaén, Espagne Meridionale (zone prébétiqúe), por ALAIN FOUCAULT, HENRI y GENEVIEVE TERMIER	244
El Cretácico superior del Picofrentes (Soria), Cadenas Celtibéricas (España), por J. WIEDMANN	252
Interés estratigráfico de los Placopariinae en el Ordovícico, por M. ^a D. GIL CID.	359
Los Trilobites del Cámbrico inferior de Alanis (Sevilla), por M. ^a D. GIL CID.	365
El Jurásico de la Sierra de Altomira y su Correlación con el de Sectores Surecoccidentales de la Cordillera Ibérica (Cuenca), por P. SÁNCHEZ SORIA	379

	Página
La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (provincia de Albacete), por M. ALVARO, J. M. GARCÍA ARGÜESO y E. ELIZAGA	467
Localización de una depresión terciaria en el curso alto del Alberche (sistema central español), por A. G. UBANELL	478
Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona), por L. VÍA BOADA y J. F. VILLALTA	485
Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel), por M. GUTIÉRREZ ELORZA y J. L. PEÑA MONNE	561
Tectoniques tangeantielles superposées dans le segment hercynien Sud-Ibérique: Les nappes et plis couchés de la region d'Alconchel-Fregenal de la Sierra (Badajoz), por ALAIN VAUCHEZ	573
Las series anteordovícicas del Sistema Central, por R. CAPOTE y M. ^a J. FERNÁNDEZ CASALS	581
 MINERIA	
Ensayos de lixiviación a presión atmosférica del níquel contenido en las serpentininas de Ojén (Málaga), por J. M. ^a FERNÁNDEZ BECERRIL y R. ALVAREZ RODRÍGUEZ	24
Estudio Geológico y Metalogénico de la Zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W. II. Petrografía, por R. CASTROVIEJO	142
Estudio Geológico y Metalogénico en la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W. III Tectónica, por R. CASTROVIEJO	262
Estudio Geológico y Metalogénico en la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales, de Sn-W. IV. Metalogenia, por R. CASTROVIEJO	388
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. MARTÍNEZ ALVAREZ y S. DÍAZ GONZÁLEZ	498
Comercialización del litio, por DIVISIÓN DE MINERÍA DEL IGME	597
 AGUAS SUBTERRANEAS	
Metodología y resultados del estudio hidrogeológico del macizo kárstico de Garraf, Barcelona, por E. CUSTODIO GIMENA	31
Características hidrogeológicas e hidrodinámicas del karst para la inyección de aguas residuales, por R. FERNÁNDEZ RUBIO	167
Termalismo en España meridional, por J. CRUZ SAN JULIÁN y L. GARCÍA ROSSELL	179

	Página
El sistema hidrogeológico del Boquerón (Albacete), contribución a su estudio con un bombeo de ensayo de larga duración, por M. SENENT ALONSO, L. LINARES GIRELA y J. BARBA-ROMERO	277
Problemas hidrogeológicos en la minería, por R. FERNÁNDEZ RUBIO	505
 ENERGIA	
Geotermismo de la zona volcánica de Olot. Nota preliminar sobre posibilidades geotérmicas, por ORIOL RIBA	45
Petróleo y gas natural en el Mar del Norte. Noruega, sus posibilidades, por J. RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR y E. MUNTHE MORGENSTIERNE	297
 GEOTECNIA	
Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo, por J. A. MARTÍNEZ ALVAREZ y S. DÍAZ GONZÁLEZ	608
 ESTUDIO DE MINERALES Y ROCAS	
Consideraciones petrológicas, estructurales y estratigráficas en la depresión de Peraleda-Valsequillo (Badajoz-Córdoba), por V. SÁNCHEZ CELA y V. GABALDÓN LÓPEZ	63
Estudio Mineralógico de sedimentos Triásicos en el sector Occidental de la Cordillera Ibérica, por M. A. CABALLERO y M. ^a D. RUIZ CRUZ	72
Geología de Cova de Beira (Portugal Central), variação de triclincidade (ΔRx) nos feldspatos-K de rocha graníticas, por VÍCTOR COSTA	82
Presencia de mordenita en un yacimiento de bentonita de la región de Cabo de Gata (Almería), por J. L. MARTÍN VIVALDI y F. LÓPEZ AGUAYO	187
Sobre las rocas "porfiroides" de la banda Almendralejo Azuaga (SO de España), por V. S. CELA y A. APARICIO	193
Petrología del borde Norte del Batolito de "Los Pedroches" Venta de Azuel (Córdoba), por J. D. MARTÍN RAMOS y M. RODRÍGUEZ GALLEGU	301
Sobre la petrogénesis de las formaciones glandulares del Sistema Central español, por A. APARICIO, L. GARCÍA CACHO y M. PEINADO	416
Estudio petrológico del plutón de Bares-Vicedo (La Coruña), por A. GARCÍA GUTIÉRREZ	518
Origen de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español, por J. LÓPEZ RUIZ y L. GARCÍA CACHO	614



INDICE DE AUTORES

	Página
ACEMA, J.; LECLARC, J., y PERET, G.: Nouvelles données sur le Secondaire de la Sierra de Cabezón de Oro (province d'Alicante)	135
ALVAREZ RODRÍGUEZ, R., y FERNÁNDEZ BECERRIL, J. M. ^a : Ensayos de lixiviación a presión atmosférica del níquel contenido en las serpientes de Ojén (Málaga)	24
ALVARO, M.; GARCÍA ARGÜESO, J. M., y ELIZAGA, E.: La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (provincia de Albacete)	467
APARICIO, A., y CELA, V. S.: Sobre las rocas "porfiroides" de la banda Almedralejo-Azuaga (SO de España)	193
APARICIO, A.; GARCÍA CACHO, L., y PEINADO, M.: Sobre la petrogenesis de las formaciones glandulares del Sistema Central Español	416
ARENILLAS PARRA, A.; SAAVEDRA ALONSO, J. y ARRIBAS MORENO, A.: Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila	233
ARRIBAS MORENO, A.; ARENILLAS PARRA y SAAVEDRA ALONSO, J.: Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila	233
BARBA ROMERO, J.; SENENT ALONSO, M., y LINARES GIRELA, L.: El sistema hidrogeológico del Boquerón (Albacete) contribución a su estudio con un bombeo de ensayo de larga duración	277
CABALLERO, M. A., y RUIZ CRUZ, M. ^a D.: Estudio Mineralógico de sedimentos Triásicos en el sector Occidental de la Cordillera Ibérica	72
CAPOTE, R., y FERNÁNDEZ CASALS, M. ^a J.: Las series anteordovícicas del Sistema Central	581
CASTROVIEJO, R.: Estudio Geológico y Metalogénico de la Zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W. II. Petrografía	142
CASTROVIEJO, R.: Estudio Geológico y Metalogénico de la Zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W. III. Tectónica	262
CASTROVIEJO, R.: Estudio Geológico y Metalogénico de la zona de Beariz (Orense) y de sus yacimientos minerales de Sn-W. IV. Metalogenia	388

	Página
CRUSAFONT PAIRO, M.: "Hispanotherium matritense", autoctonías y endemismos	5
CRUZ SAN JULIÁN, J., y GARCÍA ROSSELL, L.: Termalismo en España meridional.	179
CUSTODIO GIMENA, E.: Metodología y resultados del estudio hidrogeológico del macizo kárstico de Garraf, Barcelona	31
CHAMÓN, C., y ESTÉVEZ, C.: Relaciones de las peridotitas con las rocas encajantes en la Serranía de Ronda	20
DÍAZ GONZÁLEZ, S., y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Estudio de las mineralizaciones de hierro de las inmediaciones del lago "La Cueva", en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo)	498
DÍAZ GONZÁLEZ, S., y MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo	608
ELIZAGA, E.; ALVARO, M., y GARCÍA ARGÜESO, J. M.: La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (provincia de Albacete)	467
ESTÉVEZ, C., y CHAMÓN, C.: Relaciones de las peridotitas con las rocas encajantes en la Serranía de Ronda	20
FERNÁNDEZ BECERRIL, J. M. ^a , y ALVAREZ RODRÍGUEZ, R.: Ensayos de lixiviación a presión atmosférica del níquel contenido en las serpentinas de Ojén (Málaga)	24
FERNÁNDEZ CASALS, M. ^a J. y CAPOTE, R.: Las series anteordovícicas del Sistema Central	581
FERNÁNDEZ RUBIO, R.: Características hidrogeológicas e hidrodinámicas del karst para la inyección de aguas residuales	167
FERNÁNDEZ RUBIO, R.: Problemas hidrogeológicos en la minería	505
FOUCAULT, A., y TERMIER, G.: Sur quelques Nérinées du Malm et du Néocomien de Cazorla province de Jaén, Espagne Meridionale (zone prébétique).	244
GABALDÓN LÓPEZ, V., y SÁNCHEZ CELA, V.: Consideraciones petrológicas, estructurales y estratigráficas en la depresión de Peraleda-Valsequillo (Badajoz-Córdoba)	63
GARCÍA ARGÜESO, J. M.; ALVARO, M., y ELIZAGA, E.: La estructura del Borde Prebético en la zona de Alcaraz (provincia de Albacete)	467
GARCÍA CACHO, L.; APARICIO, A., y PEINADO, M.: Sobre la petrogenesis de las formaciones glandulares del Sistema Central español	416
GARCÍA CACHO, L., y LÓPEZ RUIZ, J.: Origen de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español	614
GARCÍA GUTIÉRREZ, A.: Estudio petrológico del plutón de Bares-Vicedo (La Coruña)	518



	Página
GARCÍA ROSSELL, L., y CRUZ SAN JULIÁN, J.: Termalismo en España meridional.	179
GIL CID, M. ^a D.: Interés estratigráfico de los Placopariinae en el Ordovícico.	359
GIL CID, M. ^a D.: Los Trilobites del Cámbrico inferior de Alanis (Sevilla) ...	365
GUTIÉRREZ ELORZA, M., y PEÑA MONN, J. L.: Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (provincia de Teruel) ...	561
IGME, DIVISIÓN DE MINERÍA: Comercialización del litio ...	597
LECLERC, J.; ACEMA, J., y PERET, G.: Nouvelles données sur le Secondaire de la Sierra de Cabezón de Oro (provincia d'Alicante) ...	135
LINARES GILERA, L.; SENENT ALONSO, M., y BARBA ROMERO, J.: El sistema hidrogeológico del Boquerón (Albacete), contribución a su estudio con un bombeo de ensayo de larga duración ...	277
LÓPEZ AGUAYO, F., y MARTÍN VIVALDI, J. L.: Presencia de mordenita en un yacimiento de bentonita de la región de Cabo de Gata (Almería) ...	187
LÓPEZ RUIZ, J., y GARCÍA CACHO, L.: Origen de los granates de las rocas graníticas y aplíticas de la Sierra de Guadarrama, Sistema Central Español ...	614
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Esbozo de un modelo geotectónico de los hercídes ibéricos ...	1
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A.: Consideraciones sobre el carácter de los calbagamientos del Arco Medio de la "Rodilla Astúrica" (Norte de España) ...	129
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A., y DÍAZ GONZÁLEZ, S.: Estudio de las mineralizaciones de hierro de las inmediaciones del lago "La Cueva", en la región de los lagos de Saliencia (Somiedo-Oviedo) ...	498
MARTÍNEZ ALVAREZ, J. A., y DÍAZ GONZÁLEZ, S.: Datos sobre el comportamiento geomecánico de las calizas lacustres del Terciario de los alrededores de Oviedo ...	608
MARTÍN RAMOS, J. D., y RODRÍGUEZ GALLEDO, M.: Petrología del borde Norte del Batolito de "Los Pedroches", Venta de Azuel (Córdoba) ...	301
MARTÍN VIVALDI, J. L., y LÓPEZ AGUAYO, F.: Presencia de mordenita en un yacimiento de bentonita de la región de Cabo de Gata (Almería) ...	187
MUNTHE MORGENSTIERNE, E., y RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J.: Petróleo y gas natural en el Mar del Norte. Noruega, sus posibilidades ...	297
ORIOI RIBA: Geotermismo de la zona volcánica de Olot. Nota preliminar sobre posibilidades geotérmicas ...	45
PEINADO, M.; APARICIO, A., y GARCÍA CACHO, L.: Sobre la petrogénesis de las formaciones glandulares del Sistema Central español ...	416
PEÑA MONNE, J. L., y GUTIÉRREZ ELORZA, M.: Karst y periglaciario en la Sierra de Javalambre (Provincia de Teruel) ...	561

	Página
PERET, G.; ACEMA, J., y LECLERC, J.: Nouvelles données sur le Secondaire de la Sierra de Cabezón de Oro (Province d'Alicante) ...	135
RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J., y MUNTHE MORGENSTIERNE, E.: Petróleo y gas natural en el mar del Norte. Noruega, sus posibilidades ...	297
RODRÍGUEZ GALLEGU, M., y MARTÍN RAMOS, J. D.: Petrología del borde Norte del Batolito de "Los Pedroches". Venta de Azuel (Córdoba) ...	301
RUIZ CRUZ, M. ^a D., y CABALLERO, M. A.: Estudio Mineralógico de semimentos Triásicos en el sector Occidental de la Cordillera Ibérica ...	72
SAAVEDRA ALONSO, J.; ARENILLAS PARRA, A., y ARRIBAS MORENO, A.: Un dique de tendencia sienítica en la provincia de Avila... ..	233
SÁNCHEZ CELA, V., y GABALDÓN LÓPEZ, V.: Consideraciones petrológicas, estructurales y estratigráficas en la depresión de Peraleda-Valsequillo (Badajaz-Córdoba) ...	63
SÁNCHEZ CELA, V., y APARICIO, A.: Sobre las rocas "porfiroides" de la banda Almendralejo-Azuaga (SO de España) ...	193
SÁNCHEZ SORIA, P.: El Jurásico de la Sierra de Altomira y su Correlación con el de Sectores Suroccidentales de la Cordillera Ibérica (Cuenca) ...	379
SENENT ALONSO, M.; LINARES GIRELA, L., y BARBA ROMERO, J.: El sistema hidrogeológico del Boquerón (Albacete), contribución a su estudio con un bombeo de ensayo de larga duración ...	277
TERMIER, G., y FOUCAULT, A.: Sur quelques Nérinées du Malm et du Neocomien de Cazorla province de Jaén, Espagne Meridionale (zone pré-bétique) ...	244
THORNES, J. B.: Lithological control of "hillslope" erosion in the Soria área, Duero alto, Spain ...	11
UBANELL, A. G.: Localización de una depresión terciaria en el curso del Alberche (sistema central español) ...	478
VAUCHEZ, A. y TERMIER, G.: Tectoniques tangeantilles superposées dans le segment hercynien Sud-Ibérique: Les nappes et plis couchés de la région d'Alconchel-Fregenal de la Sierra (Badajoz) ...	573
VÍA BOADA, L., y VILLALTA, J. F.: Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona) ...	485
VILLALTA, J. F., y VÍA BOADA, L.: Restos de crustáceos decápodos en el Triásico de Montral-Alcover (Tarragona) ...	485
COSTA, VÍCTOR: Geología de la Cova da Beira (Portugal Central), Variação de triclinidades (ΔR_x) nos feldespatos-K de rocha graníticas ...	82
WIEDMANN, J.: El Cretácico superior del Picofrentes (Soria), Cadenas Celtibéricas (España) ...	252

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

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.**

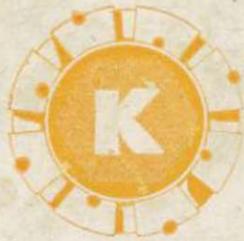
- Personal altamente experimentado.
- Profundidades superiores a 2.000 m.
- Sondeos de gran diámetro.
- Wireline y sistemas especiales para recuperación de testigo.
- Medición de inclinación orientada.
- RotoperCUSión a alta presión.
- Lodos especiales.
- Acidificaciones.
- Cementaciones.
- Desarrollo de acuíferos.
- Filtros adecuados a cada sondeo.
- Sondeos de investigación de 0° a 360°.
- Perforación con aire comprimido.
- Técnicas especiales, etc., etc.

LOPEZ DE HOYOS, 13, 1

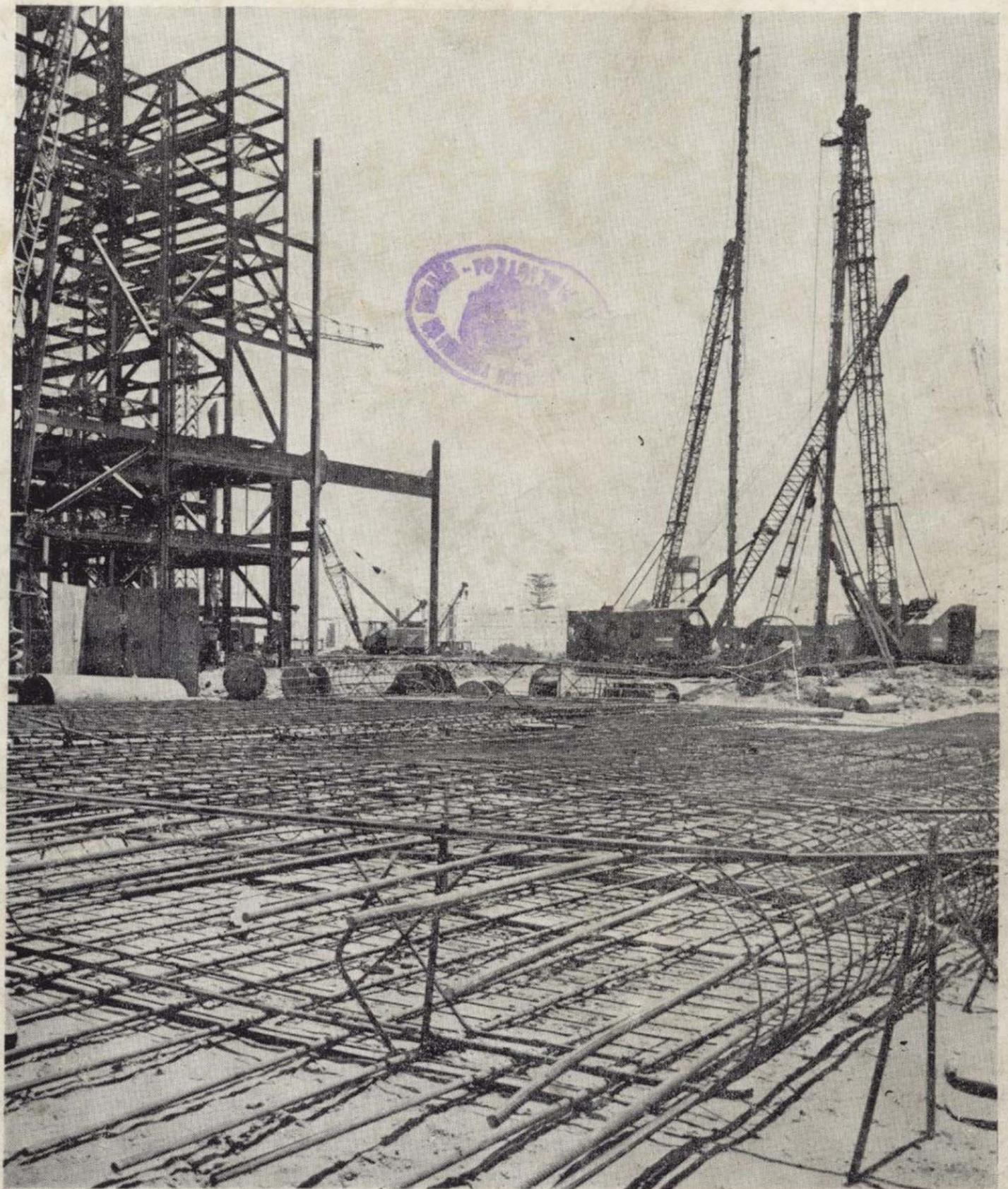
TELE. 261 08 07

MADRID-6

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